



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

# **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados en la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

**Estudiante:** Jaramillo, Lucas Nahuel

**Legajo:** 28186

**Director/es:** González, Edmundo José

Trabajo Final de Integración para acceder al título de Licenciatura en Kinesiología y Fisiatría

**2025**

**Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

**Índice**

1. Agradecimientos .....	5
2. Resumen.....	7
3. Abstract .....	8
4. Abreviaturas .....	9
5. Introducción .....	11
5.1. Planteamiento del problema.....	11
5.2. Justificación.....	12
5.3. Objetivos.....	13
5.3.1. Objetivo general:.....	13
5.3.2. Objetivos específicos: .....	13
6. Marco Teórico.....	14
6.1. Enfermedad de Parkinson .....	14
6.1.1. Definición .....	14
6.2. Epidemiología.....	14
6.2.1. Prevalencia.....	14
6.3. Fisiopatología.....	15
6.3.1. Sustrato Neuropatológico: Alfa-Sinucleína y Cuerpos de Lewy.....	15
6.3.2. Desequilibrio de la Neurotransmisión y Circuitos de los Ganglios	
Basales.....	16
6.4. Estadios Clínicos de la Enfermedad de Parkinson.....	16
6.4.1. Clasificación por Estadios de Hoehn y Yahr (H&Y) .....	16

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeduación de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

6.4.2. La Escala Unificada de la Enfermedad de Parkinson Modificada por la Sociedad de Trastornos del Movimiento (MDS-UPDRS).....	17
6.5. Manifestaciones Clínicas .....	18
6.5.1. Síntomas Motores .....	18
6.5.2. Síntomas No Motores .....	19
6.6. Marcha y Control Motor en Parkinson .....	20
6.6.1. Características de la Marcha en Condiciones Típicas: .....	20
6.6.2. Alteraciones de la Marcha en la Enfermedad de Parkinson: .....	22
6.7. Déficit Motores Específicos: .....	22
6.8. Implicancias Funcionales en la Marcha y Calidad de Vida:.....	24
6.9. Procesamiento Cognitivo y Automaticidad: .....	25
6.9.1. Procesamiento Automático vs Controlado .....	25
6.9.2. Fenómenos Diferenciales Entre Procesamiento Automático y Controlado:.....	25
6.10. Pérdida de la Automaticidad en la Marcha en Parkinson .....	27
6.11. Activación Cortical y Coste de la Doble Tarea: .....	28
6.11.1. Evaluación de la Automaticidad:.....	28
6.11.2. El Paradigma de la Tarea Dual y el Coste de la Doble Tarea: .....	29
6.11.3. Evidencia Neurofisiológica .....	31
6.11.3.1. Activación Cortical en Adultos Sanos.....	31
6.11.3.2. Alteraciones Neurofisiológicas en la Enfermedad de Parkinson.....	32

# **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeduación de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

6.12. Estrategias Terapéuticas y Entrenamiento de Doble Tarea .....	34
6.12.1. Rehabilitación de la enfermedad de Parkinson.....	34
6.13. Entrenamiento en Doble Tarea: Fundamentos y Relevancia en Parkinson ....	35
7. Materiales y métodos .....	40
7.1. Planificación de la investigación .....	40
7.2. Desarrollo del proceso .....	41
7.2.1. Tipo de estudio y diseño de investigación.....	41
7.2.1.1. Criterios de inclusión:.....	41
7.2.1.2. Criterios de exclusión: .....	42
7.2.2. Materiales .....	42
7.2.3. Bases de Datos Consultadas y Estrategia de Búsqueda.....	42
7.2.4. Extracción y análisis de datos.....	44
8. Resultados .....	45
8.1. Identificación de estudios .....	45
9. Discusión.....	50
10. Conclusión .....	53
10.1. Contribuciones y Aportes de la Investigación .....	53
10.2. Limitaciones.....	54
10.3. Direcciones Futuras de Investigación .....	55
11. Referencias.....	57

## **1. Agradecimientos**

Deseo expresar mi profundo agradecimiento al Lic. Edmundo José González (“Tucu”), director de este trabajo final integrador, por su predisposición constante, su tiempo y su acompañamiento en cada instancia del proceso. Gracias por responder cada inquietud, incluso en los momentos más imprevistos, y por haber confiado en mí como estudiante desde aquel primer paso al ofrecerme la oportunidad de ser ayudante de cátedra. Su confianza y orientación marcaron un antes y un después en mi formación académica y profesional.

A la Universidad de Flores (UFLO), por el compromiso institucional y las exigencias metodológicas que promueven. Ese nivel de exigencia permitió superar barreras personales, desarrollar una mirada crítica y descubrir un campo tan apasionante como la investigación dentro de esta hermosa profesión que es la Kinesiología.

A mi familia, por ser el pilar que me sostuvo durante todo este camino.

A Camila, mi compañera y sostén en la etapa más ardua de esta carrera, por su presencia incondicional, y por los mates compartidos, por despertarme cuando el cansancio me vencía, y por recordarme siempre el valor del esfuerzo.

A mi mamá, Victoria, por enseñarme a mantenerme de pie frente a la incertidumbre y por haber creído desde el primer momento que la kinesiología era mi camino, incluso antes de que yo mismo lo hiciera.

A mi papá, Gustavo, por su paciencia infinita durante las largas noches de estudio, por comprender desvelos y acompañar con palabras justas en los momentos de mayor estrés, impulsándome siempre a buscar una mejor versión de mí.

A mi abuelo, Víctor, por su compañía constante, por ofrecerse siempre a buscar información sobre los temas de las materias que estaba realizando, por rescatarme con la

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

impresión de archivos en reiteradas ocasiones y abrirme las puertas de su casa como un refugio de estudio.

A mi abuela, María, por las incontables viandas preparadas con dedicación, que fueron motor y abrigo en cada jornada de estudio.

A ambos, por creer en mí, por confiar en mi persona y recordarme siempre el objetivo final: alcanzar este título como un paso hacia un futuro seguro y construido.

A mis hermanos facultativos, Tomas, Valentina, Matías, Juan Martin y Abi, por compartir esta travesía, por el compañerismo genuino, por las risas y las frustraciones compartidas en los pasillos, y por celebrar juntos cada logro.

Una mención especial para Abi, quien fue y es más que una amiga; una verdadera hermana de otra madre. Su confianza, sus consejos y su aliento constante fueron determinantes para llegar hasta aquí. Jamás olvidare aquella vez que, frente al miedo de desaprobado, me detuvo y me recordó: “Vos y yo sabemos que sabes, entre que vas a cortar la racha”. Palabras simples, pero que representaron todo lo que significó su presencia en este camino: apoyo, confianza y hermandad.

A todos ellos, gracias por acompañarme en este proceso que no solo culmina una etapa académica, sino que también marca el crecimiento personal y profesional que me acompañará toda la vida.

## **2. Resumen**

La Enfermedad de Parkinson (EP) se asocia con alteraciones motoras y cognitivas que afectan la automaticidad de la marcha, la coordinación y la capacidad para realizar tareas simultáneas. En este contexto, el entrenamiento de doble tarea (EDT) —que integra estímulos cognitivos y demandas motoras— surge como una alternativa terapéutica para mejorar la movilidad funcional.

El objetivo de este Scoping review fue identificar y analizar la evidencia disponible sobre los efectos del EDT en la reeducación de la marcha en personas con EP en estadios leves a moderados (H&Y I–III).

Los resultados muestran que el EDT produce mejoras significativas en la velocidad, longitud del paso y costo dual de la marcha, además de favorecer una mayor estabilidad y control postural. Asimismo, las intervenciones que incorporaron componentes cognitivos o realidad virtual demostraron beneficios comparables o superiores a las terapias tradicionales.

En síntesis, la evidencia respalda el EDT como una estrategia eficaz y segura para promover la recuperación de la automaticidad motora y optimizar la funcionalidad en la EP. Se sugiere continuar con investigaciones que evalúen la durabilidad de los efectos y su impacto en las actividades de la vida diaria.

**Palabras clave:** Enfermedad de Parkinson · Entrenamiento de doble tarea ·  
Marcha · Cognición motora · Rehabilitación · Automaticidad motora

### **3. Abstract**

Parkinson's disease (PD) is associated with motor and cognitive impairments that affect gait automaticity, coordination, and the ability to perform simultaneous tasks. In this context, dual-task training (DTT)—which integrates cognitive stimuli and motor demands—emerges as a therapeutic alternative to improve functional mobility.

The objective of this scoping review was to identify and analyze the available evidence on the effects of DTT on gait retraining in people with mild to moderate PD (H&Y I–III).

The results show that DTT produces significant improvements in gait speed, step length, and dual cost, in addition to promoting greater stability and postural control. Furthermore, interventions that incorporated cognitive components or virtual reality demonstrated benefits comparable to or greater than traditional therapies. In summary, the evidence supports dual-task training (DTT) as an effective and safe strategy for promoting the recovery of motor automaticity and optimizing functionality in Parkinson's disease (PD). Further research is suggested to evaluate the durability of the effects and their impact on activities of daily living.

Keywords: Parkinson's disease · Dual-task training · Gait · Motor cognition · Rehabilitation · Motor automaticity

## **4. Abreviaturas**

**ABD:** Actividades de la Vida Diaria

**AMS:** Área Motora Suplementaria

**APM:** Área Premotora

**CP:** Corteza Parietal

**CPF:** Corteza Prefrontal

**CPG:** Generadores Centrales de Patrones

**DA:** Dopamina

**DLPFC:** Corteza Prefrontal Dorsolateral

**DT:** Doble Tarea

**EDT:** Entrenamiento de Doble Tarea

**EP:** Enfermedad de Parkinson

**ETS:** Entrenamiento de Tarea Simple

**FNIRS:** Espectroscopía Funcional de Infrarrojo Cercano

**FOG:** *Freezing of Gait* (Congelación de la Marcha)

**GB:** Ganglios Basales

**GPI:** Globo Pálido Interno

**HbO:** Hemoglobina Oxigenada

**ICM:** Interferencia Cognitivo-Motora

**MDS-UPDRS:** Escala Unificada de la Enfermedad de Parkinson Modificada por la Sociedad de Trastornos del Movimiento

**RA:** Realidad Aumentada

**RB:** Realidad Virtual

**ROM:** Rango de Movimiento

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

**SNpc:** Sustancia Negra *Pars Compacta*

**SNpr:** Sustancia Negra *Pars Reticulata*

**SNC:** Sistema Nervioso Central

**WCT:** Marcha con Tarea Cognitiva

**WMT:** Marcha con Tarea Motora

**WS:** Marcha Simple

## **5. Introducción**

### **5.1. Planteamiento del problema**

La enfermedad de Parkinson (EP) es el segundo trastorno neurodegenerativo más frecuente del sistema nervioso central (SNC), caracterizado por el trastorno del movimiento que acompaña a las personas que la padecen. Afecta principalmente a hombres entre los 60 y 70 años de edad.

La enfermedad representa un costo económico y social alto; de acuerdo con la “World Confederation for Physical Therapy”, el gasto anual en el tratamiento oscila entre los 5.000 euros en estadios tempranos de la enfermedad y hasta 17.000 euros en estadios avanzados.

La EP se caracteriza clínicamente por síntomas motores conocidos como bradicinesia, rigidez y temblor en reposo, los cuales conllevan a un deterioro funcional progresivo, hasta la “congelación” de la marcha, hecho que aumenta exponencialmente el riesgo de caídas.

Dentro de los principales síntomas no motores que acompañan el curso de la enfermedad se encuentra la ansiedad y la demencia, siendo estos, factores directos que afectan negativamente la calidad de vida del paciente y la capacidad de autosuficiencia y autonomía.

A medida que progresa la enfermedad, no solo hay deterioro de la marcha, sino también la cognición, lo que hace aún más complejo el desempeño de tareas que requieren coordinación motora y ejecutiva.

En la rehabilitación tradicional de la población seleccionada para este escrito, la intervención se centra en áreas específicas como son: la capacidad física, las transferencias, las actividades manuales, el equilibrio y la marcha.

Si bien los tratamientos convencionales de fisioterapia, kinesioterapia, y medicamentosos ofrecen algunos beneficios, la integración de tareas motoras y cognitivas ha

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

demostrado ser una alternativa prometedora para mejorar el rendimiento en la marcha; sin embargo, está, ha sido poco explorada en pacientes con EP.

Es por esto que resulta útil, poder investigar sobre el efecto que tiene en este tipo de pacientes el entrenamiento de doble tarea (EDT) o la rehabilitación cognitivo motora.

Conceptualmente se entiende a EDT como aquella terapia que permite al paciente el procesamiento en paralelo de actividades motoras (caminar) y cognitivas (funciones ejecutivas), bajo este método, se hace foco en una capacidad fundamental para la vida diaria (tareas duales). El EDT ha mostrado resultados prometedores en adultos mayores con enfermedades crónicas, favoreciendo los procesos cognitivos; incluso en intervenciones previas se han observado mejoras significativas en el rendimiento cognitivo en adultos mayores, donde se combina el ejercicio aeróbico y entrenamiento cognitivo.

Este documento, propone recopilar la información que existe en diferentes bases de datos, evaluando el efecto sobre la marcha que tiene EDT en personas con enfermedad de Parkinson contrastando a terapias convencionales o de tarea simple (tarea única, motora o cognitiva). Entendiendo que, con la creciente prevalencia de la enfermedad, se deben investigar formas de reducir el costo socioeconómico de la misma.

### **5.2. Justificación**

La EP es un trastorno neurodegenerativo, caracterizado por síntomas motores y no motores que alteran la calidad de vida de quien la padece. A medida que la enfermedad progresa, y los síntomas se hacen más presentes, se le complica al paciente su desempeño en las actividades de la vida diaria (AVD), aumentando el riesgo de caídas, pérdida de autonomía, entre otros.

Es por ello, que la rehabilitación motora fue un pilar fundamental en la terapia de estos pacientes. Sin embargo, dichas terapias no hacen foco en uno de los mayores limitantes

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

para el desempeño en las AVD de los mismos, la integración cognitivo motora en situaciones que demandan la coordinación de las habilidades motoras con las ejecutivas.

La relevancia de este tema de investigación se centra en la recopilación de la evidencia acerca de los efectos del entrenamiento de doble tarea, a fin de facilitar el acceso a dicha información y que ayude a futuras investigaciones del tema.

### **5.3. Objetivos**

#### **5.3.1. Objetivo general:**

- Identificar la evidencia disponible sobre los efectos del entrenamiento de doble tarea (cognitivo – motor) en la reeducación de la marcha en personas con enfermedad de Parkinson en estadios clínicos leves a moderados (Hohen & Yahr I-III).

#### **5.3.2. Objetivos específicos:**

- Identificar la evidencia científica disponible sobre intervenciones basadas en entrenamiento de doble tarea (cognitivo – motor) aplicadas en personas con enfermedad de Parkinson en estadios clínicos tempranos (Hohen & Yahr I-III).
- Analizar las características metodológicas y los resultados principales de los estudios encontrados, incluyendo variables espaciotemporales de la marcha (longitud del paso, velocidad del paso, cadencia.)
- Comparar los hallazgos de las intervenciones de doble tarea con aquellos de terapias convencionales o de tarea simple, identificando similitudes y diferencias en los resultados clínicos reportados.
- Sintetizar la información disponible para orientar futuras líneas de investigación y contribuir al diseño de estrategias de rehabilitación basadas en el enfoque cognitivo – motor dentro del ámbito de la kinesiología y fisioterapia.

## **6. Marco Teórico**

### **6.1. Enfermedad de Parkinson**

#### *6.1.1. Definición*

La EP es el segundo trastorno neurodegenerativo progresivo del sistema nervioso central (SNC) más frecuente después del Alzheimer, que afecta predominantemente al sistema motor. El paciente, se caracteriza por presentar temblor, rigidez muscular, lentitud de movimientos o bradicinesia. (Farreras, Rozman. 2020).

Histopatológicamente su origen está vinculado a la degeneración de neuronas dopaminérgicas en la sustancia negra pars compacta (SNpc); lo anteriormente dicho, permite entender que la pérdida de las neuronas SNpc, lleva a la deficiencia de dopamina (DA), principal neurotransmisor, de la vía dopaminérgica nigroestriatal. (Dauer, W et al. 2003)

### **6.2. Epidemiología**

#### *6.2.1. Prevalencia*

Epidemiológicamente, la EP afecta principalmente a personas mayores de 50 años, con una prevalencia que incrementa notablemente con la edad. Según una proyección, de Dorsey et al. (2007), en 2005 se estimaba que entre 4,1 y 4,6 millones de personas mayores de 50 años en las cinco naciones más pobladas de Europa Occidental y las diez más pobladas del mundo padecían esta enfermedad.

Más cercano en el tiempo, se estimó en el año 2016 que 6,1 millones de personas en el mundo padecían la enfermedad. Este número se proyecta que aumente para el año 2030, alcanzando entre 8,7 y 9,3 millones de afectados, reflejando el impacto creciente del envejecimiento poblacional a nivel global. Proyectando un incremento de alrededor de 17 millones de afectados para 2040. (Saavedra Moreno et al. 2019).

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

### **6.3. Fisiopatología**

La EP es clasificado como un desorden neurodegenerativo crónico que tiene como sustrato neuropatológico fundamental la pérdida progresiva y selectiva de neuronas dopaminérgicas localizadas en la SNpc (Marin et al. 2018) (Méndez-Herrera. 2011). Esta pérdida celular es el factor causal de las anomalías motoras características de la enfermedad.

#### **6.3.1. Sustrato Neuropatológico: Alfa-Sinucleína y Cuerpos de Lewy**

La muerte temprana de las neuronas dopaminérgicas en la SNpc está íntimamente asociada con la presencia de alfa-sinucleína, una proteína intracelular (Vallejo Zambrano et al. 2020). La etiología se atribuye a la degradación proteosomal inadecuada de esta proteína, lo que provoca su depósito en el citoplasma de las neuronas, formando inclusiones conocidas como cuerpos de Lewy (Marin et al. 2018)

La afección neural por estos depósitos sigue un patrón caudo-cefálico que se organiza en un esquema de división de seis estadios (Marin et al. 2018) (Vallejo Zambrano et al. 2020):

A. Estadios iniciales: Afección de la médula oblongada, bulbo olfatorio y núcleo dorsal del vago (Mendez-Herrera. 2011) (Vallejo Zambrano et al. 2020).

B. Segundo estadio: compromiso del núcleo cerúleo, caudal del rafe y las neuronas reticulares que conforman el núcleo gigantocelular. (Mendez-Herrera. 2011) (Vallejo Zambrano et al. 2020).

C. Tercer estadio (manifestación motora): Involucra directamente a las neuronas de la SNpc. Cuando este proceso alcanza las neuronas nigrales, estas desarrollan una vulnerabilidad y mueren progresivamente (Mendez-Herrera. 2011) (Vallejo Zambrano et al. 2020).

D. Estadios finales (cuarto a sexto): ocurre afección secuencial de las estructuras de la corteza límbica, áreas corticales de asociación (especialmente la prefrontal), y finalmente las

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

corteza motoras y sensoriales primarias. (Mendez-Herrera. 2011) (Vallejo Zambrano et al. 2020).

### **6.3.2. Desequilibrio de la Neurotransmisión y Circuitos de los Ganglios Basales**

La ausencia de neuronas dopaminérgicas provoca un desbalance en la neurotransmisión estriatal, y en otras estructuras localizadas en los ganglios basales. (Méndez-Herrera. 2011) (Vallejo Zambrano et al. 2020). Este desequilibrio altera la actividad neuronal en los principales núcleos de salida de los ganglios basales (GB), que son el Globo Pálido Interno (GPi) y la Sustancia Nigra pars reticulata (SNpr) (Méndez-Herrera. 2011) (Vallejo Zambrano et al. 2020).

La consecuencia funcional de estas alteraciones es la sobreinhibición del tálamo motor, lo que a su vez se opone a la facilitación del movimiento generado corticalmente, constituyendo la base de la sintomatología motora de la EP (Méndez-Herrera. 2011) (Vallejo Zambrano et al. 2020).

## **6.4. Estadios Clínicos de la Enfermedad de Parkinson**

### **6.4.1. Clasificación por Estadios de Hoehn y Yahr (H&Y)**

Margaret M. Hoehn y Melvin D. Yahr en 1967 establecieron que el estadio se determina con base en las características de los síntomas, la extensión de la afección y la discapacidad física que esta ocasiona. El rango de este instrumento va de 0 a 5, y define los siguientes estadios clínicos:

- Estadio 0: No hay signos de enfermedad.
- Estadio 1.0: Enfermedad exclusivamente unilateral.
- Estadio 1.5: Afección unilateral y axial.
- Estadio 2.0: Afectación bilateral sin alteración del equilibrio.
- Estadio 2.5: Afectación bilateral con repercusión en la prueba de retropulsión (Test del empujón)

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

- Estadio 3.0: Afectación bilateral leve a moderada; cierta inestabilidad postural, pero físicamente independiente.
- Estadio 4.0: Incapacidad grave; aún capaz de caminar o de permanecer en pie sin ayuda.
- Estadio 5.0: Permanece en una silla de ruedas o encamado si no tiene ayuda.

### *6.4.2. La Escala Unificada de la Enfermedad de Parkinson Modificada por la Sociedad de Trastornos del Movimiento (MDS-UPDRS)*

Debido a la necesidad de instrumentos que evalúen tanto los síntomas motores como los no motores y su repercusión en las AVD, se desarrolló esta la escala unificada de la enfermedad de Parkinson modificada por la Sociedad de Trastornos del Movimiento (MDS-UPDRS) (Rodríguez-Violante. 2014).

La MDS-UPDRS se considera en la actualidad el instrumento más apropiado, ya que proporciona un abordaje más completo e integral de los aspectos clínicos relevantes para la evaluación del paciente, tanto para fines clínicos como de investigación. (Rodríguez-Violante. 2014).

Esta escala conserva una estructura de cuatro partes, cuyos dominios fueron modificados para integrar elementos no motores:

- Parte I: Experiencias no motoras de la vida diaria.
- Parte II: Experiencias motoras de la vida diaria.
- Parte III: Examen motor.
- Parte IV: Complicaciones motoras.

El rango global de puntuación de la MDS-UPDRS es de cero a doscientos sesenta puntos. Todos los ítems se puntúan con cinco opciones de respuesta donde “0” significa normal y “4” representa afección severa (Rodríguez-Violante. 2014).

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

La MDS-UPDRS se ha propuesto como el instrumento de referencia para la evaluación de pacientes con EP. La utilidad de la escala para identificar subtipos fenotípicos de la enfermedad, como aquellos con predominancia de dificultades en la marcha y posturales, refuerza su valor en estudios de rehabilitación (Rodríguez-Violante. 2014).

### **6.5. Manifestaciones Clínicas**

#### **6.5.1. Síntomas Motores**

A medida que la enfermedad progresa, aparecen los síntomas motores, se estima la pérdida cercana al 70-80% de las neuronas dopaminérgicas (Bernheimer, H et al. 1973) (Escande, M. V et al. 2016) (Riederer y Wuketich, 1976); lo que conlleva la aparición de complicaciones como la congelación de la marcha, festinación, inestabilidad postural y caídas frecuentes. Las alteraciones de la marcha y la disminución en la capacidad de satisfacer las AVD, son de los síntomas motores más relevantes para la autonomía física. (Soh et al. 2011).

Desde el punto de vista clínico, la EP es compleja, porque no siempre progresa de la misma manera. Se manifiesta principalmente por síntomas motores como la bradicinesia, definida como lentitud para el inicio del movimiento, rigidez, temblor en reposo y alteraciones posturales. (Farreras, Rozman. 2020).

La marcha, una habilidad motora típicamente automatizada y de bajo costo cortical, se ve particularmente afectada en personas con EP. El avance de la enfermedad interfiere con los procesos de automatización, y los pacientes deben compensar la pérdida, de ésta, mediante un mayor uso del control ejecutivo para llevar adelante tareas que antes eran subconscientes o automáticas (Stuart, S. et al. 2018). Este fenómeno se agrava al realizar actividades bajo demanda cognitiva, como lo es conversar mientras se camina, donde aparece con mayor frecuencia el fenómeno de “freezing” o congelamiento de la marcha (FOG) , lo que aumenta el riesgo de caídas. (Orcioli-Silva, D. et al. 2020) (Vitorio, R. et al. 2020).

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

Los síntomas motores cardinales -bradicinesia, rigidez, temblor en reposo y alteraciones posturales-, no solo afectan la ejecución motora directa, sino que también comprometen la posibilidad de mantener una marcha automatizada. El avance de la enfermedad limita la generación de secuencias motoras automáticas, obligando al paciente a reclutar mayor cantidad de recursos corticales y ejecutivos para poder caminar. (Stuart, S. et al. 2018).

### **6.5.2. Síntomas No Motores**

Un estudio realizado en el Hospital Tiantan de Pekín en 2016 reveló que los síntomas no motores son altamente prevalentes, incluso pueden preceder a los síntomas motores, entre los más comunes se identificaron: depresión, ansiedad y deterioro cognitivo. Afectando negativamente la calidad de vida, contribuyendo al empeoramiento de los síntomas motores, aumentando el riesgo de caídas y disminuyendo la autonomía del paciente.

En adhesión, la fatiga, la depresión y las molestias sensoriales son los síntomas no motores que más contribuyen a la reducción de la calidad de vida relacionada a la salud (HRQoL) durante los primeros tres años de diagnóstico de la enfermedad. (Soh et al. 2011).

Considerando los demás síntomas no motores, Scollo et al. (2016) identificaron que las caídas, las alteraciones cognitivas y las alucinaciones constituyen marcadores de enfermedad avanzada, asociados con una mayor necesidad de asistencia para las AVD. Asimismo, observaron que los pacientes diagnosticados después de los 50 años presentaron un desarrollo más precoz del deterioro cognitivo, lo que evidencia la heterogeneidad en la progresión clínica y resalta la importancia de considerar estas complicaciones para el diseño de intervenciones personalizadas.

Si bien tradicionalmente la EP se ha caracterizado por sus manifestaciones motoras, los síntomas no motores, en particular el deterioro cognitivo, los trastornos del sueño, ansiedad, depresión y fatiga; también tienen un impacto relevante sobre la movilidad (Müller,

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

B. et al. 2013) (Leonardi, M. et al. 2012). En este sentido, la interacción entre síntomas cardinales constituye un factor central en el entendimiento de las alteraciones de la marcha en la EP.

### **6.6. Marcha y Control Motor en Parkinson**

#### **6.6.1. Características de la Marcha en Condiciones Típicas:**

La marcha es una habilidad motora cíclica y automatizada que permite el desplazamiento eficiente del cuerpo en el espacio, integrando fases de apoyo y oscilación de los miembros inferiores. Cada ciclo de marcha incluye una fase de apoyo (60% del ciclo) y una fase de balanceo (40%), donde se alternan los patrones de carga y descarga para mantener la estabilidad dinámica. Los parámetros espaciotemporales – longitud del paso, cadencia y velocidad – son indicadores funcionales que reflejan la integridad del control neuromuscular (Rueda & Tejada. 2020).

La locomoción es regulada por redes jerárquicas distribuidas que abarcan desde la médula espinal hasta la corteza cerebral. Según Takakusaki (2017) los generadores centrales de patrones (CPG) en la médula espinal producen la secuencia rítmica básica de contracción-extensión necesaria para caminar.

Se ha descrito a los CGP como un conjunto de interneuronas excitatorias e inhibitorias, capaces de generar impulsos rítmicos (Rueda & Tejada. 2020). Graham Brown postulo que los CPG funcionan como dos centros de organización que se especializan cada uno en músculos flexores y extensores, con la capacidad de inhibirse entre ellos. (Stuart & Hultborn. 2008).

Estas redes reciben modulación desde el tronco encefálico, particularmente el mesencéfalo locomotor, actúa como generador de la activación descendente necesaria para iniciar y mantener el patrón locomotor básico, modulando la actividad de los CPG en la médula espinal (Rueda & Tejada. 2020); el cerebelo – que ajusta la coordinación y la

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

precisión -, y los ganglios basales, que regulan la selección y automatización del movimiento. (Takakusaki. 2017); (Diederich et al. 2020).

En condiciones normales, la marcha requiere una mínima demanda de control consciente debido al alto grado de automaticidad del patrón motor, lo que permite distribuir la atención hacia tareas cognitivas o estímulos del entorno (Rueda & Tejeda. 2020).

A nivel cortical, las áreas motoras suplementaria (AMS) y premotora (APM) integran la planificación y adaptación del patrón locomotor ante entornos cambiantes, desempeñando un papel fundamental en el inicio de la marcha y su control. Por su parte, la corteza parietal posterior integra la información somatosensorial, visual y vestibular necesaria para construir una representación espacial del cuerpo y del entorno. (Drew & Marigold. 2015). Esta integración permite adaptar la dirección y la longitud del paso frente a estímulos externos, facilitando la navegación en entornos complejos (Rueda & Tejeda. 2020).

Además de los GB y las áreas corticales motoras, el cerebelo desempeña un rol esencial en la regulación temporal y la coordinación intersegmentaria de la marcha. A través de sus conexiones con el tronco encefálico y la corteza motora, ajusta los movimientos en tiempo real y contribuye al mantenimiento del equilibrio dinámico. Esta interacción entre control automático y atención dividida constituye la base del equilibrio dinámico durante la locomoción. (Rueda & Tejeda. 2020).

La pérdida de la automaticidad observada en la EP puede comprenderse al reconocer el papel de los ganglios basales cumplen en la inhibición y facilitación de patrones motores automáticos. El deterioro dopaminérgico altera este equilibrio (Rueda & Tejeda. 2020), incrementando la dependencia cortical y el costo atencional durante la marcha, fenómeno que se agrava ante la realización de tareas duales.

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

### ***6.6.2. Alteraciones de la Marcha en la Enfermedad de Parkinson:***

La movilidad segura e independiente, tanto en el hogar como en la comunidad, requiere de un control coordinado y eficiente de la marcha. Un componente esencial de este control es la automaticidad, entendida como la capacidad del sistema nervioso de ejecutar patrones motores con mínima demanda de recursos ejecutivos y atencionales (Takakusaki. K. 2013).

La evidencia proveniente de modelos animales indica que los movimientos voluntarios se originan a partir de comandos motores proyectados desde la corteza hacia el tronco encefálico y la médula espinal. Sin embargo, conductas motoras dirigidas a objetivos, como caminar, se acompañan invariablemente de procesos automáticos de control postural, los cuales incluyen el ajuste del equilibrio y la regulación del tono muscular, funciones que dependen en mayor medida de estructuras subcorticales como los ganglios basales y el tronco encefálico. (Takakusaki. K. 2013), (Takakusaki et al. 2004),

En la EP, estas vías subcorticales se encuentran alteradas, lo que conduce a un control automático disfuncional del movimiento (Clark D. J. 2015). Según Stuart et al. (2018), la marcha en personas con EP depende en gran medida de la compensación cortical, lo que aumenta la variabilidad del rendimiento motor.

La marcha constituye una función motora compleja que depende de la integración entre los sistemas musculoesquelético, sensorial, entre otros. En la EP, dicha función se encuentra comprometida en parte por la bradicinesia (Wu, T. et al. 2015) y por la denervación dopaminérgica (Hirata, K. et al. 2020), lo que repercute negativamente en la movilidad, la independencia funcional y el riesgo de caídas. (Bloem et al. 2006).

### **6.7. Déficits Motores Específicos:**

Desde la perspectiva clínica, los trastornos de la marcha en la EP incluyen: reducción de la longitud de paso, disminución de la velocidad, incremento de la cadencia, reducción del

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

bruceo, postura en flexión de tronco y extremidades, y dificultades tanto para iniciar como para detener el movimiento. (Creaby & Cole. 2018). En conjunto, estas alteraciones configuran la denominada marcha festinante, caracterizada por pasos cortos y rápidos que tienden a acelerarse involuntariamente (Farreras & Rozman, 2020), (Horacio A. Argente y Marcelo E. Alvarez. 2013).

La velocidad de marcha, así como también, la longitud del paso, cuando se encuentran disminuidas, están estrechamente vinculadas con la edad avanzada, estadios avanzados de la enfermedad, disminución en autonomía de AVD, miedo a caer, inestabilidad de cabeza y pelvis, entre otros. (Paker et al. 2015), (Latt et al. 2009).

En 2021, Zanardi et al. (2021) observaron que las personas con EP presentan una reducción del rango de movimiento (ROM) en el plano sagital de la cadera de aproximadamente 5° respecto a controles sanos. Este déficit biomecánico contribuye al aumento de la cadencia y a la reducción de la zancada, factores que podrían explicar la menor velocidad de la marcha en esta población.

La dificultad para regular la longitud del paso en EP aún no está completamente esclarecida. No obstante, investigaciones previas (Wang, D. D & Choi, J. T. 2020), han mostrado que la hipoinactivación de la entrada cortical, podría estar vinculada con una producción inadecuada de señales de los GB o con alteraciones en la preparación motora. Actualmente, se reconoce que los GB desempeñan un papel central en la ejecución de patrones motores básicos para secuencias de movimientos predecibles y bien aprendidas (Gatev, P. et al 2006) (Rosin, B. et al 2007). Estos, interactúan con la corteza prefrontal (CPF) y corteza parietal (CP) facilitando la ejecución automática y fluida de dichas secuencias. (Bulea, T. C. et al 2015) (Drew, T & Marigold, D. S. 2015)

Cuando esta vía se encuentra alterada, se cree que la activación cortical deficiente del AMS (Pellegrini, F. et al 2024), se podría traducir en un inicio y ejecución del movimiento

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

anormalmente lenta, generando dificultades para mantener la regularidad de la marcha. En esta línea Georgiou et al. (1993) demostraron que tanto los tiempos de reacción como los de ejecución en secuencias motoras aprendidas son significativamente más prolongados en EP que en sujetos sanos.

### **6.8. Implicancias Funcionales en la Marcha y Calidad de Vida:**

Como se mencionó en el apartado anterior, la depresión tiene una prevalencia considerablemente alta y es uno de los síntomas no motores que se presenta en el paciente que padece EP. En el año 2022, Cong et al., identificó que las personas con EP más depresión, presentaban una sintomatología motora más severa, puntuaciones más altas en las escalas UPDRS-III y H&Y, y mayor presencia de inestabilidad postural, así como mayor dificultad para caminar.

El deterioro axial, leve o moderado, que se representa por la inestabilidad postural, que acarrea las dificultades para caminar anteriormente descriptas representan en gran proporción la baja calidad de vida en las personas con EP y la mayor dependencia funcional para afrontar las AVD. (Muslimovic, D. et al 2008).

Uno de los síntomas más incapacitantes es el FOG, definido como la incapacidad súbita y transitoria de avanzar los pies durante la locomoción (Giladi, N. et al 1992). El FOG suele desencadenarse al atravesar puertas, al realizar giros o en condiciones de doble tarea, y se asocia con un mayor riesgo de caídas y una reducción significativa en la calidad de vida (Bloem, B. R. et al 2004) (Grimbergen, Y. A. et al 2004)

En sujetos sanos, la automaticidad permite la realización de tareas duales sin comprometer de manera significativa el patrón locomotor. En la EP, la pérdida de esta automaticidad obliga al paciente a reclutar atención consciente para ejecutar la marcha, lo que sobrecarga los recursos cognitivos disponibles. Esta sobrecarga se intensifica en situaciones de doble tarea, lo cual constituye un hallazgo clínico relevante, ya que el deterioro locomotor

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

bajo esta condición refleja el compromiso funcional más amplio que provoca la enfermedad. (Latt et al. 2009), (Bond & Morris. 2000).

### **6.9. Procesamiento Cognitivo y Automaticidad:**

#### ***6.9.1. Procesamiento Automático vs Controlado***

El control de la marcha no puede comprenderse como un fenómeno exclusivamente automático ni como uno puramente ejecutivo. En realidad, se trata de un equilibrio dinámico entre ambos procesos, cuya predominancia varía según las demandas de la tarea y las capacidades del individuo. Dicho equilibrio resulta fundamental, ya que condiciona de manera directa la eficacia y la seguridad durante la ejecución de la marcha. (Schneider – Shiffrin. 1977)

Este planteo teórico se origina en un marco conceptual que describe dos formas complementarias de procesamiento cognitivo: el automático y el controlado. Aunque fue desarrollado en un inicio para explicar el funcionamiento cognitivo, sus principios pueden extrapolarse al ámbito del control locomotor. En este contexto, los autores definen el procesamiento automático como la activación de una secuencia de nodos que, frente a una determinada configuración de entrada, se desencadena de manera casi inevitable y sin requerir atención consciente la salida. Por el contrario, el procesamiento controlado, es aquella secuencia en la cual la persona es capaz de seleccionar la activación de los nodos, y desencadenar una configuración de salida deseada. (Schneider – Shiffrin. 1977).

#### ***6.9.2. Fenómenos Diferenciales Entre Procesamiento Automático y Controlado:***

La distinción entre procesamiento automático y controlado/ejecutivo puede comprenderse a partir de varios fenómenos relevantes que, en el contexto de la marcha, adquieren especial importancia para el rendimiento y la seguridad.

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

De acuerdo con el paradigma propuesto por Schneider y Chein (2003), existen siete fenómenos conductuales que permiten diferenciar y comprender el procesamiento automático y el controlado, los cuales se van a detallar a continuación:

- Entrenamiento prolongado:

El procesamiento automático requiere una práctica consistente y sostenida en el tiempo, mientras que los procesos controlados pueden adquirirse rápidamente, incluso en pocas repeticiones y bajo condiciones de mapeo variadas (Schneider – Chein. 2003).

- Velocidad y modalidad de procesamiento:

El procesamiento automático se caracteriza por ser rápido y paralelo, mientras que el control ejecutivo es inherentemente más lento y serial. Esta diferencia resulta crítica durante la deambulación, dado que los movimientos multiarticulares y las demandas en tiempo real requieren respuestas veloces. Situaciones como cambios inesperados en la pendiente en una calle de la ciudad, ilustra la necesidad de integrar información periférica de manera inmediata, algo que un control excesivamente ejecutivo no logra gestionar igual (Schneider – Chein. 2003).

- Demanda de recursos:

Un tercer tópico, es que el procesamiento al demandar menos esfuerzo, puede sostenerse incluso bajo condiciones de alta carga de trabajo a diferencia del procesamiento ejecutivo, que requieren un esfuerzo considerable y compite con otras tareas de tipo controlado por prioridad. En términos prácticos, cuando la automaticidad de la marcha se ve reducida y aumenta la dependencia del control ejecutivo, los recursos atencionales se saturan, llevando a una competencia por dichos recursos. La misma, puede traducirse en un deterioro del rendimiento locomotor y del desempeño en tareas concurrentes (Schneider – Chein. 2003).

- Resistencia al estrés:

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

En cuarto lugar, el procesamiento automático es menos susceptible a factores estresantes, mientras que el rendimiento basado en control ejecutivo puede deteriorarse de manera significativa bajo condiciones ambientales adversas o generadoras de ansiedad. Un ejemplo de lo anterior, es cuando el individuo vivencia el cruzar una calle muy transitada, donde la carga emocional y demanda cognitiva incrementan la vulnerabilidad del control locomotor (Schneider – Chein. 2003).

- Control cognitivo limitado sobre la automaticidad:

Una vez que un proceso se ha vuelto automático, resulta difícil ejercer control consciente sobre él. Este fenómeno explica, por ejemplo, la persistencia de respuestas aprendidas que se ejecutan de manera involuntaria, aun cuando no resultan funcionales en una situación particular (Schneider – Chein. 2003).

- Asociación mediante mapeo consistente:

El desarrollo de la automaticidad depende de la repetición de una asociación estable entre el estímulo y una respuesta. En la medida en que la práctica fortalece dicho vínculo, la representación del estímulo adquiere una mayor prioridad en el sistema, favoreciendo su activación automática sin necesidad de mediación ejecutiva (Schneider – Chein. 2003).

- Aprendizaje diferencial en presencia de distractores:

Mientras los estímulos relevantes refuerzan asociaciones de alta prioridad a través de la práctica, los distractores tienden a asociarse a códigos de menor prioridad, lo cual facilita la selección eficiente del estímulo objetivo en contexto de búsqueda visual o tareas atencionales (Schneider – Chein. 2003).

### **6.10. Pérdida de la Automaticidad en la Marcha en Parkinson**

Caminar en la vida diaria, tanto en el hogar como en la comunidad, implica con frecuencia la ejecución de tareas complejas. Estas pueden incluir desplazarse sobre obstáculos, caminar en condiciones de poca iluminación o realizar varias actividades

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

simultáneamente (Patla & Shumway-Cook. 1999), (Frank & Patla. 2003), (Shumway-Cook et al. 2007).

En tales contextos, el SNC, desempeña un papel fundamental, ya que moviliza recursos fisiológicos, como aumento del flujo sanguíneo y la liberación de glucosa, para responder a las demandas físicas o psicológicas (Bear et al. 2007). Se ha propuesto que, ante situaciones, el SNC incrementa su nivel de excitabilidad con el fin de mejorar la capacidad de respuesta motora (Sibley et al. 2010). Sin embargo, este mecanismo no siempre resulta beneficioso, ya que, una excitación excesiva puede comprometer el rendimiento motor.

En adultos mayores, el miedo a caerse constituye un ejemplo claro de este fenómeno. El incremento de la ansiedad asociado a dicho temor se ha vinculado con respuestas posturales anómalas (Adkin et al. 2002), (Carpenter et al. 2004), y con alteraciones en parámetros de la marcha (Brown et al. 2002), (Gage et al. 2003), (Hadjistavropoulos et al. 2012).

Los efectos sobre los parámetros espaciotemporales dependen, además, de las estrategias compensatorias adoptadas. Por ejemplo, algunos sujetos preservan la velocidad de la marcha incrementando la amplitud de la base de sustentación, mientras que otros reducen la velocidad para conservar estabilidad (Seidler et al. 2010).

### **6.11. Activación Cortical y Coste de la Doble Tarea:**

#### ***6.11.1. Evaluación de la Automaticidad:***

El estudio de la automaticidad presenta, sin embargo, un desafío metodológico: los circuitos del SNC implicados no se pueden evaluar directamente en seres humanos. Por ello, el equilibrio existente entre control automático y ejecutivo se infiere a través de pruebas conductuales.

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

Una de las más utilizadas es la evaluación de la doble tarea, que compara el desempeño de una tarea locomotora realizada de manera aislada con su ejecución simultánea a otra actividad.

En la mayoría de los casos, la condición de doble tarea genera una disminución del rendimiento respecto de la tarea única (Dubost et al. 2006), (Beauchet et al. 2009), (Heinzel et al. 2016). La magnitud de esta disminución, denominada “coste de la doble tarea”, se interpreta como un indicador de competencia por recursos ejecutivos. Así, cuando la tarea principal exige un alto grado de control ejecutivo, el coste tiende a ser mayor; en cambio, un control predominantemente automático suele asociarse con un menor coste de doble tarea.

### ***6.11.2. El Paradigma de la Tarea Dual y el Coste de la Doble Tarea:***

Una tarea dual se define como la realización simultánea de dos tareas que pueden ser realizadas de forma independiente, medidas separadamente, y que tienen distintos objetivos (McIsaac. 2015). Aunque las tareas duales pueden combinar aspectos emocionales, cognitivos y motores, las más utilizadas en la literatura combinan tareas motoras con cognitivas.

El denominado “coste de la doble tarea” hace referencia al descenso en el rendimiento motor o cognitivo que se produce cuando ambas demandas deben ejecutarse de forma simultánea, en comparación con su ejecución individual. Este fenómeno se interpreta dentro de los modelos de recursos atencionales limitados (Kahneman, 1973) (Wickens, 2002), según los cuales la atención constituye un recurso finito que debe distribuirse entre tareas competitivas. Cuando la suma de las demandas supera la capacidad total del sistema, aparece interferencia y deterioro del desempeño.

La integración de la evaluación y la rehabilitación mediante tareas duales añade validez ecológica al trabajo clínico, ya que la vida diaria requiere constantemente la integración entre cognición y movimiento. Una capacidad disminuida para ejecutar tareas

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

duales se relaciona directamente con las dificultades funcionales reales del paciente en su entorno natural. (McFayden et al. 2017).

Como se explicó con anterioridad, la marcha y el control motor, en personas con EP pierde el equilibrio para integrar ambas partes. Por lo tanto, procesos cognitivos como la atención alternante, la flexibilidad cognitiva, el control de inhibición, la memoria de trabajo y la velocidad de procesamiento de la información incrementar su influencia sobre el control motor. (Clark. 2015) (Bayot et al. 2018).

El concepto que subyace el paradigma de tarea dual es la interferencia cognitivo-motora. En este contexto, puede diferenciarse una interferencia cognitiva, cuando la tarea mental (contar, recordar o resolver un problema) interrumpe la automatización motora, y una interferencia motora, cuando dos patrones de movimiento compiten por recursos neuromotores comunes (Abernethy. 1988).

Este fenómeno se concreta y se mide mediante el coste de respuesta; éste, es una medida que refleja el porcentaje de cambio de una respuesta en la condición dual respecto a la condición simple.

Aunque el término coste sugiere un deterioro o peaje cognitivo y/o motor, no siempre ocurre así; también puede observarse una ganancia (facilitación) en el rendimiento cognitivo y/o motor al realizar la tarea dual (Plummer – D´Amato et al. 2012). El control motor y las funciones ejecutivas podrían compartir redes cerebrales (Montero Odasso y Hachinski. 2014). La ejecución de tareas duales se asocia con cambios en la activación de la red motora indirecta y la red fronto-parietal, incluye la corteza prefrontal dorsolateral, la corteza cingulada, áreas parietales y la insula (McIsaac et al. 2018)

En la EP, la degeneración dopaminérgica de los ganglios basales y la alteración de los circuitos frontoestriatales reducen la automatización del movimiento. Esto obliga al sujeto a depender de un mayor control cortical y atencional para ejecutar acciones motoras

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

previamente automáticas (Mirelman et al. 2014). Por ello, al introducir una tarea cognitiva simultánea, se observa un incremento del coste atencional y una mayor probabilidad de desorganización del patrón de marcha o aparición de “freezing” (Yogev-Seligmann et al. 2012).

Diversos estudios sugieren que esta práctica mejora la velocidad de marcha, la longitud de paso y la estabilidad dinámica, además de reducir episodios de congelación (Mirelman et al. 2019) (Yogev-Seligmann et al. 2012). Estos hallazgos respaldan la incorporación de ejercicios de doble tarea dentro de los programas de reeducación de la marcha en Parkinson.

### ***6.11.3. Evidencia Neurofisiológica***

En este contexto, el rendimiento de la marcha se asocia con funciones ejecutivas y atención, dominios cognitivos que reflejan la función del lóbulo frontal (Mirelman et al. 2014) (Hausdorff et al. 2008). El estudio de la interferencia cognitivo-motora durante la marcha ha utilizado herramientas de neuroimagen como la espectroscopia funcional de infrarrojo cercano (fNIRS), que permite evaluar la actividad cerebral durante la locomoción (Mirelman et al. 2014) (Meester et al. 2014).

#### ***6.11.3.1. Activación Cortical en Adultos Sanos.***

La investigación en adultos jóvenes sanos ha proporcionado evidencia directa de que la doble tarea durante la marcha se asocia con la activación del cerebro frontal (Mirelman et al. 2014) (Meester et al. 2014). Específicamente, se ha demostrado un aumento en los niveles de hemoglobina oxigenada (HbO) en la corteza frontal. Este aumento en la activación no parece ser una respuesta a la verbalización, sino que está relacionado con la carga cognitiva durante la marcha. (Mirelman et al. 2014)

Los estudios con fNIRS han localizado esta activación durante la DT en la CPF. Se ha observado que la activación de la CPF (medida por HbO) responde de manera gradual a la

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

complejidad de la tarea; por ejemplo, una tarea compleja de doble tarea (resta serial de siete) provoca el mayor aumento de HbO en comparación con la marcha habitual (Mirelman et al. 2014). Esta activación se presume que se genera en los vasos sanguíneos de la corteza prefrontal rostral (Mirelman et al. 2014), un área relacionada con el procesamiento simultáneo de funciones motoras y cognitivas.

Estudios de fMRI que evalúan funciones ejecutivas durante la doble tarea, como el test de Kana Pick.out, han identificado que el componente específico de la doble tarea se relaciona con la activación bilateral de la corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC) (Tachibana et al. 2012). El DLPFC es considerado un mediador importante para el almacenamiento a corto plazo y los procesos ejecutivos, apoyando la teoría del “cuello de botella central” (Tachibana et al. 2012) (Jaeggi et al. 2003).

En tareas de memoria de trabajo que varían en carga, la activación de la DLPFC y del giro precentral (Jaeggi et al. 2003), así como del lóbulo parietal superior, aumenta continuamente en función de la carga de memoria tanto en tareas simples como en doble tarea (Jaeggi et al. 2003). Incluso cuando la carga de procesamiento es excesiva y la precisión conductual decae al nivel de azar, la activación prefrontal continúa aumentando, lo que sugiere que refleja atención intencional más que solo el rendimiento de la tarea simple (Jaeggi et al. 2003).

### ***6.11.3.2. Alteraciones Neurofisiológicas en la Enfermedad de Parkinson.***

En personas con EP, la activación cortical y el procesamiento de la doble tarea presentan patrones distintivos en comparación con los adultos motores sanos.

- Hiperactivación en marcha simple

Las personas con EP a menudo muestran una activación significativamente mayor de la PFC durante la marcha simple en comparación con los adultos mayores sanos (Maidan et al. 2016). Esta hiperactivación se interpreta como un mecanismo de compensación que utiliza

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

recursos cognitivos, como la función ejecutiva, para suplir la pérdida de automaticidad del control estriatal (Maidan et al. 2016) (Al-Yahya et al. 2019)

- **Respuesta a la doble tarea cognitiva**

La respuesta de activación frontal (medida por HbO) a la doble tarea varía en personas con EP. En algunos estudios, se ha observado que las personas con EP solo experimentan un ligero aumento, o ningún aumento significativo, de los niveles de HbO durante la doble tarea cognitiva en comparación con la marcha simple. Esto se ha interpretado como una posible saturación o efecto techo de la CPF, ya que ya está altamente activada durante la marcha simple (Maidan et al. 2016).

- **Implicación de PMC y SMA:**

En personas con EP leve o moderada, la marcha con tarea cognitiva, como la resta serial, provoca una activación mayor y más sostenida en la CPM y la AMS en comparación con la marcha simple (WS) y la marcha con tarea motora (WMT) y cognitiva (WCT), como cargar una bandeja. La activación de estas áreas durante la marcha con tarea motora fue, además, correlacionada negativamente con el rendimiento de la marcha en personas con EP (Liu et al. 2022). El impacto negativo de la WCT en el rendimiento de la marcha fue superior al de la WMT en este grupo (Liu et al. 2022).

La evidencia de neuroimagen respalda la noción de que la EP compromete la capacidad del sistema para gestionar eficientemente las demandas de la doble tarea debido a una mayor dependencia de recursos frontales para el control de la marcha (Al-Yahya et al. 2019) (Maidan et al. 2016).

La comprensión de que la activación prefrontal puede estar saturada en la EP durante la doble tarea, pero aun responde a tareas de navegación de obstáculos, sugiere que las estrategias de rehabilitación pueden necesitar enfocarse en mejorar la automaticidad de la marcha simple (Maidan et al. 2016); y a, aumentar la eficiencia del reclutamiento cortical

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

para tareas complejas, particularmente las que activan el CPM y AMS, como lo es el entrenamiento de doble tarea (Liu et al. 2022) (Maidan et al. 2016).

### **6.12. Estrategias Terapéuticas y Entrenamiento de Doble Tarea**

#### ***6.12.1. Rehabilitación de la enfermedad de Parkinson***

La fisioterapia y kinesioterapia constituyen una herramienta terapéutica central en el abordaje no farmacológico de la EP, orientándose a preservar o mejorar la movilidad funcional, prevenir complicaciones secundarias y optimizar la calidad de vida de las personas diagnosticadas (Claire L. Tomlinson et al. 2013).

Según la guía de fisioterapia europea para la enfermedad de Parkinson, los principales ejes en la rehabilitación son el entrenamiento de la marcha, ejercicios de equilibrio, transferencias, control postural y actividades manuales con una progresión adaptada al estadio clínico de la enfermedad de cada paciente (World Confederation for Physical Therapy, 2014, sección 4.1).

Según Claire L. Tomlinson et al. (2013), identificaron que la intervención fisioterapéutica en la EP por sobre la no intervención fisioterapéutica, mejoró significativamente los resultados en los ejes principales, en un periodo de corto plazo (menos de 3 meses); resaltando la importancia de la terapia física durante el tratamiento de la EP.

Los programas tradicionales de rehabilitación se basan en un enfoque motor, centrado en la repetición de patrones de movimiento específicos, la estimulación sensoriomotriz y la promoción de la independencia funcional. Estas intervenciones han demostrado eficacia en la mejora de variables como la velocidad de marcha, el tiempo de doble apoyo, amplitud de zancada y reducción del riesgo de caídas. (Keus SHJ, et al. 2014). Sin embargo, su impacto puede ser limitado cuando se evalúan situaciones de la vida cotidiana que implican demandas cognitivas simultáneas, como caminar mientras se conversa, se realiza un cálculo mental o se

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

responde a estímulos ambientales imprevistos. (Bloem, B. R. et al 2006) (Beauchet, O & Berrut, G. 2006).

En las últimas décadas, se ha incorporado progresivamente el componente cognitivo a los programas de rehabilitación, especialmente en lo referido a funciones ejecutivas, atención dividida, memoria operativa y control inhibitorio. Estas áreas cognitivas son frecuentemente afectadas en personas con EP, incluso desde estadios tempranos.

Sin embargo, el abordaje cognitivo suele trabajarse de forma separada o fragmentada respecto de las actividades motoras, lo que puede limitar la transferencia real de los aprendizajes terapéuticos a contextos funcionales complejos, en las cuales las personas con EP deben responder simultáneamente a estímulos motores y cognitivos. (Heinzel, S. 2016)

Esta limitación ha impulsado el desarrollo de enfoques más integradores, como el entrenamiento de doble tarea, que buscan no solo mejorar los parámetros físicos aislados, sino también potenciar la capacidad de las personas con EP para adaptarse a situaciones multitarea, habituales en su entorno cotidiano. (Herold, F. et al 2018) (Xiao, Y. et al 2023).

### **6.13. Entrenamiento en Doble Tarea: Fundamentos y Relevancia en Parkinson**

En las últimas décadas, el enfoque de rehabilitación en la EP ha evolucionado hacia modelos integradores que contemplan la interacción entre sistemas motores y cognitivos. El EDT surge como una estrategia para restaurar la capacidad de atención dividida y mejorar la automatización de la marcha (Herold et al. 2018).

El DT se basa en la ejecución simultánea de dos actividades que demandan recursos atencionales y de control, pudiendo ser una combinación entre tareas motoras y cognitivas. En contextos clínicos, este enfoque busca replicar condiciones funcionales similares a las que se presentan en la vida cotidiana, donde las personas deben caminar, mantener el equilibrio o realizar movimientos complejos mientras procesan información, toman decisiones o resuelven problemas. (Herold et al. 2018).

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

Según Herold et al. (2018), los programas de entrenamiento de doble tarea (cognitivo-motor) se puede clasificar en entrenamiento motor seguido de cognitivo (secuencial), o entrenamiento cognitivo y motor simultáneos, siendo estos últimos potencialmente más eficaces para promover la integración directa de procesamiento cognitivo y ejecución motora.

Los protocolos utilizados son muy heterogéneos; sin embargo, el entrenamiento debe seguir seis principios siguiendo las teorías de aprendizaje motor, a fin de optimizar las intervenciones y mejorar los resultados. Los principios son:

- Foco de atención

Durante la rehabilitación, las instrucciones que los terapeutas brindan influyen directamente en el foco atencional del paciente, la ejecución del movimiento y su resultado. Con frecuencia, las indicaciones se centran en partes del cuerpo, por ejemplo, “mantén las rodillas detrás de los dedos de los pies”, lo que genera un foco de atención interno. Este tipo de instrucción promueve un control consciente del movimiento, que puede interferir con los mecanismos automáticos del control motor (Wulf et al. 2001), y consumir gran parte de los recursos atencionales disponibles, dificultando la ejecución simultánea de otras tareas.

En cambio, las instrucciones con foco externo, orientadas al efecto del movimiento en el entorno, como “toca la marca del suelo con tu pie”, facilitan un aprendizaje motor más eficiente (Wulf. 2013). En esta línea, siguiendo la hipótesis de acción constreñida, se puede decir que, un foco de atención interno inhibe los procesos de control automático y puede dificultar el aprendizaje motor, mientras que el foco externo los facilita (Wulf et al. 2001).

No obstante, identificar en la práctica clínica consignas adecuadas para inducirlo puede resultar complejo. En este sentido, la realidad aumentada ofrece una herramienta útil, ya que proporciona señales visuales o auditivas externas que dirigen

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

la atención del paciente hacia el entorno virtual y no hacia su cuerpo, favoreciendo un foco externo y, por ende, un aprendizaje más efectivo según los principios del aprendizaje motor. (Chua et al. 2021)

- **Aprendizaje implícito.**

Tradicionalmente, las habilidades motoras (HM), se enseñan mediante instrucciones explícitas, que implican un control consciente del movimiento. Sin embargo, el control motor depende mayormente de procesos implícitos, es decir, conocimientos adquiridos de manera automática y no verbalizable (Li-Juan Jie et al. 2024).

La evidencia indica que el aprendizaje explícito puede interferir con estos procesos automáticos, especialmente bajo condiciones de presión o estrés, disminuyendo el rendimiento (Masters, R. S et al. 2007) (Masters, R. 1992).

Por ello, la rehabilitación motora puede beneficiarse de estrategias basadas en aprendizaje implícito, donde el paciente mejora sin plena conciencia de lo que aprende. En pacientes con ictus, por ejemplo, la ejecución de tareas de equilibrio fue superior tras un periodo de aprendizaje implícito en comparación con una explícito (Arikawa, E et al. 2023).

- **Variación.**

Las investigaciones en aprendizaje motor destacan la importancia de la variabilidad en la práctica. En vez de repetir un mismo movimiento de forma idéntica, introducir pequeñas variaciones fortalece la consolidación del aprendizaje y mejora la transferencia a nuevas situaciones.

En síntesis, la practica variable promueve un aprendizaje motor más robusto y adaptable, aspectos esenciales en los programas de rehabilitación funcional.

- **Intensidad del entrenamiento.**

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

La intensidad del entrenamiento, entendida como el número de repeticiones, la frecuencia y la dificultad de las tareas, es un factor determinante del éxito terapéutico (Lesinski, M et al. 2015). En este sentido, los programas de alta intensidad son los que logran los mayores efectos funcionales.

La realidad virtual (RV) y la realidad aumentada (RA) pueden contribuir a alcanzar esa intensidad óptima al incrementar la motivación, la adherencia y la participación activa de los pacientes. Estas tecnologías permiten un entrenamiento más autónomo, tanto en la clínica como en el hogar, y ofrecen retroalimentación inmediata sobre el desempeño (Rogers et al. 2019)

En definitiva, la rehabilitación mediante RV y RA facilita sesiones más intensas, controladas y atractivas, optimizando el tiempo efectivo de práctica, el compromiso y la motivación del paciente con su proceso terapéutico (Freitag et al. 2019).

- **Especificidad de la tarea.**

La rehabilitación debe incluir entrenamiento específico de tareas para asegurar la transferencia de lo aprendido a la vida cotidiana. Las tecnologías mencionadas permiten recrear de manera segura situaciones funcionales que simulan los desafíos del entorno real.

Caminar en la vida diaria implica adaptarse a contextos cambiantes: levantar el pie ante un obstáculo, reducir la velocidad para esquivar a alguien o acelerar para cruzar una calle. Esta adaptabilidad de la marcha es fundamental para la independencia y la prevención de caídas

Además, muchas otras actividades cotidianas combinan componentes cognitivos y motores (tarea dual). Esto, puede generar interferencia, un fenómeno que aumenta con la edad y ciertas patologías neurológicas. Dicha interferencia es un predictor de caídas

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

(Beauchet, O et al. 2009) y se ha demostrado que el entrenamiento dual es más eficaz para reducirla que la práctica de una sola tarea. (Wollesen, B et al. 2014).

- Feedback.

Los programas de equilibrio basados en feedback han mostrado reducir el balanceo postural y mejorar la transferencia de peso y la estabilidad en adultos mayores, con mejoras en escala de Berg (Zijlstra, A et al. 2010). También se han observado beneficios en pacientes post-ictus (Maciaszek, J, et al. 2014), en adultos mayores (Franz, J. R. et al. 2014), en EP (Jellish, J. et al. 2015), entre otros.

Estudios recientes han demostrado que los programas de entrenamiento de doble tarea con tecnología inversiva (realidad virtual o aumentada), producen mejoras significativas en la marcha, el rendimiento dual y las funciones ejecutivas en personas con EP (Lau, J et al. 2022).

Por ejemplo, un estudio piloto empleando cinta de marcha combinada con videojuego inversivo informo mejoras clínicas relevantes en velocidad de marcha, distancia caminada, y rendimiento en TUG cognitivo tras 4 semanas de entrenamiento en etapas I-III de la enfermedad (Lau, J et al. 2022).

Otra investigación exploró la duración del entrenamiento (seis vs doce semanas), y encontró que el protocolo más prolongado produjo no solo mejoras en la marcha en tareas duales, sino también en la cognición y reducción de caídas, efectos que se mantuvieron a los 6 meses (Pelosin et al. 2022).

Una revisión sistemática sobre doble tarea cognitivo motora en Parkinson, concluyó que, pese a la heterogeneidad metodológica, las intervenciones muestran consistencia en beneficios funcionales y señalan que las tecnologías inversivas pueden facilitar altas dosis de práctica, mayor intensidad y mejor adherencia (Tan, X et al. 2024).

## **7. Materiales y métodos**

### **7.1. Planificación de la investigación**

La enfermedad de Parkinson representa una de las principales causas de discapacidad neurológica en adultos mayores, afectando de manera progresiva la funcionalidad, la marcha y la autonomía personal. Entre las manifestaciones motoras más características se encuentra la alteración de la marcha, lo que impacta sobre la capacidad de desplazamiento y la independencia funcional de la persona, generando una elevada carga asistencial y reduciendo su calidad de vida.

En los estadios tempranos de la enfermedad, los pacientes conservan una reserva funcional suficiente para responder a estímulos terapéuticos más complejos; sin embargo, el entrenamiento orientado a tareas simples puede no ser suficiente para transferir mejoras hacia situaciones de la vida real.

En este contexto, el entrenamiento de doble tarea (cognitivo-motor) surge como una alternativa terapéutica con potencial para optimizar la reeducación de la marcha, al promover la integración de los procesos motores y atencionales. A pesar del creciente interés en esta línea de intervención, la evidencia sobre sus efectos en los parámetros espaciotemporales de la marcha en personas con enfermedad de Parkinson aun no es concluyente, y la heterogeneidad metodológica entre estudios dificulta establecer recomendaciones clínicas claras.

Por ello, se consideró pertinente realizar una revisión de alcance (Scoping Review) que permita identificar, mapear y describir la evidencia disponible sobre los efectos del entrenamiento de doble tarea en la reeducación de la marcha en personas con enfermedad de Parkinson en estadios clínicos leves a moderados (Hoehn & Yahr I-III).

La pregunta de investigación que guio el proceso fue:

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

“En personas con Enfermedad de Parkinson en estadios clínicos leves a moderados (H&Y I-III), ¿Cómo afecta la rehabilitación de doble tarea en comparación con la de tarea simple en la reeducación de la marcha?”

### **7.2. Desarrollo del proceso**

#### **7.2.1. Tipo de estudio y diseño de investigación**

El diseño metodológico corresponde a una revisión exploratoria y descriptiva, de tipo no experimental, enmarcada dentro del enfoque de revisión de alcance (Scoping Review).

Este tipo de estudio permite mapear la evidencia existente sobre una temática determinada, describiendo las características y alcances de las investigaciones publicadas sin realizar análisis cuantitativos de los efectos ni evaluación del riesgo de sesgo.

El propósito fue obtener una visión integral y actualizada de las investigaciones sobre el entrenamiento de doble tarea aplicado a la rehabilitación de la marcha en personas con enfermedad de Parkinson, con especial interés en las variables espaciotemporales y los componentes cognitivo-motores involucrados en dichas intervenciones.

##### **7.2.1.1. Criterios de inclusión:**

- Estudios realizados en adultos humanos con diagnóstico confirmado de Enfermedad de Parkinson, en estadios I-III de Hoehn & Yahr.
- Intervenciones que incluyeran entrenamiento de doble tarea o cognitivo-motor, tanto en formato presencial como mediado por tecnologías (realidad virtual o aumentada).
- Resultados vinculados a parámetros espaciotemporales de la marcha o movilidad funcional (velocidad, cadencia, longitud del paso, interferencia de doble tarea).
- Publicaciones en idioma español, inglés o portugués.
- Diseños de estudio: ensayos clínicos aleatorizados, estudios piloto, cuasi-experimentales, revisiones sistemáticas y/o meta análisis.
- Artículos publicados entre enero de 2010 y octubre de 2025.

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

### ***7.2.1.2. Criterios de exclusión:***

- Estudios en animales o intervenciones farmacológicas/quirúrgicas.
- Publicaciones sin acceso a texto completo o sin resumen disponible.
- Revisiones narrativas, editoriales, cartas al editor, actas de congreso, casos aislados o series menores a cinco participantes con Enfermedad de Parkinson.
- Estudios realizados en poblaciones con otros trastornos neurológicos o sin componente dual en la intervención.

### ***7.2.2. Materiales***

Para el desarrollo de la presente revisión se utilizaron los siguientes recursos y herramientas:

- Computadora HP Intel Core 3 con acceso a internet.
- Google Sheets, utilizado para la organización, unificación y cribado de los artículos identificados.
- Microsoft Word 2016, empleado para la redacción y sistematización del informe final.
- Google Drive, para la administración de citas y referencias bibliográficas según normas APA 7<sup>a</sup> edición.
- Sitio web de la Declaración PRISMA para el diagrama de flujo.

### ***7.2.3. Bases de Datos Consultadas y Estrategia de Búsqueda***

Se realizó una búsqueda en las siguientes bases de datos electrónicas: PubMed, SciELO, Cochrane Library, PEDro, UOC y Google Scholar. Fueron seleccionadas por su relevancia en el ámbito de la salud y las ciencias del movimiento humano. La búsqueda bibliográfica se realizó el 20 de octubre de 2025, considerando artículos publicados entre el 1 de enero de 2010 y el 20 de octubre de 2025, con el fin de incluir la evidencia reciente y relevante.

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeduación de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

Se emplearon términos MeSH y palabras claves libres combinadas con operadores booleanos (AND, OR).

**Tabla 1.**

Estrategias de búsqueda bibliográfica

Base de datos	Términos MeSH	Resultado de búsqueda	Fecha de consulta
PubMed	("Parkinson disease" OR "Parkinson's disease" OR "Parkinsonism")	53	20 de octubre de 2025
SciELO	AND ("dual-task" OR "dual task training" OR "cognitive-motor" OR "motor-cognitive" OR "dual-task exercise")	4	20 de octubre de 2025
Cochrane Library	AND ("dual-task" OR "dual task training" OR "cognitive-motor" OR "motor-cognitive" OR "dual-task exercise")	310	20 de octubre de 2025
UOC	AND ("gait" OR "walking" OR "locomotion" OR "mobility")	297	20 de octubre de 2025
Google Scholar	AND ("rehabilitation" OR "training" OR "exercise" OR "physical therapy" OR "neurorehabilitation").	689	20 de octubre de 2025
PEDro	"Parkinson disease", "dual task training", "motor cognitive training", "gait", "walking", "neurorehabilitation"	47	20 de octubre de 2025

Nota. Elaboración propia.

La selección y depuración de los registros se realizó siguiendo las directrices metodológicas de la declaración PRISMA. El proceso contempló las etapas de identificación, cribado, elegibilidad e inclusión, documentados mediante un diagrama de flujo PRISMA 2020, lo que permitió registrar de forma transparente la cantidad de artículos en cada fase y los motivos de exclusión correspondientes.

La aplicación de esta herramienta contribuye a estandarizar el proceso de revisión, favoreciendo la reproducibilidad y claridad metodológica. Además, minimiza los sesgos de selección y omisión, garantizando que los estudios finalmente incluidos representen con precisión

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

### *7.2.4. Extracción y análisis de datos*

Los datos que se extrajeron de los resultados obtenidos en la búsqueda bibliográfica, fueron unificados en un libro de cálculo de Google Sheets, creando una hoja por base de datos y una hoja general consolidada.

Siguiendo el diagrama PRISMA, se realizó una selección de los estudios incluidos en esta revisión de alcance. En una hoja de cálculo se importó en formato .csv o .xlsx, según disponibilidad en base de datos consultadas, los registros obtenidos por la búsqueda. Los encabezados para la tabla de extracción de datos en esta hoja fueron: autor(es) año, título, base de datos de origen, y enlace a texto completo u DOI si estaba disponible. Con la función quitar duplicados de la hoja de cálculo de Google Sheets, se eliminaron duplicados basándose en los encabezados: autor(es) año, título.

Aquellos títulos que superaron el filtro por título y resumen/abstract, se registraron en una segunda hoja de cálculo de Google Sheets, donde los encabezados fueron: autor(es) año, título, tipo de estudio, población (n, edad, sexo, grupo control, grupo intervención, estadio H&Y), intervención (tipo de entrenamiento, duración, frecuencia, intensidad, seguimiento), descripción de doble tarea, variables analizadas, instrumentos utilizados, principales resultados, incluir/excluir, motivo.

Se filtraron las publicaciones, para que finalmente queden los artículos que serán incluidos, y cumplen con los criterios metodológicos que exige este Scoping Review.

El análisis de los datos se realizó de forma descriptiva y cualitativa, identificando las tendencias en las intervenciones duales aplicadas, los parámetros de marcha evaluados y los efectos observados en la población con EP.

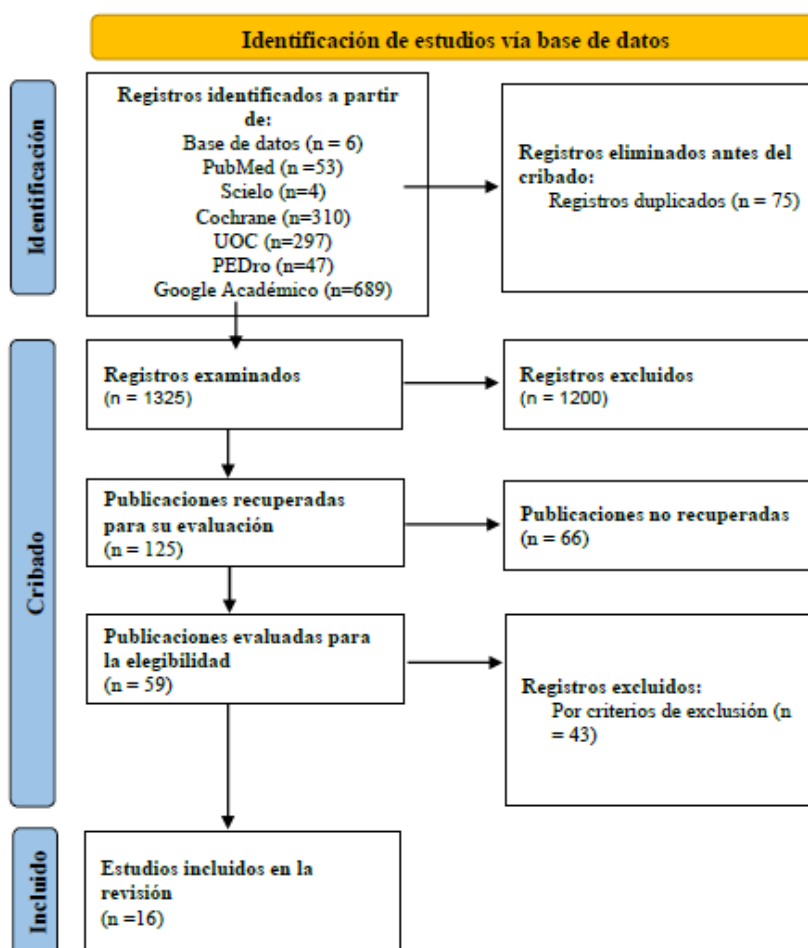
## 8. Resultados

### 8.1. Identificación de estudios

La estrategia de búsqueda utilizada, encontró 1400 artículos en las bases de datos Google Académico, PubMed, SciELO, PEDro, Cochrane Library, UOC. Fueron eliminados 75 artículos por duplicado dejando 1325 artículos para ser evaluados. Se incluyeron finalmente 16 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión establecidos, tras la lectura completa y aplicación del diagrama PRISMA 2020 (Figura 1).

**Figura 1**

Diagrama de flujo PRISMA para la sistematización de los artículos



## Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeduación de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review

**Tabla 2.**

Análisis cualitativo de los estudios incluidos.

Autor / Año	Tipo de estudio	Herramienta de medición	Muestra	Intervención	Grupo control	Velocidad de marcha	Longitud de paso	Cadencia
Rosenfeldt et al. (2024)	ECA ciego único (análisis secundario)	TUG, LOS	n=47 (H&Y II-III)	EDT con RA	EDT tradicional	↑ TUG (-12% en RA vs. -7% en tradicional)	↑ LOS (+14% RA)	NR
Wong et al. (2024)	ECA unicéntrico ciego único	TUG, Stroop, cinemática	n=32 (H&Y I-III)	Caminata compleja y motor-cognitivo (6 sem, 2 ses/sem, 40 min)	Grupo control	↑ velocidad (p<0.05)	↑ longitud (p<0.05)	NS
San Martín Valenzuela et al. (2020a)	Estadio transversal	Análisis cinemático	n=83 (40 EP, 43 ctrl)	No aplica	Grupo control sano	↓ vel. DT cost 6.19%	↓ paso 6.19%; ↑ doble apoyo 7.16%	NR
Wollesen et al. (2021)	Estadio de viabilidad	Análisis cinemático	n=17 (H&Y II-III)	DTT	NR	↑ vel. +0.11 m/s	↑ paso +5.73 cm	NR
García-López et al. (2023)	Revisión sistemática + metaanálisis	Meta-regresión	n=826 (H&Y I-IV)	DTT	STT	SMD 0.44 (IC95% 0.1-0.67)	SMD 0.42 (IC95% 0.02-0.96)	SMD 0.14 (IC95% -0.13-0.42)
Sarasso et al. (2024)	Revisión sistemática + metaanálisis	Síntesis GRADE	n=548 (H&Y <2.4)	DTT	STT	SMD 0.48	Δ 0.09 m	Δ +5.45 pasos/min
Yang et al. (2019)	Estadio piloto ECA	Cronometría	n=18 (H&Y II)	DTT cognitivo y DTT motor	STT	↑ vel. +12% (p=0.031)	↑ paso +9.3% (p=0.031)	↓ doble apoyo -7.6%
Lin Y.P. et al. (2024)	ECA ciego único	TUG, UPDRS-III, PDQ-39	n=16 (H&Y 1-2.5)	DTT en cinta con carga cognitiva	STT	↑ vel. (p=0.03)	↑ paso (p=0.034)	NS
Johansson et al. (2023)	Revisión sistemática + metaanálisis	Gait analysis	n=597 (11 estudios)	DTT vs. control	NR	↑ 0.12 m/s (IC95% 0.08-0.17)	↑ 10.12 cm (IC95% 4.86-15.38)	↑ 2.91 pasos/min (IC95% 0.08-5.73)
Lin X. et al. (2024)	Revisión sistemática	Síntesis narrativa	n=214 (H&Y I-III)	DTT	STT	NS	NS	NS
Pourkhami et al. (2019)	ECA simple ciego	TUG, equilibrio, gait test	n=30 (H&Y II-III)	DTT cognitivo, DTT motor	ST	NS	NS	NS
Pelosin et al. (2022)	Sub-estadio de ECA	Gait speed, TUG, cognición	n=77 (H&Y II-III)	TT+RV 12 sem	TT+RV 6 sem	↑ vel. (p=0.003)	↑ paso (p=0.002)	NR
Tedla et al. (2017)	ECA	TUG, cronometraje	n=30 (H&Y II)	DTT motora	DTT cognitiva	↑ vel. +0.10 m/s (p<0.001)	↑ paso +3.06 cm (p<0.001)	↑ cad. +3.2 pasos/min
Bueno et al. (2017)	Ensayo cuasi-aleatorizado	TUG, stride, gait speed	n=33 (H&Y 1.5-3)	DTT	RC y SB	↑ vel. +0.34 m/s (p<0.001)	↑ paso +20 cm (p=0.002)	NS
Chawla et al. (2014)	Diseño intra-sujeto	Análisis cinemático	n=25 (H&Y 2.2 ±1.1)	DTT motora y cognitiva	ST	↓ vel. (0.83-0.78 m/s, p=0.001)	↓ paso (1.37-1.08 m, p=0.001)	↑ cad. (88-108, p=0.001)
San Martín Valenzuela et al. (2020b)	ECA simple ciego	Gait analysis	n=40 (H&Y I-III)	DT	ST	↑ vel. y paso (p<0.05)	↑ paso (p<0.05)	↑ cad. (p<0.05)

Nota: TUG = Timed Up and Go Test; LOS = Limits of Stability; ECA = Ensayo Clínico Aleatorizado; EDT = Entrenamiento de Doble Tarea; RA = Realidad Aumentada; NR = No Reportado; NS = No Significativo ↑ = aumento/mejora; ↓ = disminución/empeoramiento; DTT = Dual Task Training; STT = Single Task Training; SMD = Standardized Mean Difference; H&Y = Hoehn y Yahr; Δ = diferencia o cambio; TT = Treadmill Training; RV = Realidad Virtual; RC = Rhythmic Cueing; SB = Swiss Ball; Cad. = Cadencia; Cost = Dual Task Cost.

Nota. Elaboración propia

## Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeduación de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review

**Tabla 3.**

Análisis demográfico de los estudios incluidos

Autor / Año	Edad media (±DE)	Estadio H&Y	Duración sesión (min)	Frecuencia (día/semana)	Nº total de sesiones/semanas promedio
Rosenfeldt (2024)	70.0 ± 6.4	II–III	60	2	16
Wong (2024)	65.9 ± 5.6	I–III	40	2	12
San Martín Valenzuela (2020a)	66.7 ± 7.5	I–III	NR	NR	NR
Wollesen (2021)	70.1 ± 7.4	II–III	60	1	4
García-López (2023)	66.8 ± 3.7	I–IV	20–60	1–3	4–48 sem
Sarasso (2024)	66.5 ± 7.2	≈2.4	45–60	2–3	8.6 sem prom.
Yang (2019)	65–69.5	I–II	30	3	12
Lin Y.P. (2024)	62.6 ± 5.3	1–2.5	25–45	2	8 sem
Johansson (2023)	68.9	≈2.0	30–60	2–3	NR
Lin X. (2024)	NR	I–III	30–70	2–3	4–10 sem
Pourkhani (2019)	50–75	II–III	45	3	30
Pelosin (2022)	60–85	II–III	45	3	18 o 36
Tedla (2017)	50–70	II	60	3	12
Bueno (2017)	50–70	1.5–3	60	2	24
Chawla (2014)	57 ± 10.1	2.2 ± 1.1	NR	NR	NR
San Martín Valenzuela (2020b)	66.7 (44–79)	I–III	60	2	20

Nota: sem = semanas; prom = promedio; NR = No Refiere

Nota. Elaboración propia

Los estudios analizados se detallan en la Tabla 2, que representa el análisis cualitativo de las investigaciones incluidas, y en la Tabla 3, donde se resumen las características demográficas de intervención de las muestras.

Rosenfeldt et al. (2024) llevaron a cabo un análisis secundario de un ensayo clínico aleatorizado de ciego único en 47 participantes con EP en estadios II-III de Hoehn & Yahr. Compararon un EDT tradicional con uno asistido por RA durante 8 semanas. Ambos grupos mejoraron en la condición de doble tarea, pero el grupo RA obtuvo mayores incrementos en el área de excursión máxima (14%) y en el tiempo del test Timed up and Go (TUG) (12%), frente al 9% y 7% del grupo tradicional, respectivamente.

Wong et al. (2024) realizaron un ensayo clínico aleatorizado unicéntrico y de ciego único con 32 sujetos con EP divididos en tres grupos: caminata compleja, motor-cognitivo y control. Tras seis semanas de entrenamiento, el grupo motor-cognitivo mostró mejoras significativas en velocidad y longitud de paso, así como un incremento de la actividad

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

cerebral en el área motora suplementaria (SMA), y una reducción del tiempo en el test TUG en comparación con los otros grupos.

San Martín Valenzuela et al. (2020) desarrollaron un estudio transversal en 40 pacientes con EP y 43 controles. El grupo con EP mostró un coste de doble tarea de -6.19% en longitud de paso, +7.16% en tiempo de doble apoyo y -12.59% en fuerza de frenado. Las tareas verbales y motoras generaron mayores deterioros (hasta un 25% de costo en fuerza de frenado), siendo la condición visual la menos demandante.

Wollesen et al. (2001) realizaron un estudio de viabilidad con 17 participantes con EP (H&Y 2-3) que completaron cuatro semanas de EDT. El protocolo integró tareas motoras con demandas cognitivas de priorización y cambio de tarea, logrando mejoras en la velocidad de marcha (+0.11 m/s) y longitud de paso (+5.73 cm), demostrando factibilidad y tolerancia de la intervención.

García-López et al. (2023) efectuaron una revisión sistemática con meta análisis que incluyó 826 sujetos. Los resultados mostraron que el entrenamiento de doble tarea (DTT) fue superior al de tarea simple (ETS) en velocidad de marcha (SMD=0.44; IC95% 0.1-0.67) y longitud de zancada (SMD=0.42; IC95% 0.02-0.96), sin diferencias significativas en cadencia (SMD=0.14; IC95%-0.13-0.42).

Sarasso et al. (2024), mediante una revisión sistemática y meta análisis de 14 ECAs (n=548), observaron que el EDT fue superior al ETS en velocidad (SMD=0.48), longitud de zancada (+0.09 m) y cadencia (+5.45 pasos/min). Sin embargo, la certeza de la evidencia GRADE fue muy baja.

Yang et al. (2019) llevaron a cabo un estudio piloto aleatorizado con tres grupos (DT cognitiva, DT motora y control)- el entrenamiento cognitivo- motor (CDTT) mejoró la longitud de zancada en 19% (p=0.031) y redujo el tiempo de doble apoyo en 19.8% (p=0.031), mostrando ventajas sobre el entrenamiento de DT motora en tareas cognitivas.

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

Lin Y.P. et al. (2024) realizaron un ECA con 16 participantes comparando un DTT en cinta rodante con carga cognitiva frente a un ETS sin carga. Ambos mejoraron velocidad y longitud de paso ( $p < 0.05$ ), pero solo el grupo EDT mejoró el rendimiento cognitivo ( $p = 0.044$ ), la puntuación UPDRS-III ( $p = 0.003$ ) y la calidad de vida (PDQ-39,  $p = 0.009$ ).

Johansson et al. (2023) efectuaron una revisión sistemática y meta análisis ( $n = 597$ ) que mostró mejoras significativas a favor del EDT frente a controles: velocidad de marcha ( $+0.12$  m/s; IC95% 0.08-0.17), cadencia ( $+2.91$  pasos/ min; IC95% 0.008-5.73) y longitud de zancada ( $+10.12$  cm; IC95% 4.86-15.38). El costo de doble tarea en velocidad se redujo un 8.75% (IC95%- 14.57,-2.97).

Lin X. et al. (2024) revisaron seis estudios ( $n = 214$ ) comprando EDT y ETS. No hallaron diferencias significativas entre grupos en velocidad, cadencia o longitud de paso post intervención, aunque los autores destacaron alta heterogeneidad metodológica.

Pourkhani et al. (2019) desarrollaron un ensayo controlado con 30 pacientes EDT cognitivo, EDT motor y ETS. No se observaron diferencias significativas entre los tres grupos, aunque todos mostraron en equilibrio y parámetros de marcha.

Pelosin et al. (2022) analizaron 77 participantes con EP divididos en grupos de 6 y 12 semanas de entrenamiento en cinta con realidad virtual. Hubo mejoras significativas en velocidad ( $p\text{-adj} = 0.003$ ), variabilidad ( $p\text{-adj} = 0.004$ ) y longitud de paso ( $p\text{-adj} = 0.002$ ), con mayor beneficio en el grupo de 12 semanas en caídas y funciones ejecutivas.

Tadla et al. (2017) compararon entrenamiento con interferencia motora y cognitiva en 30 pacientes. El grupo motor mostró mayores mejoras en longitud de zancada ( $+3.06 \pm 1.09$  cm), velocidad ( $+0.10 \pm 0.03$  m/s) y cadencia ( $+3.2 \pm 1.20$  pasos/min) respecto al cognitivo ( $p < 0.001$ ).

Bueno et al. (2017) realizaron un ensayo cuasi-aleatorizado en 33 pacientes comparando tres intervenciones (pistas rítmicas, balón suizo y DT). Todos los grupos

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

mejoraron los parámetros de marcha destacando aumentos en longitud de paso (+20 cm;  $p=0.002$ ) y velocidad (+0.34 m/s;  $p<0.001$ ) en el grupo DT.

Chawla et al. (2014) evaluaron 25 pacientes en tres condiciones; marcha simple, DT cognitiva y DT motora. La velocidad disminuyó de  $0.83 \pm 0.06$  a  $0.78 \pm 0.05$  m/s ( $p=0.001$ ) en DT, y la longitud de paso cayó de  $1.37 \pm 0.28$  m a  $1.08 \pm 0.29$  m ( $p=0.001$ ), evidenciando el impacto negativo de la doble carga.

San Martín Valenzuela et al. (2020) compararon dos programas grupales (ST vs DT) en 40 pacientes. El grupo DT mostro mejoras significativas en velocidad, longitud de zancada y cadencia postratamiento ( $p<0.05$ ), con mantenimiento de los resultados a 8 semanas.

## **9. Discusión**

A lo largo del Scoping Review, se encontró uniformemente que el EDT afecta positivamente los aspectos espaciotemporales de la marcha en personas con EP en formas leves a moderadas (H&Y I–III). Según los datos recopilados, los estudios mostraron mejoras significativas en la velocidad de marcha, la longitud del paso y reducciones en los costos de la doble tarea, lo que indica una recuperación parcial de las habilidades motoras automáticas y una mejor integración cognitivo-motora.

De esta manera, los resultados confirman el objetivo general del estudio: identificar la evidencia existente sobre la utilidad del EDT en la reeducación de la marcha en el contexto de la EP. Varios estudios empíricos proporcionan la validación empírica para esta afirmación. Wollesen et al. (2021) encontraron que un protocolo de cuatro semanas con una sesión semanal de entrenamiento cognitivo-motor aumentó la velocidad de marcha en 0.11 m/s y la longitud del paso en 5.7 cm, demostrando que la viabilidad clínica del enfoque fue confirmada. De manera similar, Johansson et al. utilizando un meta-análisis de 11 ensayos clínicos, (2023) encontraron que el DTT mejora significativamente la velocidad (+0.12 m/s),

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

la cadencia (+2.91 pasos/min) y la zancada (+10.1 cm), y minimiza el costo dual de caminar en un -8.75%. Con la correlación entre estudios de intervención y revisiones cuantitativas, el DTT emerge como una herramienta científica creíble utilizada en terapia.

Funcionalmente, la mejora observada en los parámetros de la marcha en dos estudios muestra una re-automatización motora que se refiere a tareas que requieren menos enfoque para completarse. Este mecanismo en la EP está comprometido por la disfunción dopaminérgica del putamen, una estructura neurogénica relevante para el control motor automatizado de secuencias de tareas (Redgrave et al., 2019). La reorganización compensatoria que se promueve mediante este mecanismo a través del DTT fomenta una comunicación óptima entre las áreas motoras corticales y subcorticales, así como un aumento en la reasignación efectiva de recursos cognitivos en el momento de la locomoción.

Esta interpretación es consistente con la hipótesis del cuello de botella atencional presentada por Kelly et al. (2020). Los pacientes con EP, en particular, experimentan competencia de recursos entre tareas motoras y cognitivas que, con entrenamiento enfocado, pueden reducirse. Los hallazgos también respaldan el segundo objetivo específico, que incluye un análisis de la metodología y los principales hallazgos. La inclusión de estos estudios indica una amplia heterogeneidad en términos de duración (4–48 semanas) y frecuencia (1–3 sesiones/semana); sin embargo, el efecto general del EDT podría ser fuerte. Esta reproducibilidad puede indicar que la dosis terapéutica óptima podría ser de 4-6 semanas de práctica formal como mínimo, con énfasis en la progresión de la dificultad cognitiva y motora (García-López et al., 2023). De manera similar, el EDT potencialmente puede ser superior a los enfoques de tarea única, cumpliendo así el tercer objetivo perseguido en este estudio. La comparación directa entre la doble y la tarea única en el meta-análisis de Johansson et al. encontró mayores ganancias de velocidad y zancada en condiciones duales.

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

Estos hallazgos son clínicamente relevantes, porque caminar ocurre en la vida cotidiana rara vez en condiciones monofuncionales: las personas deben caminar mientras piensan, miran o manipulan objetos (Mirelman et al., 2022). Por el contrario, a pesar del beneficio consistente del EDT en la marcha, la evidencia relacionada con la transferencia funcional a actividades de la vida diaria (AVD), la prevención de caídas y la atenuación temporal de los resultados es limitada. Ni Wollesen et al. (2021) ni Johansson et al. (2023) mostraron resultados significativos en el seguimiento o en factores de AVD, lo que apunta a una falta de evidencia que permanece en la literatura. Estudios recientes como Chawla et al. (2024), que indicaron que los efectos del entrenamiento cognitivo-motor podrían mantenerse durante 12 semanas después de la participación en una intervención de atención dirigida sobre la fuerza cognitiva, pero es probable que esos estudios necesiten replicación.

El EDT puede inducir alteraciones neuroplásticas compensatorias, notablemente en las redes frontoestriatal y cerebelosa. Gao et al. (2017) describieron la pérdida de activación cerebelosa durante la DT en la EP, lo que puede considerarse como un fallo del mecanismo compensatorio; Müller-Oehring et al. (2015) demostraron el desarrollo de la conectividad estriato-prefrontal durante tareas ejecutivas indicativas de reorganización adaptativa. Estos hallazgos son consistentes con la hipótesis de que el entrenamiento dual podría mejorar la conectividad funcional entre áreas motoras y cognitivas, para apoyar aún más el aprendizaje motor en entornos desafiantes. Además, la tecnología novedosa como la RV (Bhise et al., 2024) y la neuromodulación no invasiva (tDCS, rTMS) (Souza Carneiro, 2018) podrían apoyar la eficacia del EDT al amplificar la información sensorial y la modulación de la excitabilidad cortical. El EDT en conjunto con RV proporcionaría un método viable para mejorar la automatización motora a través de una combinación de estímulos cognitivos y motores en entornos virtuales completamente inmersivos. Finalmente, este trabajo satisface el cuarto objetivo: integrar datos para informar futuras líneas de investigación y práctica. La

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

evidencia combinada también sugiere que el EDT representa un modo probado y flexible de rehabilitación kinesiológica, facilitando el aumento de la eficiencia de la marcha, la atención dividida e incluso reduciendo el riesgo de caídas en condiciones leves a moderadas de EP.

## **10. Conclusión**

### **10.1. Contribuciones y Aportes de la Investigación**

Esta revisión de alcance sintetizó y analizó la evidencia disponible sobre la aplicación del EDT para la reeducación de la marcha entre individuos que viven con EP en etapas leves a moderadas (H&Y I–III). Los hallazgos demuestran el potencial de que los enfoques cognitivo-motores abordan mejoras en los parámetros espaciotemporales de la marcha, incluyendo velocidad, longitud del paso y cadencia, reforzando así su efectividad en comparación con enfoques de tarea única o tradicionales.

Al examinar 16 estudios combinados, se concluyó la posibilidad de mejorar la eficiencia del control motor y la atención dividida con la intención de migrar del movimiento consciente a través del control explícito, a la práctica automatizada. Este mecanismo está correlacionado con una mayor integración funcional entre los sistemas cognitivo y motor, y puede estar asociado con una mejor eficiencia de la marcha y una disminución en el costo dual, lo que respalda lo anterior.

Estos hallazgos corroboran la misión general del estudio y apoyan los objetivos específicos que son:

- El EDT es una intervención viable y efectiva en individuos con EP leve a moderada.

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

- Se ha establecido una fuerte validez científica para las mejoras en los parámetros de la marcha en meta análisis recientes (Johansson et al., 2023; García-López et al., 2023).

- En la evidencia más reciente, cuando se implementa regularmente y paso a paso, se encuentra que el EDT es una modalidad de tratamiento que potencialmente puede incorporarse en la kinesiología para la EP y que puede llevar a una mayor autonomía funcional y calidad de vida.

Además, este trabajo contribuye a un cuerpo de información que reúne perspectivas conductuales, tecnológicas y neurofisiológicas, en una síntesis coherente sobre la reeducación de la marcha derivada de un modelo cognitivo-motor. La literatura que se propone en esta revisión contribuye a la solidificación de la base teórica y práctica del uso del EDT en kinesiología y neurorehabilitación.

### **10.2. Limitaciones**

Aunque favorables, estos resultados deben interpretarse en términos de algunas de las limitaciones de la literatura hasta la fecha tanto de la revisión como de las prácticas actuales.

Primero, la heterogeneidad metodológica dentro de los estudios incluidos —en términos de duración, frecuencia, intensidad y tipo de tareas cognitivas— hace que sea un desafío determinar una dosis óptima o un protocolo de intervención estándar. De manera similar, la mayoría de los ensayos examinados consistieron en un tamaño de muestra pequeño ( $n < 40$ ) y no fueron seguidos, por lo que no se puede conocer la retención a largo plazo de los beneficios que se han logrado.

Una segunda limitación es la falta de medidas funcionales que reflejen la transferencia de los efectos del EDT a las AVD, caídas ocurridas y percepción de autoeficacia motora que no fueron incorporadas. Sin embargo, la mayoría de la

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

evidencia está confinada a datos biomecánicos o de laboratorio, lo que limita el potencial para extrapolar los resultados a situaciones realistas.

Finalmente, esta revisión de alcance no fue un meta análisis cuantitativo y, por lo tanto, careció de una evaluación formal del riesgo de sesgo. Por lo tanto, los hallazgos sintetizados deben tomarse como un resumen de la evidencia existente en un esfuerzo por identificar la dirección del desarrollo y las brechas en el conocimiento, pero no necesariamente deben interpretarse como indicativos de causalidad.

### **10.3. Direcciones Futuras de Investigación**

En el futuro, la evidencia del EDT debe consolidarse utilizando estudios basados en evidencia realizados en situaciones experimentales controladas con tamaños de muestra más grandes y siguiendo protocolos bien definidos para proporcionar estudios de seguimiento que evalúen la sostenibilidad de los efectos.

Se necesitan mediciones funcionales y neurofisiológicas que integren la evaluación biomecánica de la marcha con medidas de conectividad cerebral para comprender mejor cómo ocurre la automatización motora en la EP.

Sin embargo, se sugiere que las terapias combinadas, incluyendo el EDT en combinación con neuromodulación no invasiva (tDCS, rTMS) y realidad virtual inmersiva, podrían aumentar la plasticidad cortical y mejorar la retención del aprendizaje motor.

Con tecnologías de monitoreo remota digital, también se podría establecer la validez ecológica de los hallazgos para evaluar los efectos del EDT en escenarios de la vida cotidiana. Por último, las futuras líneas también deberían explorar la estratificación de pacientes por etapa clínica, perfil cognitivo y presencia de síntomas como el Congelamiento de la Marcha, con el fin de lograr la personalización de las intervenciones terapéuticas para optimizar la respuesta clínica.

**Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

## **11. Referencias**

- Abernethy, B. (1988). Dual-task methodology and motor skills research: some applications and methodological constraints. *Journal of Human Movement Studies*, 14(3), 101-132.
- Adkin, A. L. (2002). Fear of falling modifies anticipatory postural control. *Experimental brain research*, 143(2), 160-170. doi:<https://doi.org/10.1007/s00221-001-0974-8>
- Al-Yahya, E. M. (2019). Neural Substrates of Cognitive Motor Interference During Walking; Peripheral and Central Mechanisms. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12(536). doi:10.3389/fnhum.2018.00536
- Arikawa, E. K. (2023). Implicit Motor Learning Strategies Benefit Dual-Task Performance in Patients with Stroke. *Medicina (Kaunas, Lithuania)*, 59(9). doi:<https://doi.org/10.3390/medicina59091673>
- Bayot, M. D. (2018). The interaction between cognition and motor control: A theoretical framework for dual-task interference effects on posture, gait initiation, gait and turning. *Neurophysiologie Clinique*.
- Beauchet, O. &. (2006). Gait and dual-task: definition, interest, and perspectives in the elderly. *Psychologie & neuropsychiatrie du vieillissement*, 215-225.
- Beauchet, O. A. (2009). Stops walking when talking: a predictor of falls in older adults? *European journal of neurology*, 16(7), 786-795. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2009.02612.x>
- Beauchet, O. A. (2009). Stops walking when talking: a predictor of falls in older adults? *European journal of neurology*, 16(7), 786-795. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2009.02612.x>
- Bernheimer, H. B. (1973). Brain dopamine and the syndromes of Parkinson and Huntington. Clinical, morphological and neurochemical correlations. *Journal of the neurological sciences*, 415–455. doi:[https://doi.org/10.1016/0022-510x\(73\)90175-5](https://doi.org/10.1016/0022-510x(73)90175-5)

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

- Bloem, B. R. (2004). Falls and freezing of gait in Parkinson's disease: a review of two interconnected, episodic phenomena. *Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society*, 19(8), 871-884. doi:<https://doi.org/10.1002/mds.20115>
- Bloem, B. R. (2006). The "posture second" strategy: a review of wrong priorities in Parkinson's disease. *Journal of the neurological sciences*, 248(1-2), 196-204. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jns.2006.05.010>
- Bond, J. M. (2000). Goal-directed secondary motor tasks: their effects on gait in subjects with Parkinson disease. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 81(1), 110-116. doi:[https://doi.org/10.1016/s0003-9993\(00\)90230-2](https://doi.org/10.1016/s0003-9993(00)90230-2)
- Brown, L. A. (2002). Central set influences on gait. Age-dependent effects of postural threat. *Experimental brain research*, 145(3), 286-296. doi:<https://doi.org/10.1007/s00221-002-1082-0>
- Bueno, M. E. (2017). Comparison of rhythmic cues, Swiss-ball exercises, and dual-task training in individuals with Parkinson's disease: A quasi-randomized clinical trial. *Physiotherapy Research International*, 22(4). doi:<https://doi.org/10.1002/pri.1687>
- Bulea, T. C. (2015). Prefrontal, posterior parietal and sensorimotor network activity underlying speed control during walking. *Frontiers in human neuroscience*, 9. doi:<https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00247>
- Carpenter, M. G. (2004). Influence of postural anxiety on postural reactions to multi-directional surface rotations. *Journal of neurophysiology*, 92(6), 3255-3265. doi:<https://doi.org/10.1152/jn.01139.2003>
- Chawla, H. W. (2014). Effect of type of secondary task on gait performance in patients with Parkinson's disease. *Neuroscience Letters*, 582, 76-80. doi:<https://doi.org/10.1016/j.neulet.2014.08.033>
- Chua, L. K.-D. (2021). Superiority of external attentional focus for motor performance and learning: Systematic reviews and meta-analyses. *Psychological bulletin*, 147(6), 618-645. doi:<https://doi.org/10.1037/bul0000335>

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeduación de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

- Conradsson, D. L. (s.f.). The Effects of Highly Challenging Balance Training in Elderly With Parkinson's Disease: A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabilitation and neural repair*, 827–836. doi:<https://doi.org/10.1177/1545968314567150>
- Creaby, M. W. (2018). Gait characteristics and falls in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *Parkinsonism & related disorders*, 57, 1-8. doi:<https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2018.07.008>
- Dauer, W. &. (2003). Parkinson's disease: mechanisms and models. *Neuron*, 889-909. doi:[https://doi.org/10.1016/s0896-6273\(03\)00568-3](https://doi.org/10.1016/s0896-6273(03)00568-3)
- de Bondt, C. C. (2016). Altered task-related functional connectivity in unmedicated patients with Parkinson's disease. *BMC Neuroscience*. doi:<https://doi.org/10.1186/s12868-016-0263-1>
- Diederich NJ, U. T. (2020). La firma evolutiva de la enfermedad de Parkinson. *Trends Neurosciences*, 43(7), 475-492. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tins.2020.05.001>
- Dorsey, E. R. (2007). Projected number of people with Parkinson disease in the most populous nations, 2005 through 2030. *Neurology*, 68 (5), 384–386. doi:<https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000247740.47667.03>
- Drew, T. &. (2015). Taking the next step: cortical contributions to the control of locomotion. *Current opinion in neurobiology*, 33, 25-33. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conb.2015.01.011>
- Dubost, V. K. (2006). Relationships between dual-task related changes in stride velocity and stride time variability in healthy older adults. *Human movement science*, 25(3), 372-382. doi:<https://doi.org/10.1016/j.humov.2006.03.004>
- Escande, M. V. (2016). Loss of Homeostasis in the Direct Pathway in a Mouse Model of Asymptomatic Parkinson's Disease. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*, 36 (21), 5686–5698. doi:<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.0492-15.2016>
- Farreras-Rozman. (2020). *Medicina interna* . Barcelona : Elsevier.

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeduación de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

- Frank, J. S. (2003). Balance and mobility challenges in older adults: implications for preserving community mobility. *American journal of preventive medicine*, 25 (3), 157-163. doi:[https://doi.org/10.1016/s0749-3797\(03\)00179-x](https://doi.org/10.1016/s0749-3797(03)00179-x)
- Franz, J. R. (2014). Real-time feedback enhances forward propulsion during walking in old adults. *Clinical biomechanics (Bristol, Avon)*, 29(1), 68-74. doi:<https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2013.10.018>
- Freitag, F. B. (2019). Is virtual reality beneficial for dual-task gait training in patients with Parkinson's disease? A systematic review. *Dementia & neuropsychologia*, 13(3), 256-267. doi:<https://doi.org/10.1590/1980-57642018dn13-030002>
- Gage, W. H. (2003). The allocation of attention during locomotion is altered by anxiety. *Experimental brain research*, 150(3), 385-394. doi:<https://doi.org/10.1007/s00221-003-1468-7>
- Gao, L. Z. (2017). Cerebellar involvement in dual-tasking in patients with Parkinson's disease. *Scientific Reports*, 7(1), 1223. doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-017-01369-1>
- García-López, H. e. (2023). Effects of dual-task training on gait performance in Parkinson's disease: A systematic review and meta-analysis. *NeuroRehabilitation*, 345-360. doi:<https://doi.org/10.3233/NRE-230002>
- Gatev, P. D. (2006). Oscillations in the basal ganglia under normal conditions and in movement disorders. *Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society*, 21(10), 1566-1577. doi:<https://doi.org/10.1002/mds.21033>
- Georgiou, N. I. (1993). An evaluation of the role of internal cues in the pathogenesis of parkinsonian hypokinesia. *Brain : a journal of neurology*, 116(6), 1575-1587. doi:<https://doi.org/10.1093/brain/116.6.1575>
- Giladi, N. M. (1992). Motor blocks in Parkinson's disease. *Neurology*, 42(2), 333-339. doi:<https://doi.org/10.1212/wnl.42.2.333>

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeduación de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

- Granacher, U. M. (2011). Comparison of traditional and recent approaches in the promotion of balance and strength in older adults. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 41(5), 377-400. doi:<https://doi.org/10.2165/11539920-000000000-00000>
- Grimbergen, Y. A. (2004). Falls in Parkinson's disease. *Current opinion in neurology*. 17(4), 405-415. doi:<https://doi.org/10.1097/01.wco.0000137530.68867.93>
- Hadjistavropoulos, T. C. (2012). The relationship of fear of falling and balance confidence with balance and dual tasking performance. *Psychology and aging*, 27(1), 1-13. doi:<https://doi.org/10.1037/a0024054>
- Hausdorff, J. M.-S. (2008). Dual-task decrements in gait: contributing factors among healthy older adults. *Journal of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 63(12), 1335-1343.
- Heinzel, S. M. (2016). Motor dual-tasking deficits predict falls in Parkinson's disease: A prospective study. *Parkinsonism & related disorders*, 26, 73-77. doi:<https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2016.03.007>
- Herold, F. H. (2018). Thinking While Moving or Moving While Thinking - Concepts of Motor-Cognitive Training for Cognitive Performance Enhancement. *Frontiers in aging neuroscience*, 10(228). doi:<https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00228>
- Hirata, K. H. (2020). Striatal Dopamine Denervation Impairs Gait Automaticity in Drug-Naïve Parkinson's Disease Patients. *Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society*, 35(6), 1037-1045. doi:<https://doi.org/10.1002/mds.28024>
- Hoehn, M. M. (1967). Parkinsonism: onset, progression and mortality. *Neurology*, 17(5), 427-442. doi:<https://doi.org/10.1212/wnl.17.5.427>
- Horacio A. Argente y Marcelo E. Álvarez. (2013). *Semiología Médica: Fisiopatología, Semiotecnia y Propedéutica*. Buenos Aires: Panamericana .
- J., C. D. (2015). Automaticity of walking: functional significance, mechanisms, measurement and rehabilitation strategies. *Frontiers in human neuroscience*, 9, 246. doi:<https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00246>

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeduación de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

- Jaeggi, S. M. (2003). Does excessive memory load attenuate activation in the prefrontal cortex? Load-dependent processing in single and dual tasks: functional magnetic resonance imaging study. *NeuroImage*, 19, 210-225. doi:10.1016/s1053-8119(03)00098-3
- Jellish, J. A. (2015). A System for Real-Time Feedback to Improve Gait and Posture in Parkinson's Disease. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, 19(6), 1809-1819. doi:https://doi.org/10.1109/JBHI.2015.2472560
- Johansson, H. F. (2023). Effects of motor–cognitive training on dual-task performance in people with Parkinson’s disease: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Neurology*, 2890-2907. doi:https://doi.org/10.1007/s00415-023-11610-8
- K, T. (2017). Functional Neuroanatomy for Posture and Gait Control. *Journal of movement disorders*, 10(1), 1-17. doi:https://doi.org/10.14802/jmd.16062
- K., T. (2013). Neurophysiology of gait: from the spinal cord to the frontal lobe. *Movement disorders : official journal of the Movement Disorder Society*, 1483-1491. doi:https://doi.org/10.1002/mds.25669
- Kahneman, D. (1973). Attention and effort. 1063.
- Keus SHJ, M. M. (2014). European Physiotherapy Guideline for Parkinson’s disease.
- Lau, J. R. (2022). Immersive Technology for Cognitive-Motor Training in Parkinson's Disease. *Frontiers in human neuroscience*. doi:https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.863930
- Leonardi, M. R. (2012). Relationships between disability, quality of life and prevalence of nonmotor symptoms in Parkinson's disease. *Parkinsonism & related disorders*, 18(1), 35-39. doi:https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2011.08.011
- Lesinski, M. H. (2015). Effects of Balance Training on Balance Performance in Healthy Older Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(12), 1721-1738. doi:https://doi.org/10.1007/s40279-015-0375-y

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

- Li, Y. R. (2020). Altered functional connectivity of resting-state networks in Parkinson's disease with freezing of gait. *Neural Plasticity*.  
doi:<https://doi.org/10.1155/2020/4216393>
- Li-Juan Jie, M. K. (2024). Overview of Effects of Motor Learning Strategies in Neurologic and Geriatric Populations: A Systematic Mapping Review. *Archives of Rehabilitation Research and Clinical Translation*, 6(4).  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.arrct.2024.100379>
- Liu, Y. C. (2022). Multiarea Brain Activation and Gait Deterioration During a Cognitive and Motor Dual Task in Individuals With Parkinson Disease. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 46(4), 260-267. doi:10.1097/NPT.0000000000000402
- Longhurst, J. K. (2023). Cognitive–motor interference and dual-task performance in Parkinson's disease: A review of neural correlates. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2023.105185>
- Maciaszek, J. B. (2014). Influence of posturographic platform biofeedback training on the dynamic balance of adult stroke patients. *Journal of stroke and cerebrovascular diseases : the official journal of National Stroke Association*, 23(6), 1269-1274.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2013.10.029>
- Maidan, I. N.-E. (2016). The Role of the Frontal Lobe in Complex Walking Among Patients With Parkinson's Disease and Healthy Older Adults: An fNIRS Study. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 8(78), 963-971.  
doi:10.1177/1545968316650426
- Mak, T. C. (2022). Effects of Single-Task, Dual-Task and Analogy Training during Gait Rehabilitation of Older Adults at Risk of Falling: A Randomized Controlled Trial. *International journal of environmental research and public health*, 315.  
doi:<https://doi.org/10.3390/ijerph20010315>
- Marín M, D. S. (2018). Enfermedad de Parkinson: fisiopatología, diagnóstico y tratamiento. *Revista Universidad Industrial de Santander Salud*, 50(1).  
doi:<https://doi.org/10.18273/revsal.v50n1-2018008>

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeduación de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

- Mark D. Latt, H. B. (2009). Acceleration Patterns of the Head and Pelvis During Gait in Older People With Parkinson's Disease: A Comparison of Fallers and Nonfallers. *The Journals of Gerontology*, 64 (6), 700-706. doi:<https://doi.org/10.1093/gerona/glp009>
- Masters, R. S. (1992). Knowledge, knerves and know-how: The role of explicit versus implicit knowledge in the breakdown of a complex motor skill under pressure. *British Journal of Psychology*, 83(3), 343-358. doi:<https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1992.tb02446.x>
- Masters, R. S. (2007). Duration of Parkinson disease is associated with an increased propensity for "reinvestment". *Neurorehabilitation and neural repair*, 21(2), 123-126. doi:<https://doi.org/10.1177/1545968306290728>
- McFadyen, B. J. (2017). Using dual task walking as an aid to assess executive dysfunction ecologically in neurological populations: A narrative review. *Neuropsychological Rehabilitation*, 27(5), 722-743.
- Mclsaac, T. L. (2015). Building a framework for a dual task taxonomy. *BioMed research international*.
- Mclsaac, T. L. (2018). Cognitive-Motor Interference in Neurodegenerative Disease: A Narrative Review and Implications for Clinical Management. *Frontiers in psychology*, 9. doi:10.3389/fpsyg.2018.02061
- Meester D, A.-Y. E.-F. (2014). Associations between prefrontal cortex activation and H-reflex modulation during dual task gait. *Frontiers in human neuroscience*, 8.
- Méndez-Herrera, C. R. (2011). El núcleo subtalámico en la fisiopatología de la enfermedad de Parkinson y su rol como diana quirúrgica. *Revista Chilena de Neuro-Psiquiatría*, 62-68.
- Mirelman A, M. I.-E. (2014). Increased frontal brain activation during walking while dual tasking: an fNIRS study in healthy young adults. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 11(1).
- Mirelman, A. B. (2019). Gait impairments in Parkinson's disease. *The Lancet. Neurology*, 18(7), 697-708. doi:[https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(19\)30044-4](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30044-4)

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

- Montero-Odasso, M. &. (2014). Preludes to brain failure: executive dysfunction and gait disturbances. *Neurological Sciences*, 35(4), 601-604.
- Müller, B. A. (2013). Importance of motor vs. non-motor symptoms for health-related quality of life in early Parkinson's disease. *Parkinsonism & related disorders*, 19(11), 1027-1032. doi:<https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2013.07.010>
- Müller-Oehring, E. M.-S. (2015). Task–rest modulation of basal ganglia connectivity in mild to moderate Parkinson's disease. *Brain Imaging and Behavior*. doi:<https://doi.org/10.1007/s11682-014-9317-9>
- Muslimovic, D. P. (2008). Determinants of disability and quality of life in mild to moderate Parkinson disease. *Neurology*, 70(23), 2241-2247. doi:<https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000313835.33830.80>
- Orcioli-Silva, D. V.-S.-S. (2020). Levodopa Facilitates Prefrontal Cortex Activation During Dual Task Walking in Parkinson Disease. *Neurorehabilitation and neural repair*, 34(7), 589-599. doi:<https://doi.org/10.1177/1545968320924430>
- Paker, N. B. (2015). Gait speed and related factors in Parkinson's disease. *Journal of physical therapy science*, 27(12), 3675-3679. doi:<https://doi.org/10.1589/jpts.27.3675>
- Pellegrini, F. P. (2024). Cortical networks of parkinsonian gait: a metabolic and functional connectivity study. *Annals of clinical and translational neurology*, 11(10), 2597-2608. doi:<https://doi.org/10.1002/acn3.52173>
- Pelosin, E. e. (2022). Six- vs twelve-week treadmill plus virtual reality training on gait variability and falls in Parkinson's disease: A randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 36(8), 442-452. doi:<https://doi.org/10.1177/15459683221105443>
- Pelosin, E. P. (2022). Motor-Cognitive Treadmill Training With Virtual Reality in Parkinson's Disease: The Effect of Training Duration. *Frontiers in aging neuroscience*. doi:<https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.753381>
- Plummer-D'Amato, P. B. (2012). Effects of gait and cognitive task difficulty on cognitive-motor interference in aging. *Journal of aging research*.

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeduación de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

- Pourkhani, T. e. (2019). Comparison of cognitive dual-task, motor dual-task, and single-task training on balance and gait in Parkinson's disease: A randomized controlled trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 1900-1908.
- Raichlen, D. A. (2020). Effects of simultaneous cognitive and aerobic exercise training on dual-task walking performance in healthy older adults: results from a pilot randomized controlled trial. *BMC geriatrics*. doi:<https://doi.org/10.1186/s12877-020-1484-5>
- Riederer, P. &. (1976). Time course of nigrostriatal degeneration in parkinson's disease. A detailed study of influential factors in human brain amine analysis. *ournal of neural transmission*, 38(3-4), 277-301. doi:<https://doi.org/10.1007/BF01249445>
- Rodríguez-Violante, M. &.-A. (2014). Escala de calificación unificada de la enfermedad de Parkinson de la Sociedad de Trastornos del Movimiento: usos clínicos y de investigación. *Archivos de Neurociencias*, 19(3), 157-163. doi:<https://doi.org/10.31157/an.v19i3.50>
- Rogers, J. D. (2019). Elements virtual rehabilitation improves motor, cognitive, and functional outcomes in adult stroke: evidence from a randomized controlled pilot study. *J NeuroEngineering Rehabil*, 16(56). doi:<https://doi.org/10.1186/s12984-019-0531-y>
- Rosin, B. N.-E. (2007). Physiology and pathophysiology of the basal ganglia-thalamo-cortical networks. *Parkinsonism & related disorders*, 13(3), 437-439. doi:[https://doi.org/10.1016/S1353-8020\(08\)70045-2](https://doi.org/10.1016/S1353-8020(08)70045-2)
- Rueda, F. M., & Tejada, M. C. (2020). *La Marcha Humana: Biomecánica, evaluación y patología* (Vol. 1). Panamericana.
- Saavedra Moreno, J. S. (2019). Introducción, epidemiología y diagnóstico de la enfermedad de Parkinson. *Acta Neurológica Colombiana*, 35, 2-10. doi:<https://doi.org/10.22379/24224022244>

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeduación de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

- San Martín Valenzuela, C. C.-d.-I.-C. (2020). Visual, motor and cognitive dual-tasks interfere differently with gait in Parkinson's disease. *Gait & Posture*, 182-187.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2019.11.010>
- San Martín Valenzuela, C. D. (2020). Effects of dual-task versus single-task training on gait performance in Parkinson's disease: A single-blind randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 34(9), 1171-1183.  
doi:<https://doi.org/10.1177/0269215520927454>
- Schneider, W. y. (1977). Controlled and automatic human information processing: I. Detection, search, and attention. *Psychological Review*, 1-66.  
doi:<https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-295X.84.1.1>
- Scollo, S. D.-Q.-A. (2016). Progresión clínica de la enfermedad de Parkinson: análisis retrospectivo en un consultorio especializado en trastornos del movimiento. *Revista de la Sociedad Neurológica Argentina*.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.neuarg.2016.05.002>
- Seidler, R. D. (2010). Motor control and aging: links to age-related brain structural, functional, and biochemical effects. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 34(5), 721-733. doi:<https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2009.10.005>
- Shumway-Cook, A. E. (1999). Dimensions of Mobility: Defining the Complexity and Difficulty Associated with Community Mobility. *Journal of Aging and Physical Activity*, 7 (1), 7-19. doi:<https://doi.org/10.1123/japa.7.1.7>
- Shumway-Cook, A. G. (2007). Age-associated declines in complex walking task performance: the Walking InCHIANTI toolkit. *Journal of the American Geriatrics Society*, 55(1), 58-65. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2006.00962.x>
- Soh, S. E. (2011). Determinants of health-related quality of life in Parkinson's disease: a systematic review. *Parkinsonism & related disorders*, 17(1), 1-9.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2010.08.012>

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeduación de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

- Stuart, D. G., & Hultborn, H. (2008). Thomas Graham Brown (1882–1965), Anders Lundberg (1920–), and the neural control of stepping. *Brain Research Reviews*, *59*(1), 74-95.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.brainresrev.2008.06.001>
- Stuart, S. V. (2018). Cortical activity during walking and balance tasks in older adults and in people with Parkinson's disease: A structured review. *Maturitas*, *113*, 53-72.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.04.011>
- Stuart, S. V. (2018). Cortical activity during walking and balance tasks in older adults and in people with Parkinson's disease: A structured review. *Maturitas*, *113*, 53-72.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.04.011>
- Tachibana, A. N. (2012). Activation of dorsolateral prefrontal cortex in a dual neuropsychological screening test: An fMRI approach. *Behavioral and Brain Functions*, *8*(26). doi:10.1186/1744-9081-8-26
- Takakusaki, K. O.-S. (2004). Role of basal ganglia-brainstem systems in the control of postural muscle tone and locomotion. *Progress in brain research*, *143*, 231-237.  
doi:[https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(03\)43023-9](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(03)43023-9)
- Tan, X. W. (2024). A Review of Recent Advances in Cognitive-Motor Dual-Tasking for Parkinson's Disease Rehabilitation. *Sensors (Basel, Switzerland)*, *24*(19).  
doi:<https://doi.org/10.3390/s24196353>
- Tedla, J. S. (s.f.). Effect of cognitive and motor dual task training on gait parameters in patients with Parkinson's disease. *Journal of Neurological Research*, *7*(3), 57-62.  
doi:<https://doi.org/10.14740/jnr435w>
- Vallejo Zambrano, C. R. (2020). Síndrome de Parkinson: Revisión bibliográfica y actualización. *RECIMUNDO*, *270-281*.  
doi:[https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(4\).octubre.2020.270-281](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.270-281)
- Vitorio, R. S. (2020). Executive Control of Walking in People With Parkinson's Disease With Freezing of Gait. *Neurorehabilitation and neural repair*, *34*(12), 1138-1149.  
doi:<https://doi.org/10.1177/1545968320969940>

## **Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeduación de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

- Walter Schneider, J. M. (2003). Controlled & automatic processing: behavior, theory, and biological mechanisms. *Cognitive Science*, 525-559.  
doi:[https://doi.org/10.1207/s15516709cog2703\\_8](https://doi.org/10.1207/s15516709cog2703_8)
- Wang, D. D. (2020). Brain Network Oscillations During Gait in Parkinson's Disease. *Frontiers in human neuroscience*, 14. doi:<https://doi.org/10.3389/fnhum.2020.568703>
- Wollesen, B. R.-N. (2021). A feasibility study of dual-task strategy training to improve gait performance in patients with Parkinson's disease. *Scientific Reports*, 11(1).  
doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-021-94863-7>
- Wollesen, B. V.-R. (2014). Training effects on motor–cognitive dual-task performance in older adults. *Eur Rev Aging Phys Act*, 5-24. doi:<https://doi.org/10.1007/s11556-013-0122-z>
- Wong, P. L. (2024). Effects of complex walking and motor-cognitive training on gait and cortical activation in Parkinson's disease: A randomized controlled trial. *Frontiers in Aging Neuroscience*. doi:<https://doi.org/10.3389/fnagi.2024.1356792>
- Wu, T. H. (2015). Motor automaticity in Parkinson's disease. *Neurobiology of disease*, 82, 226-234. doi:<https://doi.org/10.1016/j.nbd.2015.06.014>
- Wulf, G. (2013). Attentional focus and motor learning: a review of 15 years. *International Review of Sport and Exercise Psychology*, 6(1), 77-104.  
doi:<http://dx.doi.org/10.1080/1750984X.2012.723728>
- Wulf, G. M. (2001). The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus. *The Quarterly journal of experimental psychology. A, Human experimental psychology*, 54(4), 1143-1154. doi:<https://doi.org/10.1080/713756012>
- Xiao, Y. Y. (2023). The Impact of Motor-Cognitive Dual-Task Training on Physical and Cognitive Functions in Parkinson's Disease. *Brain sciences*, 13(3).  
doi:<https://doi.org/10.3390/brainsci13030437>
- Yogev-Seligmann, G., Brozgov, D. N., & Hausdorff., J. M. (2012). A Training Program to Improve Gait While Dual Tasking in Patients With Parkinson's Disease: A Pilot Study.

**Efectos del Entrenamiento de Doble Tarea en la Reeducción de la Marcha en Estadios Leves a Moderados de la Enfermedad de Parkinson: un Scoping Review**

*Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(1), 176-181.

doi:<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.06.005>

Zanardi, A. P.-M.-T. (2021). Gait parameters of Parkinson's disease compared with healthy controls: a systematic review and meta-analysis. *Scientific reports*, 11(1), 752.

doi:<https://doi.org/10.1038/s41598-020-80768-2>

Zhang, Y. X. (2016). Nonmotor symptoms in patients with Parkinson disease: A cross-sectional observational study. *Medicine*, 95(26).

doi:<https://doi.org/10.1097/MD.00000000000005400>

Zijlstra, A. M. (2010). Biofeedback for training balance and mobility tasks in older populations: a systematic review. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*,

7(58). doi:<https://doi.org/10.1186/1743-0003-7-58>

## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN DE OBRAS EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL DE LA UFLO UNIVERSIDAD

**RIUFLO** - *Repositorio Institucional de la Universidad de Flores* - fue creado para gestionar y mantener una plataforma digital de acceso libre y abierto para la difusión de la creación intelectual de la Universidad de Flores.

El autor cede a la Universidad de forma gratuita pero no exclusiva, los derechos de reproducción, de distribución y de comunicación pública de su obra, a través del **RIUFLO**. Por lo tanto, la Universidad adopta para los ítems allí depositados la Licencia Creative Commons atribución - no comercial 4-0 internacional que siempre requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría. De solicitar otras limitaciones, el autor podrá detallarlas en forma expresa o a través de la elección de otro modelo de Licencia.

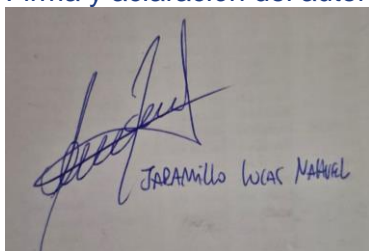
### **Autorizo la publicación de la obra en el RIUFLO (seleccionar una opción):**

A partir del día de la fecha de aprobación del TFI [ ]

A partir de otra fecha, especificar: ... / ... / ...

Lugar y fecha: Neuquén

Firma y aclaración del autor:



JARAMILLO LUCAS MANUEL