



**RIDUNAJ**  
Repositorio Institucional  
Digital UNAJ



## Tesinas de Grado

Aparicio Sarracini, Paloma Aylén

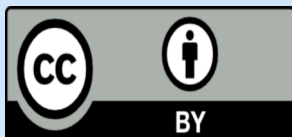
# Efectos del ejercicio terapéutico, como componente central, en el tratamiento kinésico de los trastornos del equilibrio en individuos con Enfermedad de Parkinson en estadio III

2021

*Instituto de Ciencias de la Salud*

*Carrera: Licenciatura en Kinesiología y*

*Fisiatría*



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons.

Atribución 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Aparicio Sarracini, P. A. (2021). *Efectos del ejercicio terapéutico, como componente central, en el tratamiento kinésico de los trastornos del equilibrio en individuos con Enfermedad de Parkinson en estadio III* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Arturo Jauretche]. <https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/2934>



**Instituto de Ciencias de la Salud – Licenciatura en Kinesiología y  
Fisiatría**

*“Efectos del ejercicio terapéutico, como componente central, en el  
tratamiento kinésico de los trastornos del equilibrio en individuos con  
Enfermedad de Parkinson en estadio III”*

**Autora:**

**Aparicio Sarracini, Paloma Aylén**

**N°Legajo: 15.529**

**Director:**

**Lic. Dolce, Pablo**

**Fecha de Presentación:**

**13/12/2021**

**Firma de la autora:**



## *Agradecimientos*

A mi abuela, mis padres, hermano y tíos. Gracias por transitar este recorrido universitario junto a mí, actuando de sostén ante adversidades que se fueron presentando en el lapso de estos años. Por ser pilares y brindarme los ánimos necesarios para culminar mi carrera.

A mis amigos, los de siempre, y los que se presentaron en mi camino para ser además, colegas.

A mi tutor, Pablo, por su predisposición y presencia durante el desarrollo de mi trabajo final. Gracias nuevamente por haberme acompañado, y por haber aportado tanto a mi formación académica en este último y esperado tramo.

**Paloma Aylén Aparicio Sarracini.**

## ÍNDICE

<b>I.Introducción.....</b>	<b>8</b>
<b>II. Problema de investigación a abordar y objetivos.....</b>	<b>9</b>
<b>III. Marco Teórico.....</b>	<b>10</b>
<b>III.1 Parkinson.....</b>	<b>10</b>
<b>III.1.1Definición.....</b>	<b>10</b>
<b>III.1.2 Epidemiología.....</b>	<b>10</b>
<b>III.1.3 Disfunciones del Sistema Nervioso Extrapiramidal.....</b>	<b>11</b>
<b>III.1.3.1 Fisiología Ganglios de la Base.....</b>	<b>11</b>
<b>III.1.4 Fisiopatología.....</b>	<b>12</b>
<b>III.1.4.a Factores Hereditarios.....</b>	<b>13</b>
<b>III.1.4.b Factores Ambientales.....</b>	<b>13</b>
<b>III.1.5 Criterios Diagnósticos.....</b>	<b>14</b>
<b>III.1.6. Manifestaciones.....</b>	<b>16</b>
<b>III.1.6.a Dolor.....</b>	<b>19</b>
<b>III.1.6.b Depresión y Trastornos Afectivos.....</b>	<b>19</b>
<b>III.1.7 Estadios de la Enfermedad.....</b>	<b>20</b>
<b>III.1.7.1 Impacto Psicosocial y Calidad de Vida.....</b>	<b>20</b>
<b>III.1.8 Tratamiento Médico.....</b>	<b>21</b>
<b>III.1.8.1 Tratamiento Farmacológico.....</b>	<b>21</b>
<b>III.1.9 Tratamiento Kinésico.....</b>	<b>22</b>
<b>III.1.9.1 Fundamentación del Tratamiento Kinésico.....</b>	<b>22</b>
<b>III.1.9.2 Equilibrio y Trastornos del Equilibrio.....</b>	<b>26</b>
<b>III.1.9.3 Ejercicio Terapéutico.....</b>	<b>27</b>
<b>III.1.9.3.a Ejercicio Terapéutico y trastornos de la marcha.....</b>	<b>28</b>
<b>III.1.9.3.b Ejercicio Terapéutico y trastornos del equilibrio.....</b>	<b>29</b>
<b>III.1.9.3.c Efectos Adversos.....</b>	<b>31</b>
<b>IV. Estrategia Metodológica.....</b>	<b>32</b>
<b>V. Contexto de Análisis.....</b>	<b>33</b>

<b>VI. Resultados.....</b>	<b>52</b>
<b>VII. Conclusión.....</b>	<b>52</b>
<b>VIII. Anexos.....</b>	<b>53</b>
<b>IX. Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>53</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Representación gráfica de las vías dopaminérgicas, base neuroquímica y neuropatológica en la Enfermedad de Parkinson (C Raza y Col. 2019) <sup>2</sup> .....	13
<b>Figura 2:</b> Representación gráfica de la Evolución de la Enfermedad de Parkinson desde la fase prodrómica hasta la fase clínica (Joseph Jankovic 2020) <sup>19</sup> .....	17
<b>Figura 3.</b> Representación gráfica de las Etiologías de la Enfermedad de Parkinson: interacción biológica entre factores genéticos, epigenéticos y ambientales (Joseph Jankovic.2020) <sup>19</sup> .....	18
<b>Figura 4.</b> Representación gráfica de las bases teóricas del Control Motor (F.T. Rosmery Imbachí M.2020) <sup>40</sup> .....	23

## ÍNDICE DE TABLAS

**Tabla 1:** Variables a analizar y su valoración correspondiente de los participantes que conforman la muestra poblacional de la investigación “*Highly Challenging Balance Program Reduces Fall Rate in Parkinson Disease*” (David Sparrow, Tamara R. DeAngelis, Kathryn Hendron, Cathi A. Thomas, Marie Saint-Hilaire, and Terry Ellis.2016)<sup>43</sup> .....38

**Tabla 2:** Evolución clínica de los participantes pertenecientes al ensayo “*Highly challenging balance and gait training for individuals with Parkinson’s disease improves pace, rhythm and variability domains of gait – A secondary analysis from a randomized controlled trial*” (Rennie Linda, Opheim Arve, Dietrichs Espen, Löfgren Niklas,Franzén Erika.2020)<sup>66</sup> .....43

**Tabla 3:** Resumen de los artículos analizados.....48

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

**Gráfico 1:** Representación gráfica de la evolución clínica de los individuos que conforman la muestra poblacional a lo largo de la intervención de 10 semanas del artículo *“Monitoring training activity during gait-related balance exercise in individuals with Parkinson’s disease: a proof-of-concept –study”* (Conradsson David, Nero Hákan, Löfgren Niklas, Hagströmer María y Franzén Erika.2017)<sup>6</sup>.....36

**Gráfico 2:** Muestra poblacional del estudio *“Instrumental or Physical-Exercise Rehabilitation of Balance Improves Both Balance and Gait in Parkinson’s Disease”* (Marica Giardini, Antonio Nardone, Marco Godi, Simone Guglielmetti, Iliaria Arcolin, Fabrizio Pisano and Marco Schieppati. 2018)<sup>57</sup> Puntuación total del Mini-BESTest con una diferencia significativa entre T1 y T2 dentro de cada grupo.....40

**Gráfico 3:** Análisis de los hallazgos obtenidos por las medidas baropodométricas y clínicas recopiladas en los dos grupos al inicio del estudio (T1, columnas amarillas) y después del tratamiento (T2, columnas rosas), de la muestra poblacional correspondiente a la investigación *“Instrumental or Physical-Exercise Rehabilitation of Balance Improves Both Balance and Gait in Parkinson’s Disease”* (Marica Giardini, Antonio Nardone, Marco Godi, Simone Guglielmetti, Iliaria Arcolin, Fabrizio Pisano and Marco Schieppati. 2018)<sup>57</sup>.....41

**Gráfico 4:** Evolución clínica de los participantes pertenecientes al ensayo *Multimodal Balance Training Supported by Rhythmical Auditory Stimuli in Parkinson’s Disease: A Randomized Clinical Trial* (Tamine T.C. Capatoa,b,\*, Nienke M. de Vriese, Joanna IntHoutc , Egberto R. Barbosab, Jorik Nonnekesd and Bastiaan R. Bloem)<sup>67</sup>.....46

## **ABREVIATURAS**

EP: Enfermedad de Parkinson

YOPD: Enfermedad de Parkinson de inicio joven

GB: Ganglio basales

LB: Cuerpos de Lewy

SNP: Sistema nervioso periférico

SNC: Sistema nervioso central

GPe: Globo pal-lidus externo

GPI: Globo pal-lidus interno

SN: Sustancia negra

SNpc: Sustancia negra pars compacta

SNPr: Sustancia negra pars reticulada

STN: Núcleo subtalámico

GABA: Inhibidor gamma ácido aminobutírico

MAO-B: Inhibidor de Monoamino Oxidasa

REM: Sueño de movimientos oculares rápidos

COP: Centro de presiones

PIGD: Dificultad para caminar

FOG: Congelación de la marcha

KPPS: King's PD Pain Scale. Clasificación del dolor según tipo: musculoesquelético, crónico, nocturno, dolor relacionado a las fluctuaciones, orofacial y el dolor asociado a edema o trastornos radiculares.

Mini-BESTest: Balance Evaluation Systems Test. Herramienta terapéutica utilizada para valorar el control del equilibrio.

WCPT: Confederación Mundial de Terapia Física

# ***“Efectos del ejercicio terapéutico, como componente central, en el tratamiento kinésico de los trastornos del equilibrio en individuos con Enfermedad de Parkinson en estadio III”***

## **I. Introducción**

La Enfermedad de Parkinson es un proceso neurodegenerativo que suele aparecer en la edad adulta, y que conforma la segunda enfermedad neurodegenerativa más frecuente en este tipo de población. Su prevalencia se estima en un 0,3% de la población general, siendo aproximadamente el 1% en mayores de 60 años. Afecta con mayor frecuencia al género masculino, y presenta una incidencia estimada de 8 a 18 por 100.000 habitantes/año <sup>1</sup>.

Si bien su etiología es desconocida, existen causas ligadas a factores ambientales y genéticos. Su base anatomopatológica se caracteriza por la pérdida progresiva de neuronas dopaminérgicas de la sustancia negra pars compacta (SNpc) del mesencéfalo, así como también, por la presencia de inclusiones intracelulares llamadas cuerpos de Lewy, formados por agregados insolubles de proteína alfa-sinucleína anormalmente plegada. En consecuencia, se genera la denervación dopaminérgica de las proyecciones de la SNpc hacia el núcleo estriado, lo que produce una alteración en la fisiología normal de los ganglios basales (GB). Dicha alteración da origen a las principales manifestaciones de la enfermedad <sup>2</sup>.

En cuanto a la clínica, el Parkinson se caracteriza por la lentitud en los movimientos, el temblor de reposo y la rigidez, entre otras. Por lo antedicho se puede considerar a la enfermedad como un trastorno motor. Pese a ello, en las últimas décadas se han evidenciado manifestaciones no motoras como la apatía, el deterioro cognitivo o los síntomas disautonómicos <sup>3</sup>.

Si bien la sintomatología de la enfermedad es amplia, cabe destacar que una de las mayores problemáticas de la clínica de los pacientes con Enfermedad de Parkinson son las caídas a repetición, resultado del factor con mayor influencia sobre el trastorno motor de la enfermedad, como lo es la pérdida del equilibrio.

El equilibrio es una función compleja que depende de la integridad de los sistemas sensoriales (visual, vestibular y somatosensorial), la integración de esta información a algunos niveles del sistema nervioso, y un buen estado del sistema músculo-esquelético para aplicar los comandos necesarios desde el sistema nervioso central. Existen dos tipos de equilibrio: el equilibrio estático, determinado por la oscilación postural que se produce cuando intentamos mantener el cuerpo en la posición más estática posible durante un tiempo determinado, y el equilibrio dinámico, el cual se produce durante la realización de movimientos como caminar, sentarse, manipular objetos, etc. <sup>4</sup>.

En la práctica clínica, a fin de contrarrestar los efectos de dicho trastorno neurodegenerativo, en particular las alteraciones del equilibrio, se plantean

intervenciones que resultan eficaces para disminuir las disfunciones motoras de la enfermedad mediante el ejercicio terapéutico como herramienta principal <sup>5</sup>.

## **II. Problema de investigación a plantear y objetivos**

Conforme a la literatura, el ejercicio terapéutico, como componente central en el tratamiento kinésico, es una herramienta apropiada para preservar y acrecentar el control del equilibrio, pero que aún requiere un mayor análisis para dilucidar las controversias de su indicación <sup>(5) (6)</sup>.

En relación a lo mencionado con anterioridad, surge el siguiente interrogante:

*¿Cuáles son los efectos del ejercicio terapéutico, como componente central, en el tratamiento kinésico de los trastornos del equilibrio en individuos con Enfermedad de Parkinson en estadio III?*

En base a una revisión de la evidencia bibliográfica actual, el objetivo general es analizar los efectos del ejercicio terapéutico, como componente central, en el tratamiento kinésico de los trastornos del equilibrio en individuos con enfermedad de Parkinson en estadio III.

Para cumplir con el objetivo general, se proyectan los siguientes objetivos específicos:

- a. Analizar la fisiopatología de la Enfermedad de Parkinson.
- b. Identificar la existencia de potenciales efectos adversos, así como también, de contraindicaciones del ejercicio terapéutico.
- c. Analizar el alcance del incremento en la tasa de caídas, y la eficacia del ejercicio terapéutico, como medida profiláctica para la disminución de la misma en individuos con Enfermedad de Parkinson en Estadio III.
- d. Analizar los efectos del ejercicio terapéutico en lo que respecta a la reeducación de la marcha en individuos con Enfermedad de Parkinson en Estadio III.

---

### **III. Marco teórico**

#### **III. 1. Parkinson**

##### **III.1. 1. Definición**

La enfermedad de Parkinson es la segunda enfermedad neurodegenerativa más frecuente a nivel mundial tras la enfermedad de Alzheimer. Fue reconocida por primera vez hace doscientos años por James Parkinson en el año 1817. Si bien su causa es desconocida es asociada a múltiples factores <sup>(7) (8)</sup>.

En casi la totalidad de los casos, el paciente que padece dicha patología advierte síntomas tales como temblores, rigidez, bradicinesias y disfunciones en la marcha. No obstante, además suele experimentar síntomas no motores como lo son las alteraciones autonómicas, sexuales, desórdenes del sueño y trastornos neuropsiquiátricos <sup>(8) (9)</sup>.

Aún no posee cura y la sintomatología de la enfermedad resulta muy variada. La misma evoluciona a gran velocidad deteriorando la calidad de vida del Parkinsoniano. Esto implica que el individuo requiera de una atención sanitaria integral, compuesta por distintos profesionales de la salud que actúen de manera interdisciplinaria en el desarrollo de la enfermedad <sup>10</sup>.

##### **III. 1. 2. Epidemiología**

Para determinar la prevalencia de la EP se han realizado a lo largo de los años múltiples estudios epidemiológicos que aún no han podido establecer criterios diagnósticos comunes entre ellos. Se cree que una de las causas resultaría de la disparidad metodológica al momento de realizar los estudios estadísticos <sup>11</sup>.

Se estima que la Enfermedad de Parkinson aqueja aproximadamente entre un 1-2% a individuos mayores de 65 años, mientras que afecta en un 5% a aquellos que se encuentren por encima de los 80 años de edad <sup>8</sup>.

Siendo rara la incidencia de la enfermedad en personas menores de los 50 años, se destaca la velocidad y rapidez con la que avanza la patología en el tiempo. Se considera que frente al aumento en la esperanza de vida de la población, la EP se acrecentará en más de un 50% para el año 2030<sup>3</sup>, teniendo en cuenta los cambios en los factores ambientales, como por ejemplo, la contaminación del aire inhalado. Pese a ello, no existe una evidencia clara que contribuya a un factor de riesgo explícito en la aparición de la enfermedad <sup>11</sup>.

Si bien la prevalencia geográfica relacionada a etnia o raza no está completamente dilucidada, se cree que es superior en América, Europa y Asia, en relación a países Africanos, así como también, con mayor afectación a personas de tez oscura <sup>12</sup>.

En cuanto a la relación hombre-mujer corresponde a 3:2, y si bien ambos sexos comprenden los mismos trastornos motores y cognitivos, la sintomatología, sin embargo,

suele diferenciarse en determinados parámetros según sexo<sup>3</sup>. Por un lado, los datos muestran que la mujer suele experimentar trastornos de ansiedad y depresión de forma intermitente y rigurosa, mientras que el sexo masculino percibe a la hora de vincularse con otro individuo mayores disfunciones y deterioros sexuales. A su vez, experimenta dificultades para resolver emociones, como lo es la ira, a la cual se le añade respuestas neurales reducidas <sup>13</sup>.

Finalmente y por último, se estima que el trastorno de la conducta del sueño REM, como síntoma prodromático de la Enfermedad de Parkinson, suele agrupar principalmente a individuos de sexo masculino, aunque tiene alcance también en el género opuesto <sup>13</sup>.

### **III.1.3 Disfunciones del Sistema Nervioso Extrapiramidal**

Particularmente La Enfermedad de Parkinson es reconocida por la compleja degeneración del Sistema Nervioso Central, como consecuencia del perjuicio idiopático del Sistema Extrapiramidal, que es llevado a cabo de forma progresiva y gradual, originando trastornos del movimiento que comprometen considerablemente la autonomía del individuo <sup>14</sup>.

#### **III. 1.3.1 Fisiología Ganglios de la Base**

Los ganglios basales son parte de las estructuras cerebrales más primitivas, compuestos de cúmulos de sustancia gris en los que se concentran los somas neurales que reciben información aferente y eferente de distintas áreas cerebrales. A su vez, este conjunto de estructuras cerebrales se haya formado por otras subestructuras altamente diferenciadas, las mismas cuentan por un lado, con el Cuerpo Estriado, quien representa esencialmente la zona de entrada de los ganglios de la base, admitiendo diversas aferencias de la corteza cerebral, motora y premotora, cinguladas y prefrontales, así como también, de los núcleos intralaminares del tálamo. El cuerpo estriado está comprendido por el núcleo caudado, putamen y el globo pal-lidus (el cual se divide en un segmento externo conocido como GPe y otro interno, el GPi), y por otra parte, la sustancia negra (SN). Dicha estructura se compone de sustancia negra pars compacta (SNpc), sustancia negra pars reticulada (SNpr) y el núcleo subtalámico (STN) <sup>(11) (15)</sup>.

Los neurotransmisores involucrados en los ganglios de la base comprenden el inhibidor gamma ácido aminobutírico (GABA), mientras que por otra parte y en simultáneo, se sitúa el glutamato excitador utilizado por las neuronas del STN, y la dopamina por parte de SNpc <sup>7</sup>.

La actividad neuronal mediante la proyección de las áreas motoras hacia el putamen da lugar a las conexiones sinápticas glutamatérgicas excitatorias a partir de las células neuronales que contienen GABA. Dichos enlaces cerebrales acontecen a dos vías que conectan el cuerpo estriado con los núcleos de salida, el GPi y el SN. La vía directa proyecta la actividad neuronal a través de los receptores de dopamina desde el putamen al GPi/SN, generando el efecto inhibitorio sobre los mismos. Mientras que, la vía indirecta

une el putamen con el GPi/SN y el GPe a STN, de igual forma presentan neurotransmisores GABA que desencadena el efecto inhibitorio sobre los receptores de dopamina<sup>(15)</sup> (2).

Los ganglios basales y la corteza motora proporcionan un rol fundamental en la ejecución de movimientos, específicamente en el control de las actividades motoras. Por tanto, ante la presencia de Parkinsonismo los mismos se ven afectados, con el deterioro de las funciones motoras y trastornos del movimiento, respectivamente.

Con la creciente pérdida de neuronas dopaminérgicas del SNpc y la neurodegeneración progresiva hacia el sistema nervioso central, inicia la sintomatología motora con la pérdida en la capacidad de coordinar y controlar las actividades voluntarias.

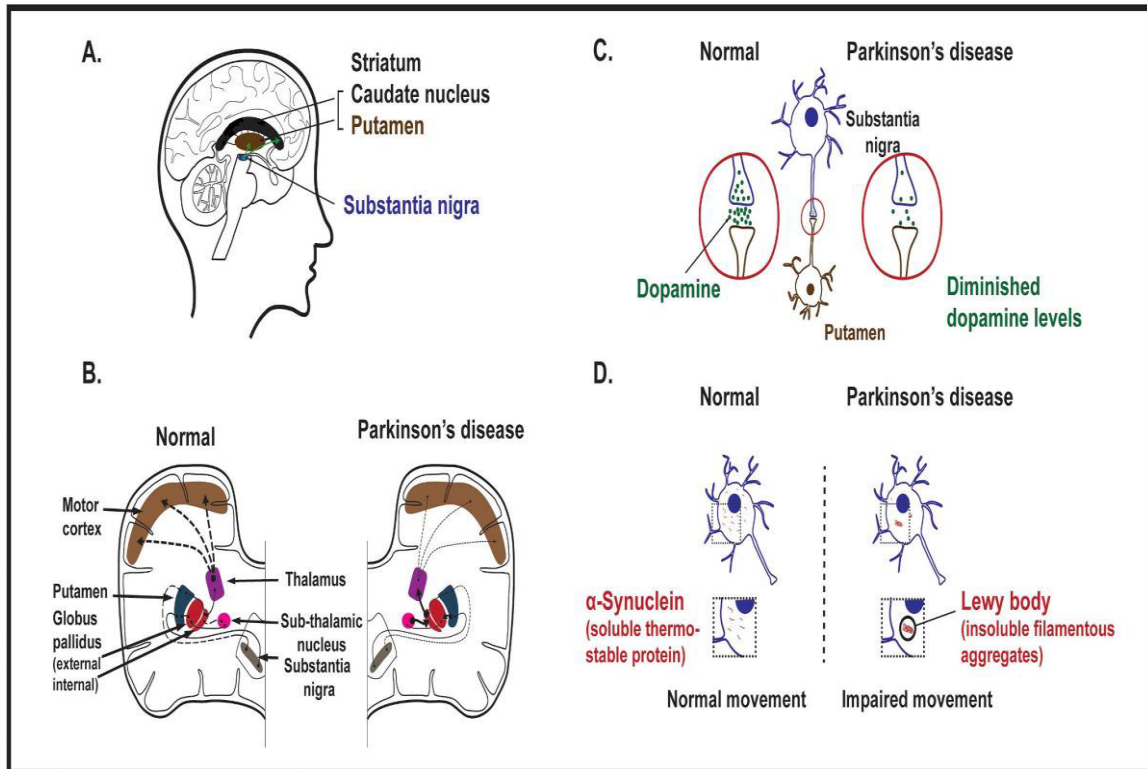
Así también, surgen alteraciones somatosensoriales, intelectuales-cognoscitivas, y conductuales. Entre ellas se destacan, detrimento en la sensibilidad vibratoria, discriminativa y táctil, pérdida de memoria a corto plazo, incapacidad para adquirir nuevos aprendizajes y la imposibilidad de adaptarse al medio que rodea al individuo<sup>(2)</sup> (11)(14).

### **III.1.4 Fisiopatología**

La disfunción en la fisiología normal de los ganglios de la base resulta el origen de la enfermedad, la misma considerada idiopática o esporádica<sup>13</sup>, causada por factores ambientales y/o genéticos. Esto incide de forma directa sobre varias acciones: inicio, planificación, ejecución, modulación, integración, coordinación, control y finalización de actividades motoras a través del movimiento voluntario<sup>16</sup> De allí es que surgen por un lado, los trastornos en relación al control del movimiento, dando espacio a la activación muscular anormal e incontrolada, generando las notables discinesias. Mientras que, en ocasiones, de forma paralela, el individuo experimenta lentitud en la ejecución de movimientos, que atañan directamente el desarrollo de la marcha<sup>9</sup>.

En la enfermedad de Parkinson se produce la marcada disminución de las neuronas dopaminérgicas con niveles reducidos de dopamina, paralelamente a la incorporación de inclusiones citoplasmáticas intraneuronales denominadas “Cuerpos de Lewy” (LB) inmersas en las células neuronales SNpc. La dopamina comienza a agotarse rápidamente en casi un 80% cuando el paciente experimenta los primeros síntomas de la enfermedad, mientras que un 60% de las neuronas dopaminérgicas de la SNpc ya ha decrecido. Por tanto, la marcada reducción de dopamina dentro del cuerpo estriado contribuye al desarrollo de la enfermedad<sup>1 15</sup>.

**Figura 1.** Representación gráfica de las vías dopaminérgicas, base neuroquímica y neuropatológica en la Enfermedad de Parkinson. (C. Raza y Col.2019)<sup>2</sup>



### III.1.4.a Factores Hereditarios

Si bien la esfera de la etiología de la Enfermedad de Parkinson es variada y desconocida, se afirma que entre un 5% - 15% de los casos de los individuos que padecen dicha patología resulta atribuible al factor genético. Por tanto, la importancia del diagnóstico temprano en pacientes con antecedentes familiares debe ser notablemente considerada, teniendo en cuenta que es uno de los factores de riesgo más sustanciales de la Enfermedad

16

### III.1.4.b Factores Ambientales

Otro indicio que se aproxima a las causas de aparición de la enfermedad subyace de la relación del individuo a la vida rural y a la exposición a agentes ambientales tales como, toxinas o pesticidas, particularmente el manganeso, monóxido de carbono y el tricloroetileno.

Así también, mientras se considera que el beber agua de pozo y el permanecer en contacto con herbicidas, metales, solventes, pinturas o pegamentos, son factores que desencadenan el surgimiento de la enfermedad, existen otros componentes como la cafeína y el tabaco que conducen a un riesgo reducido de EP, ya que se ha demostrado que preservan la función dopaminérgica. Se estima según modelos experimentales, que la reducción del riesgo varía entre un 0,5 y un 0,8 en aquellos individuos con el hábito de fumar y beber café <sup>(1) (12) (16)</sup>.

A su vez, la literatura plantea “*La teoría de la progresión de la EP: hipótesis de Braak*”, en la cual se sugiere que un patógeno incierto, es decir, virus o bacteria se incorpora a la cavidad nasal del individuo y se adhiere al revestimiento intestinal generando un impacto negativo en la modificación de la  $\alpha$ -sinucleína dando inicio a la enfermedad y propagándola desde el SNP al SNC. Posteriormente se consideró una teoría que engloba la diseminación del patógeno por dos vías distintas, por un lado la cavidad nasal, y por otro finalmente, el revestimiento intestinal afectando en resumen al SNC y dando comienzo al desarrollo de la enfermedad <sup>2</sup>.

### **III. 1. 5. Criterios Diagnósticos**

De acuerdo a la bibliografía abordada, la Enfermedad de Parkinson y su diagnóstico en la actualidad carecen de exámenes que consoliden la presencia de la enfermedad, aun así, existen pruebas genéticas específicas que pretenden adquirir la detección de la proteína  $\alpha$ -sinucleína en estructuras como retina, piel, orina, plasma y líquido cefalorraquídeo que si bien, sustancialmente representarían un biomarcador de la enfermedad, de momento no son útiles en la práctica clínica.

Dicho esto, es que la EP puede ser determinada según criterios clínicos diferentes. Por un lado, se emplean los Criterios de Diagnóstico Clínico para la Enfermedad de Parkinson propuestos por la Movement Disorder Society. Por otro lado, se suelen aplicar los Criterios de Diagnóstico Clínico del Banco de Cerebros de Enfermedades del Reino Unido, y finalmente se evidencian Criterios Diagnósticos que no emplean una categorización exacta acerca de la valorización de la Enfermedad <sup>(17) (18) (19)</sup>.

Desde el año 1900 en adelante y a lo largo de la práctica diaria, los criterios clínicos utilizados con mayor frecuencia en relación al diagnóstico de la Enfermedad de Parkinson fueron propuestos por el Banco de Cerebros del Reino Unido, los mismos determinan tres pasos para el abordaje del diagnóstico.

El primer paso, comprende la búsqueda de bradicinesias (descriptas como lentitud al inicio del movimiento voluntario, con disminución gradual de la velocidad y amplitud) , y al menos la presencia de rigidez muscular en extremidades que se evidencia en la resistencia al movimiento pasivo, temblor en reposo de 4 a 6 hertz que habitualmente disminuye o desaparece al emplear la zona afecta o inestabilidad postural- alteración de la marcha que no tenga origen visual, vestibular, cerebelosa o propioceptiva primaria.

El segundo paso, determina una serie amplia de criterios de exclusión para el diagnóstico de la EP, entre ellos se destacan, ictus a repetición con progresiones escalonadas de las

características parkinsonianas, traumatismos craneoencefálicos, existencia de tumores cerebrales o hidrocefalia, crisis oculógira, signo de Babinski, historia de defiencecefalitis nocturna, respuesta negativa a la levodopa, signos cerebelosos, presencia de demencia temprana grave con compromiso del lenguaje, la praxis y memoria, y/o afectación unilateral luego de tres años del inicio de la enfermedad.

El tercer y último paso, corresponde a la búsqueda prospectiva de criterios de apoyo para el diagnóstico de la Enfermedad de Parkinson. Los mismos deben manifestarse durante diez o más años. Entre ellos se evidencian el inicio unilateral de la sintomatología con trastornos progresivos, que comprometen de manera constante y asimétrica las extremidades más afectas, temblor en reposo, corea grave inducida por la Levodopa, como también, respuesta favorable a la misma, que se manifiesta satisfactoria durante cinco años o más <sup>(18) (19) (20) (21)</sup>.

La Movement Disorder Society en la actualidad ha estado analizando y modificando los criterios clínicos utilizados hasta el momento con el objetivo de mejorar la claridad diagnóstica. Por tanto, establece cuatro pasos para determinar la existencia de la Enfermedad de Parkinson en un individuo: Presencia de parkinsonismo, ausencia de criterios de exclusión absolutos, criterios de apoyo y ausencia de señales de alerta.

Para detectar la presencia de parkinsonismo, el diagnóstico se centra en la búsqueda de bradicinesias (consideradas como lentitud en el inicio de los movimientos voluntarios), y como mínimo la presencia de rigidez muscular, temblor en reposo o inestabilidad postural que no proceda de etiología visual, vestibular, cerebelosa o propioceptiva primaria. Así también, en vista de las características propias de la EP, se debe considerar la respuesta satisfactoria, clara y dramática del paciente a la Levodopa, al igual que, la aparición de pérdidas olfativas y temblores en reposo.

El segundo paso para el correcto diagnóstico se enfoca en criterios de exclusión que atañan a otro tipo de patologías, tales como, signos cerebelosos, oftalmoplejía vertical supranuclear, signos sensoriales corticales (agrafestesia, astereognosis), la imagen funcional normal del receptor de dopamina presináptico, afasia primaria durante los primeros cinco años, trastornos motores durante los primeros tres años exclusivamente en miembros inferiores, y la presencia de tratamientos farmacológicos que incluyan bloqueadores o reductores de los receptores de dopamina en el último año.

El tercer paso evidencia criterios de apoyo o soporte, los cuales se basan en la presencia de la respuesta clara a la terapia dopaminérgica, discinecias inducidas por la misma, temblores en reposo de una de las extremidades, hiposmia inequívoca y/o denervación cardíaca simpática en la gammagrafía MIBG.

El cuarto y último paso, valora indicios de alerta que precipitan interrogantes, y que si bien no establecen criterios de exclusión absolutos, no se corresponderían con el diagnóstico de la Enfermedad de Parkinson. Los mismos son, estridor inspiratorio o suspiros inspiratorios frecuentes, anterocolis desproporcionado, signos piramidales inexplicables, ausencia de síntomas no motores durante al menos cinco años, disartria, disfagia y caídas tempranas, siendo en gran medida graves, así también, Parkinsonismo

bilateral simétrico, insuficiencia autonómica precoz, anomalías en la marcha, que progresan con rapidez, anticipando el uso de silla de ruedas a los cinco años posteriores del inicio de la sintomatología, y la falta de signos no motores, tales como, trastornos de la conducta del sueño, hiposmia, estreñimiento, ansiedad y depresión <sup>(17)</sup> <sup>(18)</sup> <sup>(19)</sup>.

### **III. 1. 6. Manifestaciones**

La sintomatología de la enfermedad suele evidenciarse según la aparición de los síntomas. Si bien el inicio de la misma se manifiesta con los síntomas motores, se estima que un gran porcentaje de individuos experimentan un periodo prodrómico con síntomas no motores.

El comienzo de la misma suele afectar un hemicuerpo, mientras que la alteración del lado contralateral ocurre años más tarde.

El paciente experimenta episodios en los cuales padece lentitud al iniciar un movimiento voluntario, con disminución de la velocidad y del rango de amplitud articular del mismo. A su vez, también, suele vivenciar lentitud corporal global al realizar movimientos espontáneos. Esto suele afectar el desarrollo de la voz (hipofonía), de la escritura, lo cual conduce al avance de una letra pequeña, difícil de percibir (micrografía), y la falta de expresión facial, con disminución del parpadeo, labios entreabiertos y un semblante inmóvil, casi inexpresivo (hipomimia).

El individuo con Enfermedad de Parkinson transitará episodios de temblor en reposo, caracterizado por movimientos involuntarios, de manera rítmica que se evidencian al estar en contacto directo los miembros superiores sobre una superficie. Aun así, el temblor suele manifestarse en las extremidades inferiores, lengua y mandíbula.

Se evidencia rigidez axial, causada por el aumento del tono muscular y la resistencia al movimiento pasivo, conocida como “tubería de plomo”.

El individuo tiende a sufrir modificaciones en su postura. Se constata escoliosis en su columna, acompañada del aumento de flexión en zona dorsal y/o lumbar, más flexión de cabeza y cuello.

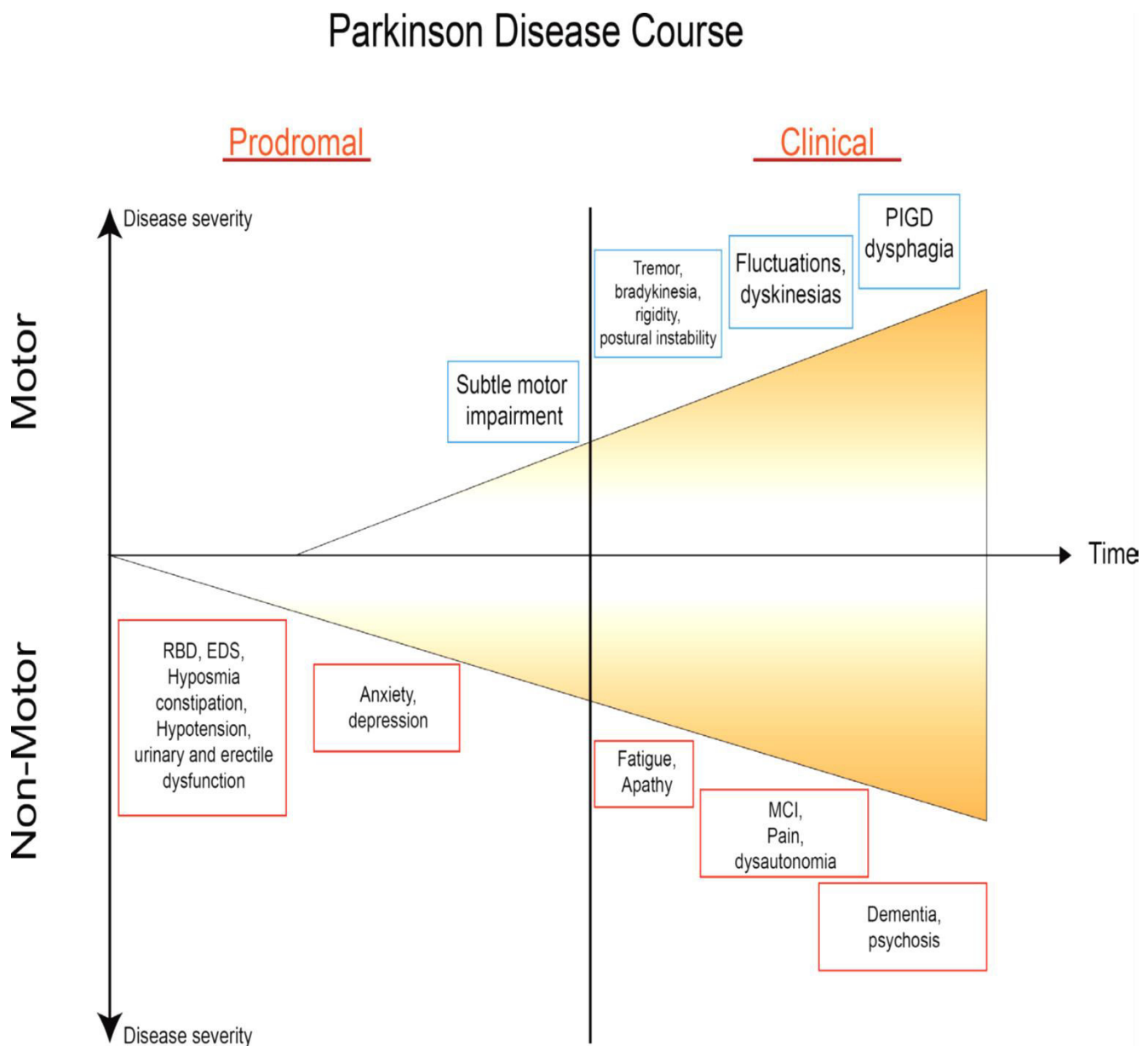
Se detecta una marcha cada vez más lenta, con bloqueos y oscilaciones de la misma. A su vez, se evidencia la ausencia del balanceo de las extremidades superiores. Los pasos son cortos y rápidos, lo cual contribuye a un aumento en la pérdida del equilibrio, que suele provocar caídas múltiples empeorando gravemente la calidad de vida del individuo.

Los pacientes experimentan congelación de la marcha varios años después del inicio de la enfermedad.

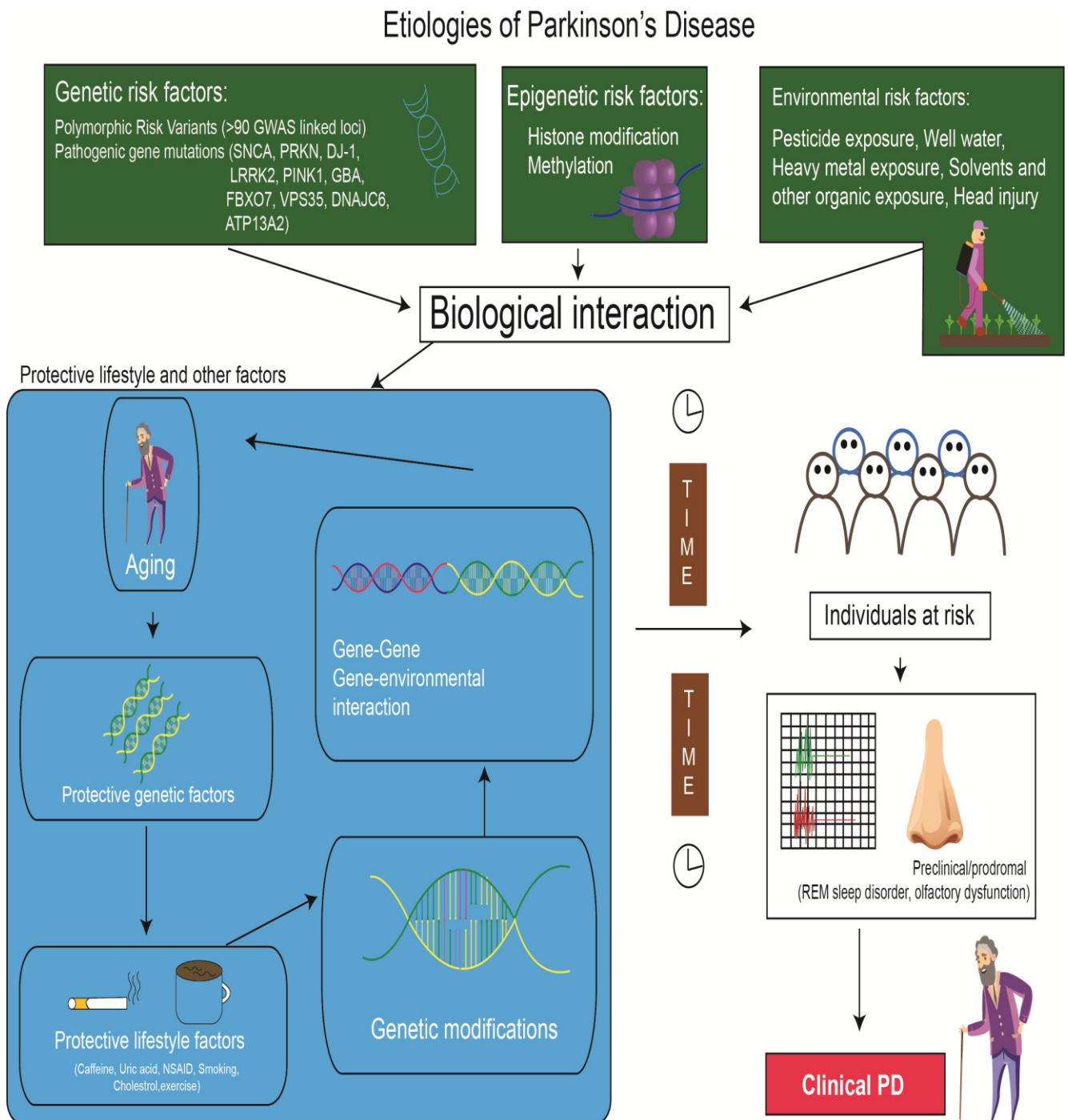
En relación a los síntomas no motores, se evidencia deterioro cognitivo reflejado en alteraciones en la memoria, atención, lenguaje, funciones ejecutivas y visuoespaciales. Transitan episodios de dolor, depresión, ansiedad, apatía, disfagia, psicosis, fatiga, estreñimiento, hiposmia, insomnio, sudoración, trastornos del sueño, babeo, disfunción del olfato y gusto, pesadillas frecuentes, cambios de ánimo, entre otras.

Se suele evidenciar la disparidad de la sintomatología en individuos con EP de inicio tardío (mayores a los 60 años de edad), que presentan temblor en reposo, mayor compromiso del deterioro cognitivo y una marcada presencia de demencia. En relación a los individuos con inicio temprano de la enfermedad (entre los 20 y 40 años de edad), en los cuales predomina el temblor, la rigidez, distonía e inestabilidad postural que compromete el desarrollo de la marcha. <sup>(19) (22) (23)</sup>

**Figura 2:** Evolución de la Enfermedad de Parkinson desde la fase prodrómica hasta la fase clínica (Joseph y Jankovic 2020)<sup>19</sup>.



**Figura 3** Etiologías de la Enfermedad de Parkinson: interacción biológica entre factores genéticos, epigenéticos y ambientales (Joseph y Jankovic 2020)<sup>19</sup>.



### **III.1.6.a Dolor**

Ciertamente la enfermedad de Parkinson es reconocida por presentar alteraciones y disfunciones motoras a lo largo de las etapas de avance de la enfermedad.

Aun así, se estima que entre un 27% y un 80% aproximadamente de los individuos experimentan, además, múltiples episodios de dolor que pueden estar vinculados de cierta forma, a trastornos osteomusculares, degenerativos o deformidades esqueléticas<sup>24</sup>. El dolor representa un síntoma notable que no suele ser considerado como tal, teniendo en cuenta el valor y alcance que presentan en cada una de las etapas de la enfermedad, empeorando profundamente la calidad de vida de los pacientes. Dicho esto, es por ello que los individuos con Enfermedad de Parkinson no acostumbran a recibir tratamientos farmacológicos destinados a la terapia del dolor. Una de las causas en la falta de prescripción farmacológica, se debe a la insuficiente e ineficaz valoración del síntoma y la falta de criterios comunes entre los distintos expertos que abordan la taxonomía del dolor. Por tanto, se requiere de un análisis exhaustivo que brinde finalmente, una clasificación más exacta para lograr cuantificar y cualificar qué tipo de dolores experimentan los pacientes<sup>25</sup>.

Sin embargo, se ha descrito a través de la Sociedad de Trastornos del Movimiento, la escala KPPS (King's PD Pain Scale), la cual encuadra al dolor según los siguientes tipos: musculoesquelético, crónico, nocturno, dolor relacionado a las fluctuaciones, orofacial y el dolor asociado a edema o trastornos radiculares<sup>24</sup>.

Suele suceder que con el avance de la enfermedad, los umbrales de dolor se reducen, siendo indistintos a la presencia del mismo, lo cual sugiere que la disminución del umbral e intensidad del dolor no es causa esencial en la aparición del síntoma.

Finalmente, tener la facultad de distinguir entre los distintos dolores que experimentan los pacientes, permite aproximarse a un tratamiento específico, ya sea farmacológico o quirúrgico, que disminuya la sintomatología y mejore la calidad de vida de cada uno de los individuos que lo padecen<sup>26</sup>.

### **III.1.6.b Depresión y Trastornos Afectivos**

La depresión constituye por un lado una importante alteración neuropsiquiátrica, mientras que, por otro lado es uno de los síntomas no motores con mayor implicancia en la Enfermedad de Parkinson, siendo inclusive aún más frecuente que en patologías crónicas y vigorosamente incapacitantes. Se estima que alrededor del 35% de los pacientes experimentan episodios de depresión que suelen ser persistentes en el tiempo. Dichos episodios se manifiestan esencialmente en las primeras etapas de la enfermedad, en un 10 a 15% aproximadamente de los pacientes<sup>27</sup>, que se acrecientan a medida que las alteraciones motoras se hacen más presentes en el individuo<sup>28</sup>.

En Colombia, se han realizado dos estudios que estiman la presencia de trastornos depresivos en la EP. Primeramente, en el año 2003 un estudio EPINEURO, mostró una prevalencia de 4,4 por cada 1000 habitantes, mientras que, en el 2004 en el departamento de Antioquia se estimó una prevalencia de 30,7 por cada 100.000 habitantes. De igual modo, Diazgranados y colaboradores en la ciudad de Cali, expusieron en un estudio con 83 pacientes los hallazgos encontrados, de los cuales el 17,1% de estos pacientes presentaban depresión <sup>27</sup>.

Se suelen utilizar variados métodos para el tratamiento de dichos trastornos, tanto farmacológicos como terapias cognitivo-conductuales que atenúan la sintomatología. Los mismos responden con mayor efectividad en los casos de depresión leve a moderada <sup>7</sup>.

Aun así, al ser una patología que presenta síntomas múltiples y variados, la depresión suele ser subvalorada, y en ocasiones es reconocida sin recibir los medios diagnósticos y terapéuticos más adecuados para un tratamiento óptimo. De forma contraria la depresión se torna moderada a severa agudizando el cuadro psiquiátrico <sup>28</sup>.

### **III.1. 7. Estadios de la Enfermedad**

Para valorar la progresión y severidad de la enfermedad se han propuesto varias escalas, la más utilizada es la escala de Hoehn y Yarh por la simplicidad de su valoración clínica en diferentes estadios: En el **estadio 0** no se evidencian signos de la enfermedad. En el **estadio 1** la enfermedad se presenta de manera unilateral. En el **estadio 2** es bilateral, pero sin alteración del equilibrio. En el **estadio 3**, la enfermedad se presenta de manera bilateral, leve a moderada con inestabilidad postural. Aun así, el paciente se encuentra físicamente independiente. En el **estadio 4** la enfermedad se manifiesta como una incapacidad grave, aún capaz de caminar o permanecer de pie sin ayuda. Por último, en el **estadio 5** el paciente permanece en silla de rueda o encamado si no tiene ayuda <sup>9</sup>.

#### **III.1.7.1 Impacto Psicosocial y Calidad de Vida**

Si bien las características patológicas de la Enfermedad de Parkinson definen desde luego la calidad de vida de los pacientes, los nuevos roles que deben tomar dentro de la sociedad, tanto el individuo que lo padece como sus familiares y cuidadores implican diversos obstáculos que impactan de manera negativa en la calidad de vida <sup>29</sup>. Estos nuevos roles comprenden adaptaciones frente a la presencia de nuevas discapacidades, tanto motoras como mentales y cognitivas, especialmente los trastornos del lenguaje y la comunicación<sup>30</sup>, así como también, la pérdida de empleo, estigmatizaciones del entorno hacia la persona, el estrés emocional y finalmente las consecuencias económicas que conllevan lo antedicho culminan agravando aún más las condiciones de vida <sup>29</sup>.

Se estima según la revisión bibliográfica a partir de varios estudios transversales, que la calidad de vida de los pacientes está estrechamente relacionada al rango etario y al inicio de la enfermedad. La EP de inicio joven (YOPD) abarca individuos entre los 21-40 años de edad, y se corresponde al momento de mayor productividad y crianza de hijos pequeños. Paralelamente, son pacientes que padecen la enfermedad desde muy jóvenes y por tanto, durante más años que aquellos que sufren de EP de inicio tardío luego de los

60 años de edad. Dicho esto, la YOPD se condice con sólidos impactos psicosociales que detentan la calidad de vida de los pacientes. Enfermedad de Parkinson de inicio joven: sus características únicas y su impacto en la calidad de vida <sup>31</sup>.

Suzukamo y Col han inferido que la calidad de vida de los pacientes con EP es resultante de la carga psicológica por sobre la gravedad de la propia enfermedad. En vista de ello es que, se sugiere que tanto el paciente como su entorno familiar reciban intervención psicológica. Asimismo, es necesario que el individuo con Enfermedad de Parkinson mantenga interacciones sociales que atenúen el impacto negativo de la enfermedad <sup>31</sup>.

Finalmente y para concluir según la literatura abordada, se precisa la inclusión de predictores de calidad de vida relacionada con la salud en la Enfermedad de Parkinson, para discriminar qué criterios diagnósticos utilizar al evaluar cómo afecta la clínica al paciente, y así obtener medidas preventivas y terapéuticas para el abordaje de la enfermedad, considerando todos los aspectos negativos de la misma, y cómo influyen en la vida del individuo <sup>32</sup>.

### **III.1.8. Tratamiento Médico**

Si bien no existe una cura para la enfermedad, el tratamiento farmacológico y kinésico permiten el control de la sintomatología en cada una de las fases de progresión de la enfermedad <sup>1</sup>.

#### **III.1.8.1. Tratamiento Farmacológico**

Conforme a las terapias farmacológicas, las mismas se centran en el uso de fármacos como, principalmente Levodopa, Agonistas de la Dopamina y los Inhibidores de la Monoamino Oxidasa B (MAO-B) para tratar de forma temprana los síntomas motores de la enfermedad <sup>(33)</sup>.

Si bien, la Levodopa corresponde al principal fármaco utilizado para disminuir la sintomatología motora del paciente, incrementar su autonomía y calidad de vida, y por lo tanto, el fármaco por excelencia para los trastornos motores del parkinsonismo, se sabe que el mismo suele ocasionar el desarrollo de efectos adversos tales como, discinesias y fluctuaciones motoras que se incrementan a lo largo del tiempo <sup>(33) (34)</sup>.

En la actualidad, a pesar de que los ensayos clínicos no logren unificar criterios y en consecuencia, no existan parámetros claros en la prescripción farmacológica dependiendo de la complejidad motora de cada paciente, la literatura brinda evidencia científica que afirma que pueden presentarse dos escenarios distintos para contrarrestar los efectos negativos del consumo de Levodopa. Por un lado, se sugiere iniciar el tratamiento con Agonistas Antidopaminérgicos (Pramipexol, Ropinirol y Rotigotina transdérmica) y administrar Levodopa sólo cuando la complejidad de los trastornos motores sea relevante. Mientras que, por otro lado, se recomienda combinar ambos fármacos, con dosis más bajas de Levodopa <sup>(34) (35)</sup>.

Cierto es que, el uso de Agonistas Dopaminérgicos retarda lo suficiente las complicaciones motoras, mientras que, al mismo tiempo contribuye fuertemente a la

aparición de efectos secundarios tales como, alucinaciones, somnolencias y edema en miembros inferiores. Por tanto y en resumen, dicha terapia debe ser empleada con cautela y tomarse todas las medidas de precaución necesarias al momento de administrarla <sup>(34) (35) (36)</sup>.

Respecto de las terapias farmacológicas propuestas para los síntomas no motores de la enfermedad, se utilizan los mismos enfoques terapéuticos que en las poblaciones generales sin considerar la presencia de Parkinsonismo.

La única excepción es el uso de la Rivastigmina para el tratamiento de la demencia por Enfermedad de Parkinson, establecido por La International Parkinson and Movement Disorder Society.

La psicosis es tratada con el cese de fármacos que contribuyen a la aparición de la misma, tales como, Anticolinérgicos, Amantadina, Agonistas de la dopamina, Inhibidores de la MAO-B, y en determinados casos, inclusive el cese de la Levodopa.

No existe evidencia clara que demuestre eficacia para el tratamiento del insomnio, fatiga y la somnolencia diurna. En casi la totalidad de la población con parkinsonismo se utiliza Melatonina y Clonazepam como fármacos de primera línea.

Finalmente, para los trastornos autónomos, la Fludrocortisona, la Midodrina y la Droxidopa son medicamentos que resultan útiles, pero que aún se encuentran en revisión <sup>(33) (35) (36) (37)</sup>.

Suele ocurrir que en determinados casos, aunque la dosificación farmacológica sea óptima, el deterioro funcional de los pacientes progresa rápidamente. De modo que, se consideran otras terapias avanzadas para contrarrestar el avance de la enfermedad. Entre ellas se destacan, la estimulación cerebral profunda y/o la terapia con suspensión enteral de Levodopa-Carbidopa, mediante yeyunostomía transgástrica endoscópica percutánea.

La evidencia científica aún es muy limitada y no se conoce con certeza las pautas que deben adoptarse para la prescripción de terapéuticas farmacológicas más acordes según las necesidades de cada paciente. En cada etapa de progresión el individuo requerirá de dosis crecientes en sus terapias, que transitarán a la par con la correspondiente rehabilitación motriz, cognitiva y/o emocional <sup>(33) (34) (35) (36) (37) (38)</sup>.

### **III.1.9. Tratamiento Kinésico**

#### **III.1.9.1 Fundamentación del Tratamiento Kinésico**

Respecto del tratamiento kinésico, se hace mención a las teorías y modelos del control motor como punto de partida para la neurorehabilitación, considerando que el objeto de estudio será el desarrollo de nuevas destrezas <sup>39</sup>.

Es necesario que el avance científico esté en consonancia con la práctica clínica para consolidar y acrecentar las teorías ya establecidas, que apuntarán a restablecer y/o mejorar actividades motoras, tales como el incremento del control postural, el equilibrio, la

locomoción, etc. Se debe tener en cuenta la participación activa del paciente para fortalecer la adhesión al tratamiento.

En las últimas décadas, la rehabilitación neurológica mediante el avance de la evidencia científica, ha tenido un enfoque especial en las teorías del control motor. A partir de ellas, se destacan estrategias para la evaluación y el tratamiento de los trastornos motores mediante las teorías del aprendizaje motor, de la función, del movimiento y del control postural. El sujeto será parte de una terapéutica que utiliza un razonamiento individual y que contempla los factores bio-psico-sociales del mismo que pueden influir de manera positiva o negativa en el tratamiento <sup>(39)</sup> <sup>(40)</sup>.

**Figura 4.** Representación gráfica de las bases teóricas del Control Motor (F.T. Rosmery Imbachí M.2020)<sup>40</sup>



La enfermedad de Parkinson es una patología que se distingue por presentar notables trastornos en el control postural, generando la pérdida de autonomía del individuo, además de limitaciones en las actividades de la vida diaria y un incremento elevado en la tasa de caídas. Por tanto, un riesgo en la mortalidad y morbilidad muy alto para aquellos que la padecen<sup>41</sup>.

Cuando se hace mención al control postural, se entiende al mismo como el control de la posición del cuerpo en el espacio para lograr dos objetivos: la orientación y la estabilidad postural. La orientación postural como capacidad de desarrollar una determinada tarea, manteniendo una relación adecuada entre los segmentos corporales entre sí y entre el cuerpo y el medio externo. Mientras que la estabilidad postural corresponde a la capacidad de desarrollar actividades motoras manteniendo el centro de masa corporal por dentro y en relación a la base de apoyo<sup>(39)(40)(41)</sup>.

Si bien la estabilidad y la orientación son dos componentes distintos, resultan interdependientes entre sí. Los mismos tendrán requisitos diferentes para llevar a cabo el correcto control postural del cuerpo, dependiendo de la tarea a realizar y el entorno en que se encuentre el individuo. Para asegurar el control postural deben estar en consonancia tres procesos neurales. Los mismos son, los procesos motores (con la interacción del sistema nervioso central, sistema nervioso periférico y el sistema músculo-esquelético), los procesos sensoriales (sistema visual, vestibular y somatosensorial) y cognitivos del nivel superior. Este último, se lleva a cabo mediante la llegada de los estímulos aferentes y los mecanismos anticipatorios y adaptativos para lograr determinada tarea<sup>(39)(41)</sup>.

Las teorías más recientes sobre el control postural como la teoría refleja/jerárquica y la teoría de sistemas evidencian la base para el estudio, evaluación y tratamiento de alteraciones motoras<sup>39</sup>.

En la teoría refleja/jerárquica se considera que la aparición del control postural y del movimiento comienza ya en el lactante y será resultado del nacimiento e integración posterior de los reflejos, como unidad básica del comportamiento motor. Siguiendo con esta teoría, según como se desarrollen estos, la madurez creciente de las estructuras corticales que inhiben e integran los reflejos controlados por los niveles inferiores del sistema nervioso central, determinarán la planificación y ejecución de movimientos voluntarios y funcionales del individuo<sup>(39)(40)(41)</sup>.

En la teoría de sistemas, el control postural depende de la interacción entre el sistema neural y el sistema músculo-esquelético, y no solamente del desarrollo de los reflejos. Se considera la madurez del sistema sensorial, del sistema muscular y las adaptaciones de los segmentos corporales entre sí. Asimismo, las estrategias para el control del equilibrio en estado estable, reactivo y anticipatorio. Por último, se requiere de habilidad para reconocer los esquemas corporales, y crear estrategias cognitivas que permitan reconocer sentidos y ejecutar tareas múltiples mediante un control postural que resulte lo más óptimo posible<sup>(39)(40)(41)</sup>.

Citado anteriormente, el aprendizaje motor forma parte del campo del control motor y a su vez, comprende determinadas teorías que lo interpretan. El aprendizaje motor puede definirse como la habilidad para adquirir y/o modificar acciones especializadas, o como la capacidad de restablecer habilidades motoras perdidas luego de una lesión<sup>41</sup>.

En relación a este concepto y las intervenciones terapéuticas existentes, los procesos que intervienen son complejos, por tanto coexisten múltiples inquietudes respecto de cuáles serán los enfoques adecuados para que el individuo restablezca sus funciones perdidas mediante el entrenamiento del aprendizaje motor. Aún en la práctica clínica se observan interrogantes acerca de cómo asegurar el aprendizaje, cómo resultará más simple la actividad para ese individuo, cómo inducir a la neuroplasticidad y la adaptación consecuente para adquirir esas habilidades motoras perdidas. Del mismo modo que con el control postural y motor, el aprendizaje motor dispone de sus teorías<sup>41</sup>.

Por un lado, “la teoría de esquemas” propuesta por Richard Schmidt, considera la necesidad de programas motores para comprender el control motor y por tanto, el aprendizaje motor. Cuando se habla de programas motores, se entiende a los mismos como sistemas que contienen reglas generalizadas para tipos específicos de movimientos. De este modo, cuando un individuo aprende un nuevo programa motor, está adquiriendo ese grupo de reglas que se llevarán a cabo según el contexto y la circunstancia del momento. Considerando esto, al momento en que el individuo realice un movimiento, teniendo en cuenta un propósito, utilizará un programa motor, con un parámetro específico de movimiento y una fuerza particular para lograr la acción. Luego, percibirá las aferencias sensoriales correspondientes a la precisión con la que ha ejecutado el movimiento<sup>41</sup>.

A diferencia de lo propuesto por Schmidt, la “teoría ecológica” formulada por Newell explica que el aprendizaje motor es un procedimiento neural, que acrecienta la interacción entre la percepción y la acción de acuerdo a la tarea a realizar y las barreras que presenta el entorno. Esta teoría propone que con el hábito diario, el individuo desarrolla estrategias acordes a la actividad propuesta. Una cuestión esencial en el entrenamiento del aprendizaje motor, es la habilidad del paciente para entender la naturaleza del espacio perceptivo/motor a través de la exploración del mismo. Cuanto más conocimiento adquiriera, las señales perceptivas serán más acordes a la tarea a realizar<sup>41</sup>.

Dicho esto, en relación a los tratamientos no farmacológicos de incumbencia kinésica destinados a los pacientes en estadios leves a moderados de la enfermedad, según la escala de Hoehn y Yarh, se evidencian programas de entrenamiento altamente desafiantes.

Según la literatura, el interés destinado a las terapias del trastorno del movimiento en pacientes con Parkinson resultan insuficientes<sup>5</sup>.

Aun así, pese a la limitada tasa de intervenciones eficaces dentro del campo de la salud, como consecuencia del costo-beneficio relacionado a los desafíos que implica tales intervenciones<sup>42</sup>, se evidencian determinadas terapias efectivas destinadas a los trastornos del equilibrio<sup>43</sup>. Las mismas se efectúan con una amplia variabilidad de ejercicios físicos y enfoques de rehabilitación, facilitadas por fisioterapeutas a través del entrenamiento

motor de determinados parámetros del control del equilibrio típicamente afectados. Estos parámetros implican los límites de estabilidad, la agilidad motora, los ajustes posturales anticipatorios y la integración sensorial. A su vez, se emplean estrategias para el aprendizaje motor, la conciencia cognitiva, y el entrenamiento de la marcha <sup>42</sup>.

### **III.1.9.2 Equilibrio y Trastornos del Equilibrio**

En cuanto a la interpretación del equilibrio, se percibe un proceso heterogéneo ejecutado por el Sistema Nervioso, el cual a su vez es regulado a través de tres subsistemas. Por un lado, se reconoce el Sistema Sensorial, compuesto por el sistema visual, vestibular y somatosensorial, los cuales serán los encargados de recibir información aferente interna y externa para ser procesada por el Sistema Nervioso Central y el Sistema Nervioso Periférico. Mientras que, culminando la cascada de acciones, el Sistema Músculo-Esquelético determina el sistema eferente que ejecuta la actividad voluntaria, de forma tal, que coordina múltiples salidas motoras a la musculatura corporal.

Se advierte la clasificación del equilibrio en estático y dinámico. Considerando al equilibrio estático como la acción que desencadena el individuo al proyectar el mantenimiento del peso corporal en la posición con menor movimiento posible, dentro límites estrechos, contrarrestando la oscilación postural propia del medio externo. La misma puede resultar anteroposterior o mediolateral. Para lograr determinar el equilibrio estático, se mide la localización y el movimiento del centro de presiones (COP), definido por el punto en la base de apoyo donde se atribuye la resultante de las fuerzas de reacción del suelo hacia el individuo.

Por otro lado, el equilibrio dinámico se llevará a cabo al momento de realizar actividades motoras tales como, caminar, desplazarse en variadas direcciones, bajar el centro de gravedad para recoger objetos, entre otras. El objetivo final será poder realizar movimientos evitando que el medio externo desestabilice el centro de gravedad del individuo, requiriendo un control preciso al desplazarse, para prevenir por ejemplo una caída.

Para lograr el equilibrio adecuado, es necesario que los patrones espacio-temporales estén en consonancia con el entendimiento de la posición del individuo en tiempo y espacio, además de, la capacidad de percibir la relación de los distintos segmentos corporales entre sí durante la postura. Para lograr esto, es necesario que se lleve a cabo la construcción de múltiples estímulos sensoriales interconectados con el medio interno corporal y a su vez, con el medio externo que lo rodea. La disponibilidad y precisión de dichos estímulos aferentes que alcanzan las estructuras cerebrales y el modo en el que esa entrada sensorial se incorpora e integra, será el resultado del control del equilibrio y por tanto de la estabilidad postural <sup>(4) (44) (45) (46)</sup>.

Si bien, la Enfermedad de Parkinson no se corresponde con patologías visuales, vestibulares, cerebelosas o propioceptivas, los trastornos del equilibrio conforman el principal trastorno motor de la sintomatología. Dicho esto, es que se debe actuar con

terapéuticas específicas sobre los parámetros del equilibrio, para contrarrestar el efecto resultante que este produce sobre el control postural y la marcha principalmente.

### **III.1.9.3 Ejercicio Terapéutico**

Al hablar de ejercicio terapéutico, debemos considerar que la Confederación Mundial de Terapia Física( WCPT), la Asociación Americana de Terapia Física y los lineamientos declarados según la Ley 528 en Colombia, han determinado que el ejercicio terapéutico forma parte de un programa de intervención fisioterapéutica, en el cual se prescribe, realiza, dirige y controla actividades motoras con el objetivo de restablecer la indemnidad de los tejidos biológicos, rehabilitar funciones motrices que se han perdido, prevenir secuelas y posibles discapacidades físicas, así como también, mejorar la calidad vida y autonomía del paciente.

Dicho esto, el ET representa la herramienta principal y el instrumento más apropiado para llevar a cabo tales objetivos. Si bien, aún existen controversias al momento de considerar los factores necesarios para la prescripción del mismo, su efectividad es relevante.

Podemos definir al ET como aquella actividad motora en la cual se llevan a cabo movimientos corporales que previenen factores de riesgo, restauran y promueven el desarrollo del funcionamiento físico y conducen al aumento en la calidad de vida del individuo. A través del ET se llevan a cabo tareas motoras con un inicio y final determinado, movimientos aislados combinados según secuencias o engramas específicos y/o tareas continuas a través de movimientos repetitivos.

Mientras que por un lado, la evidencia científica actual constata los efectos beneficiosos del ET en tejidos biológicos indemnes y cómo estos acrecientan el desarrollo físico del individuo, por otro lado, la certeza acerca de la eficacia del ET en tejidos lesionados y/o patológicos es escasa en comparación a la anterior. Aun así, sigue siendo el método más efectivo para contrarrestar el deterioro motriz <sup>(47)</sup> <sup>(48)</sup>.

Al momento de prescribir un ejercicio terapéutico la dosificación juega un papel fundamental. Por un lado, se necesita analizar de forma global y específica el estado general del individuo y por el otro lado, planificar objetivos que resulten apropiados, notorios y factibles de realizar según cada paciente. Ambos pasos determinan el inicio y final de la prescripción del ET, con una lista de variables que determinan la progresión del mismo. Las mismas son: dosificación del ejercicio, factores físicos, cognitivos y emocionales del individuo, barreras de adhesión al ET y metas establecidas según cada objetivo planteado <sup>(48)</sup> <sup>(49)</sup>.

Para el cierre de los propósitos establecidos, pueden presentarse distintos escenarios. Por un lado, suele ocurrir que el desempeño del individuo resulte lo más óptimo posible, o que exista la presencia de contratiempos, mesetas y/o problemáticas secundarias que enlentecen el objetivo deseado. Dicho esto, pese a que se contemple la dosificación del ejercicio terapéutico buscando el mejor de los resultados, los efectos no son siempre los esperados <sup>(47)</sup> <sup>(48)</sup> <sup>(49)</sup>.

### III.1.9.3.a Ejercicio Terapéutico y trastornos de la marcha

Como se ha mencionado antes, el parkinsonismo conlleva importantes trastornos sobre el desarrollo de la marcha, los mismos se conocen como dificultad para caminar (PIGD) y congelación de la marcha (FOG) <sup>(50) (51)</sup>.

La FOG corresponde al trastorno con mayor interés de estudio en la sintomatología de la enfermedad, dado que genera graves secuelas y se corresponde con la principal causa de caídas. Es definida como “ausencia breve, episódica o una reducción marcada de la progresión hacia delante de los pies a pesar de tener la intención de marchar”. Las manifestaciones clínicas de la FOG se evidencian en los llamados “bloques motores”, en los cuales los pies quedan fijos al suelo cuando se intenta dar un paso. Así también, el temblor de un miembro inferior que no se correlaciona con el temblor cardinal de la patología, sino que se corresponde con movimientos rápidos de la extremidad. Por último, se evidencian la presencia de “Shuffldar” o pasos hacia delante cortos y veloces que culminan desencadenando mayor inestabilidad postural <sup>(52) (53)</sup>.

Aún se conoce poco de la FOG ya que su fisiopatología es compleja. Las intervenciones farmacológicas en conjunto con las fisioterapéuticas son las utilizadas por excelencia <sup>(52) (53)</sup>.

La intervención fisioterapéutica se basa en la utilización del entrenamiento de la marcha desde distintos enfoques rehabilitadores. Se evidencian estrategias que apuntan a modificar la marcha habitual de los pacientes, sumándole objetivos específicos para lograr disminuir los efectos negativos de la FOG. Dichas estrategias cuentan con la disposición de doble tarea y/o elementos ambientales que dificulten la marcha del individuo, tales como puertas más estrechas. Así también, el uso de la robótica, estimulación sensorial y la realidad virtual parecen ser enfoques terapéuticos adecuados para dicho trastorno motor <sup>(50) (51) (52) (53)</sup>.

Se evidencia la necesidad de una evaluación precisa del contexto en el que reside el paciente por parte del equipo terapéutico. En ella se consideran las barreras arquitectónicas que pueden poner en peligro la marcha y por tanto, la posibilidad del incremento de la tasa de caídas. El entrenamiento dirigido a las actividades de la vida diaria cuenta con múltiples situaciones de complejidad que simulan los episodios recurrentes de caídas dentro del hogar del paciente. Se le pedirá que realice determinadas tareas de simples a complejas que se correlacionan con las dificultades que se le presentan a diario al paciente <sup>(50) (53)</sup>.

La estimulación sensorial es una de las alternativas más eficaces para mejorar la marcha de los individuos. Se compone de señales visuales, acústicas y cognitivas que se modificarán de acuerdo al individuo y la complejidad que acarree. En particular, los estímulos visuales colaboran a disminuir las disfunciones en la amplitud de la zancada y reducir las asimetrías que se generan al desplazarse en distintas direcciones. Mientras que, la estimulación auditiva participa en la mejora del ritmo y secuencia de la marcha.

Algunos de los estímulos más utilizados son solicitar al individuo que camine cuando se le da una orden y/o al ritmo de una canción, que marche imaginando obstáculos de distintas estructuras y tamaños. Que modifique la dirección en la que se venía desplazando y/o que realice paradas en determinados sitios y continúe su marcha descargando el peso corporal de forma alternada en ambas extremidades <sup>(50) (51) (52) (53)</sup>.

Finalmente, según la literatura abordada y los ensayos clínicos realizados, tales intervenciones resultan altamente eficaces en la modificación positiva de la FOG <sup>(50)</sup>.

### **III.1.9.3.b Ejercicio Terapéutico y trastornos del equilibrio**

Si bien los parámetros del equilibrio representan los pilares fundamentales de la terapéutica kinésica empleada, se distingue una notable consideración sobre el aprendizaje motor y las determinadas bases del mismo que se ponen en marcha a la hora del entrenamiento, como lo son la especificidad, la sobrecarga progresiva y la variación de ejercicios <sup>54</sup>.

Se debe tener en cuenta que los mismos se prescriben mientras el individuo se encuentra en posición estática, como también, dinámica. Esta terapéutica se puede realizar de manera individualizada o en grupos reducidos de pacientes <sup>55</sup>.

Se pone de manifiesto que si dentro del mismo tratamiento se complementa el entrenamiento del equilibrio junto al fortalecimiento muscular, al entrenamiento de la resistencia, de la estrategia de movimientos y de la agilidad sensoriomotora, estos programas altamente desafiantes resultan aún más eficaces <sup>43</sup>.

El entrenamiento de la resistencia resulta una terapéutica valiosa para contrarrestar los síntomas motores, como también lo es la optimización de la fuerza muscular para disminuir los desajustes posturales <sup>56</sup>.

En paralelo, los fisioterapeutas se ocupan además de educar a cada paciente, brindando instrucciones para evitar caídas, y de la enseñanza de habilidades para las actividades de la vida diaria <sup>43</sup>.

Los objetivos generales se basan en la optimización del déficit de equilibrio, tanto estático como dinámico, así como también en el incremento del control postural <sup>55</sup>. De este modo, se adquiere una mejora fundamental en la velocidad y condición de la locomoción del individuo con Enfermedad de Parkinson <sup>57</sup> e incluso un incremento en los niveles de actividad física <sup>42</sup>.

Esto conduce a una significativa reducción de la tasa de caídas y una mejora en la calidad de vida <sup>26</sup>, lo que permite el aumento de la supervivencia del individuo. De este modo, se contrarresta la principal problemática de la sintomatología de la Enfermedad de Parkinson <sup>57</sup>.

Dicha terapéutica emplea ejercicios que no sólo requieren exclusivamente de tareas motoras, sino además de actividades que requieren compromiso cognitivo, tales como contar, recordar elementos, responder preguntas, mencionar entidades, etc. Dicho esto, se evidencia una doble tarea, la cual exige un mayor compromiso por parte del paciente para lograr cumplir con las actividades <sup>(54) (58)</sup>.

El control del equilibrio y la marcha suele verse afectado por el déficit de atención y los trastornos cognitivos propios de la patología. Se estima que las estrategias terapéuticas en función de la doble tarea mejoran ampliamente los trastornos motores. Dicha alternativa terapéutica puede ser empleada de forma consecutiva o integrada en la práctica clínica. A través de ella se influye directamente sobre la cognición, particularmente sobre la memoria, las funciones ejecutivas y la velocidad para procesar la información aferente. Se evidencia además, que los pacientes con mayores trastornos cognitivos y conductuales presentan alteraciones más relevantes en el desarrollo de la marcha <sup>(59) (60) (61)</sup>.

Conforme a cada paciente se ajustará la dosificación de los ejercicios, de tal manera que resulte gradual y progresiva, de simples a complejos. Por tanto, las tareas se irán multiplicando, se acrecentarán las velocidades y las amplitudes de cada movimiento, a su vez, se alterarán las bases de apoyo, cuyo objetivo es solicitar por parte del individuo mayor control postural. Finalmente, como último nivel de dificultad la visión será limitada <sup>(62) (63) (64)</sup>.

Frente a dichas actividades, cada ajuste postural que realice el individuo delimitará el grado de dificultad de cada ejercicio <sup>65</sup>.

Considerando el valor y alcance de dicha intervención kinésica, al margen de la terapia farmacológica, se afirma que si el individuo no recibe ningún tipo de estímulos la sintomatología propia de la enfermedad avanzará mucho más rápido. Lo cual conllevará a un mayor déficit de equilibrio, una marcha cada vez más lenta e ineficaz y un potencial congelamiento de la misma. Como consecuencia una tasa de caídas mucho más elevada<sup>64</sup>.

Frente a esto, para poder llevar a cabo dicha terapéutica se debe valorar en el paciente tales condiciones: La ausencia de Parkinson atípico y de caídas en los últimos 12 meses. A su vez, se debe considerar que su tratamiento farmacológico se encuentre activo, con dosis estables. Que no presente deterioro cognitivo notable ni comorbilidades asociadas, y finalmente que posea la capacidad de deambular de manera independiente sin dispositivos de asistencia <sup>29</sup>.

Se evidencian controversias respecto de la eficacia de dichos programas de entrenamiento, en las cuales se logra constatar que la dosificación empleada no suele correlacionarse con las respuestas previstas. Se pone de manifiesto la necesidad de obtener el volumen y la intensidad óptima según los objetivos planteados. Por tanto, se estima que uno de los motivos se debe a una planificación insuficiente, que carece de objetividad y de información clara y precisa respecto de los estímulos reales que recibe el paciente. A su vez, se cree necesario acrecentar las mediciones de cada ejercicio de manera minuciosa <sup>6</sup>.

Es probable que además se requiera de terapias potencialmente más supervisadas adecuadas a las posibilidades de cada individuo, con especial interés en aquellos pacientes que padecen mayor compromiso de la marcha y de la enfermedad propiamente dicha, lo cual a su vez, conduce a un mayor deterioro cognitivo. Finalmente esto representa para el sujeto una exigencia considerable en el tratamiento. Por tanto, se debe considerar que si el paciente percibe requerimientos muy altos es probable que su adherencia al tratamiento descienda <sup>65</sup>.

Frente a esto, algunos estudios sugieren emplear el uso de sensores portátiles destinados al monitoreo de las distintas actividades durante el programa de entrenamiento. Sin embargo, esto se encuentra limitado por las controversias de los resultados a obtener, ya que, el sensor captará mediciones objetivas sobre cada ejercicio, pero no la capacidad y el desafío que implica para cada individuo cumplir con el entrenamiento <sup>6</sup>.

En relación a los diversos enfoques de entrenamiento, se exhibe la prescripción de ejercicios motores con apoyo de señales sensoriales externas que recibirá el paciente, a través de la estimulación verbal, auditiva, visual, propioceptiva y/o táctil. Para lograr lo antedicho se emplean diversas técnicas, tales como, uso de espejos, huellas y obstáculos en el suelo, múltiples sonidos, comandos verbales en los cuales se le solicita al individuo contar, aplaudir, etc. <sup>(60) (61) (65)</sup>.

Tan pronto como el individuo logre asimilar tales actividades, la progresión del entrenamiento contará con la reducción de dichas señales sensoriales con el fin de automatizar estrategias de movimientos de manera voluntaria <sup>9</sup>.

El objetivo de tal terapéutica consiste en facilitar los ajustes posturales frente a cada movimiento solicitado, mejorando la ejecución de los mismos. Esto a su vez, permite desplazar el centro de gravedad de manera veloz, precisa y lo más remotamente posible. En simultáneo, otorga tiempos de reacción más cortos y la posibilidad de acrecentar las velocidades <sup>54</sup>.

Por tanto, se deja evidencia que dicho entrenamiento permite estabilizar el centro de gravedad de un individuo al momento de desplazarse, y contrarrestar la presencia de alteraciones al inicio de un movimiento. Finalmente, optimiza las características espacio-temporales de la marcha, los límites de estabilidad y las habilidades posturales en pacientes con Enfermedad de Parkinson <sup>(58) (60)</sup>.

### **III.1.9.3.c Efectos Adversos**

Los resultados arrojados según recientes ensayos revelan que el ejercicio terapéutico no reduce en ningún caso la función del equilibrio, por el contrario, aumenta la eficacia sobre el control del mismo, siempre que las intervenciones resulten ininterrumpidas y sostenidas <sup>(41) (59) (62)</sup>. Asimismo, se evidencia un notable aumento en la fuerza muscular y el acondicionamiento cardiorrespiratorio del individuo. La literatura confirma la eficacia del ejercicio terapéutico, como tratamiento complementario al farmacológico, para el incremento del equilibrio, que conduce a optimizar la autonomía del paciente, el

progreso de la marcha y una mejora relevante en la calidad de vida a corto y largo plazo<sup>(6)</sup>  
(61) (63).

Por otro lado, se afirma que los eventos adversos suelen ser escasos en la totalidad de las investigaciones. Se evidenciaron episodios de caídas debido a tropiezos con obstáculos sin lesiones evidentes, así como también, síntomas de fatiga muscular y dolor asociado al entrenamiento, en particular en muslos, rodillas y espalda, que cesaban con el descanso<sup>5</sup>.

En algunos casos, determinados individuos han experimentado en ciertas ocasiones del tratamiento, la sensación de mareos y náuseas que cedían con el detenimiento de la actividad<sup>26</sup>.

No se evidencian testimonios de pacientes que informen efectos negativos que comprometan el estado de salud general durante dichas intervenciones terapéuticas.

Cabe destacar, que es de vital importancia notificar con precisión al paciente acerca de los beneficios y potenciales efectos adversos a experimentar durante la intervención kinésica<sup>26</sup>.

#### IV. Estrategia Metodológica

En este informe de investigación se llevó a cabo una revisión bibliográfica y para ello se utilizaron las bases de datos PubMed y Biblioteca Virtual en Salud. Los artículos científicos seleccionados comprenden una fecha de publicación que incluye el período entre los años 2011-2020. Se emplearon términos MeSH, DeCS y de texto libre que se detallarán a continuación en la tabla 1 y las combinaciones de las mismas en la tabla 2.

**Tabla 1.** Términos para la búsqueda en las bases de datos

<b>Palabra</b>	<b>Término Libre</b>	<b>DeCS</b>	<b>MeSH</b>
<b>#1</b>	Enfermedad de Parkinson	<b>Enfermedad de Parkinson</b>	<i>Parkinson Disease</i>
<b>#2</b>	Terapia por Ejercicio	<b>Terapia por Ejercicio</b>	<i>Exercise Therapy</i>
<b>#3</b>	Propiocepción	<b>Propiocepción</b>	<i>Proprioception</i>
<b>#4</b>	Equilibrio Postural	<b>Equilibrio Postural</b>	<i>Postural Balance</i>
<b>#5</b>	Trastornos del Movimiento	<b>Trastornos del Movimiento</b>	<i>Movement Disorders</i>

#6	Accidentes por Caídas	<b>Accidentes por Caídas</b>	<i>Accidental Falls</i>
----	-----------------------	------------------------------	-------------------------

**Tabla 2.** Combinaciones de Términos

	<b>Término</b>	<b>Conector</b>	<b>Término</b>	<b>Conector</b>	<b>Término</b>
#7	#3	OR	#4	OR	#5
#8	#7	AND	#1	AND	#2
#9	#8	AND	#6		
#10	#7	AND	#1	AND	#6

Para la elección de los artículos utilizados en dicha investigación se emplearon criterios de inclusión y exclusión.

### **Criterios de inclusión:**

- Artículos publicados en el período de tiempo antes mencionado.
- Artículos escritos en los idiomas inglés y español.
- Programas destinados al entrenamiento del equilibrio mediante el empleo de ejercicios terapéuticos, para restablecer el control del mismo.
- Estudios que utilicen una muestra conformada por pacientes con enfermedad de Parkinson en estadios leves a moderados (2-3) según la escala de Hoehn y Yahr.

### **Criterios de exclusión:**

- Revisiones sistemáticas y/o metaanálisis.
- Artículos que utilicen otro método de intervención terapéutica que no resulte el tratamiento sobre el control del equilibrio.
- Artículos que empleen terapéuticas para los trastornos del equilibrio en individuos que no posean el estricto diagnóstico de la enfermedad de Parkinson.
- Artículos que utilicen intervenciones terapéuticas en pacientes con enfermedad de Parkinson en etapas avanzadas.

## V. Contexto de Análisis

A continuación, en este informe de investigación se analizarán los artículos correspondientes según los criterios de inclusión y exclusión detallados anteriormente. Se considerarán los efectos del ejercicio terapéutico destinado al control de los trastornos del equilibrio, así como también, la eficacia del mismo para restablecer la marcha y disminuir la tasa de caídas. Para ello, las variables a analizar serán el control del equilibrio mediante el test Balance Evaluation Systems Test “Mini-BESTest” y el componente espacio-tiempo del ritmo y variabilidad de la marcha mediante el empleo de base de datos GAITRite.

***“Monitoring training activity during gait-related balance exercise in individuals with Parkinson’s disease: a proof-of-concept –study”***  
(Conradsson David, Nero Hákan, Löfgren Niklas, Hagströmer María y Franzén Erika.2017)<sup>6</sup>

A pesar del avance científico, las descripciones de los programas terapéuticos destinados al control del equilibrio resultan incompletos e insuficientes. Por lo tanto, la complejidad que requiere evaluar sus componentes se acentúa aún más para establecer una dosis-respuesta acorde a cada individuo. Se evidencia en dicha investigación el uso de sensores portátiles como herramienta de monitoreo del entrenamiento del equilibrio. El presente estudio presentado en el año 2017, es un ensayo clínico controlado aleatorio, que examinó los efectos del entrenamiento del equilibrio en personas con Enfermedad de Parkinson. El objetivo fue analizar la factibilidad de utilizar sensores portátiles para determinar indicadores objetivos, que resulten claves en relación a los niveles y progresión de actividades durante el ejercicio terapéutico<sup>6</sup>.

Se citaron diez personas con EP leve a moderada pertenecientes al Hospital Universitario Karolinska y a las clínicas neurológicas para pacientes ambulatorios del condado de Estocolmo. Los participantes debían cumplir con un diagnóstico clínico de EP idiopática, un valor de 2-3 en la escala de Hoehn y Yahr, más de 60 años de edad, tratamiento farmacológico estable de más de 3 semanas y por último, la capacidad de deambular de forma independiente sin dispositivo de ayuda para la marcha. Se excluyeron personas con una puntuación de <24 en un Mini Examen del Estado Mental y aquellos que presentaran afecciones distintas de la EP aún con trastornos del equilibrio<sup>6</sup>.

Se informó a los participantes que la intervención duraría 10 semanas, con sesiones de una hora, tres veces por semana. En cada sesión se comenzó con un período de 10 minutos de caminata para lograr movilidad articular y estimulación cardiovascular. En los 50 minutos restantes se realizaron ejercicios altamente desafiantes con fases de recuperación según las condiciones de cada individuo. El entrenamiento finalizó con una vuelta a la calma mediante caminatas lentas, estiramientos axiales y ejercicios respiratorios. La intervención se dividió en tres bloques con el objetivo de lograr la adaptación del individuo y la progresión favorable del entrenamiento. El primer bloque A con una

duración de 1-2 semanas, contaba con ejercicios adaptados a una sola tarea en función de cada componente del equilibrio por separado. El bloque B, en las semanas 3-6 del tratamiento, estaba conformado por ejercicios de doble tarea, por tanto, en este bloque la complejidad fue creciendo en relación tanto a la exigencia motriz como cognitiva. El último bloque C, fue el que más dificultad representó para los pacientes. Se llevó a cabo la combinación de varios componentes del equilibrio durante la ejecución del ejercicio. En una misma sesión se realizó el incremento de la cantidad de ejercicios destinados al equilibrio dinámico con el compromiso de la doble tarea<sup>6</sup>.

Se equipó a los participantes con acelerómetros en todas las sesiones, además de la colocación de sensores alrededor de la cadera izquierda, por encima de la cresta ilíaca. Los fisioterapeutas se encargaron del manejo de los acelerómetros y uno de los coordinadores del estudio, llevaba a cabo el recuento de datos una vez por semana. Las mediciones captadas por los acelerómetros, registraban la aceleración en tres ejes (vertical/antero posterior y medio/lateral) con una frecuencia de muestreo de 30 Hertz. Se tomó una valoración inicial para medir el nivel de actividad física en condiciones de vida libre<sup>6</sup>.

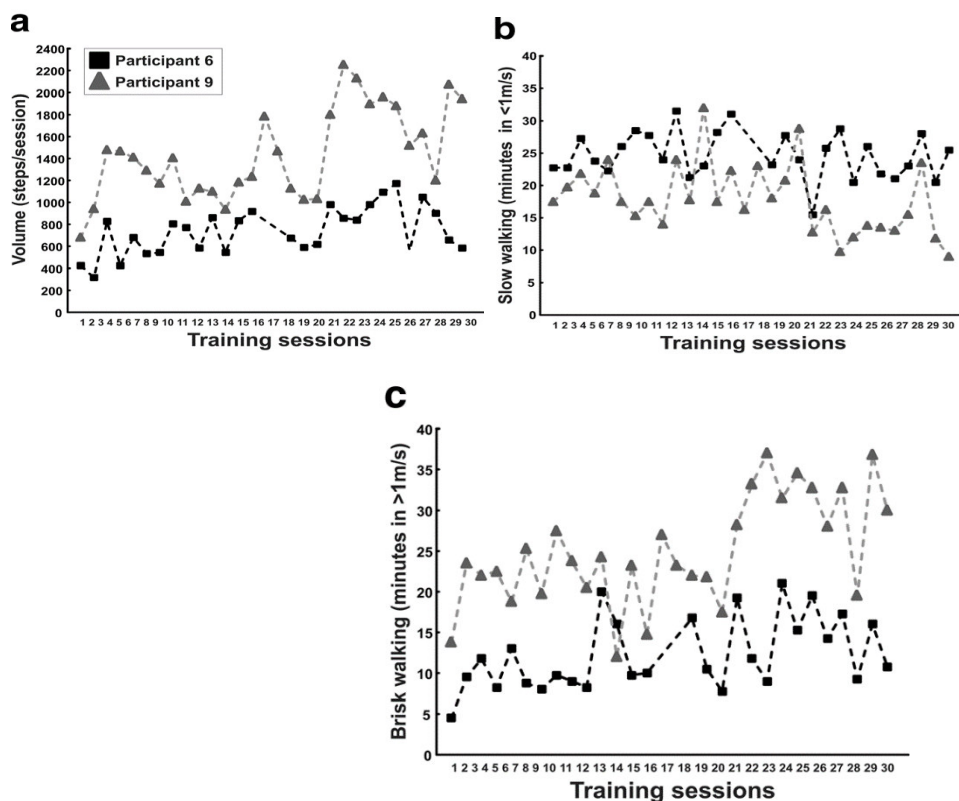
Los resultados del entrenamiento se adquirieron en función del volumen (número de pasos por sesión) y de la intensidad (tiempo dedicado a caminar lentamente o de manera ligera). La progresión se evaluó mediante la comparación de la ejecución del entrenamiento en los distintos niveles de complejidad. Mientras que, la apreciación de dificultad se valoró consultando a cada participante en una escala del 1 al 4 cómo percibía el nivel de desafío del entrenamiento del equilibrio. Los valores muestran un promedio de 833 pasos por sesión en el bloque A, 895 en el bloque B y 1237 en el bloque C. El promedio de minutos destinados a caminar lentamente fue de 27% en el bloque A, 30% en el bloque B y 38% en el bloque C. El número de pasos y el tiempo dedicado a caminar lentamente no mostró cambios significativos entre el Bloque A y B. Mientras que, se advirtió un aumento significativo en el número de pasos y el tiempo dedicado a caminar a paso ligero entre el Bloque B y C. Por último, el tiempo dedicado a caminar lentamente disminuyó significativamente entre los bloques B y C. En relación a la percepción del entrenamiento, 8 de 10 calificaron el mismo como desafiante<sup>6</sup>.

Los autores confirman que estos hallazgos garantizan la viabilidad del uso de sensores portátiles para obtener indicadores objetivos, en la aplicación de intervenciones destinadas al control del equilibrio en relación a la mejora de la marcha. Las mismas permiten una descripción del entrenamiento más adecuada para determinar la dosis-respuesta acorde al individuo. Pese a esto, es de vital importancia validar estos enfoques terapéuticos mediante ensayos aplicados en muestras superiores<sup>6</sup>.

**Gráfico 1: Representación gráfica del programa de entrenamiento a lo largo de la intervención de 10 semanas.**

**Gráfico A:** Volumen (pasos/sesión), **Gráfico B:** Caminata lenta (minutos en <1 m/s), **Gráfico C:** Caminata ligera (minutos en >1 m/s) representados según valores

individuales y de grupo para el **Bloque A** (semana 1-2), **Bloque B** (semana 3-6) y **Bloque C** (semana 7-10)<sup>6</sup>.



***“Highly Challenging Balance Program Reduces Fall Rate in Parkinson Disease”*** (David Sparrow, Tamara R. DeAngelis, Kathryn Hendron, Cathi A. Thomas, Marie Saint-Hilaire, and Terry Ellis.2016)<sup>43</sup>

La evidencia demuestra que existen limitadas intervenciones eficaces destinadas a mejorar el control del equilibrio y reducir la tasa de caídas en individuos con Enfermedad de Parkinson, la cual compromete fuertemente la calidad de vida de los pacientes<sup>43</sup>.

Sparrow, DeAngelis, Hendron, Thomas, Saint-Hilaire y Ellis exhibieron en el año 2016 un estudio cruzado, aleatorio y controlado que investigó los efectos de un programa altamente desafiante destinado al control del equilibrio, incrementando las dosis ya establecidas en estudios previos. El objetivo se focalizó en aumentar el control del equilibrio, reducir la tasa de caídas y a su vez, el miedo a caer<sup>43</sup>.

Participaron veintitrés sujetos con EP idiopática, los mismos cumplían con los siguientes requisitos de inclusión: Valoración 2-3 en la escala Hoehn y Yahr, tratamiento farmacológico estable de más de dos semanas previas a la intervención, tener la capacidad de deambular sin dispositivo de asistencia y haber experimentado más de una caída en los últimos tres meses y más de dos caídas en el último año. A su vez, se excluyeron aquellos individuos que presentaban diagnóstico de Parkinson atípico, un puntaje <26 en

el Mini Examen del Estado Mental y comorbilidades graves que afecten el estado general del paciente para participar de la intervención<sup>43</sup>.

Se informó a los sujetos que el programa se llevaría a cabo dos veces por semana en sesiones de noventa minutos, durante un período total de tres meses en un centro de Neurorehabilitación, sin prácticas suplementarias en el hogar. La misma fue guiada por tres fisioterapeutas con experiencia en Parkinson. Para llevar a cabo dicha terapéutica se utilizó el marco teórico de equilibrio de Horak, el cual describe 6 sistemas interactivos que contribuyen al control del equilibrio. Los mismos son, integración sensorial, estabilidad en la marcha, límites de estabilidad, restricciones biomecánicas, ajustes posturales y ajustes posturales anticipatorios. El programa de entrenamiento consistió en una serie de ejercicios de menor a mayor complejidad, de forma gradual y progresiva, adaptados a cada paciente. Se utilizaron pesos externos y modificaciones en las superficies para lograr incrementar el desafío en cada ejercicio propuesto<sup>43</sup>.

Las variables a medir fueron la tasa de caídas mediante registros exactos con fecha, ubicación, dirección de la caída, actividad motora que estaba realizando el individuo y si existiese algún obstáculo ambiental que precipitara la caída. El control del equilibrio se midió por medio de El Mini-BESTest, mientras que, el miedo a caer se registró mediante un cuestionario de autoinforme “La Falls Efficacy Scale-International (FES-I)”<sup>43</sup>.

El diseño de la intervención contaba con dos grupos cruzados. El grupo que pertenecía a la secuencia 1 transitaba un período activo de entrenamiento, mientras que el grupo que pertenecía a la secuencia 2 se mantenía en estado inactivo. De manera inversa, mientras que el grupo de secuencia 1 estaba inactivo, el grupo de secuencia 2 permanecía activo. Dicho esto, para comparar los resultados obtenidos del FES-I y Mini-BESTest se utilizó una prueba que establecía una valoración extraída de la resta entre las puntuaciones del período activo e inactivo. Para cada individuo perteneciente al grupo de secuencia 1 se le otorgó un puntaje de resultado final mediante la resta período inactivo-período activo. Mientras que, para cada sujeto del grupo de secuencia 2 se le adjudicó un puntaje final mediante la resta período inactivo- período activo<sup>43</sup>.

El 63% de la muestra pertenecía al sexo masculino, con una edad media de 66.7 años y 4.3 años de evolución de la enfermedad. De los veintitrés participantes solo dieciséis completaron el estudio. Seis abandonaron la intervención por problemas de transporte o comorbilidades no relacionadas, mientras que, un sujeto se retiró por presentar un cambio en el diagnóstico de EP típica a atípica<sup>43</sup>.

No se reportaron diferencias significativas entre las puntuaciones de ambos grupos de secuencias. El efecto global del FES-I fue de -3,2 (con un intervalo de confianza del 95%: -6,4 a 0,1). Mientras que, el Mini-BESTest presentó un efecto global del tratamiento de 1,5 (con un intervalo de confianza del 95%: 0,1 a 2,9). El número de caídas se redujo aproximadamente un 37% en la tasa de caídas mensuales. Los hallazgos obtenidos demuestran que un programa de ejercicio teórico, orientado al cumplimiento de determinados objetivos según la capacidad de cada paciente, de forma progresiva y gradual, pero con dosis más altas, fue efectivo para mejorar el control del equilibrio,

reducir la tasa de caídas durante los tres meses de intervención y el miedo a caer. Aun así, los autores confirman que se requiere de una investigación más exhaustiva<sup>43</sup>.

**Tabla 1:** Variables a analizar y su valoración correspondiente de los participantes que conforman la muestra poblacional de la investigación *“Highly Challenging Balance Program Reduces Fall Rate in Parkinson Disease”* (David Sparrow, Tamara R. DeAngelis, Kathryn Hendron, Cathi A. Thomas, Marie Saint-Hilaire, and Terry Ellis.2016)<sup>43</sup>

#### Características basales (n = 16)

Variable	Media ± DE o No. (%)
Edad, año	66,7 ± 5,7
Sexo	
Masculino	10 (62,5%)
Hembra	6 (37,5%)
Duración de la enfermedad, año	4.3 ± 3.3
<b>Etapas de Hoehn y Yahr una</b>	
2	4 (25%)
2.5	8 (50%)
3	4 (25%)
Puntuación MDS-UPDRS-III	36.0 ± 9.6
FES-I	28,3 ± 7,3
Mini-MEJOR	20,9 ± 4,1

*“Instrumental or Physical-Exercise Rehabilitation of Balance Improves Both Balance and Gait in Parkinson’s Disease”* (Marica Giardini, Antonio Nardone, Marco Godi, Simone Guglielmetti, Ilaria Arcolin, Fabrizio Pisano and Marco Schieppati. 2018)<sup>57</sup>

El siguiente artículo publicado en el año 2018 se trató de un ensayo clínico aleatorio y experimental, cuyo objetivo fue analizar la eficacia de un programa de ejercicios de cuatro semanas mediante tareas de equilibrio altamente desafiantes, sin considerar el entrenamiento de la marcha<sup>57</sup>.

La muestra contaba con treinta y ocho participantes, de los cuales sólo veintiún hombres y once mujeres culminaron el estudio. Los mismos presentaban EP leve a moderada en una escala 1,3-3 de Hoehn y Yahr. Los pacientes se encontraban bajo medicación dopaminérgica estable, sin disfunciones cognitivas, ni la imposibilidad de marchar de

manera independiente. Asimismo se hallaban sin restricciones ortopédicas que impidieran realizar actividad física<sup>57</sup>.

La intervención contó con la capacitación de dos tratamientos diferentes, los cuales se asignaron aleatoriamente a la totalidad de la muestra. Un grupo (n=15 PD-P) se sometió a una plataforma móvil, en la cual el sujeto se paraba sobre ella y la misma se desplazaba en dirección anteroposterior, latero lateral y diagonal en el plano horizontal. La plataforma contó con un arnés de seguridad que permitía la libertad de las extremidades superiores para moverse. Este dispositivo se movía continuamente 10 cm hacia adelante y hacia atrás, con una frecuencia de traslación sinusoidal de 0.4Hz. El entrenamiento completo comprendió 60 ciclos de movimiento, con una duración de 2 minutos y medio. Se tomó el valor de ciclos completos por cada paciente. Mientras que, el otro grupo (n=17 PD-E) realizó ejercicios destinados al entrenamiento del equilibrio. La intervención duró cuatro semanas y estuvo compuesta por 3 sesiones semanales, con 45 minutos de ejercicio físico y 15 minutos de fase final de estiramiento de miembros inferiores<sup>57</sup>.

Las variables a analizar tuvieron una valoración inicial y final del tratamiento. Se midieron los valores del control del equilibrio mediante la utilización del Mini-BESTest. Mientras que, por otra parte, la marcha fue valorada según los datos recolectados por barodopometría y la Evaluación de la prueba Timed Up and Go (TUG). Esta última contaba con una situación cotidiana, en la cual se le pedía al paciente que se levantara de una silla, pasara por una línea horizontal que se hallaba marcada en el suelo, realizara un giro, caminara hacia atrás y se sentara nuevamente<sup>57</sup>.

Los hallazgos obtenidos muestran que la puntuación media del Mini-BESTest al inicio del tratamiento no mostraba diferencia significativa entre ambos grupos, mientras que, al finalizar la intervención, las puntuaciones se acrecentaron en ambos grupos, aproximadamente en 11/17 pacientes del grupo PD-E y 5/15 pacientes del grupo PD-P<sup>57</sup>.

La locomoción evaluada mediante barodopometría y la prueba TUG evidenció parámetros espacio-temporales insignificativos entre ambos grupos, aun así, las mismas aumentaron al finalizar el tratamiento. La cadencia se incrementó ligeramente de  $121.0 \pm 7.5$  pasos / min a  $125.6 \pm 8,6$  pasos / min y desde  $120,5 \pm 12,9$  pasos / min a  $124,3 \pm 10,6$  pasos / min, para los grupos PD-E y PD-P, respectivamente<sup>57</sup>.

La duración del TUG no había disminuido en la valoración inicial para ambos grupos, lo cual demostraba un alto riesgo de caídas. Al finalizar el tratamiento, las mismas, disminuyeron en aquellos pacientes que ya presentaban puntuaciones cercanas a los parámetros normales<sup>57</sup>.

Los autores expresan que hasta el momento de la intervención no se advertían ensayos que mejoraran la marcha con el entrenamiento exclusivo del control del equilibrio<sup>57</sup>.

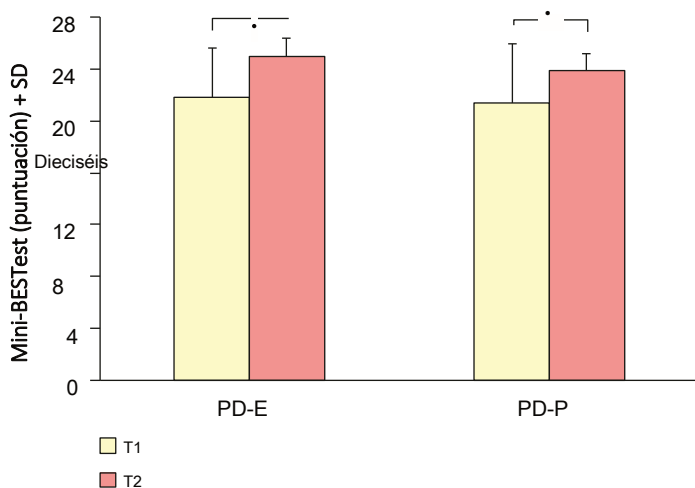
El entrenamiento en la plataforma móvil demostró una mejora significativa en la velocidad de la marcha y por lo tanto, en la locomoción, de forma semejante al entrenamiento del equilibrio mediante ejercicio físico, lo cual no se esperaba lograr. Esto

sugiere que un protocolo clínico destinado al control del equilibrio mejora de modo relevante la marcha en individuos con EP<sup>57</sup>.

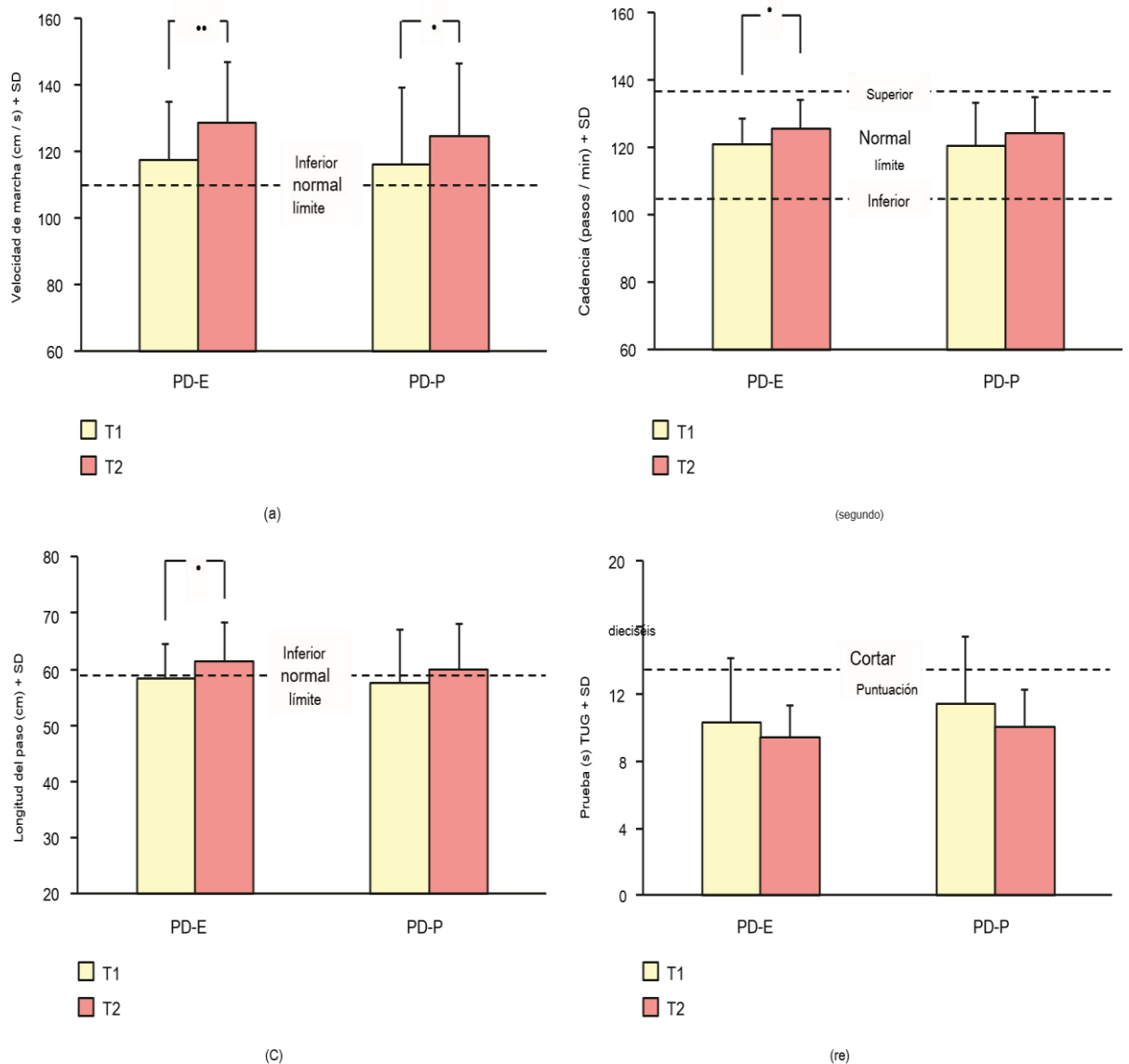
Pese a que los hallazgos obtenidos se recopilieron de una muestra pequeña de pacientes, lo cual obliga a replicar el estudio en una cohorte más grande, se afirma que un tratamiento de equilibrio de cuatro semanas, sin contemplar ejercicios destinados a la rehabilitación de la marcha, es eficaz para incrementar la velocidad y restablecer considerablemente la misma. Dicho esto, conociendo que la locomoción se degrada en la EP en un gran porcentaje por el deterioro del control del equilibrio, abordar el mismo mediante el ejercicio físico mejoraría la marcha<sup>57</sup>.

A continuación, en los gráficos siguientes se detallan los valores registrados en cada variable analizada<sup>57</sup>.

**Gráfico 2:** Muestra poblacional del estudio “*Instrumental or Physical-Exercise Rehabilitation of Balance Improves Both Balance and Gait in Parkinson’s Disease*” (Marica Giardini, Antonio Nardone, Marco Godi, Simone Guglielmetti, Iliaria Arcolin, Fabrizio Pisano and Marco Schieppati. 2018)<sup>57</sup> Puntuación total del Mini-BESTest con una diferencia significativa entre T1 y T2 dentro de cada grupo. Las columnas amarillas representan la valoración inicial y las columnas rosas la evaluación final después del entrenamiento.



**Gráfico 3:** Análisis de los hallazgos obtenidos por las medidas baropodométricas y clínicas recopiladas en los dos grupos al inicio del estudio (T1, columnas amarillas) y después del tratamiento (T2, columnas rosas), de la muestra poblacional correspondiente a la investigación “*Instrumental or Physical-Exercise Rehabilitation of Balance Improves Both Balance and Gait in Parkinson’s Disease*” (Marica Giardini, Antonio Nardone, Marco Godi, Simone Guglielmetti, Iliaria Arcolin, Fabrizio Pisano and Marco Schieppati. 2018)<sup>57</sup>



***“Highly challenging balance and gait training for individuals with Parkinson’s disease improves pace, rhythm and variability domains of gait – A secondary analysis from a randomized controlled trial”*** (Rennie Linda, Opheim Arve, Dietrichs Espen, Löfgren Niklas, Franzén Erika.2020)<sup>66</sup>

Un estudio clínico controlado y aleatorio publicado en el año 2020, reclutó 100 individuos (60 de sexo masculino) con EP idiopática para realizar un ensayo en el cual los pacientes se exponían a un programa de entrenamiento intensivo del equilibrio y la marcha. El mismo fue denominado **“Hi-Intensity Balance”** y se diseñó para evaluar los efectos sobre

los trastornos motores que condicionan la locomoción en el Parkinsonismo. Los participantes seleccionados calificaban en estapa 2-3 de la escala de Hoehn y Yahr, con un rango etario por encima de los 60 años de edad. Se excluyeron aquellos que presentaran parkinson atípico, un valor  $\leq 24$  en el Mini-Examen del Estado Mental y/o tuviesen otras afecciones o trastornos neuromusculares que condicionen el equilibrio y la marcha<sup>66</sup>.

La muestra fue dividida al azar en dos submuestras. Por un lado, un grupo fue asignado al programa “*Hi-Intensity Balance*”, mientras que, un grupo control continuó con sus cuidados habituales. La intervención fue guiada por dos fisioterapeutas y duró 10 semanas, con 3 sesiones de entrenamiento semanales de 60 minutos<sup>66</sup>.

El entrenamiento se enfocó en la evaluación y el tratamiento de los componentes relevantes de la marcha y el equilibrio, tales como, la integración sensorial, los ajustes posturales anticipatorios, la agilidad motora y los límites de estabilidad. El programa contó con el requisito de la doble tarea motora y cognitiva, que incrementó su complejidad para aumentar aún más la carga y la variación. Todos los sujetos fueron evaluados por fisioterapeutas experimentados al comenzar el estudio, a las 10 semanas culminando la intervención y a los 6 y 12 meses posteriores a la misma. La variable a analizar fue el componente espacio-temporal de la marcha expuesta en una base de datos GAITRite. La misma fue evaluada cuando el sujeto caminaba de un lado a otro sobre una alfombra de sensor de presión de 10 metros. Se les facilitó las siguientes pautas a los participantes: “camine a su ritmo normal y cómodo” y “camine lo más rápido que pueda, sin correr”<sup>66</sup>.

Los hallazgos determinaron que el nivel de actividad física era semejante en ambos grupos antes de comenzar la intervención. Asimismo, se evidenció que el grupo asignado al programa de intervención, demostró un aumento en su velocidad de paso media después del entrenamiento en 8,2 cm/s para la velocidad de marcha normal y en 10,8 cm/s para la marcha rápida. A su vez, el tiempo medio de paso también se redujo significativamente durante la marcha rápida en -19,3 ms. Por último, la variabilidad del tiempo de paso se simplificó a -2,8 ms y la variabilidad del tiempo de apoyo se redujo a -3,9 ms para una marcha rápida inmediatamente después de la intervención. En relación a las variables asociadas a la asimetría de la marcha y el control postural no mostraron diferencias significativas entre el grupo de prueba y el grupo control<sup>66</sup>.

Los resultados (Tabla 2) demuestran que el programa “*Hi-Intensity Balance*” ha mejorado significativamente el ritmo y la variabilidad de la marcha en individuos con EP. Esto se vio evidenciado por la mayor estabilidad en la fase de apoyo, sobre todo durante la marcha rápida y la reducción de tiempo empleado, logrado inmediatamente después del período de intervención. Aun así, los autores confirman que los efectos a largo plazo, no se alcanzaron debido a la falta de claridad en la dosificación del ejercicio para retener las habilidades motoras re-aprendidas durante el ciclo de intervención<sup>66</sup>.

**Tabla 2:** Evolución clínica de los participantes pertenecientes al ensayo “*Highly challenging balance and gait training for individuals with Parkinson’s disease improves pace, rhythm and variability domains of gait – A secondary analysis from a*”

*randomized controlled trial*” (Rennie Linda, Opheim Arve, Dietrichs Espen, Löfgren Niklas, Franzén Erika.2020)<sup>66</sup>

Dominio	Variable	Velocidad Normal		Velocidad de			
		de	marcha	marcha rápida		delPAG-	
		Efecto de	IC del 95%	Efecto delPAG-		entrenamientovalor	
		Capacitación		PAG-con		valor IC del 95%	
	Velocidad media del paso (cm / s)	8.2 3,0 -0,6	[2.7, 13.8] [0,9, 5,1]	0,04 0,05	10,8 2.3	[3.6, 17.9]	<0,01 0,05
	Longitud media del paso (cm)	-10,9 2,7 -24,3	[-2,9, 1,6] [-23,1, 1,4]	0,59 0,08	-2,5 -19,3	[-0,0, 4,6]	0,02 0,02
Ritmo	Variabilidad del tiempo de oscilación (ms)	0,5	[-5,9, 11,1] [-43,0, -5,6]	0,54 0,01	-8,7 -29,6	[-4,5, -0,4]	0,04 0,02
Ritmo	Tiempo medio del paso (ms)		[-0,2, 1,2]	0,19	0,1	[-	0,91
	Tiempo medio de balanceo (ms)					31,7, -	6,9]
Variabilidad	Tiempo medio de apoyo (ms)					[-	16,9, -
	Velocidad de paso variabilidad (cm / s)					0,5]	[-
	Variabilidad de la longitud del paso (cm)	-0,1 0,3	[-0,5, 0,2] [-2,4, 2,9]	0,45 0,85	-0,3 -2,8	[-0,3, 0,1]	0,18 0,02
	Variabilidad del tiempo del paso (ms)	0,2 -1,3	[-3,0, 3,3] [-5,4, 2,7]	0,91 0,52	-3,9 1.1	[-5,2, -0,5]	0,02 0,52
	Variabilidad del tiempo de apoyo (ms)					[-7,2, -0,6]	[-2,2, 4,4]
Asimetría	Tiempo de swing asimetría (ms)					[-4,2,	
	Asimetría de tiempo de paso (ms)	-4,0 -0,9	[-10,1, 2,0] [-4,8, 3,0]	0,18 0,66	0,2 0,7	4,7] [-2,4,	0,92 0,64
						3,9]	

Tiempo de postura		asimetría (ms)					
Postural control	Longitud del paso	0,2	[-0,5, 0,9]	0,59	1,2	[-3,3, 5,7]	0,59
	asimetría (cm)						
	Ancho medio del paso (cm)	0.0	[-0,4, 0,5]	0,87	-0,5	[-1,0, 0,0]	0,06
	Variabilidad del ancho del paso (cm)	-0,1	[0,9, 1,1]	0,33	-0,1		0,24
						[-0,3, 0,1]	

***Multimodal Balance Training Supported by Rhythmical Auditory Stimuli in Parkinson's Disease: A Randomized Clinical Trial*** (Tamine T.C. Capatoa,b,\*, Nienke M. de Vriesa, Joanna IntHoutc , Egberto R. Barbosab, Jorik Nonnekesd and Bastiaan R. Bloem.2019)<sup>67</sup>

El siguiente artículo publicado en el año 2019 se trata de un ensayo clínico, prospectivo, simple ciego y aleatorizado, que analizó los efectos de un programa de entrenamiento del equilibrio con y sin apoyo de señales auditivas rítmicas en pacientes con EP. El objetivo del mismo fue determinar si la intervención propuesta mejoraba el control del equilibrio y el rendimiento de la marcha. Se reclutó 154 personas con diagnóstico de EP en etapa 1-3 de la escala de Hoehn y Yahr y bajo medicación estable durante los últimos tres meses. Los sujetos debían presentar historial de caídas en el último año, un valor de  $\geq 24$  en el Mini Examen del Estado Mental, ser capaces de deambular sin ayuda marcha y no poseer ningún trastorno auditivo o visual que interfiera en el programa<sup>67</sup>.

El ensayo contó con un diseño de intervención asignado de manera aleatoria. Por un lado, el primer grupo (grupo control) recibió un programa de educación general sobre EP, prevención de caídas y autocuidado. Por otro lado, el segundo grupo, realizó un entrenamiento de equilibrio multimodal, apoyado por señales auditivas rítmicas, mientras que el tercer grupo recibió el mismo tratamiento de manera regular, sin apoyo sensorial. La intervención duró cinco semanas con dos sesiones semanales de 45 minutos cada una. Se prescribieron 40 ejercicios destinados al control del equilibrio y marcha en ambos grupos, divididos a su vez en subgrupos de 10 participantes<sup>67</sup>.

El componente de evaluación principal fue el Mini-BESTest, analizado al finalizar la intervención y al primero y sexto mes post tratamiento<sup>67</sup>.

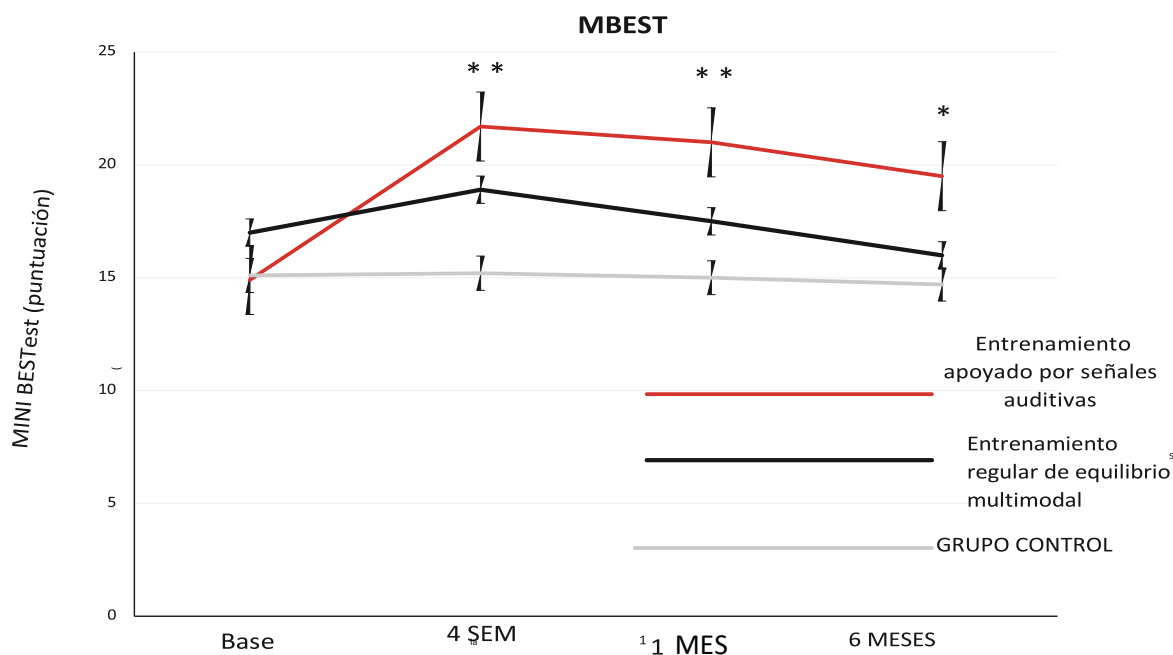
De la totalidad de la muestra, 21 participantes abandonaron el ensayo. El porcentaje de cumplimiento fue del 85% para el grupo de equilibrio multimodal con apoyo sensorial, un 86% para aquellos que realizaron un entrenamiento del equilibrio regular y el 82% para el grupo control. Los motivos por los cuales los sujetos abandonaron el estudio se

correspondían a problemas con el transporte, falta de tiempo, lesiones, enfermedades y fatiga que no eran acontecimientos derivados de la intervención<sup>67</sup>.

Los hallazgos obtenidos (gráfico 4) evidencian que al finalizar el tratamiento el MBEST mejoró la puntuación significativamente tanto para el grupo de entrenamiento multimodal con apoyo sensorial, como para el grupo de entrenamiento multimodal regular, en comparación con los valores obtenidos del grupo control. Asimismo, se demostró una diferencia significativa en el incremento del MBEST para el segundo grupo en relación al tercero que realizaba el entrenamiento regular. Los efectos de la intervención se mantuvieron indemnes durante un mes para ambos grupos, mientras que, los participantes que formaron parte del entrenamiento de equilibrio multimodal con apoyo auditivo conservaron su mejora hasta seis meses posteriores al tratamiento<sup>67</sup>.

Los autores confirman que el empleo de señales rítmicas resultó más efectivo y con efectos más duraderos en el tiempo que el entrenamiento del equilibrio sin apoyo sensorial. Se estima que estimula las capacidades cognitivas motoras residuales en la EP, logrando un aumento en la atención y priorización de tareas. Esto permite poder distinguir entre las estrategias compensatorias de equilibrio más eficientes para obtener resultados óptimos en la intervención. Dicho esto, se afirma también, que los hallazgos pueden verse modificados, si la muestra contara con pacientes en etapas más avanzadas de la enfermedad y con deterioro cognitivo. De la misma manera, se estima que las diferencias entre ambos grupos, pueden verse alteradas por la falta de monitoreo del nivel general de actividad durante y al final de la intervención. Por último, tampoco podría determinarse cuáles serían los efectos del tratamiento en aquellos pacientes que no reciben medicación. Estas limitaciones determinan la necesidad de replicar la investigación en muestras cuyos criterios de inclusión y exclusión difieran de los seleccionados en dicho ensayo<sup>67</sup>.

**Gráfico 4:** Evolución clínica de los participantes pertenecientes al ensayo *Multimodal Balance Training Supported by Rhythmical Auditory Stimuli in Parkinson's Disease: A Randomized Clinical Trial* (Tamine T.C. Capatoa,b,\*, Nienke M. de Vriesa, Joanna IntHoutc , Egberto R. Barbosab, Jorik Nonnekesd and Bastiaan R. Bloem)<sup>67</sup>



***“Long-term effects of highly challenging balance training in Parkinson’s disease—a randomized controlled trial”*** (Wallén Martin Benka, Hagströmer Maria, Conradsson David, Sorjonen Kimmo, Franzén Erika.2018)<sup>68</sup>

El último estudio analizado fue publicado en el año 2018 y el mismo se trató de un ensayo clínico controlado y aleatorio en pacientes con EP leve a moderada. El objetivo fue determinar los efectos a largo plazo del programa original de entrenamiento intensivo del equilibrio denominado **“HiBalance”**, el cual fue publicado anteriormente<sup>68</sup>.

La muestra contó con 100 sujetos con EP por encima de los 60 años de edad, en etapa 2-3 de la escala de Hoehn y Yahr, en fase estable de la medicación dopaminérgica y con la capacidad de deambular en interiores sin ayuda marcha. Se excluyeron aquellos pacientes con una puntuación <24 en el Mini Examen del Estado Mental y con afecciones secundarias que interfieran en el desempeño de la intervención<sup>68</sup>.

Los sujetos fueron divididos en un grupo control y en un grupo experimental. Se asignaron aleatoriamente en subgrupos de cuatro a siete participantes. La intervención se llevó a cabo tres veces por semana, en sesiones de 60 minutos y durante un período de 10 semanas. Se realizaron ejercicios motores combinados con tareas cognitivas y ejercicios exclusivos al entrenamiento del equilibrio y la marcha. Al finalizar el tratamiento se le asignó a cada participante un programa de actividad física para continuar incrementando la calidad de vida. La misma fue seguida por fisioterapeutas mediante llamadas telefónicas a los 3 y 6 meses posteriores a la prescripción<sup>68</sup>.

Las evaluaciones de la muestra fueron tomadas al inicio, al finalizar la intervención y a los 6 y 12 meses posteriores a la misma<sup>68</sup>.

Las variables a analizar fueron el control del equilibrio mediante el Mini-BESTest y la velocidad de la marcha y longitud del paso a través del empleo de un sistema de pasarela electrónico de 9 metros, cuyos valores se cargaban en la base de datos GAITRite. Por último, para determinar los efectos a largo plazo, se comparó los resultados del grupo de intervención con el grupo control. A dicha comparación se le agregaron los tiempos y la duración de la intervención y el seguimiento de ambos grupos. Esto se utilizó para definir cuál es el lapso de tiempo que debe pasar para que los efectos del entrenamiento se pierdan por completo<sup>68</sup>.

Sólo 76 pacientes lograron cumplir con el entrenamiento, 51 individuos formaron parte del grupo experimental y 49 del grupo control. Los hallazgos demuestran que la intervención mejoró significativamente las puntuaciones del Mini-BESTest, la velocidad de la marcha y la longitud del paso para el grupo experimental. Por el contrario, a los 6 y 12 meses posteriores al entrenamiento, se registraron valores semejantes a la línea de base antes de comenzar el tratamiento. Esto evidencia que por cada mes las puntuaciones disminuyeron vigorosamente. Los autores estiman que el Mini-BESTest se redujo en 0,21 puntos, con una velocidad de marcha 0,65 cm/s más lenta y una longitud de paso más breve de 0,30 cm, con 40 pasos menos por día<sup>68</sup>.

Los autores afirman que los efectos del entrenamiento se pierden dentro de los seis meses posteriores al programa de ejercicios. No se conoce con exactitud cuáles son las causas. Se estima que al ser una muestra pequeña, con pacientes de edad avanzada y sin discapacidades graves, estos factores podrían interferir en los efectos positivos a largo plazo sobre el control del equilibrio y la marcha. Así como también, las alteraciones cardiovasculares, las potenciales caídas y la salud general de los pacientes<sup>68</sup>.

**Tabla 3: Resumen de los artículos analizados**

Autores, Título	Año,	Tipo de estudio Materiales y Métodos	Objetivo	Resultados
<p>Conradsson David, Nero Hákan, Löfgren Niklas, Hagströmer María y Franzén Erika.2017</p> <p><b><i>“Monitoring training activity during gait-related balance exercise in individuals with Parkinson’s disease: a proof-of-concept – study”</i></b></p>	<p>Ensayo clínico controlado aleatorio. Se citaron diez personas con EP leve a moderada, con un valor de 2-3 en la escala de Hoehn y Yahr, más de 60 años de edad, tratamiento farmacológico estable de más de 3 semanas y por último, la capacidad de deambular de forma independiente sin dispositivo de ayuda para la marcha.</p>	<p>El objetivo fue analizar la factibilidad de utilizar sensores portátiles para determinar indicadores objetivos, que resulten claves en relación a los niveles y progresión de actividades durante el ejercicio terapéutico.</p>	<p>Los autores confirman que estos hallazgos garantizan la viabilidad del uso de sensores portátiles para obtener indicadores objetivos, en la aplicación de intervenciones destinadas al control del equilibrio en relación a la mejora de la marcha. Las mismas permiten una descripción del entrenamiento más adecuada para determinar la dosis- respuesta acorde al individuo.</p>	
<p>David Sparrow, Tamara R. DeAngelis, Kathryn Hendron, Cathi A. Thomas, Marie Saint-Hilaire, and Terry Ellis.2016</p> <p><b><i>“Highly Challenging Balance Program Reduces Fall Rate in Parkinson Disease”</i></b></p>	<p>Estudio cruzado, aleatorio y controlado que investigó los efectos de un programa altamente desafiante destinado al control del equilibrio, incrementando las dosis ya establecidas en estudios previos Participaron veintitrés sujetos con EP idiopática, valoración 2-3 en la escala Hoehn y Yahr, tratamiento farmacológico estable de más de dos semanas previas a la intervención, tener la capacidad de</p>	<p>El objetivo se focalizó en aumentar el control del equilibrio, reducir la tasa de caídas y a su vez, el miedo a caer.</p>	<p>Los hallazgos obtenidos demuestran que un programa de ejercicio teórico, orientado al cumplimiento de determinados objetivos, según la capacidad de cada paciente, de forma progresiva y gradual pero con dosis más altas, fue efectivo para mejorar el control del equilibrio y reducir la tasa de caídas.</p>	

	deambular sin dispositivo de asistencia y haber experimentado más de una caída en los últimos tres meses y más de dos caídas en el último año.		
<p>Marica Giardini, Antonio Nardone, Marco Godi, Simone Guglielmetti, Ilaria Arcolin, Fabrizio Pisano and Marco Schieppati. 2018</p> <p><b><i>“Instrumental or Physical-Exercise Rehabilitation of Balance Improves Both Balance and Gait in Parkinson’s Disease”</i></b></p>	<p>Ensayo clínico aleatorio y experimental. Participaron treinta y ocho participantes con EP leve a moderada en una escala 1,3-3 de Hoehn y Yahr. Los pacientes se encontraban bajo medicación dopaminérgica estable, sin disfunciones cognitivas, ni la imposibilidad de marchar de manera independiente. Asimismo se hallaban sin restricciones ortopédicas que impidieran realizar actividad física.</p>	<p>El objetivo fue analizar la eficacia de un programa de ejercicios de cuatro semanas mediante tareas de equilibrio altamente desafiantes, sin considerar el entrenamiento de la marcha.</p>	<p>Se afirma que un tratamiento de equilibrio de cuatro semanas, sin contemplar ejercicios destinados a la rehabilitación de la marcha, es eficaz para incrementar la velocidad y restablecer considerablemente la misma. Dicho esto, conociendo que la locomoción se degrada en la EP en un gran porcentaje por el deterioro del control del equilibrio, abordar el mismo mediante el ejercicio físico mejoraría la marcha.</p>

<p>Rennie Linda, Opheim Arve, Dietrichs Espen, Löfgren Niklas, Franzén Erika.2020</p> <p><b><i>“Highly challenging balance and gait training for individuals with Parkinson’s disease improves pace, rhythm and variability domains of gait – A secondary analysis from a randomized controlled trial”</i></b></p>	<p>Un estudio clínico controlado y aleatorio publicado en el año 2020, reclutó 100 individuos (60 de sexo masculino) con EP idiopática para realizar un ensayo en el cual los pacientes se exponían a un programa de entrenamiento intensivo del equilibrio y de la marcha. Los participantes seleccionados calificaban en estapa 2-3 de la escala de Hoehn y Yahr, con un rango etario por encima de los 60 años de edad.</p>	<p>El mismo fue denominado <b><i>“Hi-Intensity Balance”</i></b> y se diseñó para evaluar los efectos sobre los trastornos motores que condicionan la marcha en el Parkinsonismo .</p>	<p>Los resultados demuestran que el programa <b><i>“Hi-Intensity Balance”</i></b> ha mejorado significativamente el ritmo y la variabilidad de la marcha en individuos con EP. Esto se vio evidenciado por la mayor estabilidad en la fase de apoyo, sobre todo durante la marcha rápida y la reducción de tiempo empleado, logrado inmediatamente después del período de intervención. Aun así, los autores confirman que los efectos a largo plazo no se alcanzaron debido a la falta de claridad en la dosificación del ejercicio para retener las habilidades motoras re-aprendidas durante el ciclo de intervención.</p>
--	--	---	---

<p>Tamine T.C. Capatoa,b,*, Nienke M. de Vriesa, Joanna IntHoutc , Egberto R. Barbosab, Jorik Nonnekesd and Bastiaan R. Bloem.2019</p> <p><b><i>“Multimodal Balance Training Supported by Rhythmical Auditory Stimuli in Parkinson’s Disease: A Randomized Clinical Trial”</i></b></p>	<p>Ensayo clínico, prospectivo, simple ciego y aleatorizado. Analizó los efectos de un programa de entrenamiento del equilibrio con y sin apoyo de señales auditivas rítmicas en pacientes con EP. Se reclutó 154 personas con diagnóstico de EP en etapa 1-3 de la escala de Hoehn y Yarh y bajo medicación estable durante los últimos tres meses. Los sujetos debían presentar historial de caídas en el último año, un valor de <math>\geq 24</math> en el Mini Examen del Estado Mental, ser capaces de deambular sin ayuda marcha y no poseer ningún trastorno auditivo o visual que interfiriera en el programa.</p>	<p>El objetivo del mismo fue determinar si la intervención propuesta mejoraba el control del equilibrio y el rendimiento de la marcha.</p>	<p>Los autores confirman que el empleo de señales rítmicas resultó más efectivo y con efectos más duraderos en el tiempo que el entrenamiento del equilibrio sin apoyo sensorial. Se estima que estimula las capacidades cognitivas motoras residuales en la EP, logrando un aumento en la atención y priorización de tareas. Dicho esto, se afirma también, que los hallazgos pueden verse alterados si la muestra contara con pacientes en etapas más avanzadas de la enfermedad y con deterioro cognitivo. Estas limitaciones determinan la necesidad de replicar la investigación en muestras cuyos criterios de inclusión y exclusión difieran de los seleccionados en dicho ensayo.</p>
--	---	--	---

<p>Wallén Martin Benka, Hagströmer Maria, Conradsson David, Sorjonen Kimmo, Franzén Erika.2018</p> <p><i>“Long-term effects of highly challenging balance training in Parkinson’s disease—a randomized controlled trial”</i></p>	<p>Ensayo clínico controlado y aleatorio en pacientes con EP leve a moderada. La muestra contó con 100 sujetos con EP por encima de los 60 años de edad, en etapa 2-3 de la escala de Hoehn y Yarh, en fase estable de la medicación dopaminérgica y con la capacidad de deambular en interiores sin ayuda marcha.</p>	<p>El objetivo fue determinar los efectos a largo plazo del programa original de entrenamiento o intensivo del equilibrio denominado <b>“HiBalance”</b>, el cual fue publicado anteriormente.</p>	<p>Los autores afirman que los efectos del entrenamiento se pierden dentro de los seis meses posteriores al programa de ejercicios. Se estima que al ser una muestra pequeña, con pacientes de edad avanzada y sin discapacidades graves, estos factores podrían interferir en los efectos positivos a largo plazo sobre el control del equilibrio y la marcha.</p>
--	--	---	---

## VI. Resultados

Los participantes que conformaron la muestra poblacional de los 6 artículos analizados, han evidenciado luego de los programas de intervención terapéutica destinada a los trastornos del equilibrio, significativas mejoras para la rehabilitación del mismo, así como también, el incremento del desarrollo de la marcha.

No se ha constatado en dichos artículos abordados la presencia de efectos adversos tras la aplicación del tratamiento. A su vez, tampoco se evidencian contraindicaciones para llevar a cabo la terapéutica propuesta.

Los hallazgos obtenidos demuestran que el tratamiento kinésico sobre los trastornos del equilibrio, mediante la utilización del ejercicio terapéutico, fue eficaz para disminuir este tipo de disfunciones motores en individuos con EP en estadios leves a moderados de la enfermedad. No obstante, los autores comparten la teoría de que para determinar la eficacia real del programa de entrenamiento del equilibrio, se requiere de investigaciones que posean muestras más amplias y con diversos criterios de inclusión.

## VII. Conclusión

La enfermedad de Parkinson corresponde no sólo a un gran trastorno neurodegenerativo que presenta síntomas motores y no motores en quien la padece, sino una importante perturbación en la calidad de vida de los pacientes, que deja secuelas vigorosamente

incapacitantes. Esto genera grandes problemáticas bio-psico-sociales que deben abordar los profesionales que componen el equipo interdisciplinario de salud.

Se puede deducir que los programas destinados al control del equilibrio guiados por fisioterapeutas, se caracterizan por ser terapéuticas factibles y eficaces, que generan escasos efectos adversos y no presentan contraindicaciones para llevarlas a cabo.

Si bien, los artículos analizados son intervenciones que difieren en la modalidad de diseño, el volumen de las muestras poblacionales es escaso en la totalidad de los ensayos. Aun así, los hallazgos han evidenciado resultados favorables.

Luego del amplio proceso de búsqueda bibliográfica para concretar este trabajo de final de grado, la evidencia clínica de los artículos analizados, pone de manifiesto que las terapéuticas destinadas exclusivamente al control del equilibrio, acrecientan significativamente el mismo; A su vez, cuando se añade el entrenamiento de la resistencia y la optimización de la fuerza muscular, los efectos del tratamiento resultan aún más positivos debido al avance en la funcionalidad del sistema músculo-esquelético y cardiorrespiratorio. Asimismo, si la terapéutica diseñada se llevase a cabo utilizando el mismo interés sobre el control del equilibrio que sobre el entrenamiento de la marcha, se evidenciaría la eficacia en el desarrollo de la locomoción. Dicho esto, la tasa de caídas disminuiría considerablemente, del mismo modo que las secuelas y discapacidades que van surgiendo en el progreso de la enfermedad. Como consecuencia, se incrementaría sustancialmente la autonomía del paciente y la mejora en la calidad de vida.

Ahora bien, se considera de vital importancia continuar con investigaciones que determinen fehacientemente la eficacia de dichas terapéuticas propuestas para acrecentar el control del equilibrio en individuos con enfermedad de Parkinson.

## **VIII. Anexos**

### **Prueba de valoración del equilibrio “*Mini-BESTest*”**

Es una versión abreviada de la prueba “BESTest”. Evalúa el control del equilibrio mediante la puntuación de 14 ítems en total, con un valor máximo de 28 puntos. Cada ítem se valora del 0 al 2, en donde el “0” se corresponde con el nivel de funcionalidad más bajo, y el valor “2” con el nivel más alto.

### **“*La Falls Efficacy Scale-International*” (FES-I)**

Es un instrumento de evaluación mediante el uso de una escala que mide la preocupación por el miedo a caer y el nivel de confianza de los pacientes al realizar actividades de la vida cotidiana, tales como, tomar una ducha, cocinar o deambular por los interiores del hogar.

## **IX. Referencias Bibliográficas**

1. DR. RAÚL MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ. (1), DRA. CARMEN GASCA-SALAS C. (1), DR. ÁLVARO SÁNCHEZ-FERRO (1) DJÁO (1. Actualización en la enfermedad de Parkinson. *REVMEDCLINCONDES*. 2016; 2(1):1–2.
2. Raza C, Anjum R, Shakeel N ul A. Parkinson's disease: Mechanisms, translational models and management strategies. *Life Sci*. 2019; 226:77–78.
3. Teri Capriotti, DO, MSN, CRNP y Kristina Terzakis S. PARKINSON ENFERMEDAD. 2016; 34:300–307.
4. Torres M; Narici M; Pearson G; Navarro E. Análisis Biomecánico Del Equilibrio En Personas Mayores Y Su Relación Con La Actividad Física. 2015; 1-4.
5. Joseph C, Leavy B, Mattsson S, Falk L, Franzén E. Implementation of the HiBalance training program for Parkinson's disease in clinical settings: A feasibility study. *Brain Behav*. 2018; 8(8):1–6.
6. Conradsson D, Nero H, Löfgren N, Hagströmer M, Franzén E. Monitoring training activity during gait-related balance exercise in individuals with Parkinson's disease: a proof-of-concept -study. 2017; 0:1–8.
7. Escamilla Sevilla F, Olivares Romero J. Recomendaciones de Práctica Clínica en la Enfermedad de Parkinson. 2017. 30-221 p.
8. Miller DB, Callaghan JPO. Biomarkers of PD - Present and Future. *Metabolism*. 2014;64(3):S40–6.
9. Comunidad de Ma. Protocolo de manejo y derivación de pacientes con Enfermedad de Parkinson . 2012. 26 p.
10. Prieto J, Alcalde T, López L, Pérez P, Martín L, Fernández C. Guía de Actualización sobre la enfermedad de Parkinson [Internet]. *Medicina de Atención Primaria y Farmacia Comunitaria*. 2019. 113 p. content/uploads/2019/07/FEP.CGCOF\_.SEN\_.SEMERGEN.-Guia-parkinson-profesionales.pdf
11. Storstein OTA. Epidemiology of Parkinson ' s disease Diagnosis of PD. *J Neural Transm*. 2017;(1–4).
12. Ascherio A, Schwarzschild MA. The epidemiology of Parkinson ' s disease : risk factors and prevention. *Lancet Neurol*. 2016;15(12):1257–64.
13. Cerri S, Mus L, Blandini F. Parkinson ' s Disease in Women and Men : What ' s the Difference ? 2019;9:501–515.
14. Valiente RM, Pérez, Mesa LNT, Caró ET. Conducta terapéutica en ancianos con enfermedad de Parkinson. *Medisan*. 2018;22(7);1-6
15. Schapira RB and AHV, ADepartment. Parkinson disease. 2019;27:27–35.
16. Noyce AJ, Bestwick JP, Silveira-moriyama L, Hawkes CH, Giovannoni G, Lees AJ, et al. Meta-Analysis of Early Nonmotor Features and Risk Factors for Parkinson Disease. 2012;72:893–5.
17. Reich SG, Savitt JM. Parkinson's Disease. *Med Clin North Am*. 2018;103(2):337–50.

18. Cabreira V, Massano J. Enfermedad de Parkinson: revisión clínica y actualización. 2019;32(10):661–70.
19. Alleva AH. Enfermedad de Parkinson : etiología y tratamiento. 2020;795–800
20. Neurología D De, Hospital B, Unido R, Medicina E De, Mary Q. The clinical symptoms of Parkinson´s disease. 2016;139(Suplemento 1):318–24
21. Deeb W, Nozile-Firth K, Okun MS. Parkinson´s disease: Diagnosis and appreciation of comorbidities. *Handb Clin Neurol*. 2019;167:257–77.
22. Falvo GME y MJ. Enfermedad De Parkinson Y Ejercicio. *Rev Chil Neuropsiquiatr*. 2013;22(4):281–3.
23. Lee A, Gilbert RM. Epidemiology of Parkinson Disease. *Neurol Clin*. 2016;34(4):955–65.
24. Ospina García N. Trastornos del sueño y dolor en la enfermedad de Parkinson. *Acta Neurológica Colomb*. 2019;35(3 supl. 1):63–8.
25. Antonini A, Tinazzi M, Abbruzzese G, Berardelli A, Chaudhuri KR, Defazio G, et al. Pain in Parkinson´s disease: facts and uncertainties. *Eur J Neurol*. 2018;25(7):917–24.
26. Rukavina K, Leta V, Sportelli C, Buhidma Y, Duty S, Malcangio M, et al. Pain in Parkinson´s disease: New concepts in pathogenesis and treatment. *Curr Opin Neurol*. 2019;32(4):579–88.
27. Rodríguez-Carrillo JC, Ibarra M. Depresión y otros trastornos afectivos en la enfermedad de Parkinson. *Acta Neurológica Colomb*. 2019;35(3 supl. 1):53–55.
28. Wu PL, Lee M, Huang TT. Effectiveness of physical activity on patients with depression and Parkinson´s disease: A systematic review. *PLoS One*. 2017;12(7):1–5.
29. Balash Y, Korczyn AD, Knaani J, Migirov AA, Gurevich T. Quality-of-life perception by Parkinson´s disease patients and caregivers. *Acta Neurol Scand*. 2017;136(2):151–153.
30. Quilape AAR, Ocares BR. Effects of Parkinson´s disease in the perception of temporal aspects of speech. *Logos Rev Linguist Filos y Lit*. 2020;30(1):29–32.
31. Mehanna R, Jankovic J. Young-onset Parkinson´s disease: Its unique features and their impact on quality of life. Vol. 65, *Parkinsonism and Related Disorders*. Elsevier Ltd; 2019. p. 39–42.
32. Kuhlman GD, Flanigan JL, Sperling SA, Barrett MJ. Predictors of health-related quality of life in Parkinson´s disease. *Park Relat Disord [Internet]*. 2019;65(September 2018):86–87.
33. Melissa J, Armstrong, MD, Msc; Michael S. Okun M. Diagnosis and Treatment of Parkinson Disease A Review. *JAMA Rev*. 2020;323(6):548–60.
34. Dietrichs EPO. Algorithms for the treatment of motor problems in Parkinson´s disease. *Acta Neurol Scand*. 2017;(January):1–8.
35. Fox SH, Katzenschlager R, Lim S, Barton B, Bie RMA De, Seppi K, et al. International Parkinson and Movement Disorder Society Evidence-Based Medicine Review : Update on Treatments for the Motor Symptoms of Parkinson

- ' s Disease. 2018;00(00):1–19.
36. Ferreira JJ, Katzenschlager R, Bloem BR, Bonuccelli U, Burn D, Deuschl G. Summary of the recommendations of the EFNS / MDS-ES review on therapeutic management of Parkinson ' s disease. *Eur J Neurol.* 2013;5–15.
  37. Neurología SE de. Guía oficial de recomendaciones clínicas en la enfermedad de Parkinson. 2019.
  38. Ana Paula Rigo; Rosa Maria Levandowski BT. Protocolo Clínico do Ministério da Saúde / Brasil para Doença de Parkinson : adesão e percepção do médico prescriptor Clinical Protocol of the Brazilian Ministry of Health on Parkinson ' s Disease : adherence and perception of the prescribing physician. 2018;197–208.
  39. Cano-de-la-Cuerda R, Molero-Sánchez A, Carratalá-Tejada M, Alguacil-Diego IM, Molina-Rueda F, Miangolarra-Page JC, et al. Teorías y modelos de control y aprendizaje motor. Aplicaciones clínicas en neurorrehabilitación. *Neurologia.* 2012;30(1):32–41.
  40. M. F. RI. Control Motor Bases teóricas del Control Motor. 2020;(December):1–15.
  41. Woollacott AS-CMH. Control Motor De la investigación a la práctica clínica 5ª EDICIÓN. 2019. 58–104; 306–564 p.
  42. Morris ME, Taylor NF, Watts JJ, Evans A, Horne M, Kempster P, et al. A home program of strength training, movement strategy training and education did not prevent falls in people with Parkinson's disease: a randomised trial. *J Physiother.* 2017;63(2):94–100. 25
  43. David Sparrow, DSc una, Tamara R. DeAngelis, PT, DPT, GCS si, Kathryn Hendron, PT, DPT, NCS si, Cathi A. Thomas, RN, MS, CNRN C, Marie Saint-Hilaire, MD, FRCPC C, y Terry Ellis, PhD, PT N si. Highly Challenging Balance Program Reduces Fall Rate in Parkinson Disease. *Physiol Behav.* 2017;176(3):139–148.
  44. Eibling D. B a l a n c e D i s o r d e r s i n O l d e r Adults. *Clin Geriatr Med.* 2018;1–7.
  45. Denizoglu H, Yeldan I, Unyildirim N. Influence of quadriceps angle on static and dynamic balance in young adults un co rre ct ed pr oo f v er si on co rre ct ed pr oo f v. 2019;1:1–6.
  46. Honeine J, Schieppati M. Time-interval for integration of stabilizing haptic and visual information in subjects balancing under static and dynamic conditions. 2014;8(October):1–15.
  47. Iván Darío Pinzón Ríos. EJERCICIO TERAPÉUTICO : PAUTAS PARA LA ACCIÓN EN FISIOTERAPIA Therapeutic exercise : guidelines for physiotherapy action. *REVCOLREH.* 14:4–13.
  48. Brody LT. Effective therapeutic exercise prescription: The right exercise at the right dose. *J Hand Ther.* 2012;25(2):220–32.

49. Martignon C, Pedrinolla A, Ruzzante F, Giuriato G, Laginestra FG, Bouça-Machado R, et al. Guidelines on exercise testing and prescription for patients at different stages of Parkinson's disease. *Aging Clin Exp Res.* 2020;33(2):221–46.
50. Martijn L.T.M. Muller, Uros Marusic, Miriam van Emde Boas DW& NIB. Treatment options for postural instability and gait difficulties in Parkinson's disease. *Expert Rev Neurother.* 2019;0(0):1.
51. Gao C, Liu J, Tan Y, Chen S. Freezing of gait in Parkinson ' s disease : pathophysiology , risk factors and treatments. 2020;5:1–22.
52. Cucca A, Biagioni MC, Fleisher JE, Agarwal S, Son A, Kumar P, et al. Freezing of gait in Parkinson ' s disease : from pathophysiology to emerging therapies. *Futur Med Ltd.* 2016;1–12.
53. Cosentino C, Baccini M, Putzolu M, Ristori D. Effectiveness of Physiotherapy on Freezing of Gait in Parkinson ' s Disease : A Systematic Review and Meta-Analyses. 2019;1–14.
54. Franzén E, Johansson H, Freidle M, Ekman U, Wallén MB, Schalling E, et al. The EXPANd trial: effects of exercise and exploring neuroplastic changes in people with Parkinson's disease: a study protocol for a double-blinded randomized controlled trial. 2019;19:1–5.
55. Pickering R, Rochester L, Roberts H, Ballinger C, Hulbert S, Kunkel D, et al. Exercise- and strategy-based physiotherapy-delivered intervention for preventing repeat falls in people with Parkinson's: the PDSAFE RCT. 2019;90:774–782.
56. Schlenstedt C, Paschen S, Kruse A, Raethjen J. Resistance versus Balance Training to Improve Postural Control in Parkinson's Disease: A rdbomized Rater Blinded Controlled Study. 2015;1–5.
57. Giardini M, Nardone A, Godi M, Guglielmetti S, Arcolin I, Pisano F, et al. Instrumental or physical-exercise rehabilitation of balance improves both balance and gait in Parkinson's disease. *Neural Plast.* 2018;(1–5).
58. Capato TT da C, Tornai J, Ávila P, Barbosa ER, Piemonte MEP. Randomized controlled trial protocol: Balance training with rhythmical cues to improve and maintain balance control in Parkinson's disease. *BMC Neurol.* 2015;15(1):1–7.
59. Bloem BR, Marinus J, Almeida Q, Dibble L, Nieuwboer A. Measurement Instruments to Assess Posture , Gait , and Balance in Parkinson ' s Disease : Critique and Recommendations. 2016;00(00):1–14.
60. Lindholm B, Hagell P, Hansson O, Nilsson MH. Factors associated with fear of falling in people with Parkinson ' s disease. 2014;14(19):1–7.
61. Ortiz-rubio A, Cabrera-martos I, Torres-sánchez I, Casilda-lópez J, López-lópez L, Valenza MC. Effects of a resistance training program on balance and fatigue perception in patients with Parkinson's disease: A randomized controlled trial. *Med Clin (Barc).* 2017;1–4.
62. Goodwin VA, Pickering R, Ballinger C, Roberts H, Mcintosh E, Lamb S, et al. A multi-centre , randomised controlled trial of the effectiveness of PDSAFE to prevent falls among people with Parkinson ' s : study protocol. *BMC Neurol.* 2015;1–9.

63. Pozzi G, Palmisano C, Canessa A, Brumberg J, Volkmann J, Pezzoli G. Brain metabolic alterations herald falls in patients with Parkinson ' s disease. *Ann Clin Transl Neurol.* 2020;1–5
64. Shaojuan G, Zhi S, Xuejun F, Ru C, Wen Z, Wenguang Y, et al. Effect of PD-WEBB training on balance impairment and falls in people with Parkinson's disease. 2013;38(11):1172–1175.
65. Stożek J, Rudzińska M, Pustułka-Piwnik U, Szczudlik A. The effect of the rehabilitation program on balance, gait, physical performance and trunk rotation in Parkinson's disease. *Aging Clin Exp Res.* 2016;28(6):1169–1772.
66. Rennie L, Ophem A, Dietrichs E, Löfgren N, Franzén E. Highly challenging balance and gait training for individuals with Parkinson ' s disease improves pace , rhythm and variability domains of gait – A secondary analysis from a randomized controlled trial. *SAGE.* 2020;1–11.
67. Capato TTC, Vries NM De, Inthout J, Barbosa ER. Multimodal Balance Training Supported by Rhythmical Auditory Stimuli in Parkinson ' s Disease : A Randomized Clinical Trial. 2020;10:333–46.
68. Wallén MB, Hagströmer M, Conradsson D, Sorjonen K, Franzén E. Long-term effects of highly challenging balance training in Parkinson ' s disease — a randomized controlled trial. *SAGE.* 2018;1–10.