

# Control motor y alteraciones de la marcha en la enfermedad de Parkinson

Motor control and gait disturbances in Parkinson's disease



Jorge Gabriel **Maldonado Cornejo**  
Cynthia Natalia **Pilla Almeida**  
Carolina Elizabeth **Pérez Peñafiel**  
Diana Alexandra **Remache Arias**  
Monica Yamile **Pinzón Bernal**

MCT Volumen 17 #2 julio -diciembre

[nielstock](#)

Photo By/Foto:

**MCT** **Movimiento Científico**

ISSN-L: 2011-7191 | e-ISSN: 2463-2236

Publicación Semestral

Title: Motor control and gait disturbances in Parkinson's disease

Título: Control motor y alteraciones de la marcha en la enfermedad de Parkinson

Alt Title / Título alternativo:

[en]: Motor control and gait disturbances in Parkinson's disease

[es]: Control motor y alteraciones de la marcha en la enfermedad de Parkinson

Author (s) / Autor (es):

Maldonado Cornejo, Pilla Almeida, Pérez Peñafiel, Remache Arias & Pinzón Bernal

Keywords / Palabras Clave:

[en]: Parkinson's disease; postural balance; physical therapy modalities; gait disorders.

[es]: Enfermedad de Parkinson; equilibrio postural; modalidades de fisioterapia; trastornos de la marcha.

Submitted: 2023-10-24

Accepted: 2024-02-26

## Resumen

**Introducción:** La enfermedad de Parkinson (EP) es un trastorno neurodegenerativo asociado a muerte de las células productoras de dopamina del núcleo estriado, afecta al control motor, causando síntomas como rigidez muscular y temblores, así como alteraciones específicas en la marcha, como pasos arrastrados y reducción de la amplitud del balanceo de los brazos. Estas dificultades en la locomoción se agravan con la progresión de la enfermedad y aumentan el riesgo de caídas. **Objetivo:** Realizar una revisión de literatura relacionada con las alteraciones del control motor y la marcha en personas mayores de 65 años con EP y las distintas alternativas de tratamiento. **Metodología:** Revisión de la literatura basada en las recomendaciones de guías de revisiones sistemáticas para las revisiones de alcance. La búsqueda se realizó en bases de datos como Medline/pubmed y Physiotherapy Evidence Database PEDro, limitando la búsqueda a artículos en inglés publicados en los últimos cinco años. **Resultados:** Se identificaron 934 registros de los cuales se incluyeron 21 que cumplían con los criterios de elegibilidad que presentaban las principales alteraciones del control motor y la marcha agrupados en cambios en la postura, bradicinesia, debilidad muscular y una zancada más corta. **Conclusiones:** La EP produce alteraciones notables en el control motor y en la marcha de los pacientes. Estas alteraciones se caracterizan por dificultades en la iniciación y mantenimiento de movimientos, así como en la coordinación de la marcha, lo que resulta en pasos arrastrados, disminución en la amplitud del balanceo de los brazos y problemas con la postura. Estos cambios no solo limitan la movilidad y la independencia funcional, sino que también aumentan el riesgo de caídas y lesiones, impactando significativamente en la calidad de vida de los pacientes con esta enfermedad. Es crucial implementar intervenciones terapéuticas específicas y adaptadas en donde se involucren ambientes enriquecidos para abordar estas alteraciones y mejorar su calidad de vida.

## Abstract

**Introduction:** Parkinson's disease (PD) is a neurodegenerative disorder associated with the death of dopamine-producing cells in the striatum, which causes rigidity, is progressive, chronic and irreversible, with the presence of motor and non-motor symptoms. **Objective:** To carry out a literature review related to motor control and gait alterations in people over 65 years of age with PD and the different treatment alternatives. **Methodology:** Literature review based on systematic review guideline recommendations for scoping reviews. The search was performed in databases such as Medline/pubmed and the Physiotherapy Evidence Database PEDro, limiting the search to articles in English published in the last five years. **Results:** 934 records were identified, of which 21 were included that met the eligibility criteria that presented the main alterations of motor control and gait grouped into changes in posture, bradykinesia, muscle weakness and a shorter stride. **Conclusions:** Gait in PD is characterized by alterations in balance and postural control, presenting common signs such as reduced arm swing amplitude, stride length and dragging steps. It was identified that when performing cognitive training with dual tasks, double support time decreased, speed and stride length improved. Auditory and visual signals, in addition to enriched environments, are effective in the treatment focused on motor learning of gait

## Citar como:

Maldonado Cornejo, J. G., Pilla Almeida, C. N., Pérez Peñafiel, C. E., Remache Arias, D. A., & Pinzón Bernal, M. Y. (2022). Control motor y alteraciones de la marcha en la enfermedad de Parkinson. *Movimiento Científico*, 24 (1), 45-51. Obtenido de: <https://revmovimientocientifico.iberu.edu.co/article/view/2842>

Lic Jorge Gabriel **Maldonado Cornejo**, TF  
ORCID: [0000-0002-0508-7286](https://orcid.org/0000-0002-0508-7286)  
Source | Filiación:  
Universidad Central del Ecuador  
City | Ciudad:  
Ecuatoriano  
e-mail:  
[jgmaldonado@uce.edu.ec](mailto:jgmaldonado@uce.edu.ec)

Lic Cynthia Natalia **Pilla Almeida**, TF  
ORCID: [0009-0008-6468-5009](https://orcid.org/0009-0008-6468-5009)  
Source | Filiación:  
Handred Fisioterapia  
City | Ciudad:  
Ecuatoriana  
e-mail:  
[handredfisioterapia@gmail.com](mailto:handredfisioterapia@gmail.com)

Lic Carolina Elizabeth **Pérez Peñafiel**, TF  
Source | Filiación:  
Kine smart  
City | Ciudad:  
Ecuatoriana  
e-mail:  
[caroeli\\_18@hotmail.com](mailto:caroeli_18@hotmail.com)

Lic Diana Alexandra **Remache Arias**, TF  
Source | Filiación:  
Neutrafisio Centro de Fisioterapia  
City | Ciudad:  
Ecuatoriana  
e-mail:  
[neutrafisio@gmail.com](mailto:neutrafisio@gmail.com)

Monica Yamile **Pinzón Bernal**, Mgtr TF  
AutorID: [57197830641](https://orcid.org/57197830641)  
ORCID: [0000-0003-4678-2346](https://orcid.org/0000-0003-4678-2346)  
Source | Filiación:  
Universidad Autónoma de Manizales  
City | Ciudad:  
Colombiana  
e-mail:  
[myamile@autonoma.edu.co](mailto:myamile@autonoma.edu.co)

# Control motor y alteraciones de la marcha en la enfermedad de Parkinson

Motor control and gait disturbances in Parkinson's disease

Jorge Gabriel **Maldonado Cornejo**

Cynthia Natalia **Pilla Almeida**

Carolina Elizabeth **Pérez Peñafiel**

Diana Alexandra **Remache Arias**

Monica Yamile **Pinzón Bernal**

## Introducción

La enfermedad de Parkinson (EP) es un trastorno neurodegenerativo asociado a la muerte de las células productoras de dopamina en el núcleo estriado, provocando rigidez corporal, y por lo tanto dificultad para realizar movimientos, es de curso progresivo, crónico e irreversible, con presencia de síntomas motores y no motores (Brandín-De la Cruz et al., 2020; Molina & Carratalá, 2020). Su incidencia es del 0.13% a 1.6% en personas menores a 60 años, pero al aumentar la edad, el porcentaje también asciende hasta el 9% en personas de 80 a 84 años (Lei et al., 2019), se presenta en una relación de 2:1 de hombres a mujeres, pero en las mujeres se desarrolla de manera más rápida por lo que la tasa de mortalidad es mayor (Cerri et al., 2019).

Se denomina control motor al estudio de la causa y naturaleza del movimiento, asociado al control de la postura, equilibrio y movimiento, involucrando una serie de procesos cognitivos, sensoriales y motores, para lo cual es importante la interacción entre el individuo, la actividad y el ambiente (Shumway-Cook A y Woollacott M, 2016).

La presencia de síntomas asociados a un déficit de control motor se presenta ya sea en estático y dinámico, estos síntomas pueden ser: temblores de reposo, bradicinesia, inestabilidad postural y rigidez musculoesquelética; las cuales a su vez conducen a alteraciones de la marcha y del equilibrio, aumentando de esta manera el riesgo de caídas (Abou et al., 2021; Alcock et al., 2018). También se asocian síntomas no motores como el deterioro cognitivo, depresión, alteración del sueño, demencia, trastornos vestibulares, agudeza visual y problemas de comunicación (Lei et al., 2019).

El control motor en la EP está asociado a rigidez, entendiendo como tal la resistencia con la movilización pasiva de un miembro, temblor que típicamente es de reposo a una frecuencia de entre 4-6 Hz y, por último, alteración de la marcha y de los reflejos posturales (Aleman et al., 2022).

Algunas características del control motor relacionado a la marcha en la EP son específicas y empeoran durante el curso de la enfermedad, así, por ejemplo, reducción de la amplitud del balanceo de los brazos, longitud del paso reducido, pasos arrastrados, al realizar giros lo hacen en bloque, presentan problemas con la iniciación de la marcha, encontrándose su equilibrio y control postural reducido (Di Biase et al., 2020). La contracción muscular alterada, la rigidez y la inestabilidad postural contribuyen a reducir la propulsión de las extremidades hacia adelante, afectando negativamente los parámetros espaciotemporales de la marcha, entre estos la velocidad y la longitud del paso (Di Biase et al., 2020). La marcha alterada es el signo más común en este trastorno, debido a que es causante de varias limitaciones en el día a día, tomando en cuenta que esta función necesita un control adecuado del equilibrio y la activación rítmica de los músculos de todos los segmentos corporales (Giardini et al., 2018). Su deterioro lleva a dificultades en la realización de dos tareas simultáneamente como, por ejemplo, caminar y llevar un vaso con agua al mismo tiempo (Yang et al., 2019), pero en el caso de la EP deben centrar su atención en la ejecución de la marcha, de lo contrario la interferencia de la segunda tarea sería un factor para generar riesgo de caídas (Yang et al., 2019). Por lo tanto, presentan disminución en la estabilidad y equilibrio mientras más compleja es la tarea que se encuentran realizando, situación que empeora en adultos mayores con el diagnóstico, dado los aspectos multifactoriales relacionados con la edad como la debilidad muscular, deficiencias visuales, auditivas, lo que incrementa el riesgo de caídas (Marco-Ahulló et al., 2022; Swanson & Robinson, 2020).

La locomoción en pacientes con EP se mejora al enfocar el tratamiento al equilibrio dinámico, en el que se puede realizar ejercicios de equilibrio y utilizar la plataforma móvil, estos dos métodos permiten el incremento de la velocidad de la marcha de manera muy similar, sin embargo, el entrenamiento en la plataforma móvil mejora la coordinación cabeza-tronco-piernas (Giardini et al., 2018).

Dado lo anterior, en el panorama de las intervenciones no farmacológicas, el tratamiento de neurorehabilitación debe ser interdisciplinario abordando de forma integral los diferentes trastornos que presentan, ya que la EP conlleva una disminución de la independencia (Atterbury & Welman, 2017; Vargas Jaramillo & Barrios Vincos, 2019). El objetivo de este artículo es presentar una revisión de literatura relacionada con las alteraciones del control motor y de la marcha en personas mayores de 65 años con EP detallando a su vez las distintas alternativas de tratamiento.

La búsqueda se condujo en bases de datos electrónicas como Medline/pubmed y Physiotherapy Evidence Database PEDro limitando la búsqueda a registros publicados en los últimos 5 años y en idioma inglés o español, el enfoque de estas revisiones giró en torno a la descripción de las alteraciones del control motor y la marcha en personas mayores de 65 años con EP en cualquier fase de recuperación.

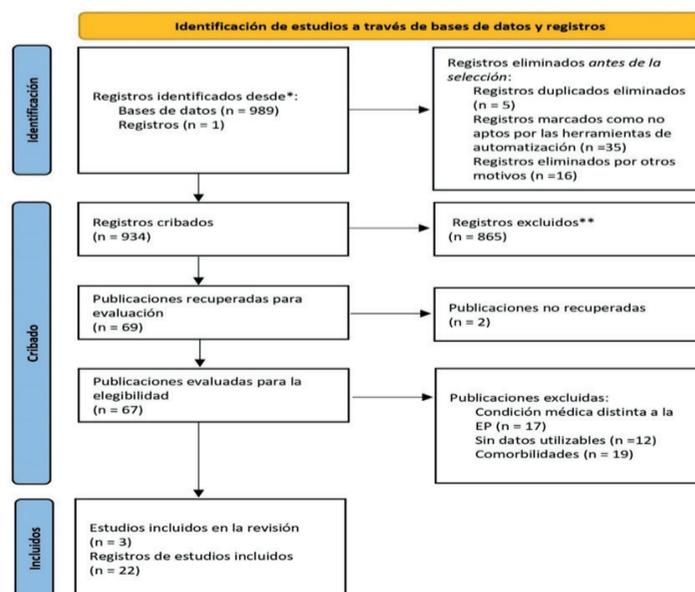
Los términos de búsqueda utilizados fueron “Gait Disorders, Neurologic”[Mesh] AND “Parkinson Disease”[Mesh], «(“Freezing Reaction, Cataleptic”[Mesh] AND “Parkinsonian Disorders”[Mesh])», «(“Parkinson Disease”[Mesh] AND “Virtual Reality Exposure Therapy”[Mesh])», «(“Postural Balance”[Mesh] AND “Gait Disorders, Neurologic”[Mesh] AND “Parkinson Disease”[Mesh])» y «(“Activities of Daily Living”[Mesh] AND “Parkinson Disease”[Mesh] AND “Physical Therapy Modalities”[Mesh])», utilizando términos Booleanos AND. El criterio de inclusión fue personas que presenten EP, y los criterios de exclusión fueron personas menores de 65 años y comparaciones con otras patologías, seleccionando artículos publicados en idioma inglés durante los últimos cinco años relacionados con estudios piloto, ensayos de control aleatorizado, revisiones sistemáticas, estudios de casos – controles, metaanálisis y estudios clínicos.

## Resultados

Inicialmente se identificaron 990 registros relacionados con la temática, individuos que presenten EP, de los cuales se examinaron 934 y se excluyeron 867 ya que la población de estudio era menor de 65 años y se correlacionaba con otras patologías. Posteriormente 67 fueron analizados en un proceso de cribado tamizados por título y resumen, finalmente 48 registros se excluyeron ya que los participantes presentaban una condición médica distinta de la EP o comorbilidades, y se incluyeron 3 registros identificados a través de las referencias de los estudios, eligiendo 22 artículos incluidos para el análisis de la información.

En la figura 1 se presentan los resultados de la revisión de literatura hallada de estudios publicados en el período de tiempo febrero 2017 a mayo de 2022 obtenidos de las bases de datos Pubmed, PEDro y OTSeeker siguiendo los parámetros de la Declaración PRISMA 2022 (Ver algoritmo del estudio)

Figura 1. Algoritmo de flujo de la selección de artículos



## Métodos

La metodología para esta revisión de la literatura se basó en la recolección y análisis de diferentes artículos. Dos autores realizaron cribado de artículos, extracción de datos y determinaron la presencia de información relacionada con las alteraciones del control motor y la marcha en personas con EP y las distintas alternativas de tratamiento. En caso de existir alguna discrepancia entre la selección de los registros para análisis de texto completo se consultó con un tercer autor.

## Discusión

Las personas con EP a lo largo de la progresión de la enfermedad experimentan un grado de inactividad, causado por problemas de estabilidad y de locomoción en consecuencia a la presencia de alteraciones en la integración sensorial, tono muscular y coordinación neuromuscular que ocasionan movilidad reducida y afectan directamente a la calidad de vida (Atterbury & Welman, 2017).

Las complicaciones a nivel motor generalmente son englobadas en términos de “inestabilidad postural o alteraciones de la marcha”; sin embargo, esta terminología no es muy acertada debido a que las alteraciones de la marcha, equilibrio y postura a menudo coexisten, pero no necesariamente tienen relación las unas con las otras; por ejemplo, varias personas con EP pueden presentar dificultad para caminar sin haber presentado deterioro del equilibrio; otras personas pueden presentar problemas posturales sin haber experimentado un deterioro en la marcha (Debû et al., 2018).

El abordaje médico, quirúrgico y fisioterapéutico, son las 3 estrategias clínicas principales para tratar problemas de control motor en personas con EP, varios ensayos han estudiado la eficacia de los dos primeros, obteniendo resultados con limitada evidencia, mientras que con las intervenciones adaptadas a la actividad física o fisioterapia se ha observado un gran potencial de recuperación, ya que esta reduce los síntomas motores, mejorando la fuerza muscular, el equilibrio, la velocidad de la marcha (Debû et al., 2018; Lei et al., 2019).

La marcha de los individuos sanos está controlada por procesos corticales y subcorticales. El control subcortical se caracteriza por ser rápido, automático, paralelo y poco flexible a factores de estrés; a su vez, el control cortical se caracteriza por ser lento, en serie y muy flexible a factores de estrés (Debû et al., 2018). Las personas con EP dependen del control cortical para controlar la marcha, como consecuencia a la interrupción de los procesos automáticos de los cuales se encargan las asas motoras de los núcleos de la base (Debû et al., 2018). En la alteración de la marcha de adultos mayores con EP se encuentran comprometidos los miembros superiores y los miembros inferiores; en los miembros superiores se produce disminución del braceo y en los miembros inferiores disminución de la longitud de paso, inadecuada flexión de cadera y rodillas, variabilidad del tiempo de paso, disminución de la velocidad, y bloqueos o dificultad para iniciar la marcha; además, también existe imposibilidad de mantener el ritmo al realizar un movimiento repetitivo (arritmocinesis) (Molina & Carratalá, 2020).

La EP es una enfermedad neurodegenerativa y en medida del avance de esta, la función del lóbulo frontal empieza a deteriorarse progresivamente, desencadenando alteraciones de la marcha, siendo el más grave el congelamiento de la marcha o FOG por sus siglas en inglés (freezing of gait) (Debû et al., 2018). El FOG se caracteriza por la ausencia continua o episódica de la progresión hacia delante de los pies, la persona siente que los pies permanecen pegados al suelo cuando tiene la intención de caminar, y es la principal causa de caídas; se provoca en mayor escala al momento de realizar actividades de marcha más complejas como realizar giros, especialmente al realizar giros completos o muy rápidos; pero también se presenta en un 23% al iniciar la marcha, en un 12% al caminar por lugares estrechos, y en un 9% al llegar a destinos; se contempla presencia de pasos asimétricos entre los dos miembros inferiores, causando un desplazamiento lateral temporal del centro de gravedad, produciendo inestabilidad corporal (Huang et al., 2021; Molina & Carratalá, 2020). El FOG dura pocos segundos y rara vez en

episodios transitorios puede llegar o exceder los 30s, incluso hay ocasiones en las que la persona no puede dar ni un paso por algunos minutos, además se acompaña de rodillas temblorosas mientras que en otros casos parece un fenómeno acinético (Debû et al., 2018; Gao et al., 2020).

Se han desarrollado varios enfoques para tratar la FOG en adultos mayores con EP, entre ellas tareas conductuales que involucran señales y autoinstrucciones, esto con la finalidad de realizar un cambio de marcha habitual a una marcha dirigida con objetivos a cumplir, se ha estudiado la efectividad de la realización de tareas duales que involucren a su vez factores ambientales y de esta manera potenciar la capacidad de los pacientes de manejar situaciones complejas que pueden desencadenar FOG (Cosentino et al., 2020). Nieuwboer et al., presenta el modelo cognitivo relacionado con el desarrollo del FOG, el que se caracteriza por la falta de capacidad para resolver conflictos, es decir, una persona que presente FOG no puede procesar el conflicto para emitir una respuesta, por lo que la respuesta es más rápida, pero con mayor incongruencia, desencadenando la FOG. A pesar de toda la información que se tiene sobre este mecanismo no es suficiente para su comprensión dado que su fisiología es compleja y poco conocida, por lo que el tratamiento es una tarea desafiante (Gao et al., 2020).

Los síntomas no motores como la depresión, ansiedad y deterioro cognitivo son importantes en la EP dado que pueden exacerbar la marcha lenta, dar lugar a una mayor variabilidad de la marcha y desencadenar la congelación de la marcha; por lo que Mirelman et al., (2019) menciona que la persona con EP con un mayor deterioro cognitivo presenta el subtipo de inestabilidad postural y alteración de la marcha (PIGD, por sus siglas en inglés), en comparación con aquellos con el subtipo tembloroso dominante (Mirelman et al., 2019). Los síntomas no motores se cree que aparecen cuando la EP es tardía o avanzada sin embargo Chaudhuri et al., mencionan que estos síntomas pueden estar presentes en cualquier etapa, incluida la fase premotora y motora de la EP (Carrillo García, 2019).

El objetivo del tratamiento fisioterapéutico en adultos mayores con EP es mejorar su independencia, enfocándose en la función del miembro superior, postura, desplazamiento, capacidad física, marcha e inactividad (Miller et al., 2020). Miller, Suárez, Seijo y Ayán, al realizar una revisión sistemática y metaanálisis de la efectividad de la fisioterapia en pacientes con EP y FOG, determinaron modalidades tradicionales de tratamiento fisioterapéutico como ejercicios generales, entrenamiento de fuerza, tareas enfocadas al control postural e incluso el ejercicio acuático, no tienen un alto grado de efectividad; a su vez, se observaron mejoras en el uso de estrategias que incluían señales visuales y auditivas dentro de las actividades de tratamiento y el uso de nuevas tecnologías como métodos terapéuticos que desafían la movilidad del paciente (Miller et al., 2020). Yang et al. (2019), en su estudio demostró que al realizar un entrenamiento cognitivo de la marcha con tareas duales disminuyó el tiempo de apoyo doble y mejoró la velocidad y la longitud de la zancada (Yang et al., 2019).

Nuevas tecnologías como el entrenamiento en tapiz rodante es una intervención eficaz para potenciar la calidad de la marcha, observando aumento en la resistencia y parámetros de la marcha como la velocidad y longitud de la zancada, la realidad virtual ha demostrado ser una intervención prometedora para marcha y equilibrio (Brandín-De la Cruz et al., 2020). Las personas con EP tienen bajos niveles de actividad física (AF) y están en riesgo de eventos cardiovasculares, por lo que el ejercicio de alta intensidad en el tapiz rodante ha demostrado eficacia para el aumento de los pasos diarios y la AF de intensidad moderada a vigorosa (21), sin embargo,

Van Wamelen et al., al revisar diferentes estudios manifiestan que el uso de nuevas tecnologías se han centrado en los síntomas motores dejando de lado a los síntomas no motores debido a que por su fisiología se dificulta una medición objetiva, por lo que la información se obtiene de forma subjetiva a través de la persona con EP (Handlery et al., 2021).

Otros programas de rehabilitación de tipo comunitario en el que se realicen caminatas y ejercicio en el hogar mínimamente supervisado, además esto se complementa con el uso de DVD, el mismo que proporciona instrucciones para la ejecución de las actividades (Khalil et al., 2017).

Las modalidades de tratamiento detalladas anteriormente demuestran ser eficaces en contextos funcionales, en comparación con la fisioterapia regular sin tareas secundarias, potenciando la calidad de vida percibida (San Martín Valenzuela et al., 2020).

## Conclusiones

La EP tiene un impacto significativo en el control motor, manifestándose en una variedad de síntomas que incluyen temblores, rigidez y alteraciones en la marcha. Estas alteraciones no solo afectan la movilidad y la independencia funcional del paciente, sino que también tienen un profundo impacto en su calidad de vida. La comprensión de estas alteraciones es crucial para desarrollar estrategias de manejo y tratamiento más efectivas para mejorar la función motora en los pacientes con EP.

Las complicaciones motoras en la EP, a menudo agrupadas bajo el término “inestabilidad postural o alteraciones de la marcha”, pueden presentarse de manera independiente, sugiriendo la necesidad de un enfoque diferenciado en el tratamiento.

Las características de la marcha empeoran con la progresión de la enfermedad, desencadenando los siguientes signos: reducción de la amplitud del balanceo de los brazos, longitud del paso reducido, pasos arrastrados, giros en bloque, problemas con la iniciación de la marcha, encontrándose su equilibrio y control postural reducido.

Los pacientes con EP dependen en gran medida del control cortical para la marcha, lo que refleja la interrupción de los procesos automáticos de los núcleos de la base, lo cual se manifiesta en alteraciones motoras como el congelamiento de la marcha (FOG).

Los síntomas no motores como la depresión, ansiedad y deterioro cognitivo también contribuyen a las alteraciones de la marcha en la EP, destacando la importancia de un enfoque integral en el tratamiento.

Actualmente se han desarrollado nuevas tecnologías que involucran un tratamiento innovador en el cual la unión de estímulos mecánicos, propioceptivos y visuales tienen efecto en el SNC, fomentando la independencia de los adultos mayores.

La marcha es uno de los aspectos que se afectan en la EP e interfiere en la independencia y desempeño de los adultos mayores en sus actividades de la vida diaria.

Se encontró en varios artículos que al realizar un entrenamiento cognitivo de la marcha con tareas duales disminuyó el tiempo de apoyo doble, mejoró la velocidad y la longitud de la zancada.

Las señales auditivas y visuales, además de los ambientes enriquecidos son efectivas en el tratamiento enfocado en el aprendizaje motor de la marcha en personas diagnosticadas con esta enfermedad.

## Conflicto de intereses

Los autores declaramos no tener conflicto de intereses.

## Agradecimientos

Los autores del presente artículo extendemos nuestro agradecimiento al programa de Maestría en Neurofisioterapia de la Universidad Central del Ecuador, quienes nos brindaron las herramientas y el conocimiento para poder realizar este tipo de investigaciones.

## Referencias Bibliográficas

- Abou, L., Peters, J., Wong, E., Akers, R., Mauricette, J., Dossou, S., Jacob, J., Sosnoff, J., & Rice, L. A. (2021). Gait and Balance Assessments using Smartphone Applications in Parkinson's Disease: A Systematic Review. *Journal of Medical Systems*, 45, 87. <https://doi.org/10.1007/s10916-021-01760-5>
- Alcock, L., Galna, B., Hausdorff, J. M., Lord, S., & Rochester, L. (2018). Gait & Posture Special Issue: Gait adaptations in response to obstacle type in fallers with Parkinson's disease. *Gait and Posture*, 61, 368–374. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.01.030>
- Alemán Pullas, S. L., Montero Balarezo, C. X., Díaz Recalde, E. X., & Jarro Sanchez, C. M. (2022). Enfermedad de Parkinson. Diagnóstico y tratamiento. *RECIMUNDO*, 6(2), 250-266. [https://doi.org/10.26820/recimundo/6.\(2\).abr.2022.250-266](https://doi.org/10.26820/recimundo/6.(2).abr.2022.250-266)
- Atterbury, E. M., & Welman, K. E. (2017). Balance training in individuals with Parkinson's disease: Therapist-supervised vs. home-based exercise programme. *Gait and Posture*, 55, 138–144. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.04.006>
- Brandín-De la Cruz, N., Secorro, N., Calvo, S., Benyoucef, Y., Herrero, P., & Bellosta-López, P. (2020). Immersive virtual reality and antigavity treadmill training for gait rehabilitation in Parkinson's disease: a pilot and feasibility study. *Revista de Neurología*, 71(12), 447–454. <https://doi.org/10.33588/rn.7112.2020352>
- Carrillo García, F. (2019). Enfermedad de Parkinson y parkinsonismos. *Medicine – Programa de Formación Médica Continuada Acreditado*, 12(73), 4273–4284. <https://doi.org/10.1016/j.med.2019.03.002>
- Cerri, S., Mus, L., & Blandini, F. (2019). Parkinson's Disease in Women and Men: What's the Difference? In *Journal of Parkinson's Disease* (Vol. 9, Issue 3, pp. 501–515). IOS Press. <https://doi.org/10.3233/JPD-191683>
- Cosentino, C., Baccini, M., Putzolu, M., Ristori, D., Avanzino, L., & Pelosin, E. (2020). Effectiveness of Physiotherapy on Freezing of Gait in Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analyses. In *Movement Disorders* (Vol. 35, Issue 4, pp. 523–536). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/mds.27936>
- Debû, B., De Oliveira Godeiro, C., Lino, J. C., & Moro, E. (2018). Managing Gait, Balance, and Posture in Parkinson's Disease. In *Current Neurology and Neuroscience Reports* (Vol. 18, Issue 5). Current Medicine Group LLC 1. <https://doi.org/10.1007/s11910-018-0828-4>

- Di Biase, L., Di Santo, A., Caminiti, M. L., De Liso, A., Shah, S. A., Ricci, L., & Di Lazzaro, V. (2020). Gait analysis in parkinson's disease: An overview of the most accurate markers for diagnosis and symptoms monitoring. In *Sensors (Switzerland)* (Vol. 20, Issue 12, p. 1). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/s20123529>
- Gao, C., Liu, J., Tan, Y., & Chen, S. (2020). Freezing of gait in Parkinson's disease: pathophysiology, risk factors and treatments. *Translational Neurodegeneration*, 9(12), 2–22. <https://doi.org/10.1186/s40035-020-00191-5>
- Giardini, M., Nardone, A., Godi, M., Guglielmetti, S., Arcolin, I., Pisano, F., & Schieppati, M. (2018). Clinical Study Instrumental or Physical-Exercise Rehabilitation of Balance Improves Both Balance and Gait in Parkinson's Disease. *Neural Plasticity*, 1–17. <https://doi.org/10.1155/2018/5614242>
- Handlery, R., Stewart, J. C., Pellegrini, C., Monroe, C., Hainline, G., Flach, A., Handlery, K., & Fritz, S. (2021). Physical Activity in De Novo Parkinson Disease: Daily Step Recommendation and Effects of Treadmill Exercise on Physical Activity. *Physical Therapy*, 101(10), 1–11. <https://doi.org/10.1093/PTJ/PZAB174>
- Huang, H. C., Chen, C. M., Lu, M. K., Liu, B. L., Li, C. I., Chen, J. C., Wang, G. J., Lin, H. C., Duann, J. R., & Tsai, C. H. (2021). Gait-Related Brain Activation During Motor Imagery of Complex and Simple Ambulation in Parkinson's Disease with Freezing of Gait. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 13, 1–13. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.731332>
- Khalil, H., Busse, M., Quinn, L., Nazzal, M., Batyha, W., Alkhazaleh, S., & Alomari, M. A. (2017). A pilot study of a minimally supervised home exercise and walking program for people with Parkinson's disease in Jordan. *Neurodegenerative Disease Management*, 7(1), 73–84. <https://doi.org/10.2217/NMT-2016-0041>
- Lei, C. I., Sunzi, K., Dai, F., Liu, X., Wang, Y., Zhang, B., He, L., & Ju, M. (2019). Effects of virtual reality rehabilitation training on gait and balance in patients with Parkinson's disease: A systematic review. *PLoS ONE*, 14(11), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224819>
- Marco-Ahulló, A., Mayordomo, T., Sales, A., Pellicer-Chenoll, M., Villarrasa-Sapiña, I., & Melendez, J. C. (2022). Effects on intermittent postural control in people with Parkinson's due to a dual task. *Human Movement Science*, 83, 102947. <https://doi.org/10.1016/j.HUMOV.2022.102947>
- Miller, K., Suárez, D., Seijo, M., & Ayán, C. (2020). Physiotherapy for freezing of gait in Parkinson's disease: a systematic review and meta – analysis. *Revista de Neurología*, 70(5), 161–170. <https://doi.org/10.33588/rn.7005>. 2019417
- Mirelman, A., Bonato, P., Camicioli, R., Ellis, T. D., Giladi, N., Hamilton, J. L., Hass, C. J., Hausdorff, J. M., Pelosin, E., & Almeida, Q. J. (2019). Gait impairments in Parkinson's disease. In *The Lancet Neurology* (Vol. 18, Issue 7, pp. 697–708). Lancet Publishing Group. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(19\)30044-4](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30044-4)
- Molina, F., & Carratalá, M. (2020). *La Marcha Humana. Biomecánica, evaluación y patología* (1st ed.). Editorial Médica Panamericana .
- San Martín Valenzuela, C., Moscardó, L. D., López-Pascual, J., Serra-Añó, P., & Tomás, J. M. (2020). Effects of Dual-Task Group Training on Gait, Cognitive Executive Function, and Quality of Life in People with Parkinson Disease: Results of Randomized Controlled DUALGAIT Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 101(11), 1849-1856.e1. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2020.07.008>
- Shumway-Cook A y Woollacott M, (2016) *Motor Control: Translating Research Into Clinical Practice*. 5ta edición. Wolters Kluwer Health/ Lippincott Williams & Wilkins
- Swanson, R., & Robinson, K. M. (2020). Geriatric Rehabilitation: Gait in the Elderly, Fall Prevention and Parkinson Disease. In *Medical Clinics of North America* (Vol. 104, Issue 2, pp. 327–343). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2019.10.012>
- Vargas Jaramillo, J. D., & Barrios Vincos, G. (2019). Tratamiento de la enfermedad de Parkinson temprana. *Acta Neurológica Colombiana*, 35(3 Supl 1), 11–18. <https://doi.org/10.22379/24224022245>
- Yang, Y.-R., Cheng, S.-J., Lee, Y.-J., Liu, Y.-C., & Wang, R.-Y. (2019). Cognitive and motor dual task gait training exerted specific training effects on dual task gait performance in individuals with Parkinson's disease: A randomized controlled pilot study. *PLoS ONE*, 14(6), 1–12. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218180>