

Innovaci3n y tecnologĪa en fisioterapia

Futuras herramientas de intervenci3n

Innovation and Technology in Physiotherapy: Future intervention tools



Jos3 Iv3n Alfonso Mantilla
Jaime MartĪnez Santa



MCT Volumen 11 #1 Enero - Junio

Movimiento
CientĪfico

ISSN-I: 2011-7197 | e-ISSN: 2463-2236

Publicaci3n Semestral

Title: Innovation and Technology in Physiotherapy

Subtitle: Future intervention tools

Título: Innovación y Tecnología en Fisioterapia

Subtítulo: Futuras herramientas de intervención

Author (s) / Autor (es):

Alfonso Mantilla & Martínez Santa

Keywords / Palabras Clave:

[en] technology; sport; physical therapy; virtual rehabilitation

[es] tecnología; deporte; fisioterapia; rehabilitación virtual

Submitted: 2017-01-20

Accepted: 2017-02-10

Resumen

Introducción: en la última década la tecnología ha avanzado en muchos campos profesionales alrededor del mundo, en fisioterapia el uso de la tecnología ha tenido un aumento exponencial en la creación de dispositivos tecnológicos de intervención y evaluación fisioterapéutica en pacientes con diversas patologías.

Objetivo: realizar una revisión de la literatura con relación a las nuevas tecnologías de intervención y evaluación en fisioterapia. **Materiales y métodos:**

se realizó una búsqueda de estudios entre el año 2000 y 2016, literatura que contemplara los siguientes términos MESH: Technology, Sport, Physical Therapy, Virtual rehabilitation, Medical Laboratory. **Resultados:**

las nuevas tecnologías en fisioterapia son sistemas especializados en la rehabilitación de pacientes con patologías neurológicas, osteomusculares y cardiovasculares, entre los sistemas a nivel mundial más conocidos se encuentran: balance trainer, dynstable, aretech zerog, zerog overground, Xbox Kinect, exoesqueletos robóticos, vetimax, optogait, humac, cold system, chaleco de electroestimulación, virtual rehab, Pablo, Nirvana, sistema BTS y sistemas de medición antropométrica. **Conclusiones:** la tecnología es la base del futuro, en rehabilitación el desarrollo de nuevos dispositivos permitirá la creación de nuevas herramientas de intervención lo cual favorecerá el crecimiento de nuevos conceptos en la fisioterapia a nivel mundial.

Abstract

Background: In the last decade, technology has advanced in many professional fields around the world, in physiotherapy the use of technology has had an exponential increase in the creation of technological devices of intervention and physiotherapeutic evaluation in patients with different types of pathology.

Objective: To carry out a review of the literature in relation to the new technologies of intervention and evaluation in physiotherapy. **Materials and Methods:**

A search was made for studies from the year 2000 to 2016, which will include the following terms: Technology, Sport, Physical Therapy, Virtual rehabilitation, Medical Laboratory. **Results:**

The new technologies in physiotherapy are specialized systems for patient rehabilitation with neurological, osteomuscular and cardiovascular pathologies, among the most well-known systems worldwide are balance trainer, dynstable, aretech zerog, zerog overground, Xbox Kinect, robotic exoskeletons, vetimax, optogait, humac, cold system, electrostimulation vest, virtual Rehab, Pablo, Nirvana, BTS system and anthropometric measurement systems.

Conclusions: technology is the basis of the future; in rehabilitation the development of new devices will allow the creation of new intervention tools which will favor the growth of new concepts in the professional discipline of physiotherapy worldwide.

José Iván **Alfonso Mantilla**, Pt

ResearchID: V-4973-2017

OrcID: 0000-0003-2597-1826

Bio:

Fisioterapeuta, Universidad del Rosario

Filiación:

Universidad del Rosario

Ciudad:

Bogotá D.C. [co]

e-mail:

josealfonso25@hotmail.com

Jaime **Martínez Santa**, Pt sp

Bio:

Fisioterapeuta, Universidad Nacional de Colombia

Especialista en Epidemiología, Universidad del Rosario

Especialista en Estadística, Universidad Nacional de Colombia

Especialista en Antropología Forense, Universidad Nacional de Colombia

Especialista en Fisioterapia en el Adulto Crítico, Universidad del Rosario

Ciudad:

Bogotá D.C. [co]

e-mail:

jmartinezsanta@yahoo.com

Citar como:

Alfonso Mantilla, & Martínez Santa (2017). Innovación y tecnología en fisioterapia: Futuras herramientas de intervención.

Movimiento Científico ISSN-L: 2011-7197 Vol.11 (1) págs: 37-43

Innovación y Tecnología en Fisioterapia

Futuras herramientas de intervención

Innovation and Technology in Physiotherapy: Future intervention tools

José Iván **Alfonso Mantilla**

Jaime **Martínez Santa**

En la última década la tecnología ha avanzado en muchos campos profesionales alrededor del mundo, en fisioterapia el uso de la tecnología ha tenido un aumento exponencial en la creación de dispositivos tecnológicos de intervención y evaluación fisioterapéutica. Dentro de la evidencia se ha referenciado la creación de nuevos sistemas tecnológicos utilizados en la intervención de pacientes con diversos tipos de patologías. Por ejemplo, en pacientes con lesiones neurológicas se han creado dispositivos tecnológicos enfocados en la rehabilitación de habilidades tales como balance, propiocepción, equilibrio y marcha. En deportistas se ha reportado el uso de nuevas tecnologías para la medición de características antropométricas, entrenamiento de habilidades a través de tecnología virtual. (Sarramian, Turner, & Greenhalgh, 2015)

Antecedentes

En primera instancia, el uso de tecnología como elemento de intervención es usado en la recuperación de pacientes con lesiones neurológicas. Para ejemplificar, en pacientes con Parkinson, eventos cerebro vascular y lesiones medulares se utilizan dispositivos tecnológicos enfocados en la recuperación de habilidades como fuerza, balance, equilibrio y propiocepción para el retorno a las actividades de la vida diaria. Estos sistemas utilizan diferentes tipos de microprocesadores con sistemas de estimulación motora y cognitiva. Este tipo de tecnología cuenta con monitores y sensores de movimiento que permiten tener una visión del rendimiento y adaptabilidad del paciente y tener un proceso controlado de la rehabilitación. (Horak, King, & Mancini, 2015; Needham, Truong, & Fan, 2009; Sabut, Bhattacharya, & Manjunatha, 2013; Taylor & Griffin, 2015; Zahid & Atique, 2016)

Segundo, en el deporte se ha utilizado la tecnología en procesos de recuperación e intervención fisioterapéutica. Por ejemplo, los sistemas tecnológicos son utilizados para realizar una retroalimentación del sistema motor y cognitivo, se integra un trabajo global para la estimulación de habilidades sensoriales, paramétricas,

sinérgicas y compuestas. La tecnología en alto rendimiento utiliza sistemas de poleas, arneses y carrera. De hecho, se referencia el uso de modernos sistemas de agentes físicos terapéuticos para el uso de recuperación e intervención. (Bieuzen, Pournot, Roulland, & Hauswirth, 2012; Burkett, 2010; Carr & Shepherd, 1998; Liebermann, y otros, 2002; Negrini, Marchini, & Tessadri, 2011; Verhagen & Bolling, 2015; Vignais, Kulpa, Brault, Presse, & Bideau, 2015). Es así como la tecnología se está encargando de renovar los métodos de intervención fisioterapéutica convencionales por métodos novedosos y adaptativos a todo tipo de población; por esto el objetivo de este artículo es realizar una revisión de la literatura con relación a las nuevas tecnologías de intervención en fisioterapia.

Materiales y métodos

Se realizó una revisión de la literatura en bases de datos como *Science Citation Index*, *Medline*, *Ebsco*, *Scopus*, *Wiley Blackwell*, *Elsevier*, *Science Direct*, *Springer*, *MasterFILE Premier*, *Taylor Francis*; para este efecto se determinaron los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Inclusión

Estudios publicados del año 2000 al 2016, literatura que contemplara los siguientes términos MESH: **technology, sport, physical therapy, virtual rehabilitation, medical laboratory**. La literatura se aceptó en idioma español, inglés y portugués.

Se estableció como otro criterio de inclusión que la búsqueda de evidencia se basara en: **Fuentes primarias:** Estudios ECA, Metaanálisis, casos y controles, estudios de cohorte, revisiones sistemáticas, revisiones de literatura. **Fuentes secundarias:** Monografías, tesis de grado, libros.

Exclusión

Estudios que su año de publicación fuera inferior al año 2000, que no contemplaran los términos MESH establecidos, estudios que no estuvieran disponibles o completos.

Resultados

En el Gráfico 1 se ilustra el proceso de extracción de la evidencia de las bases de datos:



Gráfico 1 Flujograma de extracción de la evidencia

Fuente: elaboración propia, 2017

Dentro de la literatura se encontró evidencia sobre nuevos sistemas tecnológicos desarrollados para la intervención fisioterapéutica en pacientes con lesiones neurológicas, entrenamiento de habilidades específicas y medición de características antropométricas.

Sistemas de entrenamiento de marcha y balance

Estas son herramientas tecnológicas, las cuales proveen un ambiente virtual de entrenamiento combinado con una plataforma móvil para ayudar al entrenamiento del movimiento y aumentar la estabilidad en el paciente. Estos sistemas se desarrollaron para la rehabilitación de síndromes vestibulares, musculoesqueléticas y neurológicos.

Estos sistemas se componen de juegos de realidad virtual que ayudan al paciente a aumentar la complejidad del tratamiento de una forma activa y dinámica. Para ejemplificar, se pueden encontrar los sistemas Balance trainer, Dynstable, Aretech zerog, ZeroG overground, exoesqueletos robóticos y Xbox Kinect. (Bieryla, 2016; Frey, y otros, 2006; Hidler, y otros, 2011; Yavuz Karahan, y otros, 2015; Lv & Gregg, 2015; Seamon, DeFranco, & Thigpen, 2017; Shibata, Imai, Nobutomo, Miyoshi, & Yamamoto, 2010; Tiseo, Lim, Shee, & Ang, 2014)

Sistemas de entrenamiento deportivo

En la actualidad el alto rendimiento exige a los deportistas una preparación motora y cognitiva elevada; por esto los nuevos sistemas tecnológicos para el entrenamiento deportivo han desarrollado elementos que permiten al usuario trabajar al máximo sus capacidades físicas y mentales. Por ejemplo, existe un sistema de poleas de entrenamiento para los miembros inferiores y superiores denominado Vertimax, el cual provee un entrenamiento de potencia y resistencia a través de la aplicación de cargas mediada por poleas y bandas elásticas. (McClenton, Brown, Coburn, & Kersey, 2008; Rhea, Peterson, Lunt, & Ayllón, 2008; Rhea, Peterson, Oliverson, Ayllón, & Potenzianno, 2008)

Otro sistema tecnológico es el Optogait, es un sistema de obtención de datos sobre la marcha y la carrera basada en bandas transmisoras y receptoras, este sistema permite determinar con exactitud parámetros temporoespaciales de la marcha como: longitud de paso, cadencia, ancho de paso, fuerza de presión, velocidad de la carrera. (Mo Lee, y otros, 2014; Lienhard, Schneider, & Maffiuletti, 2013)

Existe también un sistema conocido como HUMAC caracterizado por ser un sistema confiable para la medición de fuerza isocinética en deportistas. (Ardern, Pizzari, Wollin, & Webster, 2015; de Araujo Ribeiro Alvares, y otros, 2015; Zvijac, Toriscelli, Merrick, & Kiebzak, 2013)

En intervención se conocen sistemas de congelamiento a través de máquinas que pueden simular temperaturas bajo los 0 grados centígrados, esta tecnología provee al deportista una recuperación muscular más rápida después de una competencia con el uso del agente físico de la crioterapia. (Halder, Gao, & Miller, 2014; Tyler, Sunderland, & Cheung, 2015)

Otro sistema de gran uso son las cámaras hiperbáricas, las cuales someten el cuerpo a presiones atmosféricas mayores acelerando el proceso de curación aumentando el flujo normal de oxígeno hacia los tejidos. (Bitterman & Bonen, 2016)

También existen sistemas como el chaleco de electroestimulación utilizado para aumentar el entrenamiento en atletas de alto rendimiento. Este sistema utiliza la electroestimulación para aumentar el metabolismo y el rompimiento de fibras

musculares durante un entrenamiento, los resultados han mostrado que el entrenamiento con este tipo de tecnología aumenta significativamente la fuerza muscular y acelera el proceso de gasto calórico y por tanto implica una disminución en los niveles de grasa corporal. (Billot, Martin, Paizis, Cometti, & Babault, 2010; Kemmler, Stengel, Schwarz, & Mayhew, 2012; Maffiuletti, Dugnani, Folz, Di Pierno, & Mauro, 2002; Maffiuletti, y otros, 2006; von Stengel, Bebenek, Engelke, & Kemmler, 2015)

Otro elemento tecnológico es el *fitligh trainer* el cual es un sistema de luces conectadas entre sí, encargada de entrenar los reflejos y la velocidad de reacción en deportistas, esto se logra con la interacción de la velocidad de entrenamiento y el estímulo impuesto por el *fitligh trainer*. (Baur, Müller, Hirschmüller, & Mayer, 2006; Fischer, Stone, Hawkes, Eveland, & Strang, 2015; Gronbech Jorgensen, Paramanathan, Ryg, Masud, & Andersen, 2015; Zwierko, Florkiewicz, Fogtman, & Kszak-Krzyżanowska, 2014)

Sistemas de intervención y evaluación

Se han desarrollado sistemas que evalúan las condiciones vestibulares y propioceptivas de pacientes con lesiones neurológicas; entre los más conocidos se encuentran *nirvana*, *tymo*, *tiromotion*, *virtual rehab*, *tyrostation* y *Pablo*; estos sistemas tienen plataformas virtuales que permiten realizar una evaluación objetiva de la condición clínica del paciente y además permiten realizar intervención a través de sistemas virtuales enfocados en el entrenamiento de habilidades de balance y propiocepción en pacientes con lesiones neurológicas. Además, existen sistemas de evaluación de marcha que tienen elementos como los sistemas BTS que son cámaras especializadas en la captación del movimiento corporal humano que mide variables como fuerza de reacción, vectores de fuerza, y velocidad. (Borghese, Pirovano, Lanzi, Wüest, & de Bruin, 2013; Dziuba, Żurek, Garrard, & Wierzbicka-Damska, 2015; Patrizi, Pennestrì, & Valentini, 2016; Rand, Zeilig, & Kizony, 2015; Sale, y otros, 2014; Shin, Ryu, & Jang, 2014; Stein, Bishop, Gillen, & Helbok, 2011; Veerbeek, y otros, 2014)

Se han creado nuevos sistemas de medición antropométrica tales como absorciometría DXA, impedancia bioeléctrica, resonancia magnética y espectroscopia, que son sistemas novedosos en la medición de las características antropométrica; estos tienen mayor exactitud y validez (Kyle UG, 2015; Moon, 2013). En la Tabla 1 se resumen los sistemas tecnológicos en fisioterapia.

Tabla 1 Sistemas tecnológicos en fisioterapia

Nombre	Sistema	Uso
Sistemas de entrenamiento de marcha y balance	-Balance trainer	Utilizados en el entrenamiento de pacientes con lesiones neurológicas para el entrenamiento de marcha locomoción y balance
	-Dynstable	
	-Aretech zerog	
	-ZeroG overground	
	-Xbox Kinect	
Sistemas de entrenamiento deportivo	-Exoesqueletos robóticos	Utilizados en el fortalecimiento de habilidades en deportistas de alto rendimiento
	-Vertimax	
	-Optogait	
	-Humac	
	-Cold system	
	-Chaleco de electroestimulación	
Sistemas de intervención y evaluación	-Cámara hiperbárica	Utilizados para la evaluación e intervención de pacientes con lesiones osteomusculares, neuromusculares y cardiovasculares
	-Virtual Rehab	
	-Tymo	
	-Tyromotion	
	-Tyrostation	
	-Pablo	
	-Nirvana	
	-Sistema BTS	
-Sistemas de medición antropométrica		

Fuente: elaboración propia, 2017

Discusión

La tecnología en rehabilitación ha expandido las posibilidades de intervención en fisioterapia; es así como en la última década se han desarrollado sistemas tecnológicos enfocados en el entrenamiento, evaluación e intervención de pacientes con alteraciones neurológicas, neuromusculares y cardiovasculares.

Estos sistemas se enfocan en la recuperación funcional y en el rompimiento de barreras sociales que envuelven a los pacientes con algún tipo de discapacidad funcional. Las tecnologías en rehabilitación son el futuro en procesos de recuperación de pacientes con diversos tipos de patologías que afecten el movimiento corporal humano. Con el desarrollo de estas nuevas tecnologías se espera que los fisioterapeutas estén preparados para este cambio de paradigma en el rol profesional; diversos autores concuerdan con que estas nuevas tecnologías deben estar al alcance de todos los centros de rehabilitación para aumentar los procesos de atención en fisioterapia.

Estas nuevas tecnologías en rehabilitación ayudan a mejorar las habilidades paramétricas, sinérgicas y compuestas de los pacientes en quienes es aplicada. Se debe entender que la intervención a través de estos medios viene prescrita de forma personalizada por un profesional en fisioterapia que entiende y maneja conceptos teóricos y tecnológicos para el desarrollo de rutinas especializadas. (da Silva Cameirão, Bermúdez i Badia, Duarte, & Verschure, 2011; Choon-Huat Koh, y otros, 2015; Lohse, Hilderman, Cheung, Tatla, & Van der Loos, 2014; Saposnik, y otros, 2010)

Conclusiones

La tecnología es la base del futuro, en rehabilitación el desarrollo de nuevos dispositivos permitirá la creación de nuevas herramientas de intervención lo cual favorecerá el crecimiento de nuevos conceptos en la disciplina profesional de la fisioterapia a nivel mundial.

Limitaciones y caminos futuros

En Colombia este tipo de tecnología es aún inasequible para un cierto porcentaje de la población; por esto se deben empezar a implementar programas con el fin de que estas nuevas tecnologías puedan estar al alcance de todos los ciudadanos a nivel nacional. En el futuro, estas tecnologías deben estar en el país con el propósito de implementar programas de rehabilitación para pacientes con patologías osteomusculares, neurológicas y cardiovasculares, es de vital importancia que las entidades en salud adquieran este tipo de tecnologías para el aprovechamiento por parte de los usuarios.

Conflicto de interés

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

Referencias

- Ardern, C. L., Pizzari, T., Wollin, M. R., & Webster, K. E. (2015). Hamstrings Strength Imbalance in Professional Football (Soccer) Players in Australia. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), 997-1002. doi: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000747>
- Baur, H., Müller, S., Hirschi, A., & Mayer, F. (2006). Reactivity, stability, and strength performance capacity in motor sports. *British Journal of Sports Medicine*, 906-911. doi: <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2006.025783>
- Bieryla, K. A. (2016). Xbox Kinect training to improve clinical measures of balance in older adults: a pilot study. *Aging Clinical and Experimental Research*, 28(3), 451-457. doi: <https://doi.org/10.1007/s40520-015-0452-y>
- Bieuzen, F., Pournot, H., Roulland, R., & Hausswirth, C. (2012). Recovery After High-Intensity Intermittent Exercise in Elite Soccer Players Using VEINOPUS Sport Technology for Blood-Flow Stimulation. *Journal of Athletic Training*, 47(5), 498-506. doi: <https://doi.org/10.4085/1062-6050-47.4.02>
- Billot, M., Martin, A., Paizis, C., Cometti, C., & Babault, N. (2010). Effects of an Electrostimulation Training Program on Strength, Jumping, and Kicking Capacities in Soccer Players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(5), 1407-1413. doi: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181d43790>
- Bitterman, N., & Bonen, A. (2016). Design and Human Factors of Therapeutic Hyperbaric Chambers. *Aerospace Medicine and Human Performance*, 87(4), 397-405. doi: <https://doi.org/10.3357/AMHP.4500.2016>
- Borghese, N. A., Pirovano, M., Lanzi, P. L., Wüest, S., & de Bruin, E. D. (2013). Computational Intelligence and Game Design for Effective At-Home Stroke Rehabilitation. *Games for Health Journal*, 2(2), 81-88. doi: <https://dx.doi.org/10.1089%2Fg4h.2012.0073>
- Burkett, B. (2010). Technology in Paralympic sport: performance enhancement or essential for performance? *British Journal of Sports Medicine*, 44(3), 215-220. doi: <http://dx.doi.org/10.1136/bjism.2009.067249>
- Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (1998). *Neurological Rehabilitation: Optimizing motor performance* (2 illustrated ed.). (J. H. Carr, Ed.) Edinburgh [gb]: Churchill Livingstone [2010].
- Choon-Huat Koh, G., Cheng Yen, S., Tay, A., Cheong, A., Sien Ng, Y., De Silva, D. A., . . . En Chua, C. (2015). Singapore Tele-technology Aided Rehabilitation in Stroke (STARS) trial: protocol of a randomized clinical trial on tele-rehabilitation for stroke patients. *BMC Neurology*, 15(161), nd. doi: <https://doi.org/10.1186/s12883-015-0420-3>
- da Silva Cameirão, M., Bermúdez i Badia, S., Duarte, E., & Verschure, P. F. (2011). Virtual reality based rehabilitation speeds up functional recovery of the upper extremities after stroke: a randomized controlled pilot study in the acute phase of stroke using the rehabilitation gaming system. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 29(5), 287-98. doi: <https://doi.org/10.3233/RNN-2011-0599>
- de Araujo Ribeiro Alves, J. B., Rodrigues, R., de Azevedo Franke, R., Cordeiro da Silva, B. G., Silveira Pinto, R., Vaz, M. A., & Manfredini Baroni, B. (2015). Inter-machine reliability of the Biodex and Cybex isokinetic dynamometers for knee flexor/extensor isometric, concentric and eccentric tests. *Physical Therapy in Sport*, 16(1), 59-65. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.04.004>
- Dziuba, A. K., Żurek, G., Garrard, I., & Wierzbicka-Damska, I. (2015). Biomechanical parameters in lower limbs during natural walking and Nordic walking at different speeds. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 17(1), 95-101. Obtenido de <http://www.actabio.pwr.wroc.pl/Vol17No1/11.pdf>
- Fischer, M. V., Stone, J., Hawkes, T. D., Eveland, E., & Strang, A. J. (2015). Integrative Physical and Cognitive Training Development to Better Meet Airmen Mission Requirements. *Procedia Manufacturing*, 3, 1580-1586. doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.445>
- Frey, M., Colombo, G., Vaglio, M., Bucher, R., Jörg, M., & Riener, R. (2006). A Novel Mechatronic Body Weight Support System. *EEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 14(3), 311-21. doi: <https://doi.org/10.1109/TNSRE.2006.881556>
- Gronbech Jorgensen, M., Paramanathan, S., Ryg, J., Masud, T., & Andersen, S. (2015). Novel use of the Nintendo Wii board as a measure of reaction time: a study of reproducibility in older and younger adults. *BMC Geriatrics*, 15-80. doi: <https://dx.doi.org/10.1186%2Fs12877-015-0080-6>
- Halder, A., Gao, C., & Miller, M. (2014). Effects of Cooling on Ankle Muscle Strength, Electromyography, and Gait Ground Reaction Forces. (A. W. Midgley, Ed.) *Journal of Sports Medicine*, 2014(Article ID 520124), 8. doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2014/520124>
- Hidler, J., Brennan, D., Black, i., Nichols, D., Brady, K., & Nef, T. (2011). ZeroG: overground gait and balance training system. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, 48(4), 287-298. doi: <https://doi.org/10.1682/JRRD.2010.05.0098>
- Horak, F., King, L., & Mancini, M. (2015). Role of Body-Worn Movement Monitor Technology for Balance and Gait Rehabilitation. *Physical Therapy*, 95(3), 461-470. doi: <https://doi.org/10.2522/ptj.20140253>
- Kemmler, W., Stengel, S. V., Schwarz, J., & Mayhew, J. L. (2012). Effect of whole-body electromyostimulation on energy expenditure during exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(1), 240-245. doi: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31821a3a11>
- Kyle UG, E. C.-B. (2015). Body composition during growth in children: limitations and perspectives of bioelectrical impedance analysis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 69, 1298-1305. doi: <https://doi.org/10.1038/ejcn.2015.86>
- Liebermann, D. G., Katz, L., Hughes, M. D., Bartlett, R. M., McClements, J., & Franks, I. M. (2002). Advances in the application of information technology to sport performance. *Journal of Sports Sciences*, 20(10), 755-769. doi: <https://doi.org/10.1080/026404102320675611>
- Lienhard, K., Schneider, D., & Maffiuletti, N. A. (2013). Validity of the Optogait photoelectric system for the assessment of spatiotemporal gait parameters. *Medical Engineering and Physics*, 35(4), 500-504. doi: <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2012.06.015>
- Lohse, K. R., Hilderman, C. G., Cheung, K. L., Tatla, S., & Van der Loos, H. F. (2014). Virtual Reality Therapy for Adults Post-Stroke: A Systematic Review and Meta-Analysis Exploring Virtual Environments and Commercial Games in Therapy. (T. J. Quin, Ed.) *PLoS ONE*, 9(3), e93318. doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093318>
- Lv, G., & Gregg, R. D. (2015). Orthotic Body-Weight Support Through Underactuated Potential Energy Shaping with Contact Constraints. *54th IEEE Conference on Decision and Control (CDC)*. Osaka [jp]: IEEE. doi: <https://doi.org/10.1109/CDC.2015.7402420>
- Maffiuletti, N. A., Dugnani, S., Folz, M., Di Pierno, E., & Mauro, F. (2002). Effect of combined electrostimulation and plyometric training on vertical jump height. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 34(10), 1638-1644. doi: <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000031481.28915.56>
- Maffiuletti, N. A., Zory, R., Miotti, D., Pellegrino, M. A., Jubeau, M., & Bottinelli, R. (2006). Neuromuscular adaptations to electrostimulation resistance training. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 85(2), 167-175. doi: <https://doi.org/10.1097/01.phm.0000197570.03343.18>
- McClenton, L. S., Brown, L. E., Coburn, J. W., & Kersey, R. D. (2008). The effect of short-term VertiMax vs. depth jump training on vertical jump performance. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(2), 321-325. doi: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181639f8f>
- Mo Lee, M., Ho Song, C., Jin Lee, K., Woo Jung, S., Chul Shin, D., & Ho Shin, S. (2014). Concurrent Validity and Test-retest Reliability of the OPTOGait Photoelectric Cell System for the Assessment of Spatio-temporal Parameters of the Gait of Young Adults. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(1), 81-85. doi: <https://doi.org/10.1589/jpts.26.81>
- Moon, J. R. (2013). Body composition in athletes and sports nutrition: an examination of the bioimpedance analysis technique. *European Journal of Clinical Nutrition*(67), S54-S59. doi: <https://doi.org/10.1038/ejcn.2012.165>
- Needham, D. M., Truong, A. D., & Fan, E. (2009). Technology to enhance physical rehabilitation of critically ill patients. *Critical Care Medicine*, 37(10), 436-441. doi: <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3181b6fa29>
- Negrini, S., Marchini, G., & Tessadri, F. (2011). Brace technology thematic series - The Sforzesco and Sibilla braces, and the SpORt (Symmetric, Patient oriented, Rigid, Three-dimensional, active) concept. *Scoliosis and Spinal Disorders*, 6(8). doi: <https://doi.org/10.1186/1748-7161-6-8>
- Patrizi, A., Pennestrì, E., & Valentini, P. P. (2016). Comparison between low-cost marker-less and high-end marker-based motion capture systems for the computer-aided assessment of working ergonomics. *Ergonomics*, 59(1), 155-62. doi: <https://doi.org/10.1080/00140139.2015.1057238>
- Rand, D., Zeilig, G., & Kizony, R. (2015). Rehab-let: touchscreen tablet for self-training impaired dexterity post stroke: study protocol for a pilot randomized controlled trial. *Trials*, 16, 277. doi: <https://doi.org/10.1186/s13063-015-0796-9>
- Rhea, M. R., Peterson, M. D., Lunt, K. T., & Ayllón, F. N. (2008). The effectiveness of resisted jump training on the VertiMax in high school athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(3), 731-734. doi: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181660c59>

- Rhea, M. R., Peterson, M. D., Oliverson, J. R., Ayllón, F. N., & Potenziato, B. J. (2008). An examination of training on the VertiMax resisted jumping device for improvements in lower body power in highly trained college athletes. *Journal of Strength & Conditioning Research*, 22(3), 735-740. doi: <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181660d61>
- Sabut, S. K., Bhattacharya, S. D., & Manjunatha, M. (2013). Functional electrical stimulation on improving foot drop gait in poststroke rehabilitation: a review of its technology and clinical efficacy. *Critical Reviews in Biomedical Engineering*, 41(2), 149-160. doi: <https://doi.org/10.1615/CritRevBiomedEng.2013007621>
- Sale, P., Mazzoleni, S., Lombardi, V., Galafate, D., Massimiani, M. P., Posteraro, F., . . . Franceschini, M. (2014). Recovery of hand function with robot-assisted therapy in acute stroke patients: a randomized-controlled trial. *International Journal of Rehabilitation Research*, 37(3), 236-42. doi: <https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000059>
- Saposnik, G., Mamdani, M., M., B., Thorpe, K. E., Hall, J., Cohen, L. G., & Teasell, R. (2010). Effectiveness of Virtual Reality Exercises in STroke Rehabilitation (EVREST): rationale, design, and protocol of a pilot randomized clinical trial assessing the Wii gaming system. *pubMed*, 5(1), 47-51. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1747-4949.2009.00404.x>
- Sarramian, V. G., Turner, A. N., & Greenhalgh, A. K. (2015). Effect of postactivation potentiation on fifty-meter freestyle in national swimmers. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29(4), 1003-1009. doi: <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000708>
- Seamon, B., DeFranco, M., & Thigpen, M. (2017). Use of the Xbox Kinect virtual gaming system to improve gait, postural control and cognitive awareness in an individual with Progressive Supranuclear Palsy. *Disability and Rehabilitation*, 39, 721-726. doi: <https://doi.org/10.3109/09638288.2016.1160444>
- Shibata, Y., Imai, S., Nobutomo, T., Miyoshi, T., & Yamamoto, S.-I. (2010). Development of body weight support gait training system using antagonistic bi-articular muscle model. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology* (págs. 4468-4471). Buenos Aires [ar]: IEEE. doi: <https://doi.org/10.1109/IEMBS.2010.5625972>
- Shin, J.-H., Ryu, H., & Jang, S. H. (2014). A task-specific interactive game-based virtual reality rehabilitation system for patients with stroke: a usability test and two clinical experiments. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 11(32). doi: <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-32>
- Stein, J., Bishop, L., Gillen, G., & Helbok, R. (2011). Robot-assisted exercise for hand weakness after stroke: a pilot study. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 90(11), 887-894. doi: <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e3182328623>
- Taylor, M. J., & Griffin, M. (2015). The use of gaming technology for rehabilitation in people with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*, 21(4), 355-371. doi: <https://doi.org/10.1177/1352458514563593>
- Tiseo, C., Lim, Z. Y., Shee, C. Y., & Ang, W. T. (2014). Mobile robotic assistive balance trainer - an intelligent compliant and adaptive robotic balance assistant for daily living. *36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society* (págs. 5300-3). Chicago [us]: IEEE. doi: <https://doi.org/10.1109/EMBC.2014.6944822>
- Tyler, C. J., Sunderland, C., & Cheung, S. S. (2015). The effect of cooling prior to and during exercise on exercise performance and capacity in the heat: a meta-analysis. *British Journal of Sport Medicine*, 49(1), 7-13. doi: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2012-091739>
- Veerbeek, J. M., van Wegen, E., van Peppen, R., van der Wees, P. J., Hendriks, E., Rietberg, M., & Kwakkel, G. (2014). What Is the Evidence for Physical Therapy Poststroke? A Systematic Review and Meta-Analysis. *PLoS ONE*, 9(2), e87987. doi: <https://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0087987>
- Verhagen, E., & Bolling, C. (2015). Protecting the health of the @hlete: how online technology may aid our common goal to prevent injury and illness in sport. *British Journal of Sports Medicine*, 49, 1174-1178. doi: <http://dx.doi.org/10.1136/bjsports-2014-094322>
- Vignais, N., Kulpa, R., Brault, S., Presse, D., & Bideau, B. (2015). Which technology to investigate visual perception in sport: Video vs. virtual reality. *Human Movement Science*, 39, 12-26. doi: <https://doi.org/10.1016/j.humov.2014.10.006>
- von Stengel, S., Bebenek, M., Engelke, K., & Kemmler, W. (2015). Whole-Body Electromyostimulation to Fight Osteopenia in Elderly Females: The Randomized Controlled Training and Electrostimulation Trial (TEST-III). (H. Sievänen, Ed.) *Journal of Osteoporosis*, 643-520. doi: <http://dx.doi.org/10.1155/2015/643520>
- Yavuz Karahan, A., Tok, F., Taşkın, H., Kuçuksaraç, S., Başaran, A., & Yıldırım, P. (2015). Effects of Exergames on Balance, Functional Mobility, and Quality of Life of Geriatrics Versus Home Exercise Programme: Randomized Controlled Study. *Central European Journal of Public Health*, 23 (supplement), S14-S18. doi: <http://dx.doi.org/10.21101/cejph.a4081>
- Zahid, Z., & Atique, S. (2016). Telerehabilitation Services in Pakistan: A Rehabilitation Professional's Perspective. *Studies in health technology and informatics*, 225, 901-2.
- Zvijac, J. E., Toriscelli, T. A., Merrick, S., & Kiebzak, G. M. (2013). Isokinetic concentric quadriceps and hamstring strength variables from the NFL Scouting Combine are not predictive of hamstring injury in first-year professional football players. *The American Journal of Sports Medicine*, 41(7), 1511-1518. doi: <https://doi.org/10.1177/0363546513487983>
- Zwierko, T., Florkiewicz, B., Fogtman, S., & Kszak-Krzyżanowska, A. (2014). The Ability to maintain attention during visuomotor task performance in handball players and non-athletes. *Central European Journal of Sport Sciences and Medicine*, 7(3), 99-106. Obtenido de <https://wnus.edu.pl/cejssm/hr/issue/23/article/164/>

La **tecnología** es la base del futuro, en **rehabilitación** el desarrollo de nuevos dispositivos permitirá la creación de nuevas herramientas de intervención lo cual favorecerá el crecimiento de **nuevos conceptos** en la **disciplina profesional** de la **fisioterapia** a nivel mundial.