Rev Col Med Fis Rehab. 2024;34(1):e421 - Enero - Junio de 2024 - http://revistacmfr.org
http://doi.org/10.28957/rcmfr.421

Reporte de caso

Evaluación de la marcha mediante dispositivos portátiles en un paciente con daño cerebral adquirido

Assessment of gait using portable devices in patients with acquired brain damage

Öznur Buran Sevik[1], Carlos González Alted[2], María Pilar Casado Romo[3], Andrés Martínez Herraiz[4]

[1] Médico residente. Servicio de Medicina Física y Rehabilitación, Hospital Universitario Donostia, San Sebastián, País Vasco, España.
[2] Especialista en Medicina Física y Rehabilitación. Director médico en el CEADAC Centro de Referencia Estatal de Atención Al Daño Cerebral, Madrid, España.
[3] Especialista en Medicina Física y Rehabilitación. CEADAC Centro de Referencia Estatal de Atención Al Daño Cerebral, Madrid, España.
[4] Médico residente. Servicio de Medicina Física y Rehabilitación, Hospital Clínico Universitario San Carlos, Madrid, España.

Resumen

Introducción. Los accidentes cerebrovasculares, también llamados ictus, son la segunda causa de muerte a nivel global y la primera de discapacidad adquirida. Dada la elevada incidencia de los ictus y la dependencia derivada de estos eventos, uno de los principales objetivos de su tratamiento es el reentrenamiento de la marcha, el cual busca recuperar la autonomía del paciente de cara a recobrar la funcionalidad en las actividades de la vida diaria y la inclusión social.
Presentación del caso. Hombre de 46 años con diagnóstico de ictus hemorrágico hipertensivo en ganglios basales izquierdos con secuela motora de hemiparesia derecha. Se analizó la marcha de manera objetiva mediante dispositivos portátiles y se planteó el tratamiento rehabilitador específico oportuno en el paciente, quien había sufrido daño cerebral adquirido. Como sistemas de valoración se empleó la aplicación para teléfonos inteligentes Balanced Gait Test, y una electromiografía de superficie para registrar la actividad muscular durante la marcha. Al alta del tratamiento el paciente presentó un importante incremento de su capacidad funcional de la marcha, sin requerir productos de apoyo y con una velocidad que le permitía el desplazamiento en la comunidad sin limitaciones.
Conclusiones. La incorporación de nuevas tecnologías al estudio de la marcha mediante dispositivos portátiles fáciles de aplicar en la práctica clínica permite hacer una evaluación precisa y objetiva de los resultados del tratamiento rehabilitador en pacientes con daño cerebral adquirido tras un accidente cerebrovascular.
Palabras clave. Ictus, trastornos neurológicos de la marcha, Informes de casos, aplicaciones móviles.

Abstract

Introduction. Cerebrovascular accidents, also called strokes, are the second leading cause of death and the leading cause of acquired disability worldwide. Given the high incidence of strokes and the dependency derived from these events, one of the main objectives of their treatment is gait retraining, which seeks to recover the autonomy of the patient in order to regain functionality in activities of daily living as well as social inclusion.
Case presentation. A 46-year-old man with a diagnosis of hypertensive hemorrhagic stroke in the left basal ganglia with motor sequelae of right hemiparesis. Gait was objectively analyzed using portable devices and the appropriate specific

Citación: Buran Sevik O, González Alted C, Casado Romo MP, Martínez Herraiz M. Evaluación de la marcha mediante dispositivos portátiles en un paciente con daño cerebral adquirido. Rev Col Med Fis Rehab. 2024;34(1), e421. http://doi.org/10.28957/rcmfr.421

Correspondencia. Öznur Buran Sevik. Correo electrónico: buranoznur@gmail.com.
Recibido. 11.01.24. **Aceptado.** 08-04.24. **Publicado**: 25.05.24.
ISSN impreso. 0121-0041. **ISSN electrónico.** 2256-5655.

rehabilitation treatment was proposed for the patient, who had suffered acquired brain damage. As assessment systems, the Balanced Gait Test App for smartphones and a surface electromyography were used to record muscle activity during gait. Upon discharge from treatment, the patient presented a significand increase in his functional gait ability, without requiring supportive aids and with a speed which allowed him to move around the community without limitations.
Conclusions. The incorporation of new technologies to the study of gait through portable devices that are easy to apply in clinical practice allows for an accurate and objective evaluation of the outcomes of rehabilitation treatment in patients with brain damage acquired after a stroke.
Keywords. Stroke, neurological gait disorders, case reports, mobile applications.

Introducción

A nivel mundial, cada año cerca de 15 millones de personas sufren un accidente cerebrovascular (también conocido como ictus), con una tasa de mortalidad que varía en torno al 30% en el primer año y una secuela de discapacidad grave en dos tercios de los sobrevivientes[1]. Dada la elevada incidencia de los ictus y la dependencia derivada de estos eventos, uno de los principales objetivos de su tratamiento es el reentrenamiento de la marcha, el cual tiene como fin recuperar la autonomía del paciente de cara a recobrar la funcionalidad en las actividades de la vida diaria y la inclusión social[2]. Sin embargo, entre el 30% y el 40% de los sobrevivientes de un accidente cerebrovascular terminan con una capacidad para caminar limitada o nula, incluso después de la rehabilitación[3].

La manifestación más característica de un ictus moderado es la asimetría de la marcha, la cual se manifiesta con una mayor duración de la fase de apoyo en la extremidad no parética[4]. En consecuencia, existe una necesidad continua de mejorar la eficacia de la rehabilitación de la marcha para los sobrevivientes de accidentes cerebrovasculares[5].

De este modo, dado que la afectación de la marcha es uno de los síntomas que más afecta la calidad de vida de las personas tras un ictus, es necesario identificar de forma objetiva los componentes funcionales que están alterados para tratar de centrar las intervenciones en la restauración de los puntos críticos que podrían llevar a una mejora del patrón de marcha y, de esta forma, dotar a los pacientes de una mayor independencia y una mejor calidad de vida[6].

Existen distintas valoraciones de la marcha, algunas observacionales y otras instrumentales. Las observacionales mediante escalas sirven para detectar cambios significativos; sin embargo, no son sensibles si los cambios son pequeños o muy específicos[7]. Además, estas evaluaciones observacionales suelen ser subjetivas y, por lo tanto, pueden sufrir fácilmente de sesgos por parte del evaluador.

El objetivo de este estudio fue analizar la marcha en un paciente con daño cerebral adquirido; este análisis se hizo mediante dispositivos portátiles fáciles de usar y con bajo costo económico. Se describe la evolución del paciente tras el tratamiento rehabilitador.

Presentación del caso

Antecedentes del paciente

Hombre de 46 años, previamente autónomo e independiente, con antecedente de hipertensión, obesidad y dislipemia, quien presentó ictus hemorrágico hipertensivo en ganglios basales izquierdos.

Signos clínicos y diagnóstico

Durante la valoración inicial, en el examen físico se evidenció paresia de la extremidad inferior derecha y plejia del miembro superior derecho. El paciente alcanzó un puntaje de 3 sobre 5 en la escala de Rankin modificada, y de 55 sobre 100 puntos en el índice de Barthel[8,9]. En la valoración observacional se apreciaba una marcha lenta y cautelosa con pasos alternos, asimetría en el control

Rev Col Med Fis Rehab 2024;34(1): e421 - Enero - Junio de 2024 http://revistacmfr.org
http://doi.org/10.28957/rcmfr.421

de flexo-extensión de cadera y rodilla derecha, y aumento de base de sustentación y giro amplio. Además, empleaba un bastón de cuatro puntos para distancias cortas alternando con silla de ruedas para distancias largas.

Estudio de la marcha

Una vez iniciada la rehabilitación, y cuando la evolución clínica del paciente lo permitió, se realizó un estudio de la marcha mediante dispositivos portátiles que incluyó medición cronometrada de la velocidad de la marcha máxima y autoseleccionada en 10 metros, registrándose valores superiores a 0,8 en ambos casos, que corresponden a "deambulador en la comunidad sin limitaciones".

En el Balanced Gait Test (BGait) el paciente obtuvo un valor de 31,75% de estabilidad dinámica y un valor de 36% del impulso de balanceo. Tanto el valor de la estabilidad dinámica (que es una medida de la calidad de la marcha que agrega en un solo resultado todas las simetrías y homogeneidades obtenidas en la prueba) como el valor del impulso de balanceo (que representa el impulso de propulsión generado en el miembro inferior afectado en la fase final del apoyo) presentaron un nivel de simetría bajo. De esta forma, la forma de caminar analizada se consideró bastante desequilibrada.

El BGait es una aplicación para teléfonos inteligentes (Figura 1) que analiza las aceleraciones que se producen al caminar y calcula su valor medio durante las fases del ciclo de la marcha, comparando el movimiento de una pierna respecto de la contraria (simetría de la marcha) y un paso con el siguiente (homogeneidad de la marcha). Estos parámetros permiten al evaluador diferenciar marchas desequilibradas (menos homogéneas y simétricas) de marchas equilibradas. Esta es una aplicación que está especialmente indicada para realizar el seguimiento del estado de la marcha durante procesos de rehabilitación.

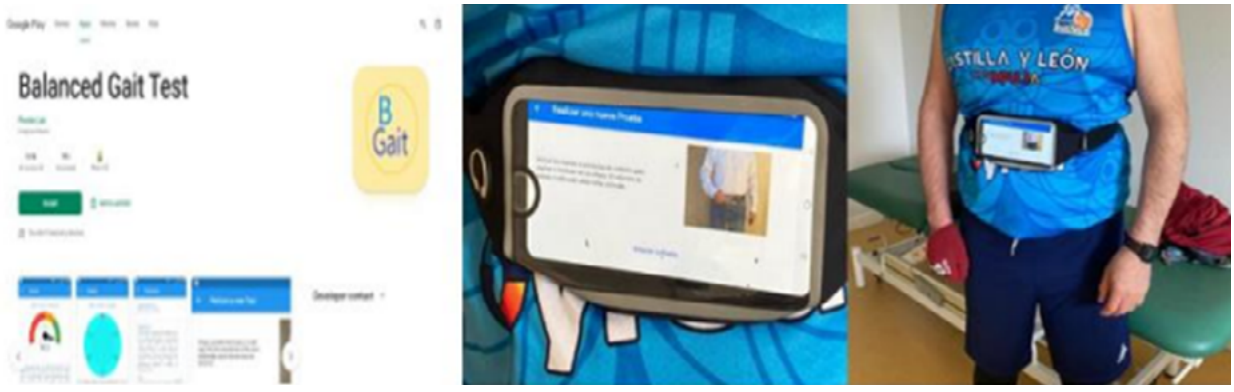

Figura 1. Funcionamiento de la aplicación Balanced Gait Test en un teléfono inteligente y colocación de este en la cintura del paciente.
Fuente: imágenes obtenidas durante la realización del estudio.

En el estudio realizado con electromiografía de superficie (sistema Delsys) se registró la amplitud de señal de los músculos gemelo externo y tibial anterior derecho e izquierdo, destacándose un importante déficit de contracción en el gemelo afectado en la fase de despegue y, en menor grado, en el tibial anterior en el balanceo. Las ratios de cocontracción estuvieron especialmente elevados en el contacto inicial y el balanceo. La duración de las fases de la marcha en el miembro inferior afectado se encontraron dentro de los rangos de referencia.

Al interpretar de manera conjunta los resultados de los tres tipos de mediciones realizadas mediante el teléfono inteligente, las conclusiones del estudio de marcha fueron las siguientes:

- Respecto al registro electromiográfico, la principal alteración en el ciclo de marcha fue la falta de activación del músculo gemelo afectado en la fase de impulso y, en menor grado, del músculo tibial anterior durante el balanceo.

- El bajo nivel de simetría obtenido en el impulso del balanceo se puede correlacionar con el déficit de activación del músculo gemelo.
- El resultado global en la aplicación Bgait permite establecer un nivel bajo en la simetría de la marcha.
- La flexión de cadera durante la fase de balanceo es superior en el miembro inferior afectado en comparación con el sano.

Considerando de manera conjunta el nivel bajo de simetría de la marcha y del impulso de balanceo, la muy baja activación de los flexores plantares y la elevada flexión de cadera en el balanceo, se concluye que el déficit de propulsión derivado de la falta de activación del gemelo posiblemente era compensado a expensas del miembro inferior contralateral y, en menor grado, de los flexores de cadera del miembro inferior afectado. Este sería el mecanismo que le permitía al paciente alcanzar una velocidad mayor de la marcha en la comunidad, aunque a expensas de un mayor consumo energético.

Las mediciones se repitieron una vez finalizado el proceso rehabilitador.

Tratamiento

Tras la valoración inicial se pautó el tratamiento rehabilitador por objetivos: se incluyeron estiramientos de la musculatura lumbopélvica, de caderas y miembros inferiores; ejercicios de control y reducción del tono del hemicuerpo afectado; reeducación y ajustes posturales en bipedestación; incremento progresivo de la tolerancia a la bipedestación; mejoría de la transferencia de carga y el apoyo sobre el miembro inferior derecho; traslados del centro de gravedad e incremento de los límites de estabilidad en bipedestación; fortalecimiento de la musculatura de la cintura pélvica y el core; mejora de la función de flexores y extensores de cadera y rodilla, y entrenamiento progresivo de la marcha.

Dada la mejoría progresiva apreciada durante la evolución del paciente, y con base en los hallazgos obtenidos mediante los dispositivos portátiles referidos, posteriormente se prescribió tratamiento específico para mejorar el patrón de marcha con el objetivo de reeducar el miembro afectado, para lo cual se intentó mejorar la propulsión durante la fase del impulso mediante electroestimulación funcional (Figura 2).

El dispositivo de neurorrehabilitación de la marcha Fesia Walk se puede utilizar con programación específica para activar la flexión plantar en la fase del impulso. Se descartaron otras terapias rehabilitadoras como ortesis y toxina botulínica.



Figura 2. Entrenamiento con el dispositivo de neurorrehabilitación de la marcha Fesia Walk en cinta rodante.
Fuente: imágenes obtenidas durante la realización del estudio.

Rev Col Med Fis Rehab 2024;34(1): e421 - Enero - Junio de 2024 http://revistacmfr.org
http://doi.org/10.28957/rcmfr.421

Resultados

Funcionalmente, el paciente tuvo un importante incremento de la capacidad de la marcha sin requerir productos de apoyo, llegando a una velocidad comunitaria sin limitaciones. En cuanto a las actividades diarias, registró una mejoría de 40 puntos (pasó de 55 puntos en la evaluación inicial a 95 puntos en la segunda evaluación) según el índice de Barthel. Por último, con respecto a la percepción subjetiva del equilibrio, la cual fue valorada en 16 ítems según la escala de confianza del equilibrio (ABS: The activities-specific balance confidence scale), puntuó una mejoría del 60%, por lo cual el paciente al final del tratamiento se sentía más seguro a la hora de realizar actividades del día a día.

Discusión

La alteración de la marcha en los pacientes con daño cerebral adquirido es uno de los factores determinantes del grado de discapacidad y de afectación de la calidad de vida2. Por lo tanto, su recuperación significa una mejoría en la funcionalidad que le da más autonomía al paciente. En este sentido, la valoración correcta de este aspecto es crucial durante el proceso rehabilitador.

Existen varios métodos de evaluación de la marcha, los cuales pueden llevarse a cabo a través de análisis cualitativos o cuantitativos. El análisis cuantitativo de la marcha facilita la comprensión de los mecanismos subyacentes de sus alteraciones y, además, define la evolución en el tiempo y controla de manera más objetiva los tratamientos y sus resultados con una mirada funcional, determinando así mejores resultados y optimizando los recursos[7].

La implementación de laboratorios instrumentales para la evaluación del equilibrio y de la marcha es la opción más adecuada para, de un modo más objetivo, tomar decisiones clínicas y evaluar el resultado de las intervenciones terapéuticas en pacientes que sufren accidentes cerebrovasculares[8]. Sin embargo, estos laboratorios pueden presentar varios inconvenientes, como el elevado costo de los equipos, la necesidad de personal entrenado en la técnica utilizada y la escasa normalización de los datos.

En cuanto al uso de las nuevas tecnologías, Aroojis *et al.*[10], en un estudio piloto realizado en 30 niños con parálisis cerebral espástica atendidos ambulatoriamente en el departamento de ortopedia pediátrica de un hospital infantil de tercer nivel de atención de India, utilizaron un teléfono inteligente con cámara de alta resolución y una aplicación de análisis del movimiento y encontraron que el método evaluado es simple y confiable. Esto es de gran relevancia ya que permite reducir el costo elevado que significa el uso de los laboratorios instrumentales.

Conclusión

Realizar el estudio de la marcha mediante dispositivos portátiles con incorporación de nuevas tecnologías de fácil aplicación permite una evaluación efectiva y a bajo costo en pacientes con daño cerebral adquirido luego de un accidente cerebrovascular. Además, aumenta la seguridad del proceso rehabilitador tras confirmar los déficits gracias a las mediciones objetivas.

Perspectiva del paciente

La percepción del paciente respecto al proceso del diagnóstico, la evaluación objetiva y el tratamiento indicado fue positiva. Además, destacó la seguridad y la satisfacción que le generó la evaluación médica a través de aplicaciones e instrumentos objetivos tras ver la mejoría en los resultados numéricos.

Consideraciones éticas

Para la elaboración del presente reporte de caso, los autores obtuvieron el consentimiento informado del paciente.

Contribución de los autores

Öznur Buran Sevik estuvo a cargo de la concepción del estudio, la recolección de los datos, la redacción del manuscrito, la revisión de la

literatura, la asesoría metodológica y la aprobación final del manuscrito.

Carlos González Alted estuvo a cargo de la concepción del estudio, la recolección de los datos, la redacción del manuscrito, la asesoría metodológica y la aprobación final del manuscrito.

María Pilar Casado Romo estuvo a cargo de la concepción del estudio, la recolección de los datos y la revisión y aprobación final del manuscrito.

Andrés Martínez Herraiz estuvo a cargo de la concepción del estudio, la recolección de los datos y la revisión aprobación final del manuscrito.

Conflicto de intereses

Ninguno declarado por los autores.

Financiación

Ninguna declarada por los autores.

Agradecimientos

Ninguna declarada por los autores.

Referencias

1. Tejada-Meza H, Artal-Roy J, Pérez-Lázaro C, Bestué-Cardiel M, Alberti-González O, Tejero-Juste C, *et al*. Epidemiología y características del ictus isquémico en el adulto joven en Aragón. Neurología. 2022;37(6):434-40. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.nrl.2019.05.008.

2. Nagayama H, Tomori K, Ohno K, Takahashi K, Nagatani R, Izumi R, *et al*. Cost effectiveness of the occupation-based approach for subacute stroke patients: Result of a randomized controlled trial. Top Stroke Rehabil. 2017;24(5):337-44. Disponible en: https://doi.org/10.1080/10749357.2017.1289686.

3. Louie DR, Eng JJ. Powered robotic exoskeletons in post-stroke rehabilitation of gait: a scoping review. J Neuroeng Rehabil. 2016;13(1):53. Disponible en: Disponible en: https://doi.org/10.1186/s12984-016-0162-5.

4. Louie DR, Mortenson WB, Durocher M, Teasell R, Yao J, Eng JJ. Exoskeleton for post-stroke recovery of ambulation (ExStRA): study protocol for a mixed-methods study investigating the efficacy and acceptance of an exoskeleton-based physical therapy program during stroke inpatient rehabilitation. BMC Neurol. 2020;20(1):35. Disponible en https://doi.org/10.1186/s12883-020-1617-7.

5. Jonsdottir J, Ferrarin M. Gait disorders in persons after stroke. En: Müller B, Wolf S, editores. Handbook of human motion. Nueva York: Springer International Publishing; 2016. p. 1205-16. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-319-30808-1_61-1.

6. Milovanović I, Popović DB. Principal component analysis of gait kinematics data in acute and chronic stroke patients. Comput Math Methods Med. 2012;2012:649743. Disponible en: https://doi.org/10.1155/2012/649743.

7. Rémy-Nerris O, Tiffreau V, Bouilland S, Bussel B. Intrathecal baclofen in subjects with spastic hemiplegia: assessment of the antispastic effect during gait. Arch Phys Med Rehabil. 2003;84(5):643-50. Disponible en: https://doi.org/10.1016/s0003-9993(02)04906-7.

8. Fernández-Sanz A, Ruíz-Serrano J, Tejada-Meza H, Marta-Moreno J. Validation of the Spanish-language version of the simplified modified Rankin Scale telephone questionnaire. Neurologia (Engl Ed). 2022;37(4):271-6. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.nrleng.2019.03.019.

9. Collin C, Wade DT, Davies S, Horne V. The Barthel ADL Index: a reliability study. Int Disabil Stud. 1988;10(2):61-3. Disponible en: https://doi.org/10.3109/09638288809164103.

10. Aroojis A, Sagade B, Chand S. Usability and Reliability of the Edinburgh Visual Gait Score in Children with Spastic Cerebral Palsy Using Smartphone Slow-Motion Video Technology and a Motion Analysis Application: A Pilot Study. Indian J Orthop. 2021;55(4):931-8. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s43465-020-00332-y.