

Rehabilitación del control de tronco en pacientes con accidente cerebrovascular mediante una interfaz inercial: Resultados preliminares

Rehabilitation of trunk control by an inertial interface in stroke patients: Preliminary results

Patricio E. Barría Aburto

Programa de Doctorado en Tecnologías Industriales y de Telecomunicación
Universidad Miguel Hernández de Elche
Encargado Unidad de Investigación y Desarrollo, Corporación de Rehabilitación Club de Leones
Cruz Del Sur, Punta Arenas. Chile

Correspondencia/ Correspondence:

pbarria@rehabilitamos.org

Recibido/ Received:

30.05.2016

Aceptado/ Accepted:

21.11.2016

Cómo citar este trabajo | How to cite this paper

P. E. Barría Aburto, "Rehabilitación del control de tronco en pacientes con accidente cerebrovascular mediante una interfaz inercial: Resultados preliminares," Revista Doctorado UMH, vol. 3, no. 1, p1, 2017. [Online].

RESUMEN

El Accidente Cerebrovascular (ACV) es un conjunto de trastornos neurológicos causado por la alteración del flujo vascular cerebral, el cual se manifiesta en alteraciones funcionales variadas dependiendo de la región encefálica afectada. Las alteraciones en el control de tronco y el balance son problemas típicos que limitan el desempeño de los pacientes posteriormente al ACV y, por tanto, su recuperación constituye uno de los principales objetivos de la rehabilitación convencional. El propósito de este estudio fue evaluar un programa para la rehabilitación de tronco mediante una interfaz humano-computadora inercial, identificando los efectos en el control de tronco y balance en pacientes con ACV. Los resultados preliminares mostraron cambios positivos en el control del tronco posteriormente al programa, sin embargo, no se encontraron cambios en la función de balance. Estudios futuros con mayor número de participantes y un grupo control, podrían ayudar a demostrar la utilidad de la interfaz inercial en la rehabilitación posterior al ACV.

Palabras clave: ACV, tronco, balance, rehabilitación, interfaz humano-computadora, inercial.

ABSTRACT

Stroke is a group of neurological disorders caused by the alteration of brain blood flow, which is manifested in varied functional impairments depending of the cerebral region affected. The trunk control and balance disfunctions are typical problems that affect patients' post-stroke performance, so their recovery is one of the main goals of conventional rehabilitation. The aim of this study was to evaluate a trunk rehabilitation program using an inertial human-computer interface, identifying the effects on trunk control and balance in patients with stroke. Preliminary results showed positive changes in trunk control after the rehabilitation program; however, no changes were observed in the balance function. Further studies with more participants and a control group could help prove the benefits of this inertial interface in post-stroke rehabilitation.

Key words: stroke, trunk, balance, rehabilitation, human-computer interface, inertial.

INTRODUCCIÓN

Denominamos Accidente Cerebrovascular (ACV) a un conjunto de trastornos neurológicos que tienen en común su forma brusca de presentación debido a una alteración del flujo vascular cerebral, que puede estar causada por isquemia o hemorragia, provocando una alteración permanente o transitoria de la función cerebral [1]. Las deficiencias neurológicas resultantes dependen de la región afectada por la alteración vascular y, dentro de estas deficiencias, la alteración del control de tronco constituye uno de los principales problemas que interfieren con el desempeño funcional después del ACV [2].

El control de tronco se define como la capacidad de los músculos del tronco para permitir al cuerpo permanecer en posición vertical, ajustar el cambio de peso y realizar movimientos selectivos a fin de mantener el centro de masa dentro de la base de apoyo durante los ajustes posturales estáticos y dinámicos, siendo un requisito para el control de las extremidades, balance y marcha [3-4].

Contrariamente a la creencia común, los músculos del tronco se deterioran en ambos lados del cuerpo en pacientes con ACV, existiendo debilidad de los músculos flexores, extensores y rotadores bilaterales de tronco [5-6]. Estudios actuales han demostrado que los movimientos del tronco en personas con ACV son ejecutados por el tronco superior con mínima inclinación anterior de pelvis, evidenciando alteraciones en la movilidad y la estabilidad de este segmento [7]. Estas alteraciones aumentan el riesgo de caídas, lo que resulta en altos costos económicos y problemas de participación social en esta población [8-11]. Sin embargo, a pesar de las pruebas convincentes de que el rendimiento del tronco es un importante predictor del resultado funcional después del ACV, las investigaciones que evalúan los

resultados de la rehabilitación específica de este segmento son limitadas [12-14].

Dursun et al. examinaron el efecto de la utilización de un dispositivo de retroalimentación angular en la rehabilitación de pacientes con ACV y trastornos de balance, y encontraron cambios significativos al finalizar la intervención [15]. Del mismo modo, estudios realizados por Dean et al. mostraron efectos beneficiosos por la práctica de tareas de tronco en pacientes con ACV, demostrando mejoras del grado de movilidad del segmento al compararlo con un grupo control [16-17].

Estos antecedentes demuestran la importancia de una intervención de rehabilitación enfocada al tronco. Sin embargo, aunque la evidencia indica que esto es un requisito fundamental para el desempeño funcional, en nuestro país no se han realizado estudios relacionados con la rehabilitación específica de este segmento posterior al ACV. Este estudio preliminar tiene por objetivo evaluar un programa para la rehabilitación de tronco mediante una interfaz humano-computadora inercial, identificando los efectos en el control de tronco y balance en pacientes con ACV.

MATERIAL Y METODOS

Diseño del estudio

El presente estudio preliminar tuvo un diseño de tipo experimental y longitudinal. Las actividades fueron realizadas en la Unidad de Investigación y Desarrollo del Centro de Rehabilitación "Club de Leones Cruz del Sur" de la ciudad de Punta Arenas, Chile, con la aprobación del Comité de Ética de Investigación de la institución. Los sujetos que participaron del estudio fueron 2 pacientes, ambos de sexo femenino, con edades de 48 y 49 años, diagnóstico de ACV con hemiparesia izquierda de 3 años de evolución y que en el momento de la investigación no recibían terapias

de rehabilitación. Los pacientes fueron seleccionados en base a criterios de inclusión y exclusión. Los criterios de inclusión fueron diagnóstico de ACV a 2 o más años de evolución, hemiparesia, capacidad de seguir instrucciones, 24 puntos mínimo en Mini Mental Test y capacidad de mantener posición sedente de manera independiente [18]. Los criterios de exclusión fueron cirugía de columna dentro de los 6 meses previos al estudio, demencia, hipertensión no controlada y estado de salud incompatible.

Procedimientos

Se aplicó un programa de rehabilitación para el tronco usando una interfaz humano-computadora inercial denominada sistema ENLAZA. El sistema está formado por una unidad de medida inercial la cual funciona como sensor de movimiento, y un software diseñado para interactuar con el ordenador mediante movimientos del usuario. Este sistema fue desarrollado por el grupo de Bioingeniería del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en España [19].

Se realizaron un total de 20 sesiones de rehabilitación con una duración de 45 minutos 3 veces por semana, las cuales fueron ejecutadas por un fisioterapeuta de la institución con experiencia en rehabilitación neurológica. Para medir los resultados de la intervención, se realizaron evaluaciones al inicio y al final del programa, las cuales consistieron en la aplicación de las escalas Trunk Impairment Scale (TIS) y Berg Balance Scale (BBS). La TIS se utilizó para evaluar la capacidad de controlar los músculos del tronco. Esta escala se compone de 17 ítems: 3 de equilibrio estático; 10 de equilibrio dinámico; y 4 de habilidades de coordinación del paciente en sedestación [20]. El rango de puntuación de la TIS va de 0 a 23 puntos, en donde los puntos más altos indican una buena capacidad para controlar el tronco [21]. Esta escala se seleccionó debido a su fiabilidad, validez y

sensibilidad en la obtención de resultados [22]. La BBS por su parte es un instrumento de 14 ítems que permite evaluar el equilibrio en pacientes con ACV. Se compone por actividades estáticas y dinámicas de diferente dificultad, las cuales se valoran con una escala de 0 a 4 según la capacidad de realizar la actividad evaluada que, finalmente, se suman, obteniéndose una puntuación máxima de 56 puntos en condiciones normales. Esta escala se seleccionó debido a su validez, fiabilidad y consistencia interna [23]. Adicionalmente se realizó un seguimiento de presión arterial y frecuencia cardiaca en cada sesión de rehabilitación para detectar cualquier descompensación de los parámetros hemodinámicos en los pacientes.

Descripción del equipo

Los equipamientos utilizados en el estudio fueron un ordenador, una unidad de medida inercial con un adaptador para fijación al tronco del paciente y el software ENLAZA.

El ordenador utilizado fue un Laptop Hewlett-Packard ENVY DV6 de 15" con procesador AMD A8-4500M, un monitor LED IRT 32" conectado por HDMI para facilitar la visualización del paciente y un sistema de audio 5.1 para reproducir los sonidos del software. La unidad de medida inercial usada en el estudio fue un sensor Technaid-IMU, el cual tiene unas dimensiones de 27 mm x 35 mm x 13 mm y 27 gramos de peso. El dispositivo integra un acelerómetro, un magnetómetro y un giroscopio, lo cual permite conocer la orientación del cuerpo donde está ubicado con una sensibilidad de ± 2 Gauss (magnetómetro), $\pm 500^\circ/s$ (giroscopio) y $\pm 3g$ (acelerómetro), una resolución angular de $0,05^\circ$, un error estático menor que 1° y una precisión dinámica alrededor de 2° RMS. El sensor fue usado con un adaptador el cual consistió en un arnés de tronco a nivel del apéndice xifoideo del esternón, elaborado en la Unidad de Órtesis del Centro de Rehabilitación

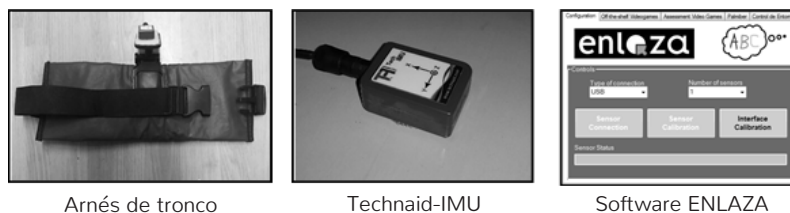


Figura I. Componentes de la interfaz humano-computadora inercial ENLAZA



Figura II. Ejercicios de Movilidad de Tronco con la Interfaz ENLAZA

“Club de Leones Cruz del Sur”, el cual permitió la captura tridimensional de movimientos del tronco del paciente. Finalmente, el software utilizado fue el programa ENLAZA, el cual se diseñó para facilitar el acceso al computador en personas con discapacidad motriz y consiste en una aplicación que integra y almacena la información proveniente del sensor Technaid-IMU y la utiliza para ejecutar movimientos del cursor en el sistema operativo, proporcionando al usuario la posibilidad de controlar el ordenador con el movimiento de su propio cuerpo [19]. La figura I muestra los principales equipos utilizados durante el estudio.

El programa ENLAZA contiene un menú de configuración para la conexión y calibración del sensor Technaid-IMU y una interfaz visual. Además, ofrece al usuario 5 posibles actividades de entrenamiento basadas en videojuegos que incentivan el movimiento del cursor hacia un objetivo mostrado en pantalla, permitiendo de este modo entrenar la movilidad, precisión y coordinación del segmento corporal donde se ha adosado el sensor Technaid-IMU.

Descripción de la tarea

Cada sesión de rehabilitación del tronco con la interfaz humano-computadora inercial consistió en: (1) Posicionamiento del paciente en posición

sentado; (2) Colocación del arnés de tronco y el sensor Technaid-IMU; (3) Conexión del sensor al ordenador; (4) Inicio del software ENLAZA; (5) Calibración del Tehcnaid-IMU; (6) Demostración de los ejercicios al paciente; (7) Ejecución de ejercicios de tronco en flexión, extensión, inclinaciones laterales y rotación, asistido mediante el software con retroalimentación visual en vivo en monitor LED (Figura II). Los ejercicios se organizaron en fases de 6 minutos de trabajo y 90 segundos de descanso consecutivamente; (8) Desinstalación del dispositivo y finalización de la sesión.

RESULTADOS

Al finalizar la intervención se revisaron los resultados de las escalas TIS y BBS para describir el desempeño de los pacientes posterior al uso de la Interfaz ENLAZA. La tabla I muestra las puntuaciones obtenidas en ambos instrumentos de medición en los pacientes con ACV. Se encontró un incremento en la ponderación de la escala TIS en los dos sujetos del estudio, donde el SUJETO N°1 presentó un aumento desde 17 a 18 puntos, demostrando cambios en la categoría “equilibrio dinámico”, mientras que el SUJETO N°2 presentó un aumento desde 19 a 21 puntos, demostrando

	Pre- intervención		Post-Intervención	
	BBS	TIS	BBS	TIS
Paciente A	48	17	48	18
Paciente B	50	19	50	21

Tabla I. Resultados escalas de evaluación pre y post intervention.

cambios en las categorías de “equilibrio dinámico” y “coordinación”. Respecto a la ponderación de la BBS, no se encontraron variaciones en los resultados pre y post ENLAZA, alcanzando un total de 48 puntos en el SUJETO N°1 y un total de 50 puntos en el SUJETO N°2. No se presentaron eventos negativos relacionados a la presión arterial y frecuencia cardiaca durante las sesiones.

DISCUSIÓN

Los resultados preliminares del programa de rehabilitación del tronco con la interfaz humano-computadora inercial ENLAZA demostraron un efecto positivo en las tareas de control selectivo de los músculos del tronco evidenciado por la escala TIS en los sujetos del estudio.

Estos resultados concuerdan con estudios similares relacionados. Verheyden et al. demostraron la existencia de mejoras en el control de tronco posterior a un programa de trabajo con ejercicios específicos adicionales a la rehabilitación regular en el ACV subagudo [24]. Estudios realizados por Mudie et al. encontraron que el entrenamiento propioceptivo y cinestésico del tronco podría mejorar la simetría en sedestación de estos pacientes [25]. Otros estudios que incluyeron el desarrollo de un entrenamiento de tronco con retroalimentación visual demostraron mejoras en la simetría postural posterior al ACV [26-28]. Por lo tanto, los resultados encontrados en nuestro estudio sugieren la utilidad de la interfaz ENLAZA en la rehabilitación del paciente con ACV. Estos resultados pueden explicarse debido

a que el programa de ejercicios incluyó el desarrollo de actividades de control selectivo de tronco asistido por una retroalimentación en pantalla, permitiendo al sujeto experimentar diferentes posiciones y movimientos de manera sistemática, contribuyendo, por lo tanto, a mejorar el control motor.

Referente a la escala de balance de Berg, nuestro estudio no encontró cambios después del entrenamiento. Este resultado puede estar fundamentado en las teorías de aprendizaje motor, las cuales sugieren que el entrenamiento del movimiento debe ser específico para la tarea que la persona va a realizar; por lo tanto, para lograr incrementos en las puntuaciones de la BBS se deberían realizar actividades funcionales relacionadas al uso de extremidades superiores e inferiores, alcances, transferencias posturales y ejercicios de balance, las cuales son objeto de evaluación en la escala. En relación a esto, los expertos en neuro-rehabilitación consideran el tronco como el punto clave central del cuerpo, postulando que el control del movimiento proximal precede al control de regiones distales del cuerpo y, por lo tanto, un mayor control proximal se evidencia en mejoras en el balance y movilidad funcional [29].

Es importante destacar que los sujetos con ACV en fase subaguda tienen potencial de recuperación espontánea, mientras que los participantes de nuestro estudio tenían muy poco espacio para la recuperación espontánea, dado el tiempo transcurrido desde su episodio vascular. Por lo tanto, es posible inferir que las mejoras del control del tronco fueron consecuencia del programa

de rehabilitación aplicado.

Finalmente, es importante recalcar que nuestro estudio tuvo un número limitado de participantes reclutados, en una única localización geográfica y no se estableció un grupo control. Sin un grupo control no es posible afirmar totalmente que las ganancias fueron un efecto de nuestro programa de entrenamiento. Sin embargo, a pesar de que las mejoras en el control de tronco podrían ser atribuibles a otras causas diferentes a la intervención experimental, estudios anteriores mostraron que la inclusión de programas de entrenamiento basado en tecnologías tales como la realidad virtual a modo de complemento a los programas convencionales de terapia física promueve mayores mejoras que el programa convencional por sí solo [30].

CONCLUSIONES

La interfaz humano-computadora inercial ENLAZA promete ser una herramienta útil para la rehabilitación del control de tronco en pacientes con ACV, facilitando el desarrollo de ejercicios de movilidad selectiva con retroalimentación visual mediante el software y la unidad de medida inercial. El software permite acceder de manera alternativa y adaptada al computador presentando avances importantes en la interacción humano-computadora para el ACV, con posibles aplicaciones en otras patologías neurológicas del adulto. Es necesario continuar la investigación en tecnologías aplicadas a la rehabilitación evidenciando su utilidad mediante la aplicación de mediciones objetivas. Futuros estudios con un mayor número de participantes deberían evaluar los efectos a largo plazo de la rehabilitación con elementos tecnológicos tales como ENLAZA con el objetivo de demostrar su utilidad como complemento para la rehabilitación convencional en pacientes con ACV.

AGRADECIMIENTOS

El autor del presente artículo de investigación manifiesta sus agradecimientos a la Corporación de Rehabilitación "Club de Leones Cruz del Sur" de Chile por el apoyo y equipamientos proporcionados para la ejecución del estudio, y también a los docentes del curso "Bases de la Investigación Científica" de la Universidad Miguel Hernández de Elche en España, por la orientación en el proceso y metodología de la investigación recibida en el año académico.

REFERENCIAS

- [1] J. Alvarez, J. Martí-Vilalta, E. Martonez, J. Matias-Guiu, and J. Castillo, *Manual de Enfermedades Vasculares Cerebrales*. Barcelona: Prous, 1995, pp. 26-32.
- [2] M. Karatas, N. Cetin, M. Bayramoglu, and A. Dilek, "Trunk Muscle Strength in Relation to Balance and Functional Disability in Unihemispheric Stroke Patients," *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 83, pp. 81-87, Feb 2004.
- [3] P. Davis, "Problems Associated with the Loss of Selective Trunk Activity in Hemiplegia," in *Right in the Middle. Selective Trunk Activity in the Treatment of Adult Hemiplegia*. New York: Springer, 1990, pp. 31-65.
- [4] G. Verheyden, L. Vereeck, S. Truijen, M. Troch, M. Troch, I. Herregodts, C. Lafosse, A. Nieuwboer, and W. De Weerdt, "Trunk Performance after Stroke and Relationship with Balance, Gait and Functional Ability," *Clinical Rehabilitation*, vol. 20, pp. 451-458, May 2006.
- [5] T. Fujiwara, S. Sonoda, Y. Okajima, and N. Chino, "The Relationships between Trunk Function and the Findings of Transcranial Magnetic Stimulation among Patients with Stroke,"

- Journal of Rehabilitation Medicine*, vol. 33, pp. 249-255, Nov 2001.
- [6] S. Tanaka, K. Hachisuka, and H. Ogata, "Muscle Strength of the Trunk Flexion-Extension in Post-Stroke Hemiplegic Patients," *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 77, pp. 288-290, June 1998.
- [7] S. Messier, D. Bourbonnais, J. Desrosiers, and Y. Roy, "Dynamic Analysis of Trunk Flexion after Stroke," *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 85, pp. 1619-24, Oct 2004.
- [8] S. Lamb, L. Ferrucci, S. Volapto, L. Fried, and J. Guralnik, "Women's Health and Aging Study. Risk factors for falling in home-dwelling older women with stroke: The Women's Health and Aging Study," *Stroke*, vol. 34, pp. 494-501, Feb 2003.
- [9] J. Harris, J. Eng, D. Marigold, C. Tokuno, and C. Louis, "Relationship of balance and mobility to fall incidence in people with chronic stroke," *Physical Therapy*, vol. 85, pp. 150-58, Feb 2005.
- [10] B. Belgen, M. Beninato, P. Sullivan, and K. Narielwalla, "The association of balance capacity and falls self-efficacy with history of falling in community-dwelling people with chronic stroke," *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 87, pp. 554-61, March 2006.
- [11] I. Chen, P. Cheng, A. Hu, M. Liaw, L. Chen, W. Hong, and M. Wong, "Balance evaluation in hemiplegic stroke patients," *Chan Gung Medical Journal*, vol. 23, pp. 339-47, June 2000.
- [12] F. Franchignoni, L. Tesio, C. Ricupero, and M. Martino, "Trunk control test as an early predictor of stroke rehabilitation outcome," *Stroke*, vol. 28, pp. 1382-5, July 1997.
- [13] E. Duarte, E. Marco, and J. Muniesa, "Trunk control test as a functional predictor in stroke patients," *J Rehabil Med.*, vol. 34, pp. 267-272, Nov 2002.
- [14] C. Hsieh, C. Sheu, I. Hsueh, and C. Wang, "Trunk control as an early predictor of comprehensive activities of daily living function in stroke patients," *Stroke*, vol. 33, pp. 2626-30, Nov 2002.
- [15] E. Dursun, N. Hamamci, S. Dönmez, O. Tünzünalp, and A. Cakci, "Angular biofeedback device for sitting balance of stroke patients," *Stroke*, vol. 27, pp. 1354-7, Ago 1996.
- [16] C. Dean and R. Shepherd, "Task-related training improves performance of seated reaching tasks after stroke: a randomised controlled trial," *Stroke*, vol. 28, pp. 722-8, April 1997.
- [17] C. Dean, E. Channon, and J. Hall, "Sitting training early after stroke improves sitting ability and quality and carries over to standing up but not to walking: a randomized trial," *Australian Journal of Physiotherapy*, vol. 53, pp. 97-102, Oct 2007.
- [18] M. Folstein, S. Folstein, and P. McHugh, "Mini-mental state. A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician," *Journal of Psychiatric Research*, vol. 12, pp. 189-198, Nov 1975.
- [19] R. Raya, E. Rocon, J. Gallego, R. Ceres, and J. Pons, "A Robust Kalman Algorithm to Facilitate Human-Computer Interaction for People with Cerebral Palsy Using a New Interface Based on Inertial Sensors," *Sensors*, vol. 12, pp. 3049-67, March 2012.
- [20] G. Verheyden, A. Nieuwboer, H. Feys, V. Thijs, K. Vaes, and W. De Weerd, "Discriminant Ability of the Trunk Impairment Scale: A Comparison between Stroke Patients and Healthy Individuals," *Disability and Rehabilitation*, vol. 27, pp. 1023-8, Sep 2005.
- [21] S. Yu and S. Park, "The effects of core stability strength exercise on muscle activity and trunk impairment scale in stroke patients," *Journal of Exercise Rehabilitation*, vol. 9, pp. 362-7, June 2013.
- [22] G. Verheyden, A. Nieuwboer, J. Mertin, R.

- Preger, C. Kiekens, and W. De Weerd, "The Trunk Impairment Scale: A New Tool to Measure Motor Impairment of the Trunk after Stroke," *Clinical Rehabilitation*, vol. 18, pp. 326-34, May 2004.
- [23] L. Blum and N. Bitensky, "Usefulness of Berg Balance Scale in Stroke Rehabilitation. A Systematic Review," *Physical Therapy*, vol. 88, pp. 559-566, May 2008.
- [24] G. Verheyden, L. Vereeck, S. Truijen, M. Troch, C. Lafosse, W. Saeys, A. Pallinckx, and W. De Weerd, "Additional Exercises Improve Trunk Performance after Stroke: A Pilot Randomized Controlled Trial," *Neurorehabilitation and Neural Repair*, vol. 23, pp. 281-6, March 2008.
- [25] M. Mudie, U. Winzeler-Mercy, S. Radwan, and L. Lee, "Training Symmetry of Weight Distribution after Stroke: A Randomized Controlled Pilot Study Comparing Task-related Reach, Bobath and Feedback Training Approaches," *Clinical Rehabilitation*, vol. 16, pp. 582-592, Sep 2002.
- [26] A. Shumway-Cook, D. Anson and S. Haller, "Postural sway biofeedback: its effect on re-establishing stance stability in hemiplegic patients," *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 69, pp. 395-400, June 1988.
- [27] C. Sackley and N. Lincoln, "Single blind randomized controlled trial of visual feedback after stroke: effects on stance symmetry and function," *Disability and Rehabilitation*, vol. 19, pp. 536-46, Dec 1997.
- [28] C. Winstein, E. Gardner, D. McNeal, P. Barto, and D. Nicholson, "Standing balance training: effect on balance and locomotion in hemiparetic adults," *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, vol. 70, pp. 755-62, Oct 1989.
- [29] C. Dean and R. Shepherd, "Task Related Training Improves Performance of Seated Reaching Tasks after Stroke," *Stroke*, vol. 28, pp. 722-728, April 1997.
- [30] R. Lloréns, J. Gil-Gómez, M. Alcañiz, C. Colomer, and E. Noé, "Improvement in balance using a virtual reality-based stepping exercise: a randomized controlled trial involving individuals with chronic stroke," *Clinical Rehabilitation*, vol. 29, pp. 261-8, July 2014.