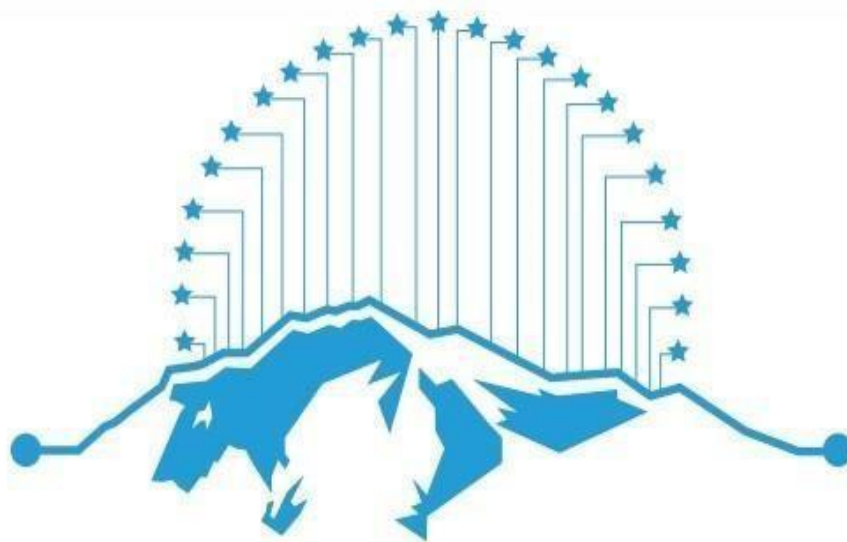


LIBRO DE RESÚMENES DEL XXIII CONGRESO ARGENTINO DE BIOINGENIERÍA Y XII JORNADAS DE INGENIERÍA CLÍNICA

SAN JUAN, ARGENTINA
SEPTIEMBRE DE 2022



SABI 2022

SAN JUAN

Sociedad Argentina de Bioingeniería

Libro de Resúmenes del XXIII Congreso Argentino de Bioingeniería y XII Jornadas de Ingeniería Clínica : San Juan, Argentina : Septiembre de 2022 / compilación de Kyomi Shiratori Cañadas ; Valentina Morales ; editado por Natalia Martina Lopez. - 1a ed. - Tucumán : Sociedad Argentina de Bioingeniería, 2022.

Libro digital, PDF

ISBN 978-987-27301-1-6

ISBN 978-987-27301-1-6



9 789872 730116

ÍNDICE

BIOMATERIALES E INGENIERÍA DE TEJIDOS	9
Immobilization of <i>Leishmania</i> antigens for rapid diagnosis of American Tegumentary Leishmaniasis (ATL) by electrochemical impedance spectroscopy	10
Bioactive scaffolds containing mesoporous particles for drug delivery	11
Extraction and purification of collagen for 3D printing of scaffolds with hyaluronic acid and chemical crosslinking.	12
Design and evaluation of graphene oxide/collagen scaffolds for their application in tissue engineering	13
Modelado computacional en 3D de la tasa de reticulación de una tinta de hidrogeles y su relación con las propiedades mecánicas	14
Human Amniotic Membrane Allograft: Comparison of two preservation methods in biocompatibility assays	15
Characterization of UV nail sculpting gel for low- cost applications in microfluidics.	16
Application of surface science techniques in biomaterials	17
Analysis of electrical conductivity in polymeric	18
Evaluation of anticoagulant activity of heparin loaded in PCL fibers using thromboelastography.	19
Towards the design of a subcutaneous implant to deliver L-Thyroxine	20
Coupling media in microwave imaging: dielectric properties and temperature dependence	21
BIOMECÁNICA	22
3D Biomechanical modeling applied to Taekwondo	23
Documentation tools development for rehabilitation technology implementation	24
Upper Limb Biomechanical Analysis Applied to Patients with Stroke	25
Functional design of software to obtain spatio- temporal parameters of human gait	26
Desarrollo de un sistema para la evaluación de las lateralidades y dominancias corporales	27
Trunk orthosis and interactivity	28
In Vivo obtention and representation of Muscle's Paths from Magnetic Resonance Images	29
Mirror Visual Feedback as a tool for training users to achieve control over the BCI.	30
Analysis of coordination variability: pilot study	31
Motor planning efficiency based on reaction time.	32
An automatic gait marker cleaner and labelling algorithm for optical motion capture recordings	33

	3
Design of a stretcher for advanced assessment of lower limbs rehabilitation	34
EDUCACIÓN	35
First Uruguayan robotic vehicle hackathon controlled by Brain Computer Interfaces	36
Development of a Clinical Engineering Residency in Corrientes, Argentina.	37
Mechanical Ventilation Remote Laboratory	38
Tabutomía: A Gamification Tool for Anatomy Effective Learning	39
Proposal for a remote laboratory in engineering	40
Considerations to Design Strategies to Address Student´s Retention in Bioengineering career	41
EQUIPAMIENTO, INSTRUMENTACIÓN Y SENSORES	42
Optoelectronic pulse oximetry simulator for vasoconstriction and vasodilation caused by anesthesia	43
Flexible pressure sensors based on piezoelectric polymers for biomedical wearable applications	44
Implementation of a digital Lock-in amplifier in SoC-FPGA for Biomedical Tomography	45
Domotic therapy to improve and optimize patient control and comfort (a prototype)	46
Wearable biosensors for simultaneous detection of glucose and ascorbic acid in noninvasive biofluids	47
Development of an open-source device to assess lung function in small animals	48
System for the measurement of Pulse Transit Time in real time	49
Electrochemical biosensor for <i>E. coli</i> detection using immunomagnetic separation	50
Design and implementation of a prototype for acquisition, processing, and visualization of radiofrequency evoked potentials	51
Kinect v2 and Orbbec Astra Pro Cameras for Gait Analysis a Preliminary Comparison	52
Feasibility analysis of QCM devices to study blood coagulation dynamics	53
Bioimpedanciómetro basado en microcontrolador de 32 bits	54
Infusion System of Active Substances with feedback	55
EXPERIENCIAS PROFESIONALES	56
Quality assessment of a mobile mammograph with computed radiography (CR) system in the province of Córdoba	57
Recurrent test protocols in X-ray equipment for medical diagnosis	58
Proyecto Snorkel	59
Actividades y reparación de equipos electromédicos en centros de Salud de distintos departamentos de San Juan.	60
Programa de Megavacunación en Tucumán	61
Assembly of Transition Cyclers "Un Respiro" in FaCENA-UNNE	62

Impact of clinical engineering on health management during the COVID-19 Pandemic in the “Laboratorio de Salud Pública” - Tucumán	63
Empowerment of Clinical Engineering at the Hospital de la Madre y el Niño	64
Implementation of a DIC in Tucumán Model Sanatorium: a success story.	65
Test to evaluate the integrity and obsolescence criteria of PPE against X-radiation	66
Experience in the management of mechanical ventilators in an Intensive Care Unit during their useful life, the role of users	67
Experiences from the use of Oxygen Health Care Facility Survey as part of the support to developing countries during COVID-19	68
FÍSICA MÉDICA	69
Comparison between MRI pseudo-diffusion and perfusion techniques in prostate protocol.	70
Automatic programs for image quality control in radiodiagnostics	71
Correlation between Molecular Techniques at Breast Multiparametric MRI protocol	72
Impact assessment on the calculation of administered doses with the use of IGABT in each brachytherapy session versus brachytherapy based on single 3D scan	73
Development of photodiode based IOT detector for area monitoring in brachytherapy rooms	74
Absolute dose verification for SRS and SBRT using a farmer-type ionization chamber	75
Design of phantoms to simulate realistic breast during digital mammography studies – Art State	76
Optimization of a multi-atlas method for automated segmentation of the gluteal muscles from MRI	77
Calculation of hemodynamic variables in the head and neck by nuclear magnetic resonance	78
U-NET approach for RapidArc dose distribution prediction in prostate cancer. A feasibility study	79
Experimental determination of breast skin dose on anthropomorphic phantom using VMAT and Field- in-Field treatment techniques	80
Denoising of Low Dose PET Images using a Convolutional Neural Network	81
Estimation of Reference Levels Dose during Breast Digital Tomosynthesis studies with FUJIFILM AMULET INNOVALITY equipment and using phantoms	82
Validation of automatic planning Scripts for prostate SBRT with and without lymph nodes	83
Characterization of OSLD nanoDot in electron external beam radiotherapy	84
E2E in stereotactic radiosurgery with cones.	85
Generation of synthetic CT for SPECT attenuation correction in myocardial perfusion imaging with deep convolutional neural networks	86
Tissue stiffness as differential tumor biomarker for prostate and liver.	87
Assessment of the distortion correction capability of a TPS by means of a virtual phantom	88

	5
Application of the risk matrix method to brachytherapy treatments	89
Magnetic Resonance-Image Guided Brachytherapy Clinical implementation and experience.	90
High dose rate brachytherapy with customized molds for facial skin lesions	91
Measurement of Average Glandular Dose of 300 patients with DBT, DBT-FFDM mode and FFDM using a new made home tool	92
Optimización de protocolo PET/MR para patologías neuropsiquiátricas	93
INFORMÁTICA MÉDICA	94
Predicting Cardiometabolic Diseases in Liver Transplant Patients in Uruguay	95
Functional design of software to obtain spatio-temporal parameters of human gait	96
Comparative Analysis in Medical Image Communication Services.	97
INGENIERÍA CLÍNICA Y GESTIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA	98
Primary Health Care: An example of electronic medical record implementation and barriers to adoption and use	99
Assessment of the operation of flowmeters in use for oxygen therapy in health institutions	100
Determination of biological residue on surfaces of medical equipment	101
Medical Ecosystem: Smart Health Management Platform	102
Reinstallation of hemodialysis room without hospitalization (ESSIT) in the Public System of Tierra del Fuego, due to a fire in the Service.	103
Methodology for the Evaluation and Selection Of High Complexity Medical Equipment: Application of Multicriteria Analysis Techniques	104
Biosafety capsule for COVID-19 patient transport	105
Quality and risk management for acoustic pollution in intensive care units	106
Development and application of a priority coefficient for the purchase of medical equipment.	107
Cleanrooms and controlled environments analysis in a high complexity hospital	108
Use of UVC radiation as a complementary disinfection element in the Covid-19 Pandemic in 2020. Ushuaia, Tierra del Fuego.	109
Structures Analysis of Biomedical Technology Services in Public Health of Argentine Patagonia. Proposal for the organization and functions of the Biomedical Technology Service.	110
Analysis of the description of failures involving the operation of infusion pumps in a Brazilian hospital	111
Daily assessment of specific mechanical power was useful to predict the risk of death due to refractory hypoxemia in patients with SARS-Cov2	112
MODELOS Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS BIOMÉDICOS	113
Design of a wrist orthosis prototype from a 3D arm model using 3D printing	114

Simulation of single fiber action potentials in a cylindrical EMG model: a comparative study	115
Knee prostheses modelling: deformation of the low rigidity component	116
Potential effects of physical activity during menopause according to a computational model of bone remodeling applied to the femur	117
Parametric analysis of a polymeric aortic valve prosthesis: structural study for non- basal loading.	118
Numerical simulation of a ventricular diastolic filling	119
PROCESAMIENTO DE IMÁGENES	120
AI-based descriptors of the distribution of SARS-CoV-2 in chest CT-scans	121
Pneumonia classification and analysis in Chest X-ray by means of Convolutional Neural Networks	122
Anatomical Localization of Effective ConnectivityMap Applied to Epilepsy Treatment.	123
Metrics applied to brain neural networks	124
Evaluation of segmentation tools applied to epilepsy	125
Leukocyte segmentation using morphological reconstruction defined in a fuzzy color space	126
Convolutional Neural Networks and feature-visualization for pathology classification in Mammograms	127
Non-invasive intraventricular pressure differences estimated with 4D-Flow cardiac MRI	128
Ascending and Descending Aorta SegmentationUsing Convolutional Neural Networks in Non- Contrast CT Images	129
App development for measuring seminal quality of bovine sperm <i>in situ</i>	130
In Vivo obtention and representation of Muscle'sPaths from Magnetic Resonance Images	131
Computation of Scores by Pattern Recognition In Lung Ultrasound Videos	132
Eye-movement–based assessment of cognitive and neuropsychological disorders	133
Infrared image processing software for early detection of lower limbs sports injuries	134
Post-processing of medical image for neurosurgical planning with academic purposes	135
Application of image and video processing techniques to eye fundus with retinopathy of prematurity acquired from a smartphone	
Determinación de la Carga Microbiana en Agua por Medio del Análisis de Patrones de Speckle Dinámico	137
PROCESAMIENTO DE SEÑALES BIOMÉDICAS	138
An effective connectivity model based on excitation-inhibition imbalance to classify states of the epileptogenic network	139
EEG Analysis of Pediatric Pleasure and Unpleasure Emotions	140
Feature Extraction with Wavelets for Plethysmography Signal Classification	141

Application of Transition Patterns in the Classification of Electrocardiograms	142
Local electrophysiological responses during the intracortical electrical microstimulation and phosphene perception: An approach in the context of cortical visual prostheses	143
A pipeline for source localization with different	144
Denoising Biomedical Signals With Wave- Shape Functions	145
ECG multiclass classification using time features, information measures and non- linear parameters	146
EMG signals acquisition to control servo motors	147
Design and implementation of a prototype for acquisition, processing, and visualization of radiofrequency evoked potentials	148
A preliminary study characterizing the adult diabetes using the entropy complexity plane.	149
A novel normalization of vectorcardiogram to enhance markers of differences between hERG and multichannel drugs	150
Analysis of parameters that characterize drowsiness based on EEG, ECG and EOG records	151
Multi-state discriminability analysis of SSVEP responses based on a single frequency flicker BCI	152
Functional Brain Connectivity in Phosphene Perception Evoked by Cortical Electrical Stimulation: Preliminary results	153
Affective values estimation in distributional semantics through Artificial Neural Networks	154
The use of sonification in data analysis: a Psychopy training test	155
SISTEMAS NEUROMUSCULARES E INGENIERÍA DE REHABILITACIÓN	156
Passive Rehabilitation System for Upper Limb Recovery	157
Development of a system for rehabilitation and assessment of visual function based on evoked potentials	158
Development of a multimodal platform for quantitative sensorimotor assessment	159
ERD detection in EEG-based BCI using power spectral density and support vector machines	160
Design of a wrist orthosis prototype from a 3D arm model using 3D printing	161
Assistive prototype using speech recognition and eye tracking	162
Handling Complex Smart Walker Interaction Strategies with Behavior Trees	163
Network maps centrality-based from emotional EEG signals	164
Software proposal to evaluate people with disabilities comprehensively through the International Classification of Functioning ICF	165
A comparison of methods for the determination of event-related desynchronization onset latency	166
Prototype of nystagmus diagnostic system using gaze tracking	167
Evaluation and comparison of goniometric tools on knee joint of healthy subjects	168

Serious Game development for the rehabilitation of skill movement in the upper limb	169
Towards an open rehabilitation device using recumbent cycling	170
Preliminary Validation of the Unilateral AGoRA Lower Limb Exoskeleton during Gait Assistance inTreadmill and Overground	171
Desarrollo de un sistema para la evaluación de las lateralidades y dominancias corporales	172
Validation and development of a posture quantification and classification technique using MediaPipe Pose®	173
Proposal for an Assistive Technology Department model in neurorehabilitation centers	174
Survival in the forest: Serious game for cognitive stimulation of patients	175
Motor planning efficiency based on reaction time.	176
Analysis of structural failure evaluation of rehabilitation devices prototyped with additive technology	177
Determining corticomuscular connectivity on motor reaction tasks.A step-by-step proposal forEEG and EMG signals processing.	179
Design of a stretcher for advanced assessment of lower limbs rehabilitation	180

BIOMATERIALES E INGENIERÍA DE TEJIDOS



Immobilization of *Leishmania* antigens for rapid diagnosis of American Tegumentary Leishmaniasis (ATL) by electrochemical impedance spectroscopy

Daniela E. Barraza^{1,2}, Paula I. Nanni^{1,2}, Roberto E. Chaile^{1,2}, Leonardo Acuña³, Jorge D. Marco³, and Rossana E. Madrid^{1,2}

¹. *Laboratorio de Medios e Interfases (LAMEIN), DBI, FACET, Universidad Nacional de Tucumán, Av. Independencia 1800, Argentina*

². *Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO), CONICET, Chacabuco 461, Tucumán 4000, Argentina*

³. *Instituto de patología Experimental (IPE), Universidad Nacional de Salta, Av. Bolivia 5150, Argentina*

Abstract— American Tegumentary Leishmaniasis (ATL) is endemic and generally affects people with limited economic resources in rural or peri-urban areas, who mostly require the attention of the public health system in Argentina. ATL is currently diagnosed through parasitological and serological methods, which require highly trained personnel, and consume a lot of time and money. Paper-based analytical devices introduce innovative technology for fluid handling and analysis, with a wide range of applications, promoting low cost, ease of manufacture/operation, and independence from the use of robust equipment. The objective of this work was to immobilize *L. (V.) braziliensis* antigens on nitrocellulose paper, and to identify the optimal concentrations of AG and AB for later use in the diagnosis of patients with ATL. Through a simple method, it was possible to immobilize the AG of *L. (V.) braziliensis*, and to detect by means of Electrochemical Impedance Spectroscopy (EIS) the immunoreaction Ag-AB. A working AG concentration of 180 µg/mL and a dilution of serum pool of 1/60 produced the greater difference between the serum signals (+) and (-) for ATL. These results constitute the first proof of concept of the use of EIS for the detection of ATL, which will allow, in the future, carrying out the analysis of real samples in patients.

Keywords— Leishmaniasis, immobilization, paper-based devices, EIS.

Resumen— Leishmaniasis Tegumentaria Americana (LTA) es endémica y afecta generalmente a personas de escasos recursos económicos de zonas rurales o periurbanas que, mayormente, requieren la atención del sistema público de salud en Argentina. LTA actualmente se diagnostica a través de métodos parasitológicos y serológicos, que requieren de personal altamente capacitado, son costosas y consumen mucho tiempo.

Por otro lado, los dispositivos analíticos basados en papel introducen una tecnología innovadora para el manejo y análisis de fluidos, con una amplia gama de aplicaciones, que promueven el bajo costo, la facilidad de fabricación/operación y la independencia del uso de equipos robustos. El objetivo de este trabajo fue inmovilizar antígenos de *L. (V.) braziliensis* en papel de nitrocelulosa, e identificar las concentraciones óptimas de antígenos (AG) y de anticuerpos (AC) para su posterior uso en el diagnóstico de pacientes con LTA. A través de un método sencillo se logró inmovilizar los AG de *L. (V.) braziliensis*, y detectar mediante Espectroscopía de Impedancia Electroquímica (EIS) la inmunoreacción AG-AC. Se determinaron las concentraciones de trabajo, de AG (180 µg/mL) y de dilución de pool de suero (1/60) que presentan mayor diferencia entre las señales séricas (+) y (-) para LTA. Estos resultados constituyen la primera prueba de concepto del uso de EIS para la detección de AC anti-leishmania, que permitirán en un futuro, realizar el análisis de muestras reales en pacientes.

Palabras clave— Leishmaniasis, inmovilización, dispositivos en papel, EIS.

Bioactive scaffolds containing mesoporous particles for drug delivery

Manuela Matar Prior^{1,2}, Guillermo Abras³,
Aldo R. Boccaccini², Juan I. Pastore³ and Josefina Ballarre¹

¹ Instituto de Ciencia y Tecnología de Materiales INTEMA - UNMdP- CONICET, Mar del Plata, Argentina.

² Instituto de Biomateriales - Universidad Friedrich Alexander Erlangen-Nuremberg, Alemania.

³ Laboratorio de Procesamiento Digital de Imágenes, ICYTE - UNMdP- CONICET, Mar del Plata, Argentina.

Abstract— Bone tissue engineering allows the generation of new biomimetic structures that fulfill part of the bone's lost functions. This work proposes the synthesis and characterization of bioactive glass scaffolds by the sponge replica method, containing mesoporous bioglass particles, capable of releasing a model drug such as tetracycline. Stable and homogeneous structures were achieved, with a pore size in accordance with the intended application. With the addition of mesoporous particles, this porosity decreases slightly, giving rise to small agglomerates in the structure. The new generated structure presents slightly higher compressive strength resistance than the scaffolds without the mesoporous particles. Also, these structures release the drug at short times, inhibiting bacterial adhesion.

Keywords— Bone tissue Engineering, mesoporous particles, digital image processing, antibacterial behavior.

Resumen— La ingeniería de tejidos óseos permite la generación de nuevas estructuras biomiméticas que reemplacen o cumplan funciones perdidas del hueso. En este trabajo se plantea la síntesis y caracterización de andamios de vidrio bioactivo por el método de la réplica de esponja, conteniendo partículas mesoporosas de biovidrio, capaces a su vez de liberar una droga modelo como tetraciclina. Se lograron estructuras estables y homogéneas, con tamaño de poro acorde con la aplicación pensada. Con el agregado de las partículas mesoporosas, esta porosidad disminuye levemente, dando lugar a pequeños aglomerados en la estructura. La nueva estructura generada presenta propiedades a la compresión levemente superiores que los andamios sin las partículas mesoporosas. A su vez, estas estructuras presentan liberación de la droga a tiempos cortos, inhibiendo la adhesión bacteriana.

Palabras clave— Ingeniería de tejido óseo, partículas mesoporosas, procesamiento de Imágenes, capacidad antibacterial.

Extraction and purification of collagen for 3D printing of scaffolds with hyaluronic acid and chemical crosslinking.

Pablo A. Fernández^{1,2}, Romina Comín^{1,2}, María Victoria Cáceres¹,
Nancy Salvatierra^{1,2} and Mariana Cid^{1,2}.

¹Nacional de Córdoba, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Vélez Sarsfield 1611, Córdoba, Argentina.

²CONICET, Instituto de Investigaciones Biológicas y Tecnológicas (IIByT), Córdoba, Argentina.

Abstract—Biodegradable scaffolds with three-dimensional porous structure are fundamental components for tissue engineering. Collagen is the main protein of the human extracellular matrix, its structure allows the union, migration and in several cases the differentiation of the cells. However, its use has been limited due to low processability by the means of layer-by-layer technologies. In the present, a simple and economical method is developed for collagen purification from porcine skin using treatments with acidic and salt solutions. This preserves the structure of the fibers unlike normally used enzymatic procedures which denature the protein. A collagen ink was prepared with collagen and hyaluronic acid, which can be homogeneously extruded through the bioprinter needle, presenting appropriated viscosity and stability for printing 3D scaffolds. Finally, these structures were lyophilized and crosslinked chemically to improve their physical-chemical properties.

Keywords— collagen, hyaluronic acid, 3D printing, crosslinking.

Resumen—Los andamios biodegradables con estructura tridimensional porosa son la base para la regeneración tisular. El colágeno es el principal constituyente proteico de la matriz extracelular humana y posee una estructura que favorece la unión, migración y en ciertos casos la diferenciación de las células, pero su uso ha sido limitado debido a su difícil procesabilidad mediante tecnologías de construcción capa por capa. Por ello, en el presente trabajo se desarrolla un método sencillo y relativamente económico para la purificación de colágeno tipo I de piel porcina a partir de tratamientos con soluciones ácidas y sales, que preservan la estructura de las fibras a diferencia de procedimientos enzimáticos normalmente usados, que desnaturalizan la proteína. Con el colágeno extraído y ácido hialurónico comercial se preparó una tinta que permitió una extrusión homogénea por la impresora y presentó viscosidad y estabilidad suficientes para la impresión de andamios tridimensionales. Finalmente, las estructuras fueron liofilizadas y entrecruzadas químicamente para mejorar sus propiedades físico-químicas.

Palabras clave— colágeno, ácido hialurónico, impresión 3D, entrecruzamiento.

Design and evaluation of graphene oxide/collagen scaffolds for their application in tissue engineering

María Victoria Cáceres¹, Pablo A. Fernández^{1,2}, Gustavo Morales³, Nancy A. Salvatierra^{1,2}, Romina Comín^{1,2}, Mariana P. Cid^{1,2}

¹ *Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.*

² *Instituto de Investigaciones Biológicas y Tecnológicas, (IIByT-CONICET-UNC), Córdoba, Argentina.*

³ *Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales, Universidad Nacional de Río Cuarto, Río Cuarto, Argentina.*

Abstract— Tissue engineering, intends the reconstruction of lost tissues because of destructive diseases such as inflammation and tumours, and requires three major elements: cells, signalling molecules, and scaffolds. A scaffold is an extracellular artificial matrix with three dimensions and highly porous, printed 3D, able to host and guide cells in their growth and regeneration of tissues. Eventually, collagen hydrogels are the most popular material for cellular scaffolds, used successfully in clinical practice. Graphene oxide, graphene's precursor in its synthesis, is a graphite oxide mono layer, and even the study of its properties for tissue engineering is still in early stages, big results are expected. The project aim is to design, 3D print and evaluate the features of collagen and graphene oxide scaffolds, for potential applications in tissue engineering. The ink obtained from these materials allowed loyal printings, respecting structures and dimensions. The incorporation of graphene oxide in collagen scaffolds showed a variation in their properties, keeping swelling ratio, decreasing porosity and solubility. By scanning electron microscope (SEM), we distinguished pure graphene oxide from collagen in the scaffold, where we observed the combination of both materials in micro- scale.

Keywords— Tissue engineering, scaffolds, collagen, graphene oxide.

Resumen—La ingeniería de tejidos, pretende la reconstrucción de tejidos perdidos a causa de enfermedades destructivas como la inflamación y tumores, y requiere de tres elementos primordiales: células, moléculas señalizadoras y andamios. Un andamio es una matriz extracelular artificial de tres dimensiones y altamente porosa, fabricado por impresión 3D, capaz de alojar y guiar a las células en su crecimiento y en la regeneración de los tejidos. Los hidrogeles de colágeno actualmente son el material más popular para andamios celulares, empleados exitosamente en la práctica clínica. El óxido de grafeno, precursor del grafeno en su síntesis, consiste en una sola lámina de óxido de grafito, y aunque el estudio de sus propiedades para ingeniería de tejidos se encuentra en etapas tempranas, no deja de prometer grandes resultados. El objetivo del trabajo es diseñar, imprimir en 3D y evaluar las propiedades de andamios de colágeno y óxido de grafeno, para potenciales aplicaciones en ingeniería de tejidos. La tinta obtenida de los materiales permitió impresiones fieles, respetando estructuras y dimensiones. La incorporación del óxido de grafeno en los andamios de colágeno demostró variación en sus propiedades, manteniendo el porcentaje de hinchamiento, disminuyendo la porosidad y la solubilidad. Por microscopía electrónica de barrido (SEM) se visualizó al óxido de grafeno puro, para distinguirlo del colágeno en el andamio, donde se observa la combinación de ambos materiales a escala microscópica.

Palabras clave— Ingeniería en tejidos, andamios, colágeno, óxido de grafeno.

Modelado computacional en 3D de la tasa de reticulación de una tinta de hidrogeles y su relación con las propiedades mecánicas

Joaquín H. Palma¹, Marcos Bertuola¹, Élide B. Hermida¹

¹Laboratorio de Biomateriales, Biomecánica y Bioinstrumentación (Lab3Bio), Instituto de Tecnologías Emergentes y Ciencias Aplicadas (ITECA), UNSAM, CONICET, Escuela de Ciencia y Tecnología (ECyT), San Martín, Buenos Aires, Argentina.

Abstract— Alginate-based inks are widely used in 3D bioprinting. Its crosslinking dynamics by Ca^{2+} ions is extremely important to achieve maximum mechanical properties of the scaffolds. In this work, we studied the kinetics of the crosslink front and the diffusion of Ca^{2+} within the matrix of the Alginate-Gelatine-Hyaluronic acid (Alg-Gel-HA) ink (4.5% w/v of each polymer in PBS 1X) as a function of temperature and Ca^{2+} concentration. The crosslinking rate of the ink increases with the crosslinker concentration and the temperature of the treatments. Experimental data could be well fitted by a numerical model that predicts the time required to achieve the desired wall thickness of a tube structure similar to blood vessels, tracheas or bronchi, according to the dimension and shape of the scaffolds. Moreover, tensile modulus was correlated with the crosslinking time and distance.

Keywords— 3D-bioprinting, tissue engineering, crosslinking, diffusion, 3D simulation, tensile modulus.

Resumen— Las tintas a base de alginato se utilizan ampliamente en la bioimpresión 3D. Su dinámica de reticulación por parte de los iones Ca^{2+} es extremadamente importante para conseguir las mejores propiedades mecánicas de los andamios. En este trabajo, estudiamos la cinética del frente de reticulación y la difusión de Ca^{2+} dentro de la matriz de la tinta de Alginato-Gelatina- Ácido Hialurónico (Alg-Gel-HA) (4,5% m/v de cada polímero en PBS 1X) en función de la temperatura y la concentración de Ca^{2+} . La tasa de reticulación de la tinta aumenta con la concentración del agente reticulante y con la temperatura de los tratamientos. Los datos experimentales pudieron ser bien ajustados por un modelo numérico que predice el tiempo necesario para alcanzar el grosor de pared deseado de una estructura tubular similar a la de los vasos sanguíneos, las tráqueas o bronquios, en función de la dimensión y la forma de los andamios. Además, el módulo tensil se correlacionó con el tiempo y la distancia de reticulación.

Palabras clave— bioimpresión 3D, ingeniería de tejidos, reticulación, difusión, simulación 3D, módulo tensil.

Human Amniotic Membrane Allograft: Comparison of two preservation methods in biocompatibility assays

Carolina Lacerra¹, Romina Comín^{2,3}, Mariana P. Cid^{2,3}, Tristán López Lozano¹, Diego M. Schmets¹, Raúl Ibarra Theiler¹, Geraldine Máscolo¹, Cecilia B. Sobrero¹ y Nancy A. Salvatierra^{2,3}

¹*Banco de Tejidos del Laboratorio de Hemoderivados Universidad Nacional de Córdoba Avenida Valparaíso
s/n Ciudad Universitaria Córdoba Argentina.*

²*Departamento de Química, Ingeniería Biomédica, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional
de Córdoba, Córdoba,*

³*IIByT- CONICET.*

Abstract— Human amniotic membrane is widely used in regenerative medicine (ophthalmology, dermatology, reconstructive surgery, soft tissue augmentation, and dentistry) and tissue engineering. It is an immuno-compatible tissue that has immunomodulatory, antimicrobial and no mutagenic effects and is also a source of growth factors and cells with stem cell properties that combines adequate mechanical properties with a good capacity for cell adhesion for to the structural components of the extracellular matrix. Several methods are currently used to prepare, store, and sterilize human amniotic membrane allografts that may affect safety and biological properties. The aim of this work was to obtain, at Banco de Tejidos del Laboratorio de Hemoderivados, Universidad Nacional de Córdoba, human amniotic membrane allografts preserved by two methods, cryopreservation and the combination of lyophilization and irradiation. Subsequently, biocompatibility was evaluated using the cytotoxicity, direct irritation and systemic toxicity tests recommended by ISO 10993:5, 10993:10 and 10993:11, respectively. The results showed that the processing method and the different methods of conservation of the amniotic membrane (cryopreserved and lyophilized and irradiated) were adequate. In the cytotoxicity test, both amniotic membranes, showed cell viability greater than 70% according to ISO 10993:5. In addition, no negative evidence was observed in the primary irritation score on the skin, nor there were changes in body temperature due to the systemic administration of the extracts at the different times tested. The allografts obtained and preserved both by cryopreservation and by the combination of lyophilization and irradiation reveal a good profile that makes their use in regenerative medicine and tissue engineering very promising.

Keywords— amniotic membrane, allograft, lyophilization, biocompatibility

Resumen— La membrana amniótica humana es ampliamente utilizada en medicina regenerativa (oftalmología, dermatología, cirugía reparadora, aumento de tejidos blandos y odontología) e ingeniería tisular. Es un tejido inmunocompatible que presenta efectos inmunomoduladores, antimicrobianos y antimutagénicos y, además, es una fuente de factores de crecimiento y células con propiedades de células madre que combina adecuadas propiedades mecánicas con una buena capacidad de adhesión celular gracias a los componentes estructurales propios de la matriz extracelular. Actualmente se emplean varios métodos para preparar, preservar y esterilizar aloinjertos de membrana amniótica humana que pueden afectar la seguridad y propiedades biológicas. El objetivo de este trabajo fue obtener, en el Banco de Tejidos del Laboratorio de Hemoderivados de la Universidad Nacional de Córdoba, aloinjertos de membrana amniótica humana preservados por dos métodos, la criopreservación y la combinación de liofilización e irradiación. Posteriormente, se evaluó la biocompatibilidad mediante los ensayos de citotoxicidad, irritación directa y toxicidad sistémica recomendados por la ISO 10993:5, 10993:10 y 10993:11, respectivamente. Los resultados mostraron que el método de procesamiento y los diferentes métodos de conservación de la membrana amniótica (criopreservada y liofilizada e irradiada) fueron adecuados. En el ensayo de citotoxicidad, tanto de la muestra criopreservada como la liofilizada e irradiada, la viabilidad celular fue superior al 70% según ISO 10993:5. Además, no se observó evidencia negativa en la puntuación de irritación primaria sobre la piel, ni se evidenciaron cambios en la temperatura corporal debido a la administración sistémica de los extractos a los diferentes tiempos ensayados. Los aloinjertos obtenidos y conservados tanto por criopreservación como por la combinación de liofilización e irradiación revelan un buen perfil de biocompatibilidad que hace muy promisorio su uso en medicina regenerativa e ingeniería tisular.

Palabras clave— membrana amniótica, aloinjerto, liofilización, biocompatibilidad

Characterization of UV nail sculpting gel for low-cost applications in microfluidics.

Lorenzo A. Tell¹, Karen A. Sosa Navarro¹, María de los Angeles Rossi¹, Santiago C. Garcia Rivarola¹, Maria Agustina Zalazar¹, Juan Cruz Kalbermatten¹, Evelina Frontera¹ y Roberto Carrizo Flores¹.

¹*Bioingeniería, Escuela de Ingeniería y Ciencias Ambientales, Universidad Nacional de Villa Mercedes, Villa Mercedes (S.L), Argentina.*

Abstract— Currently, polydimethylsiloxane (PDMS) is the most used material for the manufacture of microfluidic systems since it allows quick and simple fabrications. However, in our country this material is expensive, which hinders its use in academic works. This motivates the search for low-cost material with similar characteristics that can replace PDMS in the manufacture of microfluidic chips. In this article, preliminary results of the characterization of UV gel for nail construction are presented, in order to determine if it is possible to manufacture microchips with this material. The tests presented are analysis of hydrophobicity, surface charge, absorbance spectrum, water absorption and measurement of the dimensions of the channels obtained. According to the results obtained from these tests, it can be concluded that the UV gel can become a potential alternative material for the construction of microchips.

Keywords—Microfluidics, UV gel, lithography, microchips.

Resumen— Actualmente, el PDMS es el material más utilizado para la manufactura de sistemas microfluídicos ya que este permite fabricaciones rápidas y sencillas. Sin embargo, en nuestro país este material tiene un alto costo, lo que obstaculiza el uso del mismo en trabajos académicos. Esto motiva la búsqueda de material de bajo costo con características similares que permita reemplazar el PDMS en la fabricación de chips de microfluídica. En este trabajo se presentan resultados preliminares de la caracterización de gel UV de construcción de uñas, con el fin de determinar si es viable la fabricación de microchips con dicho material. Los ensayos abordados son análisis de la hidrofobicidad, carga superficial, espectro de absorbancia, absorción de agua y medición de las dimensiones de los canales obtenidos. De acuerdo a los datos obtenidos de los ensayos, se puede inferir que el gel UV puede llegar a ser un potencial material alternativo para la construcción de microchips.

Palabras clave— Microfluídica, gel UV, litografía, microchips.

Application of surface science techniques in biomaterials

Andrea M. Lucero Manzano¹, Oscar Grizzi¹

¹*División Física de Superficies y Colisiones Atómicas, Departamento de Interacción de la Radiación con la Materia, Centro Atómico Bariloche (CNEA, CONICET), S.C. de Bariloche, Río Negro, Argentina.*

Abstract— Surface characterization is an important aspect in the analysis of materials used for medical purposes since its properties will determine the response of the material in the medium with which it is in contact. Three examples of biomaterial analysis were selected to show the application of some techniques available at the Bariloche Atomic Center (CAB). In this area, the contribution of bioengineering professionals is favorable due to their academic training and their capacity for interdisciplinary work with the areas involved in biomaterials research.

Keywords— surface characterization, biomaterials, porous microspheres, implant coatings, bone characterization.

Resumen— La caracterización de superficies es un aspecto importante en el análisis de los materiales utilizados con fines médicos, ya que sus propiedades determinarán la respuesta del material en el medio con el que está en contacto. Se seleccionaron tres ejemplos de análisis de biomateriales para mostrar la aplicación de algunas técnicas disponibles en el Centro Atómico Bariloche (CAB). En este ámbito, la contribución de un profesional de bioingeniería es favorable por su formación y por su capacidad para el trabajo interdisciplinario con las áreas involucradas en la investigación de biomateriales.

Palabras clave— caracterización de superficies, biomateriales, microesferas porosas, recubrimientos de implantes, caracterización de hueso.

Analysis of electrical conductivity in polymeric *scaffolds* in frog sciatic nerve

Sebastian Salas¹, Maria E. Oliva^{1,2}, Ana S. Duport Bru³, Maria C. Socci^{1,2}, Theo Rodríguez Campos^{4,5}, Fabricio N. Molinari⁴, Leandro N. Monsalve^{4,5,6} Andrea P. Rodriguez^{1,2}

¹*Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina*

²*Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO), CONICET-UNT. San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina*

³*Instituto de Biodiversidad Neotropical (IBN, CONICET-UNT), Yerba Buena, Tucumán, Argentina*

⁴*Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), San Martín, Buenos Aires, Argentina*

⁵*Instituto de Calidad Industrial (INCALIN), Universidad Nacional de San Martín, San Martín, Buenos Aires, Argentina*

⁶*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), CABA, Argentina*

Abstract— The term «spinal cord injury» refers to the damage to the spinal cord as a result of trauma. Currently, there is no treatment that demonstrates a significant recovery of neuronal function in patients. Neural tissue engineering is a promising alternative to treat these injuries. In this paper we propose to measure the conductivity of *scaffolds* formed by electrospun polymer membranes, using only polycaprolactone (PCL) as basis or functionalized with different polymers and conductive nanomaterials. Conductivity was measured by recording the electrical impulse that *scaffolds* can transmit through the frog's sciatic nerve. Our results demonstrated that, among the different groups of membranes studied, there is a significant difference in the transmission of the electrical stimulus. In particular, membranes formed by PCL and carbon nanotubes (CNT) exhibited higher conductivity than the remaining groups. This work confirms the ability of *scaffolds* to transmit electrical signals through the frog sciatic nerve and provide the basis for projecting new studies in order to evaluate in depth the effect of this group of membranes on the cellular response and biocompatibility with the tissue.

Keywords— spinal cord injury, polycaprolactone, electrospinning.

Resumen— El término «lesión medular» se refiere al daño de la médula espinal como consecuencia de un traumatismo. Actualmente, no existe un tratamiento que demuestre una recuperación significativa de la función neuronal en los pacientes. La ingeniería de tejidos neurales es una alternativa prometedora para tratar estas lesiones. En este trabajo se propone medir la conductividad de andamios formados por membranas poliméricas electrohiladas, utilizando únicamente policaprolactona (PCL) como base o funcionalizadas con diferentes polímeros y nanomateriales conductores. La conductividad se midió registrando el impulso eléctrico que los andamios pueden transmitir a través del nervio ciático de la rana. Nuestros resultados demostraron que, entre los diferentes grupos de membranas estudiados, existe una diferencia significativa en la transmisión del estímulo eléctrico. En particular, las membranas formadas por PCL y nanotubos de carbono (CNT) exhibieron mayor conductividad que los grupos restantes. Este trabajo confirma la capacidad de los *scaffolds* para transmitir señales eléctricas a través del nervio ciático de la rana y sienta las bases para proyectar nuevos estudios con el fin de evaluar en profundidad el efecto de este grupo de membranas sobre la respuesta celular y la biocompatibilidad con el tejido.

Palabras clave: lesión de la médula espinal, policaprolactona, electrospinning.

Evaluation of anticoagulant activity of heparin loaded in PCL fibers using thromboelastography.

Daniela del Carmen Gonzalez^{1,2}

¹Gabinete de Tecnología Médica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Buenos Aires, Argentina.

Abstract— Electrospinning technique constitutes a simple and effective method to produce nanomaterials. This method also offers the possibility to incorporate several drugs and/or biological agents for specific biomedical applications. The functionalization of fibers can be made either before or after the electrospinning process. However, it is important to verify that the biological properties of the incorporated agents remain unaffected even after the fabrication process. Preliminary studies showed that heparin can be successfully incorporated in poly- ϵ -caprolactone (PCL) fibrous materials using two different methods: matrix encapsulation and through chemical crosslinking. The objective of this work is to evaluate the anticoagulant activity of heparin loaded in the heparin functionalized materials. For this purpose, the anticoagulant activity of heparin was assessed using thromboelastography (TEG) which measures the kinetics and strength of a clot as it is formed. The experiments were performed using swine blood alone and in the presence of the PCL fibrous materials. Results indicate that the heparin released to the medium from the heparin-loaded materials preserved its anticoagulant activity.

Keywords— electrospinning, heparin, anticoagulant activity, thromboelastography.

Resumen— La técnica de electrospinning constituye un método simple y efectivo para producir nanomateriales. Este método también ofrece la posibilidad de incorporar varias drogas y/o agentes biológicos para aplicaciones biomédicas específicas. La funcionalización de las fibras puede realizarse antes o después del proceso de electrospinning. Sin embargo, es importante verificar que las propiedades biológicas de los agentes incorporados no se vean afectadas incluso después del proceso de fabricación. Estudios preliminares demostraron que la heparina puede incorporarse con éxito en materiales fibrosos de poli- ϵ -caprolactona (PCL) utilizando dos métodos diferentes: encapsulación matricial y mediante el crosslinking químico. El objetivo de este trabajo es evaluar la actividad anticoagulante de la heparina cargada en los materiales funcionalizados con heparina. Para ello, se evaluó la actividad anticoagulante de la heparina mediante tromboelastografía (TEG), que mide la cinética y fuerza del coágulo a medida que este se forma. Los experimentos se realizaron utilizando sangre porcina sola y en presencia de los materiales fibrosos de PCL. Los resultados indican que la heparina liberada al medio desde los materiales cargados con heparina preservó su actividad anticoagulante.

Palabras clave— electrospinning, heparina, actividad anticoagulante, tromboelastografía.

Towards the design of a subcutaneous implant to deliver L-Thyroxine

Martina Nocent¹, Macarena Corrales¹, Carlos Rodolfo Oldani¹, Alfredo Andrés Corominas¹

¹*Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.*

Abstract— Thyroid diseases affects a large part of the population and require chronic medication. In this work, we analyze the possibility of incorporating a reservoir-type implantable drug delivery system to deliver levothyroxine sodium (T4) for a long time. From the possibility of incorporating the subdermal implant of T4, we eliminate the need to take pills and improve the quality of life of the patient. The use of the EVA polymer (ethylene vinyl acetate) is suggested as a drug release controlling polymer. The diffusion equation of the drug is explained along with the parameters that influence it. A final formulation is provided as a first approach to implant design.

Keywords— EVA - Controlled release - Reservoir system - Zero order release kinetics

Resumen— Las enfermedades de la tiroides afectan a gran parte de la población y requieren medicación de forma crónica. En este trabajo, se analiza la posibilidad de incorporar un sistema implantable de administración de drogas de tipo reservorio para proveer levotiroxina sódica (T4) por un tiempo prolongado. A partir de la posibilidad de la incorporación del implante subdérmico de T4, eliminamos la necesidad de toma de pastillas y mejoramos la calidad de vida del paciente. Se sugiere el uso del polímero EVA (etileno vinil acetato) como polímero controlador de la liberación de la droga. Se explica la ecuación de difusión de la droga desde el implante junto con los parámetros que influyen en ella. Se brinda una formulación final como primer aproximamiento del diseño del implante.

Palabras clave— EVA - Liberación controlada - Sistema reservorio - Cinética de liberación de orden cero

Coupling media in microwave imaging: dielectric properties and temperature dependence

María José Cervantes¹, Marisa N. Orzuza¹, César F. Caiafa², and Ramiro M. Irastorza^{1,3}

¹*Instituto de Física de Líquidos y Sistemas Biológicos (IFLySiB CONICET La Plata), La Plata, Argentina.*

²*Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR CONICET La Plata), La Plata, Argentina.*

³*Instituto de Ingeniería y Agronomía, Universidad Nacional Arturo Jauretche, Florencio Varela, Argentina.*

Abstract— In the microwave imaging method, it is usual to use liquids as coupling medium. These are also used for the development of phantoms for calibration and validation of reconstruction algorithms. In this work the dielectric properties of mixtures of glycerol and water for different concentrations and temperatures are measured.

Keywords— Microwave imaging, dielectric properties, glycerol-water mixtures.

Resumen— En el método de imágenes por microondas es habitual el uso líquidos como medio de acoplamiento. Estos también se utilizan en el desarrollo de fantasmas para calibración y validación de algoritmos de reconstrucción. En este trabajo se miden las propiedades dieléctricas de mezclas de glicerol y agua para diferentes concentraciones y temperaturas.

Palabras clave— Imágenes por microondas, propiedades dieléctricas, mezclas glicerol-agua.

BIOMECÁNICA



3D Biomechanical modeling applied to Taekwondo

Bruno Zorzet ^{1,2}, Gabriel Villaverde ¹,
Ariel Braidot ¹

¹Laboratorio de Biomecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina. ²Sinc(i), Instituto de investigación en señales, sistemas e inteligencia computacional, Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

Abstract— The technical improvement in Taekwondo depends of instructor and student expertise. However, the analysis of biomechanical parameters can be a tool that complements the teaching in Taekwondo. In this paper, a study was carried out for the registration and processing of kicking techniques in 6 taekwondo black belts, using an optical capture system and reflective markers for the elaboration of a three-dimensional biomechanical model. The results show angular excursions, forces, moments and powers at the joints of the lower limb throughout the kick cycle, assessing those biomechanical analyses is a useful tool for technical evaluation in Taekwondo.

Keywords— Biomechanics, taekwondo, optical motion capture systems.

Resumen— La mejora técnica en el Taekwondo se basa en la pericia del instructor y del practicante. No obstante, pueden utilizarse parámetros biomecánicos como herramienta que complemente la enseñanza del taekwondo. En el presente trabajo, se realizó un estudio para el registro y procesamiento de técnicas de patadas a 6 taekwondistas cinturones negros utilizando un sistema de captura óptico y marcadores reflectivos para la elaboración de un modelo biomecánico tridimensional. Se han obtenido las excusiones angulares, fuerzas, momentos y potencias en las articulaciones para el miembro inferior durante todo el ciclo de la patada, valorándose que el análisis biomecánico es una herramienta útil para la evaluación técnica en el taekwondo.

Palabras clave— Biomecánica, taekwondo, sistemas de captura óptico del movimiento.

Documentation tools development for rehabilitation technology implementation

Melisa Frisoli¹, Sofia Poux³, Melisa Deris¹, Paola Catalfamo Formento^{1,2} and Eloisa García Añino^{1,2}

¹*Laboratorio de Investigación del Movimiento Humano, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Rca. Argentina.*

²*Instituto de Investigación y Desarrollo en Bioingeniería y Bioinformática, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Oro Verde, Rca. Argentina.*

³*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas- Centro de Ingeniería en Rehabilitación e Investigaciones Neuromusculares y Sensoriales, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Rca. Argentina.*

Abstract— The development of Human Gait Analysis since its origins has been primarily carried out in research area. Currently there is a wide interest in implementing this kind of tools in the clinical setting, for which it is important to identify obstacles and facilitators that intervene in the implementation of the techniques. The Human Movement Research Laboratory (LIMH) developed a software to obtain spatiotemporal gait parameters. This paper presents the process of elaboration and analysis of two documentary tools that facilitate the application of the method in clinical research setting. The documentary tools consist of a protocol for videographic recording and a software Manual. For this purpose, test recordings were made under different conditions, with a rubric for acceptance and rejection of the recordings quality. The manual was created by exhaustively monitoring the steps and user tests.

Keywords— Movement analysis, implementation, protocol, user's manual

Resumen— Desde sus inicios, el desarrollo del Análisis de la Marcha Humana ha sido prioritariamente desarrollado en el ámbito de la investigación. Actualmente hay un amplio interés en implementar sus herramientas en el ámbito clínico, para la cual es importante identificar obstáculos y facilitadores que intervengan en la implementación de los métodos o técnicas. El Laboratorio de Investigación del Movimiento Humano (LIMH) desarrolló un software para la obtención de los parámetros espacio temporales de la marcha. En este trabajo se presenta el proceso de elaboración y análisis de dos herramientas documentales que faciliten la aplicación del método en el ámbito de la investigación en contextos clínicos. Las herramientas documentales consisten en un Protocolo de registro videográfico y un Manual de usuario del software. Para este propósito se efectuaron registros de prueba en diferentes condiciones de registro, efectuando una rúbrica de aceptación y rechazo de la calidad de los registros. El manual de usuario se confeccionó mediante el seguimiento exhaustivo de los pasos y a través de pruebas de uso.

Palabras clave— Análisis de movimiento, implementación, protocolo, manual de usuario.

Upper Limb Biomechanical Analysis Applied to Patients with Stroke

Melisa A. Frisoli¹, Marco A. López Ibarra^{1,2,3}, Ariel A. A. Braidot¹

¹Laboratorio de Biomecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Rca. Argentina.

²Facultad de Ciencias de la Vida y la Salud, Universidad Autónoma de Entre Ríos, Paraná, Rca. Argentina.

³Centro de Rehabilitación e Investigación Dr. Esteban Laureano Maradona, Santa Fe, Rca. Argentina.

Abstract— The skills of grasping and lifting small objects require the action of complex motor patterns. Neurological diseases that affect the upper limb decrease the ability to carry out activities of daily living, implying quantitative limitations of movement, such as: reduced speed and lack of precision, especially when tasks require fine manipulation. Upper limb injury is a common sequela after stroke, and often leads to poor movement control and long-term disability. Five subjects with post-stroke sequelae involving upper limb motor impairment were recorded in the Biomechanics Laboratory facilities. The parameters and parameterized curves of kinematics and dynamics of movement were obtained and then contrasted with the control population. Analysis of results allows postulating joint angular velocities as relevant biomechanical parameters. In particular, in the shoulder planes defined by the globe system, there is less dispersion and a better possibility of discrimination between the population with stroke and control population. The extraction of parameters by means of three-dimensional biomechanical analysis of movement in subjects with stroke allows obtaining relevant information about the rehabilitation process and the level of functionality, characteristic of the level of affection.

Keywords— Stroke, 3D Biomechanical Model, reaching and grasping, processing.

Resumen— Las habilidades de agarrar y levantar pequeños objetos requieren la acción de patrones motrices complejos. Las enfermedades neurológicas que afectan el miembro superior (MS) disminuyen la capacidad de efectuar actividades de la vida diaria. Estas limitaciones del movimiento, incluyen reducción de la velocidad y falta de precisión, especialmente cuando las tareas requieren manipulación fina. La lesión de miembro superior es una secuela común luego del ACV, y frecuentemente, implica escaso control de movimiento y discapacidad a largo plazo. Se efectuaron registros a 5 sujetos con secuelas post ACV con afección motora de miembro superior en las instalaciones del Laboratorio de Biomecánica. Se obtuvieron los parámetros cinemáticos y dinámicos normalizados a un ciclo del movimiento y se contrastaron con la población de control. En definitiva, el análisis de resultados permite postular como parámetros biomecánicos relevantes las velocidades angulares articulares. En particular en los planos del hombro definidos por el sistema globe, existe una menor dispersión y una mejor posibilidad de discriminación entre la población con ACV y la PC. La extracción de parámetros mediante análisis biomecánico tridimensional del movimiento en sujetos con ACV permite obtener información relevante sobre el proceso de rehabilitación y el nivel de funcionalidad, propio y característico del nivel de afección.

Palabras clave—Accidente Cerebro Vascular, Modelo Biomecánico 3D, Alcanzar y Agarrar.

Functional design of software to obtain spatio-temporal parameters of human gait

Camila V. Primosich, María A. Molaro Battisti, Paola Catalfamo Formento, Victor Valotto, Claudia E. Bonell

¹Laboratorio de Análisis del Movimiento Humano (LIMH), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina.

²IBB CONICET-UNER. Ruta 11, Km 10, Oro Verde, Entre Ríos, Argentina

³Departamento Informática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina

Abstract—A software prototype that allows, through video analysis, the obtention of spatio-temporal parameters of human walking was developed for the Analysis of Human Movement Research Laboratory (LIMH) at FIUNER. That software does not have the necessary documentation to make improvements on it.

In this project, we worked with Software Engineering tools to carry out the functional design of a software product that calculates these parameters. User requirements were elicited and analyzed, then they were modeled as use cases. Based on these the user experience (layout) was developed. Then, with the quality analysis of the software product, the functional test cases were carried out, with which the program can be tested once it is implemented.

Finally, with these documents already obtained, it was possible to make a comparison between the software prototype (Hapet) that the LIMH has and the software designed in this project, determining that the semantic gap that exists between the two is important.

Keywords— Use case, user experience, functional test case, software, space – time parameters.

Resumen— En el Laboratorio de Análisis del Movimiento Humano (LIMH) de la FIUNER se desarrolló un prototipo software que permite, mediante el análisis de videos, la obtención de parámetros espacio-temporales de la marcha humana. Dicho software no cuenta con la documentación necesaria para realizar mejoras sobre el mismo.

En este proyecto se trabajó con las herramientas de la Ingeniería de Software con el fin de realizar el diseño funcional de un producto de software que realice el cálculo de dichos parámetros. Se elicitaron los requerimientos de los usuarios y se analizaron, luego se modelizaron como casos de uso. En base a estos, se desarrolló la experiencia de usuario (maquetización). Siguiendo con el análisis de calidad del producto de software, se realizaron los casos de prueba funcionales, con los que se podrá probar el programa una vez que se encuentre implementado.

Finalmente, con estos documentos obtenidos, se pudo realizar una comparación entre el prototipo de software (Hapet) que posee el LIMH y el software diseñado en este proyecto, determinando que el gap semántico que existe entre ambos es importante. **Palabras clave**—Casos de uso, experiencia de usuario, casos de prueba funcionales, software, parámetros espacio - temporales.

Desarrollo de un sistema para la evaluación de las lateralidades y dominancias corporales

Franco Comin¹, María Lucía Urrestarazu¹, Mario Mouche², Sebastián Graf^{1,3}

¹*Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Favaloro, Buenos Aires, Argentina.*

²*Instituto de Ciencias del Deporte, Universidad Favaloro, Buenos Aires, Argentina*

³*Instituto de Medicina Traslacional, Transplante y Bioingeniería, CONICET-Universidad Favaloro, Argentina.*

Abstract—Based on an empirical proposal for the evaluation of laterality, we propose the assessment of an objective, operator-independent novel methodology. This paper presents the development, implementation and verification of the software and hardware of the system, which aims to quantify body laterality and dominance in the lower limbs, allowing the analysis of relevant parameters and their evolution over time.

Keywords— Laterality, Dominance, Predominance, Contact time, Flight time

Resumen— A partir de una propuesta empírica para la evaluación de la lateralidad, se propone implementar una metodología novedosa, objetiva y operador independiente. En este trabajo se presenta el desarrollo, implementación y verificación del software y hardware del sistema, que apunta a cuantificar las lateralidades y dominancias corporales en miembros inferiores, posibilitando realizar análisis de parámetros relevantes y el progreso de los mismos a través del tiempo.

Palabras clave— Lateralidad, Dominancia, Predominancia, Tiempo de contacto, Tiempo de vuelo.

Trunk orthosis and interactivity

Ailén Borches¹, Mara Fusco², Mónica Miralles¹⁻²

¹*Centro de Investigación en Diseño Industrial de Productos Complejos, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.,*

²*Laboratorio de Biomecánica e Ingeniería para la Salud, Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias, Pontificia Universidad Católica Argentina, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.*

Abstract— This work reflects, from different theoretical frameworks and the different technological revolutions, the evolution of trunk orthoses, from the perspective of interactivity. From this axis, it proposes a simplifying classification of orthoses, which considers materials and technological innovations, in addition to biomechanical actions, and revolutionary aspects such as the new models of connectivity that will take place in the future of this design field in society 5.0.

Keywords— Society 5.0, Orthoses, Smart textiles, Wearable technologies

Resumen—

Este trabajo reflexiona, a partir de diferentes marcos teóricos y desde las distintas revoluciones tecnológicas, la evolución de las ortosis de tronco, desde la mirada de la interactividad. Desde este eje, propone una clasificación simplificadora de las ortosis, que tiene en cuenta, además de las acciones biomecánicas, materiales e innovaciones tecnológicas, aspectos revolucionarios como los son los nuevos modelos de la conectividad que tendrán lugar en el devenir de este campo proyectual en la sociedad 5.0.

Palabras clave— Society 5.0, Orthoses, Smart textiles, Wearable technologies

In Vivo obtention and representation of Muscle's Paths from Magnetic Resonance Images

Marco A. López Ibarra^{1,2,3}, Ariel A. A. Braidot^{1,2}, Melisa Frisoli², Luis Clementi², Bizai Gustavo^{1,2}, Diego Evin² and Alejandro J. Hadad²

¹ FCVyS, Universidad Autónoma de Entre Ríos, Paraná, Argentina.

² Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Paraná, Argentina.

³ Centro de Rehabilitación e Investigación Dr. Esteban Laureano Maradona, Santa Fe, Argentina.

Abstract— The obtention of muscle paths and lengths, is one of the most important processes in the simulation of musculoskeletal models. In this work, the trajectories of 26 muscles of the lower limb are obtained from a magnetic resonance study of a living subject. The muscle paths obtained for each muscle are represented as: straight line, path of centroids and approximation with polynomials of order 3, 5 and 10. From the analysis of the different forms of representation of the trajectories, it is decided to use the representation as a polynomial of order 3 due to the accuracy obtained with this representation in estimating muscle length, and the lower number of parameters used compared to the other estimates.

Keywords— Muscleskeletal Models, MRI, Muscle Paths, Image Segmentation.

Resumen— La obtención de las trayectorias y longitudes musculares es uno de los procesos más importantes en la simulación de los modelos músculo-esqueléticos. En este trabajo se obtienen las trayectorias de 26 músculos del miembro inferior, a partir de un estudio de resonancia magnética de un sujeto vivo. Las trayectorias obtenidas para cada músculo son representadas como: línea recta, camino de centroides y aproximación con polinomios de orden 3, 5 y 10. A partir del análisis de las diferentes formas de representación de las trayectorias, se decide utilizar la representación como polinomio de orden 3 debido a la precisión obtenida con esta representación en la estimación de la longitud muscular, y el menor número de parámetros utilizados respecto a las otras estimaciones.

Palabras clave— Modelos Músculo-Esqueléticos, IRM, Trayectorias Musculares, Segmentación de Imágenes.

Mirror Visual Feedback as a tool for training users to achieve control over the BCI.

Diana Margarita Casas Gómez¹, Ariel A. A. Braidot¹,

¹*Laboratorio de Biomecánica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina.*

Abstract— Objective: To evaluate Mirror Visual Feedback (MVF) as training for brain-computer interface (BCI) users. Because about 20%-30% of subjects need more training to operate a BCI system that uses motor imagery. **Methods:** Electroencephalograms (EEGs) were recorded from 18 healthy subjects, using event-related desynchronization (ERD) to observe the responses during the movement or movement intention of the hand for the conditions of Control, Imagination, and the MVF with the mirror box. Two groups of subjects were formed, Group 1: control, imagination, and MVF. Group 2: control, MVF, and imagination. **Results:** There were significant differences in imagination conditions between groups using MVF before or after imagination (Right-hand $p=0.0403$. Left-hand $p=0.00939$). The illusion of movement through MVF is not possible in all subjects. However, even in those cases were found an increase in imagination when the subject used the MVF previously. The increase in the r^2 of imagination in the right and left hands suggests cross-learning. **Conclusions:** The increase in motor imagery recorded with EEG after MVF suggests that the mirror box made it easier to imagine movements.

Keywords— Mirror Visual Feedback, Motor imagery, BCI illiterates, ERD, EEG.

Resumen— Objetivo: Evaluar Mirror Visual Feedback (MVF) para entrenamiento de usuarios de la interfaz cerebro-computadora (BCI). Alrededor del 20% al 30% de los sujetos necesitan más entrenamiento para operar un sistema BCI que usa imaginación motora. **Métodos:** Se registraron electroencefalogramas (EEG) de 18 sujetos sanos, se evaluó la desincronización relacionada con eventos (ERD) para observar las respuestas durante el movimiento o intención de movimiento de la mano para las condiciones de Control, Imaginación y el MVF con la caja del espejo. Se formaron dos grupos de sujetos, Grupo 1: control, imaginación y MVF. Grupo 2: control, MVF e imaginación. **Resultados:** Hubo diferencias significativas en las condiciones de imaginación entre los grupos que utilizaron MVF antes o después de la imaginación (mano derecha $p=0,0403$. Mano izquierda $p=0,00939$). La ilusión de movimiento a través de MVF no es posible en todos los sujetos. Sin embargo, incluso en esos casos se encontró un aumento en la imaginación cuando el sujeto utilizó el MVF previamente. El aumento de los r^2 de la imaginación en las manos derecha e izquierda sugiere un aprendizaje cruzado. **Conclusiones:** Este aumento después del uso de MVF sugiere que la caja de espejo facilita la imaginación.

Palabras clave— Retroalimentación Visual por Espejo, Imaginería motora, EEG, desincronización relacionada con eventos.

Analysis of coordination variability: pilot study

Alejandro R. Yanadel¹, Natalia López^{1,2}, Elisa Pérez^{1,2}

¹*Gabinete de Tecnología Médica (GATEME) -Universidad Nacional de San Juan², Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

Abstract— The central nervous system is in charge of organizing all the necessary motor variables to guarantee the correct performance task. One of the characteristics of functional movement that is rarely evaluated and analyzed in clinical practice is motor coordination and its preference during the rehabilitation process. For this reason, in the present work an analysis of a functional task executed repeatedly is carried out, in order to identify the coordination between the movements involved and the same tendency that exists in healthy subjects to execute the same task under the pattern engine. Five healthy volunteers participated who performed movements of the eating gesture. The movements were recorded by the Kinect® sensor under self-developed software. The results show that there is a low tendency for volunteers to repeat the motor gesture with the same motor pattern, they will find a shortage in the coordination of the movements involved in the proposed motor gesture.

Keywords—Motor assessment, Variability, Coordination, Upper limb.

Resumen— El sistema nervioso central es el encargado de organizar todas las variables motoras necesarias para garantizar el correcto rendimiento motor en una tarea en particular. Una de las características del movimiento funcional que escasamente se evalúa y es analizada en la práctica clínica es la coordinación motora y su variabilidad durante el proceso de rehabilitación. Por esta razón en el presente trabajo se realiza un análisis de una tarea funcional ejecutada de forma repetida, con el fin de identificar la variabilidad de coordinación entre los movimientos involucrados y la tendencia que existe en sujetos sanos de ejecutar la misma tarea bajo el mismo patrón motor. Participaron cinco voluntarios sanos que realizaron movimientos del gesto de comer. Los movimientos fueron registrados por el sensor Kinect® bajo un software de desarrollo propio. Los resultados demuestran que existe una baja tendencia a que los voluntarios repitan el gesto motor con el mismo patrón motor, generando variabilidades en la coordinación de los movimientos que involucran en el gesto motor propuesto.

Palabras clave—Evaluación motora, Variabilidad, Coordinación, Miembro superior.

Motor planning efficiency based on reaction time. A measure for cognitive demand.

Leonardo A. Cano^{1,3}, Alvaro G. Pizá^{2,3}, Eduardo
Fernández Jover⁴ and Fernando D. Farfán^{2,3}

¹*Cátedra de Anatomía, Facultad de Educación Física, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina.*

²*Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina.*

³*Instituto Superior de Investigaciones Biológicas, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Tucumán, Argentina.*

⁴*Instituto de Bioingeniería, Universidad Miguel Hernández, Elche, España.*

Abstract— Reaction time is a widely used measure to quantify decision-making in motor tasks. The inherent processes for decision-making, such as perception and motor production, before expressing an output can be studied with the help of electrophysiological techniques. The aim of the present work was to characterize the temporal cost of motor production and compare the motor planning efficiency with incremental difficulty. Data was taken from 18 subjects performing motor reaction tasks with the arms, the reaction time was split into phases and the results were analyzed based on difficulty and laterality. The results showed differences in time cost between conditions of difficulty, but not between hemibodies. The ratio of motor planning time to reaction time could be an indicator of cognitive demand in a motor task.

Keywords— Reaction time, motor planning, electromyography, laterality.

Resumen— El tiempo de reacción es una medida muy utilizada para cuantificar la toma de decisión en tareas motrices. Los procesos inherentes a la toma de decisión, tal como la percepción y la producción motora, antes de expresar una respuesta pueden ser estudiados con ayuda de técnicas de electrofisiología. El objetivo del presente trabajo ha sido caracterizar el costo temporal de la producción motora y comparar la eficiencia de la planificación con dificultad incremental. Se tomaron datos de 18 sujetos realizando tareas de reacción motriz con los brazos, se fraccionó el tiempo de reacción en fases y se analizaron los resultados en base a la dificultad y a la lateralidad. Los resultados mostraron diferencias en el costo temporal entre condiciones de dificultad, pero no entre hemicuerpos. La proporción del tiempo de planificación motora sobre el tiempo de reacción podría ser un indicador de la demanda cognitiva en una tarea motora.

Palabras clave— Tiempo de reacción, planificación motora, electromiografía, lateralidad.

An automatic gait marker cleaner and labelling algorithm for optical motion capture recordings

Guadalupe Riveros¹, Rocio V. Reguilo Oszust¹, Magalí Sganga² and Emiliano P. Ravera^{1,3}

1Laboratorio de Análisis del Movimiento Humano, Facultad de Ingeniería, UNER, Oro Verde, Argentina.

2Centro de Estudios Biomédicos, Básicos, Aplicados y Desarrollo (CEBBAD), CONICET - UMAI, CABA, Argentina.

3Grupo de Análisis, Modelado, Procesamiento e Implementación Clínica de Sistemas y Señales Biomecánicas, IBB, CONICET-UNER, Oro Verde, Argentina.

Abstract— Optic motion capture (MoCap) is the recording process of limb movements for biomechanics analysis through the identification of retro-reflective markers captured with infrared cameras. However, this process cannot automatically match a specific label to each marker, process that should be done by the practitioner by hand. In particular, if a given gait trial has noise (which generate spurious and/or ghost markers) during the recording process, manual labelling ends up being slow and tedious. Thus, in this study, an automatic marker cleaner and labelling algorithm is developed. Our algorithm is evaluated with a group of simulated and clinical marker trials. The algorithm presents high level of accuracy for marker auto-labelling in gait, showing that this could be a useful tool for reducing processing times in clinical settings.

Keywords— Motion capture, clinical gait analysis, automatic gait trial processing.

Resumen— La captura de movimiento (MoCap) óptico es un proceso en el que, mediante cámaras infrarrojas, se registra las coordenadas de marcadores retroreflectivos, capturando así el movimiento del cuerpo para su análisis biomecánico posterior. Sin embargo, este proceso no puede asociar automáticamente una etiqueta específica para cada marcador, proceso que el profesional debe realizar a mano. En particular, si una prueba de marcha dada tiene ruido (que genera marcadores falsos y/o fantasmas) durante el proceso de registro, el etiquetado manual termina siendo lento y tedioso. Por lo tanto, en este estudio, se desarrolla un algoritmo automático para la limpieza y etiquetado de datos de la marcha. Su desempeño fue evaluado sobre un conjunto de registros simulados y reales provenientes del entorno clínico. El resultado obtenido fue sobresaliente en el etiquetado automático lo que lo posiciona como una herramienta muy prometedora para disminuir los tiempos de procesamiento.

Palabras clave— Captura de movimiento, análisis clínico de la marcha, procesamiento automático de registros.

Design of a stretcher for advanced assessment of lower limbs rehabilitation

(Pedro Pablo Escobar; Roberto de la Vega; Franco Déber; Raúl Romero;
Roberto Leegstra; Silvano R. Rossi)¹; (Julio Santellán; Matías Quiroga)².

¹ Grupo INTELIMEC Facultad de Ingeniería, UNCPBA Olavarría, Argentina
pescobar, rjdlv, fdeber, srossi, rromero, rleegs@fio.unicen.edu.ar

² Facultad de Ingeniería, UNCPBA Olavarría, Argentina.

Abstract— The Center for Rehabilitation of Infantile Paralysis of Olavarría (CORPI) is a leading institution in the province of Buenos Aires covering an important region, with more than 60 years of experience rehabilitating patients. These rehabilitation therapies demand advanced equipment in order to quantify the effect on the patient and improve their effectiveness through measurements of each lower limb efforts and the angle of inclination. In this project we present the design and construction of a special stretcher for advanced assessment of lower limbs rehabilitation with quantitative measurement that allows to assess the progress of patients along the treatment. The equipment has Bluetooth communication with mobile devices and through an app can record the measurements and communicate them to other devices. In addition, this development is a product that could be inserted into the market of rehabilitation devices since there are no similar equipment available in the country.

Keywords— Lower limbs rehabilitation, stretcher, control, software, Bluetooth, rehabilitation.

Resumen— El Centro Olavarricense de Rehabilitación Parálisis Infantil (CORPI) es una institución líder en la provincia de Buenos Aires abarcando una importante región, con más de 60 años rehabilitando pacientes. Estas terapias de rehabilitación demandan la incorporación de equipamiento avanzado para poder cuantificar el efecto en el paciente y mejorar la efectividad de las mismas, mediante la medición de los esfuerzos de apoyo de cada pierna y la medición del ángulo de inclinación. En este proyecto se presenta el diseño y construcción de una camilla de bipedestación para valoración de la rehabilitación de patologías de miembros inferiores con medición cuantitativa del proceso que permite conocer el estado actual y la evolución de los pacientes durante el tratamiento. El equipo posee comunicación Bluetooth con dispositivos móviles y mediante una app creada para tal fin puede registrar las mediciones y comunicarlas a otros dispositivos. Además, el desarrollo es un producto que puede insertarse en el mercado de la tecnología médica para rehabilitación dado que no existen equipos con las mismas prestaciones en el país.

Palabras clave— bipedestación, camilla, control, software, Bluetooth, rehabilitación.

EDUCACIÓN



First Uruguayan robotic vehicle hackathon controlled by Brain Computer Interfaces

Lucas, Baldezzari¹

¹*Área Ingeniería Biomédica Aplicada, Instituto Regional Suroeste, Universidad Tecnológica, Fray Bentos, Uruguay.*

Abstract— This project was about the development of a Brain-Computer Interface to control wireless robotic vehicles using Steady State Visual Evoked Potentials, with the aim of promoting the design and development of assistive technologies among university students and professors. Two teams participated, made up of a total of 11 students from the Biomedical Engineering, Mechatronics Engineering and Information Technology degrees of the Technological University of the Eastern Republic of Uruguay, thus allowing a comprehensive and interdisciplinary approach to the problem. First of all, each team, working independently in sub-groups, was divided into three main modules that were addressed in parallel, these were, i) Module 1, visual stimulator design (hardware and software), Electroencephalography (EEG) acquisition, registration and processing, EEG feature extraction and classification using machine learning algorithms in order to generate the control commands from the EEG processing; ii) Module 2, wireless communication design between modules 1 and 3; iii) Module 3, hardware and software design and development for robotic vehicle control using the orders obtained from Module 1. Finally, the three modules were unified to obtain the Brain Computer Interface that allowed the control of the designed vehicles, using the processing of brain signals captured from the scalp of the students themselves. To motivate the teams, a race was held, where the challenge was to go through a 10 m long track with obstacles to overcome in the shortest time possible. This competition was the first of its kind in Uruguay.

Keywords— Brain Computer Interface. BCI. Engineering. Education. Hackathon.

Resumen— Este proyecto consistió en el desarrollo de una Interfaz Cerebro Computadora para el control de vehículos robóticos de manera inalámbrica mediante potenciales evocados visuales de estado estacionario (SSVEPs, por sus siglas en inglés), con el objetivo de fomentar entre estudiantes y docentes universitarios el diseño y desarrollo de tecnologías asistivas. Participaron 2 equipos formados por un total de 11 estudiantes de las carreras Ingeniería Biomédica e Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Tecnológica de la República Oriental del Uruguay, permitiendo así el abordaje integral e interdisciplinario del problema. En una primera instancia, cada equipo, trabajando independientemente, dividió el desarrollo del proyecto en tres módulos principales que fueron abordados de manera paralela, estos fueron, i) Módulo 1, diseño de estimulador visual (hardware y software), adquisición, registro y procesamiento de señal de electroencefalografía, extracción de características y clasificación de la señal de electroencefalografía mediante algoritmos de aprendizaje automático, generación de señales de control a partir del procesamiento; ii) Módulo 2, diseño de comunicación inalámbrica entre los módulos 1 y 3; iii) Módulo 3, diseño y desarrollo de carcasa de vehículo, diseño y desarrollo del hardware y software para el control del vehículo robótico a partir de las órdenes obtenidas desde el Módulo 1. Finalmente, los tres módulos se unificaron para obtener la Interfaz Cerebro Computadora que permitió el control de los vehículos diseñados, utilizando el procesamiento de señales cerebrales captadas desde el cuero cabelludo de los propios estudiantes. Para motivar a los equipos, se realizó una carrera, en donde el desafío fue recorrer una pista de 10 m de longitud con obstáculos a sortear, en el menor tiempo posible. Esta competencia fue la primera en su tipo en Uruguay.

Palabras clave— Interfaz Cerebro Computadora. ICC. Ingeniería. Educación. Hackathon.

Development of a Clinical Engineering Residency in Corrientes, Argentina.

Ing. Jorge Raúl Cabral ¹, Ing. Carlos Daniel Ramirez Maisuls ² and
Ing. Roberto Carlos Valetto ³

¹ Instructor de Residentes de Ingeniería Clínica, Instituto de Cardiología de Corrientes, Corrientes Capital Argentina.

² Jefe de Residentes de Ingeniería Clínica, Instituto de Cardiología de Corrientes, Corrientes Capital Argentina.

³ Jefe de Departamento de Ingeniería y Mantenimiento, Instituto de Cardiología de Corrientes, Corrientes Capital Argentina.

Abstract— In this work, the authors explain the development of a novel residency for engineers (electrical, electronics and biomed) in the “Instituto de Cardiología de Corrientes” in Argentina. The challenges and outcomes after the first cohort of Clinical Engineers are presented in the form of field experiences.

Keywords— clinical engineering, bioengineering, residency, Argentina.

Resumen— En este trabajo, los autores explican el desarrollo de una nueva residencia para ingenieros (eléctricos, electrónicos y biomédicos) en el “Instituto de Cardiología de Corrientes” en Argentina. Se presentan los desafíos y resultados luego de la primera cohorte de Ingenieros Clínicos.

Palabras clave— ingeniería clínica, bioingeniería, residencia, Argentina.

Mechanical Ventilation Remote Laboratory

Mariano P. Caruso¹, Guillermo M. La Mura^{1,2}, Sebastian J. Lorandi¹

¹Laboratorio de Biomédica, ECyT – UNSAM, ²ITECA UNSAM – CONICET, ECyT, CEDEMA
San Martín, Provincia de Buenos Aires, Argentina

Abstract— Design of a remote pulmonary mechanics laboratory. In 2019, an initiative was launched for the creation of an inter-university network of remote laboratories. Collaborative of Remote Access Laboratories Confedi R-Lab. Any university will be able to have remote access to these laboratories. In this laboratory, normal and adverse mechanical ventilation environments can be generated for a predetermined mechanical ventilation configuration. In this way, the resources of the set of universities can be shared throughout the country.

Keywords— Remote laboratory, pulmonary mechanics, pulmonary ventilation, pulmonary compliance, mechanical ventilation.

Resumen— Diseño de un laboratorio remoto de mecánica pulmonar. En 2019, se lanzó una iniciativa para la creación de una red interuniversitaria de laboratorios remotos. Colaborativa de Laboratorios de Acceso Remoto Confedi R-Lab. Cualquier universidad podrá tener acceso remoto a estos laboratorios. En este laboratorio se podrán generar entornos normales y adversos de mecánica ventilatoria para una configuración predeterminada de ventilación mecánica. De esta manera los recursos del conjunto de universidades podrán ser compartidos en todo el país.

Palabras clave— Laboratorio remoto, mecánica pulmonar, ventilación pulmonar, complacencia pulmonar, ventilación mecánica.

Tabutomía: A Gamification Tool for Anatomy Effective Learning

Alejandro R. Yanadel¹, Paula Seminara¹, Natalia M. López^{1,2}, Elisa Pérez^{1,2}, Cristina Garcia¹, Valentina Reznichenco¹

¹*Gabinete de Tecnología Médica (GATEME) -Universidad Nacional de San Juan,* ²*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)*

Abstract— This paper deals with gamification as a teaching-learning strategy. Specifically, it presents a tool designed for Anatomy, one of the essential subjects of the UNSJ Bioengineering Career. It seeks to be an innovative complement for the teaching of theoretical content. The educational tool will be part of the final integrative work instance in which the student must expose a particular topic using the appropriate vocabulary to identify, explain and locate each segment and organ of the human body. To this end, first it presents some important concepts about gamification and generic skills as the aim of the tool. Next, it describes the designed game in detail and proposes a way of evaluating its impact, so that other teachers and researchers can replicate the experience. Finally, it discusses the possible effectiveness of this type of educative strategy.

Keywords— *Gamification, Effective Learning, Generic Skills, Anatomy, Bioengineering career.*

Resumen— El presente trabajo aborda la gamificación como estrategia de enseñanza-aprendizaje. En específico, presenta una herramienta diseñada para la asignatura Anatomía de la Carrera de Bioingeniería de la UNSJ. Busca ser un complemento innovador para la enseñanza de contenidos teóricos. Pretende aplicarse en la instancia de trabajo integrador final donde el alumno debe exponer un tema del programa académico utilizando vocabulario adecuado para identificar, explicar y localizar en detalle cada segmento y órgano del cuerpo humano. Con tal fin, primero se presentan conceptos esenciales acerca de la gamificación y el desarrollo de las competencias transversales a las que apunta la herramienta. Seguidamente, se describe el juego diseñado y se propone un modo de evaluación de su impacto, a fin de que otros docentes e investigadores puedan replicar la experiencia. Por último, se discute la posible efectividad de este tipo de iniciativa.

Palabras clave— *Gamificación, Aprendizaje efectivo, Competencias genéricas, Anatomía, Carrera de Bioingeniería.*

Proposal for a remote laboratory in engineering

Julio Pereyra¹, Emanuel Tello¹, Luciano Carmona¹ and Rodolfo Rodriguez¹

¹*Gabinete de Tecnología Médica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.*

Abstract— Remote laboratories are a very important tool when imparting knowledge with an important experimental degree, such as engineering. In addition to the fact that they can be used in 100% remote education models, they also allow enhanced face- to-face education by providing flexibility when imparting practical concepts. There is a wide variety of software tools with which remote laboratories can be carried out. In this way, in this work the development of the necessary software and hardware is presented so that the user can access the internet after registering and authenticating the control of the physical experiment.

Keywords— Remote Laboratory, Distance Education in Engineering.

Resumen— Los laboratorios remotos son una herramienta muy importante al momento de impartir conocimientos con un importante grado experimental como lo es la ingeniería. Además de que pueden ser utilizados en modelos de educación 100% remotos también permiten potenciar la educación presencial brindando flexibilidad al momento de impartir conceptos prácticos. Existe una gran variedad de herramientas de software con las que se puede llevar a cabo la remotización de laboratorios. De esta manera, en este trabajo se presenta el desarrollo del software y hardware necesario para que el usuario pueda acceder por internet previo registro y autenticación al control del experimento físico.

Palabras clave— Laboratorio remoto, Educación a distancia en ingeniería.

Considerations to Design Strategies to Address Student's Retention in Bioengineering career

María Paula Seminara¹, Juan Pablo Graffigna Vaggione²

^{1,2}*Departamento de Electrónica y Automática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.*

Abstract— This work aims to socialize some results obtained in the framework of a doctoral thesis about university dropout and delay as long-standing problems that continue to be part of current government priorities in Higher Education. Based on the research carried out on more than 100 psychological and sociodemographic indicators in a sample of 86 students of the Bioengineering Career, it intends to exhibit some essential considerations for the design of strategies that favor student permanence.

Keywords: *Desertion/Retention; Psychosocial Conditioning; Bioengineering Career.*

Resumen— Este trabajo tiene como fin socializar algunos resultados obtenidos en el marco de una tesis doctoral acerca de la deserción y demora universitarias como problemáticas de larga data que continúan formando parte de las prioridades gubernamentales actuales en materia de Educación Superior. En base a la investigación realizada sobre más de 100 indicadores psicológicos y sociodemográficos en una muestra de 86 estudiantes de la Carrera de Bioingeniería, pretende exhibir algunas consideraciones esenciales para el diseño de estrategias que favorezcan la permanencia estudiantil.

Palabras Clave: *Deserción/Retención; Condicionantes Psicosociales; carrera de Bioingeniería.*

EQUIPAMIENTO, INSTRUMENTACIÓN Y SENSORES



Optoelectronic pulse oximetry simulator for vasoconstriction and vasodilation caused by anesthesia

Sebastián J. Lorandi¹, Guillermo M. La Mura^{1,2} and Mariano P. Caruso¹,

¹Laboratorio de Biomédica, ECyT – UNSAM, ²ITECA, UNSAM – CONICET, ECyT, CEDEMA
San Martín, Provincia de Buenos Aires, Argentina

Abstract— Design of a pulse oximetry simulator, capable of generating a particular condition during anesthesia, is mandatory the capability of modifying the position of the dicrotic point of the plethysmography signal that reflects the changes produced in the arterial vascular distensibility related to the dose of anesthetic administered to the patient.

Keywords— Pulse oximeter, Simulation, Anesthesia, Tester, SpO₂, BPM, Perfusion index, dicrotic point, plethysmograph.

Diseño de un simulador de oximetría de pulso, capaz de generar una condición particular durante la anestesia, es necesario poder modificar la posición del punto dicroto de la señal pletismográfica que refleje los cambios producidos en la distensibilidad vascular arterial relacionada a la dosis de anestésico suministrado al paciente.

Palabras clave— Oxímetro de pulso, Simulación, Anestesia, Tester, SpO₂, BPM, Índice de perfusión, punto dicroto, pletismógrafo.

Flexible pressure sensors based on piezoelectric polymers for biomedical wearable applications

T. Rodríguez Campos^{1,4}, F. Molinari², A. Medrano¹
L. Monsalve^{1,3,4}

*1*INTI Micro y Nanoelectrónica, Av. General Paz 5445, B1650WAB, San Martín, Bs.As, Argentina.

2 INTI Materiales Avanzados, Av. General Paz 5445, B1650WAB, San Martín, Bs.As, Argentina.

3 CONICET-INTI, Av. General Paz 5445, B1650WAB, San Martín, Bs.As, Argentina.

4 INCALIN, Av. General Paz 5445, B1650WAB, San Martín, Bs.As, Argentina.

Abstract— This work exposes the manufacturing of flexible pressure sensors based on polyvinylidene fluoride (PVDF) by electrospinning technique. PVDF is a piezoelectric polymer characterized by its outstanding mechanical, chemical and thermic properties. Manufacturing conditions and treatments were analyzed to improve the sensors' piezoelectric performance. Furthermore, the effects of carbon nanotubes incorporation in the polymeric matrix were studied. These are the first advances on the development of wearable devices for pressure measurements.

Keywords— pressure sensors, piezopolymers, electrospinning

Resumen— Se presenta la fabricación por *electrospinning* de sensores de presión flexibles basados en fluoruro de polivinilideno (PVDF), un polímero piezoeléctrico con excelentes propiedades mecánicas, químicas y térmicas. Se analizaron diferentes condiciones de fabricación y tratamiento con el fin de mejorar el desempeño piezoeléctrico de los sensores. Asimismo, se estudió el efecto de la incorporación de nanotubos de carbono en la matriz polimérica. Estos son los primeros avances en el desarrollo de un dispositivo vestible (*wearable*) para la medición de presión.

Palabras clave— sensores de presión, piezopolimeros, electrospinning.

Implementation of a digital Lock-in amplifier in SoC-FPGA for Biomedical Tomography

Matías Javier Oliva¹, Pablo Andrés García¹, Enrique Mario Spinelli¹ and Alejandro Luis Veiga¹

¹*Grupo de instrumentación Biomédica Industrial y Científica (GIBIC), Instituto de Investigaciones en Electrónica, Control y Procesamiento de Señales (LEICI), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Argentina.*

Abstract— Magnetic Tomography is a technique that uses coil arrangements to determine the conductivity and permeability profile of an object. This is achieved by applying sinusoidal stimuli to a driving coil and measuring the generated signal in a sensing coil. These signals are usually of very low amplitude and poor levels of signal to noise ratio, but the applied stimulus is known, which enables the use of techniques such as the Lock-in amplifier to recover the response. However, the high price of commercially available devices is restrictive, so it is of interest to generate an open design. Heterogeneous embedded systems, which combine an array of programmable logic cells, a processor, peripherals, and shared memory controllers are an interesting tool to implement such a system. In this work the theoretical aspects of the Lock-in amplifier are discussed, showing that its action reduces the noise of the signals in a factor proportional to the bandwidth of the low-pass filter. Then, the design of an open-source Lock-in amplifier with a moving average filter on a DE1-SoC platform is presented, and it is experimentally shown that it reduces the noise of the signals by a factor $\sqrt{(N/2)}$, where N is the number of samples involved in the calculation of the moving average.

Keywords— Lock-in amplifier, SoC-FPGA, Digital design, Magnetic Tomography, Biomedical instrumentation.

Resumen— La Tomografía Magnética es una técnica que utiliza arreglos de espiras para determinar el perfil de conductividad y permeabilidad de un objeto bajo estudio. Esto se logra aplicando estímulos sinusoidales en una espira excitadora y midiendo la señal generada en una espira sensora. Estas señales suelen ser de muy baja amplitud y pobres niveles de relación señal a ruido, pero, al tener control sobre el estímulo aplicado, se pueden utilizar técnicas como el amplificador Lock-in para recuperar la respuesta. Sin embargo, el elevado precio de los aparatos disponibles resulta restrictivo, por lo que es de interés generar un diseño abierto. Los sistemas embebidos heterogeneos, que combinan un arreglo de celdas lógicas programables, un procesador, periféricos y controladores de memoria compartida, son una herramienta interesante para implementar un sistema como este. En este trabajo se describen los aspectos teóricos del funcionamiento del Lock-in, mostrando que reduce el ruido de las señales en un factor proporcional al ancho de banda del filtro pasa-bajos utilizado. Luego se presenta el diseño de un amplificador Lock-in de código abierto, con un filtro de media móvil en una plataforma DE1-SoC, y se muestra experimentalmente que el ruido de las señales se reduce en un factor $\sqrt{(N/2)}$, donde N es la cantidad de muestras involucradas en el cálculo del promedio móvil.

Palabras clave— Amplificador Lock-in, SoC-FPGA, Diseño digital, Tomografía Magnética, Instrumentación biomédica

Domotic therapy to improve and optimize patient control and comfort (a prototype)

Luciano J. Brizuela Alarcón¹, Matilda Vargas Aignasse¹, Badia V. Condori Lamas¹, Martina Torres Gauffin¹, Justina Rodríguez Ribet¹, Ezequiel Britos¹, Carla B. Goy^{1,2}, and Patricio H. Hüttmann¹

¹*Instituto de investigaciones de bioingeniería (IIBI). Facultad de Ingeniería, Universidad del Norte Santo Tomas de Aquino, Tucumán, Argentina.*

²*INSIBIO-CONICET, Tucumán, Argentina.*

Abstract—It is known that the environmental conditions in hospital rooms have a fundamental role in the improvement of patients condition. In this context, domotics (automatized, centralized and remote control of electrical and electronic systems) provides the possibility of increasing the comfort of hospitalized patients and the effectiveness of their care. This project proposes the development of a domotic system to register environmental conditions and control parameters of a room, in order to create a safer and more comfortable environment for both the patient and health professionals. The system uses an Arduino UNO microcontroller and data is transmitted in real time through a Wi-Fi module to a server that hosts a web application accessible for the visualization and control of the room variables. The system works correctly and is friendly, comfortable and easy to use, being versatile and scalable.

Keywords - Bioengineering, Arduino, domotics, intensive care unit.

Resumen— Se sabe que las condiciones ambientales en las habitaciones hospitalarias cumplen un rol fundamental en la mejoría de los pacientes. En este contexto, la domótica (automatización y control centralizado y remoto de sistemas eléctricos y electrónicos) otorga la posibilidad de aumentar el confort del hospitalizado y la efectividad de sus cuidados. En este proyecto se plantea el desarrollo de un sistema domótico para el registro de condiciones ambientales y control de parámetros de una habitación, con el objetivo de crear un ambiente más seguro y confortable tanto para el paciente como para los profesionales de la salud. El sistema emplea un microcontrolador Arduino UNO y los datos son transmitidos en tiempo real por medio de un módulo Wi-Fi a un servidor en donde se encuentra alojada una aplicación web accesible para la visualización y control de las variables de la habitación. El sistema funciona correctamente y resulta amigable, cómodo y fácil de utilizar, siendo versátil y escalable.

Palabras clave— Bioingeniería, Arduino, domótica, unidad de cuidados intensivos.

Wearable biosensors for simultaneous detection of glucose and ascorbic acid in noninvasive biofluids

– A review

Julieta Carolina Gonzalez¹, Rossana Madrid²

^{1,2}*Laboratorio de Medios e Interfases (LAMEIN), Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina.*

Abstract— The increasing prevalence of a growing population, and aging and chronic diseases that continually increase health costs, cause the health care system to undergo a transition from the traditional hospital-centered system to an individual-centered one. Wearable sensors are becoming widespread in biomedical monitoring systems, enabling continuous measurement of critical biomarkers for disease monitoring through the assessment of biological fluids such as saliva, tears, and sweat. One of the substances of interest to monitor is ascorbic acid (AA) (vitamin C), since it is not synthesized by the body and its ingestion is necessary. Numerous electrochemical biosensors have been developed for glucose detection, where AA is an interferent. This work carries out a literature review of the sensors developed for the simultaneous detection of glucose and AA in noninvasive biofluids. A meta-analysis of the main materials, methods and platforms used in portable biosensors was carried out. It was found that the most promising biosensors to simultaneously measure these analytes correspond to electrochemical biosensors and their detection in sweat.

Keywords— wearable biosensor, healthcare monitoring, non-invasive fluids, ascorbic acid.

Resumen— La prevalencia cada vez mayor de una población en crecimiento, y el envejecimiento y las enfermedades crónicas que aumentan continuamente los costos de salud, hacen que el sistema de atención médica experimente una transición del sistema tradicional centrado en el hospital hacia un sistema centrado en el individuo. Los sensores portátiles se están generalizando en los sistemas de monitoreo biomédico, lo que permite la medición continua de biomarcadores críticos para el monitoreo de enfermedades a través de la evaluación de fluidos biológicos como la saliva, las lágrimas y el sudor. Una de las sustancias que resulta de interés monitorear, es el ácido ascórbico (AA) (vitamina C), ya que no es sintetizada por el organismo y es necesaria su ingestión. Se han desarrollado numerosos biosensores electroquímicos para la detección de glucosa, donde el AA es un interferente. Este trabajo realiza una revisión bibliográfica de los sensores desarrollados para la detección simultánea de glucosa y AA en biofluidos no invasivos. Se realizó un meta análisis de los principales materiales, métodos y plataformas utilizadas en biosensores portátiles. Se encontró que los biosensores más prometedores para medir simultáneamente estos analitos corresponden a biosensores electroquímicos y su detección en sudor.

Palabras clave— biosensor portátil, monitoreo de atención médica, fluidos no invasivos, ácido ascórbico.

Development of an open-source device to assess lung function in small animals

Ezequiel Ignacio Canay¹, Leonardo Casal¹ and Ignacio Martin Fenoy¹

¹*Instituto de Tecnologías Emergentes y Ciencias Aplicadas (ITECA), ECyT-UNSAM-CONICET, Gral. San Martín, Argentina.*

Abstract— To develop new therapies for lung diseases, preclinical trials are carried out in murine models. Our lab is currently designing and testing new treatments for asthma and fibrosis with mice. These studies require evaluation of lung function and its compliance. The limited supply of commercial devices to test lung physiology, in combination with the absence of open-source devices, prompted us to develop an open source prototype to measure lung function. Our device uses pressure and flow sensors and performs mechanical ventilation using a 3D-printed syringe infusion pump. The calibration of the prototype was carried out and it was tested in healthy mice to measure pressure, flow, and calculate the volume by flow integration. Volume pressure loops were performed, and the value of lung compliance was estimated. In the future, we will test the device in murine models of asthma and fibrosis.

Keywords— Lung function, Compliance, Open source, Lung Diseases, Animal models

Resumen— En el desarrollo de nuevas terapias para enfermedades pulmonares se llevan adelante ensayos preclínicos en modelos murinos. En nuestro laboratorio se desarrollan tratamientos para asma y fibrosis empleando ratones de experimentación. Estos estudios requieren la evaluación de la función pulmonar. La limitada oferta de aparatos comerciales para medir la mecánica pulmonar sumado a la ausencia de dispositivos *open source*, nos impulsaron a desarrollar un prototipo nacional de código libre. El dispositivo diseñado emplea sensores comerciales de presión y flujo, y realiza la ventilación mecánica mediante una bomba de infusión de jeringa impresa en 3D. Se llevó adelante la calibración del prototipo y se lo empleó para medir presión, flujo y calcular el volumen por integración de este último en ratones sanos. Se realizaron los bucles presión volumen y se estimó el valor de distensibilidad pulmonar. A futuro se buscará testear el dispositivo en modelos murinos de asma y fibrosis.

Palabras clave— Función pulmonar, Distensibilidad, *Open Source*, Enfermedades pulmonares, Modelos animales

System for the measurement of Pulse Transit Time in real time

C. R. Dell'Aquila^{1,2}, G. E. Cañadas^{1,2}, J. E. Oliva¹,
M. Yafar¹ and E. Laciari Leber^{1,2}

¹*Gabinete de Tecnología Médica (GATEME), Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.*

²*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), San Juan, Argentina.*

Abstract— Cardiovascular diseases are one of the main causes of death in society. Although there is a treatment that allows delaying its consequences, the main drawback is that in its initial stage it does not present symptoms. In this sense, the need arises to have biomarkers that are easy to obtain. Studies show that the Pulse Transit Time (PTT) fulfills this function since it can be easily obtained by recording the electrocardiographic and photoplethysmographic signal, if their recording is synchronized. In this sense, this work shows the development of a device capable of measuring the PTT non-invasively through a simple device.

Keywords— PTT, ECG, PPG, Embedded Systems, Signal Processing

Resumen— Las enfermedades cardiovasculares son una de las principales causas de muerte en la sociedad. Si bien existen tratamientos que permiten retardar sus consecuencias, el principal inconveniente es que en su etapa inicial no presenta síntomas. En tal sentido, surge la necesidad de contar con biomarcadores fáciles de obtener. Estudios muestran que el Tiempo de Tránsito de Pulso (PTT) cumple esa función ya que puede obtenerse fácilmente mediante el registro de la señal electrocardiográfica y fotopleletismográfica, si su registro está sincronizado. En tal sentido en este trabajo se muestra el desarrollo de un dispositivo capaz de medir el PTT de manera no-invasiva a través de un dispositivo sencillo.

Palabras clave—PTT, ECG, PPG, Sistemas Embebidos, Procesamiento de Señales

Electrochemical biosensor for *E. coli* detection using immunomagnetic separation

Ian Emilio, Gloria Longinotti, Gabriel Ybarra

¹ *Nanomateriales Funcionales, Micro y Nanotecnologías. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. San Martín, Buenos Aires, Argentina.*

Abstract— The accurate and efficient detection of bacterial pathogens in water implies a big interest for society, economy and public health. Nevertheless, contamination levels of pathogenic bacteria in water samples can be very low, and that is why these fast and efficient techniques are needed to detect those microorganisms. For this reason, immunomagnetic separation (IMS) based on the use of magnetic particles is an advantageous system, leading to a specific capture of the target bacteria and generating at the same time a sample enrichment of that pathogen. The purpose of this work is the design of biosensors based on nanoparticles with magnetic properties. For this, we worked on *de novo* synthesis of the particles, the later functionalization and, finally, the immobilization of specific antibodies for the capture of *E. coli* (strain ATTC 25922). Later, the capture of bacteria was made with those particles and their presence was detected through the use of secondary antibodies conjugated with an enzyme. Finally, we worked to improve the capture efficiency and to raise the sensibility of the system, with the purpose of detecting minor quantities of bacteria and so determine contaminations in water samples.

Keywords— Biosensors, magnetic particles, immunomagnetic separation, electrochemical detection.

Resumen— La detección precisa y eficiente de patógenos bacterianos en aguas es de gran interés para la sociedad, la economía y la salud pública. Sin embargo, los niveles de contaminación con bacterias patógenas en muestras de aguas pueden llegar a ser muy bajos, por lo cual se requieren técnicas rápidas y eficientes para poder detectar dichos microorganismos. Por este motivo, la separación inmunomagnética (IMS) basada en el uso de partículas magnéticas es un sistema muy ventajoso, llevando esto a una captura específica de la bacteria objetivo y generando a su vez un enriquecimiento de la muestra en dicho patógeno. Como propósito de este trabajo nos planteamos diseñar biosensores basados en nanopartículas con propiedades magnéticas. Para ello se requirió de la síntesis *de novo* de las partículas, su posterior funcionalización y, finalmente, la inmovilización de anticuerpos específicos para la captura de la bacteria *E. coli* (cepa ATTC 25922). Luego, se realizó la captura de bacterias con dichas partículas y se detectó su presencia mediante la utilización de anticuerpos secundarios conjugados con una enzima. Finalmente, se trabajó en mejorar la eficiencia de captura y aumentar la sensibilidad del sistema con el fin de poder detectar menores cantidades de bacterias y así determinar contaminaciones en muestras de agua.

Palabras clave— Biosensores, partículas magnéticas, separación inmunomagnética, detección electroquímica.

Design and implementation of a prototype for acquisition, processing, and visualization of radiofrequency evoked potentials

Augusto Sebastián Gorbik¹, Franco Martin Sanchez¹, Eduardo Filomena^{1,2} and José Biurrún Manresa^{1,3,4}

¹*Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina.*

²*Departamento de Electrónica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina.*

³*Centro de Ingeniería en Rehabilitación e Investigaciones Neuromusculares y Sensoriales (CIRINS), Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina.*

⁴*Instituto De Investigación y Desarrollo en Bioingeniería y Bioinformática, IBB-CONICET-UNER, Oro Verde, Argentina..*

Abstract— Neuropathic pain is caused by injury or damage of the nerves of the somatosensory system, including peripheral fibers (A β , A δ , and C) and central neurons, which is thought to affect between 7% and 10% of the population in the world. One of the main causes of neuropathy in the world is diabetes mellitus, which can lead to amputations and disability. Its prevalence in Central and South America was estimated at 26.4 million people and was projected at 40 million by 2030. At present, there is no early, quantitative and objective diagnosis of this neuropathology, which could mean an improvement in the treatment and in the quality of life of people who suffer from this disorder. One possibility of diagnosing this pathology is to stimulate nociceptive receptors by means of radiofrequency (RF) to elicit radiofrequency evoked potentials (RFEP). These potentials are then recorded by surface electroencephalogram (EEG) and processed to obtain information about the state of the nociceptive system. This project describes the design of a functional prototype for the acquisition, registration, processing, and visualization of RFEPs. We obtained a functional, safe, and non-invasive device capable of selectively stimulation of nociceptive fibers, that can also acquire and display the EEG of the subject under evaluation and process these signals to obtain the RFEP. Due to its characteristics, it can be concluded that this device could be used for early diagnosis of neuropathies, which requires a clinical validation in patients.

Keywords— Neuropathic pain, diabetes, diagnosis, evoked potential, radio frequency, electroencephalography.

Resumen— El dolor neuropático es causado por una lesión o daño de los nervios del sistema somatosensorial, incluidas las fibras periféricas (A β , A δ y C) y las neuronas centrales, que se cree que afectan entre el 7% y el 10% de la población en el mundo. Una de las principales causas de neuropatía en el mundo es la diabetes mellitus, que puede conducir a amputaciones y discapacidad. Su prevalencia en América Central y del Sur se estimó en 26,4 millones de personas y se proyectó en 40 millones para 2030. En la actualidad, no existe un diagnóstico temprano, cuantitativo y objetivo de esta neuropatología, lo que podría suponer una mejora en el tratamiento y en la calidad de vida de las personas que padecen de este trastorno. Una posibilidad de diagnosticar esta patología es estimular los receptores nociceptivos por medio de la radiofrecuencia (RF) para obtener potenciales evocados por radiofrecuencia (RFEPs por sus siglas en inglés). Estos potenciales se registran mediante electroencefalograma de superficie (EEG) y se procesan para obtener información sobre el estado del sistema nociceptivo. Este proyecto describe el diseño de un prototipo funcional para la adquisición, registro, procesamiento y visualización de RFEPs. Como resultado del proyecto se obtuvo un dispositivo funcional, seguro y no invasivo, que permite adquirir y visualizar el EEG del sujeto en evaluación y procesar estas señales para obtener los RFEP. Por sus características puede concluirse que este dispositivo podría utilizarse para diagnóstico temprano de neuropatías, para lo que debería validarse su uso clínico en pacientes.

Palabras clave— Dolor neuropático, diabetes, diagnóstico, potencial evocado, radio frecuencia, electroencefalografía.

Kinect v2 and Orbbec Astra Pro Cameras for Gait Analysis a Preliminary Comparison

Andrés Navarro¹, Leonardo Vargas¹,
Adriana Arteaga¹, Patricia Madrinan¹, Nicolas Salazar¹ and Hugo Juan Camilo Clavijo-Moran²

¹*Departamento de TIC, Centro CENIT, Universidad Icesi, Cali, Colombia.*

²*Centro de Investigaciones Clínicas, Fundación Valle del Lili, Cali, Colombia.*

Abstract— In this paper, we compare the concordance in spatiotemporal variables from two RGB-D cameras with the aim to assess similarity and interchangeability. For this, we obtain measurements for two devices, the Orbbec Astra Pro and MS Kinect v2, which has been validated in previous studies. Then, we apply previously tested DSP methods to obtain spatiotemporal variables from gait and arm signals. Finally, we compare the results obtained using both devices with a statistical test to measure the concordance between both groups of variables. The results obtained suggest that this new and unexplored RGB-D camera could be used to measure some spatiotemporal variables, relevant in the clinical context and useful for rehabilitation, although with some disadvantages respect the Kinect v2.

Keywords— Depth camera; Parkinson’s Disease; Gait Analysis.

Resumen— En este artículo, se compara la concordancia de variables espaciotemporales de marcha tomadas con dos cámaras RGB-D, con el objetivo de estimar la similaridad y la intercambiabilidad entre ambos sensores. Para hacerlo, obtuvimos medidas con dos dispositivos diferentes: el MS Kinect v2, que ya ha sido validada en estudios previos y la Orbbec Astra Pro. Con estos datos, se aplican métodos de procesamiento de señal para obtener las variables espacio-temporales asociadas a la marcha y al balanceo de brazos. Finalmente se comparan los resultados obtenidos con ambos dispositivos usando una prueba estadística para medir la concordancia entre ambos grupos de variables. Los resultados obtenidos sugieren que la cámara Orbbec puede ser utilizada para medir estas variables espaciotemporales, relevantes en el contexto clínico, aunque con ciertas desventajas respecto al Kinect v2.

Palabras clave— Cámara de profundidad, Enfermedad de Parkinson, Análisis de marcha.

Feasibility analysis of QCM devices to study blood coagulation dynamics

Alejandro A. Escobar¹, Facundo E. Sabater¹, Daniel Zapata¹

¹Laboratorio de Fisiología y Biofísica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Ruta 11 Km 10, Oro Verde, 3100 Entre Ríos, Argentina.

Abstract— Our study consisted in analyzing the change in blood viscosity during the coagulation process by variation of the resonance frequency of a Quartz Crystal Microbalance (QCM). For this, a device was first assembled in which measurements could be made repeatedly. Measurements were then made using blood samples and the results obtained by the device were contrasted with the expected behavior of normal coagulation. Subsequently, the dynamics of blood coagulation was modified, diluting the samples with physiological solution or applying anticoagulant. A comparison of these measurements was made with the expected behavior of the treated samples. The coagulation process was slowed down in the experiments with anticoagulant, while the physiological solution acted as a buffer that kept the samples with very little attenuation of their frequency response. With the results achieved in this work, it is possible to semiquantitatively show different levels of coagulability of the samples under study.

Keywords— Coagulation, Quartz Crystal Resonator, QCM, Blood.

Resumen— En este trabajo se realizó un estudio exploratorio sobre el cambio de la viscosidad de la sangre durante el proceso de coagulación mediante la variación de la frecuencia de resonancia de una Microbalanza de Cristal de Cuarzo (Quartz Crystal Microbalance), QCM por sus siglas en inglés. Para ello se montó un dispositivo con el que se efectuaron mediciones de forma repetible. Luego se hicieron mediciones usando muestras de sangre y se cotejaron los resultados obtenidos mediante el dispositivo, con el comportamiento esperado durante la coagulación normal. Posteriormente, se modificó la dinámica de coagulación de la sangre, diluyendo las muestras con solución fisiológica o aplicando anticoagulante. Se efectuó una comparación de estas mediciones con el comportamiento previsto para las muestras tratadas. El proceso de coagulación se vio ralentizado en los experimentos con anticoagulante, mientras que la solución fisiológica actuó como un buffer que mantuvo las muestras con muy poca atenuación de su respuesta en frecuencia. Con los resultados alcanzados en este trabajo es posible poner en evidencia semicuantitativamente distintos niveles de coagulabilidad de las muestras bajo estudio.

Palabras clave— Coagulación, Cristal Resonador de Cuarzo, QCM, Sangre.

Bioimpedanciómetro basado en microcontrolador de 32 bits

Pablo A. García¹, Marcelo Haberman¹, Rafael Gonzalez-Landaeta², Enrique Spinelli¹ y Matías Oliva¹

¹*Grupo de Instrumentación Biomédica Industrial y científica (GIBIC), Instituto de Investigaciones en Electrónica, Control y Procesamiento de Señales (LEICI), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), La Plata, Argentina.*

²*BIOCIM Research Group, Instituto de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Ciudad Juárez, Chihuahua, 32310, México.*

Abstract— This work presents the development of a proprietary bioimpedance meter based on an own design, simple to implement, small in size and low cost, based on a 32-bit microcontroller with ARM architecture. The entire system is described, and measurement logs are shown in various situations. The development of a PC application that allows real-time visualization of different variables of interest in bioimpedance measurement is also presented. The validation of the implemented system constitutes a solid starting point for the development of a second version embedded in a wearable system with a wireless link.

Keywords— bioimpedance, digital lock-in, bioimpedance meter, microcontroller.

Resumen— En este trabajo se presenta el desarrollo de un bioimpedanciómetro basado en un diseño propio, de implementación simple, tamaño reducido y bajo costo basado en un microcontrolador de 32 bits de arquitectura ARM. Se describe el sistema por completo y se muestran registros de medidas en diversas situaciones. Se presenta también el desarrollo de una aplicación en PC que permite visualizar en tiempo real distintas variables de interés en la medida de bioimpedancia. La validación del sistema implementado constituye un punto de partida sólido para el desarrollo de una segunda versión vestible y con enlace inalámbrico.

Palabras clave— Bioimpedancia, lock-in digital, bioimpedanciómetro, microcontrolador.

Infusion System of Active Substances with feedback

Carlos Enrique Olmos¹, Carlos Augusto Centeno¹, Federico Linares¹, and Andres Ponce²

¹*Grupo de Investigación y Transferencia en Electrónica Aplicada (GInTEA), Secretaría de Ciencia y Tecnología (SCyT), Facultad de Regional Córdoba, Universidad Tecnológica Nacional, Córdoba, Argentina.*

²*Instituto de Fisiología Humana, Cátedra de Fisiología Humana . Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.*

Abstract— This paper deals with the research and design of a device inspired by the need to automate the adequate supply of dopamine for patients with Parkinson's Disease (PD). For this, a system is developed that senses and processes the activity of the patient with PD in order to make the best decisions regarding the application of dopamine.

This device consists of a sensor integrated with bluetooth technology and an interface capable of receiving readings from it and based on this process and recognize the patient's activity, the calculation of the necessary dose and finally a mechanical mechanism capable of supplying said dose.

Keywords— Sensor, accelerometer, processing, Levodopa, Parkinson.

Resumen— Este es el resumen en español. En el presente trabajo se presenta el estado de avance de la investigación y el diseño de un dispositivo inspirado en la necesidad de automatizar el suministro adecuado de dopamina para pacientes con la Enfermedad de Parkinson (EP). Para ello se desarrolla un sistema que sensa y procesa la actividad del paciente con EP para así tomar las mejores decisiones en cuanto la aplicación de la dopamina.

Este dispositivo consta de un sensor integrado que permite determinar la actividad realizada por el paciente, para en base a esto realizar el cálculo de la dosis necesaria de dopamina, valor que luego será utilizado para controlar el mecanismo mecánico capaz de entregar la dosis correspondiente.

El dispositivo desarrollado además almacenará información relacionada con el paciente, en una base de datos almacenada en la nube para el seguimiento por parte de personal médico especializado.

Palabras clave— Sensor, acelerómetro, procesamiento, Levodopa, Parkinson.

EXPERIENCIAS PROFESIONALES



Quality assessment of a mobile mammograph with computed radiography (CR) system in the province of Córdoba

Valentina Costamagna¹, Jorge Alberto Romero²,
Carlos Enrique Olmos³

¹*Departamento de Radiofísica Sanitaria del Ministerio de Salud de Córdoba, Argentina.*

²*Jefe del Departamento de Radiofísica Sanitaria del Ministerio de Salud de Córdoba, Argentina.*

³*Coordinador de la Residencia en Ingeniería Clínica del Ministerio de Salud de Córdoba, Argentina.*

Abstract— The "Detección Precoz del Cáncer de Mama" program is implemented annually in the province of Córdoba. This program performs mammographic studies on women between 40 and 75 years of age, generating a medical screening that allows the early detection of breast cancer and has a direct impact on the prevalence of this pathology among women in the interior of the province, promoting equal access to mammographic diagnosis by imaging and improving the quality of women's health.

In order to reach the inland localities, mammography equipment is transported in mobile units. The movement during transport may affect the calibration of certain parameters that need to be evaluated before starting the mammography study.

The aim of this work was to survey the mobile mammography equipment, evaluate the parameters for quality control of the equipment and implement the protocols of internationally recognized entities and adapt them to the region. These objectives were successfully applied in one of the mobile units, where the parameters were evaluated and a survey of the current situation of the equipment was obtained. With this first analysis, the basis for a better quality control of the mobile mammographs was established, understanding that this has a direct impact on the quality of life and health of many Córdoba's women, and making it possible to obtain high quality diagnostic images with the lowest possible risk for the patient and the operating personnel.

Keywords— Mammograph, quality control, breast cancer.

Resumen— Anualmente se implementa el programa de "Detección Precoz del Cáncer de Mama" en la provincia de Córdoba. Este programa realiza estudios mamográficos a mujeres entre 40 y 75 años, generando un screening médico que permite la detección precoz del cáncer de mama e incide directamente sobre la prevalencia de esta patología entre las mujeres de las localidades del interior de la provincia, promoviendo el acceso equitativo al diagnóstico mamográfico por imágenes y elevando la calidad de la salud de las mujeres.

Para llegar a las localidades del interior los equipos mamográficos son trasladados en unidades móviles. El movimiento durante el traslado puede afectar la calibración de ciertos parámetros que son necesarios evaluar antes de comenzar con el estudio de mamografía.

En este trabajo se buscó relevar el equipamiento de mamografía móvil, evaluar los parámetros para el control de calidad de los equipos e implementar los protocolos de entidades reconocidas internacionalmente y adecuarlos a la región. Estos objetivos fueron aplicados exitosamente en una de las unidades móviles, donde se evaluaron los parámetros y se obtuvo un relevamiento de la situación actual del equipamiento. Con este primer análisis se logró plasmar la base para un mejor control de calidad de los mamógrafos móviles, entendiendo que esto impacta directamente en la calidad de vida y salud de muchas mujeres cordobesas, y posibilitando la obtención de imágenes de alta calidad diagnóstica con el menor riesgo posible para la paciente y el personal de operación.

Palabras clave— Mamógrafo, control de calidad, cáncer de mama.

Recurrent test protocols in X-ray equipment for medical diagnosis

Ivan J. CASTRO¹, Raúl Romo¹, Gonzalo. A. Quiroga, ^{1,2},
Adrián Gusberti¹

¹ *Universidad Nacional de San Juan, Facultad de Ingeniería, Av. Libertador Gral San Martín 1109 Oeste, San Juan, Argentina.*

² *Hospital Público Descentralizado Dr. Guillermo Rawson, Av. Rawson 494 Sur, San Juan, Argentina.*

Abstract— A protocol is proposed to evaluate in a repeatable and uniform way the level of safety and effectiveness of medical diagnostic RX equipment, based on national and international standards, international protocols and laboratory procedures. The tests were carried out at Hospital's Descentralizado Dr Guillermo Rawson Diagnostic Imaging Service.

Keywords— Test, Procedure, X-ray Equipment, Verification, Performance.

Resumen— Se plantea un procedimiento que pretende evaluar de modo repetible y uniforme el nivel de seguridad y eficacia de equipos de RX de diagnóstico médico, basado en normas Nacionales e internacionales, protocolos internacionales y procedimientos del laboratorio. Los ensayos fueron llevados a cabo en las instalaciones del Servicio de Diagnóstico por Imágenes del Hospital Descentralizado Dr Guillermo Rawson .

Palabras clave— Ensayo, Procedimiento, Equipo de Rx, Verificación, Funcionamiento

Proyecto Snorkel

Ing. Luis Rocha¹, Dra. Gabriela Apfelbaum²,
Ing. Eduardo Andrés Guillén³, Dr. Jorge Alba⁴ and Sr. Andrés Osatinsky⁵

¹*Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Tucumán, Ciudad, País.*

²*Departamento de Tecnologías Médicas, Sistema Provincial de Salud (SIPROSA), San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.*

Abstract— Taking the experience and learning from some European countries that used this ventilatory system successfully, we made the adaptations, perception and improvements to achieve a non-invasive ventilation system that, although it is not a substitute for mechanical respiratory assistance, It allows adding a ventilatory step that can avoid the need to use a respirator in patients with covid who have moderate / severe symptoms.

Keywords— Ventilatory systems, snorkel, Covid-19.

Resumen— Tomando la experiencia y aprendiendo de algunos países de Europa que emplearon este sistema ventilatorio con éxito, realizamos las adaptaciones, mediciones y mejoras para conseguir un sistema de ventilación no invasivo que, si bien no es un sustituto de la asistencia respiratoria mecánica, permite sumar un escalón ventilatorio que puede evitar la necesidad del empleo de un respirador en pacientes con covid que cursan cuadros moderados/severos.

Palabras clave— Sistemas ventilatorios, snorkel, Covid-19.

Actividades y reparación de equipos electromédicos en centros de Salud de distintos departamentos de San Juan.

Enrique Mario Avila Perona^{†‡}, eavila@gateme.unsj.edu.ar

[‡] *Coordinador Ingeniería clínica Zona V Ministerio Salud de San Juan*

[†] *Gabinete tecnología Médica UNSJ*

Abstract — The objective of this work is to provide information in relation to the strategies to be taken, to carry out Maintenance of medical equipment in different hospitals, micro-hospitals, health centers and Comprehensive Community Centers CIC of an area that coincides with several departments of the province of San Juan. This work is aimed at engineers, bioengineers or those responsible for general services and/or hospital staff. It is intended to provide information regarding the problems that arise and the treatment that should be given.

Resumen— *El objetivo de este trabajo es brindar la información en relación a las estrategias a tomar, para realizar de Mantenimiento de equipos médicos en distintos hospitales, microhospitales, centros de salud y Centros integral comunitarios CIC de una zona coincidente con varios departamentos de la provincia de San Juan. Este trabajo está dirigido a ingenieros, bioingenieros o responsables de servicios generales y/o personal hospitalario. Se pretende dar la información relativa a los problemas que se presentan y el tratamiento que debe darse*

Palabras claves: *Planificación, Correctivo, Ingeniería clínica*

Programa de Megavacunación en Tucumán

Luis Rocha, Mónica Camaño, Diego
Palazzo, Eduardo Carrillo & Alt

¹Ministerio de Salud Pública de Tucumán, Dirección De Gestión De Tecnologías Médicas Tucumán, Argentina.

²Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Tucumán.

³Departamento de Inmunizaciones SIPROSA

Abstract—The COVID 19 Mega-vaccination program represents the largest of its kind in Argentina and in Tucumán. Each stage was planned and effectively started on 12/28/20, organized in a Vaccine Bank and 24 locations throughout the Tucumán Province. The result has been the vaccination of people, which represents 89% of the population of the Province. The deployed processes along with institutions and providers have built a solid core that has sustained the program to date. These processes will be included in Quality improvement projects, generating all the documents for future projects/programs.

Keywords—. Vaccine- Process - Pandemic - Covid 19.

Resumen— La Megavacunación COVID 19 representa, el programa de vacunación más grande desarrollado en la Argentina y en Tucumán, para cual se planificó cada etapa y se inició efectivamente el 28/12/20. Para lo cual se creó un Banco de Vacunas y 24 nodos distribuidos en toda la Provincia. El resultado ha implicado la inmunización de un 89 % de la población de la Provincia. Los procesos desplegados, las instituciones participantes y los proveedores, han constituido un sólido núcleo que ha sostenido el proceso hasta la actualidad. Los procesos desarrollados serán incluidos en el Programas De Calidad para la Vacunación, generando todos los documentos para gestiones venideras.

Palabras—. Vacuna- Proceso-Pandemia-Covid 19

Assembly of Transition Cyclers “Un Respiro” in FaCENA-UNNE

Christian M. Torres Salinas¹, Manuel A. Barceló Noguera¹
and Jeremías A. García Cabrera.¹

¹*Departamento de Ingeniería de la Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura- Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes, Argentina.*

Abstract—The work consisted in the assembly of Transition Cyclers used in the fight against the Covid-19 pandemic in the Province of Corrientes. The work was carried out within the framework of an agreement between the Universidad Nacional del Nordeste, the Universidad Nacional de Rosario and INVENTU. Due to the great demand for cyclers and respirators worldwide in 2020, 104 transition cyclers were assembled in the Engineering module of the Faculty, under the supervision of the engineers and managers of INVENTU. The corresponding testing of each one of the ventilators was carried out, carefully controlling each one of their parameters.

Keywords— Cyclers, Assembly, Covid-19, Social bonding.

Resumen— El trabajo consistió en el ensamble de Cicladores de Transición empleados en la lucha contra la Pandemia del Covid-19 en la Provincia de Corrientes. El trabajo fue realizado en el marco del convenio entre la Universidad Nacional del Nordeste, La Universidad Nacional de Rosario y la empresa INVENTU. Debido a la gran demanda de cicladores y respiradores a nivel mundial en el año 2020, se ensamblaron 104 cicladores de transición en el módulo de Ingeniería de la Facultad, bajo la supervisión de los ingenieros y responsables de la empresa INVENTU. Se realizó el testeo correspondiente de cada uno de los respiradores, controlando cuidadosamente cada uno de los parámetros de los mismos.

Palabras clave—Cicladores, Ensamble, Covid-19, Vinculación Social.

Impact of clinical engineering on health management during the COVID-19 Pandemic in the “Laboratorio de Salud Pública” - Tucumán

Lucila M. Figueroa Gallo^{1,2}, Gabriela del Valle Delgado^{2,3}, Christian Álvarez^{2,4}, Dardo E. Costas²

¹*Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina*

²*Dirección de Laboratorio de Salud Pública, Sistema Provincial de Salud, San Miguel de Tucumán, Argentina*

³*Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina*

⁴*Facultad de Bioquímica, química y farmacia, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina*

Abstract— This paper presents the case of the incorporation and use of clinical engineering tools in the quality management system for laboratory diagnosis, which took on special relevance during the COVID-19 Pandemic. The objective is to demonstrate how the application of risk-based thinking allowed to ensure its identification, consideration and control in order to provide results in time to contribute to public health decision-making during different epidemiological stages. The guidelines suggested by the World Health Organization, a mature quality management system based on ISO 9001 and the State Quality Model of the Argentinian Government were applied, achieving a standardized comprehensive management applied to laboratory technologies that increased by 28%. This required a collaborative and multidisciplinary work methodology to extend working days and hours, recruiting and training new staff, carrying out building and logistics reforms, among others. As a result, it was possible to increase the processing capacity from 70 to 1,600 daily respiratory samples in less than 3 months, responding to the demand of the population, accomplishing the required response times and maintaining the other laboratory services.

Keywords— Clinical Engineering, Risk-based thinking, Quality management system, Laboratories in the COVID-19 pandemic

Resumen— Este trabajo presenta el caso de la incorporación y utilización de las herramientas de ingeniería clínica en el marco del sistema de gestión de calidad para el diagnóstico por laboratorio, que tomó especial relevancia durante la Pandemia COVID-19. El objetivo es demostrar cómo la aplicación del pensamiento basado en riesgos permitió asegurar que los riesgos y oportunidades se identifiquen, consideren y controlen a fin de brindar resultados a tiempo para aportar a la toma de decisiones en salud pública durante diferentes estadios epidemiológicos. Se aplicaron las guías sugeridas por la Organización Mundial de la Salud, un Sistema de gestión de calidad Maduro basado en ISO 9001 y el Modelo Nacional de Calidad Estatal del Gobierno Argentino logrando una gestión integral estandarizada aplicada a las tecnologías de laboratorio que se incrementaron un 28%. Esto implicó un trabajo colaborativo y multidisciplinario para ampliar los horarios y días de trabajo, incorporar y capacitar personal, realizar reformas edilicias y de logística, entre otros. Como resultado se aumentó la capacidad de procesamiento de 70 a 1600 muestras respiratorias diarias en menos de 3 meses, respondiendo a la demanda de la población, cumpliendo los tiempos de respuesta y sosteniendo las demás prestaciones del laboratorio.

Palabras clave— Ingeniería Clínica, Pensamiento basado en riesgos, Sistemas de Gestión de Calidad, Laboratorios en la Pandemia COVID-19

Empowerment of Clinical Engineering at the Hospital de la Madre y el Niño

Hernán Alberto Lizarraga¹, Jesús Alberto González²

¹*Servicio de Ingeniería Clínica - Hospital de la Madre y el Niño de La Rioja - Argentina.*

²*Coordinación de Gestión de Servicios - Hospital de la Madre y el Niño de La Rioja - Argentina.*

Abstract: This work tries to show the progress of Clinical Engineering and its results in the Hospital de la Madre y el Niño, starting from an original organization chart with an absent Clinical Engineering area, going through its development, until its conformation and results.

Keywords— Clinical Engineering - Hospital management - Hospital management

Resumen: Este trabajo procura mostrar el avance de la Ingeniería Clínica y sus resultados en el Hospital de la Madre y el Niño, partiendo de un organigrama original con un área de Ingeniería Clínica ausente, pasando por el desarrollo de la misma, hasta su conformación y resultados.

Palabras clave—Ingeniería clínica - Gestión hospitalaria - Mantenimiento

Implementation of a DIC in Tucumán Model Sanatorium: a success story.

Emilse Farias^{1, 2}, Marcelo Vázquez^{1, 3}.

¹ *Gabinete de Tecnologías Médicas, Departamento de Bioingeniería, FACET-UNT, Tucumán, Argentina.*

² *Profesional independiente, Consultor en Sanatorio Modelo S.A, Tucumán, Argentina.*

³ *Sub Director Dirección de Mantenimiento Técnico Hospitalario - SiProSa, Tucumán, Argentina.*

Abstract— Many health facilities are oriented to comply with the National Traceability Law No. 26,906, because the changes that have to be implemented in the Clinical Engineering processes leads to important modifications in their organizational culture. This nonpublic institution carried out all corrective and preventive maintenance outsourced and had a significant impact on the monthly budget. A work proposal was presented to the board of the institution in order to analyze the situation in which it was found and, accordingly, to allow the incorporation of two professionals who provide clinical engineering services.

This paper describes the evolution of the private institution after the implementation of a Department of Clinical Engineering (DCE). Given the need to organize and maintain medical equipment, a Biomedical Engineer (BE) is incorporated into the institution's maintenance staff.

The DCE, in addition to keep the equipment up, designed instructions and quick guides aiming to the correct handling of medical technology. Also different records for preventive maintenance such as training of the personnel of the different services. The incorporation of BE was welcomed with enthusiasm by the institution's staff. She worked together with the General Services Chief and staff.

Keywords— Department of Clinical Engineering (DCE), Biomedical Engineer (BE), maintenance, advisement, planning, medical equipment.

Resumen— Muchos establecimientos de salud se encuentran orientados a cumplimentar la Ley Nacional de Trazabilidad N°26.906, debido a que los cambios que se tienen que implementar en los procesos de Ingeniería Clínica llevan implícitas importantes modificaciones en la cultura organizacional de los mismos.

Esta institución privada llevaba a cabo todo el mantenimiento correctivo y preventivo de manera tercerizada y tenía una repercusión importante en el presupuesto mensual. Se presentó a la gerencia de la institución una propuesta de trabajo para analizar la situación en la que se encontraba y de acuerdo a ello permitir la incorporación de dos profesionales que brinden servicios de ingeniería clínica.

El presente trabajo describe la evolución de la institución privada luego de la implementación de un Departamento de Ingeniería Clínica (DIC). Dada la necesidad de organización y mantenimiento del equipamiento médico, se incorpora una Ingeniera Biomédica (IBM) al plantel de mantenimiento de la institución.

El DIC, además de realizar el mantenimiento del equipamiento, diseñó instructivos y guías rápidas para el correcto manejo de la tecnología médica. También diferentes registros para mantenimiento preventivo como capacitación del personal de los diferentes servicios. La incorporación de la IBM tuvo entusiasta aceptación por parte del personal de la institución. La misma trabajó en conjunto con el Jefe y personal de Servicios Generales.

Palabras clave— Departamento de Ingeniería Clínica (DIC), Ingeniero Biomédico (IBM), mantenimiento, planificación, asesoramiento, equipos médicos.

Test to evaluate the integrity and obsolescence criteria of PPE against X-radiation

Lucía Bravo Cumpián¹, Gonzalo A. Quiroga², Luis Pulenta²

¹*Gabinete de Tecnología Médica, Departamento de Electrónica y Automática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan.*

²*Servicio de Ingeniería Clínica del Hospital Público Descentralizado Dr. Guillermo Rawson, San Juan, Argentina.*

Abstract—Lead aprons must keep their performance throughout their useful life to provide safety to the user, so their control and monitoring must be a fundamental part of the maintenance and verification process. In this work, the integrity of the PPE of different services of a Hospital is evaluated. The defects that can be found in the PPE are analyzed and a procedure is established to assess their integrity and possible obsolescence.

Keywords— quality, testing, integrity, criteria, obsolescence.

Resumen—Elementos de protección personal contra RX (EPP), deben cumplir su función durante toda su vida útil para brindar seguridad al usuario, por lo que su control y seguimiento deben ser parte fundamental del proceso de mantenimiento y verificación. En este trabajo se evalúa la integridad de los EPP de distintos servicios de un Hospital, se analizan los defectos que se pueden encontrar en ellos y se establece un procedimiento para evaluar su integridad y posible obsolescencia.

Palabras clave— calidad, ensayo, integridad, criterio, obsolescencia.

Experience in the management of mechanical ventilators in an Intensive Care Unit during their useful life, the role of users

Tulio F. Perez¹, Diego O. Kadur El Ainie^{1,2}

¹*Departamento de Ingeniería Sanatorio La Entrerriana, Paraná, Argentina.*

²*Docente de Ingeniería Clínica FIUNER*

Abstract— Within the management of ventilators in the Intensive Care Unit (ICU), a control of the monthly hours of use is carried out. Non-uniform use of them has been detected, possibly associated with user behavior. This leads to uneven wear of the equipment and an increase in annual maintenance costs.

Keywords— Ventilator management, useful life, user training, maintenance of medical equipment.

Resumen— Dentro de las estrategias de gestión de los ventiladores mecánicos de la Unidad de Terapia Intensiva, se ejecutan controles mensuales de las horas de uso. En relación a ello, se ha detectado una utilización no uniforme de los mismos, posiblemente asociada a conductas de los usuarios. Esto produce un desgaste desigual de los equipos y un incremento de los costos anuales de mantenimiento.

Palabras clave— Gestión de ventiladores, vida útil, capacitación usuarios, mantenimiento equipos de uso médico.

Experiences from the use of Oxygen Health Care Facility Survey as part of the support to developing countries during COVID-19

Laura Alejandra Vélez Ruiz Gaitán¹, Edgardo Ariel Díaz²

¹ *Referente internacional proyectos de oxígeno a nivel global, Ginebra, Suiza*

² *Director LATAM en MeirovichConsulting SL, Buenos Aires, Argentina.*

Abstract— Since the outset of the COVID-19 pandemic, the need of medicinal oxygen to treat severe and critical patients and lack of access in many countries became more evident worldwide. Different attempts were done to forecast needs at national, subnational and facility levels requiring technical assistance to assess the existing and surge capacities. A template easy to use that can collect data and provide a quick calculation of the need-gap was developed. This template is used to estimate oxygen needs in meters cubic per hour, considering COVID and non-COVID patients and serves to propose a contextualized solution for the oxygen systems (i.e., equipment for production, storage, and distribution) at facility level.

Keywords— COVID-19, pandemic, medicinal oxygen, oxygen systems, need-gap.

Resumen— Desde el comienzo de la pandemia de COVID-19, la necesidad de oxígeno medicinal para el tratamiento de pacientes graves y críticos, como también la falta de acceso en muchos países se hizo más evidente en todo el mundo. Se realizaron diferentes enfoques y análisis para pronosticar las necesidades a nivel nacional, regional y en hospitales que requerían asistencia técnica para evaluar las capacidades existentes y de emergencia. Uno de los desarrollos realizados, fue una plantilla simple de usar, que puede recopilar datos y proporcionar un cálculo rápido de la brecha de necesidad de oxígeno. Esta plantilla se utiliza para estimar las necesidades de oxígeno en metros cúbicos por hora, considerando pacientes con COVID y sin COVID y sirve para proponer una solución contextualizada para los sistemas de oxígeno (es decir, equipos para producción, almacenamiento y distribución) a nivel de instalación.

Palabras clave— COVID, COVID-19, pandemia, Oxígeno, Cálculo.

FÍSICA MÉDICA



Comparison between MRI pseudo-diffusion and perfusion techniques in prostate protocol.

T. Gonzalez-Padin^{1,2,5}, N. Moyano^{1,2}, P. Del-Popolo^{1,2,5}, C. Lisazo^{1,2}, N. Massaccesi^{1,2}
R. Alcalá^{1,2,3}, Gonzalez.F^{1,3,4,6}, Isoardi.R^{1,4,5,6} and Fino.D^{1,2,3,4}

1. *Fundación Escuela Medicina Nuclear*

2. *Fundación Argentina para el Desarrollo en Salud*

3. *Universidad Nacional de Cuyo, FCEN.*

4. *Instituto Balseiro, UNCuyo*

5. *Universidad de Mendoza*

6. *Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)*

Abstract— Diffusion Weighted Imaging (DWI) is a nuclear magnetic resonance technique that allows quantifying the movement of water molecules in tissues. Within the standard multiparametric prostate protocol, the obtained images can provide a biological indicator for the diagnosis of prostate lesions. Another standard MR sequence that can complement this diagnostic protocol is known as Perfusion Weighted Imaging (PWI). The aim of this work is to compare the indicators as obtained from DWI against the classical PWI model for tumor detection. After image acquisition and processing, Pearson correlation between both models was found to be significant, thereby allowing the characterization of lesions by means of qualitative MRI techniques.

Keywords—Magnetic Resonance Imaging - Biexponential Fitting - Prostate

Resumen— La técnica de resonancia magnética nuclear que permite cuantificar el movimiento de moléculas de agua en los tejidos es la difusión. Dentro del protocolo estándar multiparamétrico de próstata, estas imágenes resultan ser un indicador biológico para el diagnóstico de lesiones prostáticas. Otra secuencia funcional que integra este protocolo de diagnóstico es la perfusión. El objetivo del trabajo es comparar los indicadores obtenidos a partir de las imágenes de difusión contra el modelo clásico de perfusión para la detección de tumores. Luego de adquirir y procesar las imágenes, la correlación de Pearson entre ambos modelos resultó significativa, permitiendo la caracterización de lesiones por medio de técnicas cualitativas de RMN.

Palabras clave-Imagenología por Resonancia Magnética Nuclear- Ajuste biexponencial - Prostata

Automatic programs for image quality control in radiodiagnostics

Quinteros, Eliana C.¹, Larger, Ezequiel C.¹,

Gallo, María S.¹, De Brida, Joaquín S.¹ y Ricardo, Ruggeri M.²

¹*Centro Oncológico Integral (COI). Leben Salud, Neuquén, Argentina.*

²*Jefe del Servicio de Radioterapia. Leben Salud, Rio Negro, Argentina.*

Abstract— The objective of this work is to develop image quality control programs with M software that allow the automation of image analysis in radiodiagnostic areas, including computed tomography (CT), conventional X-ray and mammography images. For each of these imaging equipment, automatic image analysis software was designed. This allowed the creation of a simple and robust interface, capable of speeding up measurement times and ensuring repeatability of the tests.

Keywords— Radiodiagnostics, medical physics, quality control, medical informatics.

Resumen— El objetivo de este trabajo es desarrollar programas de control de calidad de imágenes con el software Matlab que permitan la automatización del análisis de imágenes en áreas de radiodiagnóstico, incluyendo imágenes de tomografía computada (TC), rayos X convencionales y mamografía. Para cada uno de estos equipos de imágenes, se diseñó un software de análisis de imágenes automático. Esto permitió crear una interfaz simple y robusta, capaz de acelerar los tiempos de medición y garantizar la repetibilidad de las pruebas.

Palabras clave— Radiodiagnóstico, física médica, control de calidad, informática médica.

Correlation between Molecular Techniques at Breast Multiparametric MRI protocol

M. Melchor Marticorena^{1,2,5}, D. Fino^{1,2,3,4}, T. González^{1,2,5}, P. Del Popolo^{1,2,5}, C. Lisazo^{1,2}, N. Moyano^{1,2}, R. Alcalá^{1,2,3}, F. González^{1,3,4,6}, R. Isoardi^{1,3,4,6}, N. Massaccesi^{1,2}

1. *Fundación Escuela de Medicina Nuclear*
2. *Fundación Argentina para el Desarrollo en Salud*
3. *Universidad Nacional de Cuyo, FCEN.*
4. *Instituto Balseiro, UNCuyo*
5. *Universidad de Mendoza*
6. *Comisión Nacional de Energía Atómica*

Abstract— The multiparametric breast MRI protocol is clinically used to obtain morphological characteristics and molecular indicators. The aim of this study is to evaluate the correlation between the results of the different functional techniques for the detection and characterization of malignant lesions. When analyzing the images, statistically significant results were obtained, allowing the differentiation of specific biomarkers for the potential detection of pathological tissues.

Keywords— Magnetic Resonance Imaging, pharmacokinetic maps, perfusion, breast.

Resumen— A través del protocolo multiparamétrico de mama por resonancia magnética se obtienen características morfológicas e indicadores moleculares. El objetivo del trabajo es evaluar la correlación entre los resultados de las diferentes técnicas funcionales, para la detección y caracterización de lesiones malignas. Al analizar las imágenes computacionalmente, se obtuvieron resultados estadísticamente significativos, que permiten diferenciar biomarcadores específicos para la detección de tejidos patológicos.

Palabras clave— Imagenología por Resonancia Magnética Nuclear, mapas farmacocinéticos, perfusión, mama.E

Impact assessment on the calculation of administered doses with the use of IGABT in each brachytherapy session versus brachytherapy based on single 3D scan

Manuel F. Robles

Joaquín De Brida, María Sol Gallo and Ricardo M. Ruggeri

Departamento de Física Médica, Servicio de Radioterapia, Leben Salud, Neuquén, Argentina.

Abstract— Gynecological brachytherapy is a fundamental component of the comprehensive treatment for endometrial and cervix cancer. In order to plan the treatment, it is necessary to know, through the use of tomography (CT) or magnetic resonance imaging (MRI), the location of the tumor and the nearby organs at risk (such as rectum, bladder and sigmoid colon).

Image Guided Adaptive Brachytherapy (IGABT) is a highly personalized method that consists of acquiring a new image at each session treatment, and can contribute to improve the survival rate in these types of pathologies while reducing the risk of complications, offering a high quality, effective and safe treatment.

The comparative study was performed on a sample of 60 patients treated in three sessions. In each case, the planning criteria of the first session were replicated in the following ones, in order to identify its impact on the variation of doses delivered to the organs at risk and clinical volumes and thus justify the use of IGABT for gynecological tumors.

In most cases, results showed a decrease in the dose delivered to the clinical volume and a great variability in the dose delivered to the organs at risk, showing that it is not possible to state whether replicating the first session in the following ones will achieve a treatment in accordance with the dose specifications of the EMBRACE II protocol.

Keywords— IGABT, brachytherapy, cancer, gynecological, EMBRACE II.

Resumen— La braquiterapia ginecológica es un componente fundamental del tratamiento integral de cáncer de endometrio o de cérvix. Para poder planificar el tratamiento, es necesario conocer, mediante el uso de imágenes de tomografía (CT) o resonancia magnética (RMN), la ubicación del tumor y de los órganos a riesgo (OAR's) adyacentes al mismo (recto, vejiga y colon sigmoides). La Braquiterapia Adaptativa Guiada por Imágenes (IGABT) es un método altamente personalizado que consiste en la adquisición de una imagen en cada sesión de tratamiento, y que puede contribuir a mejorar la tasa de sobrevida en estos tipos de patologías, reduciendo el riesgo de complicaciones, mediante un tratamiento de alta calidad, efectividad y seguridad.

El estudio comparativo se realizó sobre una muestra de 60 pacientes tratadas en tres sesiones. En cada caso, se replicaron los criterios de planificación de la primera sesión en las siguientes, con el fin de identificar el impacto que esto supone en la variación de dosis entregadas a los órganos a riesgo y al volumen clínico para justificar, de esta manera, la realización de IGABT para tumores ginecológicos.

Los resultados demostraron, en la mayoría de los casos, una disminución de la dosis entregada al volumen clínico y gran variabilidad en la dosis impartida a los órganos a riesgo, demostrando que no es posible afirmar que, al replicar la planificación de la primera sesión en las siguientes, se logrará un tratamiento conforme con las especificaciones de dosis del protocolo EMBRACE II.

Palabras clave— IGABT, braquiterapia, cáncer, ginecológico, EMBRACE II.

Development of photodiode based IOT detector for area monitoring in brachytherapy rooms

Juan I. Drovandi¹, Héctor Agüero², Diego Ríos³

¹*Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de Mendoza, Mendoza, Argentina.*

²*Fundación Escuela de Medicina Nuclear, FUESMEN, Servicio de Radioterapia, Mendoza, Argentina.* ³*Fundación Escuela de Medicina Nuclear, FUESMEN, Servicio de Medicina Nuclear, Mendoza, Argentina.*

Abstract — In the last decade, commercial p-i-n photodiodes have been used for ionizing radiation dosimetry in several investigations. In the present work, a system capable of monitoring the environmental equivalent dose rate $H^*(10)$ in brachytherapy rooms was developed. The monitoring system was proposed to be used in brachytherapy rooms with High Dose Rate (HDR) equipment, implementing a radioactive source of Ir-192 with a maximum activity of 10 Ci. The device has an array of three VBPW34FAS photodiodes in parallel, which are responsible for carrying out the detection of incident gamma photons. Coupled to the photodiode array, the output current is conditioned and shaped into voltage pulses by a series of electronic stages. Finally, the shaped pulses are integrated during a given period in a capacitor, obtaining a voltage value that can be correlated with the magnitude $H^*(10)$. The tests performed showed a wide detection range between 0.03 mSv/h and 715 mSv/h, with an expanded uncertainty of 2.36. The detector was calibrated using a reference Geiger-Müller dosimeter, obtaining a difference lower than 2% in the measurements. The system has a Wi-Fi connection, which allows it to send the data to be displayed and saved to a database provided by the platform Thingspeak. This measurement system allows obtaining a historical record of the $H^*(10)$ over the time, which could be used to establish dosimetric quality control tests, complying with radiation protection requirements.

Keywords— VBPW34FAS photodiodes, environmental dosimetry, ionizing radiation detectors, IOT detectors.

Resumen— En la última década se han comenzado a utilizar los fotodiodos p-i-n comerciales para dosimetría de radiación ionizante en diversas investigaciones. En el presente trabajo se desarrolló un sistema capaz de monitorear la tasa de dosis equivalente ambiental $H^*(10)$ en salas de braquiterapia. El sistema de monitoreo fue propuesto para ser utilizado en salas de braquiterapia que albergan un equipo de alta tasa de dosis HDR (*High Dose Rate*), con una fuente radiactiva de Ir-192 y una actividad máxima de 10 Ci. El dispositivo cuenta con tres fotodiodos VBPW34FAS dispuestos en paralelo, que se encargan de llevar a cabo la detección de los fotones gamma incidentes. Acoplado al arreglo de fotodiodos, una serie de etapas electrónicas acondicionan y conforman en pulsos a la corriente entregada a la salida. Finalmente, los pulsos conformados son integrados durante un determinado lapso en un capacitor, obteniendo un valor de tensión que se correlaciona con la magnitud $H^*(10)$. Las pruebas realizadas demostraron un amplio rango de detección entre los 0,03 mSv/h y los 715 mSv/h con una incertidumbre expandida del 2,36%. El detector fue calibrado utilizando un dosímetro Geiger-Müller, dando como resultado diferencias porcentuales menores al 2% en las mediciones. El sistema cuenta con una conexión WiFi, lo cual le permite enviar los datos hacia una estación de visualización y base de datos provista por la plataforma Thingspeak. Este sistema de medición permite obtener un registro de la tasa de dosis equivalente ambiental a lo largo del tiempo, con el cual se pueden establecer pruebas de controles de calidad dosimétricos, cumpliendo con los requisitos de protección radiológica.

Palabras clave— fotodiodos VBPW34FAS, dosimetría ambiental, detectores de radiación ionizante, detectores IOT.

Absolute dose verification for SRS and SBRT using a farmer-type ionization chamber

M.Sc. Mugneco Guiñazú Antonella Natalia¹, M.Sc. Álvarez Guillermo Daniel¹, M.Sc. Adragna Celeste^{1,2}, M.Sc. Ortiz Torres Arnulfo¹.

¹*Medical Physics Department, Radiotherapy Service, Fundación Escuela de Medicina Nuclear, Mendoza, Argentina.*

²*Medical Physics Department, Radiotherapy Service, Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia de la Patagonia Austral, Rio Gallegos, Argentina.*

Abstract—The main goal of SRS (Stereotactic Radiosurgery) and SBRT (Stereotactic Body Radiation Therapy) is to deliver high radiation doses in a single fraction or up to five fractions, while minimizing doses received by surrounding organs at risk. The IMAT (Intensity Modulated Arc Therapy) is a novel technique and the gold standard to achieve and deliver non-uniform energy fluence distributions with a single or multiple arc approach. Differences between doses calculated by the treatment planning system (TPS) and doses delivered to the patient must be properly reported within a quality assurance (QA) program in a Radiotherapy Department. Twenty-six different IMAT plans in compliance to clinical standards were selected for this study. All plans were verified by a 5-layer PMMA (polymethyl methacrylate) phantom measurements in which the calculated dose distributions were transferred from the patient treatment plan to the phantom and the pre-treatment verification was done by a farmer-type ionization chamber (0.6 cm³). The mean difference was 1.83%, and the standard deviation (SD) was 1.60%. The range of errors varies from -2.04% to 4.11%. Within the 5 treatment sites (central nervous system, lung, abdomen, bone and prostate), central nervous system SRS was the most consistent with the smallest SD and the difference range from 1.16% to 1.86%. Agreement within 4% was obtained in 92% of 26 cases. The maximum error of measurement was 4.11% and noticeably a degree of overestimation was found. The ionization chamber-phantom combination used in this study can be used for routine SRS and SBRT patient-specific QA with adequate accuracy for clinical practices.

Keywords— SRS, SBRT, IMAT, absolute dose, ionization chamber, QA.

Resumen—El objetivo principal de la SRS (radiocirugía estereotáctica) y la SBRT (terapia de radiación corporal estereotáctica) es administrar altas dosis de radiación en una sola fracción o hasta cinco fracciones, al tiempo que se minimizan las dosis recibidas por los órganos circundantes en riesgo. La IMAT (terapia de arco de intensidad modulada) es una técnica novedosa y el estándar de oro para lograr y entregar distribuciones de fluencia de energía no uniformes con un enfoque de arco único o múltiple. Las diferencias entre las dosis calculadas por el sistema de planificación del tratamiento (TPS) y las dosis entregadas al paciente deben informarse adecuadamente dentro de un programa de garantía de calidad (QA) en un Departamento de Radioterapia. Para este estudio se seleccionaron veintiséis planes IMAT diferentes que cumplen con los estándares clínicos. Todos los planes se verificaron mediante mediciones con un maniquí de PMMA (polimetilmetacrilato) de 5 capas en las que las distribuciones de dosis calculadas se transfirieron del plan de tratamiento del paciente al maniquí y la verificación del pretratamiento se realizó mediante una cámara de ionización tipo granjero (0,6 cm³). La diferencia de medias fue del 1,83 % y la desviación estándar (DE) del 1,60 %. El rango de errores varió de -2,04% a 4,11%. Dentro de los 5 sitios de tratamiento (sistema nervioso central, pulmón, abdomen, hueso y próstata), la SRS del sistema nervioso central fue la más consistente con la DE más pequeña y la diferencia varió de 1,16 % a 1,86 %. Se obtuvo acuerdo dentro del 4% en el 92% de 26 casos. El error máximo de medición fue del 4,11% y se encontró notablemente un grado de sobreestimación. La combinación de cámara de ionización-fantasma utilizada en este estudio se puede utilizar para el control de calidad específico del paciente SRS y SBRT de rutina con la precisión adecuada para las prácticas clínicas.

Palabras clave— SRS, SBRT, IMAT, dosis absoluta, cámara de ionización, QA.

Design of phantoms to simulate realistic breast during digital mammography studies – Art State

Rosana Pirchio¹, Paola Bustamante², Eva Pawlak³

¹*División Física Médica, Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina.*

²*División Polímeros, Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina.*

³*División Alta Dosis, Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina.*

Abstract— There is a real need to have compressible – cheap and reproducible anthropomorphic breast phantoms for quality control and research in digital tomosynthesis equipments. Therefore, the objective of this work was to carry out an investigation on the phantoms designed with some materials such as: polyvinyl alcohol, silicone gel using molds created with 3D printers. Emphasis was placed on the mechanical controls carried out to validate the materials. We conclude that silicones from Smooth on Inc. could be suitable for the design of those phantoms, also because they are durable, economical and easy to handle.

Keywords— anthropomorphic phantoms, digital breast tomosynthesis, breast phantoms.

Resumen— Existe una necesidad real de contar con fantasmas antropomórficos de mama compresibles -económicos- reproducibles para realizar controles de calidad e investigación en equipos tomosíntesis digital de mama. Por ello el objetivo de este trabajo fue, realizar una investigación sobre los fantasmas diseñados con algunos materiales como: alcohol polivinílico, gel de siliconas utilizando moldes creados con impresoras 3D. Se hizo hincapié en los controles mecánicos realizados para validación de los materiales. Concluimos que las siliconas de Smooth on podrían ser adecuadas para la construcción de los fantasmas, además porque son durables, económicas y fácil de manejar.

Palabras clave— fantasmas antropomórficos, tomosíntesis digital de mama, fantasmas de mama.

Optimization of a multi-atlas method for automated segmentation of the gluteal muscles from MRI

Florencia Sarmiento^{1,2}, Martin A. Belzunce^{1,2,3}

¹*Centro Universitario de Imágenes Médicas (CEUNIM), Escuela de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de San Martín (UNSAM), Argentina*

²*Instituto de Ciencias Físicas (ICIFI-CONICET), Center for Complex Systems and Brain Sciences (CEMSC3), Escuela de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Gral. San Martín (UNSAM), Argentina*

³*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), Argentina*

Abstract— The assessment of the gluteal muscles is of interest in a wide number of applications. MRI can provide measures of muscle size and fat infiltration, however the image segmentation of each individual muscle is needed to compute these metrics. Multi-atlas segmentation has proven to have good results in this regard. The purpose of this work is to optimize a multi-atlas method for the automated segmentation of the gluteal muscles from magnetic resonance images by assessing different labels fusion strategies and configurations. To achieve this, we compared four different label fusion strategies working with 1 to 23 selected label images in the fusion process. Using a leave one out strategy, we measured the Dice similarity coefficients for the segmentation of 24 images for each of the fusion methods. The optimal number of selected images to fuse was 5 and 6, depending on the method. After the optimization of the number of selected images, there were no relevant differences in the segmentation performance. This would indicate that simple fusion strategies, such as majority voting, would be appropriate if the number of selected images is optimized.

Keywords— multi-altas, segmentation, MRI, gluteal muscles.

Resumen— La evaluación de los músculos glúteos es de interés en un amplio número de aplicaciones. La resonancia magnética puede proporcionar medidas del tamaño del músculo y la infiltración de grasa, sin embargo, se necesita la segmentación de la imagen de cada músculo individual para calcular estas métricas. La segmentación multiatlas ha demostrado tener buenos resultados en este sentido. El propósito de este trabajo es optimizar un método multi-atlas para la segmentación automatizada de los músculos glúteos a partir de imágenes de resonancia magnética mediante la evaluación de diferentes estrategias y configuraciones de fusión de etiquetas. Para lograr esto, comparamos cuatro estrategias de fusión de etiquetas diferentes trabajando con 1 a 23 imágenes de etiquetas seleccionadas en el proceso de fusión. Usando una estrategia de exclusión, medimos los coeficientes de similitud de Dice para la segmentación de 24 imágenes para cada uno de los métodos de fusión. El número óptimo de imágenes seleccionadas para fusionar fue de 5 y 6, según el método. Tras la optimización del número de imágenes seleccionadas, no hubo diferencias relevantes en el rendimiento de la segmentación. Esto indicaría que las estrategias de fusión simples, como la votación por mayoría, serían apropiadas si se optimiza el número de imágenes seleccionadas.

Palabras clave— multi-altas, segmentación, resonancia magnética, glúteos.

Calculation of hemodynamic variables in the head and neck by nuclear magnetic resonance

P. Del Pópolo^{1,2,5}, C. Lisazo^{1,2}, N. Massaccesi^{1,2}, T. González^{1,2,5}, N. Moyano^{1,2}, R. Isoardi^{1,3,4,6}, F. González^{1,3,4,6}, Fino.D^{1,2,3,4}

1. *Fundación Escuela Medicina Nuclear*
2. *Fundación Argentina para el Desarrollo en Salud*
3. *Universidad Nacional de Cuyo, FCEN.*
4. *Instituto Balseiro, UNCuyo*
5. *Universidad de Mendoza*
6. *Comisión Nacional de Energía Atómica*

Abstract— Phase contrast angiography (PCA) is a sequence that permits the codification of the velocity of blood flow. This is done by implementing a bipolar gradient which allows to differentiate different velocities by a phase shift difference. The information acquired is afterwards used to calculate additional parameters regarding the hydrodynamics of the blood, in order to bring complementary data to the one given by the anatomical sequences. The aim of the study is to standardize the PCA sequence for head and neck and to calculate the hemodynamic parameters.

Keywords—Magnetic Resonance Imaging - Phase Contrast Angiography - Hemodynamics

Resumen— La angiografía de contraste de fase (PCA) es una secuencia que permite codificar la velocidad del flujo sanguíneo. Para ello, se aplica un gradiente bipolar que permite diferenciar las distintas velocidades mediante una diferencia de desplazamiento de fase. La información adquirida se utiliza posteriormente para calcular parámetros adicionales relativos a la hidrodinámica de la sangre, con el fin de aportar datos complementarios a los proporcionados por las secuencias anatómicas. El objetivo del estudio es estandarizar la secuencia PCA para cabeza y cuello y calcular los parámetros hemodinámicos.

Palabras clave-Imagenología por Resonancia Magnética - Angiografía por contraste de fase - Hemodinámica

U-NET approach for RapidArc dose distribution prediction in prostate cancer. A feasibility study

Edgardo Garrigó¹, Ines Sadir², Caroline Descamps¹

¹*Centro de Radioterapia Deán Funes, Córdoba, Argentina.*

²*Escuela de Ingeniería Biomédica, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.*

Abstract— The purpose of the study was to evaluate the feasibility of a convolutional neural network (CNN) to predict dose distribution in prostate RapidArc (RA) treatments. We include 123 prostate cancer patients treated with RA. A 3D U-NET CNN was employed to predict dose distribution, where structures, planning target volume (PTV) and organs at risk (OARs) were the input and dose distribution was defined as label. Our CNN model could predict dose distribution, suggesting the potential of this architecture for future studies.

Keywords— radiotherapy, deep learning, CNN, U-NET, RapidArc, convolutional neural network.

Resumen— El propósito del estudio fue evaluar la viabilidad de una red neuronal convolucional (CNN) para predecir la distribución de dosis en tratamientos de próstata con RapidArc (RA). Incluimos 123 pacientes con cáncer de próstata. Se empleó una CNN 3D U-NET para predecir la distribución de la dosis, donde las estructuras, volumen blanco de planificación (PTV) y los órganos a riesgo (OAR) fueron la entrada y la distribución de la dosis se definió como etiqueta de la red. Nuestro modelo CNN podría predecir la distribución de dosis, lo que sugiere el potencial de esta arquitectura para estudios futuros.

Palabras clave— Radioterapia, aprendizaje profundo, CNN, UNET, Red neuronal convolucional.

Experimental determination of breast skin dose on anthropomorphic phantom using VMAT and Field- in-Field treatment techniques

A.M. Cardona-Maya¹, J.A. Rojas-Lopez¹, A. Germanier², P. Murina¹, C.D. Venencia¹, MJ. Almada¹

¹Instituto Zunino, Córdoba, Argentina

²Unidad de Estudios Físicos, CEPROCOR, Ministerio de Ciencia y Tecnología, Córdoba, Argentina

Abstract— Introduction: The use of volumetric modulated arc therapy (VMAT) on the breast has several dosimetric advantages but its impact on skin dose should be evaluated and compared to well-established treatment techniques using tangential fields. The aim of this work is to contrast the skin dose values for VMAT and Field-in-Field (FIF) and to estimate the magnitude of the skin dose involved.

Method: The skin dose was measured, without build-up, using thermoluminescent dosimeter (TLD) and optically stimulate luminescent dosimeter (OSLD) in breast radiotherapy by an in-house anthropomorphic phantom. Two different treatment techniques were used: FIF, which consists of multiple segments with weight optimization and VMAT, based on the planning strategy proposed by Nicolini et al. The dose levels were 4300 cGy, 4600 cGy, and 5600 cGy in 20 fractions. Patient in vivo dosimetry with TLD by VMAT was performed for different breast sizes in the same locations as phantom measurements.

Results: The homolateral phantom breast skin dose using both treatment techniques were equivalent. TLD measured doses by the VMAT technique were up to 5% higher than OSLD, although they agree if we consider the big geometry uncertainty of the TLD. The dosimeters are alternatively positioned in the same locations on the coronal plane. Differences were attributed to angular, out-of-field dose contribution and the lack of electronic equilibrium. In accordance with in vivo dosimetry, the mean dose of the homolateral breast skin was $62 \pm 6\%$ [51%, 75%] relative to the prescribed dose, regardless of the breast size for the volumes considered with this small population (n=9) as shown by U-Mann Whitney test ($Z=1.9$, 95% confidence). The uncertainty expected in this region due to geometry (volume) changes is up to 9% higher for volumes from 225.9 cc to 968.8 cc. According to the treatment planning techniques and in vivo dosimetry, the contralateral breast skin dose was 1.0% in FIF and 2.5% in VMAT concerning the prescribed dose.

Conclusion: The homolateral breast skin dose measured in an anthropomorphic phantom by the use of luminescent dosimeters using VMAT and FIF is equivalent.

Keywords— skin dose, breast, vmat, field in field.

Resumen— Introducción: El uso de la terapia de arco volumétrico modulado (VMAT) en la mama tiene varias ventajas dosimétricas, pero su impacto en la dosis de la piel debe evaluarse y compararse con técnicas de tratamiento bien establecidas que utilizan campos tangenciales. El objetivo de este trabajo es contrastar los valores de dosis en piel para VMAT y Field-in-Field (FIF) y estimar la magnitud de la dosis en piel involucrada.

Método: Se midió la dosis en piel, sin acumulación, utilizando dosímetro termoluminiscente (TLD) y dosímetro luminiscente de estimulación óptica (OSLD) en radioterapia de mama por un fantasma antropomórfico interno. Se utilizaron dos técnicas de tratamiento diferentes: FIF, que consta de múltiples segmentos con optimización de peso y VMAT, basado en la estrategia de planificación propuesta por Nicolini et al. Los niveles de dosis fueron 4300 cGy, 4600 cGy y 5600 cGy en 20 fracciones. La dosimetría in vivo del paciente con TLD por VMAT se realizó para diferentes tamaños de senos en los mismos lugares que las mediciones fantasma.

Resultados: La dosis en la piel de la mama fantasma homolateral con ambas técnicas de tratamiento fue equivalente. Las dosis de TLD medidas por la técnica VMAT fueron hasta un 5% superiores a las de OSLD, aunque coinciden si tenemos en cuenta la gran incertidumbre geométrica del TLD. Los dosímetros se colocan alternativamente en los mismos lugares en el plano coronal. Las diferencias se atribuyeron a la contribución angular de la dosis fuera de campo ya la falta de equilibrio electrónico. De acuerdo con la dosimetría in vivo, la dosis media de la piel de la mama homolateral fue del $62 \pm 6\%$ [51%, 75%] con respecto a la dosis prescrita, independientemente del tamaño de la mama para los volúmenes considerados con esta pequeña población (n=9) como lo muestra la prueba U-Mann Whitney ($Z=1.9$, 95% de confianza). La incertidumbre esperada en esta región debido a los cambios de geometría (volumen) es hasta un 9% mayor para volúmenes de 225,9 cc a 968,8 cc. Según las técnicas de planificación del tratamiento y dosimetría in vivo, la dosis en piel de la mama contralateral fue del 1,0% en FIF y del 2,5% en VMAT con respecto a la dosis prescrita.

Conclusión: La dosis en piel de mama homolateral medida en un maniquí antropomórfico mediante el uso de dosímetros luminiscentes utilizando VMAT y FIF es equivalente.

Palabras clave: dosis de piel, mama, vmat, campo en campo.

Denoising of Low Dose PET Images using a Convolutional Neural Network

Milagros N. Ledesma^{1,2}, Martin A. Belzunce^{2,3}

1Ingeniería Biomédica, Escuela de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Gral. San Martín, Argentina.

2Instituto de Ciencias Físicas (ICIFI-CONICET), Center for Complex Systems and Brain Sciences (CEMSC3), Escuela de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de Gral. San Martín, Argentina.

3Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas (CONICET), Argentina.

Abstract— Positron emission tomography (PET) provides quantitative functional images that are key in the study and diagnose of various pathologies, such as cancer and neurodegenerative diseases. However, PET suffers from statistical noise due to the limited number of detected events during the acquisition of this imaging modality. In addition, there is a continuous effort to reduce the radiotracer dose injected to the patients, which results in even higher noise levels. In this work, we aimed to investigate the use of a convolutional neural network (CNN) to denoise PET images and compensate for the increase of noise in low dose scans. To achieve this, we implemented a CNN with a Residual UNet architecture that was trained using realistic simulations of PET brain images and evaluated its performance for the simulated data and a real scan. The proposed CNN outperformed two different Gaussian filters, showing promising results that would allow the possibility of performing low dose PET scans in the future.

Keywords— PET, Residual UNet, statistical noise, low dose, deep learning.

Resumen— La Tomografía por Emisión de Positrones (PET) constituye un elemento de gran importancia para la medicina moderna por su capacidad de detectar diferentes patologías, como cáncer y enfermedades neurodegenerativas. Sin embargo, su uso se ve afectado por el elevado ruido estadístico que presentan estas imágenes, especialmente cuando son adquiridas con bajas dosis del radiotrazador. En este trabajo, se propone el uso de una Red Neuronal Convolutiva (CNN) para disminuir el nivel de ruido en imágenes PET adquiridas con baja dosis. Para ello, se entrenó una CNN usando simulaciones realistas de imágenes PET de cerebro y se evaluó el rendimiento con datos simulados y adquisiciones reales. La CNN propuesta mostró una mayor capacidad de disminuir los niveles de ruido que la técnica estándar actual basada en aplicar filtros gaussianos, sin mostrar una pérdida de contraste significativa respecto a las imágenes PET filtradas. Estos resultados abrirían la posibilidad de realizar PET de baja dosis en el futuro.

Palabras clave— PET, UNet Residual, Ruido estadístico, Baja dosis, aprendizaje profundo.

Estimation of Reference Levels Dose during Breast Digital Tomosynthesis studies with FUJIFILM AMULET INNOVALITY equipment and using phantoms

Rosana Pirchio¹, Amalia M Stefanic² y Gonzalo N Pérez²

¹*División Física Médica, Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina.*

²*Departamento Dosimetría de Radiaciones Ionizantes, Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina.*

Abstract— In radiodiagnostic studies is necessary to know doses values to optimization objectives. The goal of this work was to calculate average glandular dose of phantoms that mimic a realistic breast, during tomosynthesis studies with 5 Fujifilm Amulet Innovality equipments. PMMA phantoms of 20, 30, 40, 45, 50, 60 and 70 mm of thickness were exposure to AEC mode. Average glandular dose was calculated from air kerma values obtained with a calibrated ionization chamber. Mean values of Average glandular dose/mGy were (0.87 ± 0.09) , (0.85 ± 0.10) , (1.03 ± 0.19) , (1.13 ± 0.11) , (1.51 ± 0.12) , (1.97 ± 0.16) , (2.29 ± 0.21) , and the values of reference level dose /mGy were calculated as the percentile 3 (75) and they were 0.91, 0.988, 1.08, 1.12, 1.51, 2.00, 2.33, respectively, for the thicknesses of phantoms mentioned previously.

Keywords— dosimetry, digital breast tomosynthesis, mean glandular dose.

Resumen—En los estudios de radiodiagnóstico es necesario conocer los valores de las dosis para los objetivos de optimización. La meta de este trabajo fue calcular la dosis media glandular en fantomas que simulan la mama real, durante estudios de tomosíntesis con 5 equipos Fujifilm Amulet Innovality. Fantomas de PMMA con espesores de 20, 30, 40, 45, 50, 60 and 70 mm fueron expuestos en modo AEC. La dosis media glandular fue calculada desde valores de Kerma en aire obtenidos con una calibrada cámara de ionización. Los valores promedios de dosis media glandular/mGy fueron (0.87 ± 0.09) , (0.85 ± 0.10) , (1.03 ± 0.19) , (1.13 ± 0.11) , (1.51 ± 0.12) , (1.97 ± 0.16) , (2.29 ± 0.21) , y los valores de niveles de dosis de referencia/mGy fueron calculados como el percentil 3 (75) y fueron 0.91, 0.99, 1.08, 1.12, 1.51, 2.00, 2.33, respectivamente, para los espesores de los fantomas mencionados previamente.

Palabras clave— dosimetría, tomosíntesis digital de mama, dosis media glandular.

Validation of automatic planning Scripts for prostate SBRT with and without lymph nodes

D. Venencia¹, MJ. Almada¹, O. Apaza¹, I. Marquez¹, O. Muriano¹ and P. Murina¹

¹Instituto Zunino, Córdoba, Argentina

Abstract— Purpose: Validate an automatic planning (AP) Script for prostate SBRT with and without lymph nodes against manual plans using and not using RapidPlan. **Materials and Methods:** Eclipse Scripting Application Programming Interface (ESAPI) and Microsoft Visual Studio were used to create a series of Scripts (C#) executable in Eclipse v15.6 (Varian). It included VMAT plan generation (technique, prescription and isocenter position), optimization based on RapidPlan (PO_15606), dose calculation and plan evaluation (data extraction from ARIA database). TrueBeam STx with 10MV photon beam and HDMLC were used. RapidPlan models (SBRT_36.25Gy and SBRT_40/25Gy) were created and validated using 40 plans each one. 50 patients for each SBRT modality (not included in the RapidPlan models) were selected. Each patient was replanned by an experienced physicist manually (MP), using RapidPlan tool during the optimization (MP_w/RP), and executing the AP Script. A comparison was done using PTVs D98% and D2%, CI (conformity index), GI (gradient index), HI (homogeneity index), MU (monitor units) and OARs (rectum and bladder) dose volume constraints compliance. For a subgroup of plans (20 patients for each treatment modality), patient specific QA using portal dosimetry (gamma criterion of 2%/1mm and Th10%) were compared. Statistical analysis was done using ANOVA with Turkey-Kramer comparison test. A p-value ≤ 0.05 was considered statically significant. **Result:** For prostate SBRT_36.25Gy, the comparison between AP, MP and MP_w/RP showed no differences for D98%, GI, HI and OARs dose volume constraints. MP showed higher D2% and MU ($p < 0.05$). AP improves CI and portal dosimetry passing rate compared to MP and MP_w/RP. For prostate SBRT_40/25Gy the comparison between AP, MP and MP w/RP showed no differences for D98% (PTV_High_4000!), D95% (PTV_Low_2500!), GI and HI. MP showed higher D2% ($p=0.02$). AP showed less MU ($p < 0.05$). There were no differences for OARs dose volume constraints except for bladder V20Gy where MP have higher values ($p=0.03$). AP improves CI ($p=0.01$) and reduce the MU ($p < 0.05$) compared to MP and MP_w/RP. There were no differences in portal dosimetry results.

Conclusion: AP generate identical or better plan results than MP and MP_w/RP for prostate SBRT with and without lymph nodes. AP can be run in the background without any operator intervention and eliminating random planning errors, regardless of user's skills.

Keywords— automatic planning script, validation, prostate, lymph nodes.

Resumen— Propósito: Validar un Script de planificación automática (AP) para SBRT de próstata con y sin ganglios linfáticos frente a planes manuales usando y sin usar RapidPlan. **Materiales y Métodos:** Se utilizó la Interfaz de Programación de Aplicaciones de Scripting de Eclipse (ESAPI) y Microsoft Visual Studio para crear una serie de Scripts (C#) ejecutables en Eclipse v15.6 (Varian). Incluía generación de planes VMAT (técnica, prescripción y posición de isocentro), optimización basada en RapidPlan (PO_15606), cálculo de dosis y evaluación de planes (extracción de datos de base de datos ARIA). Se utilizaron TrueBeam STx con haz de fotones de 10MV y HDMLC. Se crearon y validaron modelos RapidPlan (SBRT_36.25Gy y SBRT_40/25Gy) utilizando 40 planes cada uno. Se seleccionaron 50 pacientes para cada modalidad de SBRT (no incluidos en los modelos RapidPlan). Cada paciente fue replanificado por un físico experimentado manualmente (MP), utilizando la herramienta RapidPlan durante la optimización (MP_w/RP) y ejecutando el AP Script. Se realizó una comparación utilizando los PTV D98% y D2%, IC (índice de conformidad), GI (índice de gradiente), HI (índice de homogeneidad), MU (unidades de control) y OAR (recto y vejiga) para el cumplimiento de las restricciones de volumen de dosis. Para un subgrupo de planes (20 pacientes para cada modalidad de tratamiento), se comparó el control de calidad específico del paciente utilizando dosimetría portal (criterio gamma de 2 %/1 mm y Th10 %). El análisis estadístico se realizó usando ANOVA con la prueba de comparación de Turquía-Kramer. Un valor de $p \leq 0,05$ se consideró estadísticamente significativo. **Resultado:** para próstata SBRT_36.25Gy, la comparación entre AP, MP y MP_w/RP no mostró diferencias para las restricciones de volumen de dosis D98%, GI, HI y OAR. MP mostró mayor D2% y MU ($p < 0,05$). AP mejora la tasa de aprobación de dosimetría portal y CI en comparación con MP y MP_w/RP. Para próstata SBRT_40/25Gy la comparación entre AP, MP y MP w/RP no mostró diferencias para D98% (PTV_High_4000!), D95% (PTV_Low_2500!), GI y HI. MP mostró mayor D2% ($p=0,02$). AP mostró menos MU ($p < 0,05$). No hubo diferencias para las restricciones de volumen de dosis de OAR excepto para la vejiga V20Gy donde MP tiene valores más altos ($p = 0,03$). AP mejora el CI ($p=0,01$) y reduce la MU ($p < 0,05$) en comparación con MP y MP_w/RP. No hubo diferencias en los resultados de la dosimetría portal.

Conclusión: AP genera resultados de plan idénticos o mejores que MP y MP_w/RP para SBRT de próstata con y sin ganglios linfáticos. AP se puede ejecutar en segundo plano sin la intervención de ningún operador y eliminando errores de planificación aleatorios, independientemente de las habilidades del usuario.

Palabras clave— script de planificación automática, validación, próstata, ganglios linfáticos.

Characterization of OSLD nanoDot in electron external beam radiotherapy

Bioing. Christian H. Silva¹, Mgter. Hector Agüero²

¹*Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de Mendoza, Mendoza, Argentina.*

²*Fundación Escuela de Medicina Nuclear, Departamento de Radioterapia, 5500 Mendoza, Argentina.*

Abstract— In this work, bare Optically Stimulated Luminescence Detectors (OSLD) nanoDot dosimeters were characterized to be placed on patient skin for in vivo dosimetry of electron beams. The bare detector on the surface is exposed to dosimetric variations of the secondary component and electronic contamination which affects the parameters of treatment with respect to calibration. Therefore, a characterization of the different variables affecting its response becomes necessary. Varying the angle of incidence cause a linear response, for example it increases 2 % for a 40° angle. The Off-Axis response is modeled by a second degree polynomial with a maximum response of 3 % at 2.5 cm of eccentricity. Variation in the response to the OSLD was determined when changing the electrons applicator respect the 10 x 10 cm² cone using in the calibration with variation between 2 % respect to the Output Factor using by the Treatment Planning System (TPS). Also, response was determined when reduces the field of the 10 x 10 cm² cone with block finding an increase in the response up to 7.8 % for a 6 cm diameter block, while the increase for the 20 x 20 cm² cone reaches 3 % for all the configurations proposed up to 10 cm diameter block. Finally, the OSLD response was analyzed when changing electron beams energy with respect to the 9 MeV beam used during calibration, rising up to 12 % for a 15 MeV.

Resumen— En este trabajo, se realizó la caracterización de los dosímetros OSLD nanoDot (Optically Stimulated Luminescence Detectors) para ser utilizados desnudos sobre la superficie del paciente en procedimientos de dosimetría in vivo en haces de electrones. El detector desnudo sobre la superficie se encuentra expuesto a las variaciones dosimétricas de la componente secundaria y la contaminación electrónica al modificar los parámetros de tratamiento respecto de la calibración, esto hace necesario una caracterización de las diferentes variables que afectan su respuesta. Las variaciones en el ángulo de incidencia del haz presentan un crecimiento lineal en su respuesta alcanzando un 2 % para un ángulo de gantry de 40°. La respuesta al alejarnos del eje central (Off-Axis) es modelada por un polinomio de segundo grado con un valor máximo del 3 % a 2.5 cm de excentricidad. Se determinó la respuesta de los OSLD al cambiar el aplicador de electrones (Output Factor) con respecto al cono de 10 x 10 cm² utilizado en la calibración, con variaciones entorno al 2 % respecto al OF utilizado por el sistema de planificación (TPS). Se evaluó la conformación del cono de 10 x 10 cm² generando un aumento en la respuesta de los OSLD del 7.8 % para un bloque que reduce el campo a un diámetro de 6 cm, mientras que para el cono de 20 x 20 cm² el aumento en la respuesta es del 3 % para todas las conformaciones hasta un diámetro de 10 cm. Finalmente se analizó la respuesta de los OSLD desnudos en superficie al cambiar la energía del haz de electrones respecto a la de 9 MeV utilizada en la calibración, encontrando diferencias que alcanzan el 12 % para una energía de 15 MeV.

E2E in stereotactic radiosurgery with cones.

Jorge M Escobar¹, Mauricio O Franco¹ and
Gonzalo Romero²

¹*Centro de Radioterapia San Juan, San Juan, Argentina*

²*Instituto Privado de Radioterapia Cuyo, Argentina*

Abstract—E2E is an important tool for evaluating the entire process from the simulation up to radiation delivery to the patient. The test is used to measure the overall accuracy of the radiation therapy chain, excluding patient specific factors. In this sense, Centro de Radioterapia San Juan implemented these tests and will be explained in this presentation.

Keywords— e2e, phantom, linac accelerator

Resumen— E2E es una práctica importante para evaluar todo el proceso desde la simulación hasta la administración del tratamiento radiante al paciente. Las pruebas son usadas para medir la precisión global de la cadena de la radioterapia, excluyendo factores específicos del paciente. En este sentido, el Centro de Radioterapia San Juan implementó estas pruebas, las cuales se explicarán en este trabajo.

Palabras clave—e2e, fantoma, acelerador lineal

Generation of synthetic CT for SPECT attenuation correction in myocardial perfusion imaging with deep convolutional neural networks

Mariana A. Prieto Canalejo¹, Mauro Namías² and Daniel M. Minsky³

¹*Departamento de Electrónica, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, CABA, Argentina.*

²*Fundación Centro Diagnóstico Nuclear, Nazca 3449, C1417CVE Buenos Aires, Argentina*

³*Centro Atómico Constituyentes, Comisión Nacional de Energía Atómica, San Martín, Prov. Buenos Aires, Argentina*

Abstract— The SPECT attenuation correction performed by means of the anatomic information obtained by a CT, allows to obtain quantitative images of the patient's activity concentration. However, there are still many SPECT systems that don't have an associated tomograph. Besides, performing a CT scan for the sole purpose of correcting the attenuation implies a larger dose of radiation to the patient. The objective of this work is to estimate a synthetic linear attenuation coefficient map from a SPECT emission image reconstructed without the attenuation correction, using deep learning methods. A U-NET architecture DCNN was trained using information from 30 patients. The obtained synthetic attenuation maps are in good agreement with their respective reference CT scans.

Keywords— SPECT, Synthetic attenuation map, U-Net.

Resumen— La corrección de atenuación en SPECT realizada por medio de la información anatómica, obtenida por un CT, permite obtener imágenes cuantitativas de la concentración de actividad en el paciente. Sin embargo, aún existen muchos sistemas SPECT que no cuentan con un tomógrafo asociado. Además, la realización de una tomografía para corrección de atenuación implica una mayor dosis de radiación para el paciente. El objetivo de este trabajo es la estimación de mapas sintéticos de coeficientes de atenuación lineal a partir de la imagen de emisión del SPECT reconstruida sin corrección de atenuación, utilizando métodos de aprendizaje profundo. Se entrenó una DCNN con arquitectura U-NET utilizando la información de 30 pacientes. Se obtiene como resultado imágenes con alta similitud respecto a las imágenes de referencia con coeficientes de atenuación comparables a los obtenidos por el CT.

Palabras clave— SPECT, mapa de atenuación sintético, U-Net.

Tissue stiffness as differential tumor biomarker for prostate and liver.

R. Alcalá^{1,2,3}, T. González^{1,2,5}, N. Moyano^{2,5}, P. Del Popolo^{1,2,5}, C. Lisazo^{1,2,5}, N. Massaccesi^{1,2,5},
F. Gonzalez^{1,4,5,6}, R. Isoardi^{1,3,4,5,6}, D. Fino^{1,2,3,4}

1. Fundación Escuela Medicina Nuclear

2. Fundación Argentina para el Desarrollo en Salud

3. Universidad Nacional de Cuyo, FCEN.

4. Instituto Balseiro, UNCuyo

5. Universidad de Mendoza

6. Comisión Nacional de Energía Atómica.

Abstract— The aim of this work is to assess the viability of magnetic resonance elastography (MRE) for the identification and evaluation of liver and prostate tumors using stiffness quantification maps (μ). For that purpose the standard multiparametric liver and prostate protocols (in addition to the MRE protocol) were used in order to generate, compare and evaluate the μ maps. The statistical analysis shows a significant difference between normal and tumor tissue. In addition, confidence maps were in accordance with the expected mechanical response in different tissues.

Keywords— elastography, MRI, tumor, prostate, liver

Resumen— El objetivo de este trabajo es analizar la viabilidad de la elastografía por resonancia magnética (MRE) para la evaluación e identificación de tumores de hígado y próstata utilizando mapas de cuantificación de rigidez (μ). Con ese fin, el protocolo multiparamétrico estándar de hígado y próstata por resonancia magnética (que incluyó la MRE) fueron utilizados para generar, comparar y evaluar mapas de μ . Los resultados estadísticos arrojaron diferencias significativas entre tejido normal y tumoral; en tanto, los mapas de confianza aseguraron mediciones acordes a la respuesta mecánica esperada en los tejidos.

Palabras clave— elastografía, MRI, tumor, próstata, hígado

Assessment of the distortion correction capability of a TPS by means of a virtual phantom

Rogelio M. Diaz Moreno¹, Gonzalo Núñez¹, Carlos Daniel Venencia¹

¹*Instituto Zunino de Radioterapia, Córdoba, Argentina*

Abstract—Magnetic Resonance images (MRI) are normatively used in Stereotactic Radiosurgery and Radiotherapy for better assessment and definition of lesions. However, dose calculation needs the electronic density information that Computed tomography images contains. Besides, MRI presents distortion problems, which can lead to geometrical and dosimetric uncertainties that would affect target coverage. The performance of Distortion Correction (DC) tools of Treatment Planning Systems (TPS) must be evaluated objectively and quantitatively by an independent instrument, however, the most common applications used are not standardized or satisfy all Quality Assurance principles. The objective of this work was to develop an independent, quantitative procedure, to assess the performance of the Elements TPS distortion correction algorithm for fusion of CT and MRI images.

A synthetic MRI study developed by Brainweb was used. From it, a CT study was derived. Variations of the MRI study were created, with a grid of markers as Control Points (CPs), and introducing known, controlled, distortions in the images by means of a Matlab home-made suite on a PC. The CPs position differences between the original and the distorted images were quantified. Then the CT and the variations of the MRI studies were imported to the Elements TPS. With the Elements Cranial option, images were fused and the TPS DC was applied. A fictitious plan was then calculated in order to export it together with the corrected images to the Eclipse TPS and from there to suitable folders. The differences in the CPs positions were calculated again after this process.

With the introduced distortions, the CPs deviated from its original position a mean value of 1.9 mm, with a maximum of 4.2 mm. After the Elements distortion correction, the deviations of the CPs were 0.7 mm as mean and a maximum of 2.1 mm. The results of the proposed method are consistent with a good capability of the Elements TPS for the distortion correction issue. The proposed method can be applied to assess similar capabilities for other TPS.

Keywords—Quality Assurance, Stereotactic Radiotherapy, Magnetic Resonance Images, Distortion correction.

Resumen—Las imágenes de Resonancia Magnética (RM) son empleadas como norma en Radiocirugía y Radioterapia Estereotáxica para una visualización y definición precisa de las lesiones a tratar. Para el cálculo de dosis, no obstante, es necesaria la información de densidad electrónica presente en las imágenes de Tomografía Axial Computarizada (TAC). Las imágenes de RM pueden presentar además problemas de distorsión que impactan en las incertidumbres geométricas y dosimétricas resultantes que pueden afectar la cobertura del blanco. El desempeño de las herramientas de corrección de la distorsión presentes en los Sistemas de Planificación de Tratamiento debe ser evaluado objetiva y cuantitativamente con un instrumento independiente. Sin embargo, la mayoría de las aplicaciones usadas para este fin no están estandarizadas o no satisfacen todos los principios del aseguramiento de la calidad en la actividad. El objetivo de este trabajo fue desarrollar un procedimiento independiente y cuantitativo para evaluar el efecto del algoritmo de corrección de distorsión de las imágenes de RM del SPT Elements, en la fusión de imágenes de CT y RMN.

Se usó el estudio de RM sintético desarrollado por Brainweb. A partir de este, se elaboró una imagen de TAC. Se crearon variaciones de la imagen de RM, con un arreglo de marcadores o Puntos de Control (PC) e introduciendo distorsiones conocidas en la RM, mediante una suite desarrollada localmente sobre Matlab. Las diferencias de posicionamiento en los PC entre los estudios estándar y distorsionados fueron cuantificadas. A continuación las imágenes de CT y RM fueron importadas en el SPT Elements y se realizó la fusión de imágenes con corrección de distorsión. Un plan ficticio fue calculado para exportar sus resultados e imágenes al SPT Eclipse y a carpetas preparadas para el fin. Las diferencias en el posicionamiento de los PC entre las imágenes volvió a ser calculada tras este proceso.

Con las distorsiones introducidas, los PC se desviaron de su posición natural un promedio de 1,9 mm, con un máximo de 4,2mm. Después del proceso de corrección por el TPS Elements, el promedio de desviación de la posición de los PC fue de 0,7 mm con un máximo de 2,1mm. Los resultados del método propuesto son compatibles con una adecuada capacidad del SPT Elements para tratar la corrección de la distorsión. El método propuesto puede aplicarse para evaluar similar capacidad de otros SPT.

Palabras clave—Aseguramiento de la calidad, Radioterapia estereotáxica, imágenes de Resonancia Magnética, corrección de distorsión.

Application of the risk matrix method to brachytherapy treatments

M. Agustina Savio Salas¹, Caroline Descamps², Edgardo Garrigo².

¹*Escuela de Ingeniería Biomédica, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.*

²*Centro de Radioterapia Deán Funes, Córdoba, Argentina.*

Abstract— Radiotherapy treatments involve highly complex processes where many errors or nearmisses may occur. Some may be caused by equipment failures, but many others are due to different kinds of human errors during the workflow. For this reason, risk analysis is crucial and the application of the risk matrix method seems to be a tool of undeniable necessity. In this work, we follow the international recommendations of the AAPM (TG100) and the FORO to define and organize the risk associated with the initiating events identified at each stage of brachytherapy treatment. Based on the outcome, it was possible to make safety recommendations in order to avoid or prevent such events and finally reduce the risk.

Keywords— Radiotherapy, brachytherapy, risk matrix method, quality management.

Resumen— Los tratamientos de radioterapia comprenden un proceso de creciente complejidad, y durante este proceso, muchos errores pueden ocurrir. Algunos se pueden dar debido a fallas en los equipos, pero muchos otros son debido a errores humanos durante el flujo de trabajo. Por esto, el análisis de riesgo es una herramienta de una necesidad innegable, y para ello se propuso usar en este trabajo el método de las matrices de riesgo. Siguiendo las recomendaciones internacionales de la AAPM (TG100) y del FORO, se definieron y clasificaron en niveles los riesgos asociados a los sucesos iniciadores identificados en cada etapa del tratamiento de braquiterapia, para luego realizar recomendaciones de seguridad con el fin de evitar o prevenir dichos sucesos y disminuir finalmente el riesgo de accidente o incidente.

Palabras clave— Radioterapia, braquiterapia, método de matrices de riesgo, gestión de calidad.

Magnetic Resonance-Image Guided Brachytherapy Clinical implementation and experience.

Msc. Celeste Adragna¹, Msc. Arnulfo Ortiz Torres², Msc. Guillermo Daniel Álvarez², Msc. Antonella Natalia Mugneco Guiñazú².

¹ *Medical Physics, "Centro de Medicina Nuclear y Radioterapia Patagonia Austral", Santa Cruz, Argentina.*

² *Medical Physics Department, Radiotherapy Service, "Fundación Escuela de Medicina Nuclear", Mendoza, Argentina.*

Abstract— Image-guided adaptive brachytherapy (IGABT) is the new gold standard treatment of locally advanced cervical cancer, replacing the traditional two-dimensional (2D) point A concept. On the last year our institution transitioned from conventional 2D BT to an 3D image guided BT program. Using an MRI scan for BT planning in each fraction allows us to deliver the treatment with a completely adaptive approach, in contrast with the conventional 2D point-based. We present our initial experience and dosimetric results for a 78-cervix patient group, comparing reference point doses to dose-volume histogram (DVH) parameters. With an 82 to 86 Gy prescription, volume-based 3D plans reached mean of 85.32 Gy \pm 2.87 SD (standard deviation) to target, in contrast with 73.52Gy \pm 7.97 received by reference A points. Mean doses to organs at risk (OAR) were within our prescription limits. Optimizing treatment based upon delineated OARs and the actual target volume, together with DVH evaluations leads to maintaining tumor dose coverage without compromising dose to the normal tissues. This has direct clinical implications is the potential to substantially improve the rectal, sigmoid, and bladder dosimetry and reduce late toxicities.

Keywords—HDR, Brachytherapy, cervical cancer, Image-guided Adaptive Brachytherapy, MRI.

Resumen— La braquiterapia adaptativa guiada por imágenes (IGABT, por sus siglas en inglés) es el nuevo estándar de oro en el tratamiento del cáncer de cuello uterino localmente avanzado. El año pasado, nuestra institución hizo la transición de BT 2D convencional a un programa de BT guiado por imágenes 3D. El uso de una resonancia magnética para la planificación de BT en cada fracción nos permite administrar el tratamiento con un enfoque completamente adaptativo, en contraste con el 2D convencional basado en puntos. Presentamos nuestra experiencia inicial y resultados dosimétricos para un grupo de pacientes de 78 cuellos uterinos, comparando dosis de punto de referencia con parámetros de histograma de dosis-volumen (DVH). Con una prescripción de 82 a 86 Gy, los planes 3D basados en volumen alcanzaron una media de 85,32 Gy \pm 2,87 DE (desviación estándar) para alcanzar el objetivo, en contraste con los 73,52 Gy \pm 7,97 recibidos por los puntos de referencia A. Las dosis medias a órganos en riesgo (OAR) estuvieron dentro de nuestros límites de prescripción. La optimización del tratamiento en función de los OAR delineados y el volumen objetivo real, junto con las evaluaciones de DVH, conduce a mantener la cobertura de la dosis del tumor sin comprometer la dosis para los tejidos normales. Esto tiene implicaciones clínicas directas en el potencial de mejorar sustancialmente la dosimetría rectal, sigmoidea y vesical y reducir las toxicidades tardías.

Palabras clave: HDR, braquiterapia, cáncer de cuello uterino, braquiterapia adaptativa guiada por imágenes, resonancia magnética.

High dose rate brachytherapy with customized molds for facial skin lesions

Caroline Descamps¹, Edgardo Garrigo¹,
and Diego Fernandez¹

¹*Centro de radioterapia Deán Funes, Córdoba, Argentina.*

Abstract— HDR Brachytherapy is an interesting alternative treatment in skin cancer because of shorter overall treatments times with good cosmetic outcomes. For facial skin lesions (nose, ear, eyelid...), it is necessary to design a personalized mold in order to adapt to the curved or irregular surfaces and ensure a precise treatment delivery. In this work, we develop a method using thermoplastic mask and dental wax in which the catheters are embedded to allow an ideal and perfectly reproducible position during all the treatment. We describe the whole process of treatment preparation, 3D planification with Oncentra Brachy® planning system, quality controls and treatment with an Elekta Flexitron® remote afterloader. For the 10 patients involved, the treatment was easy to plan, comfortable for the patient and the staff with an excellent re-position in every application. HDR brachytherapy treatments offer highly effective results in terms of local control and could be a standard method for skin treatments in the future.

Keywords— Superficial HDR brachytherapy, skin cancer, thermoplastic mask.

Resumen— La braquiterapia HDR es una alternativa interesante para tratar cáncer de piel ya que es un tratamiento corto, con buenos resultados estéticos y eficacia clínica. Sin embargo, en lesiones de la cara (nariz, oreja, párpado...) es necesaria la confección de moldes personalizados para adaptarse a la curvatura de la piel y garantizar una entrega precisa del tratamiento. En este trabajo hemos desarrollado un método utilizando máscaras termomoldeables y cera que permiten ubicar los catéteres en una posición ideal y perfectamente reproducible a lo largo del tratamiento. El trabajo describe el proceso completo de preparación de tratamiento, planificación 3D con el planificador Oncentra Brachy®, control de calidad y tratamiento con una unidad de tratamiento Flexitron® (Elekta). En los diez pacientes presentados, el tratamiento resultó simple de implementar, cómodo tanto para el paciente como para el personal a cargo del tratamiento diario, con un fácil reposicionamiento y altamente eficaz en términos de control local sugiriendo que la braquiterapia HDR podría llegar a ser una excelente alternativa de tratamiento en cáncer de piel en el futuro.

Palabras clave— Braquiterapia superficial HDR, cáncer de piel, máscara personalizada termomoldeable.

Measurement of Average Glandular Dose of 300 patients with DBT, DBT-FFDM mode and FFDM using a new made home tool

Rosana Pirchio¹, Amalia M. Stefanic², Gonzalo N. Pérez²

¹*División Física Médica, Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina.*

²*Departamento de Radiaciones Ionizantes, Comisión Nacional de Energía Atómica, Buenos Aires, Argentina.*

Abstract—Digital mammography FFDM (2D) and tomosynthesis (quasi 3D) are techniques used in the early diagnosis of breast cancer and it is essential to know the values of mean glandular dose (MGD) received by patients. The objective of this work was to compare the calculated values of the mean glandular doses in 100 patients exposed in DBT mode, 100 in DBT-FFDM and 100 in FFDM. They were also compared with limit dose values and with those in the literature. Hemireducing layer calibrations and studies in DBT mode were performed with an ionization chamber supported on a new and validated stand, which rotates with the X-ray head. The highest mean glandular dose results were calculated for the Amulet S FFDM, then for the Innovality DBT and finally for the DBT-FFDM. The calculated values were 10% higher than those in the literature and in Amulet S they exceed the acceptable limit dose values, requiring adequate optimization.

Keywords— dosimetry, digital breast tomosynthesis, mean glandular dose.

Resumen—Mamografía digital FFDM (2D) y tomosíntesis (cuasi 3D) son técnicas empleadas en el diagnóstico temprano del cáncer de mama y es esencial conocer los valores de la dosis media glandular (DMG) recibida por cada paciente. El objetivo de este trabajo fue comparar los valores calculados de las DMG en 100 pacientes expuestas en modo DBT, 100 en DBT- FFDM y 100 en FFDM. También se compararon con valores de dosis límites y con los de bibliografía. Las calibraciones y estudios de capa hemirreductora en modo DBT se realizaron con una cámara de ionización apoyada en un nuevo y validado soporte, que gira con el cabezal de rayos X. Los resultados de DMG más altos fueron calculados para el Amulet S FFDM, luego para el Innovality DBT y finalmente para el DBT-FFDM. Los valores calculados fueron 10% superiores que los de bibliografía y en Amulet S sobrepasan los valores de dosis límite aceptable, requiriendo una adecuada optimización.

Palabras clave— dosimetría, tomosíntesis digital de mama, dosis media glandular.

Optimización de protocolo PET/MR para patologías neuropsiquiátricas

Ignacio Bartol¹, Virginia Venier^{2,3}, Humberto Romano^{2,3}

¹*Instituto Balseiro (IB), Universidad Nacional de Cuyo, San Carlos de Bariloche, Argentina.*

²*Instituto de Tecnologías Nucleares para la Salud (INTECNUS), San Carlos de Bariloche, Argentina.*

³*Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), Centro Atómico Bariloche, San Carlos de Bariloche, Argentina.*

Abstract— Taking into account the characteristic times of magnetic resonance imaging (MR), and given the high sensitivity of the PET/MR equipment, it is reasonable to propose a reduction in the administered dose of [18F]-FDG, without degrading image quality. Previous images that were acquired under the PET/MR protocol used in INTECNUS were analyzed, as well as Positron Emission Tomography (PET) acquisitions with a Hoffman brain phantom. Based on the evaluation carried out, it was possible to implement an optimized protocol that makes better use of the available technology, the patient's waiting time and the activity administered, among other variables.

Keywords— PET/MR, 18F-FDG, PET IN NEUROLOGY, PET OPTIMIZATION

Resumen— En el presente trabajo se expone el proceso de optimización del protocolo para la adquisición de imágenes en el equipo híbrido PET/MR de INTECNUS, específicamente desarrollado para el estudio de patologías neuropsiquiátricas. Teniendo en cuenta los tiempos característicos de una imagen por resonancia magnética (MR), y dada la alta sensibilidad de este equipo, es razonable proponer una reducción en la dosis administrada de [18F]-FDG, sin degradar la calidad de imagen. Se analizaron imágenes previas que fueron adquiridas bajo el protocolo PET/MR utilizado en INTECNUS como así también se realizaron adquisiciones de Tomografía por Emisión de Positrones (PET) con un fantoma Hoffman de cerebro. A partir de la evaluación realizada se logró implementar un protocolo optimizado que aprovecha mejor la tecnología disponible, el tiempo de espera del paciente y la actividad administrada entre otras variables.

Palabras clave— PET/MR, 18F-FDG, ESTUDIOS NEUROLOGICOS PET, OPTIMIZACION PET

INFORMÁTICA MÉDICA



Predicting Cardiometabolic Diseases in Liver Transplant Patients in Uruguay

Parag Chatterjee^{1,3}, Josemaría Menéndez², Ofelia Noceti², Solange Gerona², Melina Toribio¹, Leandro J. Cymberknop³, Ricardo L. Armentano^{1,3}

¹ Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

² Dirección Nacional de Sanidad de la Fuerzas Armadas, Montevideo, Uruguay.

³ Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires, Argentina.

Abstract— Cardiovascular diseases have contributed as the principal cause of death globally. In liver transplantation, the role of cardiometabolic risk factors is paramount, not only during the transplantation, but also in the post-transplantation period, directly impacting the quality of recovery as well as the survival of the patients. This work analyzes the aspect of cardiometabolic risks post-liver transplantation through a case study of the National Liver Transplantation Program of Uruguay, with the use of machine learning for prediction of the occurrence of the cardiometabolic diseases in the transplanted cohort. Random Forest algorithm showed the highest accuracy of 85.71% in predicting the occurrence of post-transplantation cardiometabolic diseases, based on the pre-transplantation indicators and corresponding evaluations.

Keywords— Machine Learning, cardiometabolic diseases, liver transplantation, predictive analytics

Resumen— Las enfermedades cardiovasculares han contribuido como la principal causa de muerte a nivel mundial. En el trasplante hepático, el papel de los factores de riesgo cardiometabólico es primordial, no solo durante el trasplante, sino también en el postrasplante, impactando directamente en la calidad de la recuperación, así como en la supervivencia de los pacientes. Este trabajo analiza el aspecto de los riesgos cardiometabólicos post-trasplante hepático a través de un estudio de caso del Programa Nacional de Trasplante Hepático de Uruguay, con el uso de aprendizaje automático para la predicción de la ocurrencia de enfermedades cardiometabólicas en la cohorte trasplantada. El algoritmo Random Forest mostró la precisión más alta del 85,71% en la predicción de la aparición de enfermedades cardiometabólicas posteriores al trasplante, con base en los indicadores previos al trasplante y las evaluaciones correspondientes.

Palabras clave— Aprendizaje automático, enfermedades cardiometabólicas, trasplante hepático, análisis predictivo.

Functional design of software to obtain spatio-temporal parameters of human gait

Camila V. Primosich¹ María A. Molaro Battisti¹, Paola Catalfamo Formento^{1,2} Victor O. Valotto³, Claudia E. Bonell¹

¹Laboratorio de Análisis del Movimiento Humano (LIMH), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina.

²IBB CONICET-UNER. Ruta 11, Km 10, Oro Verde, Entre Ríos, Argentina

³Departamento Informática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina

Abstract—A software prototype that allows, through video analysis, the obtention of spatio-temporal parameters of human walking was developed for the Analysis of Human Movement Research Laboratory (LIMH) at FIUNER. That software does not have the necessary documentation to make improvements on it.

In this project, we worked with Software Engineering tools to carry out the functional design of a software product that calculates these parameters. User requirements were elicited and analyzed, then they were modeled as use cases. Based on these the user experience (layout) was developed. Then, with the quality analysis of the software product, the functional test cases were carried out, with which the program can be tested once it is implemented.

Finally, with these documents already obtained, it was possible to make a comparison between the software prototype (Hapet) that the LIMH has and the software designed in this project, determining that the semantic gap that exists between the two is important.

Keywords— Use case, user experience, functional test case, software, space – time parameters.

Resumen— En el Laboratorio de Análisis del Movimiento Humano (LIMH) de la FIUNER se desarrolló un prototipo software que permite, mediante el análisis de videos, la obtención de parámetros espacio-temporales de la marcha humana. Dicho software no cuenta con la documentación necesaria para realizar mejoras sobre el mismo.

En este proyecto se trabajó con las herramientas de la Ingeniería de Software con el fin de realizar el diseño funcional de un producto de software que realice el cálculo de dichos parámetros. Se elicitaron los requerimientos de los usuarios y se analizaron, luego se modelizaron como casos de uso. En base a estos, se desarrolló la experiencia de usuario (maquetización). Siguiendo con el análisis de calidad del producto de software, se realizaron los casos de prueba funcionales, con los que se podrá probar el programa una vez que se encuentre implementado.

Finalmente, con estos documentos obtenidos, se pudo realizar una comparación entre el prototipo de software (Hapet) que posee el LIMH y el software diseñado en este proyecto, determinando que el gap semántico que existe entre ambos es importante. **Palabras clave**—Casos de uso, experiencia de usuario, casos de prueba funcionales, software, parámetros espacio - temporales.

Comparative Analysis in Medical Image Communication Services.

Author Juan M. Reyna¹, Author Juan P. Graffigna², Author Pablo M. HoleyWell³ and Author Alfredo R. Garcia⁴

¹*Gabinete de Tecnología Médica, Departamento de Electrónica y Automática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan.*

Abstract— In medical-assistance environments, significant volumes of important information are produced and managed by the PACS. These studies are evaluated by radiologists who have limited time for their analysis and interpretation, there are different methods to evaluate studies, according to the intervention of radiologists these can be classified in: manuals (continuous participation), semi-automatics (only define simple aspects) or automatics (not requiring human intervention). The idea that is suggested is to develop an automated post-processing for studies that meets certain characteristics, this will allow save considerable time, but to apply automated post-processing inside the clinic is necessary to determine what are the best alternatives to implement a communication with the PACS, which must be able to perform tasks of query, retrieval and storage of different kinds of registry. Therefore, the work was divided into two parts. For one side, the selection of the best communication tool with a medical image server, and for the other side the implementation of the selected tool for querying and retrieving studies. Three methods of communication were analyzed, of which the DICOMWeb Protocol was chosen, it has advantages in all the required aspects allowing access to the server quickly, easily and safely.

Keywords— PACS, DICOM, Post-processing.

Resumen— En los entornos médico-asistenciales, se producen volúmenes importantes de información que son administrados por el PACS. Estos estudios son evaluados por técnicos radiólogos que disponen de un tiempo acotado para su análisis e interpretación, hay diferentes técnicas para evaluarlos, de acuerdo a la intervención del radiólogo pueden clasificarse en: manuales (participación continua), semiautomáticas (definen sólo aspectos simples) o automáticas (no requieren intervención humana). La idea que se plantea es desarrollar un post-procesamiento automatizado para los estudios que cumplan con determinadas características, esto permitirá un ahorro de tiempo considerable, pero para poder aplicar un post-procesamiento automatizado dentro de un centro se debe determinar cuáles son las mejores alternativas para implementar una comunicación con el PACS, la cual debe ser capaz de realizar tareas de consulta, recuperación y almacenamiento de diferentes tipos de registros. Por lo tanto, el trabajo se dividió en dos partes. Por un lado, se aborda la selección de la mejor herramienta de comunicación con un servidor de imágenes médicas, y por otro lado la implementación de la herramienta seleccionada para realizar consultas y recuperación de estudios. Se analizaron tres métodos de comunicación de los cuales se escogió el protocolo DICOMWeb, que presenta ventajas en todos los aspectos requeridos permitiendo un acceso al servidor de manera rápida, fácil y segura.

Palabras clave— PACS, DICOM, Post-procesamiento.

INGENIERÍA CLÍNICA Y GESTIÓN DE TECNOLOGÍA MÉDICA



Primary Health Care: An example of electronic medical record implementation and barriers to adoption and use

Débora Rubio¹, Matías N. Castañeira^{1,2},
María G. Salguero¹, Marcos M. Meraviglia¹,
Débora P. Arce¹, Francisco M. Madrid¹ and
Sergio D. Ponce^{1,2}

¹*Grupo de Análisis, Desarrollos e Investigaciones Biomédicas (GADIB), Facultad Regional San Nicolás, Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires, Argentina.*

²*Secretaría de Innovación y Transformación Digital, Municipalidad de San Nicolás de los Arroyos, Buenos Aires, Argentina.*

Abstract— In view of the advance in digital transformation in health management worldwide, and the benefits that this entails for patients, San Nicolás's government implemented the electronic medical record. It is necessary to establish strategies and workteams to succeed in this project. This paper shows the strategies that were used to achieve the adherence of health professionals and the indicators that were designed to evaluate the performance of the project.

Keywords— Electronic medical record, digital health, telemedicine software.

Resumen— Ante el avance de la transformación digital en la gestión de salud a nivel mundial, y los beneficios que esto conlleva para los pacientes, el municipio de San Nicolás toma la iniciativa de implementar el diligenciamiento de la historia clínica electrónica de pacientes. Para que la implementación de la HCE en una ciudad sea exitosa es necesario la formación de equipos de trabajo y la aplicación de diversas estrategias. En el presente trabajo se muestran las estrategias que fueron utilizadas para lograr la adhesión de los profesionales de la salud y los indicadores que se diseñaron para evaluar el desempeño del proyecto de implementación de la HCE.

Palabras clave— Historia Clínica Electrónica, Salud Digital, Plataformas de Telemedicina.

Assessment of the operation of flowmeters in use for oxygen therapy in health institutions

Leikan, Gabriel M.,¹ Narváez, Micaela², Alejandra C. Morales³, Bonell, Claudia E.⁴,
Kadur El Ainie, Diego O.⁵

¹Laboratorio de Ensayo y Calibración, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina² Departamento de Macrosistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina³Laboratorio de Ensayo y Calibración, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina⁴Departamento de Macrosistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina⁵Departamento de Macrosistemas, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina

Abstract— To be able to analyze the possible losses in flowmeters used for oxygen therapy, a field investigation was carried out analyzing different commercial brands of the same in two health institutions. Seven points of interest were chosen within the scale of the flowmeters analyzed between 5 l/min and 15 l/min, also measuring the flow rate supplied when this device is fully open. A statistical analysis of the measurements taken was carried out, finding differences in the values measured when working at different pressures. Finally, the results of the measurements of the flowmeters used out of scale yielded very interesting data that suggest future research associating the precision and use of the flowmeters with the effects on the patients, especially after the intensive use of oxygen therapy during the global pandemic by Cov-19.

Keywords— oxygen, flowmeter, management, medicine, CoV-19.

Resumen— Con el objetivo de analizar las posibles pérdidas en caudalímetros utilizados para oxigenoterapia, se realizó una investigación de campo analizando distintas marcas comerciales de los mismos en dos instituciones de salud. Se eligieron 7 puntos de interés dentro de la escala de los caudalímetros analizados entre 5 litros/min y 15 litros/minuto, midiendo también el caudal suministrado cuando éste dispositivo está abierto totalmente. Se realizó un análisis estadístico de las mediciones tomadas, encontrando diferencias en los valores medidos cuando se trabaja a distintas presiones. Por último, los resultados de las mediciones de los caudalímetros utilizados fuera de escala arrojaron datos muy interesantes que sugieren futuras investigaciones que asocien la precisión y utilización de los caudalímetros con los efectos en los pacientes, sobre todo luego del intensivo uso de la oxigenoterapia durante la pandemia mundial por Cov-19.

Palabras clave— caudalímetro, oxigenoterapia, oxígeno, consumo, estimación, gestión, CoV-19.

Determination of biological residue on surfaces of medical equipment

Luis Pulenta¹, Gonzalo A. Quiroga¹ Diego Gómez¹

¹*Servicio de Ingeniería Clínica del Hospital Público Descentralizado Dr. Guillermo Rawson, San*

Abstract— It is necessary to know the surface infectious load of medical equipment. This makes it possible to determine the state of cleanliness and to know the risk of the members of the Engineering Service. Bioluminescence method for determining protein load was chosen. A preliminary study is presented 104 medical equipment that arrived the Clinical Engineering Service. A cleaning validation was developed, supervised by the infectology committee of the Hospital, to determine the acceptance ranges. It is concluded that 3% of the equipment is in the acceptable range, 1% in the precautionary range and 96% in the unacceptable range. The results allow the analysis of the cause and the proposal of a continuous evaluation program.

Keywords— Medical Equipment, URL, Bioluminescence.

Resumen— Es necesario conocer la carga infectológica en superficie de equipos médicos. Esto posibilita determinar el estado de limpieza y conocer el riesgo de los integrantes del Servicio de Ingeniería Clínica. Se eligió el método de determinación de cargaprotéica por bioluminiscencia de 3M. Se presenta un estudio preliminar en 104 equipos médicos que ingresaron al Servicio de Ingeniería Clínica para su mantenimiento. Se realizó una validación de limpieza supervisados por el comité de Infectología del Hospital para determinar los rangos de aceptación. Se concluye que el 3 % de los equipos hisopados se encuentra en rango aceptable, el 1 % en rango de precaución y 96% en rango no aceptable. Los resultados permiten el análisis de causa y planteo de un programa de evaluación continuo considerando los Servicios Críticos.

Palabras clave— Equipos Médicos, URL, Bioluminiscencia.

Medical Ecosystem: Smart Health Management Platform

Ing. Francisco. Madrid¹, Biong. Debora. Rubio¹,
Ing. Sergio. Ponce¹, Ing. Guadalupe. Salguero¹, Manuel. Meraviglia¹ and Dr. Debora. Arce¹

¹*Grupo de Análisis, Desarrollos e Investigaciones Biomédicas (GADIB), UTN Facultad Regional San Nicolas, San Nicolas de los Arroyos, Buenos Aires, Argentina.*

Abstract— Healthcare can be understood as multiple services that converge in the best quality of life and health of citizens. With the advancement of computer systems and IoT, it is possible to develop useful tools for efficient management. This paper describes the continuous development of a platform applied to primary health care in a city of Buenos Aires province, in which there are twelve health centers, including hospitals and peripheral care centers (CAP). To achieve our objective, regulations related to the subject were analyzed, which were useful for the implementation of a modular platform adapted to different benefits.

Keywords— Platform, IoT, health services management, smart cities, smart health

Resumen— La atención sanitaria puede entenderse como múltiples servicios que confluyen en la mejor calidad de vida y salud de los ciudadanos. Con el avance de los sistemas informáticos e IoT es posible desarrollar herramientas de gran utilidad para una gestión eficiente. En este trabajo se describe el desarrollo continuo de una plataforma aplicada a la atención primaria de la salud en un municipio de la provincia de Buenos Aires, en el cual se encuentran doce centros de salud, entre hospitales y centros de atención periférica (CAP). Para lograr nuestro objetivo, se analizaron algunas normativas relacionadas con la temática, las cuales nos resultaron útiles para la implementación de una plataforma modular adaptada a diferentes prestaciones.

Palabras clave— Plataforma, IoT, gestión de servicios de salud, smart cities, smart health

Reinstallation of hemodialysis room without hospitalization (ESSIT) in the Public System of Tierra del Fuego, due to a fire in the Service.

Mgs. Jorge Daniel Romero¹

¹*Departamento de Ingeniería Clínica Zona Sur del Ministerio de Salud de Tierra del Fuego.*

Abstract— Due to the fire incident that occurred on 7/7/2021 in the only public hospital in the city of Ushuaia, in Tierra del Fuego, the hemodialysis center that worked there was disabled. This has motivated the development of a plan of action and care for chronic patients, which involved the Department of Clinical Engineering South Zone of the Ministry of Health of TDF, in the rapid reinstallation of the hemodialysis center to the modular hospital for the care of COVID 19.

Resumen— Debido al siniestro del incendio producido el 7/7/2021 en el único hospital público de la ciudad de Ushuaia, en Tierra del Fuego, se inhabilitó el centro de hemodiálisis que allí funcionaba. Esto ha motivado que se desarrolle un plan de actuación y atención de pacientes crónicos, que involucro al Departamento de Ingeniería Clínica Zona Sur del Ministerio de Salud de TDF, en la reinstalación rápida del centro de hemodiálisis al hospital modular destinado a la atención de COVID 19.

Palabras clave—hemodiálisis, PNGCAM.

Methodology for the Evaluation and Selection of High Complexity Medical Equipment: Application of Multicriteria Analysis Techniques

Mg. Ing. Ignacio M. Marolla

Hospital de Alta Complejidad en Red El Cruce Dr. Néstor Carlos Kirchner, Florencio Varela, Argentina.

Universidad Nacional Arturo Jauretche, Bioingeniería, Instituto de Ingeniería y Agronomía, Universidad Nacional Arturo Jauretche, Florencio Varela, Argentina.

Abstract— Given the need to acquire a magnetic resonance imaging equipment through public tender and in order to objectify the decision-making process taking into account multiple variables, a mathematical model has been developed based on the use of the AHP (Analytic Hierarchy Process) multicriteria analysis method, the linear weighting method and the use of indicators to compare offers. For this purpose, a hierarchy of evaluation criteria was defined and for comparison, a multidisciplinary team was formed, made up of engineers, medical imaging specialists, lawyers, and economists, thus obtaining a criteria prioritization scheme. The suppliers' offers were evaluated through indicators and then weighted according to the criteria prioritization scheme, in order to obtain a numerical order of them and select the best offer based on the criteria defined by the multidisciplinary team. The method has turned out to be applicable to the evaluation and selection process of highly complex biomedical technology and allowed an ordering of the offers based on a numerical priority that took into account multiple criteria. In a fast-growing medical technology market, this type of method improves understanding of decision processes that depend on multiple criteria and helps institutions reduce risk when making decisions.

Key words— CI, AHP, multicriteria, medical technology, weighing, magnetic resonance.

Resumen— Ante la necesidad de adquirir un resonador magnético mediante licitación pública y con el fin de objetivar el proceso de decisión teniendo en cuenta múltiples variables, se ha desarrollado un modelo matemático a partir de la utilización del método de análisis multicriterio AHP (Analytic Hierarchy Process), el método de ponderación lineal y el uso de indicadores para comparar las ofertas. Para tal fin se definió una jerarquía de criterios de evaluación y para su comparación se conformó un equipo multidisciplinario integrado por ingenieros, médicos especialistas en imágenes, abogados y economistas, obteniendo de esta forma un esquema de priorización de los criterios. Las ofertas de los proveedores fueron evaluadas a través de indicadores y luego ponderadas de acuerdo al esquema de priorización de criterios, para obtener de esta forma un ordenamiento numérico de las mismas y seleccionar la mejor oferta en base a los criterios definidos por el equipo multidisciplinario. El método ha resultado ser aplicable al proceso de evaluación y selección de tecnología biomédica de alta complejidad y permitió un ordenamiento de las ofertas en base a una prioridad numérica que tuvo en cuenta múltiples criterios. En un mercado de tecnología médica en vertiginoso crecimiento, este tipo de métodos permite mejorar la comprensión de los procesos de decisión que dependen de múltiples criterios y ayuda a las instituciones a disminuir el riesgo a la hora de tomar decisiones.

Palabras clave— IC, AHP, multicriterio, tecnología médica, ponderación, resonancia magnética.

Biosafety capsule for COVID-19 patient transport

Gonzalo A. Quiroga¹, Luis Pulenta¹

¹*Servicio de Ingeniería Clínica del Hospital Público Descentralizado Dr. Guillermo Rawson, San Juan, Argentina.*

Abstract— Seeking to reduce the incidence of COVID-19 infections in health workers, a device was designed that works as a mechanical barrier against the virus, based on mechanical isolation and air filtering.

Keywords— COVID-19, capsule, biosafety, isolation, filtered air.

Resumen— Buscando reducir la incidencia de contagios por COVID-19 en el personal de salud, se diseñó un dispositivo que funciona como barrera mecánica ante el virus, basado en aislamiento mecánico y filtrado del aire.

Palabras clave— COVID-19, cápsula, bioseguridad, aislamiento, filtrado de aire.

Quality and risk management for acoustic pollution in intensive care units

Andrea Hongn¹, Lucila Mónica Figueroa Gallo¹ y Juan Manuel Olivera¹

¹*Gabinete de Tecnologías Médicas, Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías, UNT*

Abstract— The project aims to apply the international standard ISO 9001:2015 -which incorporates risk-based thinking- and ISO 31000:2018 -which provides guidelines for risk management- in neonatal intensive care units where high noise levels are a risk to physical and mental health in patients and staff of the institution. The analysis is based on the values recommended by medical device standards, medical associations, and data from various health establishments obtained from scientific publications. Through the identification and evaluation of adverse incidents associated with noise, statistics will be generated to develop protocols and execute preventive actions to mitigate and minimize those effects. This analysis is complemented with information from previous own experiences in public institutions plus new data from a private health institution via new field measurements, surveys and interviews to staff. With the risk map associated, it will be performed a qualitative and quantitative data analysis that will allow the organization to identify the factors that cause a deviation in its processes and quality management system from the planned results.

Keywords— Acoustic pollution, noise, neonatal intensive care unit, risks, quality

Resumen— El proyecto tiene como objetivo aplicar la norma internacional ISO 9001:2015 -que incorpora el pensamiento basado en riesgo- y la ISO 31000:2018 -que da las directrices para la gestión de riesgo- en unidades de cuidados intensivos neonatales donde el nivel de ruido elevado constituye un riesgo para la salud física y mental de los pacientes y el personal de la institución. El análisis se basa en los valores recomendados por las normas de dispositivos médicos, asociaciones médicas y datos de distintos establecimientos de salud obtenidos de publicaciones científicas. A través de la identificación y evaluación de incidentes adversos asociados al ruido se busca generar estadísticas para elaborar protocolos y ejecutar acciones preventivas destinadas a mitigar y eliminar los efectos asociados al ruido. Este análisis se complementa con la información conseguida en experiencias propias previas en instituciones públicas, sumado a nuevos datos de una institución de salud privada a través de nuevas mediciones de campo, encuestas y entrevistas al personal. Con el desarrollo del mapa de riesgos asociado se realizará un análisis cualitativo y cuantitativo de los datos que permitirá a la organización conocer los factores que podrían causar que sus procesos y sistema de gestión de la calidad se desvíen de los resultados planificados.

Palabras clave—Contaminación acústica, ruido, unidad de cuidados intensivos neonatales, riesgos, calidad.

Development and application of a priority coefficient for the purchase of medical equipment.

Luis Pulenta¹, Gonzalo A. Quiroga¹

¹Servicio de Ingeniería Clínica del Hospital Público Descentralizado Dr. Guillermo Rawson, San Juan

Abstract— This paper proposes the development of a priority coefficient for the purchase of medical technology based on two relevant aspects: impact and unsatisfied demand. It aims to add value to a process that generally does not base its decisions on strategic planning or objective evidence. The coefficient was determined in 28 processes carried out during 2022 that served as a basis for the Hospital's Planning Department to make purchasing decisions. As future work, the need to determine the validation of the coefficient is proposed.

Keywords— Priority, Medical Technology Acquisition, Clinical Engineering

Resumen— En este trabajo se plantea el desarrollo de un coeficiente de prioridad para la compra de tecnología médica basado en dos aspectos relevantes: impacto y la demanda insatisfecha. Pretende agregar valor a un proceso que generalmente no basa sus decisiones en planificación estratégica ni evidencia objetiva. Se determinó el coeficiente en 28 procesos llevados a cabo durante el 2022 que sirvieron de base para la toma de decisión de compra a la Dirección de Planificación del Hospital. Como trabajo futuro, se plantea la necesidad de determinar la validación del coeficiente.

Palabras clave— Prioridad, Adquisición de tecnología médica, Ingeniería Clínica.

Cleanrooms and controlled environments analysis in a high complexity hospital

Cintia B. Páez¹, Rocío B. Buenamaizón²,
Luis Pulenta³ y Pablo Morales⁴

¹*Servicio de Ingeniería Clínica, Hospital Público Descentralizado Dr. Guillermo Rawson, San Juan, Argentina.*

Abstract— The present work is framed within the area of Clinical Engineering and Medical Technology Management and includes the Clean Area Analysis within a highly complex Hospital. Faced with the lack of knowledge of the air quality conditions of the critical sectors of the hospital, the objective is to generate a procedure for the measurement and evaluation of operating rooms, immunocompromised rooms and isolation in therapies. With this work, the classification of areas according to ISO 14644 and the assessment of biocontamination according to ISO 14698 were achieved. The amount of particles, air changes, differential pressure and air microbiology were tested. It was developed in the Clinical Engineering service of the hospital, with equipment acquired by the institution. Corrective actions will be generated based on the results obtained.

Keywords— Clean area, Clinical Engineering, Biocontamination, Highly Complex Hospital.

Resumen— El presente trabajo se enmarca dentro del área de Ingeniería Clínica y Gestión de Tecnología Médica e involucra el Análisis de Área Limpia dentro de un Hospital de alta complejidad. Frente al desconocimiento de las condiciones de calidad de aire de los sectores críticos del nosocomio, se plantea como objetivo generar un procedimiento para la medición y evaluación de los quirófanos, habitaciones de inmunocomprometidos y aislamientos en las terapias. Con este trabajo se logró la clasificación de áreas según la Norma ISO 14644 y la valoración de biocontaminación según la Norma ISO 14698. Se ensayó cantidad de partículas, renovaciones de aire, presión diferencial y microbiología aérea. Fue desarrollado en el servicio de Ingeniería Clínica del nosocomio, con equipamiento adquirido por la institución. Se logró generar acciones correctivas a partir de los resultados obtenidos.

Palabras clave— Área Limpia, Ingeniería Clínica, Biocontaminación, Hospital de Alta Complejidad.

Use of UVC radiation as a complementary disinfection element in the Covid-19 Pandemic in 2020. Ushuaia, Tierra del Fuego.

Ing. Adrian Schwerdt¹, Ing. Leandro Faccendini², Bioing. Jorge Daniel Romero³

¹*Departamento de Ingeniería Clínica de APS Zona Sur, Ministerio de Salud de TDF, Ushuaia, TDF, Argentina.*

²*Departamento de Ingeniería Clínica de APS Zona Norte, Ministerio de Salud de TDF, Ushuaia, TDF, Argentina.*

³*Departamento de Ingeniería Clínica Zona Sur, Ministerio de Salud de TDF, Ushuaia, TDF, Argentina.*

Abstract—In Tierra del Fuego, an insular province, with very cold climates and the possibility of rapid transmission in a pandemic, the few health resources can collapse. In the initial stage of the covid-19 pandemic, the focus was to decrease the transmission or airborne transmission of the virus, and projects aimed at this were well received. The Departments of Clinical Engineering of Tierra del Fuego, carried out actions in the design and implementation of ultraviolet C irradiation germicide devices (UVCGI) to reduce the viral load of environments and as a complement to disinfection, with excellent results.

Resumen—. En Tierra del Fuego, provincia Insular, con climas muy fríos y la posibilidad de transmisión rápida en pandemia que pueda colapsar los acotados recursos en salud. Al inicio de la pandemia de la covid-19, el enfoque fue disminuir la transmisión o aerotransportación del virus, y proyectos destinados a esto fueron bien recibidos. Los Departamentos de Ingeniería Clínica del Ministerio de Salud de Tierra del Fuego, llevaron acciones en el diseño y puesta en práctica de sistemas de irradiación germicidas ultravioleta clase C (UVCGI) para disminuir la carga viral de los ambientes y como complemento a la desinfección, con resultados excelentes.

Palabras clave—UVC, irradiación, desinfección,

Structures Analysis of Biomedical Technology Services in Public Health of Argentine Patagonia. Proposal for the organization and functions of the Biomedical Technology Service.

Jorge Daniel Romero¹, Federico Paschetta²

¹*Departamento de Ingeniería Clínica Zona Sur. Ministerio de Salud de la Provincia de Tierra del Fuego. Ushuaia. Argentina.*

²*Instituto Tecnológico Buenos Aires, CABA. Buenos Aires. Argentina.*

Abstract— The management of medical technology in the public health system of Patagonia Argentina is of the utmost importance for the improvement of care. For this, a field investigation was carried out through a survey system, revealing the state of the management structures, generally called the Biomedical Technology Service. The sample corresponds to 30 references, representing 188 health establishments from all the provinces of Patagonia. Based on the data obtained, the national health care quality assurance program and WHO documentation, models are proposed for medical technology management structures and organization based on the care level of the establishments.

Keywords— Active Medical Products (PMA), Biomedical Technology Services (BTS), Clinical Engineering (CE)

Resumen— La gestión de tecnología médica en el sistema de salud público de la Patagonia Argentina es de suma importancia para la mejora asistencial. Para eso se realizó una investigación de campo mediante un sistema de encuestas relevando el estado de las estructuras de gestión, denominadas en forma general Servicio de Tecnología Biomédica. El muestreo corresponde a 30 referentes, que representan a 188 establecimientos sanitarios de todas las provincias de la Patagonia. Basados en los datos obtenidos, el programa nacional de garantía en la calidad de atención médica y documentación de la OMS, se proponen modelos para las estructuras de gestión de tecnología médica y organización en función del nivel asistencial de los establecimientos.

Palabras clave— Productos médicos activos (PMA), Servicios de Tecnología Biomédica (STB), Ingeniería Clínica (IC)

Analysis of the description of failures involving the operation of infusion pumps in a Brazilian hospital

Mayla dos S. Silva¹, Luciana Alves Fernandes³, Mariana Ribeiro Brandão², Suelia de S. R. Fleury Rosa^{1,3} and Antônio Piratelli-Filho^{1,3}

¹*Mechatronic Systems Program, at Mechanical Engineering Department, University of Brasilia, Brasilia, Brazil.*

²*Institute of Biomedical Engineering, Department of Electrical Engineering. Federal University of Santa Catarina. Brazil.*

³*Biomedical Engineering Program, University of Brasilia, Brasilia, Brazil.*

Abstract— The Infusion Pump (IP) is the medical equipment with the highest number of adverse events reported in Brazil. With the pandemic of COVID-19, there was an intensification in the use of this device due to high doses of sedatives for patients on assisted mechanical ventilation. Thus, this article aims to analyze the failures in IPs in a hospital in Brazil. The information about IP was acquired by the Clinical Engineering hospital software in the period from 2008 to 2021. In the analysis, the devices were counted and separated by sectors of the hospital environment. In addition, the priority given to the corrective maintenance was categorized to understand the continuity of the services. After checking the number of pumps, it was noted that the 193 failed 781 times, in which 54.29% of the failures were more recurrent in the ICUs. Additionally, 144 pumps were rated "High Priority", followed by 13 rated as "Very High". Therefore, it is essential that Clinical Engineering incorporates the periodic analysis of failures, considering the whole context of operation to make the use of the equipment safer.

Keywords— Infusion pump, failure, clinical engineering, corrective maintenance, reliability, data analysis.

Resumen— La Bomba de Infusión (BI) es el equipo médico con mayor número de eventos adversos reportados en Brasil. Con la pandemia de COVID-19, hubo una intensificación en el uso de este dispositivo debido a las altas dosis de sedantes para pacientes en ventilación mecánica asistida. Así, este artículo tiene como objetivo analizar las fallas en los BI en un hospital de Brasil. La información sobre BI fue adquirida por el software hospitalario Clinical Engineering en el período de 2008 a 2021. En el análisis, los dispositivos fueron relevados y asignados a los diferentes sectores del entorno hospitalario. Además, se categorizó la prioridad dada al mantenimiento correctivo para entender la continuidad de los servicios. Tras comprobar el número de bombas, se constató que las 193 fallaron 781 veces, en las que el 54.29% de las fallas fueron más recurrentes en las UCI. Además, 144 bombas recibieron la calificación "Alta prioridad", seguidas de 13 calificadas como "Muy alta". Por lo tanto, es fundamental que la Ingeniería Clínica incorpore el análisis periódico de fallas, considerando todo el contexto de operación para hacer más seguro el uso del equipo.

Palabras clave— Bomba de infusión, falla, ingeniería clínica, mantenimiento correctivo, fiabilidad, análisis de datos.

Daily assessment of specific mechanical power was useful to predict the risk of death due to refractory hypoxemia in patients with SARS-CoV2

Néstor Pistillo¹⁻², Fernando Ballina^{2,3}, Ezequiel Mazzoni^{2,4} and Ignacio Marolla^{2,5}

Departamento de Terapia Intensiva del Hospital de Alta Complejidad en Red El Cruce, Néstor Carlos Kirchner. Buenos Aires, Argentina.

Carrera de Bioingeniería de la Universidad Arturo Jauretche (UNAJ). Buenos, Aires, Argentina.

Dirección de Infraestructura y Equipamiento del Hospital Nacional Profesor Alejandro Posadas. Buenos Aires, Argentina.

Dirección de Infraestructura y Equipamiento del Hospital de Alta Complejidad en Red El Cruce, Néstor Carlos Kirchner. Buenos Aires, Argentina.

Departamento de Ingeniería Clínica del Hospital de Alta Complejidad en Red El Cruce, Néstor Carlos Kirchner. Buenos Aires, Argentina.

Abstract-- The concept of specific mechanical power (SMP) tries to encompass most of the mechanical factors involved in the development of ventilator-induced lung injury (VILI), as an expression of the energy that is repeatedly applied to the aerated lung in ARDS. The objective of this work is to define its usefulness to predict the risk of death due to respiratory failure in patients with SARS-CoV-2. **Materials and methods:** 65 patients with SARS-CoV2, ventilated with a conventional protective strategy of low tidal volume (6 ml/kg/PBW) and limited plateau pressure (P_{Plat}: <30 cmH₂O), were studied. Pulmonary mechanical and oxygenation variables were recorded for 14 consecutive days. Patients were classified according to whether they had sustained high PME levels (≥ 0.5 J/min/mL/cmH₂O) or low levels. **Results:** Fifteen patients evolved with high PME, 14 of them died due to severe respiratory failure (PaO₂/FiO₂ <100), while death from this cause was rare in patients with low PME (1 of 40 patients). **Conclusion:** The same principles that govern the failure of a material can be applied to biological tissues, such as the lung. Persistently elevated levels of PME were associated with high mortality following respiratory failure in patients with SARS-CoV-2, even when they were ventilated with a conventional protective strategy

Keywords— Specific mechanical power, ARDS, SARS-CoV-2 and ventilator-induced lung injury.

Resumen: El concepto de potencia mecánica específica (PME) trata de englobar la mayoría de los factores mecánicos implicados en el desarrollo de la lesión pulmonar inducida por el ventilador (VILI), como expresión de la energía que se aplica de manera repetitiva sobre el pulmón ventilable en el SDRA. El objetivo de este trabajo es definir su utilidad para predecir el riesgo de muerte por insuficiencia respiratoria en pacientes con SARS-CoV-2. **Materiales y métodos:** Se estudiaron 65 pacientes con SARS-CoV2, ventilados con una estrategia protectora convencional de bajo volumen tidal (6 ml/kg/PBW) y limitada presión plateau (P_{Plat}: <30 cmH₂O). Se registraron las variables mecánicas pulmonares y de oxigenación durante 14 días consecutivos. Los pacientes fueron clasificados según si presentaban de manera sostenida niveles altos de PME (≥ 0.5 J/min/mL/cmH₂O) o bajos. **Resultados:** Quince pacientes evolucionaron con PME alta, 14 de ellos murieron por insuficiencia respiratoria grave (PaO₂/FiO₂ <100), mientras que la muerte por esta causa fue excepcional en los pacientes con PME baja (1 de 40 pacientes). **Conclusión:** Los mismos principios que gobiernan la falla de un material podrían ser aplicables a los tejidos biológicos, como el pulmonar. Niveles persistentemente elevados de PME se asociaron con alta mortalidad por insuficiencia respiratoria en pacientes con SARS-CoV-2, incluso cuando fueron

ventilados con una estrategia protectora convencional.

Palabra clave— Potencia mecánica específica, ARDS, SARS—CoV-2 e injuria pulmonar inducida por la ventilación mecánica.

MODELOS Y SIMULACIÓN DE SISTEMAS BIOMÉDICOS



Design of a wrist orthosis prototype from a 3D arm model using 3D printing

Lucas P. Acosta^{1,2,3}, Ana B. Zamora¹, Fernando D. Farfán^{2,3}

¹*Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina.*

²*Laboratorio de Investigaciones en Neurociencias y Tecnologías Aplicadas (LINTEC), Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Tucumán, Argentina.*

³*Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Tucumán, Argentina.*

Abstract— The development of devices to immobilize injured upper limbs encompasses various technologies and methodologies, from splinting and casting, to configurable composite orthoses. Through the application of computer-aided design (CAD) and computer-aided engineering (CAE) tools, we seek to design an immobilizing wrist orthosis model to reduce or eliminate rejections by the patient and the need to adjust the immobilizing device by the patient of the orthopedist. An idealized 3D forearm model was used for the design of a thin orthosis adapted to the particularities of the model used. The model was subjected to a FEM study to determine the distribution of stresses and strains in its geometric configuration. The prototype of the device was built in 3D printing. It could be seen that the majority values of stresses were concentrated in a small region in the opening of the fixing, whose value for the bending movement was 173.16 MPa, while for the extension it was 111.72 MPa, both concentrated in the central openwork on the outer side. Total displacements were the majority at the distal end of the orthosis, with values of 3.69mm for flexion and 2.38mm for extension.

Keywords— Orthosis, 3D Model, 3D Printing

Resumen— El desarrollo de dispositivos para inmovilizar miembros superiores lesionados abarca diversas tecnologías y metodologías, desde el entablillado y enyesado, hasta órtesis compuestas configurables. Mediante la aplicación de herramientas de diseño asistido por computadora (CAD) e ingeniería asistida por computadora (CAE) buscamos diseñar un modelo de órtesis inmovilizante de muñeca para reducir o eliminar los rechazos por parte del paciente y la necesidad de ajustar el dispositivo inmovilizante por parte del ortopedista. Se empleó un modelo 3D de antebrazo idealizado para el diseño de una órtesis delgada adaptada a las particularidades del modelo empleado. El modelo se sometió a un estudio de método de elemento finito (FEM) para determinar la distribución de esfuerzos y deformaciones en su configuración geométrica. El prototipo del dispositivo se construyó en impresión 3D. Pudo verse que los valores mayoritarios de tensiones se concentraron en una pequeña región en la caladura de la fijación, cuyo valor para el movimiento de flexión fue de 173.16 MPa, mientras que para la extensión fue de 111.72 MPa, ambos concentrados en el calado central del lado externo. Los desplazamientos totales fueron mayoritarios en el extremo distal de la órtesis, con valores de 3.69mm para la flexión y 2.38mm para la extensión.

Palabras clave— Ortesis, Modelo 3D, Impresión 3D

Simulation of single fiber action potentials in a cylindrical EMG model: a comparative study

Valentín A. Catacora*, Mariano Fernández-Corazza* and Enrique M. Spinelli*

**Instituto de Investigaciones en Electrónica, Control y Procesamiento de Señales (LEICI), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina.*

Abstract— In this article, a surface electromyogram (sEMG) simulation study is presented, based on the propagation of a single fiber action potential (SFAP) within a volume conductor that represents a body limb. The objective of this work is to compare how different resolutions of the volume conductor mesh affect the signals obtained by surface electrodes when the source is simulated as an electric current tripole. The volume conductor was designed as a cylinder with multiple layers representing skin, fat, muscle, cortical bone, and cancellous bone tissues, and three finite-element (FE) volumes of different densities were meshed. To locate the current tripole within the volume conductor, approximations were made with the barycentric coordinates of the mesh tetrahedrons where the tripole nodes should be positioned. A SFAP propagating along a path parallel to the skin surface was simulated, and a set of signals was obtained from an array of five-point surface electrodes with different measurement configurations. The simulated measurements in each model were contrasted with a ground truth signal, which was obtained from a model with additional refinement at the PAFS trajectory. It is concluded that the density of the mesh directly affects the quality of the simulation, and that the measurement configuration does not significantly affect the results. The positioning of the tripoles with barycentric coordinates is feasible for PAFS simulations if the mesh has an average distance of less than 1 mm.

Keywords— Modeling, finite-element, single fiber action potential, electromyogram (EMG).

Resumen— En este artículo, se presenta un estudio de simulación de electromiograma superficial (EMGs), basado en la propagación de un potencial de acción de fibra simple (PAFS) dentro de un volumen conductor que representa una extremidad del cuerpo. El objetivo de este trabajo es comparar cómo afectan distintas resoluciones del mallado del volumen conductor en las señales obtenidas por electrodos superficiales cuando la fuente es simulada como un tripolo de corriente. El volumen conductor se diseñó de forma cilíndrica con múltiples capas que representan los tejidos de piel, grasa, músculo, hueso cortical y hueso esponjoso, y se mallaron tres volúmenes de elementos finitos (EF) de distinta densidad. Para ubicar el tripolo de corriente dentro del volumen conductor, se realizaron aproximaciones con las coordenadas baricéntricas de los tetraedros del mallado en donde deben posicionarse sus nodos. Se simuló un PAFS propagándose por una trayectoria paralela a la superficie de la piel, y se obtuvo un conjunto de señales provenientes de un arreglo de cinco electrodos superficiales puntuales que forman distintas configuraciones de medida. Las mediciones simuladas en cada modelo fueron contrastadas con una señal *ground truth*, que se obtuvo de un modelo con un refinamiento adicional en la trayectoria del PAFS. Se concluye que la densidad del mallado afecta directamente a la calidad de la simulación, y que la configuración de medida no afecta significativamente en el resultado. El posicionamiento de tripolos con coordenadas baricéntricas resulta factible para simulaciones de PAFS si el mallado logra una distancia media menor a 1 mm.

Palabras clave— Modelado, elementos finitos, potencial de acción de fibra simple, electromiograma (EMG).

Knee prostheses modelling: deformation of the low rigidity component

Brenda A. Weiss¹, Sebastián Ubal¹ and José Di Paolo¹

¹*Grupo Biomecánica Computacional (GBC), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina..*

Abstract— The synovial fluid is usually assumed to be Newtonian despite its viscoelastic behavior. In this paper a model based on the Reynolds equation and the Phan-Thien and Tanner rheological law (PTT) is presented. The model, of the ellipsoid-on-plane type, contemplates the curvature of the articular surfaces and assumes the tibial component, typically made of ultra-high molecular weight polyethylene (UHMWPE), deforms elastically according to either the column model (EoPEc) or the resolution of the 3D linear elasticity equations (EoPE). Using a numerical procedure based on the Finite Element Method, the non-Newtonian lubrication flow governing equations were simultaneously solved to find the component of the total stress tensor for the PTT model, in the direction perpendicular to the flow, and the lubricating film thickness. From these results the friction forces and friction coefficients on the articular surfaces were calculated. Simulations corresponding to the squeeze film lubrication mode were carried out, varying the relaxation constant λ of the fluid. Small differences in friction coefficients are observed when comparing the EoPE and EoPEc models. However, the EoPEc model leads to overestimates of the lubricant film thickness, regardless of the value of λ considered, so the quantitative predictions derived from the EoPE model are more conservative, especially when the height of the lubrication channel is considered.

Keywords— elasticity, lubrication, Squeeze-film lubrication, Phan-Thien and Tanner fluid.

Resumen— El fluido sinovial que lubrica las prótesis de rodilla usualmente se asume como newtoniano a pesar de ser viscoelástico. En este trabajo se presenta un modelo basado en la ecuación de Reynolds y en la ley reológica de Phan-Thien y Tanner (PTT). El modelo, de tipo elipsoide-sobre-plano, contempla la curvatura de las superficies articulares y asume que el componente tibial, típicamente fabricado en polietileno de ultra alto peso molecular (UHMWPE) se deforma en forma elástica, yasea de acuerdo al modelo simplificado de columna (EoPEc) o requiriendo la resolución de las ecuaciones de elasticidad lineal (EoPE). Utilizando un esquema numérico basado en el Método de Elementos Finitos se resolvieron simultáneamente las ecuaciones gobernantes del flujo de lubricación no newtoniano, para encontrar la componente del tensor de tensiones totales para el modelo PTT, en la dirección perpendicular al flujo, y la forma del canal de flujo. A partir de estos resultados se calcularon las fuerzas de fricción y los coeficientes de fricción sobre las superficies articulares. Se realizaron simulaciones correspondientes a la lubricación por aplastamiento, variando la constante de relajación λ del fluido. Se observan pequeñas diferencias en los coeficientes de fricción al comparar los modelos EoPE y EoPEc. Sin embargo, el modelo EoPEc conduce a sobreestimaciones del espesor de película lubricante, independientemente del valor de λ considerado, por lo que las predicciones cuantitativas derivadas del modelo EoPE resultan más conservadoras, especialmente cuando se considera la altura del canal de lubricación.

Palabras clave— elasticidad, lubricación, aplastamiento, fluido de Phan-Thien y Tanner.

Potential effects of physical activity during menopause according to a computational model of bone remodeling applied to the femur

Feliciano Franco^{1,2}, Diego M. Campana^{1,2}, Carlos Borau Zamora³ y Marcelo E. Berli¹

¹Grupo Biomecánica Computacional, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina ²Instituto de Investigación y Desarrollo en Bioingeniería y Bioinformática, CONICET - UNER, Oro Verde, Argentina ³Multiscale in Mechanical and Biological Engineering, Department of Mechanical Engineering, University of Zaragoza, 50018 Zaragoza, Spain

Abstract— During menopause, hormonal imbalances occur that lead to a loss of bone mass and a weakening of the bones. This unhealthy condition often is faced with hormonal therapies. Also, there is evidence that physical therapies would also improve the state of the skeletal system. This work aims to explore the effects of changes in routine physical activity on bone health during this stage of life. A computational model of bone remodeling applied to the femur is used to achieve this goal. Results suggest that a decrease in physical activity impairs bone condition while an increase in physical activity provides better benefits the earlier the change in routine is applied.

Keywords— Bone remodeling, menopause, numeric simulation, physical exercise.

Resumen— Durante la menopausia se producen desequilibrios hormonales que conducen a una pérdida de masa ósea y a un debilitamiento de los huesos. Esta situación suele tratarse mediante terapias hormonales. Además, existe evidencia de que terapias físicas también mejorarían el estado del sistema esquelético. En este trabajo se pretende explorar los efectos de cambios en la actividad física rutinaria sobre la salud ósea durante esta etapa de la vida. Para lograr este objetivo se utiliza un modelo computacional de remodelación ósea aplicado al fémur. Los resultados sugieren que la disminución en la actividad física perjudica la condición del hueso mientras que un aumento en la actividad física otorga beneficios mayores conforme más temprano se implemente el cambio de rutina.

Palabras clave— Remodelación ósea, menopausia, simulación numérica, ejercitación física.

Parametric analysis of a polymeric aortic valve prosthesis: structural study for non- basal loading.

Exequiel R. Frías, Brenda Weiss, Marcelo E. Berli, José Di Paolo

Grupo Biomecánica Computacional, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina.exequiel.fries@uner.edu.ar

Abstract—This paper shows computational simulations using the finite element method for the dynamic behavior analysis of the closure of an aortic polymeric valve prosthesis. It could be useful as a replacement for a failing aortic valve by transcatheter implantation or by conventional replacement surgery. A 3D geometry of a trileaflet valve taken from bibliography is simulated. The simulation mainly evaluates the closure behavior, assuming all materials as a linear elastic solid. A basal physiological load condition is applied to the original geometry of the leaflets in the form of a transvalvular differential pressure for a complete cardiac cycle of 70 bpm, as well as for non-basal cases with changes in preload, postload and heart rate, considering a Styrene- Ethylene/Propylene-Styrene polymer. The results show that the stresses on the shells are in general below the fracture limits for considered material, except in the areas of shell-support embedment where stress concentration can lead to damage.

Keywords— *valvular polymeric prosthesis, aortic valve, finite element method, transcatheter aortic valves implantation (TAVI).*

Resumen— En este trabajo se presentan simulaciones computacionales mediante el método de elementos finitos para el análisis del comportamiento dinámico del cierre de una prótesis valvular aórtica compuesta de polímero en su totalidad. La misma podría ser colocada como reemplazo de una válvula aórtica insuficiente mediante una implantación transcatéter o por cirugía de reemplazo convencional. Se simula una posible geometría 3D completa. La simulación evalúa el comportamiento de una prótesis valvular trivalva, asumiendo el material como un material sólido elástico lineal. Sobre la geometría original de las valvas se aplica una condición de carga fisiológica basal en forma de presión diferencial transvalvular, para un periodo de tiempo que corresponde a un ciclo cardíaco completo de 70 lpm, como también para casos no basales con cambios en la precarga, la poscarga y la frecuencia cardíaca, considerando un material polimérico estireno-etileno-propileno-estireno. Los resultados muestran que las tensiones sobrelas valvas están por debajo del límite de rotura del material considerado, excepto en las zonas de empotramientos de las valvas con la estructura de soporte donde existen zonas de concentración de tensiones que pueden derivar en daños.

Palabras clave— *prótesis valvular polimérica, válvula aórtica, método de elementos finitos, implante transcatéter de válvula aórtica(TAVI).*

Numerical simulation of a ventricular diastolic filling

Juan P. G. Mari¹, Carlos A. Perazzo^{1,2} and Damian Craiem^{1,2}

¹*Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Favaloro, Buenos Aires, Argentina.*

²*Instituto de Medicina Traslacional, Trasplante y Bioingeniería (IMeTTyB), Universidad Favaloro-CONICET, Buenos Aires, Argentina.*

Abstract— In order to identify patterns in the diastolic filling flow indirectly related to the myocardial stiffness, this paper presents simulations of a simplified left ventricular model with different values of the stiffness. The results obtained suggest the deceleration time and propagation velocity of the flow as indicators of the simulated chamber stiffness.

Keywords— Myocardial stiffness, diastolic function, numerical simulation.

Resumen— Con el objetivo de identificar patrones en el flujo de llenado diastólico que muestren una relación indirecta con la rigidez del miocardio, este trabajo presenta simulaciones realizadas sobre un modelo simplificado del ventrículo izquierdo con diferentes valores de la rigidez. Los resultados hallados sugieren al tiempo de desaceleración y a la velocidad de propagación del flujo como indicadores de la rigidez de la cámara elástica simulada.

Palabras clave— Rigidez del miocardio, función diastólica, simulación numérica.

PROCESAMIENTO DE IMÁGENES



AI-based descriptors of the distribution of SARS-CoV-2 in chest CT-scans

Milagros N. Ledesma, Javier Cebeiro, Marcela Morvidone

Centro de Matemática Aplicada (CEDEMA), Instituto de Tecnologías Emergentes y Ciencias Aplicadas (ITECA), UNSAM-CONICET, Escuela de Ciencia y Tecnología: San Martín, Buenos Aires, Argentina.

Abstract— In this work we propose descriptors for the study of the distribution and extension of the SARS- CoV-2 pneumonia in chest CT scans. The aim is to characterize distinctive radiological findings of the syndrome by means of descriptors derived from detection and segmentation AI-algorithms. The analysis allowed to find representative patterns of the distribution of the infection in the lung. It also suggests that descriptors derived from segmentation algorithms can be replaced by others based on classification algorithms that are easier to develop. This opens future lines of research for SARS-CoV-2 and other pathologies that are studied through images.

Keywords— SARS-CoV-2, artificial intelligence, deep learning, CT-scans.

Resumen— En este trabajo proponemos descriptores para el estudio de la distribución y extensión de la neumonía asociada al SARS-CoV-2 en imágenes de tomografía de tórax. El objetivo es caracterizar los hallazgos radiológicos distintivos del síndrome por medio de descriptores obtenidos a partir de algoritmos de detección y segmentación basados en inteligencia artificial. El análisis permitió hallar patrones característicos de la distribución de la infección en el pulmón. También sugiere que los descriptores derivados de algoritmos de segmentación pueden ser sustituidos por otros basados en algoritmos de clasificación que son más fáciles de desarrollar. Esto abre líneas futuras de investigación tanto para el caso del SARS-CoV-2 como de otras patologías que se estudian por imágenes.

Palabras clave— SARS-CoV-2, inteligencia artificial, aprendizaje profundo, imágenes tomográficas.

Pneumonia classification and analysis in Chest X-ray by means of Convolutional Neural Networks

Diego S. Comas^{1, 2}, Agustín Amalfitano¹, Luciana Simón González¹, Gustavo J. Meschino³, and Virginia L. Ballarin¹

¹Laboratorio de Procesamiento de Imágenes, Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas en Electrónica, Universidad Nacional de Mar del Plata-CONICET, Mar del Plata, Argentina.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

³Laboratorio de Bioingeniería, Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas en Electrónica, Universidad Nacional de Mar del Plata-CONICET, Mar del Plata, Argentina.

Abstract— In recent years, accessing to medical imaging studies has increased, improving the medical information available. Chest radiography allows detecting pathologies related to some serious diseases, becoming essential for the diagnosis of pneumonia, detection of masses, injuries, infiltrations, pneumothorax, among others. Based on its performance for medical image classification, in the present work the analysis and classification of chest X-rays for the case of pneumonia using convolutional neural networks is addressed, considering transfer-learning and networks trained from scratch. Also, an approach based on self-organized maps is proposed in order to study of the quality of the characteristics generated. An accuracy of 0.965 ± 0.008 was achieved for normal vs. pneumonia classification with FNR of 4.2%, which is consistent with the state of the art.

Keywords— Chest X-ray images, Pathology detection, Convolutional neural networks, Deep-learning.

Resumen— En las últimas décadas, se ha aumentado el acceso a estudios con imágenes médicas, elevando la cantidad de información médica disponible. La radiografía de tórax permite la detección de patologías relacionadas con algunas enfermedades graves, volviéndose fundamental para el diagnóstico de neumonía, detección de masas, lesiones, infiltraciones, neumotórax, entre otros. Partiendo de los antecedentes en clasificación de patologías sobre imágenes médicas, en este trabajo se aborda el análisis y clasificación de radiografías de tórax para el caso de neumonía a través de redes neuronales convolucionales, considerando transfer-learning y redes entrenadas desde cero. Se propone el análisis de la calidad de las características generadas por medio de mapas autoorganizados. Se alcanzó un $0,965 \pm 0,008$ de exactitud para la clasificación normal vs neumonía con una FNR de 4,2%, lo que es consistente con el estado del arte.

Palabras clave— Radiografías de tórax, Detección de Patologías, Redes Neuronales Convolucionales, Aprendizaje Profundo.

Anatomical Localization of Effective Connectivity Map Applied to Epilepsy Treatment.

Pablo J. de Arriba Senigaglia¹, Rocío B. Buenamaizón¹, Elisa M. Delahaye¹, Juan P. Graffigna¹, Rodolfo E. Rodríguez Schmädke¹, Graciana Galiana² and Omar Urquizu³.

¹*Gabinete de Tecnología Médica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, Argentina.*

²*Neuromed Argentina S.A., Mendoza, Argentina.*

³*Hospital Español, Mendoza, Argentina.*

Abstract— The present work is involved in the areas of Processing, Registration and Fusion of medical signals and images with application in Epilepsy. The main objective is to process effective connectivity information and implement diagnostic information fusion to improve the planning of epilepsy surgery. This technique aims to link information from medical images with connectivity obtained from stereoelectroencephalography signals (SEEG). Therefore, the effective connectivity has been calculated in 8 subjects, the connectivity maps have been defined and they have been anatomically fused with the imaging studies. With the combination of the information obtained, it is possible to define the hub nodes, which are then evaluated by stimulation. It is observed that there is correspondence between the hub nodes and the stimulation performed by neurophysiologists.

Keywords— Connectivity Map, Fusion of Medical Images, SEEG.

Resumen— El presente trabajo se enmarca en el área de Procesamiento, Registro y Fusión de Señales e Imágenes Médicas con aplicación en Epilepsia. El objetivo principal consiste en procesar información de conectividad efectiva e implementar técnicas de fusión de información diagnóstica para mejorar la planificación de la cirugía de epilepsia. Esta técnica pretende vincular la información de las imágenes médicas con la conectividad obtenida de señales de estereoelectroencefalografía (SEEG). Para ello se ha calculado para 8 sujetos la conectividad efectiva, se han definido los mapas de conectividad y se han fusionado anatómicamente con los estudios de imágenes. Con la combinación de la información obtenida es posible definir los nodos concentradores que luego se evalúan por estimulación. Se observa que existe correspondencia entre los nodos concentradores y la estimulación realizada por los neurofisiólogos.

Palabras clave— Mapa de Conectividad, Fusión de imágenes, SEEG.

Metrics applied to brain neural networks

E. M. Delahaye¹, P. de Arriba², R. B. Buenamaizón³,
J. P. Graffigna³, R. Otoyá⁴ and G. Galiana⁵

Gabinete de Tecnología Médica, Departamento de Electrónica y Automática (DEA), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.

Abstract— This work is framed within the field of medical signal and image processing applied to patients with refractory epilepsy. Thus, a computational method is proposed to characterize the topology of the Epileptogenic Zone Network (EZR), responsible for generating seizures. Based on Granger connectivity, applied to stereoelectroencephalography (SEEG) records and their spatial location, different metrics are calculated that provide complementary information to make the stimulation process more efficient, reducing its error. Neurophysiologists must perform a visual analysis of the SEEG and build an imaginary network selecting those candidate nodes to be stimulated, this process is complex, subjective and time-consuming, so the team of specialists requested the construction of some computational method that helps make selection easier. This work aims to characterize a three-dimensional network that allows optimizing the evaluation process of the nodes and thus corroborate the results obtained by both methods (visual and computational). The computational methods applied to the studies of 2 patients showed a similarity of 60% with respect to the analysis carried out by the medical team.

Keywords— refractory epilepsy, stereoelectroencephalography, effective connectivity, epileptogenic network.

Resumen— Este trabajo se enmarca dentro del procesamiento de señales e imágenes médicas aplicado a pacientes con epilepsia refractaria. Para ello se propone un método computacional para caracterizar la topología de la Red de la Zona Epileptógena (RZE), responsable de generar las crisis. Partiendo de la conectividad de Granger, aplicada a los registros de estereoelectroencefalografía (SEEG) y su localización espacial, se calculan diferentes métricas que aportan información complementaria para hacer más eficiente el proceso de estimulación, disminuyendo su error. Los neurofisiólogos deben realizar un análisis visual del SEEG y construir una red imaginaria seleccionando aquellos nodos candidatos a ser estimulados. Este proceso es complejo, subjetivo y demanda mucho tiempo, por lo que el equipo de especialistas solicitó la construcción de algún método computacional que ayude a facilitar la selección. El objetivo de este trabajo es caracterizar una red tridimensional que permita optimizar el proceso de valoración de los nodos y así corroborar los resultados obtenidos por ambos métodos (visual y computacional). Los métodos computacionales aplicados a los estudios de 2 pacientes arrojaron una similitud del 60 % con respecto al análisis llevado a cabo por el equipo médico.

Palabras clave— epilepsia refractaria, estereoelectroencefalografía, conectividad efectiva, red epileptógena.

Evaluation of segmentation tools applied to epilepsy

Lucía Bravo Cumpián¹, Rocío. B. Buenamaizón¹, Juan P. Graffigna¹, Virginia Ballarin², Jorge Rasmussen³

¹*Gabinete de Tecnología Médica, Departamento de Electrónica y Automática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan.*

²*Universidad Nacional de Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina.*

³*Hospital Español de Mendoza, Mendoza, Argentina.*

Abstract—This work is framed in the digital image processing field applied to neuro-imaging, taking into account the fundamental considering it has in the diagnosis of complex neurological pathologies. There are several segmentation tools or software that allows processing information from Nuclear Magnetic Resonance Imaging (MRI) or other techniques. Thus the need to incorporate, within the protocol of epilepsy surgery, the post-processing of Nuclear Magnetic Resonance Imaging (MRI). This and other tools allow enhancing the quality of the information analyzed in the athenaeums within the regional program of Epilepsy surgery.

This study was conducted at three levels, general, specific and clinical analysis. Eighteen software were analyzed in the first level, leaving only six tools to evaluate their installation and performance. Finally, two applications were selected, which managed to pass the different stages of analysis and accomplish the minimum requirements established.

Keywords— segmentation, tools, software, epilepsy.

Resumen—Este trabajo se enmarca en el ámbito del procesamiento digital de imágenes aplicado a neuro-imagen, teniendo en cuenta los fundamentos que tiene en el diagnóstico de patologías neurológicas complejas. Existen numerosas herramientas o softwares de segmentación que permiten procesar la información proveniente de las Resonancia Magnética Nuclear (MRI) u otras técnicas. Surge como necesidad de incorporar, dentro del protocolo de cirugía de epilepsia, el postprocesamiento de la Resonancia Magnética Nuclear (MRI). Esta y otras herramientas permiten potenciar la calidad de la información analizada en los ateneos dentro del programa regional de cirugía de Epilepsia.

Este estudio se realizó en 3 niveles, análisis general, específico y clínico. Se analizaron 18 softwares en el primer nivel, quedando solo 6 herramientas para evaluar su instalación y funcionamiento. Finalmente, se seleccionaron 2 aplicaciones, las cuales lograron pasar las distintas etapas de análisis y cumplir con los requisitos mínimos establecidos.

Palabras clave— segmentación, herramientas, software, epilepsia.

Leukocyte segmentation using morphological reconstruction defined in a fuzzy color space

Juan I. Pastore¹, Cristian E. Ordoñez¹, and Virginia L Ballarin¹

¹*Laboratorio de Procesamiento Digital de Imágenes, ICYTE – UNMdP – CONICET, Mar del Plata, Argentina.*

Abstract— In image processing, the color represents a powerful feature that simplify the identification of an object and its segmentation. Image segmentation is extremely important in clinical diagnostic assistance, helping the detection and the monitoring of the evolution of some diseases. Segmentation and classification of blood cells allows the diagnosis of different important pathologies. In this work, we propose a new automatic method for leukocytes segmentation by the definition of a morphological reconstruction operator defined in a diffuse color space.

Keywords— Mathematical morphology, fuzzy color space, segmentation, Leukocyte.

Resumen— En el procesamiento de imágenes, el color representa un potente descriptor que permite simplificar la identificación de un objeto y su extracción de una escena. La segmentación de una imagen, es de suma importancia dentro de las tareas de asistencia al diagnóstico clínico dado que facilita la detección y el monitoreo de la evolución de enfermedades y lesiones. En este sentido, la segmentación y clasificación de células sanguíneas permite la detección y diagnóstico de distintas patologías. En este trabajo se propone un nuevo método automático para la segmentación de leucocitos a partir de la definición del operador morfológico reconstrucción en un espacio de color difuso.

Palabras clave— Morfología matemática, espacio de color difuso, segmentación, leucocitos.

Convolutional Neural Networks and feature-visualization for pathology classification in Mammograms

Agustín Amalfitano¹, Diego S. Comas^{1, 2}, Gustavo J. Meschino³, and Virginia L. Ballarin¹

¹Laboratorio de Procesamiento de Imágenes, Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas en Electrónica, Universidad Nacional de Mar del Plata-CONICET, Mar del Plata, Argentina.

²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

³Laboratorio de Bioingeniería, Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas en Electrónica, Universidad Nacional de Mar del Plata-CONICET, Mar del Plata, Argentina.

Abstract— Breast cancer is the second deadliest cause of cancer in women. Mammography allows early detection and diagnosis of pathologies, allowing the radiologist to investigate the presence of anomalies, both different types of mass and calcifications. Convolutional neural networks have been successfully applied on medical images in multiple problems. Once trained, by proper analysis and interpretation, the information contained in the CNN can be useful to expand the knowledge about the problem under study. In this paper, it is addressed the classification of pathologies in mammograms with convolutional networks and their subsequent analysis by means of feature-visualization. It is based on the CBIS-DDSM dataset, considering transfer-learning and networks trained from scratch. The accuracy achieved for the mass vs calcification case was 0.911 ± 0.014 , exceeding that reported in the state of the art for transfer-learning and achieving the performance of networks specifically designed for mammography. The feature-visualization allowed to achieve relevant conclusions about the features extracted, proving being a suitable starting point for the analysis of medical images.

Keywords— Mammograms, pathology classification, convolutional neural networks, feature-visualization.

Resumen— El cáncer de mama es la segunda causa de cáncer más letal en mujeres. La mamografía permite la detección y diagnóstico temprano de patologías, permitiendo al radiólogo investigar la presencia de anomalías, ya sean distintos tipos de masa, como calcificaciones. Las redes neuronales convolucionales vienen siendo aplicadas con éxito en múltiples tipos de imágenes médicas. Su potencial está en que las salidas de sus capas definen características que contienen información que puede ampliar el campo de conocimiento sobre el problema abordado, si se encuentran mecanismos adecuados para su análisis e interpretación. En este trabajo se aborda la clasificación de patologías en mamografías con redes convolucionales y su posterior análisis por medio de *feature-visualization*. Se parte de la base de datos CBIS-DDSM, considerando *transfer-learning* y redes entrenadas desde cero. La exactitud alcanzada para el caso masa vs calcificación fue de $0,911 \pm 0,014$, superando lo reportado en el estado de arte para *transfer-learning* y alcanzando la performance de redes específicamente diseñadas para mamografías. El *feature-visualization* permitió extraer conclusiones relevantes sobre las características extraídas por las redes, siendo un punto de partida adecuado para el análisis de imágenes médicas.

Palabras clave— Mamografías, clasificación de patologías, redes neuronales convolucionales, visualización de características.

Non-invasive intraventricular pressure differences estimated with 4D-Flow cardiac MRI

Luz V. Stipechi¹, Mariano E. Casciaro¹, Federico N. Guilenea¹, Elie Mousseaux² and Damian Craiem¹

¹Facultad de Ingeniería, Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Favaloro, Argentina.,

²Instituto de Medicina Traslacional, Trasplante y Bioingeniería (IMETTyB) Universidad Favaloro- CONICET, Argentina.,

³Cardiovascular Imaging Unit Hôpital Européen Georges Pompidou, INSERM U970, Paris, France.

Abstract— The intraventricular pressure difference (IVPD) created between the base and the apex of the left ventricle (LV) is one of the main determinants of diastolic filling. It can be estimated non-invasively using Color Doppler M-mode (CMM) echocardiography to assess the diastolic function. However, as this method has limitations in terms of velocity sampling along a line within the LV, in recent years some attempts have been made to estimate IVPD with 4D-Flow cardiac magnetic resonance imaging that takes into account the temporal blood flow velocity in the three spatial directions (3D+t). In this work, a method has been proposed to obtain IVPD using 4D-Flow, generating a time-space velocity color map similar to that of CMM but built on a 3D path within the LV. To evaluate the method, 8 young and 8 elderly healthy volunteers (age 23 ± 3 vs 72 ± 4 years) were analyzed retrospectively and IVPD in the peak of E-wave was compared between them. In the elderly group, lower E-IVPD values were found compared to young volunteers (1.5 ± 0.5 mmHg vs 2.9 ± 0.9 mmHg, $p<0.01$). Furthermore, E-wave and A-wave peak velocity were calculated. The first was lower in elderly people than in the young (43 cm/s vs 70 cm/s, $p<0.001$), while the second was greater in the elderly (45 cm/s vs 29 cm/s, $p<0.001$). Accordingly, E/A ratio was lower in the elderly group (2.5 ± 0.7 vs 1.0 ± 0.3). This study explored a non-invasive method for estimating LV IVPD using 4D-Flow studies and showed that the gradients between the mitral valve and the apex significantly decreased with aging.

Keywords— Diastolic Function, Intraventricular pressure difference, cardiac magnetic resonance.

Resumen— La diferencia de presión intraventricular (DPIV) creada entre la base y el ápex del ventrículo izquierdo (VI) es uno de los principales determinantes del llenado diastólico. Usualmente, se la estima de forma no invasiva utilizando ecocardiografía Doppler color modo-M (CMM) para evaluar la función diastólica. Sin embargo, ya que este método posee la limitación de muestrear únicamente la componente de velocidad paralela a una línea recta, en los últimos años se ha buscado estimar la DPIV utilizando imágenes de resonancia magnética cardíaca 4D-Flow, que tiene en cuenta la velocidad de la sangre a lo largo del tiempo y en las tres direcciones espaciales (3D + t). En este trabajo se ha propuesto un método para obtener la DPIV utilizando 4D-Flow, generando un mapa color temporal-espacial de velocidad similar al de CMM, pero construido en un camino 3D dentro del VI. Para evaluar el método, se analizaron retrospectivamente voluntarios sanos, 8 jóvenes y 8 ancianos (edad 23 ± 3 vs 72 ± 4 años), y se comparó la DPIV en el pico de la onda E entre ambos grupos. En el grupo de ancianos, se obtuvieron valores menores de E-DPIV que en el de jóvenes (1.5 ± 0.5 mmHg vs 2.9 ± 0.9 mmHg, $p<0.01$). Además, se calcularon los picos de velocidad de la onda E y la onda A. El primero fue menor en ancianos comparado con el grupo de jóvenes (43 cm/s vs 70 cm/s, $p<0.001$), mientras que el segundo fue mayor en los ancianos (45 cm/s vs 29 cm/s, $p<0.001$). De acuerdo a esto, el índice E/A fue menor en el grupo de ancianos (2.5 ± 0.7 vs 1.0 ± 0.3). Este estudio exploró un método no invasivo para estimar la DPIV del VI utilizando estudios 4D-Flow y demostró que la diferencia entre la válvula mitral y el ápex disminuyó significativamente con la edad.

Palabras clave— Función diastólica, diferencia de presión intraventricular, resonancia magnética cardíaca.

Ascending and Descending Aorta Segmentation Using Convolutional Neural Networks in Non-Contrast CT Images

Mateo E. Balla^{1,2}, Federico N. Guilenea^{1,2},
Elie Mousseaux³, Mariano E. Casciaro^{1,2}, and Damian Craiem^{1,2}

¹*Facultad de Ingeniería, Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Favaloro, Argentina.,*

²*Instituto de Medicina Traslacional, Trasplante y Bioingeniería (IMETTyB) Universidad Favaloro- CONICET, Argentina.,*

³*Cardiovascular Imaging Unit Hôpital Européen Georges Pompidou, INSERM U970, Paris, France.*

Abstract—Changes in aortic morphology are associated with pathological modifications of vessel structure and blood flow. The objective of this study was to train a convolutional neural network (CNN) to automatically measure the ascending and descending aorta size on an axial slice at the pulmonary bifurcation level in non-contrast computed tomography images. Two different training schemes based on a U-net architecture were compared: 1) feeding the network with a single image per patient and 2) feeding the network with multiple axial images of the patient containing the aorta. The cohort included 1190 patients. Dice coefficient, area and diameter were used as comparison metrics. In terms of median and IQR, the single image model had a Dice coefficient of 0.93 (0.04) on the ascending aorta and 0.94 (0.04) on the descending aorta while the multiple image model had a Dice coefficient of 0.95 (0.02) on the ascending aorta and 0.97 (0.02) on the descending aorta, all in the test group. A CNN network based on a U-net architecture was able to successfully automate the estimation of the ascending and descending aorta size in non-contrast computed tomography images.

Keywords—Thoracic aorta, convolutional neural network, U-net, computed tomography, aortic segmentation.

Resumen—Los cambios en la morfología aórtica están asociados con modificaciones patológicas de la estructura de los vasos y el flujo sanguíneo. El objetivo de este estudio fue entrenar una red neuronal convolucional (CNN) para segmentar automáticamente la aorta ascendente y descendente en un corte axial a nivel de la bifurcación pulmonar en imágenes de tomografía computarizada sin contraste. Se compararon dos esquemas de entrenamiento diferentes basados en la arquitectura U-net: 1) alimentar la red con una única imagen por paciente y 2) alimentar la red con múltiples imágenes axiales del paciente que contienen la aorta. La cohorte incluyó 1190 pacientes. El coeficiente de Dice, el área y el diámetro se utilizaron como métricas de comparación. En términos de mediana e IQR, el primer modelo obtuvo un coeficiente de Dice de 0.93 (0.04) en la aorta ascendente y 0.94 (0.04) en la aorta descendente mientras que el segundo modelo obtuvo un coeficiente de Dice de 0.95 (0.02) en la aorta ascendente y 0.97 (0.02) en la aorta descendente, todo en el grupo de testeo. Una red CNN basada en la arquitectura U-net fue capaz de automatizar satisfactoriamente la estimación del tamaño de la aorta ascendente y descendente en imágenes de tomografía computada sin contraste.

Palabras clave—Aorta torácica, red neuronal convolucional, U-net, tomografía computada, segmentación aórtica.

App development for measuring seminal quality of bovine sperm *in situ*

Matías R. Castorina¹, Demian Nosedá¹,
Francisco J. Buchelly Imbachi¹, Virginia L. Ballarin¹ and Juan I. Pastore¹

¹Laboratorio de Procesamiento Digital de Imágenes, ICYTE – UNMdP – CONICET, Mar del Plata, Argentina.

Abstract— The concentration and mobility of spermatozoa in a seminal sample are two of the most important parameters during the evaluation of semen for animals of high genetic value. Computer Assisted Semen Analysis (CASA) are used in animal reproduction for the purpose of quickly and reliably assessing sperm quality. These systems allow the determination of the mobility and displacement characteristics of these cells, providing an objective methodology that surpasses the manual evaluation carried out by a trained observer. Members of the Image Processing Laboratory, within biologists specializing in animal reproduction, have developed a Sperm Motility Tracker software that allows a sperm analysis comparable to any commercial CASA, from videos acquired through a phase contrast microscope. In this work an application for mobile devices has been developed as a simplified version of this software. This app has incorporated a magnifying glass-type accessory allowing an analysis of semen quality *in situ*, without the need to freeze and transfer the sample. The incorporation of this computerized support has the objective of attenuate the subjective factor of the seminal analysis and guaranteeing a better correlation with the fertilizing capacity of the sperm.

Keywords— Motility analysis, sperm cells tracking, development of mobile applications.

Resumen— La concentración y la movilidad de los espermatozoides en una muestra seminal son dos de los parámetros más importantes durante la evaluación del semen en el ámbito pecuario para animales de alto valor genético. Los sistemas de análisis de esperma asistidos por computadora (*Computer Assisted Semen Analysis CASA*), se utilizan en reproducción animal con el propósito de valorar de forma rápida y fiable la calidad espermática. Estos sistemas permiten la determinación de la movilidad y las características de desplazamiento de estas células proporcionando una metodología objetiva superadora respecto de la evaluación manual realizada por un observador entrenado. Miembros del Laboratorio de Procesamiento de Imágenes, con biólogos especialistas en reproducción animal, desarrollaron un software de seguimiento de esperma *Sperm Motility Tracker* que permite analizar la motilidad de los espermatozoides de manera comparable a los CASA comerciales, a partir de videos adquiridos mediante un microscopio con contraste de fase. Este trabajo se propone implementar en una aplicación para dispositivos móviles, una versión simplificada de este software, que a través de la incorporación de un accesorio tipo lupa, permita realizar un análisis de calidad seminal en campo, sin la necesidad de congelar y trasladar la muestra con las correspondientes complicaciones que esto conlleva. La incorporación de este soporte informático tiene como objetivo atenuar el factor subjetivo del análisis seminal y garantizar una mejor correlación con la capacidad fecundante del esperma.

Palabras clave— Análisis de motilidad, seguimiento de espermatozoides, desarrollo de aplicación móvil.

In Vivo obtention and representation of Muscle's Paths from Magnetic Resonance Images

Marco A. López Ibarra^{1,2,3}, Ariel A. A. Braidot^{1,2}, Melisa Frisoli², Luis Clementi², Bizai Gustavo^{1,2}, Diego Evin² and Alejandro J. Hadad²

¹ *FCVyS, Universidad Autónoma de Entre Ríos, Parana', Argentina.*

² *facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Parana', Argentina.*

³ *Centro de Rehabilitación e Investigación Dr. Esteban Laureano Maradona, Santa Fe, Argentina.*

Abstract— The obtention of muscle paths and lengths, is one of the most important processes in the simulation of musculoskeletal models. In this work, the trajectories of 26 muscles of the lower limb are obtained from a magnetic resonance study of a living subject. The muscle paths obtained for each muscle are represented as: straight line, path of centroids and approximation with polynomials of order 3, 5 and 10. From the analysis of the different forms of representation of the trajectories, it is decided to use the representation as a polynomial of order 3 due to the accuracy obtained with this representation in estimating muscle length, and the lower number of parameters used compared to the other estimates.

Keywords— Musculoskeletal Models, MRI, Muscle Paths, Image Segmentation.

Resumen— La obtención de las trayectorias y longitudes musculares es uno de los procesos más importantes en la simulación de los modelos músculo-esqueléticos. En este trabajo se obtienen las trayectorias de 26 músculos del miembro inferior, a partir de un estudio de resonancia magnética de un sujeto vivo. Las trayectorias obtenidas para cada músculo son representadas como: línea recta, camino de centroides y aproximación con polinomios de orden 3, 5 y 10. A partir del análisis de las diferentes formas de representación de las trayectorias, se decide utilizar la representación como polinomio de orden 3 debido a la precisión obtenida con esta representación en la estimación de la longitud muscular, y el menor número de parámetros utilizados respecto a las otras estimaciones.

Palabras clave— Modelos Músculo-Esqueléticos, IRM, Trayectorias Musculares, Segmentación de Imágenes.

Computation of Scores by Pattern Recognition in Lung Ultrasound Videos

Gustavo J. Meschino¹, Noelia I. Echeverría¹, Rodrigo Azpilcueta¹, Lucía I. Passoni¹, Gerardo Tusman² and Cecilia Acosta²

¹ICYTE (Instituto de Investigaciones Científicas y Tecnológicas en Electrónica), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

²Hospital Privado de Comunidad, Servicio de anestesiología, Mar del Plata, Argentina.

Abstract— Lung ultrasound (LUS) is a dynamic, non-invasive diagnostic tool that allows atelectasis to be observed after induction of general anesthesia. Recruitment maneuvers (RM) consist of transient increases in mean airway pressure to recruit collapsed alveolar units. This paper presents a method to recognize pulmonary states in lung ultrasound, in order to computationally estimate a score that is used by specialists. This allows comparison of lung states pre and post MR. Four pulmonary states were detected, and scores were estimated with a difference of 14% in 50 cases, with respect to the values proposed by the specialists. The discrepancy with the experts expressed as the mean of score differences was 0.22.

Keywords— Ultrasound, alveolar recruitment, convolutional networks, deep learning, score.

Resumen— El ultrasonido pulmonar (UP) constituye una herramienta diagnóstica dinámica, no invasiva, que permite observar atelectasias después de la inducción de una anestesia general. Las maniobras de reclutamiento (MR) consisten en incrementos transitorios de la presión media en la vía aérea con el fin de reclutar unidades alveolares colapsadas. En este trabajo se presenta un método para reconocer estados pulmonares en ecografías de pulmón, con el fin de estimar computacionalmente una puntuación score que es utilizada por especialistas. Esto permite la comparación de estados pulmonares pre y post MR. Se logró detectar cuatro estados pulmonares y estimar el score con diferencia de 14% en 50 casos, con respecto a los valores propuestos por los especialistas. La discrepancia con los expertos expresada como promedio de diferencias de score fue de 0.22.

Palabras clave— Ultrasonido, reclutamiento alveolar, redes convolucionales, aprendizaje profundo, score.

Eye-movement–based assessment of cognitive and neuropsychological disorders

Cristian E. Ordoñez^{1,2,4}, Iván Roa⁵, Pablo Ioli⁵, Juan I. Pastore^{1,3,4} and Eduardo L. Blotta^{1,2}

1Laboratorio de Procesamiento Digital de Imágenes (PDI), ICYTE, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina.

2Departamento de Electrónica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina.

3Departamento de Matemática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, Argentina.

4Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Mar del Plata, Argentina.

5Departamento de Neurología, Hospital Privado de Comunidad (HPC), Mar del Plata, Argentina.

Abstract— The identification of abnormal eye movements is an important task in neurological evaluation. A correct classification of these movements, for example, through their trajectory, can significantly collaborate in the detection of certain cognitive and neurological disorders that can be serious. However, in some cases, these eye movements can be practically imperceptible to the human eye, which makes the task of the specialist difficult. In this work, a method of visual representation is presented that allows generating an eye movement curve that amplifies and summarizes the eye movements made by the patient. In addition, a compilation of medical information associated with abnormal eye movements is carried out with the aim of facilitating oculomotor assessment, and collaborating in the development of automatic systems that assist in cognitive and neurological evaluation. To show the results, eye movement videos of patients with Benign Paroxysmal Positional Vertigo (BPPV) are used. The results suggest that these curves can be useful in the oculomotor evaluation of the patient.

Keywords— nystagmus, oculomotor assessment, early diagnostic, image processing.

Resumen— La identificación de movimientos oculares anormales es una tarea importante en la evaluación neurológica. Una correcta clasificación de estos movimientos, por ejemplo, a través de su trayectoria, puede colaborar significativamente en la detección de ciertos trastornos cognitivos y neurológicos que pueden resultar graves. Sin embargo, en algunos casos, este tipo de movimientos pueden resultar prácticamente imperceptibles al ojo humano, lo cual dificulta la tarea del especialista. En este trabajo, se presenta un método de representación visual que permite generar una curva de movimiento ocular que amplifica y resume los movimientos oculares efectuados por el paciente. Además, se realiza una recopilación de información médica asociada a los movimientos oculares anormales con el objetivo de facilitar la valoración oculomotora, y colaborar en el desarrollo de sistemas automáticos que asistan en la evaluación cognitiva y neurológica. Para visualizar los resultados se utilizan videos de movimiento ocular de pacientes con Vértigo Posicional Paroxístico Benigno (VPPB). Los resultados sugieren que estas curvas pueden resultar útiles en la valoración oculomotora del paciente.

Palabras clave— nistagmo, valoración oculomotora, diagnóstico precoz, procesamiento de Imágenes.

Infrared image processing software for early detection of lower limbs sports injuries

Antonella Belén Sagripanti¹, María Agustina Quiroga², y Conrado J. Rodríguez³

¹²³*Escuela de Ingeniería Biomédica, Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.*

Abstract— This project proposes a protocol for taking infrared images and a software to analyze them in order to detect thermal

asymmetries of lower limbs that may be indicators of an imminent injury. Infrared thermography is a technique that allows to represent temperatures, in this case of the skin surface, in an image taken from a distance and without contact with the object under study through a thermographic camera. In this project, infrared images were obtained from patients of a kinesiology center in the city of Córdoba, following a pre-established protocol in order to use them to test the performance of a developed program. The results obtained indicate that this program is able to analyze the images and represent the asymmetries in a quantitative way. Different degrees of asymmetry were evidenced according to the type and characteristics of each lesion. This preliminary shows that the tool could be used to assist in the early detection of injuries in athletes.

Keywords- Infrared thermography, thermal asymmetries, injury, lower limbs.

Resumen— Este proyecto propone un protocolo para la toma de imágenes infrarrojas y un software que permita analizarlas con el fin de detectar asimetrías térmicas de miembros inferiores que puedan ser indicadores de una lesión inminente. La termografía infrarroja es una técnica que permite representar temperaturas, en este caso de la superficie de la piel, en una imagen que se obtiene a distancia y sin contacto con el objeto en estudio a través de una cámara termográfica. En este proyecto se obtuvieron imágenes infrarrojas de pacientes de un centro de kinesiólogía de la ciudad de Córdoba, siguiendo un protocolo preestablecido con el fin de utilizarlas para comprobar el funcionamiento de un programa desarrollado. Los resultados obtenidos indican que este programa es capaz de analizar las imágenes y representar las asimetrías de forma cuantitativa. Se evidenciaron diferentes grados de asimetría de acuerdo al tipo y características de cada lesión. Esto demuestra de forma preliminar que la herramienta podría servir para ayudar a la detección temprana de lesiones en deportistas.

Palabras clave— Termografía infrarroja, asimetrías térmicas, lesión, miembros inferiores.

Post-processing of medical image for neurosurgical planning with academic purposes

Fernando Icazatti¹, Juan Pablo Graffigna¹, Pablo Barceló², Rocio Buenamaizon^{1, 2}, Ricardo Berjano²

¹*Gabinete de Tecnología médica (GATEME), Departamento de Electrónica y Automática (DEA), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina*

²*Servicio de Neurocirugía, Hospital Descentralizado Dr. Guillermo Rawson, San Juan, Argentina*

Abstract — Magnetic resonance imaging (MRI) and computerized tomography (CT) studies are routinely performed in patients who must undergo neurosurgery. Due to the complexity and particularity of each patient's case, the success of the surgery largely depends on prior planning. Through post-processing methods of medical images, it is possible to obtain relevant information that provides support to the medical team to carry out the intervention accurately. In this work, we present the development and implementation of image processing methods in the neurosurgery service of the "Dr. Guillermo Rawson Decentralized Hospital". In this way, we aimed to improve the quantity and quality of information for the review of patients carried out within the framework of medical residences. The integration of image post-processing allows to expand the tools used, to define the treatment and to improve the planning of neurosurgeries. In addition, the implementation of this type of technology allows specialists and residents to learn about new strategies that impact continuous academic training.

Keywords — Image processing, Anatomical models, Neurosurgery, PACS, Segmentation.

Resumen— Los estudios de resonancia magnética nuclear (RM) y tomografía computada (TC) son realizados de manera habitual en pacientes que deben ser sometidos a neurocirugías. Debido a la complejidad y particularidad que presenta cada uno de los casos de diferentes pacientes, el éxito de la cirugía depende en gran parte de la planificación previa. Mediante técnicas de post-procesamiento de imágenes médicas es posible obtener información relevante que brinde soporte al equipo médico para realizar la intervención de manera precisa. En este trabajo se presenta el desarrollo e implementación de técnicas de procesamiento de imágenes en el servicio de neurocirugía del "Hospital Descentralizado Dr. Guillermo Rawson". De este modo se pretende mejorar la cantidad y calidad de información para la revisión de pacientes realizada en el marco de las residencias médicas. La integración del post-procesamiento permite ampliar las herramientas utilizadas, definir el tratamiento y mejorar la planificación de neurocirugías. Además, la implementación de este tipo de tecnología permite a los especialistas y residentes conocer nuevas estrategias que impactan en la formación académica continua.

Palabras claves – Procesamiento de imágenes, Modelos anatómicos, Neurocirugía, PACS, Segmentación.

Application of image and video processing techniques to eye fundus with retinopathy of prematurity acquired from a smartphone

Hernán J. Rodríguez Ruiz Díaz¹, Gustavo Bizai¹, Adrián Salvatelli¹, Diego A. Evin¹, and Alejandro Hadad¹

¹Laboratorio de Sistemas de Información, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Entre Ríos, Argentina.

Abstract- The diagnosis of retinopathy of prematurity, a disorder affecting the retinal vasculature, is limited by the subjective definition of disease states and the lack of experts trained in its identification. Although indirect ophthalmology continues to be the gold standard for this diagnosis, there is a trend towards the use of digitized imaging systems to improve examination conditions. The continuous improvement in the image quality of smartphones and their widespread availability make them an attractive alternative for the screening of this pathology. This article presents a pipeline for conditioning retinal recordings obtained by smartphones for retinopathy of prematurity diagnosis, through the stages of normalization, artifact removal, subsampling and registration for the conformation of a retinal image mosaic and a processed video with the most relevant information. The resulting images and videos were evaluated by means of a perceptual assessment with four ophthalmologists, using graded scales, and the level of inter-observer agreement was analyzed. Results indicate that ophthalmologists found at least 87% of video reviews and 92.1% of image mosaics acceptable, while inter-observer agreement turned out to be lower than expected by chance according to the statistics used.

Keywords- ROP, image processing, ophthalmoscopy, smartphones.

Resumen— El diagnóstico de la retinopatía del prematuro, un trastorno que afecta a la vasculatura de la retina, está limitado por la definición subjetiva de los estados de la enfermedad y la falta de expertos formados en su identificación. Aunque la oftalmología indirecta sigue siendo el método de referencia para este diagnóstico, existe una tendencia hacia el uso de sistemas de imagen digitalizados para mejorar las condiciones de examen. La continua mejora en la calidad de imagen de los smartphones y su amplia disponibilidad los convierten en una alternativa atractiva para el screening de esta patología. Este artículo presenta un pipeline para el acondicionamiento de registros de retina obtenidas mediante smartphones para el diagnóstico de retinopatía del prematuro, a través de las etapas de normalización, eliminación de artefactos, submuestreo y registración para la conformación de un mosaico de imágenes de retina y un video procesado con la información más relevante. Las imágenes y videos resultantes fueron evaluados mediante una valoración perceptual con cuatro oftalmólogos, utilizando escalas graduadas, y se analizó el nivel de acuerdo interobservador. Los resultados indican que los oftalmólogos consideraron aceptables al menos el 87% de las revisiones de video y el 92,1% de los mosaicos de imágenes, mientras que la concordancia interobservador resultó ser inferior a la esperada por el azar según las estadísticas utilizadas.

Palabras clave— ROP, procesamiento de imágenes, oftalmoscopia, smartphones.

Determinación de la Carga Microbiana en Agua por Medio del Análisis de Patrones de Speckle Dinámico

Marcelo Nicolás Guzmán¹, Melina Nisenbaum², Silvia Murialdo², Gustavo Javier Meschino¹ ¹ICYTE, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Plata - CONICET, Mar del Plata, Argentina.

²INCITAA, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Plata – CIC - CONICET, Mar del Plata, Argentina.

Abstract— A preliminary study of the use of the Dynamic Laser Speckle for the determination of the microbial concentration in water is presented. Different concentrations of bacteria in physiological solution were placed in a Petri dish. Sterile physiological solution was used as a control. Each plate was individually trans-illuminated with an expanded and attenuated HeNe laser (20mw and 632.8nm wavelength) from below through a ground glass diffuser. The videos obtained were processed with the slightly modified Temporal Contrast algorithm. The results allow qualitative visualization of the difference in activity produced by the different concentrations of bacteria in water. The difference in speckle activity between the sterile and non-sterile samples gives confirmatory results of microbial contamination, not being possible to determine the concentrations, since the differences in activity were not significant. The results obtained will allow progress towards the development of a rapid method for the microbiological control of water samples, potentially applicable to in situ monitoring of effluents and watercourses.

Keywords— Laser, biospeckle, bacteria, water.

Resumen— Se presenta un estudio preliminar del uso del Speckle Láser Dinámico para la determinación de la concentración microbiana en el agua. Se colocaron distintas concentraciones de bacterias en solución fisiológica en una placa de Petri. Se utilizó como control solución fisiológica estéril. Se trans-iluminó individualmente cada placa con un láser de HeNe (20mw y 632.8nm de longitud de onda) expandido y atenuado desde la parte inferior a través de un difusor de vidrio esmerilado. Los videos obtenidos se procesaron con el algoritmo Correlación de Imágenes levemente modificado. Los resultados permiten visualizar cualitativamente la diferencia de actividad producida por las diferentes concentraciones de bacterias. La diferencia de actividad de speckle entre la muestra estéril y otra no estéril da resultados confirmatorios de contaminación microbiana, no siendo así entre concentraciones consecutivas, ya que las diferencias de actividad no fueron significativas. Los resultados obtenidos permitirán avanzar hacia el desarrollo de un método rápido para el control microbiológico de muestras de agua, aplicable potencialmente al monitoreo *in situ* de efluentes y cursos de agua.

Palabras clave— Láser, biospeckle, bacterias, agua.

PROCESAMIENTO DE SEÑALES BIOMÉDICAS



An effective connectivity model based on excitation-inhibition imbalance to classify states of the epileptogenic network

Santiago Collavini^{1,2,3,4}, Mariano Fernández-Corazza^{1,3}, Mauro Granado^{3,5}, Silvia Kochen^{2,3}
and Carlos H. Muravchik^{1,6}

¹*Research Institute of Electronics, Control and Signal Processing (LEICI), National University of La Plata-CONICET, Calle 116 s/n, La Plata B1900, Argentina*

²*Neurosciences and Complex Systems Unit (EnyS), CONICET, Hosp. El Cruce "N. Kirchner", National University A. Jauretche (UNAJ), Calchaqui 5401, Florencio Varela 1888 Buenos Aires, Argentina* ³*National Council of Scientific and Technical Research (CONICET), calle 8, 1467, La Plata, Buenos Aires B1904, Argentina* ⁴*Institute of Engineering and Agronomy, National University Arturo Jauretche, Av. Calchaqui' 6200, Florencio Varela, Buenos Aires 1888, Argentina*

⁵*Institute of Physics La Plata (IFLP), National University of La Plata-CONICET, Diagonal 113 entre 63 y 64, La Plata B1900, Buenos Aires, Argentina.*

⁶*Scientific Research Commission of the Province of Buenos Aires (CIC-PBA), Argentina*

Abstract— In this work, we present an effective connectivity model based on the imbalance between neuronal excitation and inhibition to classify epileptogenic network states. We used electroencephalographic intracranial signals from refractory epilepsy patients. Autoregressive-moving-average models were adjusted to these signals to estimate the effective connectivity. We estimated “in-degree” and “out-degree” patterns associated with inhibitory and excitatory processes. These patterns were used as variables or “features” in supervised classifiers to classify ictal, pre-ictal and basal states of the epileptogenic network. We obtained values of Area Under the Curve (AUC) larger than 0.99 in the classification of these pathological brain states.

Keywords— Effective connectivity, epileptogenic network, machine learning, biomedical signal processing.

Resumen— En este trabajo se presenta un modelo de conectividad efectiva basado en el desbalance entre excitación e inhibición neuronal que permite clasificar estados de la red epileptógena. Se utilizaron señales electroencefalográficas de registros intracraneales de pacientes con epilepsia refractaria sobre las cuales se ajustaron modelos vectoriales autorregresivos de media móvil para poder estimar conectividad efectiva. Se estimaron patrones de “in-degree” y “out-degree” asociados a procesos inhibitorios y excitatorios y se utilizaron como variables explicativas o “features” en clasificadores supervisados para diferenciar estados ictales, pre-ictales y basales de la red epileptógena. Se obtuvieron valores de “área bajo la curva” (AUC) mayores a 0.99 en la diferenciación de estos estados cerebrales patológicos.

Palabras clave— Conectividad efectiva, red epileptógena, aprendizaje automático, procesamiento de señales biomedicas.

EEG Analysis of Pediatric Pleasure and Unpleasure Emotions

Tagashira C^{1,2}, Farfán FD^{1,2},
Grima-Murcia MD³, Albarracín
AL^{1,2} and Fernández E³

¹Laboratorio de Investigaciones en Neurociencias y Tecnologías Aplicadas (LINTEC),
Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET),
Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Tucumán, Argentina. ²Instituto Superior de
Investigaciones Biológicas (INSIBIO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas y
Técnicas (CONICET), Tucumán, Argentina.

³Grupo de Neuroingeniería Biomédica, Instituto de Bioingeniería, Universidad Miguel Hernández,
Elche, España.

Abstract— The neurocognitive processing of emotions evoked by visual stimuli (based on the affective images) could involve internal structures of the brain. Currently, numerous studies suggest the possibility of studying the dynamics of such processing using non-invasive techniques, such as electroencephalography. The aim of this study is to analyze the temporal dynamics of brain oscillations evoked by pleasant and unpleasant emotional states in children. To do this, EEG signals were recorded during the presentation of affective images, to subsequently analyze them through estimates of desynchronization in the EEG beta and gamma band. The results show that emotional processing would be related to specific patterns of functional connectivity and the existence and lateralization of the differences between emotional responses for both valences.

Keywords— Emotional processing, ERD/ERS, EEG signals.

Resumen— El procesamiento neurocognitivo de las emociones evocadas por estímulos visuales (basado en la presentación de imágenes afectivas) podría involucrar estructuras internas del cerebro. En la actualidad, numerosos estudios sugieren la posibilidad de estudiar la dinámica de tal procesamiento a partir de técnicas no invasivas, tal como la electroencefalografía. El objetivo de este estudio es analizar la dinámica temporal de las oscilaciones cerebrales evocadas por estados emocionales placenteros y no-placenteros, en sujetos menores de edad. Para ello, se registraron señales de EEG durante la presentación de imágenes afectivas, para posteriormente ser analizadas a través de estimaciones de desincronización en la banda beta (14 – 32Hz) y gama baja (32 – 45Hz) del EEG. Los resultados muestran que el procesamiento emocional se encontraría relacionado a patrones específicos de conectividad funcional y la existencia y lateralización de las diferencias entre respuestas emocionales para ambas valencias.

Palabras clave— Procesamiento emocional, ERD/ERS, señales de EEG.

Feature Extraction with Wavelets for Plethysmography Signal Classification

Estefany G. Cujano Ayala¹, Gustavo J. Meschino¹, Adriana G. Scandurra¹, Noelia I. Echeverria¹, Gerardo Tusman² and Lucía I. Passoni³

¹Laboratorio de Bioingeniería, Facultad de Ingeniería, ICYTE, Universidad Nacional de Mar del Plata – CONICET, Mar del Plata, Argentina.

²Departamento de Anestesiología, Hospital Privado de Comunidad, Mar del Plata, Argentina.

³Instituto de Sistemas Inteligentes, Universidad Atlántida Argentina, Mar del Plata, Argentina.

Abstract— The objective of this work is to recognize blood pressure conditions from the analysis of photoplethysmography signals of patients under anesthesia. A multiresolution analysis was applied to the signals using the discrete wavelet transform to obtain the detail and approximation coefficients that provide information on each cardiac cycle. Characteristics in amplitude-time related to the morphology of the signal were also extracted. A set of signals was selected for the different blood pressure conditions, extracting their characteristics. Thus, a dataset was created with the characteristics as inputs and the blood pressure conditions as targets (hypotension, normotension, hypertension). Using this data, fully connected multilayer neural networks were trained, evaluating the performance of different architectures. The network with the best results was selected by means of statistical quality measures. The architecture selected presented an accuracy of 80.5% for data from new patients.

Keywords— Photoplethysmography, blood pressure, wavelet discrete transform, neural networks, classification.

Resumen— El objetivo de este trabajo es reconocer condiciones de presión arterial sanguínea a partir del análisis de señales de fotoplethysmografía de pacientes que se encuentran bajo anestesia. Sobre las señales se aplicó un análisis multirresolución usando la transformada wavelet discreta para obtener los coeficientes de detalle y aproximación que proporcionan información de cada ciclo cardíaco. También se extrajeron características en amplitud-tiempo relacionadas con la morfología de la señal. Se seleccionó un conjunto de señales para las diferentes condiciones de presión arterial, extrayendo sus características. Se creó así un conjunto de datos con entradas constituidas por las características y salidas deseadas por las condiciones de presión arterial (hipotensión, normotensión, hipertensión). Con estos datos se entrenaron redes neuronales multicapa, totalmente conectadas, evaluando el desempeño de diferentes arquitecturas. Se seleccionó la red con mejores resultados por medio de medidas de calidad estadísticas. La arquitectura elegida presentó un porcentaje de acierto del 80,5% para datos de pacientes que no fueron considerados en el entrenamiento.

Palabras clave— Fotoplethysmografía, presión arterial, transformada wavelet discreta, redes neuronales, clasificación

Application of Transition Patterns in the Classification of Electrocardiograms

Marco G. Baldiviezo, Juan L. Barbería, Juan F. Fernández Biancardi, Masia R. Hernando,
Lorenzo Licata Caruso, Adrián E. Paglia, Walter E. Legnani

*Centro de Procesamiento de Señales e Imágenes (CPSI), Facultad Regional Buenos Aires,
Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.*

Abstract— The aim of this work was to test the ability of transitions between ordinal patterns to classify onedimensional signals from single-channel ECGs, obtained from the Physionet database, of healthy individuals from those with a diagnosed pathology. For this purpose, the transition frequencies between ordinal patterns were used to build the feature space which was then used to train three classification algorithms (KNN, SVM and RF). In order to select the most appropriate classification algorithm, the quality parameters of the classifications were calculated (accuracy, area under the ROC curve, and F1 score) added to the time spent in the calculations. The result obtained is at the same level as those reported in the available literature, showing in this way that with the database used, ordinal patterns transitions are a recommendable option to differentiate single-channel recordings of normal ECGs from those with a diagnosed pathology. Due to the conceptual simplicity of the present proposal, it shows promise for implementation in mobile and IoT devices.

Keywords— Ordinal Patterns, Machine Learning, ECG, Ordinal Pattern Transitions.

Resumen— Este trabajo tuvo como objetivo probar la capacidad de las transiciones entre patrones ordinales para clasificar señales unidimensionales, provenientes de ECGs monocanal, obtenidos de la base de datos de Physionet, de individuos sanos de aquellos que poseen una patología diagnosticada.

Para ello se emplearon las frecuencias de

transición entre patrones ordinales para construir el espacio de características, que luego se utilizó para entrenar tres algoritmos de clasificación (KNN, SVM y RF). Para seleccionar el algoritmo de clasificación más apropiado, se calcularon diversos parámetros de calidad (precisión, área bajo la curva ROC, y F1 score) sumados al tiempo empleado en el entrenamiento de los mismos. El resultado obtenido, se halla en el mismo nivel que el reportado en la literatura disponible, mostrando de esta manera que con la base de datos empleada los patrones ordinales son una recomendable opción para diferenciar registros de un solo canal de ECGs normales de los que poseen una patología diagnosticada. Debido a la sencillez conceptual de la presente propuesta esta resulta promisorio para implementarse en dispositivos móviles o de Iota.

Palabras clave— Patrones Ordinales, Clasificadores Automáticos, ECG, Transición Entre Patrones Ordinales.

Local electrophysiological responses during the intracortical electrical microstimulation and phosphene perception: An approach in the context of cortical visual prostheses

Farfán FD^{1,2}, Grani F³,
Soto-Sánchez C³ and Fernández E³

¹Laboratorio de Investigación en Neurociencias y Tecnologías Aplicadas (LINTEC), Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Tucumán, Argentina. ²Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Tucumán, Argentina.

³Grupo de Neuroingeniería Biomédica, Instituto de Bioingeniería, Universidad Miguel Hernández, Elche, España.

Abstract— Scientific evidence has shown over many years that electrical stimulation of the visual cortex induces the perception of points of light, called phosphenes. This finding established the physiological bases for the development of cortical visual prostheses for blind subjects. Currently, the technical procedures to optimize the stimulation intensity of these devices are of great interest. Here, we have studied the cortical responses elicited by electrical stimulation of the primary visual cortex and its relationship with phosphenes perception. The experimental protocol proposed here allowed us to determine that the cortical responses evoked during stimulation are more related to the phosphene perception than those obtained in the post-stimulation stage.

Keywords— Local field potentials, Utah array electrode, phosphene perception.

Resumen— La evidencia científica ha demostrado a largo de muchos años que la microestimulación de la corteza occipital primaria es capaz de evocar percepciones visuales luminosas llamadas fosfenos. Este hecho ha proporcionado las bases fisiológicas para el desarrollo de prótesis visuales corticales para sujetos ciegos. En la actualidad, los procedimientos para optimizar la intensidad de estimulación de estos dispositivos son de gran interés. En este trabajo, hemos estudiado las respuestas corticales evocadas por la estimulación eléctrica de la corteza visual primaria, y analizado su dependencia con los estados de percepción y no percepción de fosfenos. El protocolo experimental aquí propuesto, permitió determinar que las respuestas corticales evocadas durante la estimulación están más relacionadas a la percepción de los fosfenos, que aquellas obtenidas en la etapa post-estimulación.

Palabras clave— Potenciales de campo local, electrodo Utah array, percepción de fosfenos.

A pipeline for source localization with different inverse solution methods: application in movement related cortical potentials.

Tomás Ratti¹, José Biurrun Manresa^{1, 2}, Christian Mista^{1, 2}

¹Centro de Ingeniería en Rehabilitación e Investigaciones, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Argentina.

²Instituto de Investigación y Desarrollo de Bioingeniería y Bioinformática, UNER-CONICET.

Abstract— Source localization is a computational algorithm that allows estimating cortical electric activity based on superficiaelectroencephalography (EEG) signals. Even though these methods have been validated and compared in published research articles, there is an ongoing controversy about their usage. In this article, we compare results obtained applying different types of inverse solution methods (dSPM, sLORETA and LCMV) to movement-related cortical potentials. A pipeline was developed using MNE-Python tool for EEG processing and source localization. A dataset consisting of EEG signals during right hand movements from 12 healthy subjects were used. Source localization was estimated using each method and activation in the left primary motor cortex (M1) was calculated. Similar results were obtained using the three methods, although sLORETA and LCMV pointed out greater activity in the M1 region, whereas dSPM shifted towards cingulate cortex area. Source localization might be a reliable technique for studying cortical potentials related to movement, taking into account that parameters selection should be standardized.

Keywords — inverse solution, source localization, movement-related cortical potentials

Resumen— La localización de fuentes es un algoritmo computacional que permite estimar la actividad eléctrica cortical a partir de registros de electroencefalografía de superficie (EEG). Aun cuando existen investigaciones que validan y comparan los métodos, existe mucha controversia acerca del uso de estas técnicas. En este trabajo, se propone contrastar los resultados obtenidos para distintos tipos de métodos de solución inversa (dSPM, sLORETA y LCMV) utilizando como caso de uso los potenciales corticales relacionados al movimiento. Se desarrolló un pipeline utilizando la herramienta MNE-Python para el procesamiento de EEG. Se utilizó una base de datos de señales de EEG durante movimientos de mano derecha. La misma consistió de 12 sujetos sanos. Se utilizó una plantilla genérica para el modelado de la estructura anatómica de los sujetos. Se estimó la localización de fuentes utilizando cada método y se calculó la activación en la corteza motora primaria izquierda (M1). Se obtuvieron resultados similares con los tres métodos, aunque sLORETA como LCMV indican mayor actividad en la región de M1, mientras que dSPM indica mayor activación en la zona de la corteza cingulada. Se concluye que la localización de fuentes podría ser una técnica fiable en el estudio de potenciales relacionados al movimiento, aunque se debe estandarizar la forma en que se seleccionan los parámetros.

Palabras clave — solución inversa, localización de fuentes, potenciales corticales relacionados a movimiento.

Denoising Biomedical Signals with Wave-Shape Functions

Joaquín V. Ruiz*,¹, Gastón Schlotthauer¹, Marcelo A. Colominas¹

¹Laboratorio de Señales y Dinámicas No Lineales, Instituto de Investigación y Desarrollo en Bioingeniería y Bioinformática (IBB), CONICET-UNER, Oro Verde, Argentina.

Abstract— The adaptive non-harmonic (ANH) model considers amplitude and frequency-modulated (AM-FM) signals as a superimposition of non-sinusoidal oscillations. This oscillatory pattern is described by a wave-shape function (WSF). This model is particularly suitable for the task of processing biomedical signals, as they are generally composed of various complex waveforms. The WSF is described by its Fourier expansion and the optimal number of harmonics is chosen adaptively for each signal. We show the utility of the ANH model by denoising simulated pulsewave signals from different sections of the circulatory system. Our signal denoising procedure outperforms denoising strategies based on thresholding the short-time Fourier transform (STFT) for all considered input noise levels.

Keywords— Biomedical Signal Processing, Denoising, Wave-shape Function, Time-Frequency Representations.

Resumen— El modelo armónico no adaptativo (ANH) considera señales de amplitud y frecuencia modulada (AM-FM) como una superposición de oscilaciones no sinusoidales. Este patrón oscilatorio es descrito mediante una función forma de onda (WSF). Este modelo es particularmente útil para la tarea de procesamiento de señales biomédicas, ya que generalmente están compuestas por varias formas de onda complejas. La WSF se describe mediante su expansión en serie de Fourier y el número óptimo de armónicos es elegido de manera adaptativa para cada señal. Mostramos la utilidad del modelo ANH mediante la limpieza de ruido en señales simuladas de onda de pulso de diferentes secciones del sistema circulatorio. Nuestra estrategia de limpieza de ruido supera a las técnicas basadas en el umbralado de la transformada de Fourier de tiempo corto (STFT) para todos los niveles de ruido de entrada considerados. **Palabras clave**— Procesamiento de Señales Biomédicas, Limpieza de Ruido, Función Forma de Onda, Representaciones Tiempo-Frecuencia.

ECG multiclass classification using time features, information measures and non-linear parameters

Ignacio Ziccardi¹, Andrea Rey^{1,2} and Walter Legnani¹

¹ *Centro de Procesamiento de Señales e Imágenes, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.*

² *Departamento de Matemática, Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.*

Abstract— The classification of electrocardiograms (ECG) signals into several classes according to health or the kind of disease is a matter widely explored in the concern of the scientific community. This work proposes a mixed feature space constructed by non-linear parameters, informational measures, and time series characteristics of the ECG to train a classification model based upon support vector machines (SVM) with optimized hyperparameters. The good performance of the application of SVM to classify ECG signals has been extensively proved in the literature. In this research, previous to classification, a principal component analysis (PCA) was applied to determine the importance level of the variables in the proposed feature space. The quality of the classification was analyzed using a 10-fold cross-validation to compute the balanced accuracy. The results show that the proposal of using mixed kind feature space variables encourages this research field.

Keywords— Rényi Entropy, Rényi Complexity, Fractal Dimension, Lyapunov Exponent, Information Fisher Measure, Support Vector Machine.

Resumen— La clasificación de las señales de electrocardiogramas (ECG) en varias clases según la salud y el tipo de enfermedad es un asunto ampliamente explorado en el ambiente de la comunidad científica. Este trabajo propone un espacio de características combinadas construido por parámetros no lineales, medidas informacionales y características de las series temporales del ECG para entrenar un modelo de clasificación basado en máquinas de soporte vectorial (SVM) con hiperparámetros optimizados. El buen desempeño de la aplicación de SVM para clasificar señales de ECG ha sido ampliamente probado en la literatura. En esta investigación, previo a la clasificación, se empleó un análisis de componentes principales (PCA) para determinar el nivel de importancia de las variables del espacio de características propuesto. La calidad de la clasificación se analizó utilizando una validación cruzada de diez pliegues para calcular la exactitud balanceada. Los resultados muestran que el uso propuesto de la combinación de variables del espacio de características fomenta esta línea de investigación.

Palabras clave— Entropía de Rényi, Complejidad de Rényi, Dimensión Fractal, Exponente de Lyapunov, Medida de Información de Fisher, Máquina de soporte vectorial.

EMG signals acquisition to control servo motors

Martina Torres Gauffin¹, Justina Rodríguez Ribet¹, Matilda Vargas Aignasse¹, Luciano J. Brizuela Alarcón¹,
Patricio H. Hüttmann¹, Carla B. Goy^{1,2} and Ezequiel Britos¹

¹ *Instituto de Investigación de Bioingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino, Tucumán, Argentina.*

² *INSIBIO-CONICET, Tucumán, Argentina.*

Abstract— Currently, electromyographic (EMG) signal processing is the most common approach to control active hand prostheses. This work presents EMG signal acquisition and processing to move servo motors. Signal acquisition is carried out from the flexor digitorum profundus muscle, a muscle of the human forearm that flexes the fingers and assists in flexion of the hand on the wrist. The servo motors represent the movement that an activated hand prosthesis signal would perform when commanded by the EMG signal. It is presented the development of a hardware responsible for the acquisition, amplification and filtering of these signals in bipolar configuration. Then, the digitalization of the signal was executed with an Arduino UNO microprocessor. The results obtained, based on simulations with a signal generator and signals acquisitions on a test subject, demonstrate a correct obtaining of the signal and control of the servo motors. The proposed system can be used in the future for prosthesis control.

Keywords— Electromyography, electromyographic signal, EMG, servo motors, Arduino.

Resumen— En la actualidad, el procesamiento de señales electromiográficas (EMG) es el enfoque más común utilizado para el control de prótesis activas de manos. En el presente trabajo se llevó a cabo la adquisición de la señal EMG del músculo flexor profundo de los dedos con el fin de mover servomotores. Los mismos representan el movimiento que realizaría una prótesis de mano activa comandada por la señal EMG. Se presenta el desarrollo del *hardware* que se encarga de la adquisición, amplificación y filtrado de estas señales en configuración bipolar. Luego, la digitalización de la señal fue ejecutada con un microprocesador Arduino UNO. Los resultados obtenidos, en base a simulaciones con un generador de señal y a adquisiciones sobre un sujeto de prueba, demostraron una correcta obtención de la señal y control de los servomotores. El sistema propuesto puede ser utilizado, en el futuro, para el control de prótesis.

Palabras clave— Electromiografía, señal electromiográfica, EMG, servomotores, Arduino.

Design and implementation of a prototype for acquisition, processing, and visualization of radiofrequency evoked potentials

Augusto Sebastián Gorbik¹, Franco Martin Sanchez¹, Eduardo Filomena^{1,2} and José Biurrún Manresa^{1,3,4}

¹*Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina.*

²*Departamento de Electrónica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina.*

³*Centro de Ingeniería en Rehabilitación e Investigaciones Neuromusculares y Sensoriales (CIRINS), Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina.*

⁴*Instituto De Investigación y Desarrollo en Bioingeniería y Bioinformática, IBB-CONICET-UNER, Oro Verde, Argentina..*

Abstract— Neuropathic pain is caused by injury or damage of the nerves of the somatosensory system, including peripheral fibers (A β , A δ , and C) and central neurons, which is thought to affect between 7% and 10% of the population in the world. One of the main causes of neuropathy in the world is diabetes mellitus, which can lead to amputations and disability. Its prevalence in Central and South America was estimated at 26.4 million people and was projected at 40 million by 2030. At present, there is no early, quantitative and objective diagnosis of this neuropathology, which could mean an improvement in the treatment and in the equality of life of people who suffer from this disorder. One possibility of diagnosing this pathology is to stimulate nociceptive receptors by means of radiofrequency (RF) to elicit radiofrequency evoked potentials (RFEP). These potentials are then recorded by surface electroencephalogram (EEG) and processed to obtain information about the state of the nociceptive system. This project describes the design of a functional prototype for the acquisition, registration, processing, and visualization of RFEPs. We obtained a functional, safe, and non-invasive device capable of selectively stimulation of nociceptive fibers, that can also acquire and display the EEG of the subject under evaluation and process these signals to obtain the RFEP. Due to its characteristics, it can be concluded that this device could be used for early diagnosis of neuropathies, which requires a clinical validation in patients.

Keywords— Neuropathic pain, diabetes, diagnosis, evoked potential, radio frequency, electroencephalography.

Resumen— El dolor neuropático es causado por una lesión o daño de los nervios del sistema somatosensorial, incluidas las fibras periféricas (A β , A δ y C) y las neuronas centrales, que se cree que afectan entre el 7% y el 10% de la población en el mundo. Una de las principales causas de neuropatía en el mundo es la diabetes mellitus, que puede conducir a amputaciones y discapacidad. Su prevalencia en América Central y del Sur se estimó en 26,4 millones de personas y se proyectó en 40 millones para 2030. En la actualidad, no existe un diagnóstico temprano, cuantitativo y objetivo de esta neuropatología, lo que podría suponer una mejora en el tratamiento y en la calidad de vida de las personas que padecen de este trastorno. Una posibilidad de diagnosticar esta patología es estimular los receptores nociceptivos por medio de la radiofrecuencia (RF) para obtener potenciales evocados por radiofrecuencia (RFEPs por sus siglas en inglés). Estos potenciales se registran mediante electroencefalograma de superficie (EEG) y se procesan para obtener información sobre el estado del sistema nociceptivo. Este proyecto describe el diseño de un prototipo funcional para la adquisición, registro, procesamiento y visualización de RFEPs. Como resultado del proyecto se obtuvo un dispositivo funcional, seguro y no invasivo, que permite adquirir y visualizar el EEG del sujeto en evaluación y procesar estas señales para obtener los RFEP. Por sus características puede concluirse que este dispositivo podría utilizarse para diagnóstico temprano de neuropatías, para lo que debería validarse su uso clínico en pacientes.

Palabras clave— Dolor neuropático, diabetes, diagnóstico, potencial evocado, radio frecuencia, electroencefalografía

A preliminary study characterizing the adult diabetes using the entropy complexity plane.

Ariel Amadio¹, Andrea Rey^{2,3}, Dino Otero¹, Cristian Bonini⁴, Hernán García Blesa² and Walter Legnani²

¹*Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación Vehicular (CIDIV), Facultad Regional General Pacheco, Universidad Tecnológica Nacional, General Pacheco, Argentina.*

²*Centro de Procesamiento de Señales e Imágenes (CPSI), Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.*

³*Departamento de Matemática. Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Buenos Aires, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.*

⁴*Centro de Investigación, Desarrollo e Innovación en Energía Eléctrica (CIDIEE), Facultad Regional General Pacheco, Universidad Tecnológica Nacional, General Pacheco, Argentina.*

Abstract— The diabetes mellitus is a disease very spread affecting a huge number of individuals in the whole world. Interstitial sensors measure the blood glucose level that can be recorded and stored for later analysis. In this work the entropy

(H) and statistical complexity (C) were calculated using the time series data coming from the kind of sensors mentioned above with the aim to formulate indicators to characterize the diabetes and of its dynamical evolution. The results have showed that the dynamical behavior of normal and diabetes patients are located in clearly distinct regions of the $H \times C$ plane, and the time evolution of the glucose after the food ingest can be tracked giving some insight about the characteristics of the disease.

Keywords— Diabetes Mellitus, Permutation Entropy, Statistical Complexity, Dynamical Behavior.

Resumen— La diabetes mellitus es una enfermedad muy extendida que afecta a un gran número de individuos en todo el mundo. Mediante un sensor intersticial se pueden registrar y almacenar los niveles de glucosa en sangre para su posterior análisis. En este trabajo se ha calculado la entropía (H) y la complejidad estadística (C) utilizando los datos de las series temporales procedentes del tipo de sensores mencionados anteriormente con el objetivo de formular indicadores para caracterizar la diabetes y su evolución dinámica. Los resultados han mostrado que el comportamiento dinámico de los pacientes normales y diabéticos se localiza en regiones claramente diferenciadas del plano $H \times C$, y la evolución temporal de la glucosa tras la ingesta de alimentos puede ser seguida dando indicios de las características de la enfermedad.

Palabras clave— Diabetes Mellitus, Entropía de Permutación, Complejidad Estadística, Comportamiento Dinámico.

A novel normalization of vectorcardiogram to enhance markers of differences between hERG and multichannel drugs

Pablo Daniel Cruces^{1,2} and Pedro David Arini^{1,2}

¹*Instituto Argentino de Matemática “Alberto P. Calderón”, CONICET, Saavedra 15 (C1083ACA),
CABA, Argentina*

²*Instituto de Ingeniería Biomédica, Facultad de Ingeniería, UBA, Paseo Colón 850 (C1063ACV),
CABA, Argentina*

Abstract— Torsade de Pointes is a polymorphic ventricular tachyarrhythmia potentially fatal that has been observed in a large number of common commercial drugs. Current markers used in pharmacological regulation do not have enough sensitivity/specificity. In this work, we present a novel technique for normalizing cardiac loops using principal component analysis. Then, using quaternionic techniques, the angular velocity of the cardiac electrical vector is obtained. This velocity is used to obtain highly efficient complementary parameters for determining the risk of certain drugs that differentially block repolarization ion channels. The results showed that the drugs that predominantly block human ether-a`go-go-related gene (hERG) channels show significant variations ($p < 0.001$) at the time of the highest plasma concentration. Also, a symmetry trend in angular velocity is observed. Moreover, the temporal parameters obtained showed greater efficiency as alternative measures to the standards. We hope that these insights will contribute significantly to the development of safe drug therapies.

Keywords— Quaternion, Principal Component Analysis, Cardiac Risk.

Resumen— La Torsada de Puntas es una taquiarritmia ventricular polifórmica potencialmente mortal que ha sido observada en gran cantidad de fármacos comerciales de uso común. Los marcadores actuales empleados en la regulación farmacológica no presentan suficiente sensibilidad/especificidad. En este trabajo, presentamos una novedosa técnica de normalización de los bucles cardíacos mediante un análisis de componentes principales. Luego, aplicando la teoría de cuaterniones se obtiene la velocidad angular del vector eléctrico cardíaco. Esta velocidad se emplea para la obtención de parámetros complementarios de gran eficacia para la determinación de riesgo de ciertos fármacos que bloquean diferencialmente canales iónicos durante la repolarización. Los resultados muestran que las drogas que mayormente bloquean los canales human ether-a`go-go-related gene (hERG) presentan variaciones significativas ($p < 0,001$) en el momento de mayor concentración en sangre. También se observa una tendencia de simetría en la velocidad angular. Asimismo, los parámetros temporales obtenidos muestran mayor eficiencia como medidas alternativas a los estándares. Confiamos en que estas ideas contribuyan significativamente al desarrollo de terapias farmacológicas seguras.

Palabras clave— Cuaternión, Análisis de Componentes Principales, Riesgo Cardíaco.

Analysis of parameters that characterize drowsiness based on EEG, ECG and EOG records

Agustina Garcés Correa^{1,2,3}, Lorena L. Orosco^{1,2,3} and Eric Laciari Leber^{1,2}

¹*Gabinete de Tecnología Médica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, Argentina.*

²*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.*

³*Departamento de Matemática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, Argentina.*

Abstract— Drowsiness in drivers is one of the main causes of fatal road accidents. The development of early detection systems for it, which could also be incorporated into the vehicle, would allow prevent accidents. Sleepiness can be detected early through the processing and analysis of biological signals. In this work, a preliminary study is proposed based on the qualitative analysis of time and spectral parameters extracted from EEG, ECG and EOG recordings of volunteers during the use of a driving simulator. The records of 10 subjects were processed, 14 features were extracted for each subject and each record, and 653 sleepiness events were studied. The analysis consisted of the averaging of features and the evaluation of their variation during the transition from the waking state to the drowsy state. For example, the spectral features FC, Q1F, Q3F, MaxF, FM, PF and RH/L of the EEG were found to increase. Likewise, it was observed that the time parameters did not show variation for any of the 3 signals. The results obtained help to know those parameters that provide more information to the problem and can be included in a quantitative analysis, in order to generate an indicator that can be implemented in an advanced system for detecting drowsiness in drivers. In this way, fatal accidents due to drowsiness could be prevented.

Keywords— Drowsiness, signal processing, EEG, EOG, EKG.

Resumen— La somnolencia en conductores es una de las principales causas de accidentes viales fatales. El desarrollo de sistemas de detección temprana de la misma, que además se incorporen al vehículo, permitiría prevenir accidentes. La somnolencia puede detectarse tempranamente a través del procesamiento y análisis de señales biológicas. En este trabajo, se propone un estudio preliminar basado en el análisis cualitativo de parámetros temporales y espectrales extraídos de registros EEG, ECG y EOG de voluntarios durante el uso de un simulador de manejo. Se procesaron los registros de 10 sujetos, se extrajeron 14 características por cada sujeto y cada registro y se estudiaron 653 eventos de somnolencia. El análisis consistió en el promediado de características y la evaluación de la variación de las mismas durante la transición del estado de vigilia al de somnolencia. Se encontró, por ejemplo, que las características espectrales FC, Q1F, Q3F, MaxF, FM, PF y RH/L del EEG aumentan. Asimismo, se observó que los parámetros temporales no mostraron variación para ninguna de las 3 señales. Los resultados obtenidos nos indican aquellos parámetros que aportan mayor información al problema planteado y pueden ser incluidos en un análisis cuantitativo, con el fin de generar algún indicador que pueda implementarse en un sistema avanzado de detección de somnolencia en conductores. De este modo, prevenir accidentes fatales por causa de la somnolencia.

Palabras clave— Somnolencia, procesamiento de señales, EEG, EOG, ECG.

Multi-state discriminability analysis of SSVEP responses based on a single frequency flicker BCI

Gerardo L. Padilla^{1,2} and Fernando D. Farfán^{1,2}

¹ *Laboratorio de Investigación en Neurociencias y Tecnologías Aplicadas (LINTEC), Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina.*

² *Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Tucumán, Argentina.*

Abstract— Brain-computer interfaces (BCIs) based on steady-state visual evoked potentials (SSVEPs) generally use flickering stimuli with different frequencies to generate multiple control commands. In recent years, the implementation of this paradigm has increased its popularity, mainly due to its high information transfer rates (ITR), low level of training required, easy implementation and low dependence of its responses on the different emotional states of the user. An interesting variant of this paradigm is obtaining multiple states after the use of a single-frequency flickering source, which is possible using electroencephalographic mapping techniques. Thus, these systems can detect the direction of the gaze with respect to the blinking source. This work proposes to objectively determine the degree of discriminability between the various states to identify which ones could be more easily differentiated and implemented with a smaller number of recording electrodes.

Keywords— Brain-Computer Interface, SSVEP, single-flicker.

Resumen— Las interfaces cerebro-computadora (ICCs) basadas en potenciales evocados visuales de estado estacionario (SSVEPs) generalmente utilizan estímulos parpadeantes con diferentes frecuencias para generar múltiples comandos de control. En los últimos años, la implementación de este paradigma ha aumentado su popularidad, debido principalmente a sus altas tasas de transferencia de información (ITR), bajo nivel de capacitación requerido, fácil implementación y baja dependencia de sus respuestas con los diferentes estados emocionales del usuario. Una variante interesante de este paradigma es la obtención de múltiples estados tras el empleo de una fuente parpadeante de frecuencia única, la cual es posible, utilizando técnicas de mapeo electroencefalográfico. Así, estos sistemas son capaces de detectar la dirección de la mirada respecto de la fuente parpadeante. Este Trabajo propone determinar de manera objetiva el grado de discriminabilidad existente entre los diversos estados con el fin de identificar cuáles podrían ser más fácilmente diferenciables e implementados con una menor cantidad de electrodos de registro.

Palabras clave— Interfaz Cerebro-Computadora, SSVEP, frecuencia única.

Functional Brain Connectivity in Phosphene Perception Evoked by Cortical Electrical Stimulation: Preliminary results

Farfán FD^{1,2}, Grani F³,
Soto-Sánchez C³, Grima-Murcia MD³ and Fernández E³

¹Laboratorio de Investigación en Neurociencias y Tecnologías Aplicadas (LINTEC), Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Tucumán, Argentina. ²Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Tucumán, Argentina.

³Grupo de Neuroingeniería Biomédica, Instituto de Bioingeniería, Universidad Miguel Hernández, Elche, España.

Abstract— Here, we have hypothesized that electrical stimulation of the primary occipital cortex triggers responses related to the conscious phosphene perception at the cortical level. Electrical stimulation was applied via a microelectrode array (Utah array, 10 x 10), implanted in the primary visual cortex of a blind subject. Perceptual responses were evaluated through electroencephalography techniques and then analyzed with measurements of event-related desynchronization, cortical interconnectivity, and empirical mode decompositions of the EEG signals. We have shown that EEG signals are reactive to phosphene perception processes in terms of energy and cortical connectivity.

Keywords— Neurostimulation, cortical visual prosthesis, phosphene, perception.

Resumen— En este trabajo hemos hipotetizado que la estimulación eléctrica de corteza occipital primaria desencadena respuestas, a nivel cortical, relacionadas a la percepción consciente de los fosfenos evocados. La estimulación eléctrica fue aplicada vía arreglo de microelectrodos (Utah array de 10 por 10), implantado en la corteza visual primaria de un sujeto ciego. Las respuestas perceptuales fueron evaluadas a través de técnicas de electroencefalografía, y analizadas a través de mediciones de desincronización relacionada a eventos, interconectividad cortical y descomposiciones empíricas de las señales de EEG. Hemos demostrado que las señales de EEG son reactivas a los procesos de percepción y no-percepción de los fosfenos en términos de energía y conectividad cortical.

Palabras clave— Neuroestimulación, prótesis visual cortical, fosfenos, percepción.

Affective values estimation in distributional semantics through Artificial Neural Networks

Matías Yerro Avincetto¹, Mariela Azul Gonzalez², Lucia Isabel Passoni³, Jorge Vivas¹

¹IPSIBAT (CONICET-UNMDP) Ctro Asoc. A CIC Prov. de Bs As., Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina²ICYTE (CONICET-UNMDP) Ctro Asoc. A CIC Prov. de Bs As., Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina³Instituto de Sistemas Inteligentes. Universidad Atlántida Argentina, Argentina

Abstract—This paper considers the applicability of estimating lexical-affective values using distributional semantics for the Spanish language. Lexical-affective information, represented by the dimensions of valence and activation, is a type of information that seems to be represented by the social use of a term and, therefore, can be inferred by studying the contexts in which this term appears. Using the Spanish adaptation of the ANEW, two procedures were performed. On the one hand, the canonical estimation method using linear regressions was compared against a model based on neural networks, demonstrating the best fit of the latter. On the other hand, the lexical-affective values for a set of complex emotions were estimated, and such estimation was compared with empirical data extracted from another linguistic community (Argentina), different from the one that gave rise to the data with which it was trained. the model (the Spanish). Correlations comparable to those found between different age groups, genders, or geographic regions were found between these estimates and the empirically derived data. These results show a striking common base of the language, which can be explored through distributional semantics.

Keywords—Artificial Neural Network, Distributional Semantics, Valence, Arousal, lexical norms.

Resumen— En este trabajo se considera la aplicabilidad del método de estimación de valores léxico-afectivos mediante semántica distribucional para el idioma español. La información léxico-afectiva, representada por las dimensiones de valencia y activación, es un tipo de información que parece estar representada por el uso social de un término y, por lo tanto, es posible de ser inferida mediante el estudio de los contextos en los cuales aparece dicho término. Utilizando la adaptación española del ANEW, se realizaron dos procedimientos. Por un lado, se comparó el método canónico de estimación mediante regresiones lineales contra un modelo basado en redes neuronales, demostrando el mejor ajuste de este último. Por otro lado, se estimaron los valores léxico-afectivos para un conjunto de emociones complejas, y se comparó tal estimación con datos empíricos extraídos de otra comunidad lingüística (la argentina), diferente a la cual dio origen a los datos con los cuales se entrenó el modelo (la española). Entre estas estimaciones y los datos empíricamente derivados se encontraron correlaciones comparables a las halladas entre diferentes grupos etarios, géneros, o regiones geográficas. Estos resultados dan cuenta de una llamativa base común de la lengua, pasible de ser explorada mediante semántica distribucional.

Palabras clave— Redes Neuronales Artificiales, Semántica Distribucional, Valencia, Arousal, Normas Léxicas.

The use of sonification in data analysis: a Psychopy training test

N. Bertaina Lucero¹, J. Casado^{1,2}
B. García^{2,3} and G. Jaren¹

¹ Instituto de Bioingeniería, Facultad de Ingeniería, Universidad de Mendoza, Argentina.

² Instituto de Tecnologías en Detección y Astropartículas (CNEA, CONICET, UNSAM), Mendoza, Argentina.

³ Universidad Tecnológica Nacional, Argentina.

Abstract—Perception is a process that requires a lot of mental processing that provides the means by which one's concept of the surroundings is created and which helps to learn from and interact with its environment. The compilation of previous studies throughout history have led to the conclusion that auditory performance improves when it is paired with visual stimulus and vice versa. Taking the previous consideration into account, the two aforementioned sensory pathways were used with the intention of carrying out a multisensory training test with the objective of achieving the participants' familiarization with this type of techniques for signal detection. PsychoPy software was used to program in different blocks the visual and auditory stimuli. From the results of the training's testing it was possible to confirm that the participants had improved their performance with ease in the detection of varied sound signals whenever these were accompanied by a related visual stimulus.

Keywords— Signal analysis, training, perception.

Resumen—La percepción es un proceso que requiere una gran cantidad de procesamiento mental que proporciona los medios por los cuales se crea el concepto que uno tiene del entorno y que ayuda a aprender e interactuar con él. La recopilación de estudios previos a lo largo de la historia ha llevado a la conclusión de que el rendimiento auditivo mejora cuando se combina con estímulos visuales y viceversa. Teniendo en cuenta la consideración anterior, se utilizaron las dos vías sensoriales mencionadas con la intención de realizar una prueba de entrenamiento multisensorial con el objetivo de lograr la familiarización de los participantes con este tipo de técnicas de detección de señales. Se utilizó el software PsychoPy para programar en diferentes bloques los estímulos visuales y auditivos. A partir de los resultados de las pruebas del entrenamiento, fue posible confirmar que los participantes habían mejorado su desempeño con facilidad en la detección de señales sonoras variadas siempre que estas estuvieran acompañadas de un estímulo visual relacionado.

Palabras clave— Análisis de señales, entrenamiento, percepción.

SISTEMAS NEUROMUSCULARES E INGENIERÍA DE REHABILITACIÓN



Passive Rehabilitation System for Upper Limb Recovery

Federico Mercado¹, Emilio Kenan^{1,2} and Natalia López^{1,2}

¹*Gabinete de Tecnología Médica, Facultad de Ingeniería, UNSJ*

²*Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas. CONICET San Juan, Argentina.*

Abstract— This article presents the development of an elbow rehabilitation system for people with neuromuscular rehabilitation pathologies or alterations for the flexion-extension of the MS. This system will allow the patient to regain movement and return to daily activities. This work focused on the link between design, medical rehabilitation, and other specific concepts that will allow the system to be portable, ergonomic and visually acceptable to the rehabilitation patient. The complementation between these parts will result in an efficient movement recovery process. It should be noted that this system is proposed in such a way that the patient does not have to rely on a large device or sophisticated technologies to carry out the rehabilitation process.

Keywords— Upper limb rehabilitation, rehabilitation robotics, stroke.

Resumen— En este artículo se presenta el desarrollo de un sistema de rehabilitación de codo para personas con patologías o alteraciones neuromusculares de rehabilitación para la flexo-extensión del MS. Dicho sistema le permitirá al paciente recuperar el movimiento y volver a sus actividades cotidianas. Este trabajo se centró en la vinculación entre el diseño, la rehabilitación médica, y otros conceptos específicos que permitirán que el sistema sea portable, ergonómico y aceptable visualmente por el paciente de rehabilitación. La complementación entre estas partes, resultará en un proceso de recuperación de movimientos de forma eficiente. Cabe destacar que este sistema se propone de forma tal que el paciente no tenga que depender de un artefacto de gran tamaño ni de tecnologías tan sofisticadas para poder llevar a cabo el proceso de rehabilitación.

Palabras clave— Rehabilitación miembro superior, rehabilitación robótica, ACV.

Development of a system for rehabilitation and assessment of visual function based on evoked potentials

Fiorella Ricobelli¹, Luciano Carmona^{1,2}, Silvia E. Rodrigo¹, Emilce Quiroga³, Adriana Quiroga³, Pablo F. Diez^{1,2} and Enrique M. Avila Perona¹

¹*Gabinete de Tecnología Médica (GATEME), Departamento de Electrónica y Automática, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan (UNSJ), San Juan, Argentina.*

²*Consejo Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICET), Argentina.*

³*Centro Educativo Terapéutico MAR, San Juan, Argentina.*

Abstract— In general, low vision refers to a condition of significant visual function deficit, depending on the cause of such deficit (illnesses, accidents or congenital malformations). There are different alternatives for the treatment of this condition, but currently, it is difficult to objectively assess the advances in the rehabilitation process of the patient. In this work, a technological tool is presented. This tool is designed to assist vision professionals in the process of visual rehabilitation of pediatric patients and quantitatively evaluate the results of their visual rehabilitation treatment, based on the processing and analysis of brain signals recorded by an electroencephalograph (EEG). A program based on HTML5, CSS3 and JavaScript (front-end) and MySQL and PHP (back-end) was designed, capable of generating different visual and auditory stimulation exercises. These stimuli are presented to the pediatric patient while EEG signals are recorded. The proof of concept carried out in healthy subjects shows that it is possible to generate the specific responses (steady-state visual evoked potentials, SSVEP, and P300 potentials) in EEG signals. Likewise, it allows inferring that the processing and analysis of these brain potentials would provide health professionals with a tool to establish the best rehabilitation treatment according to the low vision condition of the patient and to quantitatively evaluate the results of the visual rehabilitation treatment

Keywords— EEG, evoked potentials, visual rehabilitation.

Resumen— En general, la baja visión se refiere a una condición de déficit importante de la función visual, dependiendo de la causa de dicho déficit (enfermedades, accidentes o malformaciones congénitas). Existen diferentes alternativas para el tratamiento de esta condición, pero actualmente es difícil evaluar objetivamente los avances en el proceso de rehabilitación del paciente. En este trabajo se presenta una herramienta tecnológica. Esta herramienta está diseñada para ayudar a los profesionales de la visión en el proceso de rehabilitación visual de pacientes pediátricos y evaluar cuantitativamente los resultados de su tratamiento de rehabilitación visual, a partir del procesamiento y análisis de las señales cerebrales registradas por un electroencefalograma (EEG). Se diseñó un programa basado en HTML5, CSS3 y JavaScript (front-end) y MySQL y PHP (back-end), capaz de generar diferentes ejercicios de estimulación visual y auditiva. Estos estímulos se presentan al paciente pediátrico mientras se registran las señales del EEG. La prueba de concepto realizada en sujetos sanos demuestra que es posible generar las respuestas específicas (potenciales evocados visuales en estado estacionario, SSVEP y potenciales P300) en señales de EEG. Asimismo, permite inferir que el procesamiento y análisis de estas potenciales proporcionaría a los profesionales de la salud una herramienta para establecer el mejor tratamiento de rehabilitación según la condición de baja visión del paciente y para evaluar cuantitativamente los resultados del tratamiento de rehabilitación visual

Palabras clave— EEG, potenciales evocados, rehabilitación visual.

Development of a multimodal platform for quantitative sensorimotor assessment

Diego Arévalo^{1,2}, Alejandro Genolet¹,
Leandro Mayrata^{1,2}, José Biurrún Manresa^{1,2} and Rosa María Weisz¹

¹*Centro de Ingeniería en Rehabilitación e Investigaciones Neuromusculares y Sensoriales, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina.*

²*Instituto de Investigación y Desarrollo en Bioingeniería y Bioinformática, IBB-CONICET-UNER, Oro Verde, Argentina.*

Abstract — The diagnosis and evaluation of current rehabilitation therapies for the treatment of neuromuscular disorders are based on the therapist's assessment of the patient while performing a particular task. In some cases, this process is subjective, time-consuming, lacks sensitivity and the results obtained are difficult to compare with other physiological variables recorded from the patient. Therefore, having an assessment system that integrates a small, portable device and a practical interface could be useful for the advancement of clinical research and practice. This article presents the development of a multimodal platform for the quantitative evaluation of sensorimotor performance. To this end, two tests based on the *Nine Hole Peg Test* (NHPT) were implemented. A pilot test of the operation of the platform was carried out through experimental sessions with healthy volunteers, from which EEG signals, videography and kinematic parameters were acquired during the execution of the motor tasks associated with the tests.

Keywords — Haptic, sensorimotor, rehabilitation.

Resumen — El diagnóstico y la evaluación de las terapias de rehabilitación actuales para el tratamiento de los trastornos neuromusculares se basan en la evaluación del paciente por parte del terapeuta mientras realiza una tarea en particular. En algunos casos, este proceso es subjetivo, requiere mucho tiempo, carece de sensibilidad y los resultados obtenidos son difíciles de comparar con otras variables fisiológicas registradas del paciente. Por lo tanto, tener un sistema de evaluación que integre un dispositivo pequeño y portátil y una interfaz práctica podría ser útil para el avance de la investigación y la práctica clínica. Este artículo presenta el desarrollo de una plataforma multimodal para la evaluación cuantitativa del desempeño sensoriomotor. Para ello, se implementaron dos pruebas basadas en el *Nine Hole Peg Test* (NHPT). Se realizó una prueba piloto del funcionamiento de la plataforma a través de sesiones experimentales con voluntarios sanos, a partir de las cuales se adquirieron señales EEG, videografía y parámetros cinemáticos durante la ejecución de las tareas motoras asociadas a las pruebas.

Palabras clave — Háptica, sensoriomotora, rehabilitación.

ERD detection in EEG-based BCI using power spectral density and support vector machines

Melina Pilz¹, Rubén Acevedo¹

¹*Centro de Ingeniería en Rehabilitación en Investigaciones Neuromusculares y Sensoriales (CIRINS), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina.*

Abstract— Brain-computer interfaces are systems for recording the activity of the cerebral cortex that provide useful output signals and strengthen the user's communication paths with the outside world. They are generally used in neurorehabilitation for patients who have affected autonomic motility. It is of vital interest to detect motor intentions through event-related desynchronization of mu (8-12 Hz) and beta (12-30 Hz) sensorimotor rhythms of the electroencephalogram. For this, 2 methods for estimating spectral combinations were evaluated with a support vector machine as a classifier, using a base of proprietary electroencephalography signals. Accuracy and true positive rate were used as performance indices. The results obtained show the best performance with non-parametric feature extraction methods.

Keywords— Brain-computer interfaces, feature extraction, support-vector machine.

Resumen— Las interfaces cerebro computadora son sistemas de registro de la actividad de la corteza cerebral que brindan señales de salida útiles y establecen caminos de comunicación del usuario con el exterior. Generalmente son utilizadas en neurorehabilitación para pacientes que tienen afectada la motilidad autónoma. Es de vital interés detectar las intenciones motoras mediante la desincronización relacionada con eventos de los ritmos sensorimotrices mu (8-12 Hz) y beta (12-30 Hz) del electroencefalograma. Para esto se evaluaron 2 métodos de estimación espectral combinados con una máquina de soporte vectorial como clasificador, utilizando una base de señales de electroencefalografía propia. Se utilizaron la tasa de aciertos y tasa de verdaderos positivos como índices de desempeño. Los resultados obtenidos muestran el mejor desempeño con métodos no paramétricos de extracción de características.

Palabras clave— Interfaz cerebro computadora, extracción de características, máquina de soporte vectorial.

Design of a wrist orthosis prototype from a 3D arm model using 3D printing

Lucas P. Acosta^{1,2,3}, Ana B. Zamora¹, Fernando D. Farfán^{2,3}

¹Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina. ²Laboratorio de Investigaciones en Neurociencias y Tecnologías Aplicadas (LINTEC), Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología (FACET), Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Tucumán, Argentina. ³Instituto Superior de Investigaciones Biológicas (INSIBIO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Tucumán, Argentina.

Abstract— The development of devices to immobilize injured upper limbs encompasses various technologies and methodologies, from splinting and casting, to configurable composite orthoses. Through the application of computer-aided design (CAD) and computer-aided engineering (CAE) tools, we seek to design an immobilizing wrist orthosis model to reduce or eliminate rejections by the patient and the need to adjust the immobilizing device by the patient of the orthopedist. An idealized 3D forearm model was used for the design of a thin orthosis adapted to the particularities of the model used. The model was subjected to a FEM study to determine the distribution of stresses and strains in its geometric configuration. The prototype of the device was built in 3D printing. It could be seen that the majority values of stresses were concentrated in a small region in the opening of the fixing, whose value for the bending movement was 173.16 MPa, while for the extension it was

111.72 MPa, both concentrated in the central openwork on the outer side. Total displacements were the majority at the distal end of the orthosis, with values of 3.69mm for flexion and 2.38mm for extension.

Keywords— Orthosis, 3D Model, 3D Printing

Resumen— El desarrollo de dispositivos para inmovilizar miembros superiores lesionados abarca diversas tecnologías y metodologías, desde el entablillado y enyesado, hasta órtesis compuestas configurables. Mediante la aplicación de herramientas de diseño asistido por computadora (CAD) e ingeniería asistida por computadora (CAE) buscamos diseñar un modelo de órtesis inmovilizante de muñeca para reducir o eliminar los rechazos por parte del paciente y la necesidad de ajustar el dispositivo inmovilizante por parte del ortopedista. Se empleó un modelo 3D de antebrazo idealizado para el diseño de una órtesis delgada adaptada a las particularidades del modelo empleado. El modelo se sometió a un estudio de método de elemento finito (FEM) para determinar la distribución de esfuerzos y deformaciones en su configuración geométrica. El prototipo del dispositivo se construyó en impresión 3D. Pudo verse que los valores mayoritarios de tensiones se concentraron en una pequeña región en la caladura de la fijación, cuyo valor para el movimiento de flexión fue de 173.16 MPa, mientras que para la extensión fue de 111.72 MPa, ambos concentrados en el calado central del lado externo. Los desplazamientos totales fueron mayoritarios en el extremo distal de la órtesis, con valores de 3.69mm para la flexión y 2.38mm para la extensión.

Palabras clave— Ortesis, Modelo 3D, Impresión 3D

Assistive prototype using speech recognition and eye tracking

Luciano Recalde¹, Carolina Villegas¹, José Núñez¹ and César Yegros¹

¹*Grupo de Investigación en Ingeniería Biomédica (GIIB), Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.*

Abstract— According to the PAHO, it is estimated that 15% of the population, around 1 billion people worldwide, live with a disability. In the Americas region alone, around 140 million people live with some type of disability. One of the biggest barriers encountered by people with disabilities is the fact that such a condition limits their ability to fully interact with their environment. Therefore, it is necessary to offer tools that can help to solve this problem. The project seeks to provide help to people who, due to their condition, find it difficult to use information and communication access technologies, such as computers, mobile devices, etc. A prototype that uses Voice command and eye tracking was developed to be used as an interface between the person and his computer, laboratory tests were carried out to verify its operation. As a result, a tool was obtained that allows achieving higher levels of independence through the use of speech recognition and eye tracking techniques.

Keywords— Voice command, eye tracking, disability, interface.

Resumen— Según la Organización Panamericana de la Salud se estima que el 15% de la población, alrededor de 1000 millones de personas en todo el mundo, vive con una discapacidad. Solamente en la región de las Américas alrededor de 140 millones de personas viven con algún tipo de discapacidad. Uno de los mayores obstáculos que encuentran las personas con discapacidades es el hecho de que tal condición limita su capacidad de interactuar plenamente con su entorno. Por lo tanto, se hace necesario ofrecer herramientas que puedan dar solución a dicho problema. Se busca brindar ayuda a personas que por su condición encuentren dificultad en el uso de tecnologías de acceso a la información y comunicación, tales como computadoras, dispositivos móviles, etc. Se desarrolló un prototipo de control por comando de voz y rastreo ocular para ser utilizado como interfaz entre la persona y su ordenador, se realizaron pruebas de laboratorio para verificar el funcionamiento correcto del mismo. Como resultado se obtuvo una herramienta que permite lograr mayores niveles de independencia a través del uso de técnicas de reconocimiento del habla y rastreo ocular.

Palabras clave— Comando de voz, rastreo ocular, discapacidad, interfaz.

Handling Complex Smart Walker Interaction Strategies with Behavior Trees

Paula Cardoso¹, Ricardo Mello¹ and Anselmo Frizzera¹

¹*Graduate Program in Electrical Engineering, Federal University of Espírito Santo, Vitória, Brazil.*

Abstract— This paper proposes the use of behavior trees, a hierarchical structure that facilitates to switch between different tasks, to switch among different task-oriented controllers that modulate the human-robot-environment interaction applied on a smart walker. The methodology was experimentally validated with healthy volunteers and the results indicate that the behavior trees responded accordingly to the interactions between the user, the walker, and the environment.

Keywords— Behavior tree, human-robot-environment interaction, smart walker.

Resumen— Este artículo propone el uso de behavior trees, una estructura jerárquica que facilita cambiar entre diferentes tareas, cambiar entre diferentes controladores orientados a tareas que modulan la interacción humano-robot-entorno aplicado en un andador inteligente. La metodología fue validada experimentalmente con voluntarios sanos y los resultados indican que los behavior trees respondieron de acuerdo a las interacciones entre el usuario, el caminante y el entorno.

Palabras clave— Behavior tree, interacción humano-robot-ambiente, andador robótico.

Network maps centrality-based from emotional EEG signals

Alejandro Gomez¹, Natalia Lopez-Celani², and Luisa F. Villa³ O. Lucia Quintero¹

¹Universidad EAFIT, Mathematical Modelling, Medellín, Colombia ²Universidad Nacional de San Juan, Gabinete de Tecnología Médica - CONICET, San Juan, Argentina. ³Universidad de Medellín, Arkadius, Medellín, Colombia.

Abstract— The EEG has proved to contain relevant information about recognition of emotional states, which can be a relevant issue in the psychiatry of neurological disorders. It is important to analyze the EEG signals not only to understand the emotional states from a time-series approach, but also to determine the importance of the generating process of these signals, the location of the electrodes, and the relationship between the EEG signals from different regions of the cerebral cortex. From the EEG signals of each emotional state, adjacency matrices were constructed based using the PLI connectivity measure. Then, prototype networks were built by averaging adjacency matrices for each emotion. Based on these networks, a set of classical vertex centrality measures were calculated (clustering coefficient, eigenvector centrality, and betweenness centrality) seeking to understand their behavior and the relationship between them. The clustering coefficient evidenced the susceptibility of the correlation measures to the characteristic volumetric noise in the EEG signals, as well as the regions of the cerebral cortex associated with the elicitation process of emotional states such as frontal lobe. This was reaffirmed by the eigenvector centrality, showing that the regions with high centrality are fully connected, and do not correspond to isolated electrodes with high centrality. Finally, the betweenness centrality allowed to identify regions such as frontal lobes for correlation measures, and for PLI parietal and central lobes. Some specific regions can be associated with positive or negative emotions, and emotions with high arousal.

Keywords— Functional Connectivity, Emotion, Complex network

Resumen— El EEG ha demostrado contener información relevante sobre el reconocimiento de estados emocionales, lo que puede ser un tema relevante en la psiquiatría de trastornos neurológicos. Es importante analizar las señales de EEG no solo para comprender los estados emocionales desde un enfoque de series de tiempo, sino también para determinar la importancia del proceso de generación de estas señales, la ubicación de los electrodos y la relación entre las señales de EEG de diferentes regiones de la corteza cerebral. A partir de las señales EEG de cada estado emocional se construyeron matrices de adyacencia en base a la medida de conectividad PLI. Luego, se construyeron prototipos de redes promediando matrices de adyacencia para cada emoción. Con base en estas redes, se calcularon un conjunto de medidas clásicas de centralidad de vértices (coeficiente de agrupamiento, centralidad de vectores propios y centralidad de intermediación) buscando comprender su comportamiento y la relación entre ellos. El coeficiente de agrupamiento evidenció la susceptibilidad de las medidas de correlación al ruido volumétrico característico en las señales del EEG, así como las regiones de la corteza cerebral asociadas al proceso de elicitación de estados emocionales como el lóbulo frontal. Esto fue reafirmado por la centralidad del vector propio, mostrando que las regiones con alta centralidad están completamente conectadas y no corresponden a electrodos aislados con alta centralidad. Finalmente, la centralidad de intermediación permitió identificar regiones como los lóbulos frontales para las medidas de correlación y para los lóbulos parietal y central del PLI. Algunas regiones específicas se pueden asociar con emociones positivas o negativas y emociones con alta excitación.

Palabras clave— Conectividad funcional, Emoción, Red compleja

Software proposal to evaluate people with disabilities comprehensively through the International Classification of Functioning ICF

Diego A. Beltramone¹, Marcela F. Rivarola²,
Carina I. Yonahara³ and Matías De Anquin³

¹Laboratorio de Ingeniería en Rehabilitación, Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

²Escuela de Kinesiología y Fisioterapia, Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

³Centro de Cómputos, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.

Abstract— A proposal of proof of concept software is presented, through which it is intended to take advantage of a standard evaluation instrument, based on the International Classification of Functioning (ICF), Disability and Health. The main objective of this instrument is to provide a unified and standardized language, that is, a conceptual framework for the description of health and states related to it, in people with disabilities. It proposes to evaluate, from a holistic perspective, the various factors that constitute people with disabilities.

In other articles, the authors of this work identified that for various reasons the ICF is not the main choice of health professionals who are dedicated to evaluating and promoting therapeutic interventions for people with disabilities, however a large majority of therapists indicated that in the event that it was offered in a computerized format and simple to use, they would use it. This situation inspired the proposal of a proof-concept of a computerized version of the ICF, designed with the basic principles of a user-centered design and usability tests, in order to promote an optimal and more objective experience.

Keywords— International Classification of Functioning Disability and Health, ICF, Disability Assessment, Proof of Concept Software.

Resumen— Se presenta una propuesta de software en calidad de prueba de concepto, mediante el cual se pretende aprovechar un instrumento de evaluación estándar, a partir de la Clasificación Internacional de Funcionamiento (CIF), de la Discapacidad y la de la Salud. Este instrumento tiene como objetivo principal brindar un lenguaje unificado y estandarizado, es decir, un marco conceptual para la descripción de la salud y los estados relacionados con ésta, en personas con discapacidad. Propone evaluar, desde una mirada holística, los diversos factores que constituyen a las personas con discapacidad.

En otros artículos los autores de este trabajo identificaron que por diversas razones la CIF no es la elección principal de los profesionales de la salud que se dedican a evaluar y propiciar intervenciones terapéuticas para personas en situación de discapacidad, sin embargo una amplia mayoría de terapeutas indicaron que en el caso de que se la ofreciera en un formato informático y simple de usar, sí la utilizaría. Esta situación inspiró la propuesta de una prueba de concepto de una versión informática de la CIF, diseñada con los principios elementales de un diseño centrado en el usuario y pruebas de usabilidad, a fin de propiciar una experiencia óptima y de mayor objetividad.

Palabras clave— Clasificación Internacional del Funcionamiento de la Discapacidad y de la Salud, CIF, Evaluación de la Discapacidad, Software Prueba de Concepto.

A comparison of methods for the determination of event-related desynchronization onset latency

Julián Furiós¹, L. Carolina Carrere¹, Rubén Acevedo¹, José Biurrun Manresa^{1,2}, and Carolina B. Tabernig¹

¹Centro de Ingeniería en Rehabilitación e Investigaciones Neuromusculares y Sensoriales, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina. ²Instituto de Investigación y Desarrollo en Bioingeniería y Bioinformática (IBB), CONICET-UNER, Oro Verde, Argentina.

Abstract— People with motor sequelae caused by neurological diseases show alterations in the electrical activity of the brain. In particular, the onset latency of event-related desynchronization (ERD) is affected when the subject attempts to execute a movement. The identification of the onset of the ERD could represent a biomarker related to the degree of disability; therefore, it is of great importance to explore methods that robustly estimate it. The aim of this study was to compare three methods for the determination of the onset latency of ERD. A database of EEG signals obtained from 5 healthy volunteers was used. EEG signals were preprocessed in order to derive the ERD% time-course. The first method applied uses instantaneous information from the ERD% time-course. The second method was based on a point-by-point one-sample t-test. Finally, the third method consists of a nonparametric cluster-based permutation test. The results showed that the latter estimates longer onset latencies compared to the other two, but with more robustness and information about the signal.

Keywords— Event-related desynchronization, onset latency of ERD, EEG-based biomarkers.

Resumen— Las personas con secuelas motoras causadas por enfermedades neurológicas, manifiestan alteraciones apreciables en la actividad eléctrica cerebral. En particular se ve afectada la latencia de inicio de la desincronización relacionada a eventos (ERD, por sus siglas en inglés) cuando el sujeto intenta ejecutar un movimiento. La identificación del inicio de la ERD podría constituir un biomarcador indicativo del grado de discapacidad; por lo cual reviste de gran importancia explorar los métodos que estimen de manera robusta dicho inicio. El objetivo de este trabajo fue analizar diferentes métodos para la determinación de la latencia de inicio de la ERD. Se utilizó un banco de señales de EEG registrados en 5 voluntarios sanos. Luego se acondicionó la señal y se estimó la evolución temporal de la ERD%. El primer método utilizado se basó en publicaciones reportadas en la bibliografía y emplea información puntual de la señal de ERD%. El segundo método se basó en una prueba estadística tipo Prueba-T y para el último método se implementó una prueba estadística no paramétrica de permutación por grupos. Los resultados mostraron que el último método tiende a encontrar el inicio de la latencia más tardíamente comparados con los anteriores, pero con más robustez e información acerca de la señal.

Palabras clave— Desincronización relacionada a eventos, latencia de inicio de la ERD, biomarcadores basados en el EEG.

Prototype of nystagmus diagnostic system using gaze tracking

Daniela F. Mamaní¹, Anahí M. Sulca², Nancy L. Brambilla³, Ana J. Meirovich⁴, Diego Obregón⁵,
Nadia M. Leizica⁶

^{1 2 3} *Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina,*
⁴*Promedon SA, Córdoba, Argentina,* ⁵*Instituto de Educación Superior Siglo XXI, Córdoba, Argentina,* ⁶*Fundación Rita Bianchi, Córdoba, Argentina*

Abstract— Nystagmus is an ophthalmologic condition that prevents stable eye movement and fixation, which in most cases causes vertigo, oscillopsia, blurred vision, or abnormal head position. It manifests itself as a consequence of the alteration of one or several of the mechanisms that allow the stability of the gaze. This paper proposes the development of an alternative system prototype for nystagmus diagnostic that makes it possible to obtain objective measurements of the patient's performance in a series of non-invasive tests, through the continuous recording of eye movements and gaze position.

Keywords— Diagnostic system, nystagmus, ocular pathology, eye tracking.

Resumen— El nistagmo es una condición oftalmológica que impide el movimiento ocular estable y la fijación, lo que en la mayoría de los casos causa vértigo, oscilopsia, visión borrosa o posición anormal de la cabeza. Se manifiesta como consecuencia de la alteración de uno o varios de los mecanismos que permiten la estabilidad de la mirada. En el presente trabajo se propone el desarrollo de un prototipo de sistema alternativo de diagnóstico de nistagmo que permite obtener, mediante el registro continuo de los movimientos oculares y de la posición de la mirada, mediciones objetivas del desempeño del paciente en una serie de pruebas no invasivas.

Palabras clave— Sistema de diagnóstico, nistagmo, patología ocular, seguimiento de mirada.

Evaluation and comparison of goniometric tools on knee joint of healthy subjects

R.L. Gutierrez Candia¹, C.E. Bonell¹, P. A. Catalfamo-Formento^{1,2}

¹*Laboratorio de Investigación en Movimiento Humano (LIMH), Facultad de Ingeniería,
Universidad Nacional de Entre Ríos, Ruta 11, Km 10, Oro Verde, Entre Ríos,
ARGENTINA.*

²*Instituto de Investigaciones y Desarrollo en Bioingeniería y Bioinformática (IBB), CONICET-UNER, Oro Verde,
ARGENTINA.*

Abstract—The evaluation of the joint angle is necessary to know the general condition of a joint and to detect the presence of any dysfunction or limitation. The measurements taken with a conventional goniometer relied on the level of training of the examiner, the active cooperation of the subject to be evaluated, and the manual recording of the results. Several alternative techniques have been proposed for angle measurement. The purpose of this study is to evaluate relative accuracy of Kinovea Software and a goniometric application on a mobile device (G-Pro) in comparison with the conventional goniometer for the measurement of maximum angular excursion for flexion, extension, abduction and adduction of the knee joint. Angle measurement of 15 healthy subjects was collected, with data from the three tools. The results showed that both alternatives tools presented similar results and acceptable dispersions. The Bland-Altman plots showed a great agreement between the measurement tools, having for the flexion movement a dispersion of 8° with Kinovea (-1,81 (P) ± 4,03 (DE)) and 9° with G-pro (2,97 (P) ± 4,50(DE)), showing that the software presents better results than the application for this movement. The software and the app showed advantages and disadvantages, so the selection of the best one will depend on the application of interest and its requirements.

Keywords— goniometer, videographic analysis, joint assessment, accuracy, variability.

Resumen— La evaluación del ángulo articular es necesaria para conocer el estado general de una articulación y para detectar la presencia de alguna disfunción o limitación. Las mediciones tomadas con goniómetro convencional dependen de un entrenamiento adecuado por parte del examinador, de la cooperación del sujeto a evaluar y del registro manual de las mediciones. Técnicas alternativas se han propuesto para la medición angular. El propósito de este estudio es evaluar la precisión del software Kinovea y una aplicación goniométrica en dispositivo móvil (G-Pro) en comparación con el goniómetro para la medición de excursiones angulares máximas de flexión, extensión, abducción y aducción de rodilla. Para ello, se evaluaron las excursiones angulares en 15 sujetos sanos, siendo examinados por las tres herramientas. Los resultados indicaron que Kinovea y G-Pro presentaron resultados similares y dispersiones aceptables. Las gráficas de Bland-Altman mostraron una gran concordancia entre las herramientas de medición, teniendo para el movimiento de flexión una dispersión de 8° con Kinovea (- 1,81 (P) ± 4,03 (DE)) y 9° con G-pro (2,97 (P) ± 4,50(DE)), denotando también que el software presenta mejores resultados que la aplicación para este movimiento. Tanto el software como la aplicación presentaron ventajas y desventajas entre ellas en relación a la practicidad de su uso, por lo que la selección de la mejor herramienta dependerá de la aplicación de interés y de los requerimientos de la misma.

Palabras clave—goniómetro, análisis videográfico, valoración articular, exactitud, variabilidad.

Serious Game development for the rehabilitation of skill movement in the upper limb

Alejandro R. Yanadel¹, Elisa Pérez^{1,2}, Fernando Tettamanti^{1,2}, Emanuel B. Tello^{1,2}, Natalia M. López^{1,2}

¹Gabinete de Tecnología Médica (GATEME) -Universidad Nacional de San Juan, ²Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)

Abstract— Neurorehabilitation of post-stroke patients must be intense, frequent, with structured planning and must be carried out continuously. These premises lead to professionals requiring a greater number of tools that complement conventional therapies. For this reason, the design of Serious Games are techniques that are being widely used. In the present work, a serious game is presented for the rehabilitation of the upper limbs using skills such as reach, reaction and precision. It was designed and developed in Unity® and the monitoring of the movements of the upper limbs was carried out with the Kinect®V2 sensor. The game offers the possibility of generating settings adaptable to the patient and the therapy. On the other hand, at the end of a game session, the scores referring to the player's performance are presented, and information is provided in relation to the estimation of the accuracy of the reaching movement, since it is quantitatively parameterized in a clinically useful index, $\Delta t/r$. The results show the development of the serious game and the validation in relation to the operation of the developed video game and the perception of the users in relation to the design of the video game through a survey. In addition, the values of the indexes obtained from 10 healthy users are presented, corroborating that the difficulty levels can be induced by modifying specific game configurations.

Keywords— Serious game, Motor rehabilitation, Upper limb.

Resumen—La neurorrehabilitación de pacientes post-ACV debe ser intensa, frecuente, con una planificación estructurada y debe realizarse de manera continuada. Estas premisas conllevan a que los profesionales requieran de un número mayor de herramientas que complementen las terapias convencionales. Por esta razón el diseño de Juegos Serios son técnicas que están siendo ampliamente utilizadas. En el presente trabajo se presenta un juego serio para la rehabilitación de los miembros superiores utilizando destrezas como el alcance, reacción y precisión. El mismo se diseñó y desarrolló en Unity® y el seguimiento de los movimientos de los miembros superiores se realizó con el sensor Kinect®V2. El juego brinda la posibilidad de generar configuraciones de seteo adaptables al paciente y a la terapia. Por otro lado, al finalizar una sesión de juego se presenta las puntuaciones referidas al desempeño del jugador, y se proporciona información en relación a la estimación de la precisión del movimiento de alcance ya que la misma queda cuantitativamente parametrizada en un índice útil clínicamente, $\Delta t/r$. Los resultados muestran el desarrollo del juego serio y la validación en relación al funcionamiento del video juego desarrollado y a la percepción de los usuarios en relación al diseño del video juego a través de una encuesta. Además, se presentan los valores de los índices obtenidos de 10 usuarios sanos, corroborando que los niveles de dificultad pueden ser inducidos modificando configuraciones específicas del juego.

Palabras clave— Juego serio, Rehabilitación motora, Miembro superior.

Towards an open rehabilitation device using recumbent cycling

Ignacio Riveros¹, Luciano Schiaffino¹ and Esteban Osella^{1,2}

¹*CIRINS, Facultad de Ingenier'ia, Universidad Nacional de Entre Ro's, Oro Verde, Argentina.*

²*IBB. UNER-CONICET, Oro Verde, Argentina.*

Abstract— Lower limb rehabilitation methods combination are increasing. A particular strategy combines the usage of a recumbent bicycle, with functional electrical stimulation (FES). In this context, the power to move the pedals is generated by the activation of a FES system over different muscle groups. Many control methods for this kind of platforms were developed, using angular velocity as the controlled variable. In this paper we present the development of a FES recumbent bicycle rehabilitation platform to design and develop control strategies, with focus in minimising the FES related early fatigue effects. In this platform, we additionally introduced an electric motor, force sensors over the pedals, and a surface electromyography registering system. All these implementations were performed using dedicated embedded systems.

Keywords— Functional electrical stimulation, recumbent cycling rehabilitation, CIAA, embedded systems.

Resumen— La combinación de distintos métodos de rehabilitación para miembro inferior se encuentra en crecimiento. Una estrategia en particular combina el uso de una bicicleta de pedaleo recostado, en conjunto con estimulación eléctrica funcional (FES). En este contexto, la potencia para mover los pedales es generada por la activación del sistema FES sobre distintos grupos musculares. Se han desarrollado diferentes estrategias de control para sistemas de rehabilitación de este tipo, donde en general la variable controlada es la velocidad angular. En este trabajo presentamos el desarrollo de una bicicleta de pedaleo recostado combinada con FES, con el objeto de desarrollar y probar estrategias de control, haciendo foco en minimizar la incidencia de los efectos de la fatiga temprana. En esta plataforma, se introdujo adicionalmente un motor eléctrico, sensores de fuerza sobre los pedales, y un sistema de registro de electromiografía de superficie. Todos estos sistemas han sido implementados en sistemas embebidos.

Palabras clave— Estimulación eléctrica funcional, rehabilitación en pedaleo recostado, CIAA, sistemas embebidos.

Preliminary Validation of the Unilateral AGoRA Lower Limb Exoskeleton during Gait Assistance in Treadmill and Overground

Daniel Gomez-Vargas¹, Sophia Otalora², Felipe Ballen-Moreno³, Flavio Roberti¹, Ricardo Carelli¹, Marcela Munera⁴, and Carlos A. Cifuentes⁵

¹*Institute of Automatics, National University of San Juan, San Juan, Argentina.*

²*Graduate Program of Electrical Engineering, Federal University of Espirito Santo, Vitoria, Brazil*

³*Robotics & Multibody Mechanics Research Group, Vrije Universiteit Brussel, Brussels, Belgium.*

⁴*Department of Biomedical Engineering, Colombian School of Engineering Julio Garavito, Bogota, Colombia*

⁵*Bristol Robotics Laboratory, University of the West of England, Bristol, UK.*

Abstract— Several actuation types and control strategies have been applied in exoskeletons to improve the performance and interaction during assistive applications. This work presents the preliminary validation of the AGoRA exoskeleton during gait on a treadmill and overground with two healthy subjects under a unilateral configuration. Results exhibited changes in the gait cycle duration when users wore the device, increasing of range of motion of the back and decreasing muscular activity for the overground condition. Future works should be focused on measuring the user's kinematics and a protocol with a further number of participants.

Keywords— Lower limb exoskeleton, gait assistance, overground, treadmill, kinematics.

Resumen: Se han aplicado varios tipos de actuación y estrategias de control en exoesqueletos para mejorar el rendimiento y la interacción durante las aplicaciones de asistencia. Este trabajo presenta la validación preliminar del exoesqueleto AGoRA durante la marcha en una cinta de correr y sobre el suelo con dos sujetos sanos bajo una configuración unilateral. Los resultados mostraron cambios en la duración del ciclo de marcha cuando los usuarios usaron el dispositivo, aumentando el rango de movimiento de la espalda y disminuyendo la actividad muscular para la condición de sobre el suelo. Los trabajos futuros deben centrarse en medir la cinemática del usuario y un protocolo con un número adicional de participantes.

Palabras clave: exoesqueleto de miembros inferiores, asistencia a la marcha, sobre el suelo, cinta de correr, cinemática.

Desarrollo de un sistema para la evaluación de las lateralidades y dominancias corporales

Franco Comin¹, María Lucía Urrestarazu¹, Mario Mouche², Sebastián Graf^{1,3}

¹*Facultad de Ingeniería y Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Favaloro, Buenos Aires, Argentina.*

²*Instituto de Ciencias del Deporte, Universidad Favaloro, Buenos Aires, Argentina*

³*Instituto de Medicina Traslacional, Transplante y Bioingeniería, CONICET-Universidad Favaloro, Argentina.*

Abstract—Based on an empirical proposal for the evaluation of laterality, we propose the assessment of an objective, operator- independent novel methodology. This paper presents the development, implementation and verification of the software and hardware of the system, which aims to quantify body laterality and dominance in the lower limbs, allowing the analysis of relevant parameters and their evolution over time.

Keywords— Laterality, Dominance, Predominance, Contact time, Flight time

Resumen— A partir de una propuesta empírica para la evaluación de la lateralidad, se propone implementar una metodología novedosa, objetiva y operador independiente. En este trabajo se presenta el desarrollo, implementación y verificación del software y hardware del sistema, que apunta a cuantificar las lateralidades y dominancias corporales en miembros inferiores, posibilitando realizar análisis de parámetros relevantes y el progreso de los mismos a través del tiempo.

Palabras clave— Lateralidad, Dominancia, Predominancia, Tiempo de contacto, Tiempo de vuelo.

Validation and development of a posture quantification and classification technique using MediaPipe Pose[®]

Juan Iturrieta^{1,2}, Elisa Perez^{1,2}, Fernando Tettamanti^{1,2} and Natalia Lopez^{1,2}

¹GATEME-Gabinete de Tecnología Médica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.

²CONICET-Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, Argentina.

Abstract— Currently, according to the WHO, neurological disorders leave a high rate of motor sequelae in many individuals worldwide. For public health this represents a great cost that many developing countries cannot absorb in their health system or are overwhelmed to provide a prompt response to these demands. The importance of proposing therapies to support adequate rehabilitation makes us think of methods that can be more effective and low-cost in neurorehabilitation. Therefore, being able to classify positions objectively in a therapy environment is of utmost importance, helping the subjectivity of the therapist, or of the therapy itself, reducing time and costs. In this work we presented a development of quantification and classification of upper limb postures, using a webcam type sensor and MediaPipe[®]. The algorithm developed to estimate angular excursion using the Bland-Altman Method was validated and it can be concluded that it is interchangeable with the goniometer.

Keywords— MediaPipe Pose[®], Bland-Altman, Quantification of movements, Neural Network.

Resumen— En la actualidad según la OMS, los trastornos neurológicos dejan en el mundo una alta tasa de secuelas a nivel motriz en muchos individuos. Para la salud pública esto representa un gran costo al que muchos países en desarrollo no pueden absorber en su sistema de salud o se ven desbordados para brindar una pronta respuesta a estas demandas. La importancia de plantear terapias para sobrellevar una rehabilitación adecuada, nos hace pensar en métodos que pueden ser más efectivos y a bajo costo en la neurorrehabilitación. Por ello poder clasificar posturas objetivamente en el entorno de una terapia es de suma importancia ayudando a la subjetividad del terapeuta, o propia de una terapia, disminuyendo los tiempos y costos. En este trabajo se presentó un desarrollo de cuantificación y clasificación de posturas de miembro superior, utilizando un sensor tipo webcam y MediaPipe[®]. Se validó el algoritmo desarrollado para estimar la excursión angular a través del método de Bland-Altman y se puede concluir que es intercambiable con el goniómetro.

Palabras clave— MediaPipe Pose[®], Bland-Altman, Cuantificación de movimientos, Red Neuronal.

Proposal for an Assistive Technology Department model in neurorehabilitation centers

Ayelén Mesila Carlos¹, Ana Josefina Meirovich², María Belén Hidalgo³ and Diego A. Beltramone⁴

¹*Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.*

²*Área de Investigación y Desarrollo, Promedon S.A, Córdoba, Argentina.*

³*Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.*

⁴*Laboratorio de Ingeniería en Rehabilitación, Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.*

Abstract— The present article aims to describe the development of a framework for the design of an Assistive Technology Department in neurorehabilitation centers. For this, a statistical study was carried out collecting data through interviews with preselected subjects.

Within the research, a survey was conducted with representatives of 20 neurorehabilitation centers from the city of Córdoba, Argentina. This survey aimed to obtain qualitative and quantitative data regarding characteristics of the institutions, their patients population, their work or approach with biomedical engineers and experience working with rehabilitation technologies.

In the statistical analysis, a description of the collected data was made using tables and graphs. Hypotheses of association between variables were also raised to undergo acceptance tests and thus draw conclusions of interest.

Based on the results and the review of existing models implemented in other countries, a framework for the setup of an Assistive Technology Department was proposed, considering the social and cultural context of the study population.

Keywords— Assistive Technology Department, Neurorehabilitation centers, Model, Disability.

Resumen— El presente trabajo tuvo por objeto desarrollar un marco de referencia para la introducción de un Departamento de Tecnología Asistiva en centros de neurorrehabilitación. Para ello, se llevó a cabo un estudio estadístico con datos recolectados a través de entrevistas a sujetos preseleccionados.

Dentro de la investigación se realizó una encuesta a representantes de 20 centros de neurorrehabilitación de la ciudad de

Córdoba, Argentina, para obtener datos cualitativos y cuantitativos respecto a las características de las instituciones, su población de pacientes, su trabajo o acercamiento con ingenieros biomédicos y la experiencia de trabajo con tecnologías en la rehabilitación.

En el análisis estadístico se realizó una descripción de los datos recolectados mediante tablas y gráficos. También se plantearon hipótesis de asociación entre variables sometidas a pruebas de aceptación para extraer conclusiones acerca de interés.

En base a los resultados y la revisión de modelos existentes puestos en marcha en otros países, se propuso un modelo para un Departamento de Tecnología Asistiva contemplando el contexto social y cultural de la población de estudio.

Palabras clave— Departamento de Tecnología Asistiva, Centros de neurorrehabilitación, Modelo, Discapacidad.

Survival in the forest: Serious game for cognitive stimulation of patients

Cintia B. Páez¹, Emanuel B. Tello², y Elisa Pérez³

¹*Gabinete de Tecnología Médica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.*

Abstract— Studies show that the incorporation of serious games in conventional neurorehabilitation processes represents a significant contribution in terms of motivation and adherence to treatment in post-stroke patients. However, the current challenges respond to the design of increasingly personalized serious games that incorporate the residual functionalities of each patient. In this sense, the present work introduces the development of a Serious Game (SG) for the rehabilitation of post-stroke patients with cognitive difficulties, especially as a tool for the treatment of apraxia. In addition, a first validation instance of the designed SG performed with infants is shown.

Keywords— ACV, rehabilitation, apraxia, Serious Games.

Resumen— Estudios demuestran que la incorporación de juegos serios en procesos de neurorrehabilitación convencional, representa un aporte significativo en términos de motivación y de adhesión al tratamiento en pacientes post-ACV. Sin embargo, los desafíos actuales responden al diseño de juegos serios cada vez más personalizados que incorporen las funcionalidades residuales de cada paciente. En tal sentido, el presente trabajo introduce el desarrollo de un *Serious Game* (SG) para rehabilitación de pacientes post-ACV con dificultades de orden cognitivo, en especial como herramienta para el tratamiento de apraxias. En adición, se muestra una primera instancia de validación del SG diseñado realizada con infantes.

Palabras clave— ACV, Rehabilitación, apraxia, Juegos Serios.

Motor planning efficiency based on reaction time. A measure for cognitive demand.

Leonardo A. Cano^{1,3}, Alvaro G. Pizá^{2,3},
Eduardo Fernández Jover⁴ and Fernando D.
Farfán^{2,3}

¹*Cátedra de Anatomía, Facultad de Educación Física, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina.*

²*Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina.*

³*Instituto Superior de Investigaciones Biológicas, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Tucumán, Argentina.*

⁴*Instituto de Bioingeniería, Universidad Miguel Hernández, Elche, España.*

Abstract— Reaction time is a widely used measure to quantify decision-making in motor tasks. The inherent processes for decision-making, such as perception and motor production, before expressing an output can be studied with the help of electrophysiological techniques. The aim of the present work was to characterize the temporal cost of motor production and compare the motor planning efficiency with incremental difficulty. Data was taken from 18 subjects performing motor reaction tasks with the arms, the reaction time was split into phases and the results were analyzed based on difficulty and laterality. The results showed differences in time cost between conditions of difficulty, but not between hemibodies. The ratio of motor planning time to reaction time could be an indicator of cognitive demand in a motor task.

Keywords— Reaction time, motor planning, electromyography, laterality.

Resumen— El tiempo de reacción es una medida muy utilizada para cuantificar la toma de decisión en tareas motrices. Los procesos inherentes a la toma de decisión, tal como la percepción y la producción motora, antes de expresar una respuesta pueden ser estudiados con ayuda de técnicas de electrofisiología. El objetivo del presente trabajo ha sido caracterizar el costo temporal de la producción motora y comparar la eficiencia de la planificación con dificultad incremental. Se tomaron datos de 18 sujetos realizando tareas de reacción motriz con los brazos, se fraccionó el tiempo de reacción en fases y se analizaron los resultados en base a la dificultad y a la lateralidad. Los resultados mostraron diferencias en el costo temporal entre condiciones de dificultad, pero no entre hemicuerpos. La proporción del tiempo de planificación motora sobre el tiempo de reacción podría ser un indicador de la demanda cognitiva en una tarea motora.

Palabras clave— Tiempo de reacción, planificación motora, electromiografía, lateralidad.

Analysis of structural failure evaluation of rehabilitation devices prototyped with additive technology

Emilio R. Kenan^{1 2 4}, Federico Mercado¹,
Marcela V. Céspedes³ y Natalia M. López^{1 2}

¹*Departamento de Electrónica, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.*

²*CONICET Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas*

³*Departamento de Diseño, Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño, Universidad Nacional de San Juan, San Juan, Argentina.*

⁴*Universidad Nacional de San Martín – INCALIN Buenos Aires, Argentina*

Abstract— This article will evaluate the safety analysis performed on upper limb rehabilitation equipment generated mainly with 3D printing, which is used as prototyping and materialization technology. The ways in which these analyses are performed will be evidenced, both those done virtually, through simulations with specialized software using the finite element analysis method, and those performed with real tests in laboratories, testing the different stresses with specific instruments. Since rehabilitation devices such as exoskeletons or robotic devices generate active forces, the corresponding evaluations of these devices must be performed to ensure their proper functioning on patients. In this section, a review of how these analyses are performed will be made, showing the differences between methods and a critical analysis of shortcomings and possible improvements.

Keywords— Evaluation, MS Rehabilitation, Safety, 3D Printing, Simulation and Laboratory Testing.

Resumen— En este artículo se evaluará el análisis de seguridad que se realiza en equipos de rehabilitación de miembro superior generados principalmente con impresión 3D, la cual se emplea como tecnología de prototipado y materialización. Se evidenciará las formas en que estos análisis se realizan, las mismas se hacen de forma virtual, a través de simulaciones con softwares especializados empleando el método de análisis de elementos finitos y también con pruebas reales en laboratorios, ensayando los distintos esfuerzos con instrumentos específicos. La ingeniería de rehabilitación como disciplina se encarga de desarrollar sistemas que les permitan a las personas con alguna dificultad motriz, poder generar movimientos y así poder conseguir una rehabilitación adecuada. Estos sistemas robotizados o exoesqueléticos que aportan asistencia externa a través de servos, le permiten a los mismos realizar las terapias de forma semiautomática, ya que estos dispositivos complejos generan fuerzas activas, por ende, hay que realizar las correspondientes evaluaciones de los mismos para asegurar su funcionamiento adecuado sobre los pacientes. En este apartado se realizará una revisión de cómo se ejecutan dichos análisis y se podrá evidenciar la diferencia entre cada uno de ellos.

Palabras claves— Evaluación, Rehabilitación de MS, Seguridad, Impresión 3D, Simulación y Ensayos en laboratorio.

Performance evaluation of SVM and MLP in EEG-based brain-computer interfaces for neurorehabilitation

Diana Vértiz del Valle¹, Alejandro Quiroga^{1,2}, Melina Pilz¹, Rubén Acevedo¹

¹*Centro de Ingeniería en Rehabilitación en Investigaciones Neuromusculares y Sensoriales (CIRINS), Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Entre Ríos, Oro Verde, Argentina.*
²*Fundación Universitaria Agraria de Colombia, Bogotá, Colombia.*

Abstract— In neurorehabilitation, EEG-based BCIs are used to detect movement intention, through event-related desynchronization (ERD) of sensorimotor rhythms (mu and beta) of the electroencephalogram. In this work, the performance of 2 types of classifiers was evaluated: multilayer perceptron (MLP) and linear and non-linear support vector machines (SVM). Own records of electroencephalography signals (EEG) from 8 healthy people were used to train and test the classifiers. Power spectral density was applied as a feature extraction method. To compare the performance of the classifiers, accuracy and true positive rate were calculated. The results show that linear SVM classifiers achieve better results than non-linear SVM classifier and MLP.

Keywords— multilayer perceptron, support vector machine, BCI, ERD, EEG, PSD, classifiers.

Resumen— En neurorehabilitación, las interfaces cerebro computadora (BCIs) basadas en señales de electroencefalografía (EEG) son utilizadas para detectar la intención de movimiento (IM) usando la desincronización relacionada a eventos (ERD) de los ritmos sensoriomotores (mu y beta) del electroencefalograma. En este trabajo se evaluó el desempeño de dos tipos de clasificadores: el perceptrón multicapa (MLP) y la máquina de soporte vectorial (SVM) lineal y no lineal. Para el entrenamiento y evaluación de los clasificadores, se utilizaron registros propios de señales de EEG de 8 voluntarios saludables. Como método de extracción de características se utilizó la densidad espectral de potencia. Para comparar el desempeño de los clasificadores se calcularon la tasa de aciertos y la tasa de verdaderos positivos. Los resultados mostraron que la SVM lineal obtuvo mejor desempeño que la SVM no lineal y el MLP.

Palabras clave— perceptrón multicapa, máquina de soporte vectorial, BCI, ERD, EEG, PSD, clasificadores.

Determining corticomuscular connectivity on motor reaction tasks. A step-by-step proposal for EEG and EMG signals processing.

Leonardo A. Cano^{1,3}, Alvaro G. Pizá^{2,3}, David Barbado Murillo⁴, Eduardo Fernández Jover⁵ and Fernando D. Farfán^{2,3}

¹*Cátedra de Anatomía, Facultad de Educación Física, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina.*

²*Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, San Miguel de Tucumán, Argentina.*

³*Instituto Superior de Investigaciones Biológicas, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, Tucumán, Argentina.*

⁴*Centro de Investigación del Deporte, Universidad Miguel Hernández, Elche, España.*

⁵*Instituto de Bioingeniería, Universidad Miguel Hernández, Elche, España.*

Abstract— Corticomuscular coherence (CMC) is an indicator used to characterize the functional connectivity between the electrical activity from cerebral cortex and muscles. However, in the literature, there are several methods and proposals for its calculation, and these variations are according to the motor activities characteristics that have been studied. The aim of the present work was to determine and quantify corticomuscular functional connectivity using a method with sensitivity for short-duration motor reaction tasks. EEG and EMG data were collected from tasks involving decision-making and motor planning. A novel method was used for CMC calculation, explained step-by-step, that allowed the comparison of the connectivity between several areas of the cerebral cortex and motor muscle. The method, techniques and parameters used in signals processing seem to be appropriate for future functional connectivity analyses.

Keywords— Signal processing, motor planning, electromyography, electroencephalography, corticomuscular.

Resumen— La coherencia corticomuscular (CMC) es un indicador que se utiliza para caracterizar la conectividad funcional entre la actividad eléctrica de la corteza cerebral y los músculos. Sin embargo, en la literatura existen diferentes métodos y propuestas para el cálculo de la misma, y esto varía en función de las características de las actividades motoras que se han estudiado. El objetivo del presente trabajo ha sido determinar y cuantificar la conectividad funcional corticomuscular utilizando un método con la sensibilidad suficiente para tareas reacción motriz de corta duración. Datos de EEG y EMG fueron recolectados durante tareas que involucran toma de decisión y planificación motora. Se utilizó un método novedoso para el cálculo de la CMC, explicado paso a paso, que permitió comparar la conectividad de diversas áreas de la corteza cerebral con el músculo motor. El método, las técnicas y los parámetros utilizados en el procesamiento de señales parecen ser apropiados para futuros análisis de conectividad funcional.

Palabras clave— Procesamiento de señales, planificación motora, electromiografía, electroencefalografía, corticomuscular.

Design of a stretcher for advanced assessment of lower limbs rehabilitation

(Pedro Pablo Escobar; Roberto de la Vega; Franco Déber; Raúl Romero; Roberto Leegstra; Silvano R. Rossi)¹; (Julio Santellán; Matías Quiroga)².

¹ Grupo INTELIMEC Facultad de Ingeniería, UNCPBA Olavarría, Argentina
 pescobar, rjdlv, fdeber, srossi, rromero,
rleegs@fio.unicen.edu.ar

² Facultad de Ingeniería, UNCPBA Olavarría, Argentina.

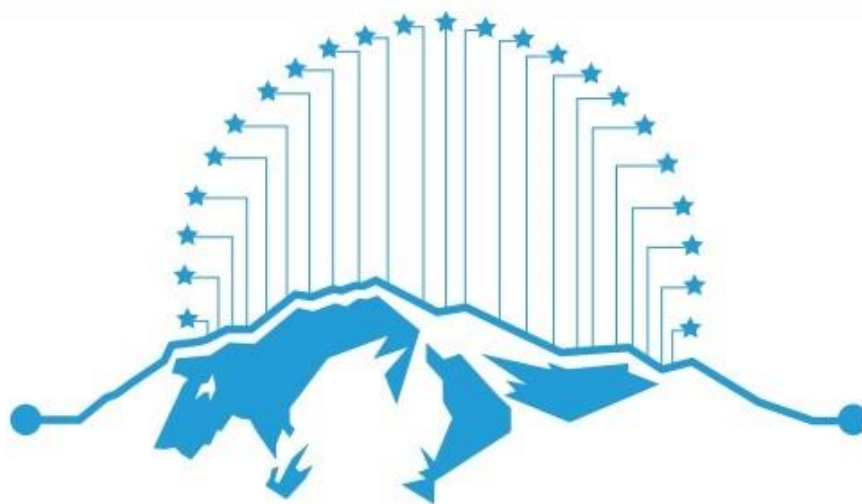
Abstract— The Center for Rehabilitation of Infantile Paralysis of Olavarría (CORPI) is a leading institution in the province of Buenos Aires covering an important region, with more than 60 years of experience rehabilitating patients. These rehabilitation therapies demand advanced equipment in order to quantify the effect on the patient and improve their effectiveness through measurements of each lower limb efforts and the angle of inclination. In this project we present the design and construction of a special stretcher for advanced assessment of lower limbs rehabilitation with quantitative measurement that allows to assess the progress of patients along the treatment. The equipment has Bluetooth communication with mobile devices and through an app can record the measurements and communicate them to other devices. In addition, this development is a product that could be inserted into the market of rehabilitation devices since there are no similar equipment available in the country.

Keywords— Lower limbs rehabilitation, stretcher, control, software, Bluetooth, rehabilitation.

Resumen— El Centro Olavariense de Rehabilitación Parálisis Infantil (CORPI) es una institución líder en la provincia de Buenos Aires abarcando una importante región, con más de 60 años rehabilitando pacientes. Estas terapias de rehabilitación demandan la incorporación de equipamiento avanzado para poder cuantificar el efecto en el paciente y mejorar la efectividad de las mismas, mediante la medición de los esfuerzos de apoyo de cada pierna y la medición del ángulo de inclinación. En este proyecto se presenta el diseño y construcción de una camilla de bipedestación para valoración de la rehabilitación de patologías de miembros inferiores con medición cuantitativa del proceso que permite conocer el estado actual y la evolución de los pacientes durante el tratamiento. El equipo posee comunicación Bluetooth con dispositivos móviles y mediante una app creada para tal fin puede registrar las mediciones y comunicarlas a otros dispositivos. Además, el desarrollo es un producto que puede insertarse en el mercado de la tecnología médica para rehabilitación dado que no existen equipos con las mismas prestaciones en el país.

Palabras clave— bipedestación, camilla, control, software, Bluetooth, rehabilitación.

**LIBRO DE TRABAJOS DE SABI ESTUDIANTIL DEL
CONGRESO ARGENTINO DE BIOINGENIERÍA Y XII
JORNADAS DE INGENIERÍA CLÍNICA
SAN JUAN, ARGENTINA SEPTIEMBRE DE 2022**



SABI 2022
SAN JUAN

INDICE

DISEÑO, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UNA INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO PARA VERIFICACIÓN DE PROTOCOLOS CLÍNICOS.	3
RELACIÓN ENTRE LA CONECTIVIDAD INTERMUSCULAR, LA FATIGA Y LA DISFUNCIÓN MECÁNICA: HACIA UNA MAYOR COMPRENSIÓN DEL DOLOR LUMBAR.....	5
EL TIEMPO DE EJECUCIÓN EN SENTADILLA CON CARGAS LIVIANAS, RELACIÓN CON EL VOLUMEN Y LA FATIGA.	7
SINERGIAS MUSCULARES PARA REHABILITACIÓN DE MIEMBRO SUPERIOR.....	9
JASTUK: PROTOTIPO DE ASIENTO SENSORIZADO PARA PREVENCIÓN DE ESCARAS.	11
MODELADO MATEMÁTICO DE SISTEMA DE QUIMIOTERAPIA	13
SISTEMA INTEGRAL DE ALMACENAMIENTO Y GESTIÓN DE INFORMACIÓN CLÍNICA Y SEÑALES BIOMÉDICAS EN LA NUBE	15
ESTUDIO DE LA CONECTIVIDAD FUNCIONAL CÓRTICO-CORTICAL Y TÁLAMO-CORTICAL DURANTE EL SUEÑO EN GATOS	17
PROTOTIPO PARA LA VERIFICACIÓN TÉCNICA DE PRODUCTO MÉDICO ACTIVO: ELECTROCARDIOGRAFÍA Y PRESIÓN ARTERIAL NO INVASIVA.....	20
EVALUACIÓN NEUROPSICOLÓGICA MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN PARA TELÉFONOS MÓVILES.....	22
DISEÑO Y FABRICACIÓN DE SISTEMA DIGITALIZADOR DE BAJOCOSTO PARA OPTIMIZAR MICROSCOPIO ÓPTICO.	24
BODY TRACKER - DESARROLLO DE INTERFAZ PARA SEGUIMIENTO DEL CUERPO MEDIANTE KINECT.....	26
SISTEMA DE LITOGRAFÍA LÁSER DIRECTA DE BAJO COSTO PARA APLICACIONES EN MICROFLUÍDICA.	30
TERMÓMETRO PARLANTE ORIENTADO A PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL.....	32
DISEÑO DE UN TABLERO ADAPTADO PARA LA PRÁCTICA DE BASKET PARA CIEGOS	34

DISEÑO, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UNA INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO PARA VERIFICACIÓN DE PROTOCOLOS CLÍNICOS.

(D) Natalia Martina López Celani. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan.
Av. Libertador Gral. San Martín Oeste 1109 J5400ARL, San Juan,
Argentina. nlopez@gateme.unsj.edu.ar

(D) María Elisa Pérez Berenguer. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan.
Av. Libertador Gral. San Martín Oeste 1109 J5400ARL, San Juan,
Argentina. eperez@gateme.unsj.edu.ar

(A) Facundo Cortés Zmutt. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan.
Av. Libertador Gral. San Martín Oeste 1109 J5400ARL, San Juan,
Argentina. facucortes24@gmail.com
Categoría: Informática Médica

INTRODUCCIÓN

Al momento de ejecutar un procedimiento clínico, tanto diagnóstico como terapéutico, es fundamental que se respete rigurosamente, por parte de todo el personal implicado, un plan preciso y detallado, establecido previamente, para el estudio del problema biomédico y/o para el régimen de terapia. Dicha descripción contiene los objetivos, el diseño y los métodos del estudio, y se denomina protocolo clínico [1].

En numerosos casos, no se dispone de un medio práctico que permita el seguimiento, consulta, verificación y/o control detallado del mismo, lo cual conlleva a un aumento de, la probabilidad de cometer errores y tener que repetir o reiniciar tareas, y del tiempo de ejecución de la práctica (mayormente si la persona a cargo no tiene experiencia en el proceso), como así también de la dificultad de realización.

Es por ello que se considera útil, o más bien necesario, suministrar al técnico u operario una herramienta de comprobación del protocolo pertinente al trabajo que está llevando a cabo, que no solo facilita su cumplimiento, sino que además se cree que, mediante la implementación de la misma, la confiabilidad, repetibilidad, objetividad, eficiencia y tiempo de un ensayo diagnóstico o terapéutico pueden mejorarse.

En base a lo planteado, se propone este proyecto que tiene como objetivo el diseño, desarrollo, implementación y posterior evaluación de la usabilidad de una interfaz gráfica de usuario (GUI) que permita, desde distintos dispositivos móviles, el fácil acceso a un protocolo clínico desde una base de datos y la posibilidad de realizar un “checklist” del mismo mientras se está llevando a cabo.

De esta manera, la propuesta puede significar un aporte en metodología dentro de su área de aplicación, ya que representa una posible solución al problema observado, reduciendo la memorización y/o toma de decisiones a criterio del personal hospitalario a cargo de la realización de la práctica, técnicos y/o licenciados, y otorgando así mayor confiabilidad y objetividad a los resultados del experimento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de esta propuesta fue realizado a partir de lenguaje de programación JavaScript, complementado con los lenguajes de marcado HTML, y de diseño gráfico CSS con la creación de archivos individuales y la posterior integración de todos ellos, mediante los entornos de desarrollo de aplicaciones móviles Apache Cordova y Android Studio, en un único archivo .apk necesario para poder instalar la app en un smartphone o tablet.

Algunos aspectos importantes del software diseñado son:

- El no requerimiento de ningún permiso ni acceso a datos personales, contactos, ni archivos del dispositivo donde se instale.

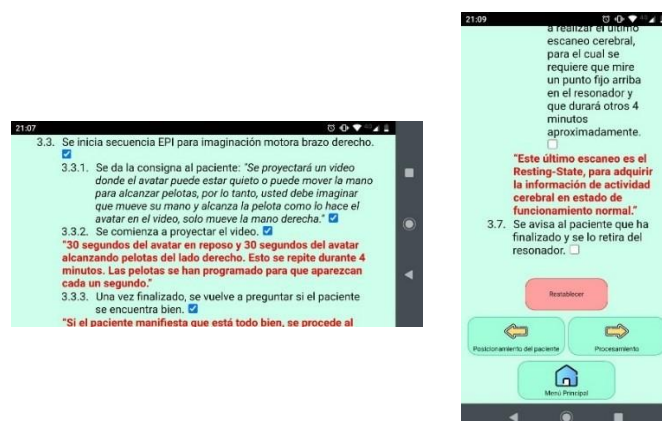


Fig. 1 Screenshots de algunas páginas de Checklist RMN

El funcionamiento offline, ya que en el Servicio de Diagnóstico por Imagen donde se proyecta que será implementada, no es posible conectarse a internet de forma inalámbrica.

- El desplazamiento en "páginas" dentro del mismo, en lugar de un único menú desplegable, para reducir la cantidad de interacciones que deba realizar el usuario.
- La estructura tipo árbol de las listas, con la correcta numeración de pasos y subpasos y el correspondiente funcionamiento de selección de sus ramas (al tildar una tarea de mayor orden, se marcan como realizadas todas las tareas de menor orden que pertenezcan a ella; recíprocamente, al seleccionar todas las tareas de menor orden abarcadas por una tarea de mayor orden, se tilda esta última como realizada), permitiendo así, el seguimiento de la lista de tareas con diferente grado de especificidad según la experiencia del usuario.
- El mantenimiento del estado actual del checkbox de cada tarea durante la navegación entre páginas, para su revisión en caso de que se requiera.
- La implementación de un botón que restablezca todos los checkboxes de un paso a su estado inicial, útil en caso de que sea necesario repetir el mismo.
- La posibilidad de utilizar la aplicación tanto en orientación vertical como horizontal de la pantalla del dispositivo, aunque se sugiere la orientación horizontal para una lectura más amena.
- En esta primera versión, la disponibilidad únicamente para dispositivos con sistema operativo Android (versiones 8.0 y superiores), pero se plantea a futuro hacerlo extensivo también a plataformas basadas en iOS y Windows Phone.

Por último, a fin de poder medir y evaluar la facilidad de uso de la aplicación y la percepción del usuario, se integró en la misma una breve encuesta correspondiente a la Escala de Usabilidad del Sistema (EUS) [2]. Esta calcula y brinda un puntaje entre 0 y 100 a partir de la puntuación de 10 afirmaciones con un valor entre 1 (Totalmente en desacuerdo) y 5 (Totalmente de acuerdo) según la concordancia del usuario con lo que postulan.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentó el software desarrollado a una posible futura usuaria del mismo, la licenciada responsable de la realización de estudios de Resonancia Magnética Nuclear funcional del Hospital Público Descentralizado Dr. Guillermo Rawson, para su experimentación, análisis y evaluación. Luego de ello, se le solicitó que completara el cuestionario incorporado para el cálculo del puntaje, obteniendo un resultado final de 82,5/100, tal como se detalla en la Tabla 1.

Puede concluirse entonces que la aplicación móvil diseñada presenta una usabilidad aceptable por superar el 70% preestablecido por esta escala, pero que pueden mejorarse ciertos aspectos en versiones próximas.

Se espera a futuro que *Checklist RMN* pueda ser implementada durante la realización de un estudio de RMNf para paradigmas de imaginación motora, (único protocolo cargado en esta primera instancia pero con el propósito de ampliar su alcance), para así poder realizar la medición cualitativa y/o cuantitativa de variables de estudio tales como confiabilidad, repetibilidad, objetividad, eficiencia, tiempo, y la relación entre ellas, en función de la utilización de la GUI desarrollada, con el propósito de comprobar la hipótesis planteada.

<i>Afirmación</i>	<i>Puntaje (1 a 5)</i>
1) Creo que usaría esta aplicación frecuentemente.	4
2) Encuentro esta aplicación innecesariamente compleja.	5
3) Creo que la aplicación es fácil de usar.	5
4) Creo que necesitaría ayuda de una persona con conocimientos técnicos para usar esta aplicación.	1
5) Descubro que las diversas funciones de esta aplicación están bien integradas.	4
6) Creo que la aplicación es muy inconsistente.	2
7) Imagino que la mayoría de la gente aprendería a usar esta aplicación muy rápidamente.	5
8) Encuentro que la aplicación es muy engorrosa de usar.	1
9) Me siento confiado al usar esta aplicación.	5
10) Necesito aprender muchas cosas antes de ser capaz de usar esta aplicación.	1
Puntaje total	82,5

Tabla 1 Resultados obtenidos para escala EUS

REFERENCIAS

[1] Saura Llamas, Saturno Hernández. Protocolos clínicos: ¿cómo se construyen? Propuesta de un modelo para su diseño y elaboración. *JOUR.* Vol. 18 (2) pp 94-96 (1996)

[2] Brooke J. SUS: A Retrospective. *Journal of Usability Studies.* Vol. 8 (2) pp 29-40 (2013)

RELACIÓN ENTRE LA CONECTIVIDAD INTERMUSCULAR, LA FATIGA Y LA DISFUNCIÓN MECÁNICA: HACIA UNA MAYOR COMPRENSIÓN DEL DOLOR LUMBAR.

Escobar, Francisco (A); García, Soledad (D); Gerez, Gonzalo (A); Cano, Leonardo (D); Farfán, Fernando (D); Parajón Vísido, Manuel (D).

Facultad de Educación Física – Universidad Nacional de Tucumán. Av. B. Aráoz 751.

Categoría: Procesamiento de señales Biomédicas.

INTRODUCCIÓN

La funcionalidad de la musculatura del tronco y el concepto de estabilidad central corporal (de lo que se conoce como core) están estrechamente ligados y su funcionamiento probablemente pueda ser explicado como una red compleja de interrelaciones de los subsistemas de control ligamentario, neural y muscular [1], específicamente en la región lumbo-pélvica. La importancia atribuida a este sistema radica en su rol de estabilizador de la columna lumbar, transmisor de fuerzas entre los miembros, con especial atención a la prevención y tratamiento del dolor lumbar [2]. Por otro lado, la fatiga muscular es la consecuencia inevitable de las contracciones sostenidas y generalmente se define como una reducción en la capacidad de un músculo para mantener los niveles de fuerza o potencia y puede estar relacionada a la ineficacia en la estabilización central [3].

La electromiografía de superficie (sEMG) es una técnica no invasiva que permite evaluar la función en músculos sanos y con patologías. La variabilidad espacial y temporal en la activación muscular están relacionados con la tasa de desarrollo de la fatiga. La fatiga y la variabilidad de la actividad muscular han sido vinculadas al dolor lumbar, siendo este vínculo el objeto de estudio durante las últimas décadas [4]. Paralelamente, en los últimos años ha tomado relevancia el estudio de los cambios en la potencia espectral en las manifestaciones electromiográficas consecuentes de la fatiga [5]. En ese sentido, Ghazi y cols [6] aportaron evidencia sobre el rol de la coherencia intermuscular en el espectro de frecuencias de banda beta (15-30 Hz) en relación al dolor de espalda. El objetivo del presente estudio ha sido analizar el comportamiento electrofisiológico y la conectividad de los músculos de tronco y su relación con la fatiga muscular.

MATERIALES Y MÉTODOS

A. Participantes: Cuatro participantes masculinos adultos sin historial de dolor lumbar, entre 18 y 24 años de edad, con al menos 2 años de experiencia en entrenamiento de fuerza, participaron voluntariamente. Todos los participantes fueron instruidos sobre las tareas a realizar y dieron su consentimiento informado

por escrito.



Fig. 1. Setup experimental. Disposición espacial de los instrumentos de medición.

B. Diseño experimental: Los participantes realizaron un protocolo de entrada en calor de 10 minutos consistente en movilidad articular y pedaleo en bicicleta fija con el objetivo de preparar el organismo para las pruebas siguientes. Se realizaron tres series del ejercicio de sentadillas con sobrecarga (barra y discos). La primera serie (acondicionamiento) se utilizó una carga correspondiente al 40% del peso corporal (PC). Se instruyó a cada participante a sostener un ritmo para el movimiento, consistente en 3 segundos para la fase descendente, 1 segundo en la fase de transición y nuevamente 3 segundos para la fase ascendente. Este ritmo fue presentado en un video cronometrado dispuesto frente al participante durante toda la ejecución del ejercicio a modo de retroalimentación. En la segunda serie (condición 1) se utilizó una carga correspondiente al 60% del PC, con el mismo ritmo de la serie anterior. En la tercera serie (condición 2) se utilizó nuevamente el 60% del PC, pero la indicación del ritmo cambió de la siguiente manera: 3 segundos en la fase de bajada, 1 segundo en la fase de transición, y a la máxima velocidad voluntaria posible en la fase ascendente. En las series 1 y 2 se realizaron 20 repeticiones, mientras que en la serie 3 se instó a cada participante a realizar la máxima cantidad de repeticiones hasta el fallo técnico o límite voluntario.

C. Instrumentos de medición: Para la captura del movimiento se utilizó un transductor de posición lineal, marca WinLaborat (Argentina), con frecuencia de muestreo de 1 kHz, sujetado a la barra. Para la sEMG se utilizó una placa de adquisición, marca Intan modelo RHA2000-series (USA) con amplificador de 16 canales y frecuencia de registro de 25 kHz. Se registró de forma bipolar la actividad de los músculos Multifidos derecho e izquierdo en la región lumbar (Fig 1). La

preparación de la superficie y la colocación de los electrodos se realizó siguiendo los lineamientos de la SENIAM.

D. Preprocesamiento de señales: El análisis se realizó offline con el software Matlab 2020b. Se ejemplifica en la Fig. 2 para una mejor interpretación. La señal del transductor de posición lineal fue procesada a través de fórmulas clásicas de cinemática para obtener datos de desplazamiento, velocidad y velocidad pico (VP). Se determinaron las fases de reposo, excéntrica, isométrica, concéntrica de cada repetición. Los registros de sEMG fueron remuestreados a 1 kHz. Se aplicó un filtro butterworth de orden 5 (band-pass 15-200 Hz, band-stop 49-51 Hz). Para los análisis posteriores de conectividad se utilizó la señal no rectificadas basadas en lo publicado en bibliografía, aunque aún existe una discrepancia entre especialistas.

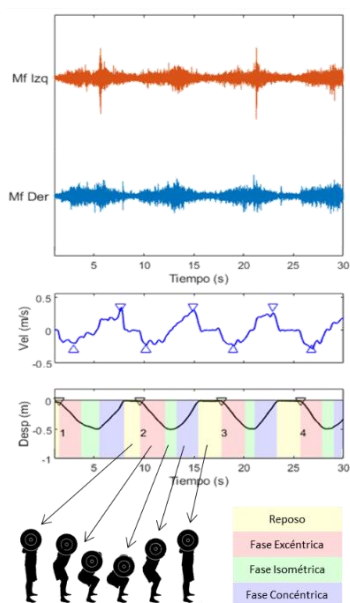


Fig. 2. Ejemplo los registros sincronizados, detección de velocidad pico (triángulo azul en la gráfica central) y división de fases del movimiento (colores en la gráfica de abajo).

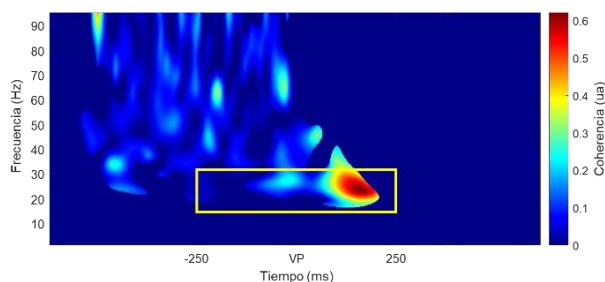


Fig. 3. Típico mapa de tiempo-frecuencia para representar la coherencia entre señales musculares. Se indica la ventana de interés en el rectángulo amarillo.

E. Análisis de conectividad funcional: Para establecer el índice de conectividad funcional entre el par muscular se computó la coherencia intermuscular (IMC) a través de un método que viene siendo utilizado en los últimos años [7]. La IMC es un valor único representado por el promedio de los datos de un mapa tiempo-frecuencia dentro de una ventana de interés, la cual fue establecida en la banda beta

(entre 15 a 30 Hz) y con una ventana temporal de 500 ms con centro en la VP (± 250 ms) de cada repetición (Fig 3). Se calculó IMC promedio para las primeras 10 repeticiones (IMC_{INICIO}) y para las últimas 10 repeticiones de cada condición (IMC_{FINAL}). Por último, se calculó la razón de cambio porcentual (RC%) para cada sujeto en cada condición.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

TABLA I: Resultados de IMC expresados en unidades arbitrarias

Participantes	Condición 1			Condición 2		
	IMC_{INICIO}	IMC_{FINAL}	RC%	IMC_{INICIO}	IMC_{FINAL}	RC%
1	0,03	0,02	-33%	0,03	0,02	-33%
2	0,06	0,03	-50%	0,15	0,07	-53%
3	0,11	0,04	-64%	0,11	0,04	-64%
4	0,12	0,19	58%	0,19	0,06	-68%

Los resultados de las condiciones 1 y 2 muestran que la IMC desciende durante la ejecución, tanto en las sentadillas a velocidad controlada como a velocidad máxima. Esto representa una disminución del control central de la activación de ambos músculos, lo que sugiere una disminución de la sinergia entre ellos. Sin embargo, no se observaron diferencias relevantes entre ambas condiciones. Esto revela que, para los sujetos sin historial de dolor lumbar, el patrón de variabilidad de sinergia parece estable. Resultados similares relacionados a la variabilidad de la co-contracción han sido reportados en la literatura [6]. Esta alteración en la sincronización de la actividad muscular podría ser causal del desbalance de fuerzas aplicadas sobre la columna vertebral, o bien podría revelar estrategias de compensación con el objetivo de conservar la estabilidad central. Finalmente, proponemos que esta variabilidad podría ser un indicador de la disfunción mecánica de la musculatura central. Se requiere mayor estudio sobre el tema utilizando la IMC, probablemente en pacientes con dolor lumbar crónico.

REFERENCIAS

- [1] M. M. Panjabi, «The Stabilizing System of the Spine. Part I. Function, Dysfunction, Adaptation, and Enhancement», *J. Spinal Disord.*, vol. 5, n.º 4, pp. 383-389, dic. 1992, doi: 10.1097/00002517-199212000-00001.
- [2] J. Borghuis, A. L. Hof, y K. A. P. M. Lemmink, «The Importance of Sensory-Motor Control in Providing Core Stability: Implications for Measurement and Training», *Sports Med.*, vol. 38, n.º 11, pp. 893-916, 2008, doi: 10.2165/00007256-200838110-00002.
- [3] S. C. Gandevia, «Spinal and Supraspinal Factors in Human Muscle Fatigue», *Physiol. Rev.*, vol. 81, n.º 4, pp. 1725-1789, ene. 2001, doi: 10.1152/physrev.2001.81.4.1725.
- [4] P. Bonato *et al.*, «Muscle Fatigue and Fatigue-Related Biomechanical Changes During a Cyclic Lifting Task», *Spine*, vol. 28, n.º 16, pp. 1810-1820, ago. 2003, doi: 10.1097/01.BRS.0000087500.70575.45.
- [5] I. Ringheim, A. Indahl, y K. Roeleveld, «Alternating activation is related to fatigue in lumbar muscles during sustained sitting», *J. Electromyogr. Kinesiol.*, vol. 24, n.º 3, pp. 380-386, jun. 2014, doi: 10.1016/j.jelekin.2014.01.011.
- [6] S. Ghazi, M. R. Hadian, A. Shadmehr, S. Talebian, G. Olyaei, y E. Hajouj, «Test-retest Reliability of EMG β -Band Intermuscular Coherence of Non-specific Chronic Low Back Pain During Flexion-extension Task», *J. Mod. Rehabil.*, nov. 2021, doi: 10.18502/jmr.v15i2.7727.
- [7] J. Bigot, M. Longcamp, F. Dal Maso, y D. Amantini, «A new statistical test based on the wavelet cross-spectrum to detect time-frequency dependence between non-stationary signals: Application to the analysis of cortico-muscular interactions», *NeuroImage*, vol. 55, n.º 4, pp. 1504-1518, abr. 2011, doi: 10.1016/j.neuroimage.2011.01.03

EL TIEMPO DE EJECUCIÓN EN SENTADILLA CON CARGAS LIVIANAS, RELACIÓN CON EL VOLUMEN Y LA FATIGA.

Gerez, Gonzalo (A); Cano, Leonardo (D); Escobar, Francisco (A); García, Soledad (D); Farfán, Fernando (D); Parajón Vísido, Manuel (D).

Facultad de Educación Física – Universidad Nacional de Tucumán. Av. B. Aráoz 751.

Categoría: Biomecánica.

INTRODUCCIÓN

El entrenamiento de la fuerza es muy común en el ámbito recreativo, deportivo y en la rehabilitación. Son conocidos sus beneficios en el deporte y la salud, como así también los efectos de manipular las variables involucradas en la prescripción del ejercicio para orientar sus adaptaciones a los objetivos de entrenamiento propuestos [1, 2].

Las variables de la carga del entrenamiento de la fuerza más estudiadas han sido comúnmente la intensidad, el volumen y la frecuencia, y uno de los aspectos muchas veces ignorado es el tempo o cadencia del movimiento a la cual se ejecuta el ejercicio [3]. Diferentes variantes en cuanto al tempo de ejecución han sido propuestas en programas de entrenamiento con objetivos de hipertrofia, fuerza muscular o rehabilitación, por lo tanto, se vuelve imprescindible tener en cuenta esta variable a la hora de prescribir el ejercicio físico [4].

Se sabe que la manipulación del tempo de ejecución puede afectar significativamente el volumen total de entrenamiento, sin embargo la mayoría de los estudios se han centrado en protocolos que consistían en la ejecución con diferentes cadencias de movimiento preestablecidas y con intensidades desde el 85% a 50% de 1 repetición máxima (1RM) [4, 5]. Por otro lado, existen discrepancias en cuanto a la respuesta metabólica, especialmente del lactato sanguíneo como respuesta aguda. La percepción subjetiva del esfuerzo (PSE) es una herramienta útil para la cuantificación de la intensidad del ejercicio de fuerza; se ha demostrado que ésta aumenta a medida que aumentan la cantidad de repeticiones, pero aún no se ha podido establecer una relación clara entre el tempo de ejecución y la PSE [4].

El propósito de este estudio ha sido evaluar la respuesta metabólica del lactato sanguíneo, la percepción subjetiva del esfuerzo y el comportamiento de parámetros cinemáticos ante diferentes protocolos de ejecución en la sentadilla trasera con barra, en sujetos entrenados y utilizando cargas livianas.

A. Participantes: Cuatro participantes masculinos adultos sanos, entre 18 y 24 años de edad, con al menos 2 años de experiencia en entrenamiento de fuerza, participaron voluntariamente. Todos los

participantes fueron instruidos sobre las tareas a realizar y dieron su consentimiento informado por escrito.

B. Diseño experimental: Los participantes realizaron un protocolo de entrada en calor de 10 minutos consistente en movilidad articular y pedaleo en bicicleta fija con el objetivo de preparar el organismo para las pruebas siguientes. Se realizaron tres series del ejercicio de sentadillas con sobrecarga (barra y discos). En la primera serie se utilizó una carga correspondiente al 40% del peso corporal (PC). Se instruyó a cada participante a sostener un ritmo para el movimiento, consistente en 3 segundos para la fase descendente, 1 segundo en la fase de transición y nuevamente 3 segundos para la fase ascendente. Este ritmo fue presentado en un video cronometrado dispuesto frente al participante durante toda la ejecución del ejercicio a modo de retroalimentación. En la segunda serie se utilizó una carga correspondiente al 60% del PC, con el mismo ritmo de la serie anterior. En la tercera serie se utilizó nuevamente el 60% del PC, pero la indicación del ritmo cambió de la siguiente manera: 3 segundos en la fase de bajada, 1 segundo en la fase de transición, y a la máxima velocidad voluntaria posible en la fase ascendente. En las condiciones 1 y 2 se realizaron 20 repeticiones, mientras que en la condición 3 se instó a cada participante a realizar la máxima cantidad de repeticiones hasta el fallo técnico o límite voluntario. Antes de comenzar las series experimentales se midió la concentración basal de Lactato en sangre (LAC) y luego, al finalizar cada serie se midió nuevamente LAC y se registró la percepción subjetiva del esfuerzo (PSE). Entre cada serie se descansó 3 minutos.

C. Instrumentos de medición: Se utilizaron diferentes dispositivos para poder determinar los instantes precisos del movimiento del participante, necesarios para el procesamiento posterior. Para la captura del movimiento se utilizó un transductor de posición lineal, marca WinLaborat (Argentina), con frecuencia de muestreo de 1 kHz, sujetado a la barra.

Para establecer el nivel de fatiga en la condición 3 se evaluó la PSE basado en la escala OMNI-RES que consiste en la valoración numérica del 1 al 10 de diferentes grados de fatiga percibida (Fig 1). Además, se midió LAC como indicador de la fatiga metabólica a través de un sensor digital y reactivos descartables, marca Nova Lactate Plus (USA). La Figura 1 muestra la distribución de los instrumentos de medición.

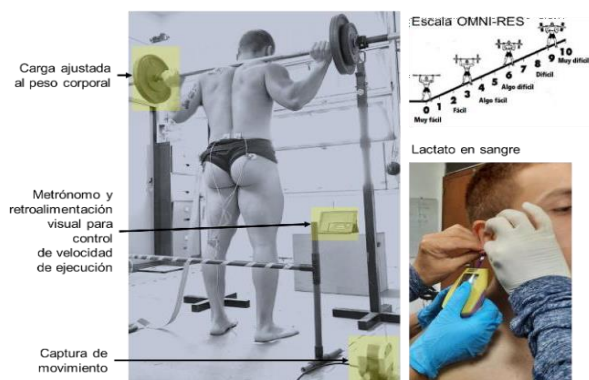


Fig. 1. Setup experimental.

D. Análisis de datos: El análisis se realizó offline con el software Matlab 2020b. La señal del transductor de posición lineal fue procesada a través de fórmulas clásicas de cinemática para obtener datos de desplazamiento, velocidad y aceleración. Se determinaron las fases de reposo, excéntrica, isométrica, concéntrica. Los parámetros cinemáticos solo fueron analizados en la última serie, ya que era la única en la que durante la fase ascendente se instó a realizarlo a máxima velocidad. Se identificaron las velocidades pico (VP) de cada repetición, siendo ésta la velocidad instantánea con el máximo valor dentro de la fase concéntrica. La VP permitió subdividir la fase concéntrica en dos subfases: propulsiva (PROP) y frenado (FREN) en cada repetición. Para el posterior análisis de resultados se calculó la media de las VP de la primera mitad de repeticiones (VP_{INICIO}) y de la segunda mitad de repeticiones (VP_{FINAL}). Por último, para visibilizar la pérdida de velocidad en la serie se calculó la razón de cambio porcentual (RC%) entre las VP_{INICIO} y VP_{FINAL} .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para todos los sujetos la fase propulsiva del ejercicio representó menor al 80% de la fase concéntrica, esto indica que la carga relativa fue menor al 40% de la RM, lo cual representa una carga demasiado liviana con la que podrían realizar más de 30 repeticiones máximas (>30 RMs) [6, 7].

El LAC basal fue en promedio de 1,4 mmol/L, al término de cada serie (1ra, 2da y 3ra) fue en

promedio de 4,77; 5,67 y 6,85 mmol/L respectivamente.

El PSE en promedio fue de 6,62; 8,12 y 9 para cada serie respectivamente (1ra, 2da y 3ra).

La cantidad de repeticiones en las cuales se llegó al fallo fue de 26,5 en promedio.

La RC% indica una disminución del 6,05 % en la 3ra serie.

La potencial fatiga periférica puede incluir niveles altos de LAC, en este estudio la manipulación del tiempo de ejecución ha mostrado aumentar dichos valores a medida que transcurrían las series, lo cual sugiere de un entorno metabólico correspondiente a la fatiga, sin embargo, se sabe que el LAC no es el principal ni único responsable de tal escenario [1, 2]. No podemos afirmar la existencia de indicadores de fatiga central, aunque se puede presumir por la disminución sensible de la velocidad pico en la última serie.

La PSE ha aumentado conforme aumentaba el desarrollo del experimento, coincidente con hallazgos anteriores, aunque sigue siendo necesario más investigaciones para dilucidar la relación con el tiempo de ejecución [1].

TABLA I: Características del grupo experimental expresadas en medias y desviaciones estándar

	VP_{INICIO} (m/s)	VP_{FINAL} (m/s)	RC% (%)	PSE	LAC (mmol/L)	Reps
1ra Serie	0,243 ± 0,02	0,286 ± 0,04	15,82 ± 5,5	6,62 ± 0,5	4,77 ± 2,31	20
2da Serie	0,245 ± 0,03	0,280 ± 0,04	14,23 ± 8,6	8,12 ± 0,8	5,67 ± 3,06	20
3ra Serie	1,151 ± 0,2	1,077 ± 0,1	-6,05 ± 8,7	9 ± 0	6,85 ± 2,71	26,5 ± 9,26

La manipulación del tiempo de ejecución en la sentadilla trasera aumenta los indicadores de fatiga, (tanto los valores de LAC sanguíneo y la PSE), disminuye la capacidad de mantener la velocidad pico en la serie, y afecta a las repeticiones máximas teóricas, aun con cargas livianas y en sujetos entrenados.

REFERENCIAS

- [1] Suchomel TJ, Nimphius S, Bellon CR, Stone MH. The Importance of Muscular Strength: Training Considerations. *Sports Med.* 2018 Apr;48(4):765-785. doi: 10.1007/s40279-018-0862-z.
- [2] Lim HY, Wong SH. Effects of isometric, eccentric, or heavy slow resistance exercises on pain and function in individuals with patellar tendinopathy: A systematic review. *Physiother Res Int.* 2018 Oct;23(4):e1721. doi: 10.1002/pri.1721. Epub 2018 Jul 4.
- [3] Tran QT, Docherty D. Dynamic training volume: a construct of both time under tension and volume load. *J Sports Sci Med.* 2006 Dec 15;5(4):707-13.
- [4] Wilk M, Tufano JJ, Zajac A. The Influence of Movement Tempo on Acute Neuromuscular, Hormonal, and Mechanical Responses to Resistance Exercise-A Mini Review. *J Strength Cond Res.* 2020 Aug;34(8):2369-2383. doi: 10.1519/JSC.0000000000003636.
- [5] Wilk M, Golas A, Stastny P, Nawrocka M, Krzysztofik M, Zajac A. Does Tempo of Resistance Exercise Impact Training Volume? *J Hum Kinet.* 2018 Jun 13;62:241-250. doi: 10.2478/hukin-2018-0034.
- [6] L. Sánchez-Medina, J. Pallarés, C. Pérez, R. Morán-Navarro, y J. González- Badillo, «Estimation of Relative Load From Bar Velocity in the Full Back Squat Exercise», *Sports Med. Int. Open*, vol. 01, n.º 02, pp. E80-E88, feb. 2017, doi: 10.1055/s-0043-102933.
- [7] Colado, J.C. *Fitness en las salas de musculación.* Barcelona: Inde. (1996).

SINERGIAS MUSCULARES PARA REHABILITACIÓN DE MIEMBRO SUPERIOR

(A) Valentina Leale¹, (A) Vittorio Pontoriero¹, (D) Natalia López^{1,2}

¹ GATEME, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de San Juan. valeleale@gmail.com

² Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas, CONICET, Argentina

Categoría: Sistemas Neuromusculares e Ingeniería de rehabilitación, Procesamiento de Señales Biomédicas

INTRODUCCIÓN

La facilidad con la que los seres humanos nos movemos puede ocultar la complejidad de las funciones motoras generadas y organizadas por el sistema nervioso, y realizadas por el sistema osteomioarticular. Sin embargo, la dificultad de la coordinación de los cientos de músculos que actúan en las extremidades y segmentos del cuerpo para realizar todas las actividades de la vida diaria queda evidenciada cuando se consideran las deficiencias motoras que surgen de lesiones neurológicas.

Una hipótesis ampliamente aceptada [1] plantea que el Sistema Nervioso Central (SNC) simplifica el control motor mediante la combinación de pequeños módulos de control que abarcan a los músculos involucrados. Así, estos módulos representan unidades funcionales nerviosas, que permiten generar comandos de control motor simples, pero apropiados, de acuerdo al movimiento que se busque realizar, imponiendo un patrón específico de activación muscular.

Estos patrones, en donde un grupo de músculos se activan de forma balanceada, pueden considerarse como sinergias musculares. La sinergia muscular consiste en la coordinación en la contracción de diferentes músculos, con el objetivo de ejecutar un movimiento preciso [2].

En este trabajo, se propone identificar las sinergias musculares que participan en los movimientos de flexión y extensión de codo, a partir del análisis de la actividad muscular observada mediante estudios de electromiografía (EMG).

MATERIALES Y MÉTODOS

Para obtener las señales de EMG, se utilizaron cuatro sensores de contracción muscular (MyoWare) colocados sobre bíceps y tríceps, de modo que, de cada músculo, se capte la contracción en el vientre muscular y en la zona periférica de la inserción. Dado que la posición y orientación de los sensores tiene efecto en la intensidad de la señal, estos fueron

colocados sobre la línea media del cuerpo del músculo y alineados con la orientación de las fibras musculares. Además, cabe recalcar que estos sensores cuentan con dos salidas analógicas para la

Los sensores se alimentaron a través de un microprocesador ESP-WROOM-32 DevKitC, mediante el cual también se obtuvo las señales para su tratamiento posterior. Luego, para el procesamiento y gráfico de las curvas se utilizó el software MATLAB (R2022a), haciendo uso del paquete de soporte de hardware.

La experimentación para la obtención de las señales fisiológicas de EMG consistió en el montaje del sistema descrito anteriormente en una voluntaria (Figura 1) de 25 años, de IMC=21.4, y diestra, a la cual se le pidió que realice los movimientos de flexión y extensión de brazo derecho, en vacío, y con fin de trayectoria en excursión media y completa, a partir de la posición anatómica. Cada sesión de adquisición de datos duró un promedio de 23 segundos en los cuales se obtuvieron 150 muestras de cada sensor.

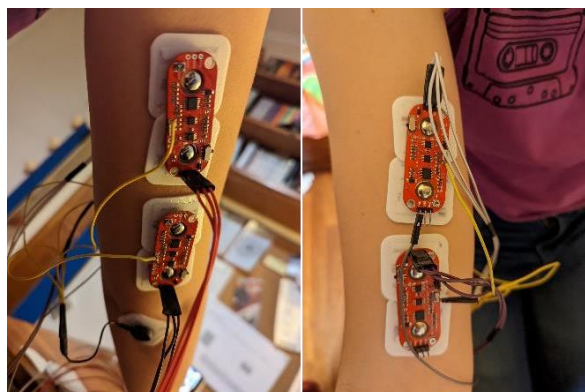


Figura 1. Montaje del dispositivo

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

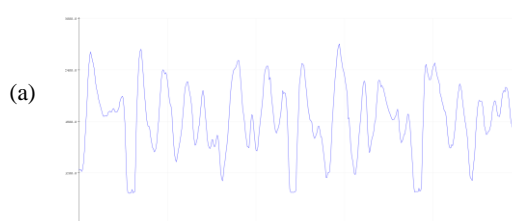




Figura 2. Efectos del preprocesamiento realizado por los sensores. (a) Raw signal. (b) Preprocessed signal.

En la Figura 2 pueden verse los efectos de las etapas de amplificación, rectificación, filtrado e integración internas de los sensores MyoWare.

De acuerdo a las señales obtenidas (Figura 3), puede observarse la concordancia entre la contracción de bíceps y tríceps para lograr el movimiento coordinado.

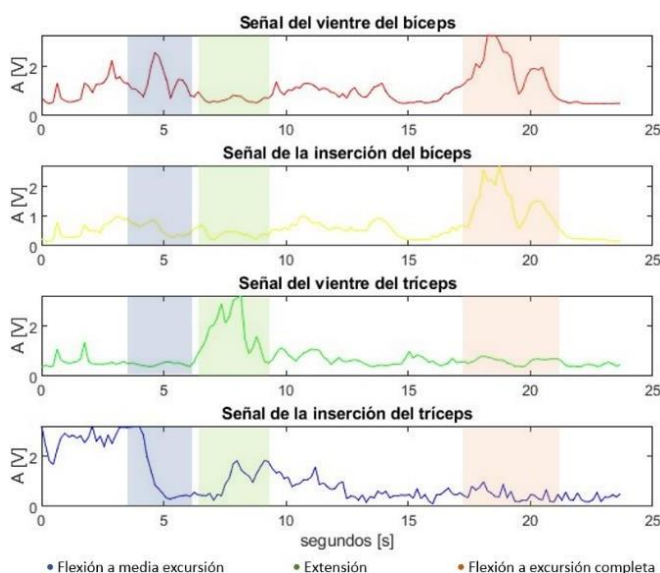


Figura 3. Señales de EMG obtenidas

En la Figura 4 puede verse que la hipótesis sobre la creación de patrones en la actividad muscular coordinada de músculos agonistas y antagonistas de un mismo movimiento es efectivamente correcta, y que el bíceps y el tríceps conforman el grupo muscular asociado al módulo de control nervioso que se encarga de estos movimientos. Así, queda evidenciada esta sinergia en las señales de EMG.

Adicionalmente, puede observarse como la actividad eléctrica de cada músculo se corresponde directamente con la fuerza realizada, de acuerdo a la intención (o voluntad) del sujeto de prueba: la contracción es de mayor amplitud para la flexión cuando el movimiento recorre la excursión completa de la articulación del codo, en comparación a cuando se finaliza a la mitad de la trayectoria.

De esta forma, las sinergias musculares que revelan patrones subyacentes de actividad neuromuscular pueden reflejarse a diferentes niveles de funciones

neuronales, lo cual resulta de interés al evaluar métodos alternativos de neurorehabilitación para diversas lesiones y/o patologías.

Por ejemplo, particularmente algunos desórdenes del SNC – como accidente cerebrovascular (ACV), enfermedad de Parkinson, esclerosis múltiple y lesión de médula espinal – están caracterizados por déficits en el control motor que resultan en actividad muscular y coordinación deterioradas. Es por esto que el análisis de las sinergias puede revelar relaciones interesantes a la hora de rehabilitar las discapacidades motoras, haciendo uso de la neuroplasticidad y de las funciones remanentes de cada paciente. [3]

Por otro lado, el análisis de las sinergias tiene un gran potencial para la neurorehabilitación porque permite cuantificar la discapacidad motora particular de un paciente, evaluar los efectos de la rehabilitación, proporcionar un marco para el desarrollo de terapias dirigidas a mejorar la plasticidad neuronal para inducir la recuperación motora, mejorar la comprensión de los mecanismos neuronales de la plasticidad motora, y más. [4] Estas cualidades de las sinergias podrían ser explotadas en el campo de la neurorehabilitación (por ejemplo, con robots de asistencia, exoesqueletos, o demás dispositivos, que intensifiquen y cuantifiquen la terapia), ya que representan una opción posible para generar ambientes controlables y reproducibles para estudiar el control motor neural.

REFERENCIAS

- [1] Bizzi EMILIO, Cheung VINCENT, D'Avella ANDREA. Combining modules for movement. *Brain research reviews*, vol. 57, pp. 125-33 (2008).
- [2] McMorland ANGUS, Runnalls KEITH, Byblow WINSTON. A Neuroanatomical Framework for Upper Limb Synergies after Stroke. *Frontiers in Human Neuroscience*, vol. 9 (2015).
- [3] Gregory Hong YOON NO, Ballekere ANJAN NAGESH, Fregly BENJAMIN, Roh JINSOOK. Are muscle synergies useful for stroke rehabilitation? *Current Opinion in Biomedical Engineering*, vol. 19 (2021).
- [4] Coscia MARTINA, Tropea PEPPINO, Monaco VITO, Micera SILVESTRO. Muscle synergies approach and perspective on application to robot-assisted rehabilitation. *Rehabilitation Robotics*, chapter 23 (2018).

JASTUK: PROTOTIPO DE ASIENTO SENSORIZADO PARA PREVENCIÓN DE ESCARAS.

Hidalgo Dumandzic, María Candelaria (A); Martínez, Ana Paula (A); Pérez Parra, María Belén (A); López, Natalia (D); Pérez, Elisa (D). Laboratorio de Rehabilitación GATEME. CP:5400. hdcandelaria@gmail.com mbelenperez.98@gmail.com anapm1712@gmail.com

Categoría: Ingeniería en Rehabilitación.

INTRODUCCIÓN

Las escaras son lesiones en la piel y en el tejido inferior, que resultan de una presión prolongada sobre la piel. Un estudio reciente referente a las úlceras por presión realizado en la Facultad de Enfermería de la Universidad Nacional de Colombia muestra que las Úlceras por Presión aparecen en el 3% a 10% de los pacientes hospitalizados en un momento dado; de igual manera, muestra que la tasa de incidencia de desarrollo de una nueva úlcera por presión oscila entre 7,7% y 26,9%; que dos tercios de las úlceras que aparecen en hospitales ocurren en pacientes mayores de 70 años [1], y las personas que poseen mayor riesgo de presentar escaras son aquellas que tienen afecciones médicas que limitan su capacidad para cambiar de posición o que pasan la mayor parte del tiempo en una cama o una silla [2].

Basado en este problema se pensó en un dispositivo que permitiera medir constantemente la posición del paciente. En este primer trabajo se logró medir el desplazamiento del centro de presión mediante el diseño de un software a medida. Investigando trabajos anteriores similares pudimos observar que se ejecutaron plataformas con la misma funcionalidad, pero la desventaja de estas es que el tipo de sensores resistivos utilizados no son de fácil adquisición en nuestro país y a su vez, son muy costosos [3]. En las secciones siguientes se describe el hardware, desarrollo de software y resultados.

1. MATERIALES Y MÉTODOS

El dispositivo está compuesto por 2 bloques fundamentales: el hardware que consiste en 4 celdas de carga, 2 módulos HX711, un prototipo de asiento y una placa de Arduino; y el software, donde se utilizó el programa de Arduino junto con Matlab para obtener y registrar los datos.

Para utilizar el dispositivo, se coloca al paciente en una posición correcta sobre el asiento donde se encuentran ubicados los sensores. Luego, se calibra esta posición como inicial y a partir de los movimientos del paciente se van a ir registrando las desviaciones en Matlab. Una vez finalizado el registro de datos, se obtienen las gráficas en 3 dimensiones de las presiones ejercidas en los distintos instantes de tiempo.

2.1 DESARROLLO DEL HARDWARE

2.1.1 SENSOR

Se utilizaron 4 sensores, colocados en el eje x negativo, eje x positivo, eje y negativo y eje y positivo.

Cada sensor es una celda de carga, la cual mide presiones y las convierte en una señal eléctrica. Están formadas por galgas extensiométricas en configuración puente de Wheatstone. En este caso, pueden soportar como máximo 50kg. La sensibilidad de la celda es de 0,1mV/Kg cuando es alimentada con 5V, es decir que varía 0,1mV por cada Kg de carga que le coloquemos encima.



Figura 1: Celda de carga utilizada

2.1.2 MÓDULO HX711 Y ARDUINO UNO

El módulo HX711 es una placa integrada que permite conectar las celdas de carga con Arduino. Este posee internamente electrónica para la lectura del puente de wheatstone y un conversor analógico digital de 24 bits.



Figura 2: Módulo HX711

Como microprocesador, se utilizó una placa de Arduino Uno donde se conectaron los módulos HX711 utilizados.

2.1.3 PROTOTIPO DE ASIENTO

Para colocar los sensores, se utilizaron 2 tablas de madera hechas a medida (45cmx50cm). En la tabla inferior, se hicieron 4 ranuras donde se ubicaron los sensores. Las tablas fueron separadas por una balita esférica que hace de pivote para que la tabla superior se mueva de acuerdo a la fuerza de apoyo que se ejerza sobre la misma.



Figura 3: Prototipo del asiento para prevención de escaras en una silla de ruedas.

2.1.4 CIRCUITO COMPLETO

Finalmente, el circuito completo se muestra a continuación. Se utilizaron 2 celdas de carga para cada uno de los ejes x e y , y las mismas fueron conectadas a un módulo HX711. A su vez, este módulo se conectó a Arduino. Es decir, el circuito completo posee 4 celdas de carga, 2 módulos HX711 y 1 Arduino uno.

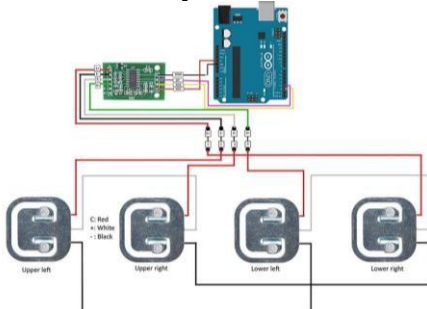


Figura 4: Circuito completo.

2.2 DESARROLLO DEL SOFTWARE

Para el software se utilizaron dos programas interconectados, un código de recepción de Arduino y un software realizado en Matlab, en el cual se utiliza la interfaz gráfica para visualizar la posición espacial de las presiones ejercidas por el paciente.

2.3 CALIBRACIÓN

Para verificar los valores medidos por los sensores fue necesario un proceso de calibración. Para ello se realizó un código de calibración en Arduino. Se utilizó una pesa de 1kg, que se colocó sobre cada sensor y de acuerdo a los valores obtenidos se ajustó el valor de calibración para correlacionar el valor sentido con el valor real del objeto.

3 RESULTADOS

Se realizaron pruebas con diversos usuarios para verificar el correcto funcionamiento del dispositivo.

Inicialmente, se le indica al usuario que se siente en una posición correcta, tomando la misma como punto cero. Luego se le pide que se balancee hacia atrás, hacia adelante, hacia los costados y en diagonales. Todos estos datos se toman con el programa y se muestran las gráficas correspondientes a los distintos movimientos.

Los datos brindados por x corresponden a las desviaciones laterales, y los datos obtenidos en el eje y muestran variaciones anteroposteriores. A continuación, se pueden observar las gráficas conseguidas.

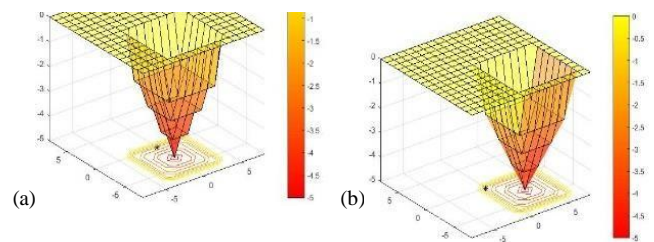


Figura 7: a) Posición de apoyo desviada hacia adelante. b) Posición inclinada hacia la izquierda y adelante.

4 CONCLUSIONES

Como conclusión se puede decir que la funcionalidad requerida, de determinar el punto de apoyo y presión ejercida por el paciente, se cumplió adecuadamente. Además, en la interfaz gráfica es sencillo percibir cuál es el punto de mayor presión para cambiar de posición al paciente en caso de ser necesario y así lograr el objetivo de evitar la formación de escaras y úlceras por un mal posicionamiento del paciente en lapsos de tiempo prolongados.

Para finalizar, podemos decir que estamos conformes con los resultados del primer prototipo y creemos que a futuro se puede seguir desarrollando y logrando muchas mejoras para convertirse en un dispositivo de gran ayuda previniendo una de las principales causas de malestar para las personas con lesión medular. Estas mejoras pueden incluir agregar un módulo bluetooth para transmitir los resultados de manera inalámbrica o extrapolar el prototipo para personas en posición decúbito.

REFERENCIAS

- [1] Prevalencia de úlceras por presión en Colombia: informe preliminar. Renata Virginia González-Consuegra, Diana Marcela Cardona-Mazo, Paola Andrea Murcia-Trujillo, Gustavo David Matiz-Vera. rev.fac.med. vol. 62 No.3 Bogotá July/Sept. 2014
- [2] Mayo Clinic Family Health Book (Libro de Salud Familiar de Mayo Clinic) 5.ª edición.
- [3] <http://memoriascnib.mx/index.php/memorias/article/view/84/80>

MODELADO MATEMÁTICO DE SISTEMA DE QUIMIOTERAPIA

Cataldo, S (A); De Gyldenfeldt, M (A); Rubio, D (D)

Escuela de Ciencia y Tecnología, Universidad Nacional de San Martín,

25 de Mayo y Francia, 1650 San Martín, Buenos Aires, Argentina

scataldo@estudiantes.unsam.edu.ar, mdegyldenfeldt@estudiantes.unsam.edu.ar,

díubio@unsam.edu.ar

Categoría: Modelos y simulación de sistemas biomédicos

INTRODUCCIÓN

Los modelos matemáticos son de gran utilidad en las distintas disciplinas ya que proveen una herramienta no invasiva para predecir y simular diferentes comportamientos que resultarían difíciles de realizar en un laboratorio o con pacientes reales. Por este motivo, son muy utilizados tanto en la ingeniería como en distintas ciencias sea la biología y la medicina.

Con el objetivo de comprender la dinámica del cáncer se ha recurrido a los modelos matemáticos como una herramienta para obtener información acerca de la relación entre el crecimiento tumoral, el sistema inmunológico y los efectos producidos por distintos tratamientos como los de quimioterapia.

En el presente trabajo se desarrolló un análisis de un modelo matemático de quimioterapia, con el objetivo de comprender el funcionamiento y comportamiento del mismo. El modelo fue propuesto en la tesis de Valle Trujillo, Paul Antonio [1] titulada “Estudio de la dinámica global de modelos matemáticos que describen la evolución de un tumor cancerígeno y sus mecanismos de evasión del sistema inmunológico”.

MATERIALES Y MÉTODOS

El modelo consiste en un sistema de seis ecuaciones diferenciales que describen la dinámica entre células cancerosas (T), células NK (N), células efectoras (L), linfocitos circundantes (C), concentración de quimioterapia (M) y concentración de inmunoterapia (I):

$$\dot{T} = aT - abT^2 - q_1NT - DT - K_T(1 - e^{-M})T \quad (1)$$

$$\dot{N} = \alpha_N C - \mu_N N + \frac{p_2 T^2 N}{g_2 + T^2} - q_2 NT - K_N(1 - e^{-M})N \quad (2)$$

$$\begin{aligned} \dot{L} = & -\mu_L + \frac{p_2 D^2 T^2 L}{g_3 + D^2 T^2} - q_3 LT \\ & + (r_1 N + r_2 C)T - q_4 NL^2 \\ & + \frac{p_2 IL}{g_4 + I} - K_L(1 - e^{-M})L \\ & + v_L(T) \end{aligned} \quad (3)$$

$$\dot{C} = \alpha_C - \mu_C C - K_C(1 - e^{-M})C \quad (4)$$

$$\dot{M} = -\mu_M M + v_M(t) \quad (5)$$

$$\dot{I} = -\mu_I I + v_I(t) \quad (6)$$

El detalle de las constantes utilizadas se encuentra en la bibliografía referida, no se incluyen en este trabajo por la restricción en la extensión del mismo.

Para las simulaciones y cálculos numéricos se utilizó el software MATLAB.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

a) Sistema no lineal

Utilizando las ecuaciones mencionadas anteriormente, se simuló y graficó la evolución de distintas variables en el tiempo para un valor alto y uno bajo de concentración de quimioterapia (v_M), de $3.313 \cdot 10^{-1}$ y $6.518 \cdot 10^{-1}$ respectivamente, con el fin de comparar los resultados que se obtienen.

En la Fig. 1 se observan los resultados simulados para valores iniciales $(T, N, L, C, M, I)_0 = 2 \cdot 10^{-7}, 1 \cdot 10^{-3}, 1 \cdot 10^{-6}, 6 \cdot 10^8, 3.313 \cdot 10^{-1}, 5 \cdot 10^3$. Para una alta concentración de quimioterapia, la cantidad de células tumorales evolucionan hacia un punto libre de tumor (1) mientras que la cantidad de linfocitos circundantes al tumor evoluciona a un punto alto (4), probablemente como resultado de la respuesta inmune del organismo. Se observa que la concentración de quimioterapia en sangre (5) evoluciona a una concentración estable y relativamente baja.

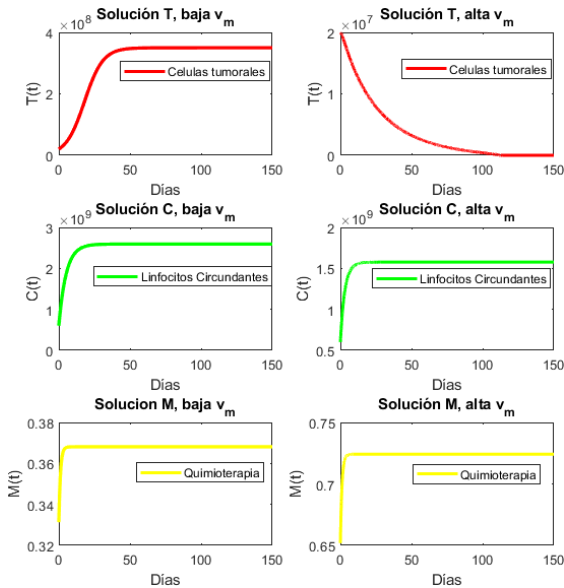


Fig. 1: Soluciones de T , N y L considerando una baja concentración (izquierda) y una alta concentración (derecha) de quimioterapia.

Por el contrario, para una baja concentración de quimioterapia, la cantidad de células tumorales evolucionan hacia un punto de equilibrio donde el número de células tumorales es alto, mayor a 3×10^8 . En este caso, los linfocitos evolucionan a una concentración estable ($\approx 2,5 \times 10^9$) y aún más alta para el caso de una alta concentración de quimioterapia, ($\approx 1,6 \times 10^9$) lo que indicaría una respuesta inmune aún mayor. La concentración de quimioterapia en sangre evoluciona a una concentración estable y de valores muy bajos.

b) Sistema linealizado

Por otro lado, se realizó una linealización del sistema [2], alrededor del punto de equilibrio x_e [1]

$$\dot{x} = A(x - x_e)$$

siendo A la matriz jacobiana del sistema evaluada

en:

$$x_e = (0, 935.82, -1.4906 \times 10^7, 1.5 \times 10^9, 0.724, 500).$$

En la Fig. 2 se muestra una comparación entre los gráficos del sistema original no lineal y el linealizado para los valores iniciales

$$(T, N, L, C, M, I)_0 = (2 \times 10^{-7}, 1 \times 10^{-3}, 1 \times 10^{-6}, 6 \times 10^8, 6.518 \times 10^{-1}, 5 \times 10^3)$$

considerando una alta concentración de quimioterapia ($v_M = 6.518 \times 10^{-1}$). Los dos modelos presentan una dinámica similar, no se observan grandes diferencias excepto para la evolución de la cantidad de células tumorales (1), para la cual se observa un decrecimiento más rápido para el modelo lineal.

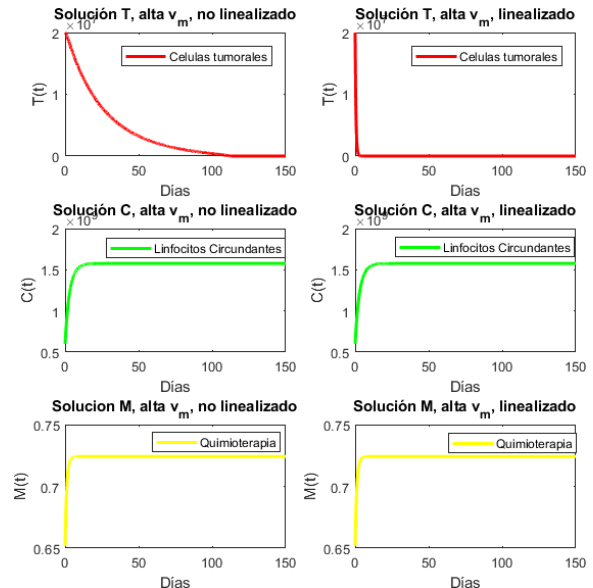


Fig. 2: Soluciones de T , N y L para el modelo lineal (derecha) y el no lineal (izquierda) considerando una alta concentración de quimioterapia.

A partir del sistema linealizado, se estudió la estabilidad. Se calcularon los autovalores de la matriz jacobiana evaluada en el punto de equilibrio. Todos los autovalores resultaron ser valores reales negativos, por lo cual se concluyó que el sistema es asintóticamente estable [3].

c) Conclusiones

Para altas concentraciones de quimioterapia, el modelo lineal se comporta cualitativamente similar al no lineal. Sin embargo, se observa una reducción más rápida de las células tumorales

El modelo permite comprender el comportamiento del sistema de quimio inmunoterapia, pero se requiere de un análisis más exhaustivo para poder ser aplicado clínicamente.

REFERENCIAS

- [1] Valle Trujillo, P.A. Estudio de la Dinámica global de modelos matemáticos que describen la evolución de un tumor cancerígeno y sus mecanismos de evasión del sistema inmunológico (2016)
- [2] Rugh, Wilson J., Linear system theory. Prentice-Hall, NJ, USA ISBN 0-13-441205-2
- [3] Robinson, James C. An introduction to ordinary differential equations. Cambridge University Press, Cambridge, UK ISBN 978-0-511-16483-5 (eBook)

SISTEMA INTEGRAL DE ALMACENAMIENTO Y GESTIÓN DE INFORMACIÓN CLÍNICA Y SEÑALES BIOMÉDICAS EN LA NUBE

Camila Reinaldo (A), Lucas M. Noel (A), Gianfranco Bianchi (D), Oscar Filevich (D), Daniela S. Andres (D). Laboratorio de Neuroingeniería, Escuela de Ciencia y Tecnología, UNSAM. 25 de Mayo y Francia, dandres@unsam.edu.ar

Categoría: Informática médica

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de información adecuada y precisa posibilita la toma de decisiones que mejoran la calidad de la atención médica y una apropiada utilización de recursos. Al mismo tiempo, el uso de tecnología aumenta el volumen de datos a procesar y la cantidad de resultados a analizar, exigiendo mayor capacidad de cómputo y almacenamiento. Proponemos un sistema en la nube, que permita realizar estas tareas en un servidor al que se accede vía web. En un trabajo previo realizado en nuestro laboratorio desarrollamos un sistema de prendas tecnológicas y aplicaciones móviles para la adquisición de señales de acelerometría que permiten realizar mediciones motoras cuantitativas y analizarlas utilizando algoritmos de inteligencia artificial [1]. Para entrenar estos algoritmos obtuvimos datos clínicos y acelerométricos de sujetos normales y de pacientes con trastornos del movimiento siguiendo un protocolo clínico [2]. El manejo de esta información fue llevado a cabo con una base de datos simple y almacenada localmente, realizada en Microsoft Excel. Entre las limitaciones de dicha base de datos se encuentran el espacio de almacenamiento reducido, la falta de protocolos de seguridad adecuados, la indistinción entre tipos de usuarios, y un diseño que impide el uso compartido online de la misma. El objetivo de este trabajo es diseñar e implementar un sistema integral de almacenamiento y gestión de información clínica, señales biomédicas e imágenes en la nube que atienda estas limitaciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

La información de cada paciente incluye las señales acelerométricas adquiridas por el sistema, los datos personales del paciente, la historia clínica y estudios complementarios previos que pueden consistir en imágenes (formato jpg o dicom) o análisis clínicos (formato pdf). Todos estos datos son indexados bajo un número de identificación personal adjudicado al paciente, bajo el cual también se guarda el correspondiente historial. La transferencia de las señales de acelerometría desde el sistema de adquisición hacia la base de datos es llevada a cabo con un protocolo FTP a través de una conexión segura (sFTP). Dada la sensibilidad de los datos manejados por el sistema integral diseñado, los

mismos son encriptados con el objetivo de preservar su seguridad. Todos los datos se registran en un servidor alojado por Azure.

El diseño de la interfaz gráfica se realizó consultando a usuarios potenciales, tanto médicos como pacientes, para tener en cuenta sus necesidades y su forma de trabajo. La interfaz se realizó empleando NodeJs, un entorno de ejecución para JavaScript construido con V8 (motor de JavaScript de Chrome), y MongoDB, un sistema de base de datos orientado a documentos y de código abierto.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desde la interfaz gráfica se puede acceder a una sección en la cual se presenta el Laboratorio de Neuroingeniería (www.labning.com.ar), se puede descargar la guía de uso en la que se describe el funcionamiento del sistema y se ingresa al registro e inicio de sesión de usuario. En el momento del registro el sistema verifica que no exista una cuenta previa con los mismos datos y que la contraseña sea válida, en cuyo caso almacena la información para habilitar accesos futuros.

Las secciones a las cuales se permite el acceso dependen del tipo de usuario: paciente, profesional o investigador (figura 1). En el portal de pacientes, los mismos pueden ver sus propios datos personales, acceder a un resumen de las evaluaciones de acelerometría realizadas tanto en las consultas con especialistas como de forma remota en sus hogares, revisar los estudios de imágenes, los análisis de laboratorio, los tests de olfato y cualquier otro estudio que haya sido almacenado. Además, el portal del paciente permite visualizar curvas que describen la evolución del estado clínico del paciente y contactar a través de un acceso directo al médico a cargo de su seguimiento. El portal de profesionales permite a los usuarios cargar nuevos pacientes y buscar aquellos ingresados previamente por el mismo usuario. Una vez que el profesional selecciona un paciente puede ver sus datos personales, estudios complementarios y actualizar la historia clínica. La historia clínica incluye los campos tradicionales: motivo de consulta, enfermedad actual, antecedentes personales y

familiares, medicación y evolución. Igual que el paciente, el profesional puede ver un resumen de las evaluaciones acelerométricas, los estudios y la evolución de los parámetros clínicos, en este caso para cada uno de sus pacientes. Por último, los usuarios con privilegios de investigador tienen la posibilidad de acceder a la información de múltiples centros, y visualizar un resumen de evaluaciones y parámetros estadísticos de los pacientes.

El sistema de almacenamiento y gestión que desarrollamos permite a distintos tipos de usuarios realizar el seguimiento de su propia enfermedad, la de sus pacientes en el caso de profesionales o la de

conjuntos de pacientes si se trata de investigadores. Si bien este sistema fue desarrollado para ser utilizado con señales de acelerometría adquiridas

durante un protocolo clínico específico, es suficientemente flexible para ser utilizado con diferentes tipos de señales biomédicas, lo que permitirá su uso en una variedad de aplicaciones futuras.

REFERENCIAS

[1] Bianchi G., et al., “New Tools for Quantitative Diagnosis of Parkinson’s disease based on scale invariance of acceleration signals”. Revista Argentina de Bioingeniería: Vol. 24 No. 2 (2020)

[2] Reinaldo C., Bianchi G., Wilken M., Andres D. S. “Accelerometry signals’ recording protocol and database for the quantitative diagnosis of Parkinson’s disease” Revista Argentina de Bioingeniería: Vol. 24 No. 2 (2020).

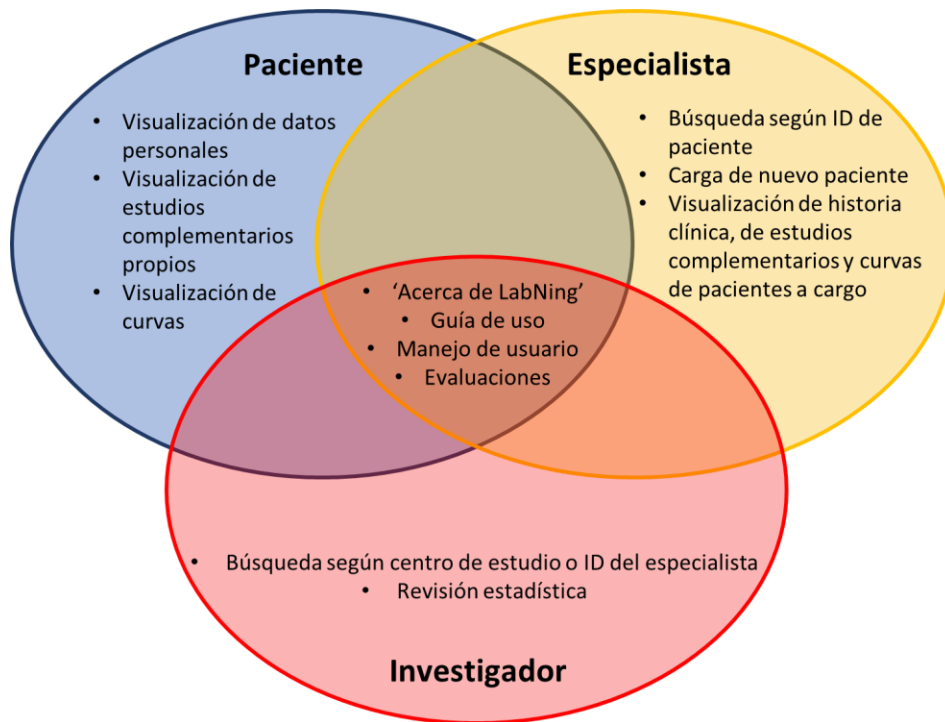


Fig. 1: Permisos del sistema según tipo de usuario. El portal habilita a pacientes, profesionales o investigadores el acceso a datos personales, datos por paciente o datos estadísticos según corresponda.

PORTAL PACIENTES

DNI: 21749211

Nombre: Liliana
Apellido: Pérez
Fecha de nacimiento: 05/09/1963
Sexo: F
Telefono: 21174928
Diagnóstico: EP

EVALUACIONES

Acá el paciente debe poder ver el resumen de sus evaluaciones (así se hayan realizado durante una consulta con el especialista o de forma remota). Tiene que poder ver el número de evaluación, el tipo de evaluación (C: Consulta o R: Remota), la fecha, el nombre del especialista que lo solicitó, las observaciones que hizo el paciente al realizar la evaluación y los resultados de la evaluación.

NRO	Tipo	Fecha	Solicitado por	Observaciones paciente	Resultado
0000001	C	25/3/2022	Dr. Juan Perez	DNI_0000001	R_DNI_0000001
0000002	C	5/4/2022	Dr. Juan Perez	DNI_0000002	R_DNI_0000002
0000003	R	19/4/2022	Dr. Juan Perez	DNI_0000003	R_DNI_0000003

ESTUDIOS

Acá el paciente debe poder ver los estudios que se haya realizado, tales como análisis de laboratorio, estudios de imágenes, test de olfato, etc. (los estudios que puedan almacenarse aquí quedarán definidos por los métodos de DX para EP).

NRO	Fecha	Solicitado por	Estudio	File
0000001	25/3/2022	Dr. Juan Perez	Laboratorio	PDFIDICOM...
0000002	5/4/2022	Dr. Juan Perez	PET	PDFIDICOM...
0000003	19/4/2022	Dr. Juan Perez	Test de olfato	PDFIDICOM...

Fig. 2: Esquema portal pacientes. Al ingresar al sistema con un usuario paciente el sistema muestra una ventana con un resumen de sus datos personales, sus estudios recientes y evaluaciones. Además, permite visualizar la evolución por medio de curvas.

ESTUDIO DE LA CONECTIVIDAD FUNCIONAL CÓRTICO-CORTICAL Y TÁLAMO-CORTICAL DURANTE EL SUEÑO EN GATOS

Ana Carolina Maiztegui Croppi (A), María Sofía Rochetti (A), Claudia Egea (D), Diego Mateos (D) y Claudia Pascovich Rognoni (D)

Universidad Nacional de Córdoba - Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales Ingeniería Biomédica

Categoría: Investigación en neurociencia.

INTRODUCCIÓN

Las neuronas cerebrales sincronizan sus actividades en regiones o en redes neuronales, esta sincronización resulta importante para el desarrollo de los ritmos cerebrales, que se diferencian según la banda de frecuencia que ocupa.

El sueño se divide en diferentes estados o fases: NREM (S1, S2 y S3) y sueño REM. Cada etapa del sueño está bien caracterizada por fenómenos (por ej. husos del sueño) y distinguida por un aumento o disminución de actividad en alguna de las bandas de frecuencia. Estas características ayudaron a estadificar las distintas etapas del sueño mediante registros de polisomnografías (PSG) de tres gatos adultos en el Software Spike2. La PSG es especializada ya que comprende únicamente ECG intracraneal y ECoG (electrocorticograma), estas dos se diferencian en la localización de los electrodos: sobre la duramadre o de profundidad dentro de la duramadre. Estos tipos de estudios tienen la ventaja de poseer una señal con mayor resolución temporal y menor ruido.

Luego de una etapa de procesamiento de las señales, se utilizó el análisis de PLI (Phase Lag Index) y wPLI (weighted Phase Lag Index). Mediante gráficos matrices se ordenaron los datos para discriminar el aumento o disminución de la CF (conectividad funcional) C-C (córtico-cortical) y T-C (tálamo-cortical) para cada estadía de sueño y banda de frecuencia. Los gráficos dejan en evidencia que hay una diferencia de wPLI entre los diferentes estados, en donde predomina la CF C-C en las frecuencias bajas en la conectividad C-C, mientras que en las bandas altas predomina la CF T-C.

MATERIALES Y MÉTODOS

A. Base de datos

Los datos son registros obtenidos de tres gatos adultos que cuentan con electrodos de tornillo de acero inoxidable colocados de forma intracraneal por encima de la duramadre en diferentes áreas corticales y núcleos talámicos (Fig. 1). Los animales fueron obtenidos y determinados en buen estado de salud por la Universidad de la República de Uruguay, todos los procedimientos experimentales fueron realizados de acuerdo a la guía [1] y fueron aprobados por las comisiones uruguayas de cuidado animal [2]. Asimismo, se hizo todo lo posible para utilizar el

número mínimo de animales necesario para producir datos científicos fiables.

Los datos se registraron en sesiones experimentales de 4 h que se realizaron entre las 14 y las 18 hs en un ambiente con temperatura controlada (21–23°C). La cabeza se coloca en posición estereotáxica mientras el cuerpo descansa en un saco de dormir en una posición semi-restringida. La actividad de ECoG se registró con una configuración monopolar referencial, con la referencia ubicada en el seno frontal izquierdo.

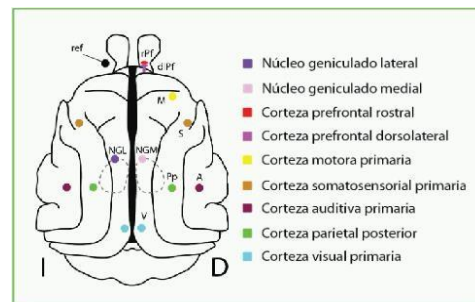


Fig. 1: Localización de electrodos.

Las señales bioeléctricas se amplificaron ($\times 1000$), se filtraron en una banda de frecuencia de 0,1 a 500 Hz, se muestrearon a 1024 Hz, (216 bits) y se almacenaron en una PC utilizando el software Spike 2 (Cambridge Electronic Design). Luego, se filtraron entre 0,5 Hz y 200 Hz.

B. Acondicionamiento de Datos

Este consta de cuatro etapas que se explicarán ampliamente en las siguientes subsecciones. En resumen, las etapas son:

I. *Estadificación*: Los registros se dividieron en épocas (intervalos de 5s) que se clasificaron en etapas equivalentes al sueño en humanos: vigilia, S1, S2, S3/S4 y REM. Esto se realizó sobre 10 registros de 4 horas cada uno en el programa Spike 2 de forma manual en distintas etapas del sueño sumando una etapa incógnita cuyos datos fueron consiguientemente descartados. Para esta tarea de análisis, se utilizaron conocimientos transmitidos por investigadores expertos en sueño. El objetivo de este proceso es obtener 50 épocas por cada una de las fases del sueño.

II. *Concatenación*: es el moldeado que se le realiza a los datos para obtener al final del proceso un archivo de tipo Matlab en el cual para cada valor registrado con los electrodos se le

asigna una fase de sueño, es decir cada instancia de tiempo registrado lleva aparejado una instancia del sueño.

III. Recorte y Normalización del número de épocas: se realizó un recorte del número de épocas que se encontraban excedidas para que todos los registros contasen con 50 épocas de cada estado.

IV. Filtrado de las señales: Las señales se filtraron en primer lugar a través de un filtro Butterworth, el cual es un filtro pasa banda para las frecuencias entre 0,1 y 200 Hz. Luego se utilizaron tres filtros Notch de entorno reducido en las frecuencias 50, 100 y 150 Hz para eliminar artefactos típicos que aparecen en un EEG y el ruido de línea típico de cada país que se puede encontrar en las señales.

C. Análisis de Phase-Lag-Index.

El PLI es una medida de sincronía entre señales que se calcula a partir de la fase relativa de dos señales de entrada.

El wPLI es una extensión del PLI pero es menos sensible al ruido y por lo tanto da un resultado más fiable [3].

Los datos se procesaron mediante un código Matlab y una función predefinida de PLI y wPLI en siete bandas de frecuencia (Fig. 2) obteniendo un archivo ".mat" donde se pueden observar matrices de conectividad entre los distintos canales (cortezas y tálamo) y en las distintas bandas. Con PLI se analizó la señal completa y con wPLI se analizaron los datos por épocas.

Nombre	Frecuencias (Hz)
Delta (δ)	1 - 3.5
Theta (θ)	4 - 7
Alfa (α)	8 - 12
Beta (β)	13 - 30
Gamma (γ)	30 - 45
High Gamma ($h\gamma$)	45 - 99
High-Frequency-Oscillations (HFO)	102 - 120

Fig. 2: Frecuencias utilizadas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para interpretar los resultados de PLI, en una primera instancia se empleó una función de Matlab para poder obtener un "Gráfico circular" por cada banda de frecuencia. En ellos, cada punto marcado en el círculo pertenece a un canal, se decidió graficar sólo los canales que se repetían en todos los sujetos y conservar sólo un canal talámico, obteniendo un gráfico de 6 puntas (Fig. 3). Las líneas que interconectan los canales indican conectividad entre los canales. Mientras más gruesa sea la línea, mayor es la conectividad.

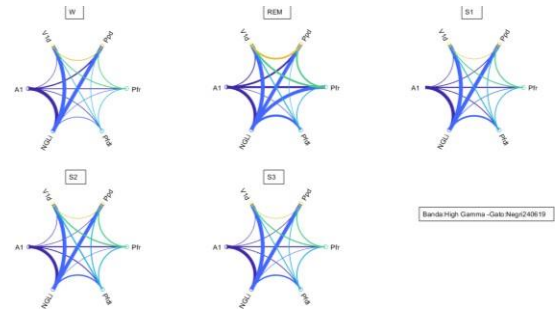


Fig. 3: Gráfico circular de un sujeto en la banda High Gamma.

En segundo lugar, los datos de wPLI fueron transformados a "Gráficos Matriz" a través de una función de Matlab. Se establecieron límites y se normalizó la escala de valores por cada banda.

Partiendo de esta nueva herramienta, se encontraron nuevos resultados con una considerable mejora en la cantidad y calidad de información resultante.

A. La conectividad funcional y las oscilaciones de frecuencia

En las bandas bajas (δ , θ , α y β) predomina la conectividad funcional C-C mientras en las bandas altas (γ , high- γ y HFO) predomina la conectividad T-C. (Fig. 4.A y B).

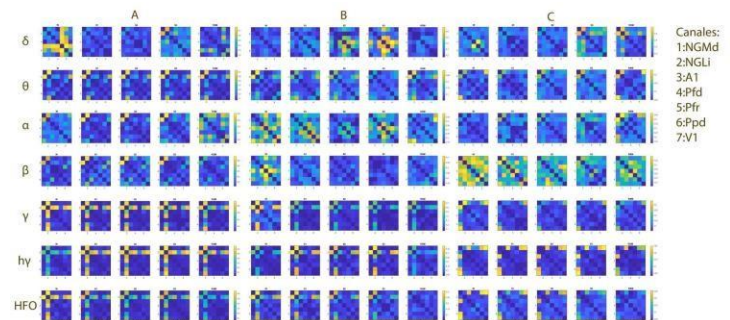


Fig. 4: Gráficos Matriz.

B. La conectividad funcional y las etapas de sueño

Los gráficos de matriz dejan en evidencia que hay una variación del wPLI que depende del estado de sueño lo que difiere, a su vez, dependiendo de la banda de frecuencia que se analice.

δ	Mayor en S3
θ	Mayor en REM
β	No se observan grandes cambios
α	Mayor en Vigilia
γ -HFO	CF T-C disminuye progresivamente; Menor en REM
$h\gamma$	CF T-C aumenta en el sueño; Mayor en S3

Fig. 5: Cambios de CF según banda

Para poder visualizar mejor estos cambios realizamos la comparación de algunas cortezas por estado en lo que llamamos "Gráficos Violín" como ejemplo de ellos tenemos la Fig. 6.

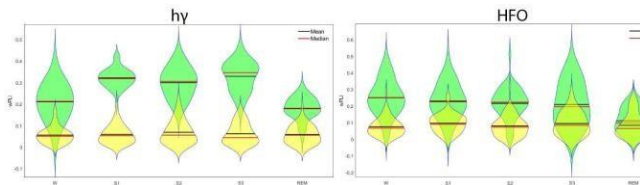


Fig. 6: Gráficos Violín Sujeto B en Bandas high- γ y HFO

La conectividad C-C en la banda δ es mayor durante la fase S3 del sueño (Fig. 5). Estos mismos resultados fueron observados en diversos estudios [4], [5], en los cuales a medida que el sueño se profundiza, se advierte una correlación más fuerte para la banda δ con un máximo valor en la etapa S3.

La CF C-C en la banda θ es mayor durante el sueño REM, sugiriendo que la inconsciencia del sueño está acompañada por un régimen de actividad único en las cortezas sensoriales [6].

Se puede observar, además, que la CF T-C en las bandas γ y HFO disminuyen durante el sueño en comparación con la vigilia, mientras que la banda high- γ aumenta durante el sueño con un valor máximo en S3, se habla de una hiper correlación entre la pérdida de la conciencia con la actividad de la banda γ , que puede deberse a una respuesta adaptativa responsable de suprimir actividades externas que puedan interrumpir el sueño [7]. Es interesante notar que un estudio encontró que el tálamo y las capas profundas de la corteza son más sensibles a los cambios en los niveles de conciencia [8].

Cabe destacar que, a la hora de comparar los resultados obtenidos con otras investigaciones, resulta una tarea complicada ya que no existen muchos estudios con una discriminación de las bandas defrecuencias como en este trabajo, debido a que los rangos más altos de frecuencia sólo se pueden medir de manera confiable en humanos a través de registros intracraneales, siendo imposible realizarlo en sujetos sanos por cuestiones éticas.

CONCLUSIÓN

En base a la hipótesis planteada, la cual habla de unadiferencia de conectividad C-C y T-C según la etapa del sueño, se logró comprobar que el wPLI varía según la etapa, y de forma diferente en cada banda defrecuencia.

Se puede concluir que el tálamo juega un papel fundamental en la conciencia, y debería ser el foco de atención en futuras investigaciones.

REFERENCIAS

- [1] National Research Council (US) Committee for the Update of the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals. Washington (DC): National Academies Press (US), *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals, 8th edition*. 2011.
- [2] C. I. y N. de C. A. de la U. de la R. en Uruguay, *Protocolo N° 070153000089-17*.
- [3] E. Ortiz, K. Stingl, J. Müninger, C. Braun, H. Preissl, and P. Belardinelli, "Weighted

Phase Lag Index and Graph Analysis: Preliminary Investigation of Functional Connectivity during Resting State in Children," *Comput. Math. Methods Med.*, vol. 2012, 2012, doi: 10.1155/2012/186353.

- [4] K. Wang, Y. Zhang, Y. Zhu, and Y. Luo, "Associations between cortical activation and network interaction during sleep," *Behav. Brain Res.*, vol. 422, p. 113751, Mar. 2022, doi: 10.1016/J.BBR.2022.113751.
- [5] L. S. Imperatori *et al.*, "EEG functional connectivity metrics wPLI and wSMI account for distinct types of brain functional interactions," *Sci. Reports 201991*, vol. 9, no. 1, pp. 1–15, Jun. 2019, doi: 10.1038/s41598-019-45289-7.
- [6] B. Davis, E. Tagliazucchi, J. Jovicich, H. Laufs, and U. Hasson, "Progression to deep sleep is characterized by changes to BOLD dynamics in sensory cortices," *Neuroimage*, vol. 130, pp. 293–305, Apr. 2016, doi: 10.1016/j.neuroimage.2015.12.034.
- [7] P. Bourdillon *et al.*, "Brain-scale cortico-cortical functional connectivity in the delta-theta band is a robust signature of conscious states: an intracranial and scalp EEG study," *Sci. Rep.*, vol. 10, no. 1, Dec. 2020, doi: 10.1038/s41598-020-70447-7.
- [8] M. J. Redinbaugh *et al.*, "Thalamus Modulates Consciousness via Layer-Specific Control of Cortex," *Neuron*, vol. 106, no. 1, pp. 66-75.e12, Apr. 2020, doi: 10.1016/j.neuron.2020.01.005.

ANEXO

En el siguiente link se pueden apreciar mejor todos los gráficos.

https://github.com/AnitaMaiztegui/Anexo_SABI

PROTOTIPO PARA LA VERIFICACIÓN TÉCNICA DE PRODUCTO MÉDICO ACTIVO: ELECTROCARDIOGRAFÍA Y PRESIÓN ARTERIAL NO INVASIVA

Berarducci, María Laura (A); Rotger, Viviana Inés (D); Figueroa Gallo, Lucila M. (D); Olivera, Juan Manuel (D). Gabinete de Tecnologías Médicas, Dpto. de Bioingeniería, FACET, Universidad Nacional de Tucumán - Avda. Independencia 1800 - Tucumán. C.P. 4000. mlauraberarducci@gmail.com, vrotger@herrera.unt.edu.ar, lfigueroagallos@herrera.unt.edu.ar, jolivera@herrera.unt.edu.ar

Categoría: Ingeniería Clínica y Gestión de Tecnología Médica

INTRODUCCIÓN

La reproducción fidedigna de la señal de electrocardiografía (ECG) y la medición precisa de la presión arterial no invasiva (PNI) son elementos clave para la prevención oportuna, el diagnóstico confiable y el tratamiento eficiente de la gran variedad de enfermedades cardiovasculares y cardíacas que aquejan a la población a nivel nacional y mundial. [1]. Sin embargo, existen diversos estudios que reportan las altas tasas de uso de equipos descalibrados, lo cual tiene como consecuencia la existencia de diagnósticos erróneos, determinando enfermedades inexistentes en pacientes sanos, o viceversa [2]. Esto deja en evidencia la necesidad de usar tecnología médica adecuada, que cuente con evaluada calidad, seguridad y eficacia, aprobada por el organismo regulador correspondiente.

En nuestro país, la Dirección Nacional de Productos Médicos de la Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica (ANMAT) es quien se encarga de evaluar, autorizar, controlar y vigilar la calidad de los productos médicos y tecnologías relacionadas con su fabricación, importación, distribución y/o exportación. Una vez lanzado al mercado, la evaluación continua de la seguridad y eficacia del producto médico pasa a manos del personal responsable de su gestión y uso dentro del sistema de salud, proceso que se encuentra regulado por el Programa de Tecnovigilancia.

En este marco, se propuso como objetivo diseñar y desarrollar un sistema para simulación de señales de ECG y presión arterial utilizando tecnología digital, para la creación de un banco de prueba con fines de verificación y calibración de productos médicos activos, con una relación costo-beneficio razonable.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se puede dividir el proyecto en las siguientes etapas:

- **Estudio de la normativa necesaria para la elaboración de procedimientos y registros:** Tomando como referencia la norma IEC 62353, el apartado de evaluación de desempeño indica recurrir las normas de fabricación para seleccionar las secuencias que permitan caracterizar operativamente

a los equipos bajo ensayo sin destruirlos o que comprometer la integridad del equipo. Luego de una inspección visual se definió que los ensayos requeridos para el análisis de desempeño son: velocidad de registro, respuesta en frecuencia, control de damping, constante de tiempo, control de linealidad y filtros, y el rechazo en modo común para ECG; y error del indicador de presión e histéresis, fuga de aire, tasa de caída de presión y escape rápido para PNI [3, 4, 5].

- **Análisis de la tecnología a emplear, diseño y desarrollo del banco de prueba:** Los componentes tecnológicos seleccionados, en función de la disponibilidad y menor costo fueron:

TABLA I
LISTADO GLOBAL DE COMPONENTES SELECCIONADOS PARA LOS BANCOS DE ENSAYO

ELECTROCARDIOGRAFÍA	PRESIÓN ARTERIAL NO INVASIVA
Tarjeta de desarrollo Arduino Mega y entorno de desarrollo integrado por puerto serial	Calibrador de presión eléctrico Fluke 718 (visualización)
Convertidor digital analógico de 12 bits MCP4725.	Módulo sensor Fluke 700PD3
Display LCD LM016L y módulo expansor PCF8574 para comunicación protocolo I2C	Tubo PVC para simulación de brazo de paciente
Amplificador de bajo ruido OP177, resistencias, capacitores y relés de diversos valores	Tubuladura cristal y conexiones rosca-espiga y en T metálicos
Chasis plástico, botones, conector de batería, cargador de batería	Pera insufladora.

En los siguientes esquemas (Fig. 1 y 2) se indican las conexiones realizadas de los componentes mencionados. El banco de ECG está desarrollado en Arduino (código abierto) que utiliza lenguaje de alto nivel y cuenta con variedad de periféricos disponibles a un precio accesible. El elemento crítico fue la selección de la tarjeta de memoria para poder almacenar todas las curvas necesarias en el ensayo con buena fidelidad (Arduino Mega2560). Para evitar la generación de tensiones parásitas se utilizaron baterías, capacitores entre la alimentación y tierra para lograr mayor estabilidad y amplificadores de bajo ruido. Se agregó una etapa final con dos relés en cascada para que todas las señales obtenidas de diferentes puntos del circuito puedan obtenerse en un único terminal, mejorando así la experiencia del usuario.

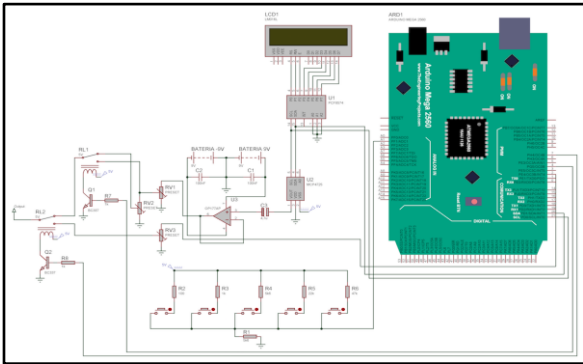


Fig. 1 Esquema del simulador electrocardiográfico.

- **Ensayos y verificación operativa de prototipo:** la sección de ECG se verificó realizando 10 mediciones por cada tipo de señal en un equipo Cardio Tecnica RG-401 (disponible), comparando medias e incertidumbres para valores de pico, duración de segmentos, espesores del trazo, deformaciones de las curvas, entre otros aspectos. (Fig. 3). Para la sección de PNI se construyeron curvas en 3 valores de presión definidos y 10 repeticiones por punto (recorrido ascendente y descendente - histéresis) registrando visualmente los valores obtenidos y luego comparando medias e incertidumbres de cada resultado para esfigmomanómetros no invasivos de marcas Melipal, Boaking, Jianda, Coronet, Silfab tanto de adultos como pediátricos. (Fig. 3).

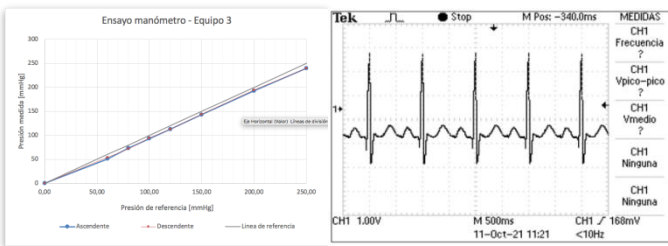


Fig. 2 (Izq) Esquema de testeo de esfigmomanómetros (Der) Ensayo con banco de pruebas de ECG

Fig. 3 (Izq) Ejemplo de curvas de ensayo de PNI (Der) Ejemplo de curva de ECG proveniente del prototipo

El objetivo de diseñar y desarrollar un sistema para simulación de señales de ECG y presión arterial se cumplió satisfactoriamente. Se elaboró el “Procedimiento de ensayos para verificación de funcionamiento de electrocardiógrafos analógicos” y el “Procedimiento de ensayos para verificación de funcionamiento de esfigmomanómetros no automatizados y no invasivos”. Como perspectiva a futuro, se espera poder incorporar un sensor de presión de referencia más económico, como así también adaptar el procedimiento y el banco de prueba para la incorporación de pruebas a esfigmomanómetros automatizados. Respecto a la parte dedicada a electrocardiografía se proyecta reemplazar las baterías que alimentan el amplificador de bajo ruido para que la alimentación del dispositivo se realice íntegramente desde la red. Potenciar el desarrollo de un banco de prueba de estas características significaría un importante valor agregado para un Servicio de Tecnología Biomédica (STB) tal y como lo define la Ley N°26906 de Trazabilidad y Verificación Técnica de Productos Médicos Activos en Uso, ya que un sistema de testeo definido y que cuente con las señales patrones para la realización de los ensayos establecidos significaría ahorro de tiempo y mejor aprovechamiento de los recursos humanos disponibles. Además, el empleo de tecnología de código abierto lo volvería accesible y replicable, fortaleciendo los STB.

REFERENCIAS

[1] Alejandro M. Delucchi CR. Características epidemiológicas de la hipertensión arterial en Argentina. Estudio RENATA 2. *Revista Argentina de Cardiología.* (2017)

[2] Turner, M.J. Sphygmomanometer calibration Why, how and how often?. *Clinical practice.* (2007)

[3] IEC, Norma IEC 62353: Ensayos recurrentes y ensayos después de reparación del equipo electromédico.

[4] IEC, Norma 60601-2-25/AAMI 4220-2-25: Requerimientos particulares para seguridad básica y funcionamiento esencial de electrocardiógrafos.

[5] ISO 81060-1: Esfigmomanómetros no-invasivos - Requerimientos y métodos de testeo para tipo de medición no-automatizada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

EVALUACIÓN NEUROPSICOLÓGICA MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN PARA TELÉFONOS MÓVILES.

Autores. (A) Juárez, M. Ayelén. - maavelenjuarez@gmail.com; (A) Reyna, Juan M. - jmreynam@gmail.com
(D) Bioing. López Natalia - nlopez@gateme.unsi.edu.ar; (D) Bioing. Pérez, Elisa - eperez@gateme.unsi.edu.ar

Categoría: Neuroingeniería y Neurorehabilitación.

INTRODUCCIÓN

Con el creciente avance de la población mundial de adultos mayores que van ligados con el aumento de la esperanza de vida y una disminución de la tasa de fecundidad, el mundo se encuentra experimentando actualmente uno de los cambios más grandes de los últimos tiempos.

La población mayor de 65 años es alrededor del 10% de la población mundial, y se espera alcanzar para el año 2050 un 20% de adultos mayores [1]. Dentro de los sistemas de salud esto constituye un problema a gran escala dado que las patologías neurodegenerativas asociadas al envejecimiento constituyen la principal causa de muerte en los adultos mayores.

Las principales patologías neurodegenerativas son Enfermedad de Alzheimer, Esclerosis lateral amiotrófica, Ataxia de Friedreich, Enfermedad de Huntington y la Enfermedad de Parkinson [2]. La mayoría de estas enfermedades neurodegenerativas conllevan a problemas que afectan el habla por el simple hecho de dificultad en el movimiento de músculos encargados de ello, o por deterioro cognitivo-lingüístico.

Además estas patologías se han visto altamente afectadas por la pandemia SARS-Cov 2 [3] que tuvo sus inicios a finales del año 2019, esto acarrió una gran cantidad de problemas desde la suspensión de los tratamientos médicos hasta la disminución en los cuidados que necesitan los adultos mayores con patologías neurodegenerativas. Por otro lado, el aislamiento obligatorio ha generado una evolución más rápida de las enfermedades correspondientes a la demencia debido también a la suspensión de los tratamientos y el hecho de que el profesional médico no tenga herramientas de diagnóstico que le permitan conocer el estado actual del paciente en el estadio de la enfermedad.

Los principales objetivos fueron encontrar un método simplificado que le pueden permitir al profesional un fácil diagnóstico y evaluación rápida de las funciones cognitivas y del lenguaje (figura 1) [4] como un paradigma teórico que nos permite dar cuenta del fenómeno del lenguaje de una manera más integral y conocer el estado en el que se encuentra el paciente.

La propuesta es desarrollar una herramienta de valoración del lenguaje basándonos en los test de “Fluencia Verbal” y “Cuenta Palabras”.



Figura 1. Pirámide de evaluación del Test de Fluencia Verbal

El test de “Fluencia Verbal” está formado por tres tareas: lingüística (palabras que empiezan por una determinada letra), semántica (palabras pertenecientes a una determinada categoría) y excluyente (palabras que no contienen una determinada letra).

La combinación de estas tareas permite valorar diferentes procesos básicos del lenguaje expresivo, así como varios componentes de las funciones ejecutivas (p. ej., la fluencia, la flexibilidad, la categorización).

Por último, el test “Cuenta Palabras” permite un conteo de las palabras totales y la cantidad de veces que se repiten durante el habla del paciente lo que evalúa su nivel y funcionalidad cognitiva del lenguaje.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para lograr los objetivos planteados teniendo en cuenta el contexto actual en el que se vive y las ideas de plantear un mundo más tecnológico y digitalizado; como equipo de trabajo se propone la implementación del “Test de fluencia verbal” [4] y el conteo de palabras con muestreo de palabras repetidas mediante una aplicación para dispositivos móviles desarrollada en una plataforma virtual MIT App Inventor, se utilizará el micrófono y conexión a internet para poder compartir los datos recolectados.

La aplicación consiste en una herramienta de sencilla interfaz que le permitirá al profesional en forma de teleconsulta o de manera presencial diagnosticar, brindando la valoración y evolución de la enfermedad del paciente.

Su uso permite enviar los datos recolectados mediante Email, WhatsApp, Telegram, entre otras.

La aplicación cuenta con 4 pantallas que conforman la interfaz gráfica, las cuales son: Pantalla Inicial, TFV, Resultado TFV y Cuenta Palabras.

La pantalla principal (figura 2a) contiene dos casilleros de texto uno en el cual se introducen los datos del paciente y otro en donde se especifica cuál es la patología a tratar. Por último, una casilla para seleccionar el test a realizar.

La pantalla del TFV (figura 2b) consta de 3 botones que permiten activar el reconocimiento de voz en cada uno de los apartados de este test. Al presionar un botón se activa el reconocimiento de voz respectivo y aparecen en una casilla de texto las palabras que mencionó el paciente.

Una vez completado el test de Fluencia Verbal, se visualizan 3 botones; uno que permite enviar los datos recolectados por el test, y otro permite ingresar a la pantalla de los Resultados (figura 3a), y finalmente el último nos va a permitir volver a la pantalla inicial de la aplicación, la pantalla de los resultados muestra la cantidad de palabras que fueron expresadas por el paciente en la parte Lingüística, Semántica y Excluyente, además el índice de fluidez verbal que es la sumatoria total de palabras de cada apartado del test.

Por último la pantalla del test Cuenta Palabras (figura 2c) cuenta con 3 botones, cada vez que el paciente habla se tiene que oprimir el botón “Habla Paciente” para activar el reconocimiento de voz. Una vez finalizado el test se cuenta la cantidad de las palabras totales y aquellas que el paciente repitió otorgando una idea de la amplitud del vocabulario de la persona y de forma indirecta el nivel lingüístico-cognitivo y el grado neurodegenerativo del paciente en estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron resultados favorables con la aplicación para dispositivos móviles desarrollada ya que cumple con los objetivos planteados.

En la figura 2 se puede visualizar las pantallas de la aplicación de ambos test y su pantalla principal.



Figura 2. Pantallas de la aplicación (a) pantalla principal (b) Test de Fluidez Verbal (c) Cuenta palabras

Los datos obtenidos con el test de fluencia verbal pueden ser visualizados fácilmente en las pantallas de resultados que se observa en la figura 3a y también mediante la opción enviar mediante email que vemos en la figura 4a.

Para el test cuenta palabra los datos obtenidos pueden visualizarse en la misma pantalla del test (figura 3b) o tenemos la opción de enviar el resultado vía email (figura 4b).



Figura 3. Pantallas de resultados (a) Test de Fluidez Verbal (b) Cuenta palabra

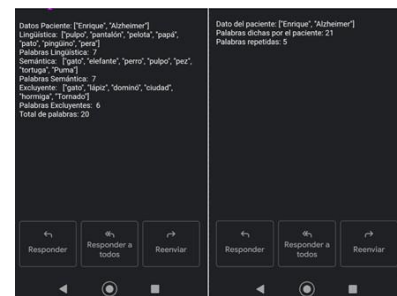


Figura 4. Resultados enviados por email (a) Test de Fluidez Verbal (b) Cuenta palabra

TRABAJOS FUTUROS

Se pretende realizar posteriormente pruebas de la aplicación desarrollada en grupos experimentales, llevando a cabo un preciso control de los datos recolectados tanto por la herramienta como a través de formas tradicionales con la participación de profesionales en el ámbito de la psicología para verificar su eficacia.

REFERENCIAS

- [1] GERO Cohort Protocol, Chile, 2017–2022: Community-based Cohort of Functional Decline in Subjective Cognitive Complaint elderly.
- [2] Enfermedades Neurodegenerativas. <https://medlineplus.gov/spanish/degenerativediseases.html>
- [3] Demencia En Tiempos De COVID-19 <https://doi.org/10.46997/revecutneuro130100011>
- [4] Evaluación del lenguaje y de las funciones ejecutivas: TFV Autor: Jose Antonio Portellano Pérez <https://www.youtube.com/watch?v=DcISmyLxHfK>
- [5] Fluencia verbal: un test neuropsicológico breve para la detección de trastornos cognitivos en pediatría <https://doi.org/10.22379/24224022148>

DISEÑO Y FABRICACIÓN DE SISTEMA DIGITALIZADOR DE BAJOCOSTO PARA OPTIMIZAR MICROSCOPIO ÓPTICO.

Yazmin Tartabini(A), Lorenzo A. Tell(A), Gabriel Sosa(A), Karen Sosa Navarro(A), Mariade los Angeles Rossi(A), Carolina Ferri(D)

Bioingeniería, Escuela de Ingeniería y Ciencias Ambientales, Universidad Nacional de VillaMercedes, Villa Mercedes (S.L), Argentina (5730). yaztartabini@gmail.com

Categoría: equipamiento, instrumentación, sensores y medidas.

INTRODUCCIÓN

En el marco de la materia “Organización Industrial”, se propone el desafío de desarrollar un producto tecnológico a deliberación de los alumnos, basado en las herramientas teóricas brindadas en esta asignatura.

Se decide desarrollar un sistema digitalizador para microscopio óptico. Para lo cual se planifica la compra de una cámara, el diseño de un soporte de adaptación al microscopio impreso en 3D y el desarrollo de un software para el procesamiento de las imágenes.

Con una búsqueda bibliográfica para conocer la tecnología disponible, se encuentran en el mercado dispositivos equivalentes tecnológicamente al producto ideado. Los cuáles, si se quisieran adquirir, tendrían un costo ampliamente superior a los estimados en el desarrollo del sistema propuesto según nuestra planificación.

Al visitar el “Laboratorio de Anatomía e Histología” de la universidad para obtener las dimensiones del objetivo de un microscopio óptico con el propósito de diseñar el soporte de adaptación, se encuentran una gran cantidad de microscopios no digitales. Por lo que se plantea aumentar el alcance del proyecto original optimizando todos estos instrumentos. Lo cual beneficia la participación en simultáneo de los alumnos en actividades que necesitan el uso de cámaras de adquisición de imágenes y software de metrología.

El objetivo es desarrollar un modelo estándar del sistema digitalizador para replicarlo en todos los microscopios ópticos del laboratorio.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se utilizó una cámara web GADNIC 4K ULTRA HD CW3000. Esta fue elegida debido a que la relación costo-resolución fue la mejor encontrada en el mercado. Además, su pequeño

tamaño y peso permite ser montada en un microscopio con facilidad.

El software[1] consta de una interfaz de usuario en donde inicialmente la pantalla muestra tres botones y la imagen. Para el desarrollo del mismo se utilizó lenguaje de programación *Python*[2], la librería *Tkinter* para el desarrollo de la interfaz y la librería *OpenCV*[3] para el procesamiento de imágenes. Se forzó la codificación de la transmisión de la cámara web para obtener la máxima resolución, ya que las funciones nativas de *OpenCV* no soportan esto.

La calibración es necesaria por la variación del campo de visión ante distintos objetivos y oculares. El botón “calibrar” ejecuta una rutina que detecta el círculo que corresponde al campo de visión del ocular. Al obtener la imagen se le realiza un cambio de espacio de color de BGR a gris, utilizando la función *cvtColor*, y se aplica una función construida de brillo y contraste llamada *apply_brightness_contrast()*, esta no es nativa de *OpenCV*.

A continuación, se calcula el tamaño en pixeles de la imagen con la función *shape[]*. Esa información de dimensiones se guarda en una variable “*dim*” que después se usa para redimensionar la imagen para que quepa en la pantalla, utilizando *cv2.resize*.

Luego, se aplica una umbralización con *cv2.threshold* y un desenfoque gaussiano con *cv2.GaussianBlur()*. A partir del *frame* umbralizado y desenfocado, se calculan los círculos con *cv2.HoughCircles*, a los cuales se le calcula el diámetro, radio, posición para obtener un recorte cuadrado del interior de ese círculo. Este cuadrado interno inscrito corresponde a la ROI o región de interés. Al accionar el botón “iniciar”, se transmite la ROI en la interfaz con resolución 4K.

El tercer botón en la pantalla, llamado “adquirir”, captura la imagen en formato .png y la muestra en la interfaz. Sobre la imagen se pueden hacer mediciones con funciones de líneas, rectángulos y círculos

pudiendo calcular distancias y áreas. Antes de adquirir la imagen se solicita ingresar el valor del objetivo en uso, para establecer la resolución píxel-mm.

Para el diseño del soporte de esta cámara se planteó un sistema de encastre lateral con el fin de que sea intercambiable en caso de que se cambie el ocular. Se modeló en OnShape[4], como muestra la Fig. 1, y utilizando una impresora 3D se replicó el modelo en PLA. Finalmente, se estudió el encastre del prototipo en el ocular y se aprobó el diseño. En la Fig. 2 puede verse la cámara montada en el ocular del microscopio.

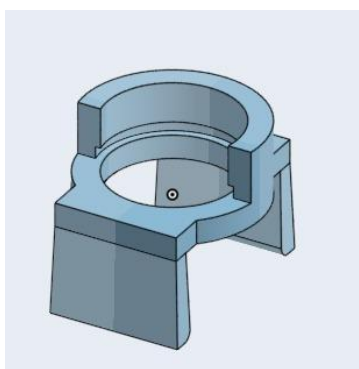


Fig. 1 Modelo del soporte en OnShape.



Fig. 2 Cámara montada en el microscopio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se utilizó una plantilla de referencia para comparar las mediciones entre el sistema digitalizador desarrollado y un microscopio Leica DM500. Como el software de

este último no realiza mediciones, se utilizó ImageJ[5] obteniendo un valor de $53\ \mu\text{m}$. Se puede observar la medición del sistema en la Fig. 3. El error de medición aproximado es de $5\ \mu\text{m}$. Se requieren análisis estadísticos de error adicionales para validar el sistema.

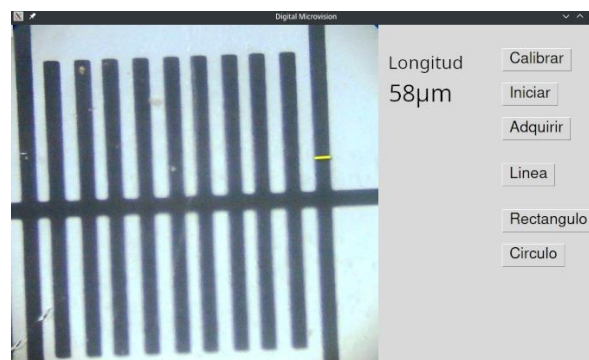


Fig. 3 Micrografía y medición obtenida con el software digitalizador de bajo costo.

En el desarrollo de este proyecto se aplicaron conocimientos adquiridos en múltiples materias y talleres, como “Procesamiento de Imágenes”, “Taller de impresión 3D” y “Organización Industrial”. A futuro y con la adquisición de más cámaras web, este sistema de digitalización de bajo costo implica una herramienta de utilidad para los laboratorios de distintas materias como “Ingeniería Celular y de Tejidos I”, “Histología” y “Biología”.

REFERENCIAS

- [1] “LorenzoTell · GitHub.” <https://github.com/LorenzoTell> (accessed Jul. 04, 2022).
- [2] “Python.org.” <https://www.python.org/> (accessed Jun. 28, 2022).
- [3] “OpenCV.” <https://opencv.org/> (accessed Jun. 28, 2022).
- [4] “Onshape | Product Development Platform.” <https://www.onshape.com/en/> (accessed Jun. 28, 2022).
- [5] M. D. Abràmoff, P. J. Magalhães, and S. J. Ram, “Image processing with imageJ,” *Biophotonics Int.*, vol. 11, no. 7, pp. 36–41, 2004, doi: 10.1201/9781420005615.ax4.

BODY TRACKER - DESARROLLO DE INTERFAZ PARA SEGUIMIENTO DEL CUERPO MEDIANTE KINECT.

Pontoriero Vittorio (A). Departamento de Electrónica y Automática. Dirección postal J5400.

Email: vittoponto@gmail.com.

Categoría: Biomecánica.

INTRODUCCIÓN

Muchas veces, para el estudio del movimiento del cuerpo humano, se necesita de cierta precisión en la visualización de la trayectoria que se realizó. Además, es indispensable la independencia sobre el paciente, de manera de poder tener almacenado de alguna manera, el movimiento realizado para su estudio posterior. Esto generaría un ahorro de energía tanto para el profesional, como para el mismo paciente.

Se pueden encontrar antecedentes de sistemas que permiten el registro de datos del movimiento del cuerpo humano, como por ejemplo en [1], donde se evalúan desórdenes de movimiento. Otros sistemas en donde se utiliza Kinect para rehabilitación mediante Serious Games, como en [2]. En el trabajo desarrollado en [3], se plantea un software generado desde MatLab. El presente estudio propone un sistema de captura de movimiento, cuyo buffer soporte una mayor cantidad de datos, lo que significa un mayor tiempo de prueba; y, además, una independencia sobre MatLab.

Para resolver esto se diseñó un algoritmo que trabaje junto a la cámara Kinect V2 para poder obtener los datos de determinados puntos específicos del cuerpo humano, en función del tiempo. Así, permitiéndole al profesional un estudio exhaustivo, sin tiempo limitado con solo las pruebas necesarias del paciente. El proceso de trabajo se aprecia en la Fig. 1.

Se logra captar lo que a simple vista no es posible de analizar, permitiendo un análisis minucioso de parte profesional.

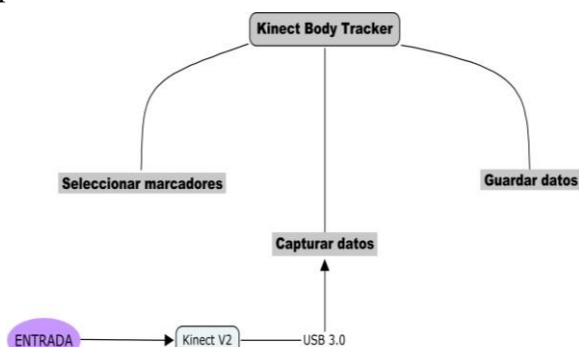


Fig. 1 Modelo lógico del sistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este trabajo se utilizó Qt, que consiste en un framework multiplataforma orientado a objetos para el desarrollo de un programa, con una interfaz de usuario intuitiva y fácil de usar, con las opciones básicas para realizar una prueba.

Este software fue utilizado para trabajar en conjunto con la cámara Kinect V2, que será la encargada de reconocer a la persona y sus movimientos a través de la cámara.

El sistema permite la elección de los diferentes puntos del cuerpo a seguir (16 posibles): cabeza, manubrio esternal, hombro derecho, hombro izquierdo, codo derecho, codo izquierdo, muñeca derecha, muñeca izquierda, columna vertebral (punto vertical medio), cresta ilíaca derecha, cresta

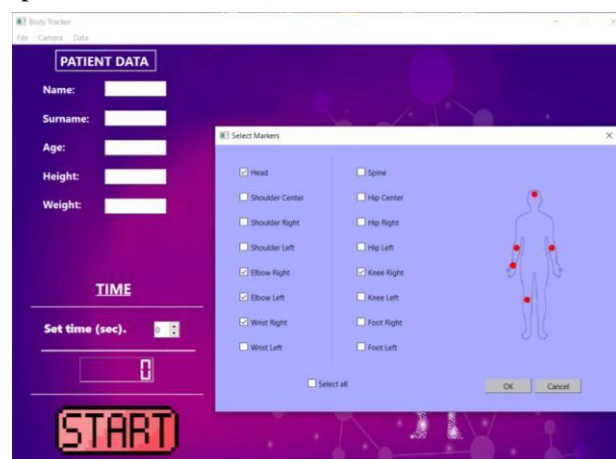


Fig. 2 Interfaz de usuario.

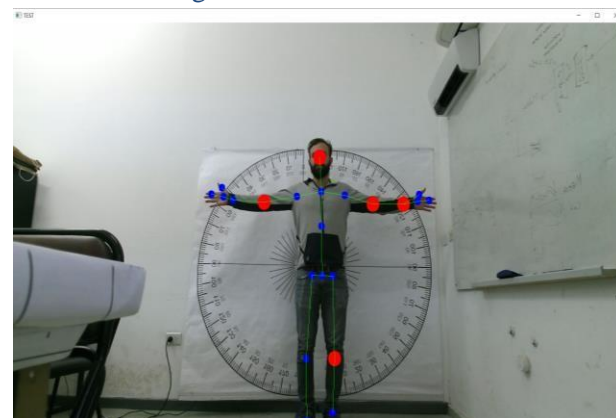


Fig. 3 Visualización de la cámara (imagen con inversión lateral).

ilíaca izquierda, sínfisis púbica, rodilla derecha, rodilla izquierda, pie derecho y pie izquierdo.

Se da la posibilidad de configurar el tiempo deseado en el que se quiere hacer la captura de datos. Una vez abierta la cámara desde el software, el usuario visualizará al paciente y mediante el botón START comenzará la adquisición de datos. Transcurrido el tiempo configurado, la cámara se detiene, cesando el registro de datos. En caso de no elegir un tiempo determinado, el profesional deberá terminar la captura de datos cuando él lo considere conveniente.

Una vez realizada la prueba, se puede guardar los datos en un archivo de texto, donde se indicará para cada marcador corporal, la posición en el eje x, y, z y el tiempo en el que fue realizada esa captura.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El sistema logra hacer una captura de quince datos por segundo, lo que llevándolo a la capacidad de un archivo de texto (1024 caracteres por línea y número indefinido de filas), obtendríamos aproximadamente 864000 líneas con un seguimiento de todos los posibles marcadores por una hora (permitido por un archivo de extensión txt, no siendo límite).

Para evaluar al sistema se realizó una prueba a un paciente que sufrió una luxación acromioclavicular de grado cinco en su extremidad superior derecha. Se le pidió realizar un movimiento de abducción aducción frente a la cámara, y posterior a esto, se realizó un análisis en MatLab, en la Fig. 4 se aprecia la gráfica obtenida. Los marcadores evaluados fueron: cabeza, manubrio esternal, hombro derecho, hombro izquierdo, codo derecho, codo izquierdo, muñeca derecha, muñeca izquierda y columna vertebral (punto vertical medio).

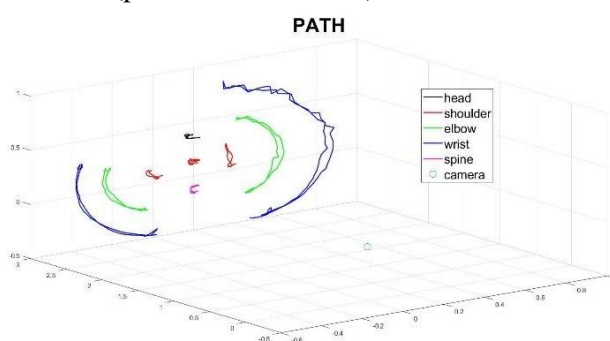


Fig. 4 Trayectoria de los marcadores.

Es de notar el limitado movimiento que el paciente tiene sobre su extremidad superior derecha. También se tuvieron en cuenta gráficas de diferentes posiciones en función del tiempo, como, por ejemplo, del marcador de la muñeca izquierda, que se analiza en la Fig. 5.

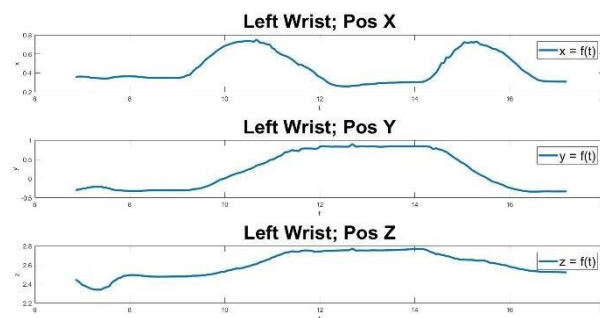


Fig. 5 Posición de la muñeca izquierda en función del tiempo.

Con los datos obtenidos se puede lograr información de gran interés. Principalmente podemos lograr graficar la trayectoria de los marcadores en una gráfica tridimensional. Además, se puede analizar cada uno de los ejes en función del tiempo, como también las velocidades (ya sea angulares o lineales) de cada eje.

El software da un gran abanico de aplicaciones. Se estima que el alcance del software es primordialmente para áreas de la kinesiólogía que necesiten de un seguimiento preciso del cuerpo, pudiéndose expandir para otros usos, tales sean necesarios, siempre y cuando cumpla su función.

Como conclusión, el software permanecerá en crecimiento para dar a futuro la posibilidad obtener gráficas dentro del mismo. Además, se realizará la implementación de un filtrado de la señal, con el objetivo de suavizar el resultado.

REFERENCIAS

- [1] Lange B., Change C.-Y., Suma E., Newman B., Rizzo A., Bolas M. Development and evaluation of low cost game-based balance rehabilitation tool using the Microsoft Kinect sensor. *IEEE EMBS*. (2011).
- [2] Kamnardsiri T., Phirom K., Boripuntakul S., Sungkarat S. An interactive physical-cognitive game-based training system using Kinect for older adults: Development and usability study. *JOURNAL OF MEDICAL INTERNET RESEARCH*. (2021).
- [3] Tello EMANUEL, Perez ELISA, Echenique ANA MARÍA, Mut VICENTE, López NATALIA. VALORACIÓN DE MOVIMIENTO DEL MIEMBRO SUPERIOR MEDIANTE KINECT: APLICACIONES. *REVISTA ARGENTINA DE BIOINGENIERIA*. Vol. 21 (1) (2017).

DEPENDENCIA DE LAS RESPUESTAS EVOCADAS VISUALES DE ESTADO ESTACIONARIO CON LA MODALIDAD DE ESTIMULACION LUMINOSA

María E. de la Zerda (A) y Fernando D. Farfán (D). Laboratorio de Investigación en Neurociencia y Tecnologías Aplicadas (LINTEC), Departamento de Bioingeniería, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina.
4000. e-mails: mariaeugeniadelazerda@gmail.com y ffarfan@herrera.unt.edu.ar.
Categoría: Sistemas Neuromusculares e Ingeniería de rehabilitación.

INTRODUCCIÓN

Una Interfaz Cerebro Computadora (ICC) es un sistema de comunicación que no depende de las salidas normales a través de los nervios y músculos [1]. Estas interfaces son de gran utilidad en personas que poseen habilidades motoras nulas o reducidas, ya que permiten convertir la actividad del cerebro en señales de control para dispositivos externos como, deletreadores, neuroprótesis, sillas de ruedas, entre otros [2].

Existe muchos paradigmas a través de los cuales la actividad cerebral es convertida a señales de control en los sistemas ICC, entre los más conocidos, se pueden mencionar los potenciales corticales lentos, los potenciales evocados P300, los potenciales evocados visuales de estado estacionario (SSVEP), entre otros. En estos últimos tiempos, los potenciales cerebrales, cuya respuesta no depende de estados cognitivos complejos, tales como las emociones, estados de estrés, concentración, y otros, han tomado gran auge en los sistemas ICC debido a que presentan una característica de respuesta sistemática a un estímulo específico. Por tal razón, estos sistemas han demostrado tener una alta tasa transferencia de información [3], alta relación señal ruido y fácil implementación.

En particular, los SSVEP son un fenómeno de resonancia que se puede observar principalmente con electrodos sobre el área occipital del cerebro cuando un sujeto observa un estímulo luminoso parpadeante [4]. Estos potenciales se manifiestan como una componente en la señal la cual tiene la misma frecuencia que el estímulo.

Este estudio pretende caracterizar la capacidad que tiene un sujeto de evocar los SSVEP cuando se le presentan estímulos luminosos en un monitor, como así también cuando se le presentan estímulos luminosos LED. La frecuencia de estimulación fue variable, con el fin de analizar también los SSVEP a diferentes frecuencias.

Los registros de SSVEP fueron obtenidos a través de electrodos colocados en O2. Las señales fueron registradas utilizando un sistema de adquisición

MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación, se describirá el protocolo experimental utilizado para evocar, adquirir y procesar los SSVEP con ambos sistemas de estimulación.

En una primera instancia, el estímulo visual se presentó en una pantalla LCD portátil de 15.6 pulgadas (Asus X555L; resolución HD, 1366 x 768 pixeles, frecuencia de actualización de 60 Hz) (Fig. 1). Para crear la interfaz gráfica de estimulación se usó PsychoPy, una librería de Python, la cual permitió generar un estímulo circular de 5 cm de radio, blanco y ubicado en el centro de la pantalla. Las frecuencias de estimulación empleadas fueron: 6.0, 7.0, 10.0, 15.0 y 23.0 Hz. Alternativamente, se utilizó un LED parpadeante, ya que elimina la dependencia con la tasa de actualización del monitor (Fig.1). Se seleccionó una luz LED azul debido a su mayor nivel de comodidad, menor tendencia a evocar respuestas epilépticas y mayor rendimiento en tareas basadas en la atención [5]. Las frecuencias de parpadeo fueron desde 6.5 Hz hasta 99.5 Hz., para su configuración se utilizó la placa Arduino UNO. Los pasos, de una frecuencia a otra, no fueron uniformes debido a la manera en que fue programado el módulo controlador del parpadeo. Así, las frecuencias resultantes fueron: 6.5, 7.0, 8.5, 10.0, 12.1, 14.4, 17.6, 23.4, 29.3, 32.5, 35.6, 38.3, 41.5, 45.3, 71.3, 82.7 y 99.5 Hz.

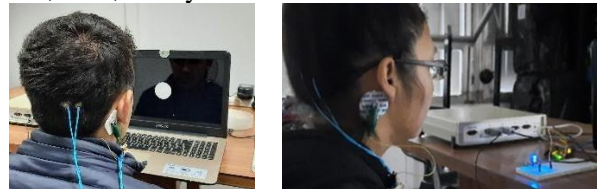


Fig. 1 A la izquierda se observa la estimulación luminosa a través del monitor de una PC portátil. A la izquierda la estimulación luminosa con un LED.

BIOPAC Student Lab Pro, módulo MP30 (www.biopac.com), a una frecuencia de muestreo de 1 kHz, y con un ancho de banda de 0.5 a 100 Hz. Un segundo canal de registro fue utilizado para obtener la

señal de trigger. A partir de la señal obtenida por este canal se determinó la frecuencia de parpadeo del LED. El electrodo de referencia fue colocado en la zona mastoidea.

Durante la primera estimulación a través de la pantalla de la computadora, el sujeto enfocó su mirada en la pantalla ubicada a 25 cm, donde se presentaba el estímulo por 10 segundos seguido de un período de ausencia de estimulación de 5 segundos, y así sucesivamente para cada frecuencia. Por lo tanto, la prueba duró 70 segundos.

En la segunda parte de la prueba, el sujeto mantuvo la dirección de su mirada a un LED situado a 50 cm, durante todo el protocolo experimental. En este caso el barrido de frecuencia fue aleatorio, es decir, se presentaba el LED parpadeando a una frecuencia por 5 segundos, luego se apagaba por 1 segundo y así sucesivamente. Por lo tanto, el ensayo duró 102 segundos. En este experimento participaron cuatro sujetos experimentales de 23 ± 2 años, femeninos y masculinos.

Se determinó el espectro usando el modelo paramétrico autorregresivo (AR) de Burg, de orden 100. A propósito se subió el orden, ya que los AR tienden a producir sobre estimaciones del contenido en frecuencia; y como lo que se quiere es resaltar un contenido específico (sin importar las otras posibles sobre estimaciones en otros contenidos, que por cierto aparecen) fue implementado así.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Fig. 2 se aprecian las amplitudes relativas de los SSVEP para los dos sistemas de estimulación. Estas gráficas se construyeron considerando la amplitud relativa de los SSVEP respecto al EEG basal. Una amplitud relativa igual a '1' significa que la amplitud del SSVEP no incrementó del EEG sin estimulación. Una amplitud relativa igual a 10 significa que la amplitud del SSVEP es 10 veces más grande que la amplitud del EEG en la frecuencia analizada [2].

De las gráficas (ver Fig. 2) es notorio que una estimulación de tipo LED evoca potenciales de mayor amplitud y cuenta con una mayor cantidad de frecuencias de estimulación posibles.

El estudio propuesto permitió caracterizar las respuestas SSVEP empleando dos diferentes

sistemas de estimulación, y a diferentes frecuencias. Las principales áreas de aplicación de esta investigación serían la ingeniería en rehabilitación, sistemas de comunicación alternativa, control de dispositivos de asistencia, entre otros.

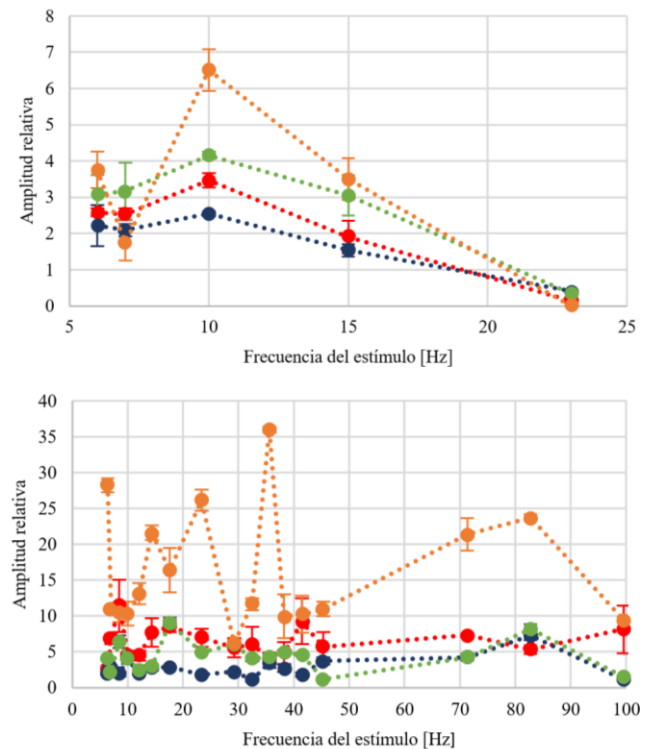


Fig. 2 Amplitud relativa de los SSVEP registrados en relación al EEG basal. La gráfica superior corresponde a una estimulación a través del monitor de la computadora, mientras que la gráfica inferior corresponde a una estimulación LED.

REFERENCIAS

- [1] Alarid Escudero F., Solis-Escalante T., Melgar E., Valdes-Cristerna R., & Yañez-Suarez O. Registro de señales de EEG para aplicaciones de ICC basado PEVEE. *Bioengineering Solutions for Latin America Health* pp. 87-90 (2007)
- [2] Padilla G.L, Soletta J.H and Farfán FD. Steady State Visually Evoked Potential: Cortical Frequency Response in Healthy Subjects. *Revista Argentina de Bioingeniería*. Vol. 24 (3) 51-54 (2020)
- [3] Zhu F., Jiang L., Dong G., Gao X., Wang Y. An Open Dataset for Wearable SSVEP-Based BCI. *Sensors*. (2021)
- [4] Iscan Z., Nikulin VV. Steady state visual evoked potential (SSVEP) based brain-computer interface (BCI) performance under different perturbations. *Plos ONE* 13(1): e0191673. (2018)
- [5] Tello, R. J. M. G., Müller, S. M. T., Ferreira, A., Bastos, T. F. Comparison of the influence of stimuli color on steady-state visual evoked potentials. *Research on Biomedical Engineering*, 31, 218-231. (2015)

SISTEMA DE LITOGRAFÍA LÁSER DIRECTA DE BAJO COSTO PARA APLICACIONES EN MICROFLUÍDICA.

Lorenzo A. Tell (A), Juan C. Kalbermatten (A), Jonathan Bosso (D).

Laboratorio de electrónica y física. Escuela de Ingeniería y Ciencias Ambientales, Universidad Nacional de Villa Mercedes, Villa Mercedes (S.L), Argentina (5730). lorenzotell1998@gmail.com

Categoría: equipamiento, instrumentación, sensores y medidas.

INTRODUCCIÓN

Los procesos de microfabricación de la industria de los semiconductores son utilizados en los ámbitos biológicos y biomédicos para construir distintos dispositivos como mezcladores microfluídicos *labs-on-a-chip* u *Organs-on-a-chip* [1]. Con el objetivo de utilizarse en áreas de investigación biomédica, se realizó un sistema de litografía directa, con un costo similar al de una impresora 3D comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

A. Sistema mecánico y control

El diseño del equipo consta de una base cinemática cartesiana XY y una torre sobre la cual se encuentra montado el eje Z, como se puede ver en la Fig. 1. Los tres ejes se encuentran accionados por motores NEMA17 de 1.8°/paso. Se utilizan varillas roscadas M8 con paso de 1.25mm/rotación. Las partes de montura se diseñaron en *OnShape®* y posteriormente se imprimieron en 3D en material PLA. La plataforma de montura de probetas está constituida por cuatro tornillos con un resorte central para posibilitar la nivelación. La cinemática es controlada por una placa *Arduino® UNO* con el módulo open source “*CNC shield V3*” y los drivers de *Allegro™ A4988* en configuración de μ Pasos de 1/16. Además, se utiliza el software open-source *Universal Gcode Sender platform* para el envío del G-code y el firmware *GRBL*, también de licencia libre, optimizado para el microcontrolador.

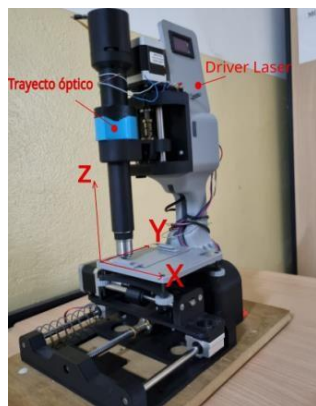


Fig. 1 Vista en perspectiva del sistema

B. Sistema óptico

El trayecto óptico está compuesto de tres lentes y un diodo láser comercial de puntero. El mismo posee una potencia menor a 100mW y una longitud de onda de 405nm con un error especificado por el fabricante de ± 5 nm. Como se puede ver en la Fig. 2, el haz incide en un lente colimador que lo rectifica, sigue su trayectoria hacia un ocular comercial de x15 y al finalizar alcanza un objetivo x45 con un NA de 0.65.



Fig. 2 Esquemático de la trayectoria óptica del haz

C. Control del láser

El circuito de control se compone principalmente de dos dispositivos LM317, basado en los circuitos de aplicación de la hoja de datos. Uno en configuración regulador de tensión y el otro en modo limitador de corriente para que el láser opere en regiones de la curva típica que extiendan su vida útil. Para ampliar las características de control de este módulo se implementa un MOSFET como llave del láser en conjunto con un transistor para poder trabajar en regímenes continuos o pulsados por PWM. En la Fig. 3 puede verse el esquemático del mismo. Adicionalmente, un módulo medidor de voltaje es útil para controlar la caída de tensión que se produce en el láser al regular la tensión con el potenciómetro.

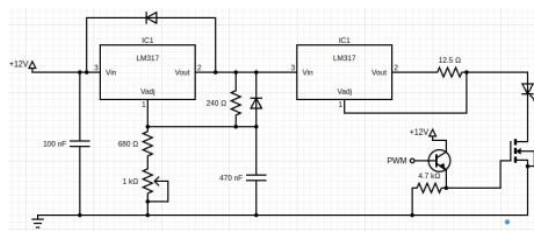


Fig. 3 Esquemático del circuito de control del láser

D. Evaluación

Para la caracterización del tamaño del haz alcanzado con la configuración óptica se evaluaron grabados de líneas. Variando los parámetros de tensión en el láser en régimen continuo y pulsado a distintas velocidades. Los grabados se realizaron sobre un portaobjeto de microscopio enmascarado con cinta de aluminio y film UV sensible conocido como *dry film*. Para la realización del dispositivo microfluídico, se utilizó una placa de cobre enmascarada con film para su posterior revelado y utilización como molde. El polímero utilizado para el dispositivo es un sistema de acrilatos con polimerización foto inducida, comercialmente disponible como gel de construcción de uñas UV. Utilizando *Inkscape*TM se diseñaron distintas geometrías complejas y canales para ser traducidos a G-code con el complemento *Laser Tool Plug-In*. Por último, se adquirieron micrográficas con un microscopio Leica DM550 para la posterior obtención de medidas promedio de los grabados mediante el software *ImageJ*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las resoluciones, mecánicas y ópticas, del sistema diseñado pueden calcularse teóricamente por dos ecuaciones:

$$\frac{P * R}{360 * \mu Div} = \frac{mm}{paso} ; D = \frac{405nm}{0.65} \approx 623.07nm$$

Donde P es el paso del tornillo en mm; R, la resolución angular del motor en °/paso; y μDiv el divisor de los $\mu Pasos$. Teóricamente se obtiene como resultado una resolución por paso de $0.39\mu m$ con $\mu Div=16$. Por otro lado, D es el diámetro mínimo que puede alcanzarse con la configuración óptica, antes de que se produzca difracción. Sin embargo, solo se pudo alcanzar un diámetro de haz de aproximadamente $6.38\mu m$ con el *dry film* como se ve en la Fig. 4. Es necesario a futuro evaluar la resolución con resinas comerciales, implementando además, objetivos con un mayor número de apertura como recomienda la bibliografía[2], [3].

Mecánicamente el dispositivo presenta una mejora en la transmisión de movimientos finos de desplazamiento sin “wobble” micrométrico en los ejes XY. Esto se logra otorgando grados de libertad al eje en el plano perpendicular a la dirección de desplazamiento. Implementando un diseño de acople flexible entre el tornillo y el carro de desplazamiento inspirado en los mecanismos “compliant”[4], como se puede ver en la Fig. 5.

Por último, se fabricó un dispositivo microfluídico de mezcla simple tipo Y, con canales de $150\mu m$ de ancho y $70\mu m$ de alto (Fig. 6). Se le añadieron conectores impresos en 3D para manguera neumática y se

comprobó su funcionamiento aplicando presión negativa a la salida con tintas de prueba en sus entradas.

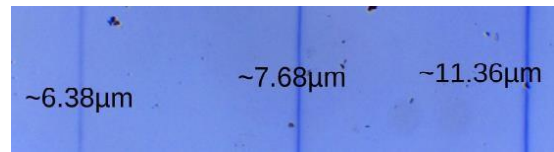


Fig. 4 Grabado sobre el *dry film* con mediciones

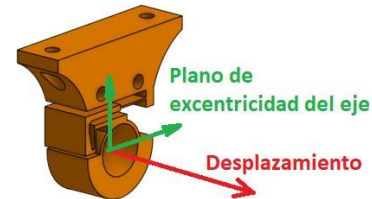


Fig. 5 Acople flexible de transmisión

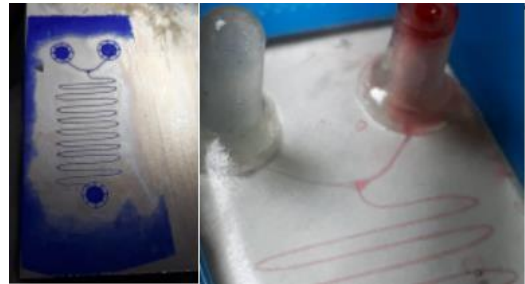


Fig. 6 A la izquierda el grabado y revelado del *dry film* y a la derecha el dispositivo microfluídico

A futuro se pretende construir y caracterizar una nueva cinemática con tornillos y motores de mayor resolución angular que podría permitir grabar geometrías más pequeñas para la fabricación de micro sensores

REFERENCIAS

- [1] G. Greci, C. Bertocchi, and A. Ravasio, “Integrating microfabrication into biological investigations: The benefits of interdisciplinarity,” *Micromachines*, vol. 10, no. 4, Apr. 2019, doi: 10.3390/MI10040252.
- [2] M. Ohtsu, *Progress in Nano-Electro-Optics III: Industrial Applications and Dynamics of the Nano-Optical System*. Springer, 2002.
- [3] C. A. Rothenbach and M. C. Gupta, “High resolution, low cost laser lithography using a Blu-ray optical head assembly,” *Opt. Lasers Eng.*, vol. 50, no. 6, pp. 900–904, Jun. 2012, doi: 10.1016/j.optlaseng.2011.12.004.
- [4] S. Awatar and A. H. Slocum, “A Large Range XY Flexure Stage for Nanopositioning,” 2001.

TERMÓMETRO PARLANTE ORIENTADO A PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL

Actis Danna Zaieg, José Francisco (A); Altamirano, Nahuel (A); Giardina, Maximiliano (A); Shuerts Lorini, Camila (A); Ing. Beltramone, Diego (D); Lic. Rivarola, Marcela (D); Ing. Quinteros Quintana, María Luz (D).

Córdoba, Argentina. 5000.franactis2@gmail.com

Categoría: Tecnología médica adaptada.

INTRODUCCIÓN

La discapacidad visual es un término que refiere a una deficiencia de tipo sensorial debida a una alteración morfológica y/o funcional del órgano de la visión, de las vías ópticas o del centro de recepción e integración (lóbulo occipital del cerebro), por lo que es una consecuencia de una afección previa y no una enfermedad en sí misma. Funcionalmente, se define como deficiencia visual a la pérdida total o parcial del sentido de la vista. [1]

El deterioro en la visión genera consecuencias tanto a nivel personal como económico. A nivel personal, se destaca que los niños con discapacidad visual de detección temprana pueden sufrir retrasos en el desarrollo motor, emocional, social, cognitivo y lingüístico; e incluso tener bajo rendimiento académico. En la población adulta, a menudo afecta gravemente en su calidad de vida. Las tasas de participación laboral y productividad de esta parte de la población es muy baja. A esto se le suma el posible aislamiento social, mayor riesgo de caídas y fracturas, y el ingreso temprano en asilos de ancianos.

Desde un punto de vista tecnológico, si bien podemos decir que la tecnología avanzó considerablemente y que muchos de estos avances lograron resolver problemáticas vinculadas con la discapacidad visual, resulta importante mencionar que estos recursos resolutivos no siempre llegan a todas las personas, lo que representa una nueva limitación.

Para el desarrollo de este proyecto se decidió trabajar con la fundación Gaude, la cual cumple la función de un centro de rehabilitación e integración educativa para personas con discapacidad visual ubicado en la ciudad de Córdoba. Se trata de un grupo de profesionales que busca mejorar la calidad de vida de las personas con baja visión o ceguera, brindándoles herramientas que les permita definirse como individuos autónomos.

La necesidad planteada que se busca satisfacer por medio del presente proyecto es la de poder medir la temperatura corporal humana con un medio que no dependa del sentido de la visión. Esto surge a partir del relevamiento de los asistentes a la fundación, ya que, si bien existe como producto comercial, la única forma de conseguir un dispositivo con estas características debe hacer un viaje al

exterior y así poder encargarlo. Además, si el mismo se daña no se puede conseguir los componentes para repararlo.

Nuestro objetivo es que el prototipo del dispositivo en desarrollo sea puesto en marcha y usado diariamente por un paciente de la fundación.

Así, para lograr desarrollar una herramienta útil, se establecieron días de encuentros con el paciente a lo largo del período de desarrollo, donde se obtuvo un feedback por parte del mismo para optimizar las distintas características del prototipo a través de conocer sus preferencias y/o requerimientos, con el fin de que el producto final sea lo más adecuado posible, tanto en términos de utilidad como de funcionalidad y estética.

MATERIALES Y MÉTODOS

Una vez que se comenzó con el desarrollo del diseño conceptual del proyecto, luego de descartar varias opciones se llegó a una morfología del producto que facilitaría no solo la disposición de los componentes de hardware dentro del mismo sino respecto al tamaño adecuado para que sea fácil de encontrar para el usuario:

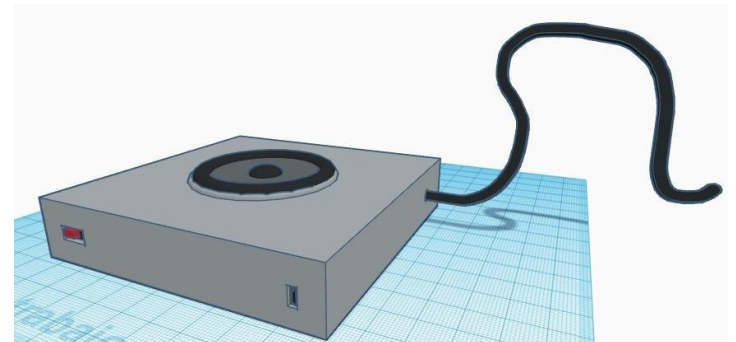


Figura 1: Diseño conceptual

A partir del diseño planteado, se buscó implementar un dispositivo que sea capaz de reproducir una voz generada por computadora que indique la temperatura medida por un sensor, el cual deberá tener un cable lo suficientemente largo para que el usuario pueda apoyar el dispositivo en alguna superficie y el sensor llegue hasta la zona de medición, como podría ser típicamente la axila.

Deberá tener un interruptor de encendido y apagado con desplazamiento y que se emita un sonido cada vez que se enciende el mismo, para que, sin necesidad de la visión, el usuario pueda saber en qué estado se encuentra el

equipo. Con ese mismo objetivo, se agregó que en el tiempo en el que se está tomando la medición, el equipo emita un pitido cada 5 segundos, confirmando a la persona que el dispositivo está en proceso de medición de temperatura.

El hardware está conformado por la interconexión de los siguientes componentes:

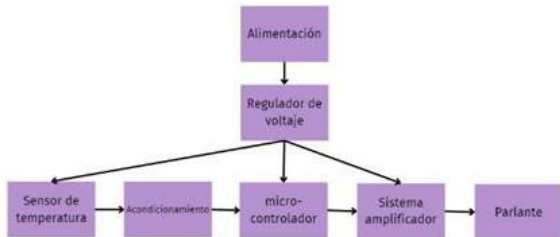


Figura 2: Diagrama en bloques de Hardware

El circuito de entrada está conformado por un sensor de temperatura NTC 3950 y un sistema de acondicionamiento de señal basado en un divisor resistivo.

El microcontrolador es un ESP32 configurado con Micropython. [2]

El circuito de salida es un módulo amplificador HW 104 en conjunto con un speaker 0.5W – 8 Ω.

Por último, todo el sistema tiene como alimentación eléctrica una batería de litio recargable de 3,7V y 800mAh, en conjunto con un regulador de voltaje para obtener 5V y un módulo de carga para que el equipo no dependa de que el usuario tenga comprar baterías para reponer cuando se agoten.

Una vez realizada la implementación de hardware, el termómetro pasó por un proceso de calibración, en el cual se tomaron las medidas de resistencia del sensor a distintas temperaturas y se generó la curva de calibración necesaria para obtener una medición correcta.

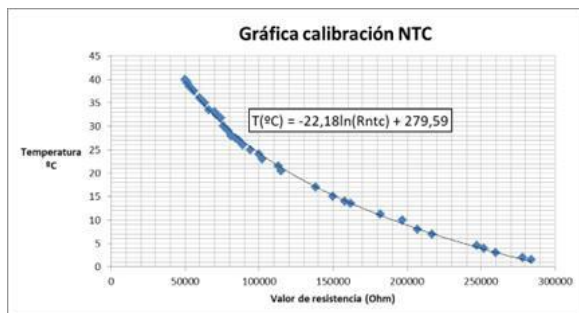


Figura 3: Curva de calibración de sensor NTC

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las pruebas del primer prototipo funcional dieron resultados óptimos luego de la calibración.

En estos ensayos se tomó medida de la temperatura corporal en varios sujetos de prueba con el prototipo desarrollado en conjunto con un termómetro digital y otro de mercurio. La temperatura medida en los mismos tuvo como máximo una diferencia de 0,2 °C en ciertos casos.

Se puede agregar, además, como caso de éxito, que una semana luego de entregar este prototipo a la Fundación Gaude, el dispositivo detectó una temperatura alta en un usuario, lo que sirvió de diagnóstico temprano para la detección de infección por COVID-19.

El tiempo de medición promedio es de unos 3 minutos con 30 segundos aproximadamente.

Como posibles mejoras a futuro se podría agregar una pantalla LED para apuntar a un diseño universal, optimización de calibración para reducir aún más el error de medición y un control de volumen.

Finalmente, este dispositivo fue publicado en la plataforma Open Source POSTA en el siguiente link: <https://postaproject.org/single-project.php?id=149>



Figura 3: Prototipo funcional finalizado

Referencias

[1] Arias Roura M. E. Discapacidad visual. *Universidad de Cuenca*. (2010)

[2] MicroPython documentation (2022)

Ashley Awalt. Aspectos básicos de los termistores NTC y PTC (2016)

ESP32 Alimentado por Batería, Radio Shuttle (2022)

Espressif. ESP32-DevKitC (2022)

DISEÑO DE UN TABLERO ADAPTADO PARA LA PRÁCTICA DE BASKET PARA CIEGOS

Barrio, Alejo (A); Balderrama Pablo (D); Beltramone Diego (D). Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba. Av. Vélez Sársfield 1611, Córdoba.

alejobarrio@mi.unc.edu.ar

Categoría: Ingeniería en rehabilitación

INTRODUCCIÓN

La creación formal del básquet para ciegos en Argentina se remonta al año 2002 por Ricardo Molinari, quien diseñó las reglas de juego y lo patentó. [1]

Durante el año 2016, un grupo de estudiantes de Ingeniería Biomédica, dirigidos por el Ing. Diego Beltramone, llevaron a cabo un proyecto para el cual realizaron un sondeo a jugadores de básquetbol para ciegos, que en ese momento entrenaban en la Escuela Superior de Comercio Manuel Belgrano, ubicada en la ciudad de Córdoba. En este relevamiento, los jugadores manifestaron ciertas situaciones que podrían cambiarse para así facilitar la práctica del deporte. Este proyecto finalizó con la construcción de un prototipo de tablero adaptado, diseñado para montarse sobre un tablero de básquet convencional, que permitía a los jugadores conocer la zona impactada al lanzar mediante el uso de sensores de proximidad ultrasónicos. También se adaptó un parlante para que emitiera un sonido intermitente mediante el cual los jugadores podían identificar la posición del aro. [2]

Actualmente, la escuela de básquetbol para ciegos cambió su sede de entrenamientos al Estadio Mario Alberto Kempes y el desarrollo realizado en el marco del proyecto de 2016 ya no puede utilizarse, por lo que las prácticas se realizan con voluntarios videntes que se encargan de realizar tareas tales como indicar cómo mejorar un tiro, informar al jugador si ha encestado, o golpear intermitentemente el aro al que se debe encestar.

En el proyecto realizado en 2016 se trabajó específicamente en el momento de los entrenamientos, y se generaron soluciones que en ese momento tuvieron una gran aceptación por parte de los jugadores dado el aumento de la autonomía que este desarrollo les brindaba, por lo que se consideró necesario brindarle a los deportistas y a sus entrenadores una herramienta que les sea útil y fácilmente utilizable a la hora de entrenar.

En este nuevo proyecto se busca complementar el trabajo ya realizado, elaborando un nuevo tablero adaptado que contemple el momento del entrenamiento y el del juego entre equipos, así como mejorar algunos aspectos que fueron planteados en

ese momento como “mejoras a futuro”, como ser la robustez, la resistencia del tablero y la fidelidad del sensado del sector del tablero en el que impactó la pelota. Además, se buscará dar solución a ciertos aspectos que los jugadores solicitaron, como por ejemplo la necesidad de poder apagar el sonido intermitente de uno de los tableros según la orientación de la jugada para disminuir la contaminación auditiva y facilitar la orientación y ubicación del aro objetivo de ese momento.



Fig. 1 Foto de un partido donde se puede observar a un voluntario golpeando el aro con un bastón

Actualmente, se encuentra en el mercado un modelo de tablero sonoro creado por Ricardo Molinari, pero éste sólo cuenta con las funciones de detección de anotación y generación de sonido a una frecuencia constante para la orientación de los jugadores. [1]

MATERIALES Y MÉTODOS

Para este proyecto se decidió trabajar con un enfoque centrado en el usuario. Es por esto que las diferentes mejoras propuestas, así como los sonidos a utilizar, fueron consultadas y validadas con los jugadores y entrenadores de la escuela de básquet para ciegos, con el fin de obtener un prototipo funcional que se adapte y cumpla correctamente con las necesidades de sus futuros usuarios.

Para evaluar la factibilidad de la idea elegida para la elaboración del tablero sensible, se realizó, en primera instancia, un prototipo a menor escala que cumplió la función de producto mínimo viable (MVP, por sus siglas en inglés), el cual consistió en un pulsador de 60 cm x 45 cm, compuesto de manera interna por pulsadores tact switch conectados en paralelo. Con este MVP se pudo validar que la lógica

de funcionamiento, así como el diseño mecánico y de la electrónica planteados para el prototipo final, cumplieran con los objetivos buscados.



Fig. 2 Producto mínimo viable del tablero adaptado

Para la elaboración, tanto del MVP, como así también del prototipo final hicieron falta componentes y herramientas físicas, y también herramientas de programación por software. Para el tablero se utilizaron paneles de madera de tipo MDF, tuercas y tornillos, un parlante amplificado comercial y componentes electrónicos.

El dispositivo electrónico asociado posee 2 modos de uso: Entrenamiento y Partido. En ambos modos de uso se realiza la reproducción, con una cadencia de 1 segundo, de un sonido que permite a los jugadores orientarse y ubicar espacialmente el aro al que deben lanzar. También cuentan con la posibilidad de detener la emisión de sonidos del parlante por medio de un mando a distancia que funciona con tecnología de radiofrecuencia.

Cuenta con 6 sectores sensibles que, si se selecciona el modo “Entrenamiento”, al ser impactados causan la reproducción de una pista de audio que indica al jugador cómo mejorar el tiro realizado. Por ejemplo, si se impacta el sector de la esquina superior derecha, el parlante reproducirá una pista con la frase “Abajo a la izquierda”. Esto cumple con un pedido expreso de los jugadores para facilitar la comprensión de la actividad.

Si se encuentra en modo “Partido” solo se reproduce el sonido para orientación de los jugadores y una pista de audio que representa la anotación, en caso de que la pelota haya ingresado en el aro lo cual se detecta con un sensor de ultrasonido.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado del proyecto se elaboró un tablero de básquet adaptado para personas con discapacidad visual y ceguera, con las medidas reglamentarias de un tablero oficial FIBA, iguales al tablero que se utiliza actualmente para los entrenamientos del equipo, el cual cuenta con diversas funcionalidades que son de utilidad para los usuarios del mismo.

Se instaló el tablero en el gimnasio donde se realizan los entrenamientos de la escuela y se realizaron pruebas con más de 20 jugadores durante la “2ª Jornada de Formación en Iniciación al Deporte Adaptado”, organizada por la Agencia Córdoba Deportes, [3] en las cuales se obtuvieron excelentes resultados en todas las funcionalidades solicitadas, y los jugadores expresaron su conformidad por el aumento de su autonomía a la hora de entrenar.



Fig. 3 Tablero final instalado en el gimnasio donde se realizan las prácticas de básquet para ciegos

CONCLUSIONES

Dadas las devoluciones recibidas por parte de los usuarios sobre el prototipo desarrollado se puede concluir que la herramienta generada, en la cual hay aspectos perfectibles que se pueden tomar y mejorara futuro, cumple con los objetivos planteados ya que facilita las tareas tanto de jugadores como de entrenadores. Actualmente, el prototipo de tablero sensible está siendo utilizado asiduamente en los entrenamientos de la escuela de básquet para ciegos.

REFERENCIAS

- [1] Lucero H. “Inaugurarán la primera cancha de básquet adaptado para ciegos”. *Telam*. <https://www.telam.com.ar/notas/202109/567461-pergamino-primera-cancha-basquet-adaptado-ciegos-unica.html>
- [2] Huespe S. “Diseñan un tablero de básquet para deportistas ciegos”. *UNCiencia*. <https://unciencia.unc.edu.ar/biomedicina/disenan-un-tablero-de-basquet-para-deportistas-ciegos>
- [3] “Estudiante de Ingeniería Biomédica desarrolla un tablero de básquet para personas con discapacidad visual” *FCEFN*. <https://fcefn.unc.edu.ar/facultad/secretarias/extensi-on/noticias-extension/estudiante-de-ingenieria-biomedica-desarrolla-tablero-inteligente-de-basquet-para-personas-con-discapacidad-visual/>