

UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE PSICOLOGÍA

CON RECONOCIMIENTO DE VALIDEZ OFICIAL DE ESTUDIOS ANTE LA S.E.P. CON NÚMERO DE ACUERDO 20232023 DE FECHA 17 DE JULIO DE 2023.



DESEMPEÑO MNÉSICO EN PACIENTES CON EP TRAS MODIFICACIÓN POSTURAL MEDIANTE IMÁGENES MOTORAS

TESIS PROFESIONAL QUE PRESENTA

Alex Yair Lozano Acosta

Elisa Guadalupe Sánchez Castillo

PARA OBTENER EL DIPLOMA DE:

ESPECIALISTA EN NEUROPSICOLOGÍA

DIRECTOR DE LA TESIS

Dra. Ana Yunuén Munguía Ávila

Una firma manuscrita en tinta negra, que parece ser la del director de la tesis, Dra. Ana Yunuén Munguía Ávila.

Agradecimientos

De Elisa:

A las personas que hicieron esto posible, los pacientes la clave de todo este proyecto. Los amigos que se sumaron y la hicieron posible, con el cariño, la paciencia y el apoyo que mostraron, gracias por hacer del proceso algo tan bonito lleno de crecimiento.

A mi familia que me ha permitido estar en esta universidad, tío José Antonio por hacerlo posible. A mis papás por su sí y entrega de todos los días que me permite estar aquí y tantos "sí" como este, a mis hermanos que me inspiran siempre son mi ejemplo y apoyo incondicional, mis sobrinos que me motivan cada día.

Estar aquí me permitió llegar a este proyecto por medio de personas clave en el camino, la doctora Guadalupe González que nos invitó y creyó en nosotros, desde cuando era apenas una idea desafiante, desconocida y lejana hasta que nos acompañó a hacerlo posible, por maravillarse con nosotros cada vez que encontrábamos una pieza de información, de evidencia para este proyecto que nos permitió irlo construyendo gracias por compartir su pasión con nosotros, su apoyo en cada momento, por hacer posible este proyecto, por darnos su confianza, nuestro primer y muy especial paciente y sobre todo gracias por su amistad.

Doctora Ana por su cálida escucha y compañía en cada parte del proyecto, su tiempo y disposición siempre en todo momento, encontrar la manera para hacer posible cada reunión, su retroalimentación tan puntual y humana siempre la agradeceremos.

Doctor Fiacro por su tiempo, escucha, y dedicación cada pregunta clave que nos hacía, su innovación y disposición a apoyarnos en el proceso, por creer en nosotros, su exigencia y guiarnos con amabilidad y humildad.

A todos los maestros que con su guía y dedicación con el trabajo lo hicieron posible, Fanny y Cesar, por ser parte clave del proceso cada parte, asumir cada reto con nosotros y nunca dejarnos solos. A cada amigo que me escuchó y acompañó en este momento, mi mejor amigo que hizo esto posible y me enseñó en cada parte del proceso a buscar hacerlo con el corazón.

De Alex:

El espíritu de progreso es algo que nos han transmitido a lo largo de nuestra licenciatura, con lo cual, estamos seguros que el día de hoy no podríamos haber llegado hasta este punto sin la gran ayuda de diversas personas que creyeron en nosotros y nos inspiraron a buscar la evolución de la Neuropsicología hacia una en donde mente y cuerpo sean concebidos como una unidad. En primer lugar, me gustaría agradecer a la Dra. Guadalupe por su fe en nosotros durante la realización del presente proyecto, pues sin su guía, constancia y dedicación, no nos hubiera sido posible plantear nuestra investigación y maniobra terapéutica.

El que haya tenido la confianza para pedirle a uno de sus seres más queridos que fuera nuestro primer participante no tiene precio, y siempre permanecerá en nuestra memoria con profunda gratitud. Además, se empeñó muchísimo para que nosotros aprendiéramos cómo se hace y se presenta investigación, retroalimentándonos cuando se comunicaba efectivamente la información y enseñándonos de manera metódica y estructuradas como realizar una correcta tesis.

No podremos nunca olvidar la paciencia, mentoría y apoyo constante que la Dra. Ana Munguía nos ofreció desde el primer momento, pues además de aceptar ser nuestra tutora de tesis, se ha convertido en una mentora, la cual nos ha llevado de la mano durante la realización de todo el protocolo, nos aconsejó en varias ocasiones sobre la mejor estrategia para continuar con la investigación y estuvo al lado de nosotros mientras se defendió, lo cual solo me genera gratitud y admiración hacia ella por hacerse el tiempo de cada reunión, de cada entrega premeditada y de cada duda, respondiéndonos con el mejor ánimo y empeño.

Finalmente, el Dr. Fiacro ha sido demasiado generoso con nosotros, pues gracias a él este proyecto es posible con la muestra, y además nos asesoró dentro de las cuestiones de este proyecto que no son propiamente psicológicas para favorecer la interdisciplinariedad y poder apoyar nuestra hipótesis.

Gracias a mis profesores, Fanny y Cesar gracias por formar parte del proceso, a Iván y Gabriel por permitirme trabajar y obtener ingresos en un periodo tan difícil personalmente para mí, a Liz, Ana Ruth, Mariana, Shizue, Astrid y Diana por ser nuestros jueces para una adecuada maniobra, a los pacientes por creer en nosotros y permitirnos buscar una manera de ayudarlos, a mis padres, hermana y familia por creer en mí, apoyarme y a pesar de casi querer abandonar la especialidad, insistir en qué la terminara. A mi padre por enseñarme cómo manejar la vida en momentos difíciles. A mi madre por luchar por su salud para poder acompañarme en estos triunfos.

A mis abuelas, familia y amigos por siempre ofrecer una mano cuando ya no se podía más, e incluso participar en el estudio; realmente sin mi grupo, no soy nada y cada vez confirmo que sólo trabajando en equipo es que se mueven montañas.

“Non progedi est regredi”

- Jordi Peña Cassanova

Índice

Resumen	4
Introducción	6
Marco teórico	8
Capítulo 1. Enfermedad de Parkinson	8
Capítulo 2. Desempeño cognitivo e impacto del control postural en pacientes con EP de Subtipo Bradicinéptico (PIGD)	18
Capítulo 3. Efectos del control postural y su terapéutica sobre los procesos cognitivos: Cognición Corporizada	31
Antecedentes	42
Justificación	50
Planteamiento del problema	57
Objetivos	62
General	62
Específicos	62
Hipótesis	63
Definición de Variables	63
Método	64
Diseño de estudio	64
Participantes	65
Procedimiento	68
Instrumentos	71
Análisis de los datos	76
Resultados	77
Discusión	101
Conclusión	110
Referencias	113
Anexos	140
A. Carta de Consentimiento Informado para participantes del estudio	140
B. Versiones alternas utilizadas del Hopkins Verbal Learning Test (HVLT)	142
C. Baremos mexicanos del Hopkins Verbal Learning Test (HVLT)	144
D. Ejemplo de registro psicofisiológico utilizado para medir el control postural	146

Título

Desempeño mnésico en pacientes con EP tras modificación postural mediante imágenes motoras.

Resumen

Antecedentes: La Enfermedad de Parkinson (EP) conlleva la alteración de mecanismos sensoriomotores, los cuales no se involucran únicamente en procesos de sensación o motricidad, sino que tienen un papel importante en la cognición. Se ha descrito una clara relación entre el compromiso de la postura vertical y el deterioro cognitivo (DC), en específico el mnésico, ambos se encuentran dentro de los síntomas más incapacitantes de la EP. Tradicionalmente se les mira como dos entidades separadas, cuando son en realidad un continuo, no se cuenta con estrategias terapéuticas que lo consideren como un conjunto. Una estrategia prometedora es la Imaginería Motora (IM), que consiste en la imaginación de un acto motor sin llevarlo a cabo físicamente, que genera en la mayoría de los casos la activación y plasticidad en circuitos sensoriomotores similares a la ejecución real del acto, postulándose así como una intervención terapéutica útil para el manejo de síntomas motores y no motores en la EP, aunque su eficacia en funciones cognitivas se ha documentado poco y aún requiere mayor evidencia.

Objetivo: Describir los efectos fisiológicos y neuropsicológicos asociados al cambio en el control postural y la memoria audio-verbal, a partir de la intervención con IM en pacientes con EP en etapa III de Hoehn y Yahr.

Método: Estudio descriptivo y mecanicista dividido en tres subestudios: (1) diseño y validación de una maniobra de IM mediante jueceo de expertos; (2) prueba de concepto con

paciente con EP y análisis postural por electromiografía (EMG) y fotografía con sujetos sanos; y (3) aplicación del protocolo completo a un paciente con EP para describir posibles efectos de intervención.

Resultados: Referente al primer estudio no se obtuvo significancia estadística que reconozca la validez de la maniobra. En cuanto al segundo estudio, se observó una mejora en el desempeño mnésico del paciente a corto y largo plazo pasando de un percentil 30 pre intervención a 60 post intervención para la codificación y en cuanto a la evocación de un percentil 50 a 70, con limitaciones en la medición de la postura. En cuanto al análisis postural en sujetos sanos, la prueba de Friedmann reveló diferencias significativas en tensión muscular entre postura encorvada vs. basal y encorvada vs. post-intervención ($p = 0.043$) que sugiere un incremento de la tensión muscular como un marcador de mejora en la postura, ante un control consciente de la postura, propio de la fase de IM correspondiente. En el tercer estudio, se evidenció una mejora cognitiva en el paciente (percentil codificación: 40 a 90; evocación: 30 a 85), aunque sin cambios significativos en EMG asociados a limitaciones en equipo no obstante se observa mediante las fotografías una postura estable en la fase pre y post intervención.

Conclusiones: Los hallazgos apoyan la existencia de vías neurobiológicas compartidas entre lo motor y lo cognitivo en la EP. La IM podría ser útil para intervenir en la memoria y funciones ejecutivas, mediante las vías neurobiológicas compartidas reportadas según la teoría no obstante es necesario seguir explorando sus efectos fisiológicos y mejorar el diseño de maniobras que considere a las características del paciente así como el registro de sus efectos motores

Palabras clave: EP, DCL, Cognición Corporizada, Control postural, IM

Introducción

La enfermedad de parkinson (EP) es el trastorno del movimiento más común en el mundo, caracterizado por síntomas cardinales motores que suelen predominar en la atención clínica; no obstante, existen síntomas no motores que amenazan considerablemente la calidad de vida del paciente y sus familiares, entre los cuales destaca el deterioro cognitivo.

El Deterioro cognitivo leve (DCL) se reconoce como uno de los síntomas no motores de mayor riesgo, puede manifestarse en cualquier fase de la enfermedad e incrementa hasta seis veces la probabilidad de desarrollar demencia. Su detección temprana es clave para reducir el riesgo, favorecida por acciones como realizar evaluaciones cognitivas periódicas y de seguimiento, identificar factores de riesgo y/o signos de alerta tempranos, así como el integrar síntomas motores y no motores, fundamental para conocer el progreso e impacto de la misma.

En el contexto de la EP, aumentan los estudios que vinculan la inestabilidad postural (IP) con un mayor riesgo de desarrollar DCL y demencia; e inclusive, señalan la IP vertical como un marcador predictivo consistente de deterioro cognitivo (DC) desde etapas tempranas; sin embargo, existe falta de evidencia de su relación en la práctica clínica.

Partiendo de esta premisa en la que se relaciona el compromiso postural y cognitivo debido a redes cerebrales compartidas entre funciones sensoriomotoras y cognitivas, perspectiva apoyada por la cognición corporizada (CC), es basta hoy en día la evidencia que concluye que a mayor deterioro motor mayor deterioro cognitivo y viceversa; no obstante, se ha dejado de lado la investigación sobre si una mejora motora implicaría también una mejora cognitiva.

La imaginería motora (IM) es una técnica de intervención que se basa en la imaginación de un actor motor sin llevarlo a cabo físicamente, la cual ha demostrado que debido al sistema de neuronas espejo, promueve la activación de circuitos sensoriomotores e incremento de mecanismos de neuroplasticidad de áreas cerebrales relacionadas con el movimiento, mostrando potencial para mejorar los parámetros motores en la EP; sin embargo, necesita estudios que confirmen su eficacia, así como su posible relación con la mejora cognitiva.

El presente documento aborda la relación entre postura y desempeño cognitivos en tres capítulos, que exploran el vínculo mente-cuerpo en la fisiopatología y terapéutica de la EP.

El primer capítulo aborda la caracterización de la EP para hacer énfasis en la integración de la enfermedad como motora, cognitiva, neuropsiquiátrica y autonómica. A lo largo del segundo capítulo se abordan las variables a intervenir, el desempeño mnésico audioverbal y el control postural, permitiendo identificar su neurobiología, explicar la progresión del deterioro cognitivo y entender los mecanismos que explican su relación al identificar mecanismos fisiológicos comunes que permitan en última instancia, su intervención terapéutica.

Finalmente, el tercer capítulo profundiza en paradigmas como la CC, sus fundamentos y evidencia empírica relacionada con el uso de IM, recomendaciones para su implementación clínica y los resultados actuales en el manejo de síntomas tanto motores como no motores.

Les pedimos leer nuestro trabajo con apertura crítica y reflexión sobre la evidencia de una mente más amplia que el cerebro. Ante cualquier comentario, no duden en contactarnos.

Alex Yair Lozano Acosta (alya.lozanoa@gmail.com)

Elisa Guadalupe Sánchez Castillo (elisa.sanzc20@gmail.com)

Marco teórico

Capítulo 1. Enfermedad de Parkinson

1.1 Definición y Epidemiología

La Enfermedad de Parkinson (EP) es un trastorno neurodegenerativo descrito por primera vez en 1817 por el Dr. James Parkinson y se considera el segundo trastorno neurodegenerativo más común después de la enfermedad de Alzheimer; así como el trastorno del movimiento más frecuente (Tysnes & Storstein, 2017). Se estima que afecta alrededor del 0.5-1 % de la población de entre 65 y 69 años, e incrementa en personas mayores de 80, alcanzando el 1-3 % de individuos afectados (Tanner & Goldman, 1996; Nussbaum & Ellis, 2003, como se citó en Kouli et al., 2018). Con el envejecimiento de la población, se predice un incremento de la prevalencia e incidencia de al menos 30% para el 2030 (Chen et al., 2001, como se citó en Kouli et al., 2018).

En México, se estimó que entre 2014 y 2017 existieron 28,457 nuevos casos, con un aumento en la tasa de incidencia general de 37.92 por cada 100,000 habitantes con densidad de incidencia de 9.48 por cada 100,000 personas al año; siendo más común en hombres que en mujeres con tasa de 42.22 frente a 34.78 por cada 100,000 habitantes (Rodríguez et al., 2019).

Pese a que la EP afecta principalmente a personas de edad avanzada, puede presentarse en individuos jóvenes (menores de 40), yendo del 3-5 % hasta el 10-14 % en países con alta prevalencia como Japón. Aunque raro, su inicio temprano se asocia principalmente a causas genéticas; no obstante, se describen también factores ambientales (Post et al., 2020).

1.2 Fisiopatología de la Enfermedad

En la EP existe una pérdida selectiva de neuronas dopaminérgicas, ocasionada por la acumulación de cuerpos de Lewy (LB) formados por agrupamientos de proteínas mal plegadas de α -sinucleína, principalmente en la pars compacta de la sustancia nigra, siendo la localización del daño el sello distintivo de la patología, pues existen condiciones conocidas como sinucleinopatías en las que también se observa la presencia de LB (Goedert et al., 2017).

La disminución significativa de las neuronas dopaminérgicas en la vía nigroestriatal (Wakabayashi et al., 2007) impacta en regiones corticales y subcorticales, relacionadas con el movimiento, toma de decisiones y el aprendizaje, como los núcleos de la base en el estriado dorsal (Zhou et al., 2023; Gordián-Vélez et al., 2021).

Los síntomas motores en la EP ocurren siguiendo un curso gradual; debido a que la acumulación de cuerpos de lewy interfiere con las sinapsis, incluso antes de la muerte neuronal, vinculándose con fenómenos como la neuroinflamación (MacMahon et al., 2021). Tiene inicio cuando existe una degeneración de alrededor del 30% de neuronas dopaminérgicas, incrementando hasta 60% de la dopamina estriatal que se relaciona con la detección de síntomas motores, y culminando con la denervación de la vía nigroestriatal (Gordián-Vélez et al., 2021).

La propagación del daño alcanza diversas regiones encefálicas, por la acción de neuronas y glía, que endocitan y diseminan la α -sinucleína hacia células vecinas, afectando múltiples estructuras como el núcleo basal de Meynert, el núcleo dorsal motor del nervio vago, el núcleo pedunculopontino, el núcleo del rafe, el hipotálamo, el bulbo olfatorio y la corteza cerebral (Giguère et al., 2018).

Es por ello que se observan múltiples neurotransmisores vinculados como los sistemas acetilcolinérgico, serotoninérgico, histaminérgico, adrenérgico, gabaérgico, glutamatérgico y adenosinérgico, relacionados con los síntomas de la enfermedad, los cuales no se reducen a síntomas motores sino que involucran tantos y tan diversos como los sistemas neuroquímicos comprometidos (Barone, 2010).

1.3 Síntomas Motores de la EP: Bradicinesia, Temblor, Rigidez e Inestabilidad Postural

Dada la diversidad de mecanismos y sistemas involucrados, se observa heterogeneidad en sus manifestaciones clínicas; sin embargo, destacan tres signos motores clave conocidos como la triada clásica de la EP: temblor en reposo, rigidez y bradicinesia (lentitud del movimiento) o acinesia (ausencia del movimiento por ejemplo la congelación de la marcha); a los que se añade la inestabilidad postural (Kouli et al., 2018).

Este último signo es clave, ya que lleva comúnmente a caídas frecuentes que suelen impactar física y psicológicamente, las cuales están asociados con factores de riesgo como un mayor grado de deterioro cognitivo de los pacientes (Amar et al., 2015).

1.4 Síntomas No Motores de la EP

Suele considerarse a la EP como un trastorno meramente motor, y es en realidad un error cometido comúnmente en la práctica clínica, pues se ha demostrado cada vez más que se caracteriza por síntomas no motores de igual relevancia para el diagnóstico. Estos síntomas se han agrupado en 3 categorías principales, las cuales son: disfunción olfativa; neuropsiquiátricas como lo son la depresión, ansiedad, trastornos del sueño o de conducta como conductas de riesgo, psicosis, apatía, deterioro cognitivo y demencia; y disfunción autonómica como

hipotensión ortostática, alteraciones vesicales, disfunción sexual y síntomas gastrointestinales en su relación con el sistema serotoninérgico y nervio vago, siendo una comunicación importante entre el sistema entérico y nervioso central (Radad et al., 2023).

Pueden presentarse en cualquier etapa de la enfermedad, incluso muchas veces anteceder a los síntomas cardinales de la EP con años de anticipación, siendo indicadores tempranos que, si no se detectan de manera oportuna para un correcto abordaje clínico de la enfermedad, puede tener consecuencias graves e impacto en la calidad de vida de las personas, retrasando su diagnóstico y tratamiento eficaz (Gupta & Shukla, 2021).

1.5 Criterios Diagnósticos de la EP

Durante mucho tiempo, la metodología diagnóstica más ampliamente utilizada ha sido la propuesta por el Banco de Cerebros del Reino Unido, considerada la primera guía formal para su diagnóstico. Este enfoque consistía en tres etapas, de las cuales el primer paso implicaba identificar un síndrome parkinsoniano por la presencia de bradicinesia y al menos otro de los siguientes signos: rigidez muscular, temblor en reposo o inestabilidad postural. El segundo correspondía a la exclusión de causas secundarias del síndrome parkinsoniano. Finalmente, el tercero incluía criterios de apoyo, tales como temblor en reposo, progresión del trastorno, asimetría persistente, respuesta favorable a levodopa (70–100%), discinesias inducidas por levodopa, respuesta sostenida a levodopa durante cinco años o más, y una evolución clínica de al menos diez años (Gibb & Lees, 1988).

No obstante, debido a los avances recientes en la comprensión de la enfermedad, la inclusión de factores de riesgo genéticos y limitaciones de clasificaciones previas, entre otros

aspectos (Marsili et al., 2018), ha llevado a la Sociedad Internacional de Parkinson y Trastornos del Movimiento (MDS, por sus siglas en inglés) a desarrollar una serie de criterios diagnósticos (Postuma et al., 2015). Los criterios de esta sociedad implican:

- Énfasis en el síndrome motor patognomónico: bradicinesia en combinación con temblor en reposo, rigidez o ambos, francamente demostrables y no atribuibles con otro u otros factores de confusión.
- Opinión diagnóstica por expertos clínicos experimentados capaces de diferenciar entre la EP, síndromes parkinsonianos, otros parkinsonismos atípicos y otras condiciones.
- Comparación de características “negativas” (exclusiones absolutas o señales de alerta) que contradigan el diagnóstico, frente a aquellas “positivas” que funjan como criterios de apoyo, dónde las características no tienen la misma jerarquía ni poder diagnóstico.
- Criterios prodrómicos de la EP.
- Uso de algunas otras técnicas de imagen, estudios complementarios y/o de laboratorio para corroborar el diagnóstico en casos particulares, así como el análisis de síntomas no motores.

Si bien estos criterios se diseñaron específicamente para su uso en investigación, podrían adaptarse para el diagnóstico clínico en entornos cotidianos (Postuma et al., 2015).

La precisión diagnóstica mejora a través del seguimiento (debido a la falta de certeza del mismo antes del resultado post mortem), ya que un proceso de reevaluación diagnóstica continua permite un valor predictivo positivo (VPP) del último diagnóstico clínico antes de la muerte, en comparación con el realizado por autopsia, cercano al 100% (Hughes et al., 2002).

1.6 Subtipos de la EP: Temblor Predominante y Bradicinéptico

Los subtipos clínicos representan el principal sistema de clasificación utilizado en la práctica clínica diaria a nivel mundial (Filidei et al., 2025). Tradicionalmente, se suele dividir a los pacientes con EP en subtipos clínicos basados en observaciones clínicas y estudios de cohortes, que incluyen el de predominio de temblor (TD, por sus siglas en inglés), aquel con inestabilidad postural con dificultad en la marcha (PIGD), ambos por sus siglas en inglés y uno indeterminado con características mixtas (Thenganatt & Jankovic, 2014).

El primero se asocia con progresión más lenta y mejor pronóstico; mientras que el segundo se vincula con mayor deterioro motor, prevalencia de síntomas no motores y rápida progresión (Thenganatt & Jankovic, 2014). Es por ello, que el subtipo PiGD suele presentar mayor afectación en la calidad de vida de las personas al presentar mayor riesgo de deterioro cognitivo, demencia y caídas, ya que su principal hipótesis de disfunción implica mayormente una disfunción no dopaminérgica; entre ellos, se destaca la colinérgica (Poletti et al., 2012; Pelicioni et al., 2019, como se citó en Deng et al., 2025).

A pesar de que ambos subtipos siguen siendo los más estudiados en la literatura, existen cuestionamientos sobre su utilidad en la clínica e incluso la creación de nuevas clasificaciones como la de los subtipos no motores y otra subtipificación basada en datos que incluye biomarcadores y análisis estadísticos avanzados, ambos con limitaciones (Deng, et al., 2025).

En adición con lo anterior, se ha visto que el subtipo de un paciente puede cambiar a medida que progresa la EP, mostrando la tendencia del cambio de TD a PiGD, que podría relacionarse con el cambio de síntomas a través del tiempo según el estadio de la enfermedad.

También se hipotetiza que una subdivisión clínica no refleja la biología del mecanismo fisiopatológico ni a nivel estadístico, lo cual ha llevado a dudar de la estabilidad de los subtipos clínicos en el tiempo con su valor pronóstico (Filidei et al., 2025; von Coelln et al., 2021).

En este contexto, han surgido modelos teóricos que buscan explicarlos desde una perspectiva dimensional, proponiendo que, en lugar de clasificar a los pacientes en grupos o categorías basadas exclusivamente en perfiles sintomáticos, ciertos síntomas pueden conceptualizarse como estados presentes en distintos rangos a lo largo de la evolución de la enfermedad. Estos estados, aunque varían en su expresión y severidad, se consideran característicos de la población con Enfermedad de Parkinson en su conjunto. Dentro de este enfoque, se ha puesto especial énfasis en los síntomas relacionados con la inestabilidad postural y las alteraciones de la marcha, dada su relevancia clínica y su asociación con la progresión de la enfermedad (Kotagal, 2016).

1.7 Evaluación de la Evolución de la EP: UPDRS y Estadios de Hoehn Yar

Existen escalas de calificación y/o cuestionarios informados por el paciente para que los neurólogos evalúen la progresión de la enfermedad y que ilustran el estado de los pacientes en el hogar. Una de ellas es la Escala Unificada de Calificación de la EP (MDS-UPDRS), patrocinada por la MDS, la cual se aplica en la práctica clínica rutinaria y es comúnmente aceptada como estándar de referencia para evaluar los síntomas motores y no motores, así como evaluar complicaciones durante una visita de examen físico (Kanellos et al., 2023).

Esta escala se compone de cuatro dominios: parte I: aspectos no motores de la vida diaria; parte II: experiencias motoras de la vida diaria; parte III: examen motor; y parte IV:

complicaciones motoras, con ítems de cinco opciones de respuesta: 0 = normal, 1 = leve, 2 = leve, 3 = moderado y 4 = severo; dónde la parte uno y dos se contestan por el paciente o cuidador y las otras dos partes por el personal sanitario calificado a partir de un análisis clinimétrico (Rodríguez y Cervantes, 2014). En total se evalúan 65 ítems, de los cuales 48 se puntúan de 0 a 4 y siete con respuestas dicotómica de “sí” o “no”, pudiendo tener un rango de puntuación de 0 a 260, implicando que, a mayor puntuación, mayor incapacidad (Rodríguez y Cervantes, 2014).

Por otro lado, la escala de Hoehn y Yahr (HyY) es utilizada para establecer el estadio evolutivo y progresivo de la enfermedad; clasifica al paciente considerando la severidad de los síntomas dentro de un puntaje entre 0 y 5, siendo 0 el paciente asintomático, 1 con compromiso motor unilateral, 2 con afectación bilateral sin alteración vestibular, 3 con afectación leve a moderada, cierta inestabilidad postural pero físicamente independiente que necesita ayuda para recuperarse en la prueba de empujón, 4 que implica discapacidad grave con capacidad de caminar o permanecer de pie sin ayuda, y 5 en silla de ruedas o en cama (Palacios et al., 2019).

1.8 Tratamiento médico-quirúrgico

El tratamiento de excelencia para la EP suele consistir en la medicación, principalmente con mira en el control de los síntomas motores, siendo la primera línea de intervención en la mayoría de los casos levodopa-carbidopa, acompañada de fármacos adicionales para el control de los síntomas específicos presentes en cada paciente. Esto puede incrementar el riesgo de polifarmacia en los pacientes, entendida como el uso simultáneo de 5-9 fármacos que se presenta en 4 de cada 10 pacientes mayores o la hiperpolifarmacia en 1 de cada 5 cuando exceden los 10 medicamentos simultáneos, según un estudio de metaanálisis realizado por Bhagavathula et al. 2022; y se relaciona con efectos secundarios como mayor riesgo de deterioro cognitivo,

presencia de movimientos involuntarios y la reducción gradual del efecto del tratamiento en el control de síntomas hasta la pérdida total del efecto (Gandhi y Saadabadi, 2023).

Cuando esto sucede, la intervención quirúrgica suele ser la segunda línea de intervención, pues hoy en día es el procedimiento más seguro para el control de síntomas el temblor, rigidez y discinesias que consiste en la técnica de estimulación cerebral profunda del tálamo con mayor eficacia para el temblor, el globo pálido interno para rigidez y discinesias y el núcleo subtalámico para todos los anteriores siendo el blanco terapéutico preferido (Hariz & Blomstedt, 2022); no obstante, no todos los pacientes son candidatos a recibir dicho tratamiento, siendo la presencia de trastorno neurocognitivo mayor, depresión significativa y los síntomas axiales severos una limitante (Hariz & Blomstedt, 2022), además de que se presentan riesgos asociados al procedimiento quirúrgico como disartria, entre otros (Lee, 2018).

En cuanto a los síntomas no motores, el Deterioro Cognitivo (DC) implica predominancia en la atención clínica; para su manejo existe un fármaco aprobado, que son los inhibidores de la colinesterasa; sin embargo, existen efectos adversos como los gastrointestinales, cardíacos, espasmos musculares, calambres, síncope y alteraciones de sueño (Russ & Morling, 2012).

1.9 Tratamiento no farmacológico

El blanco terapéutico más importante es la calidad de vida y funcionalidad de las personas que padecen de EP; para ello el control de síntomas es indispensable, en lo que suele estar enfocados los tratamientos farmacológicos. No obstante, el deterioro resultante del tratamiento prolongado impacta indirectamente en el aumento de la probabilidad de síntomas motores y se corre el riesgo de presentar resistencia con el tiempo (Zhang et al., 2024), no

abordando algunos aspectos de la incapacidad motriz, falta de equilibrio y coordinación que son parte fundamental de una adecuada intervención.

Encaminado a ello, la rehabilitación física para pacientes con EP tiene como propósito fundamental facilitar la recuperación de su independencia en relación con el estadio y gravedad de la enfermedad. En etapas tempranas en las que el deterioro motor no es aún muy grave, se suele enfocar en programas de ejercicio idealmente multicomponente que integren equilibrio, fuerza, flexibilidad y funcionalidad (Ernst et al., 2023) los cuales han mostrado beneficios como el incremento de fuerza física que impacta en la capacidad funcional, la calidad de vida, el equilibrio y la velocidad de la marcha en estas personas (Ernst et al., 2023). Los pacientes pueden beneficiarse de una amplia variedad de actividades, que incluyen estiramientos, ejercicios progresivos, entrenamiento aeróbico, técnicas de relajación, ejercicios de fortalecimiento y equilibrio, y caminatas en cinta, favoreciendo su estado emocional y cognitivo mediante mecanismos de neuroplasticidad avalados por metaanálisis (Rotondo et al., 2023).

No obstante, algunos hallazgos sugieren que, tras la suspensión de estos tratamientos, los pacientes pueden ver una disminución en los beneficios alcanzados en cuestión de semanas o meses. Además, existen barreras que obstaculizan la adherencia como las inquietudes sobre la duración del tratamiento, la limitación motriz en fases avanzadas, el miedo a caídas y limitaciones económicas (Aarsland et al. 2021).

Una estrategia terapéutica reconocida por la MDS para la mejora de los síntomas motores en pacientes con EP es la Imaginería Motora (IM), que consiste en la imaginación de patrones de movimiento sin ejecutarlos físicamente, favoreciendo neuroplasticidad; así como destacando su seguridad, ausencia de riesgo físico, accesibilidad, bajo costo y utilidad incluso en etapas

avanzadas de la enfermedad, reportando incremento de conexiones cerebrales tras la práctica de dicha técnica (Ibrahim et al., 2023), en la que se profundizará en el capítulo 3.5.

Capítulo 2. Desempeño Cognitivo e Impacto del Control Postural en Pacientes con EP de Subtipo Bradicinéptico (PIGD)

2.1 Cognición normal y Deterioro Cognitivo Subjetivo en la EP

La fisiopatología que explica el deterioro cognitivo en la EP debe implicar la interrupción de diversas redes neuronales distintas de manera simultánea, por lo cual se ha recomendado comprender el perfil cognitivo del paciente, los factores de riesgo asociados y la tasa de deterioro para caracterizar el perfil neuropsicológico del paciente, pues tiende a variar desde aquellos con cognición normal hasta Deterioro Cognitivo Leve (DCL) o demencia, en donde en algunos casos se puede acompañar de quejas subjetivas con o sin cambios objetivos (González-Latapi et al., 2021).

El Deterioro Cognitivo Subjetivo (DCS) se caracteriza por la percepción de un descenso en el rendimiento cognitivo sin evidencia objetiva en pruebas neuropsicológicas, lo que sugiere una cognición aparentemente intacta. Sin embargo, suele asociarse con cambios fisiopatológicos y factores mediadores que lo posicionan como un posible estado de riesgo para DCL y una fase prodrómica de la demencia; aunque los resultados no son concluyentes, pues algunos pacientes pueden mantener una cognición relativamente estable durante años, otros experimentan un declive más rápido, especialmente si presentan factores de riesgo (Huang et al., 2023).

Estos autores también señalan que en diversos estudios sobre DCS asociado a la EP (EP-SCD por sus siglas en inglés), la queja subjetiva se ha identificado como un potencial marcador temprano para DC, recomendándose la evaluación integral de los cinco dominios

cognitivos principales —atención, memoria, lenguaje, funciones ejecutivas y habilidades visoespaciales—; así como la consideración de factores emocionales y ambientales que puedan influir en la percepción del deterioro (Huang et al., 2023).

Tras un estudio longitudinal se identificó que las quejas subjetivas más frecuentes suelen ser de lenguaje y memoria; aquellos pacientes con EP-SCD tuvieron una tasa de conversión más alta a DCL y demencia sobre aquellos que no reportaron queja subjetiva, y finalmente, el DCS se asoció con adelgazamiento cortical en áreas frontotemporoparietales y en la red neuronal por defecto (Galtier et al., 2019).

2.2 DCL asociado a la EP

Un estudio descubrió que la mitad de los participantes con EP con cognición normal al inicio de la investigación, desarrollaron deterioro cognitivo en un plazo de seis años posterior a su visita inicial; dónde a partir de un modelo de regresión multivariado que controló predictores clínicos y demográficos de DC, se demostró que un bajo rendimiento en estado basal de la fluidez verbal, denominación, memoria audioverbal, habilidades ejecutivas y memoria de trabajo, fueron predictores independientes de esta progresión (Pigott et al., 2015)

Estudios longitudinales indican que el 27% de los pacientes con DCL asociado a la EP (EP-DCL) de inicio temprano, desarrollará demencia en 3 años, siendo los déficits en atención y memoria verbal factores predictivos (Pedersen et al., 2013), en contraparte alrededor del 20% vuelven a cognición normal después de un año (Fang et al., 2020; Pedersen et al., 2013).

A lo largo del tiempo han surgido discrepancias respecto a la prevalencia de los distintos subtipos de DCL en la EP. Sin embargo, un metaanálisis concluyó que el DCL de dominio

múltiple es el más frecuente, caracterizado por pacientes con mayor edad, menor nivel educativo, mayor duración de la enfermedad, dosis más altas de L-Dopa, síntomas motores más severos —especialmente del subtipo PIGD—, así como mayores niveles de depresión, ansiedad, apatía y peor calidad de vida en comparación con pacientes sin DCL (Baiano et al., 2020). Además, se ha observado que el DCL amnésico conlleva un mayor riesgo de progresar a demencia y deterioro ejecutivo en comparación con el DCL no amnésico (Chung et al., 2019).

Algunos de los dominios cognitivos más afectados son atención sostenida y alternante, memoria, habilidades visuoespaciales y funciones ejecutivas, particularmente vulnerables debido a la disfunción frontoestriatal dopaminérgica (Dirnberger & Jahanshahi, 2013; Elgh et al., 2009).

2.3 Demencia asociada a la EP

Autores como Aarsland et al. (2021) reportan que la prevalencia acumulada de demencia en pacientes con una edad media al momento del diagnóstico de EP con 54 a 70.2 años es del 17% a los 5 años después del diagnóstico, 46% a los 10 años después del diagnóstico y tras los 20 años después del diagnóstico, el 83% de los pacientes desarrollará demencia.

El riesgo incrementa con factores como una mayor edad al momento el diagnóstico, sexo masculino y nivel educativo más bajo, presencia de alucinaciones, severidad de síntomas motores, deterioro del habla, compromiso axial (inestabilidad postural y dificultad en marcha), así como una etapa avanzada HyY a partir del tercer estadio (Gallagher et al., 2024; Marinos et al., 2018, como se citó en Aarsland et al., 2021).

Autores como Trost et al. 2019 se dedican a estudiar el perfil cognitivo en las diversas sinucleinopatías, entre ellas la EP, y encuentran una correspondencia entre los hallazgos de

neuroimagen y el desempeño de los pacientes en las pruebas neuropsicológicas, lo cual les permite identificar patrones cognitivos característicos a la EP.

Identifican un síndrome posterior caracterizado por un hipometabolismo en zonas posteriores del cerebro como regiones temporales, parietales y occipitales que se relaciona con una neurotransmisión colinérgica y afecta principalmente la atención sostenida, memoria episódica tanto codificación como evocación sobre todo espontánea y funciones visoespaciales. Por otra parte, el síndrome fronto-estriatal dopaminérgico suele denominarse como el ejecutivo, afectando la planeación, flexibilidad cognitiva, control inhibitorio, recuperación de la información por medio de pistas y se relaciona con la vía mesocortical que puede actuar como circuito compensatorio en etapas iniciales de la enfermedad. Estos perfiles no son excluyentes entre sí, sino que la interacción de vías dopaminérgicas, acetilcolinérgicas y noradrenérgicas se ve reflejada como rasgos de los distintos perfiles presentes en cada paciente; no obstante, el pronóstico de evolución a demencia suele ser predominante en el posterior en comparación a los déficits ejecutivos puros (Kehagia et al., 2013).

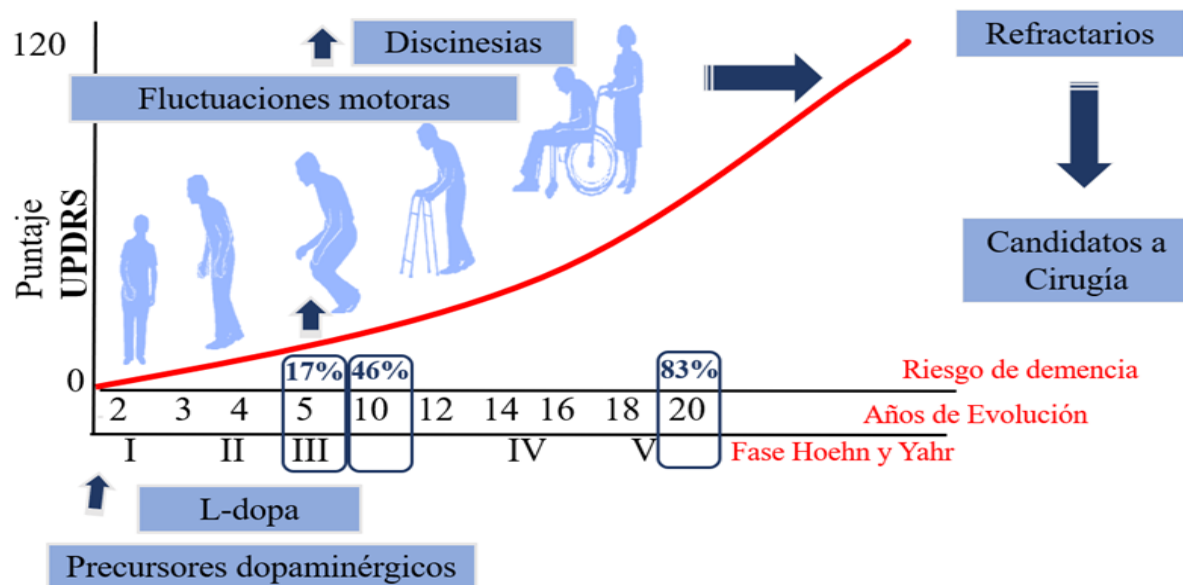
La alteración de las funciones ejecutivas, funcionalmente puede observarse como un hipometabolismo frontal o en ocasiones como una hiperactivación de la misma zona ante un hipometabolismo basal, como mecanismo compensatorio observado en los pacientes. Eso ha permitido a los autores Trost et al., 2019 identificar un patrón metabólico cerebral asociado al deterioro cognitivo en pacientes con EP que se correlaciona con un hipometabolismo bilateral en áreas fronto-parietales, parietal inferior, área motora suplementaria, premotora, precúneo y corteza prefrontal izquierda con un hipermetabolismo del vermis y núcleos dentados cerebelosos

como mecanismo compensatorio. En pacientes con demencia suele haber una ausencia de mecanismos compensatorios (Ko et al., citado en Trost et al., 2019).

Por otro lado, identifican un patrón metabólico cerebral relacionado con los síntomas motores de la EP que suele expresarse antes que el patrón cognitivo y se asocia con la vía nigroestriatal y circuitos subcorticales, dando lugar a síntomas motores que preceden a los cognitivos según lo reportado por los autores Trost et al., 2019.

Figura 1

Relación entre el puntaje UPDRS y el riesgo de evolución a demencia en pacientes con EP



Nota. Se muestra la evolución del riesgo de demencia considerando años de evolución en relación con el estadio de Hoehn y Yahr en que se encontraría un paciente a partir de la relación con el puntaje UPDRS de los síntomas motores. A mayor año de evolución y estadio HyY, mayor riesgo de padecer demencia. Gráfica realizada por los investigadores con información de Encarnación & Hauser, 2008; Rascol et al., 2000 y Aarsland et al., 2021.

La evidencia en el seguimiento longitudinal muestra riesgo clínico real de aparición de DCL y demencia en estos pacientes, por lo que la vigilancia y la evaluación neuropsicológica de seguimiento se recomienda ampliamente para una mayor promoción de calidad de vida.

2.4 Control postural: mecanismos fisiológicos y neurobiología

El control postural puede definirse como la capacidad de mantener el centro de gravedad del cuerpo dentro de los límites de estabilidad durante una postura en movimiento que implica la capacidad de mantener una posición fija del cuerpo en relación con un entorno ante posibles perturbaciones (orientación postural) o estática aquella que permite mantener la posición en equilibrio (estabilidad postural) (Stehle et al., 2022).

Se ha reportado que el desarrollo del control postural varía a lo largo de la vida en forma de U invertida, con los niveles más bajos de rendimiento en ambos extremos de la vida, caracterizándose por un control dependiente de regulación externa sobre la interna. Esto lo vemos en la infancia temprana por la necesidad de maduración de estructuras cerebrales relacionadas con este proceso; y en la vejez, por ser una etapa en la que se identifican cambios en la morfología de los husos neuromusculares y la transmisión sináptica que reduce la fiabilidad del sistema propioceptivo, en conjunto con cambios globales cerebrales que vuelven en ambas etapas al control postural dependiente de mecanismos visuales y un control consciente, en comparación a la adolescencia y adultez temprana en donde es un control automático dependiente de mecanismos propioceptivos (Van Humbeeck et al., 2023).

El control postural requiere de un proceso jerárquico y paralelo de coordinación de procesos motores automáticos y cognitivos. En primer lugar, es necesaria la integración de

información multisensorial, sobre el estado del cuerpo respecto al entorno, las entradas sensoriales se caracterizan por información externa como la visual, e interna en relación con el sistema somatosensorial, vestibular y propioceptivo para la regulación de los movimientos mediante un proceso automático, de carácter involuntario, reflejos, tono muscular y ajustes posturales regulado por vías extrapiramidales como la retículo espinal y circuitos subcorticales basales y cerebelosos que permiten la automatización del movimiento (Takakusaki, 2017).

El control consciente implica la regulación de los movimientos mediante un proceso cognitivo, por ejemplo, ante el aprendizaje de nuevos patrones motores, situaciones novedosas, la planeación de futuros movimientos y acciones orientadas a un objetivo, en donde hay un reclutamiento de zonas corticales como el área premotora, motora suplementaria, dorsolateral y temporo-occipito-parietal (TPO), reconocida como mecanismos sensoriomotores, equivalente al sistema de control de alto nivel. No obstante, no actúa de manera aislada, requiere a su vez de la coordinación con sistemas de control de bajo orden como el vestibular y visual, el cual es coordinado y facilitado por el cerebelo, estructura que permite el control voluntario mediante sus proyecciones corticales a través de la vía cortico-ponto-cerebelosa y proyecciones tálamocorticales, y por otra parte posibilita la retroalimentación sensorial en tiempo real para el ajuste de la postura por medio del tracto espinocerebeloso (Takakusaki, 2017).

Un componente esencial del control postural lo constituyen los ganglios basales, los cuales modulan este proceso mediante la regulación de la señalización dopaminérgica y las proyecciones gabaérgicas dirigidas hacia la sustancia negra pars compacta, dentro de la región locomotora del mesencéfalo. En este sistema destaca el núcleo pedunculopontino (PPN), una estructura clave situada en la porción ventrolateral del mesencéfalo caudal, perteneciente a la

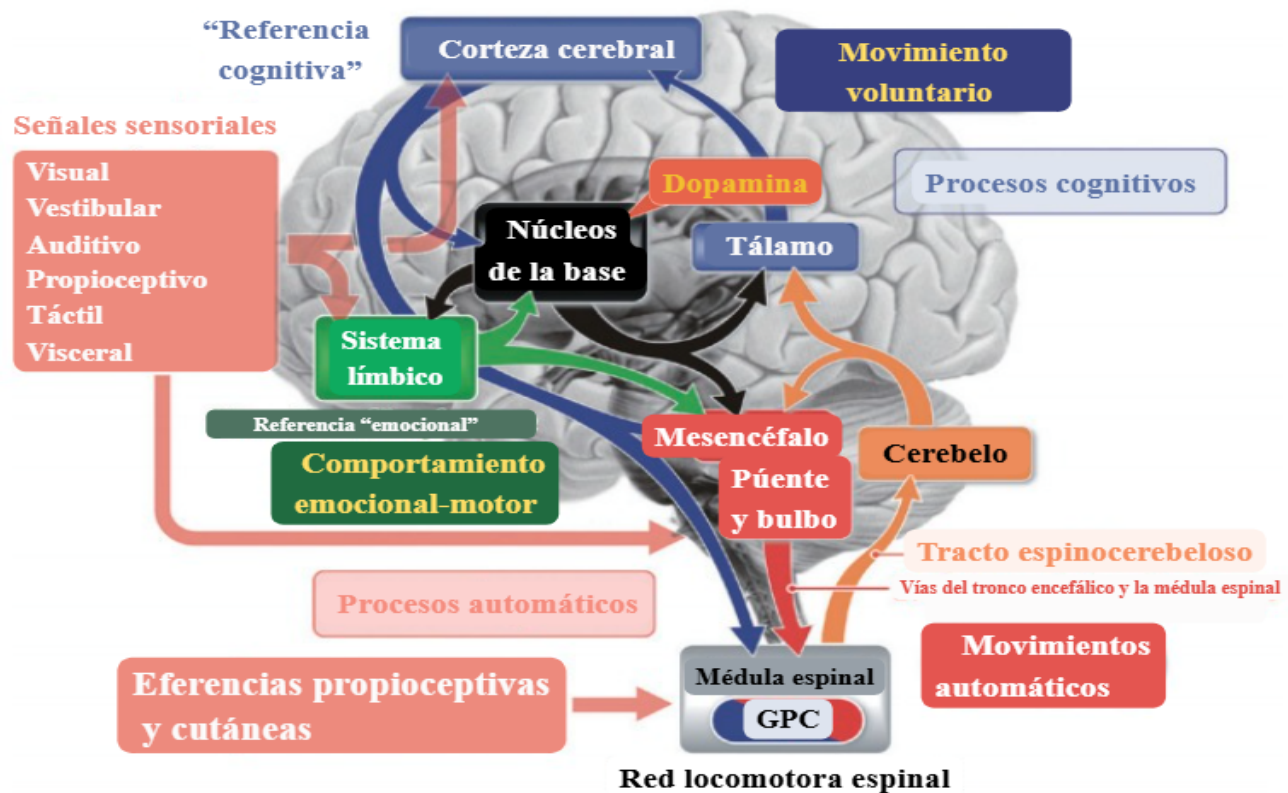
formación reticular. El PPN está integrado por neuronas gabaérgicas, glutamatérgicas y colinérgicas, y mantiene extensas conexiones recíprocas con áreas corticales, límbicas, ganglios basales, tálamo, cerebelo y médula espinal, lo que le permite desempeñar un papel decisivo en la regulación del control postural y la locomoción (French et al., 2018).

Por tanto, en la EP existe una alteración de las proyecciones gabaérgicas que da lugar a una inhibición exacerbada del área locomotora en la parte ventral del mesencéfalo, que regula la postura y en su parte dorsal la locomoción, dando como lugar alteración de la marcha y rigidez muscular, condición en la que se ha identificado al núcleo pedunculopontino como responsable de los síntomas axiales y de tono muscular (Grabli et al., 2013). Dicho núcleo mantiene conexión con los ganglios basales y tiene proyecciones descendentes a la vía retículo-espinal y ascendentes a la vía tálamo cortical, lo cual indica que el PPN es el encargado de integrar los inputs motores y no motores mediante sus conexiones estructurales y funcionales (Grabli et al., 2012).

En ese sentido, una alteración en la sensopercepción contribuye a una alteración en la motricidad; por ello, ante el incremento de la demanda o conflicto perceptual en el entorno, los déficits en la marcha incrementan. En contraparte, un apoyo mediante claves visuales externas como huellas permite una mejora considerable, lo cual permite que estos autores hablen de un doble déficit, en donde existe una dependencia visual incrementada para compensar las alteraciones en la retroalimentación cinestésica, así como una necesidad de mayor reclutamiento de procesos cognitivos (sobre todo atencionales) para la compensación del reto motor incrementado; pasar de un control automático en pacientes sanos a un control consciente.

Figura 2

Flujo de circuitos neurobiológicos básicos implicados dentro del control postural.



Nota. Se muestra la relación entre diferentes circuitos neurobiológicos involucrados en el control postural, los cuales involucran señales multisensoriales y viscerales, aspectos automáticos (regulación del tono muscular postural y reflejos básicos); además de influencia emocional y cognitiva que permite el aprendizaje de habilidades motoras y el comportamiento ante situaciones desconocidas. Gráfico tomado y traducido del artículo de Takakusaki, 2017.

2.5 Medición y registro del control postural

Se han utilizado diversos indicadores para medir la estabilidad y respuesta postural, como lo ha sido el Centro de Presión (CoP), calculado utilizando una plataforma de fuerza debajo de

los pies, que determina el centro de la fuerza de reacción vertical (Stehle et al., 2022). Además, estos autores destacan que un número cada vez mayor de estudios utiliza señales neurofisiológicas como un electroencefalograma (EEG) para investigar la actividad cortical durante tareas de control postural y/o de actividad muscular como la Electromiografía (EMG) para comprender el control vestibular, así como la corrección por parte de los músculos.

De igual manera, se cuentan con softwares que permiten identificar los cambios posturales en estado estático o dinámico que suelen proporcionar información sensible sobre las oscilaciones del centro de gravedad, siendo una herramienta rápida, no invasiva y útil para la detección de posibles anomalías del equilibrio y el control postural (Escamilla-Martínez, et al., 2021), facilitando la medición mediante equipos de fácil uso, como la EMG superficial.

Finalmente, también se han reportado otros análisis como de rayos X y sistemas fotográficos computarizados, usados comúnmente de forma observacional y en el ámbito clínico (Hazar et al., 2015).

2.6 Mecanismos neurobiológicos compartidos entre el control postural y el desempeño cognitivo en EP

Al comparar las curvas sobre el control postural y el funcionamiento cognitivo en específico la memoria se identifican en ambas curvas un patrón en forma de U invertida, con el menor desempeño en los extremos de vida y un efecto de meseta durante la adultez temprana tanto para la estabilidad de postura vertical (Van Humbeeck et al., 2023) como para memoria declarativa en recuerdo libre y memoria de trabajo que muestran la misma tendencia (Nyberg et al., 2012; Sander et al., 2012), esto en relación con la falta de automatización del movimiento

que exige el reclutamiento de zonas corticales sobre todo la corteza frontal para la regulación consciente de la postura, restando los recursos cognitivos destinados a los procesos cognitivos.

Por ejemplo ante una tarea dual con una demanda cognitiva y motora al mismo tiempo, en niños (M= 9 años) se prioriza el desempeño motor sobre el cognitivo (Schaefer et al., 2010), en adultos jóvenes se observa una estabilidad del desempeño motor y cognitivo sin priorizar claramente uno sobre el otro y en adulto mayores existe una priorización clara del desempeño motor “posture-first” en donde protegen el desempeño motor/postura a costa del desempeño cognitivo, pese a los esfuerzos existen alteraciones en el desempeño motor, sobre todo cuando la tarea secundaria exige memoria de trabajo y control atencional sostenido (Smith et al., 2015).

Sin embargo, dicha priorización puede invertirse a través de instrucciones explícitas o diseños de la tarea que llevan a un rendimiento “suprapostural”, lo que sugiere mecanismos flexibles y voluntarios del control del desempeño. Estos mecanismos no se observan en niños, quienes pese a recibir la indicación de priorizar el desempeño cognitivo priorizan el desempeño motor. Las capacidades de priorización de las tareas cognitivas y motoras ante una instrucción son similares entre adultos sanos y adultos con EP en fases iniciales sin deterioro cognitivo ni síntomas posturales (H&Y II), quienes muestran una respuesta de “*posture second*” en la que priorizan el desempeño cognitivo en la mayoría de los casos y logran atender a las instrucciones de enfocarse en la tarea motora o cognitiva según se les indique (Yogev-Seligmann et al., 2012).

No obstante, autores señalan la estrategia “*posture second*” como incorrecta, pues incrementa el riesgo de caídas en la vida diaria, ya que la priorización de un desempeño implica el decremento del otro (Bloem et al., 2006).

En la EP en presencia de DC no se evalúa la respuesta de los pacientes ante una instrucción de priorizar la marcha en una tarea dual, no obstante, los costos son mayores en el desempeño motor en pacientes con DCL respecto a los pacientes sin DCL. Si bien no implica causalidad, los autores Amboni et al., (2022) describe que la magnitud de la alteración motora se gradúa con la severidad cognitiva, sobre todo en DCL multidominio y amnésico en relación con un patrón de neurodegeneración desde áreas frontales hacia regiones TPO implicadas en la integración sensorial, planificación motora y control del equilibrio.

En ese sentido, se ha identificado por medio de metaanálisis (Li et al., 2020; Wong et al., 2023; Ye et al., 2024) que los programas de intervención que contemplan un entrenamiento dual se asocia con mejoras en el desempeño motor y cognitivo en los dominios de memoria de trabajo y funciones ejecutivas asociados a la degeneración del circuito frontoestriatal mediados por dopamina (Wang et al., 2017).

Puntuaciones bajas en evaluaciones cognitivas sobre todo en test de lóbulos frontales se asocia con mayores problemas de la marcha (Hétu et al., 2013; Grabli et al., 2013) y degeneración del circuito frontoestriatal mediados por dopamina (Wang et al., 2017).

Se ha vinculado el correcto funcionamiento cognitivo en adultos mayores con un correcto funcionamiento del cerebelo, no a nivel estructural, sino funcional, se ha observado que en el envejecimiento normal existe un incremento de la activación del cerebelo como un posible mecanismo compensatorio que permite mantener dentro de la normalidad funciones motoras y cognitivas, cuando existe una disminución de la activación de esta estructura se presentan dificultades (He et al., 2025).

Este mismo autor nos destaca como es que el control postural por parte del cerebelo depende de aferencias sensoriales, principalmente visuales y vestibulares que permiten contar con un “mecanismo de corrección de errores” que interviene sobre las neuronas motoras y además, mediante proyecciones hacia cortezas prefrontal, parietal posterior, vestibular, áreas visuales multimodales y con los núcleos de la base, se encuentran implicados en la regulación cognitiva del control postural (Takakusaki, 2017).

Por último, al hablar específicamente de la memoria, se promueve que dos sistemas de neurotransmisión están muy implicados; por un lado el dopaminérgico al facilitar la potenciación a largo plazo en el hipocampo, mientras que el acetilcolinérgico cumple un rol esencial en la atención, codificación y recuperación de la memoria (Citro et al., 2024). Al tener estos dos sistemas una amplia correlación con el control motor y postural, se hipotetiza sobre vías neurobiológicas compartidas que promueven ambas funciones.

Los núcleos basales muestran estrecha comunicación con áreas asociativas y límbicas mediante circuitos independientes pero paralelos (mesoestriatal, mesolímbico y mesocortical) con un impacto del control de movimientos, comportamiento y cognición. El circuito cortico-basal en relación con la corteza prefrontal y estriado anterior, participa en las funciones ejecutivas como atención alternante, aprendizaje secuencial, toma de decisiones, inhibición y flexibilidad cognitiva. Por tanto, el déficit y disfunción del circuito estriatofrontal asociativo es responsable del síndrome disejecutivo, caracterizado por dificultades en el desenganche atencional, planeación, resolución de problemas y supresión de respuestas habituales, atención dividida, con dificultades en el aprendizaje implícito motor y cognitivo (Obeso, 2014).

Estudios realizados por He et al., 2025 han demostrado que la alteración del output de ganglios basales perturba el equilibrio de redes cortico-subcorticales como el circuito cerebelo-tálamo-cortical, lo que impide que el cerebelo coordine correctamente entre redes sensoriomotoras, cognitivas y emocionales. Diversos estudios han postulado al cerebelo como un “hub” que no es sólo encargado de coordinar respuestas motoras, sino cognitivas y afectivas, esta desconexión explica la relación en la magnitud de los síntomas motores, cognitivos y emocionales observada en los pacientes con EP. El mayor impacto de esta desintegración de vías se da en funciones cognitivas como la atención, funciones ejecutivas, como flexibilidad cognitiva, memoria de trabajo, aprendizaje basado en errores y regulación emocional.

Como se menciona anteriormente, otra de las funciones mayoritariamente comprometidas en los pacientes con EP es la inhibición, estudios de neuroimagen demuestran que la inhibición efectiva depende de la activación del giro frontal inferior, área motora suplementaria, núcleo caudado, tálamo y la región subtalámica del hemisferio derecho, en donde se observa la participación simultánea de circuitos motores y cognitivos involucrados (Obeso, 2014).

Capítulo 3. Efecto del Control Postural y su Terapéutica Sobre los Procesos Cognitivos: Cognición Corporizada

3.1 Mecanismos sensoriomotores y de neuronas espejo: base de la relación cognición-acción-entorno

La integración sensoriomotora implica el proceso que realiza el sistema nervioso para procesar las entradas sensoriales internas y externas para así dar paso a la generación de movimientos coordinados y adaptativos, lo cual facilita el control motor, el aprendizaje y la

interacción con el entorno (Asan et al., 2022). A partir de la interacción entre estos sistemas se ha discutido en ciencias cognitivas el grado en que las representaciones conceptuales se basan en sistemas sensoriales y motores, dando pie a la integración del cuerpo en los procesos psicológicos (Tomasino & Rumiati, 2013).

Lo anterior se ha podido integrar con los descubrimientos de neuronas con propiedades sensoriales en circuitos motores frontales con la modulación hacia áreas parietales sensoriales que ha permitido reconsiderar la idea clásica de un sistema motor como ejecutor de órdenes, para así dar paso a entender al sistema como aquel sensoriomotor que puede contribuir a la cognición en interacción con el mundo (Craighero, 2022).

Además, el sistema de neuronas espejo, comprendido como aquel que permite servir como base de representaciones mentales motoras y sensoriales que integran percepción-acción a partir de múltiples niveles (motor, sensitivo, intencional, representacional y predictivo), podría influenciar directamente a la cognición (Hari & Kujala, 2009).

La investigación sobre el sistema de neuronas espejo muestra que estas se activan al observar acciones dirigidas a objetos y que su función excede lo meramente motor, al involucrar una integración multimodal. Aunque no existe evidencia concluyente de que el procesamiento conceptual dependa directamente de representaciones sensoriomotoras (Caramazza et al., 2014), otros estudios indican que la activación de estas neuronas responde más al significado de la acción observada, imaginada o escuchada que a la información visual en sí. Esto sugiere que, si bien la actividad sensoriomotora puede influir sobre procesos cognitivos, la cognición no se reduce al sistema sensoriomotor (Maggio et al., 2022).

3.2 Paradigma de la Cognición Corporizada: Argumentos Científicos y Filosóficos

Las ideas sobre unir cuerpo y mente ya han sido descritas desde la filosofía; y es en la unión de esta teoría que permite repensar el dualismo cartesiano y la tesis que se ha mantenido en neurociencias cognitivas, apoyada en un computacionalismo. La principal diferencia radica en pasar de una postura en que la cognición es en esencia la manipulación de información abstracta con el uso de reglas formales, a una perspectiva de límites difusos entre la cognición, el cuerpo del sujeto agente y los contextos de la vida real (Foglia & Wilson, 2013).

La cognición corporizada (también denominada corporeizada) (CC) es todo un campo de conocimientos interdisciplinarios que buscan entender cómo las experiencias corporales influyen en los procesos cognitivos, lo cual se contrapone a modelos tradicionales de la neurociencia que conciben la mente humana como aquella que funciona según los mismos principios que una computadora digital, dónde en el mejor de los casos, el cuerpo y el entorno se toma en cuenta sólo como aquel que proporciona entrada y permite salidas de los procesos cognitivos (Kiverstein & Miller, 2015). Gracias a la CC se busca salir de modelos cerebro centristas, en dónde se tengan en cuenta mucho más factores que expliquen la conducta y la cognición humana a partir de la gran complejidad de dichos fenómenos.

Existen diversas posturas en las teorías, que van desde desde la “*encarnación mínima*”, la cual argumenta la influencia del cuerpo sobre la cognición, hasta la “*encarnación radical*”, que afirma la determinación de los estados corporales sobre los cognitivos y afectivos, con diversos matices entre una y otra (Farina, 2021). A pesar de esta variación, la gran mayoría concuerdan en dos supuestos: el conocimiento semántico es parte del mismo sistema de

representaciones sensoriomotoras, y en que se debe enfatizar la importancia de la simulación (visual y/o mental) en la facilitación del procesamiento conceptual (Caramazza et al., 2014).

Con base en una revisión realizada por Leitan y Chaffey en el 2014, se resumen cuatro puntos esenciales que identifican a este campo emergente:

- El cuerpo, el entorno/las herramientas, la historia social y las representaciones internas conforman la mente encarnada.
- La mente encarnada distribuye la memoria a través del cuerpo, el entorno y las herramientas, y ésta se codifica en función de la situación.
- Esta “acción encarnada situada” nos ayuda a comprender e interpretar el lenguaje y los conceptos abstractos.
- La percepción y la acción son “inseparables”.

Por lo tanto, se concluye que la cognición se sitúa en el cuerpo en relación con el mundo externo, logrando identificar el papel activo y directo del cuerpo sobre los procesos cognitivos en lugar de simplemente estar “dobleado” a la mente (Leitan & Chaffey, 2014).

En el campo de la Neuropsicología Clínica, este paradigma permite demostrar que la actividad cerebral depende de la interactividad y multimodalidad, lo cual permite ampliar la discusión hacia una propuesta de como la triada de percepción-cognición-acción modula el desarrollo y así, plantear mejores programas de evaluación e intervención (Cardona, 2017).

3.3 Mecanismos fisiológicos de la Cognición Corporizada

Los estudios de neuroimagen sugieren que la cognición corporizada se origina en las áreas primarias y secundarias de proyección de la corteza sensorial, especialmente en los lóbulos parietales, y depende de la interacción entre las áreas talámicas, corticales y subcorticales, que contienen mapas topográficos somatosensoriales conectados a regiones de procesamiento lingüístico, análisis espacial y asociativas. Además, están implicados los lóbulos temporales, el sistema reticular del mesencéfalo y el cerebelo. Un aspecto interesante de este fenómeno es el posible papel de las neuronas espejo, que se activan tanto al ejecutar una acción como al observar a otro realizarla. Esto sugiere que el sistema de neuronas espejo podría contribuir a la CC mediante la simulación mental de acciones, ayudando a crear un mapa topológico del cuerpo a través de la retroalimentación de diversas modalidades que permean procesos cognitivos superiores (Maggio et al., 2022).

3.4 Cognición Corporizada en la Enfermedad de Parkinson

A pesar de que aún no se encuentran totalmente validadas las teorías corporizadas en el desarrollo humano, en el caso del envejecimiento y las enfermedades neurodegenerativas se consideran prometedoras debido a la relación causal entre el funcionamiento sensorial, motor y cognitivo (Vallet, 2015).

En el contexto de la EP, se ha demostrado que la degeneración de los ganglios basales afecta el procesamiento del lenguaje, especialmente en lo que se refiere a verbos de acción, sintaxis y semántica relacionada con el movimiento. Estos problemas lingüísticos pueden

aparecer en las primeras etapas de la enfermedad, incluso sin un deterioro cognitivo notable, sugiriendo un déficit específico.

Estos hallazgos son consistentes con estudios anteriores como el realizado por Cardona et. al., 2021 en pacientes con EP, que muestran discapacidades específicas en la sintaxis, verbos de acción y semántica, incluso en ausencia de deterioro cognitivo, donde el lenguaje y la cognición están anclados en el sistema sensoriomotor (Cardona et al., 2021).

Además, existen estudios que sustentan otros hallazgos, como dificultades para integrar información sensorial y mnésica en la toma de decisiones perceptivas, posibles efectos distintivos del procesamiento del lenguaje en acción sobre los circuitos que median el temblor, así como la influencia de la emoción y la imitación sobre la memoria de pacientes con EP (Croze et al., 2022; Nisticò et al., 2019; Perugini et al., 2018).

3.5 Imaginería Motora, neurobiología y recomendaciones para su uso

La imaginería motora implica el acto de imaginar la realización de un movimiento sin la acción manifiesta ni la tensión muscular, lo cual asegura que no haya salida motora (Mulder, 2007). A pesar de la falta de consenso de su independencia, existe aquella de imaginería visual y otra cinestésica enfocada en las sensaciones del movimiento (Peters et al., 2025).

La literatura ha identificado a la imaginería motora como una técnica prometedora para el tratamiento de la EP. Aunque estos suelen reportar efectos positivos, al integrarlos resultan significativos pero modestos, probablemente debido a la heterogeneidad de las intervenciones. En respuesta, varios autores han destacado la necesidad de estandarizar componentes clave de

ellas para optimizar y consolidar el aprendizaje motor. Por ejemplo, se ha documentado que las intervenciones que incorporan el mindfulness aumentan la conciencia de las cogniciones y sensaciones físicas, facilitando así la autorregulación (Mitchell et al., 2021).

El uso de técnicas de neuroimagen aumentó la frecuencia de publicaciones de estas técnicas debido a que se pudo establecer un correlato funcional, con el cual a partir de un estudio metaanalítico, pudo establecer mediante el método “Activation Likelihood Estimation” (ALE), la activación de una amplia red frontoparietal al imaginarnos moviéndonos, en conjunto con estructuras subcorticales y cerebelosas, que incluyen regiones premotoras (giro frontal inferior y área motora suplementaria), corteza somatosensorial primaria, regiones parietales (lóbulo parietal inferior, giro supramarginal y lóbulo parietal superior), el área intraparietal posterior (que posiblemente sea el nodo de las neuronas espejo frontoparietales responsable de la correspondencia entre los movimientos observados y ejecutados), núcleos de la base (putamen y globo pálido), tálamo y cerebelo (vermis y lóbulos VI y VII) que permite sustentar una red neurobiológica compartida entre la imaginación y la ejecución motora (Héту et al., 2013). Incluso se ha visto que la imaginación motora puede modular la plasticidad de la médula espinal (Grosprêtre et al., 2019).

A lo anterior se le suma el papel de la corteza prefrontal dorsolateral, que ayuda con aspectos ejecutivo-atencionales que favorecen una adecuada visualización y mentalización (Martel & Glover, 2022). En el caso del envejecimiento, los adultos mayores muestran una tendencia hacia actividad bilateral de la corteza prefrontal, a diferencia de los adultos jóvenes, lo cual se hipotetiza que podría deberse al uso de redes compensatorias en el cerebro para realizar

imágenes motoras de la marcha durante tareas difíciles; siempre teniendo en mente las características individuales (Kotegawa et al., 2021).

Ambos tipos de imaginería (visual o kinestésica) presenta un patrón de activación similar, en el cual, si bien algunas áreas son específicas de cada estrategia, se puede ver un perfil general de mayor activación al realizar imaginería kinestésica (Wang et al., 2024).

Se ha demostrado que la combinación de observación de la acción e imaginería motora en pacientes con EP, facilita la creación de representaciones internas, consolida el aprendizaje motor y mejora la recuperación motora mediante facilitación de vías motoras y cognitivas (Sarasso et al., 2021; Sarasso et al., 2023). Los movimientos completamente que carecen de representación interna o mal representada, no se pueden aprender solo con imágenes motoras, con lo cual es necesario pasar por una fase inicial de observación de la acción (Martel & Glover, 2022).

También se ha confirmado que la recuperación de recuerdos episódicos contribuye a la construcción de imágenes durante la IM, implicando que las áreas posteriores de la corteza cingulada se activan (Mezzarobba et al., 2024). Los autores recomiendan adoptar una perspectiva en primera persona para mayor activación neuronal-sensoriomotora, adecuar la complejidad de la tarea motora y tener en cuenta que observar o imaginar tareas motoras más complejas puede requerir más tiempo y afectar la calidad de la IM.

Asimismo, se aconseja presentar movimientos familiares, acciones que impliquen manipulación de objetos con un objetivo claro, realizar ejercicios de entre 15 y 40 minutos, y adecuar el entrenamiento a los diferentes perfiles de las personas, considerando particularmente las capacidades ejecutivo-atencionales del participante (Mezzarobba et al., 2024).

3.6 Desempeño motor en la EP a partir de la imagería motora

El aprendizaje motor implica tanto procesos explícitos como implícitos por diferentes etapas y procesos, que van de manera paulatina disminuyendo la cantidad de recursos atencionales, así como de menor interferencia de otras actividades simultáneas, logrando así la optimización y automatización (Marinelli et al., 2017).

En la EP, los resultados sobre el aprendizaje motor son inconsistentes, enfatizando que el desempeño tiende a ser heterogéneo, pero que suele haber una dificultad para aprender nuevas secuencias motoras de manera automatizada; no obstante, algunas formas de aprendizaje perceptual-motor simples o con menor demanda cognitiva se mantienen (Marinelli et al., 2017).

Estudios de resonancia magnética funcional (fMRI) y tomografía por emisión de positrones (PET) han revelado que los pacientes con EP presentan una actividad alterada en áreas sensoriomotoras y en las neuronas espejo durante la imaginación de la tarea de caminar. Este fenómeno se asocia con una falta de automaticidad motora, la cual, según la evidencia, puede ser mejorada mediante la práctica de la IM al influir en conexiones frontoparietales que se relacionan con las neuronas espejo (Agosta et al., 2017).

Además, la conexión del núcleo pedunculopontino y el cerebelo con los ganglios basales y el área motora cortical desempeña un papel crucial en el control de la marcha y la postura, así como en la patogénesis de la EP (Takakusaki et al., 2016; Fraix et al., 2013 en Li et al., 2023). Se ha identificado al cerebelo como un blanco terapéutico neuromodulador importante para mejorar la inestabilidad postural en pacientes con EP debido a su función en el ajuste postural anticipatorio, respaldado por estudios de fMRI que muestran activación significativa en

estructuras cerebelosas durante una persona con EP con inestabilidad postural y caídas (Kaut et al., 2020; Gardoni et al., 2022).

Ante ello, diversos estudios han identificado que la técnica de imaginería motora es capaz de realizarse en estos pacientes de manera efectiva y que su entrenamiento realizado de manera repetida promueve plasticidad funcional en áreas corticales, sistemas de neuronas espejo y subcorticales que promueven los procesos del aprendizaje motor y mejora en la función motora, control postural, equilibrio, marcha y calidad de vida (Sarasso et al., 2023; Tedeschi et al., 2024).

3.7 Desempeño Cognitivo en la EP a partir de la imaginería motora

La teoría de la simulación motora (MST) nos argumenta que el movimiento imaginado implica la simulación interna del movimiento real, lo cual implica que toda acción implica una simulación mental (etapa encubierta), que tanto una acción imaginada como una ejecutada comparten una representación motora de una intención de actuar y que hay una equivalencia funcional entre la simulación y ejecución de acciones (Moran & O'Shea, 2020).

De acuerdo con estos autores, estos hallazgos ya han sido corroborados por respaldos conductuales y neuropsicológicos, los cuales implican respaldar que si bien se reconoce que el lenguaje media el desempeño motor, existen otros factores cognitivos como el contexto y la experiencia de la acción, la capacidad de memoria de trabajo, memoria a largo plazo, memoria semántica y la capacidad de representación mental, los cuales permean el desempeño de una persona al practicar imaginería motora, aún sin mecanismos de acción claros.

En el contexto de la EP, el entrenamiento de Observación de la Acción e Imaginería Motora (AOT-IM) mejoraron las capacidades que tenían los pacientes para realizar la imaginería que permite indicar una mayor claridad en la imagen visual e intensidad de las sensaciones cinestésicas imaginadas, que se vincula con un mayor control ejecutivo-atencional en el cíngulo anterior y cerebelo, el cual llevó a un mejor desempeño, esfuerzo reducido y procesamiento más eficiente (Sarasso et al., 2023). Este estudio demuestra que el entrenamiento de la marcha y el equilibrio en tareas duales cuando se asocia con AOT-IM promueve la plasticidad funcional cerebral en áreas encargadas del control motor y las capacidades ejecutivo-atencionales que promueve efectos más duraderos sobre la movilidad y el equilibrio en tareas duales en pacientes con EP de subtipo PIGD.

Finalmente, un estudio de metaanálisis realizado por Van Caenegem et al., 2024 que buscó examinar las redes neuronales activadas durante diferentes modalidades de imaginería (visual, auditiva y motora), ha demostrado que se activan de manera consistente redes neuronales que incluyen áreas como la corteza premotora y el lóbulo parietal. En contraste con la imaginería visual, la IM muestra activación más fuerte en regiones premotoras, putamen bilateral y reclutamiento de la corteza prefrontal dorsolateral (DLPFC), especializada en el control cognitivo y las funciones ejecutivas.

Además, el cerebelo y los núcleos basales también desempeñan roles cruciales, especialmente en la predicción sensoriomotora y el aprendizaje basado en errores. Estos hallazgos sugieren que la imaginería tiende a reclutar áreas asociativas de orden superior, en lugar de áreas sensoriomotoras primarias. Por ejemplo, se ha observado que durante la IM, hay poca o ninguna activación en M1 (Van Caenegem et al., 2024).

La relación entre la IM y la memoria de trabajo sugiere que la DLPFC y el cerebelo, en sus roles motores y cognitivos, son fundamentales para el proceso de simulación de movimientos, alineándose con teorías contemporáneas que consideran la existencia de una "memoria de trabajo motora" (Van Caenegem et al., 2024).

Antecedentes

El equilibrio en posición erguida depende de mecanismos activos como la contracción muscular voluntaria y los reflejos posturales, y mecanismos pasivos, que incluyen la estructura ósea, los ligamentos y la resistencia articular. Ambos se ven alterados por el envejecimiento, lo que genera en los adultos mayores una respuesta compensatoria caracterizada por una mayor co-contracción muscular. Aunque esta respuesta puede incrementar la rigidez articular y, en teoría, mejorar la estabilidad, también puede limitar la ejecución de movimientos rápidos, reduciendo así la eficiencia del control postural (Cenciarini et al., 2010). En un estudio español con 30 adultos sanos, se evaluó el control postural mediante posturografía en condiciones de tensión muscular, relajación y estado basal. Los resultados mostraron que la tensión muscular incrementó significativamente la energía necesaria para mantener la postura de pie en 15 de 16 parámetros medidos ($p < .003$), lo que sugiere que la tensión excesiva puede comprometer la estabilidad, por lo que, en su lugar, la relajación muscular podría ser un mecanismo más eficiente para mejorarla (Tassani et al., 2019). Complementariamente, un estudio realizado en China con 21 adultos que sufrían dolor crónico de cuello, se encontró que el uso de un sistema de biorretroalimentación postural redujo significativamente la flexión cervical ($p < .001$), el ángulo cervical superior ($p < .001$) y el ángulo torácico inferior ($p = .011$). Además, la actividad del músculo erector de la columna cervical disminuyó en un 24.9 % en el lado derecho (IC del 95 %

= 8.4 %–41.5 %; $p = .005$) y un 24.6 % en el lado izquierdo (IC del 95 % = 7.7 %–41.5 %; $p = .007$), mejorando tanto la alineación postural como la percepción de dolor durante tareas de mecanografía prolongadas (Kuo et al., 2019). Estos hallazgos respaldan el uso de estrategias basadas en la relajación muscular y la biorretroalimentación como marcadores objetivos y efectivos de mejora postural en adultos mayores.

Como se mencionó anteriormente, el subtipo PIGD se asocia con un mayor riesgo de DC y desarrollo de demencia, frente al subtipo TD (Skidmore et al., 2022). Dicha relación se profundiza en el estudio multicéntrico internacional realizado por Urso et al. (2022), en el que buscó evaluar la relación entre la clasificación PIGD de la EP y la predicción de DCL de novo.

Se evaluaron un total de 422 pacientes con EP en fase temprana que se asignaron en dos grupos de acuerdo con su estado cognitivo, un grupo control con cognición normal y un grupo experimental con alteración cognitiva; se evaluó su desempeño cognitivo a partir de diferentes instrumentos, así como su estado motor mediante el estadio de Hoehn y Yahr y la escala UPDRS a lo largo de 6 años, y se encontró que el desarrollo de DCL no se asoció al subtipo PIGD de la enfermedad, sino a la inestabilidad postural (Log-Rank 9,607, $p = 0,002$), analizado dentro del modelo univariado (HR = 2,510; IC95%: 1,356-4,646; $p = 0,003$) y multivariado (HR = 2,045; IC95%: 1,068-3,918; $p = 0,031$), probando ser un predictor de DCL e indicador de riesgo desde fases tempranas de la EP, por lo que se considera un factor importante en la evaluación y predicción de DCL o demencia en pacientes con EP (Urso et al., 2022).

No obstante, el estudio muestra limitaciones como la falta de identificación de variables que pueden influir en el desempeño cognitivo, ya que no fueron consideradas las comorbilidades

médicas, se omitió el efecto de los años de escolaridad y se generó una discrepancia entre la distribución de la muestra en cada grupo.

Pieruccini-Faria et al. (2021) realizaron un estudio de cohorte en Canadá con 500 participantes diagnosticados con diversas enfermedades neurodegenerativas, entre ellas la EP, en el que evaluaron 11 distintos parámetros de la marcha, dentro de los cuales seleccionaron el ritmo, variabilidad y control postural para ver cómo estos se relacionaban con el puntaje del Montreal Cognitive Assessment (MoCA) obtenido por los pacientes. Encontraron diferencias significativas para el control postural ($F_{8,491} = 5,36$, $P < .0001$; $Eta^2 = .08$) y variabilidad de la marcha ($F_{8,491} = 8,50$, $P < .0001$; $Eta^2 = .12$), por lo que concluyen que un deterioro en el desempeño motor del paciente se asocia con un puntaje menor en la prueba MoCA; sin embargo, no se proporciona información detallada sobre los puntajes obtenidos en la prueba cognitiva, siendo una limitación importante del estudio (Chen et al. 2023).

Considerando las inconsistencias de los puntajes del MoCA, se reporta un estudio polaco realizado por Zawadka-Kunikowska et al. (2022) en el que evalúan la función cognitiva con el “Mini Mental State Examination” (MMSE) y su relación con el control postural en pacientes con EP en etapas tempranas (HY I y II) y avanzadas (HY III y IV) de la enfermedad en un total de 40 sujetos sin ninguna condición médica neurológica, 38 pacientes con EP en fase temprana y 24 en fase avanzada. Estos autores concluyen que si bien existe una diferencia significativa en el desempeño cognitivo en etapas tempranas y avanzadas de la enfermedad en comparación con los pacientes control, únicamente en fases avanzadas de la enfermedad se observó una diferencia significativa en la postura ($p = 0,034$) en conjunto con una correlación negativa entre el MMSE y algunos parámetros del control postural, que fueron la longitud total media (L) ($R = -0,44$, $p =$

0,031), velocidad media de balanceo (V) ($R = -0,44$; $p = 0,03$), desviación estándar de la de la velocidad de balanceo (SD V) ($p = 0,045$), longitud anteroposterior del establograma ($R = -0,5$; $p = 0,011$), velocidad de balanceo anteroposterior ($p = 0,015$) y la desviación estándar de la longitud anteroposterior del establograma ($p = 0,018$), concluyendo que el DC en la EP avanzada se asocia con una mayor inestabilidad postural, específicamente la postura vertical, lo cual puede aumentar el riesgo de caídas, ocasiona más y más rápidos ajustes para mantenerse en pie, reflejando una pérdida de la automatización del equilibrio que ocasiona un control voluntario de la postura y reduce los recursos cognitivos enfocados en otras actividades, repercutiendo en el desempeño de las mismas, únicamente en fases avanzadas de la EP.

Lo anterior implica una inconsistencia con lo reportado por artículos anteriores en los que se reporta una temprana relación entre la postura y el deterioro cognitivo; por otra parte, algunos estudios reportan que la relación se presenta únicamente en fases tardías. Además, resulta importante destacar que los instrumentos neuropsicológicos utilizados en los estudios son una prueba de tamizaje a partir de las cuales se realizan conclusiones del desempeño cognitivo general, lo cual puede representar un sesgo en relación con los objetivos de dicha prueba, ya que su propósito radica en indicar una sospecha de alteración, más no una descripción del desempeño cognitivo con suficiente validez y confiabilidad.

Respecto al control postural, referido como la habilidad de mantener el cuerpo en una posición espacial, estabilidad y orientación, implica necesariamente la interacción de diversos sistemas como el somatosensorial y vestibular (Horak, 2006 en Li et al., 2023). De igual manera, diversos estudios afirman que existen requisitos atencionales significativos para el control

postural, los cuales varían según la tarea postural, la edad del individuo y sus habilidades de equilibrio (Woollacott y Shumway-Cook, 2002).

En la EP hay una oscilación del eje de gravedad en dirección medial y lateral, comprometiendo así el control postural e incrementando en riesgo de caída (Gray y Hildebrand citado en Li et al., 2023). La regulación automática del control postural en pacientes con Parkinson está significativamente reducida, lo que los obliga a depender de un control más consciente. Este cambio en el tipo de control afecta la regularidad y predictibilidad de los movimientos posturales, aumentando la complejidad del manejo de la postura erguida. La relación entre el control postural en dirección vertical y la función cognitiva resalta aún más la interdependencia entre el equilibrio y los procesos cognitivos, especialmente en el contexto de la EP (Pantall et al., 2018); por tanto, a medida que se pierde la automatización de un acto motor, se compromete el desempeño cognitivo, lo cual supondría que mediante la automatización de un acto motor se observaría una mejora cognitiva; sin embargo, existe una falta de evidencia.

Si bien la relación entre postura y cognición ha sido un área explorada en los últimos años, los estudios coinciden en su mayoría que existe una relación entre desempeño cognitivo y postura en EP; en donde se ha demostrado que una disminución de la activación de estructuras subcorticales como el cerebelo es responsable de pérdida de coordinación entre procesos motores y cognitivos, generando una desintegración de los mismos con un perfil disejecutivo (He et al., 2025); no obstante, los estudios suelen concentrarse en una relación entre el empeoramiento de la postura y el deterioro cognitivo, indicando que existe una falta de evidencia en cuanto a la relación de una mejora en la postura y el desempeño cognitivo. Es por lo anterior que, para fines del estudio se buscará plantear una relación entre desempeño cognitivo y mejora en la postura, lo

cual es posible desde el paradigma de la CC en la que se tiene en consideración una representación del cuerpo en el cerebro que impacta tanto a los síntomas motores como no motores de la enfermedad, por la relación de circuitos sensoriomotores y redes cognitivas además del amplio sustrato neurobiológico relacionado en ambos procesos.

Esto es posible mediante la IM, la cual a través de una revisión sistemática se reconoce su potencial para la mejora de los síntomas motores de la EP, entre ellos la inestabilidad postural, con una reducción de la severidad de los síntomas; sin embargo, existe inconsistencia en la información, así como una falta de evidencia que respalde las características de la intervención que se deben cumplir y que validen su eficacia en la práctica clínica (Cuomo et al., 2022).

Otro estudio demuestra que, tras un entrenamiento en IM enfocado en las actividades de la vida diaria, se puede lograr una mejora de estos pacientes en su percepción cognitiva subjetiva y desempeño en la imaginación a corto plazo, los cuales reportan mejoras en las habilidades de planificación y organización, preparación de tareas, autorregulación y conciencia en la vida diaria; a pesar de no observar efecto en pruebas estandarizadas (Cherry et al., 2025). Cabe aclarar que los autores señalan que es posible que estos programas puedan no ser adecuados en pacientes con EP y DC, particularmente con aquellos que padezcan déficits de memoria significativos.

Por otro lado, el uso de la memoria audioverbal como indicador cognitivo correspondiente a la variable dependiente se fundamenta en parte por el estudio surcoreano de Byeon et al. en el 2017, que buscó realizar un modelo predictivo certero a partir de la comparación de técnicas de machine learning que se cotejaron con el uso de una regresión logística y un modelo por el sistema de clasificación bayesiano ingenuo, con el fin de poder

establecer aquel modelo que tuviera un mayor valor predictivo para el diagnóstico de demencia asociada a la EP durante etapas tempranas de la enfermedad, evaluando la memoria verbal, la memoria visoespacial, inhibición, flexibilidad cognitiva, atención alternante y el funcionamiento ejecutivo con diferentes instrumentos neuropsicológicos.

Se reclutó a 26 participantes con demencia asociada a la EP y 35 sujetos controles sanos, identificando que el modelo de predicción más eficiente fue el el modelo del algoritmo de bosque aleatorio, obteniendo un porcentaje de varianza explicado del 76.1% frente al del modelo bayesiano y de regresión logística con un porcentaje de 71.5% y 66.8%, respectivamente; dónde en el primer modelo se encontró que los dominios que tenían valor predictivo fueron la memoria audioverbal (evaluada mediante lista de palabras), la inhibición, flexibilidad cognitiva, fluidez verbal (semántica y fonológica) y la atención alternante (Byeon et al., 2017).

Otro estudio brasileño realizado por Fornari et al. (2021) evaluó la relación entre alteraciones cognitivas y la disponibilidad del transportador activo de dopamina (DAT) en pacientes con EP sin demencia, con el fin de explorar el papel del sistema nigroestriatal en dominios cognitivos como la memoria verbal y las funciones ejecutivas. Se aplicaron pruebas neuropsicológicas (RAVLT, TMT A y B, fluencias verbal y semántica, FAB, MMSE y MoCA) a 54 sujetos, encontrándose que puntuaciones más bajas en el recuerdo inmediato del RAVLT se asociaron significativamente con menor densidad de DAT en el estriado menos afectado ($r = 0.382$, $p = 0.009$), el caudado menos afectado ($r = 0.463$, $p = 0.001$) y el caudado más afectado ($r = 0.384$, $p = 0.008$). Asimismo, un peor desempeño en el recuerdo a corto plazo también se relacionó con menor disponibilidad de DAT en el caudado menos afectado ($r = 0.406$, $p = 0.006$) y el caudado más afectado ($r = 0.411$, $p = 0.005$). Tras aplicar regresión lineal múltiple

controlando su edad, educación y duración de la enfermedad, se confirmó que las puntuaciones más bajas en el recuerdo inmediato del RAVLT se asociaron con menor captación de DAT en el estriado menos afectado ($\beta = 14.42$, $p = 0.01$) y el caudado más afectado ($\beta = 10.75$, $p = 0.01$); mientras que el recuerdo a corto plazo también mostró asociación significativa con menor captación en el caudado más afectado ($\beta = 3.08$, $p = 0.01$). Es decir, la disfunción dopaminérgica subcortical, incluso en regiones menos deterioradas, se relaciona directamente con déficits mnésicos tempranos en la EP. La relación entre menor disponibilidad dopaminérgica en regiones estriatales y un peor desempeño cognitivo sugiere que, desde etapas tempranas de la EP, el deterioro de circuitos frontoestriados podría impactar en procesos motores y cognitivos.

Añadiendo otro estudio que identifica los cambios cognitivos prodrómicos en la EP argumenta que, si bien la memoria es el segundo dominio cognitivo afectado después del funcionamiento ejecutivo, suelen ser altamente discapacitantes (Fengler et al., 2017).

Finalmente, otro argumento sobre el uso de la memoria se encuentra en un estudio noruego realizado por Pedersen et al. (2013), el cual evaluó a 182 pacientes con EP al inicio, al año y al tercer año del monitoreo y se demostró que los dos dominios evaluados clínicamente significativos para el paso del DCL a la demencia fueron la medida de atención mediante la prueba “stroop-color” ($p = 0.01$), así como la memoria verbal, tanto el recuerdo inmediato ($p = 0.02$) como el diferido evaluado mediante una lista de palabras ($p = 0.04$).

Por lo anterior, se realizó el presente estudio en el que se evaluaron ambas condiciones motoras y no motoras de la enfermedad para determinar si existe un beneficio en el uso de la técnica de IM como estrategia de intervención para ambos grupos de síntomas.

Justificación

Social

Magnitud

Como se mencionó anteriormente, en México se ha identificado un aumento en la incidencia de la EP en población mexicana, con un total de 28,457 nuevos casos reportados entre 2014 y 2017 (Rodríguez et al., 2019). Estas cifras resaltan la importancia de abordar de manera efectiva la EP como un problema de salud pública de magnitud creciente.

Trascendencia

La EP tiene un impacto cada vez mayor en la calidad de vida y la esperanza de vida de las personas que la padecen; pues, según datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2019, se estima que alrededor de 5.8 millones de personas con EP experimentaron ajustes de años de vida por discapacidad, lo que representa un preocupante aumento del 81% desde el año 2000 (Organización Mundial de la Salud [OMS], 2023)

Entre las manifestaciones no motoras predominantes de la EP se encuentra el DC, que se considera una de las consecuencias más incapacitantes desde etapas tempranas de la enfermedad. El DC es seis veces más común en pacientes con EP que en individuos de la misma edad sin ningún diagnóstico médico similar, incrementando el riesgo de desarrollar demencia de 2.5 a 6 veces (Aarsland et al., 2021). Este DC también impacta negativamente en la esperanza de vida, reduciéndola alrededor de un 80%, y afectando significativamente su desempeño en actividades de la vida diaria y calidad de vida del paciente y sus familiares (Aarsland et al., 2021).

Es crucial destacar que, a pesar de su importancia, el conocimiento y la atención hacia el DC en la EP, siguen siendo notablemente inferiores en comparación con las manifestaciones motoras. La literatura ha comenzado a reportar con mayor frecuencia las dificultades cognitivas asociadas con la EP; sin embargo, el tratamiento y la comprensión de estas siguen siendo áreas que requieren un desarrollo significativo (Aarsland et al., 2021).

La detección temprana de DCL se ha demostrado como una herramienta crucial para postergar la evolución a demencia o incluso mantener una estabilidad en el desempeño cognitivo del paciente (Fang et al., 2020). Es de suma importancia prestar especial atención a la identificación y manejo temprano de estas manifestaciones a través de indicadores bien definidos y considerar que la EP no es simplemente una enfermedad motora, sino que implica una compleja interacción de síntomas motores y no motores, que requiere una aproximación integral para mejorar la calidad de vida de quienes la padecen (Candel-Parra et al., 2021).

Dicha interacción constituye un posible eje de intervención dentro de los tratamientos no farmacológicos, los cuales suelen quedar relegados frente al abordaje farmacológico como primera línea en la Enfermedad de Parkinson. No obstante, incluso bajo condiciones óptimas de medicación, las personas con EP mantienen una reducción aproximada del 25% en su movilidad respecto de adultos sanos de la misma edad (Bouça-Machado et al., 2018).

Lo expuesto destaca la importancia de estudiar estrategias no farmacológicas sobre las que el conocimiento o promoción en el área de la salud es limitado; no obstante, se debe destacar que han demostrado poder favorecer la calidad de vida del paciente y beneficiar los síntomas motores y no motores de la EP e incluso reducir la dosis de medicamento necesaria, lo cual disminuye la probabilidad de efectos secundarios (entre ellos la disminución del riesgo de

caídas); además de aumento de la vida media de eficacia del medicamento y el enlentecimiento del deterioro por la enfermedad (Institute for Quality and Efficiency in Health Care, 2023).

Teórica

La discusión actual en el ámbito científico sobre el posible impacto en el desempeño cognitivo a partir de la intervención en el control postural representa un campo de investigación.

Estudios recientes, como el llevado a cabo por Awad et al. (2021), han sugerido la existencia de una CC, evidenciando que la manipulación postural, tanto explícita como implícita, puede tener efectos positivos en estados de ánimo y capacidades cognitivas.

El paradigma de la CC sostiene que el aprendizaje y la cognición no se limitan al cerebro, sino que involucran activamente todo el cuerpo en los procesos cognitivos, como argumentan Moyosore et al. (2022). Esta perspectiva desafía la noción tradicional de que la cognición está sometida exclusivamente al cerebro, destacando la importancia de la interacción entre mente, cuerpo y entorno en la formación de la experiencia cognitiva (Wilson & Golonka, 2013).

Dentro de la neurociencia cognitiva, ha predominado el modelo de “percepción-cognición-acción”, el cual ha guiado el diseño de instrumentos y la interpretación de los resultados en condiciones patológicas del sistema nervioso central; no obstante, la CC argumenta que los sistemas cerebrales subyacentes a la percepción y la acción se integran con la cognición en vías bidireccionales, denotando el papel modulador que tenga la acción en la cognición y la percepción (Cardona, 2017).

Este paradigma dentro de la neuropsicología se basa en el impacto del sistema motor sobre los diferentes procesos cognitivos en las personas (Maggio et al., 2022). La revisión de

Maggio et al. (2022) identifica la presencia de “procesos cognitivos corporizados” dentro de la EP influenciados por el sistema perceptivo y motor.

En el contexto de la EP se ha identificado que existen diferencias significativas entre el desempeño de la marcha entre pacientes con demencia, DCL y sujetos con desempeño cognitivo normal y esperado para su edad, lo que sugiere la importancia del control motor como un marcador potencial de deterioro cognitivo (Muurling et al., 2020). Con base en lo anterior, es necesario profundizar en la comprensión de los mecanismos neuropsicológicos y fisiológicos para la comprensión de cómo los estados motores influyen sobre los cognitivos y viceversa.

Metodológica

Existe un tipo particular de estudios llamados mecanicistas, los cuales buscan realizar un diseño experimental que realice una intervención en sujetos sanos o pacientes para tener como fin último el comprender la biología humana en la salud y la enfermedad (McAllister & Veighey, 2012). Debido a que estos estudios buscan pasar los hallazgos de la preclínica a entornos humanos, se tomó en cuenta este tipo de diseño para comprender los mecanismos neurobiológicos y neuropsicológicos en dichos pacientes con EP tras la modificación de su postura con la técnica de IM; el cual se apegó a todas las recomendaciones metodológicas y éticas mencionadas en el artículo de McAllister y Veighey en el 2012.

El presente estudio adoptó un enfoque experimental de tres frases, que permitirá medir una variable de interés antes y después de una intervención en los mismos participantes. Este diseño facilitará la evaluación de cambios significativos en el desempeño cognitivo de los pacientes con EP tras un ajuste postural mediante la técnica de IM.

Es importante abordar las críticas respecto al rigor metodológico de estudios citados anteriormente, que cuestionan la atribución directa de los resultados a la intervención y los comparan con estudios observacionales debido a que no se tiene control de las variables que pueden interferir al momento de la intervención en los resultados, complicando la atribución de los resultados a la misma (Aggarwal & Ranganathan, 2019), por lo que los resultados y el alcance de los mismos se especificará en congruencia con los objetivos del estudio.

Para delimitar adecuadamente el alcance del estudio, se enfocó en el desempeño mnésico de los participantes. Mismo que fue evaluado mediante una prueba específica que contaba con las propiedades psicométricas correspondientes (confiabilidad test-retest de 0.74 en conjunto con una adecuada validez de constructo, concurrente y discriminante), la cual es además pertinente para el objetivo de la investigación. Al evaluar una variable cognitiva específica, se obtuvieron resultados más precisos y relevantes para comprender el impacto de la EP en la función mnésica.

En cuanto a la intervención, se utilizó la técnica de IM, la cual busca modificar la postura pacientes con EP, que ha demostrado ser capaz de reducir la fluctuación motora en pacientes con dicha enfermedad, pues dentro de un estudio se evaluó la eficacia de una sesión de entrenamiento mental de imágenes motoras en la memorización de nuevas habilidades motoras adquiridas mediante la práctica física en adultos de muy edad avanzada, en el cual se demostró que incluso una sesión corta de 20 minutos de entrenamiento con IM ocasionó una mejora en el rendimiento y favoreció el proceso de memoria motora (Hilt et al., 2023)

La intervención postural se justifica mediante un amplio sustrato neurobiológico involucrado, estudios de resonancia magnética funcional y tomografía por emisión de positrones revelaron que los pacientes con EP tienen una actividad alterada de áreas sensoriomotoras y

neuronas espejo durante la imaginación de la tarea de caminar, que según evidencia puede verse mejorada a través de la práctica, utilizando señales externas, entrenamiento AOT o IM, no obstante se necesitan de estudios adicionales para confirmar el curso de la evidencia. (Sarasso et al., 2023). La cual se complementan con autores como Cacciola et al., 2016 quienes han realizado estudios de imagen como tensor de difusión y tractografía en humanos, en donde se resaltan conexiones entre cerebelo y ganglios basales que puede implicar una ruta directa denominada cerebelo-palidal y cerebelo-nigral, que tienen una latencia corta de interacción lo que permite un efecto inmediato de la técnica de IM, justificando su uso como técnica de modificación postural para este estudio.

En cuanto a las limitaciones metodológicas encontradas a partir de la revisión bibliográfica realizada, se ha observado que en diversos estudios previos que evalúan el desempeño cognitivo en pacientes con EP no se han considerado covariables importantes como la escolaridad, la edad y estado cognitivo determinado mediante la evaluación pertinente en el diseño del estudio. Estas variables están estrechamente relacionadas y pueden impactar significativamente en la variable de interés. Por lo tanto, para garantizar un mejor control de la variable y mejorar la validez de los datos obtenidos en el presente estudio, se incluyeron la escolaridad y la edad, las cuales se ajustaron de acuerdo con una evaluación neuropsicológica completa previamente realizada.

Para reducir las limitaciones y garantizar una evaluación precisa de la intervención y los cambios en la postura, se utilizó la técnica de electromiografía superficial, la cual proporciona un registro objetivo de la intervención y los cambios posturales posteriores a ésta, incrementando la

validez de los resultados (Kuo et al., 2019) y se adoptará una postura neutral que será igual en todos los pacientes durante la ejecución de la tarea de la lista de palabras.

La inclusión de estas consideraciones metodológicas se realizó para abordar las limitaciones identificadas en la literatura previa, mejorar la calidad de los datos obtenidos y obtener resultados más rigurosos y significativos en el estudio del desempeño cognitivo mnésico en pacientes con EP.

Pragmática

La relación entre postura y desempeño cognitivo ha sido ampliamente descrita, reconociendo en la actualidad que un empeoramiento en la postura se asocia con un DC en la EP (Pieruccini-Faria et al., 2021); no obstante, el conocimiento en cuanto al impacto de una mejora en la postura es limitado, siendo necesario atender dicha laguna de conocimiento, lo cual podría ser un foco de especial importancia para la búsqueda de potenciales de estrategias terapéuticas para atender síntomas motores y no motores de la EP, así como estrategias para aumentar el tiempo de vida del tratamiento farmacológico.

Los métodos tradicionales y más utilizados en el tratamiento para la EP como el farmacológico muestran limitaciones debido a que no es capaz de actuar en mecanismos involucrados en el deterioro del paciente como lo es la propiocepción, ante lo cual puede beneficiarse y potenciar su efecto en combinación con las estrategias de tratamiento no farmacológicas como la rehabilitación, ejercicio físico y técnicas de fácil acceso, viables como la IM que ha demostrado tener un fuerte y claro impacto en el funcionamiento de las personas con EP en relación con la marcha, estabilidad postural y dolor a través de la activación continua de

las áreas cerebrales involucrados en la realización de movimiento como lo son la corteza motora primaria, premotora (área motora suplementaria) que facilita el proceso de aprendizaje y plasticidad cerebral que mejora el desempeño motor en los pacientes con EP (Kashif et al., 2022); no obstante no se reporta su impacto sobre el desempeño cognitivo.

Todo lo anterior implicó que en el presente estudio se resaltó la importancia de aportar en el conocimiento sobre la eficacia de la modificación del control postural en el desempeño mnésico de los pacientes con esta enfermedad mediante un estudio que evalúe el desempeño en tareas de memoria tras una técnica de modificación postural atendiendo a las limitaciones reportadas en los estudios anteriores; en última instancia buscando que, con base en los resultados es posible generar o adaptar intervenciones prácticas y simples que mejoren su calidad de vida; así como la futura implementación de programas de prevención primaria y terciaria.

A partir de los resultados de la investigación, en caso de obtener diferencias significativas, se buscará promover la generación de mayor conocimiento a través de estudios que repliquen el diseño para poder confirmar el impacto de los procesos motores en los cognitivos y así, generar modelos de neurorehabilitación integrales que mejoren la calidad de vida de los pacientes con la EP.

Planteamiento del problema

La EP se caracteriza por diversas manifestaciones clínicas que suelen clasificarse en dos grandes grupos: síntomas motores y no motores. Los primeros, históricamente los más estudiados, comprenden la tríada cardinal de bradicinesia, rigidez y temblor en reposo (Gupta y Shukla, 2021). Sin embargo, también se presentan múltiples síntomas no motores relacionados

con el comportamiento, estado de ánimo, cognición, sueño, funciones autonómicas y sensoriales, que pueden aparecer en cualquier fase de la enfermedad e incluso preceder a las manifestaciones motoras. A pesar de su elevada prevalencia e impacto en la calidad de vida, los síntomas no motores suelen recibir menor atención clínica, lo que dificulta su identificación temprana y retrasa el diagnóstico, comprometiendo el bienestar de los pacientes (Gupta y Shukla, 2021).

Entre los síntomas no motores, el deterioro cognitivo (DC) es el que representa mayor riesgo para el bienestar del paciente y sus familiares, debido a su correlación con el avance hacia la demencia cuando no es identificado oportunamente (Weil et al., 2018). Uno de los principales desafíos actuales radica en que los síntomas motores y no motores suelen considerarse como entidades independientes, lo cual complica la comprensión integral de la enfermedad y limita la efectividad del abordaje terapéutico. La literatura refleja inconsistencias acerca de la dependencia o independencia entre ambos grupos de síntomas. Por ejemplo, Trost et al. (2019) propusieron la existencia de dos patrones de activación cerebral independientes —uno motor y otro cognitivo—, indicando que el primero precede al segundo y no se relaciona con su severidad.

No obstante, esta conclusión puede ser limitada si se considera que el patrón cognitivo reportado en dicho estudio se obtuvo a partir de pacientes relativamente jóvenes (media de 58 años), sin demencia, y que mostraron una sobreactivación del vermis y del núcleo dentado del cerebelo. Estos hallazgos sugieren la presencia de mecanismos compensatorios en una estructura clave para la integración de procesos motores y cognitivos. En ese sentido, interpretar la falta de asociación entre la severidad motora y cognitiva como evidencia de independencia funcional puede resultar problemático.

La literatura más reciente indica que, cuando la enfermedad progresa y se alcanza un estadio de demencia o de mayor compromiso motor y cognitivo, podría generar una sobreactivación compensatoria del cerebelo, revelándose la relación entre ambos grupos de síntomas. Esta perspectiva es congruente con la propuesta de Ren et al. del 2025, quienes plantean al cerebelo como un “hub” central que articula circuitos motores, cognitivos y emocionales.

Asimismo, frecuentemente se observa un patrón de hiperactivación frontal ante una hipoactivación y viceversa, como mecanismo compensatorio ante dificultades motrices y disejecutivas propias de la EP, lo que refuerza la interdependencia entre procesos motores y cognitivos (Trost et al., 2019). Por ello, es necesario revisar críticamente las conclusiones de estudios que sostienen la independencia entre ambos dominios, integrando evidencia proveniente de metodologías más robustas, como diseños longitudinales, que permitan comprender mejor la evolución funcional de los sistemas cerebrales afectados. Mantener una visión fragmentada de la EP favorece intervenciones desarticuladas y puede conducir a prácticas como la polifarmacia, incrementando el riesgo de efectos adversos que comprometen la salud integral y la calidad de vida de los pacientes (Nemade et al., 2021).

Si bien no existe un tratamiento curativo para la EP, las intervenciones disponibles presentan limitaciones adicionales, como barreras económicas, deterioro cognitivo severo o compromiso axial avanzado; este último frecuentemente considerado criterio de exclusión para diversos tratamientos, a pesar de ser una de las manifestaciones más incapacitantes. Además, la mayoría de estas intervenciones no consideran la relación entre los síntomas motores y no motores, pese a la evidencia sobre la afectación compartida de estructuras clave como el cerebelo

y la corteza. Por ello, resulta necesario priorizar estrategias terapéuticas que aborden la EP desde la integración de sus síntomas, de manera que la intervención cognitiva y motora no constituyan procesos aislados, sino componentes de un mismo enfoque.

En este contexto, la imaginería motora (IM) emerge como una técnica prometedora. En pacientes con subtipo PIGD, Sarasso et al. (2021) reportaron hipoactivación inicial de la corteza motora y somatosensorial, del área motora suplementaria, de los lóbulos VI, VIII y el área Crus I del cerebelo y de los giros temporales superiores bilaterales. Tras un entrenamiento basado en IM y observación de acciones (AOT), se observó incremento en la actividad del cíngulo anterior, de regiones frontotemporales y de los lóbulos cerebelosos VIII y IX, además de una disminución de la activación en Crus I, acompañado de mejoras en marcha y equilibrio. Sin embargo, dicho estudio no evaluó efectos cognitivos, aun cuando estos podrían inferirse teóricamente bajo el paradigma de la cognición corporizada (CC), dado el rol motor–cognitivo del cerebelo.

El uso de la memoria como indicador cognitivo se fundamenta en múltiples hallazgos. Byeon et al. (2017) reportaron que las alteraciones en la memoria verbal, evaluadas mediante una lista de palabras, presentan una precisión del 66.8% para identificar el progreso hacia demencia, lo que subraya su relevancia clínica. No obstante, este estudio presenta limitaciones, entre ellas la falta de uso de versiones alternas del instrumento para controlar efectos de aprendizaje.

Complementariamente, Pedersen et al. (2013), en un estudio con 182 pacientes, demostraron que los dos únicos predictores significativos de conversión de deterioro cognitivo leve (DCL) a demencia fueron la atención evaluada mediante la prueba Stroop y la memoria verbal, tanto en recuerdo inmediato como diferido.

Finalmente, se ha visto que el recordar no implica sólo acceder a los datos almacenados, sino revivir activamente una experiencia en los mismos sistemas que la codificaron. Siguiendo esta lógica, Marre et al. (2021) demostraron que estrategias corporizadas como la imagería motora en primera persona producen beneficios a corto plazo en el recuerdo audioverbal, sugiriendo un efecto facilitador tanto para la codificación como para la evocación en una sola intervención breve.

En conjunto, la literatura evidencia la necesidad de evaluar simultáneamente las condiciones motoras y no motoras en la EP para determinar el potencial beneficio de la IM como estrategia terapéutica integrada. Para ello, es indispensable considerar las limitaciones metodológicas de los estudios previos —como inconsistencias en la definición temporal del compromiso postural y cognitivo, diferencias en criterios de inclusión, escolaridad, edad, sexo, instrumentos neuropsicológicos y control de efectos de aprendizaje—, con el fin de reducir sesgos y obtener una evaluación más precisa del impacto de la IM sobre la postura y el desempeño cognitivo en pacientes con EP.

Es por lo anterior que se propuso como pregunta de investigación del presente estudio: “¿Existen diferencias significativas en el desempeño mnésico auditivo-verbal y en el control postural de pacientes con EP en etapas III de Hoehn y Yahr, a partir de la modificación postural mediante la técnica de Imagería Motora?”.

Objetivos

General

El objetivo del presente estudio es describir los efectos fisiológicos y neuropsicológicos asociados al cambio en el control postural y la memoria audio-verbal, a partir de la intervención con IM en pacientes con EP en etapa III de Hoehn y Yahr.

Específicos

Validar la maniobra de intervención mediante expertos con el fin de corroborar su validez de contenido para su estandarización.

Diseñar y ejecutar un estudio de prueba de concepto con un paciente real para evaluar los cambios en la postura y el desempeño cognitivo después de una sesión de IM.

Reconocer, a partir de la medición electromiográfica en sujetos sanos, un biomarcador sensible a la intervención, así como una adecuada interpretación de la tensión-distensión muscular asociada al cambio en la postura.

Describir los efectos de la maniobra de intervención sobre el desempeño mnésico auditivo-verbal y en el control postural de sujetos con EP, buscando poner a prueba su validez conceptual.

Hipótesis

H_1 = Las personas con EP en etapas III de Hoehn y Yahr, recordarán un mayor número de palabras en una tarea de memoria auditivo-verbal, después de ser sometidas a una corrección postural mediante la técnica de Imaginería Motora.

H_2 = Las personas con EP en etapa III de Hoehn y Yahr presentarán una disminución en los biomarcadores de tensión muscular medidos por electromiografía superficial asociados con la corrección postural mediante la técnica de Imaginería Motora.

Definición de Variables

Variable	Definición		Nivel de medición y valores que asume	Instrumento
	Conceptual	Operacional		
VI - IM para la modificación del control postural.	La IM es un estado mental dinámico durante el cual la representación de un movimiento motor determinado se ensaya en la memoria de trabajo sin una salida motora manifiesta (Decety, 1996).	Registro de las señales electrofisiológicas de la actividad muscular a partir de la electromiografía superficial en un rango activo de 20 a 500 Hz y señales electromiográficas de hasta 1600 microvoltios (μV). (Thought Technology Ltd., 2003). En la que, a mayor tensión muscular, peor estabilidad postural.	Escalar (0.00 a 1600.00 μV)	Registro electromiográfico del sistema Procomp Infiniti de la empresa Thought Techonology.
VD-	Número máximo de elementos que pueden recordar de	Número de palabras,	Escalar	Hopkins Verbal Learning Test

Variable	Definición		Nivel de medición y valores que asume	Instrumento
	Conceptual	Operacional		
Desempeño mnésico auditivo-verbal corto y largo plazo	manera inmediata para el proceso de codificación y después de 15/20 minutos de una lista de palabras para el proceso de evocación de la memoria. (Lezak et al., 2004 citado en Quiñones y Restrepo, 2023).	porcentaje de retención de palabras en la prueba HVLT-R y percentil (Arango-Lasprilla et al., 2015).	(0 a 12 elementos por ensayo)	Revised (HVLT-R)

Método

Diseño de estudio

Esta investigación tuvo un diseño descriptivo y mecanicista que buscó como objetivo describir los posibles efectos de la intervención breve con IM sobre el control postural y la memoria audioverbal de individuos diagnosticados con EP. Para ello, se llevaron a cabo 3 estudios interdependientes que permitieron desarrollar la adecuada validez de la maniobra, tener una claridad conceptual sobre la medición e interpretación de los cambios en la postura, y finalmente, poner a prueba la intervención sobre sujetos con alteración física y cognitiva.

El primer estudio buscó realizar la validación de la maniobra mediante el jueceo de 4 expertos en una primera fase y 6 en la segunda, para evaluar la pertinencia, claridad y aplicabilidad de la intervención, la evaluación se basó en los indicadores para una buena aplicación reportados por Mezzarobba et al., 2024.

El segundo estudio se dividió en dos fases; por un lado, en la aplicación de prueba de concepto con un paciente con EP para identificar limitaciones con el protocolo de intervención, específicamente en cuanto a la medición EMG que pudieran corregirse. Posteriormente, una vez identificadas las limitaciones en el EMG se llevó a cabo un estudio no experimental transversal con una muestra de nueve adultos sanos con el objetivo de identificar un biomarcador sensible de la actividad muscular en tres momentos diferentes: con la postura encorvada, postura erguida antes de escuchar la maniobra de intervención y postura erguida después de haber escuchado la maniobra, medido mediante EMG superficial.

Finalmente, el tercer estudio buscó describir los efectos motores y cognitivos de la intervención de IM sobre un paciente con EP, después del ajuste de la maniobra y el EMG.

Participantes

La presente investigación se llevó a cabo con la participación de tres grupos distintos, cada uno de ellos seleccionados mediante un muestreo por conveniencia, correspondientes a cada uno de los estudios desarrollados, además de un único participante que se incorporó en el segundo estudio para la prueba de concepto. En el primer estudio participaron expertos en neuropsicología clínica seleccionados por criterios específicos de formación y experiencia. En el segundo, se reclutó una muestra intencionada de adultos sanos con el objetivo de explorar la viabilidad fisiológica de la intervención y se probó la maniobra en un sujeto con EP. Finalmente, en el tercer estudio se trabajó con un paciente diagnosticado con EP, seleccionado conforme a criterios clínicos y funcionales previamente establecidos. A continuación, se detallan las características y criterios de inclusión y exclusión de cada grupo.

Criterios de inclusión primer estudio

- Contar con una licenciatura en ciencias de la salud.
- Estudios de posgrado (mínimo nivel maestría) en neuropsicología.
- Experiencia clínica en evaluación e intervención neuropsicológica en pacientes con EP.
- Participación en protocolos de investigación clínica.
- Experiencia previa en el uso terapéutico de técnicas de imaginación o mindfulness.

Criterios de inclusión del segundo estudio en la fase de ajuste sobre el EMG

- Edad mayor a 18 años.
- Interés voluntario en participar en el estudio.
- Ausencia de diagnósticos neurológicos y/o neuropsiquiátricos.

Criterios de inclusión del segundo estudio en fase de prueba de concepto y del tercer estudio

Cabe resaltar que los criterios presentados a continuación fueron utilizados tanto para seleccionar al participante de la prueba de concepto, como para aquellos participantes del tercer estudio.

- Edad mayor a 18 años.
- Diagnóstico de EP por un neurólogo y confirmado según los criterios de la MDS y el Banco de Cerebros de Reino Unido.
- Etapa III de Hoehn y Yahr corroborada por un neurólogo certificado.
- Pacientes con EP del subtipo PIGD diagnosticado, ya sea con DCL o presentando cognición normal.
- Firma de consentimiento informado y aviso de privacidad por parte del participante.

- Recibir tratamiento farmacológico actual en condiciones adecuadas de adherencia.
- Encontrarse en estado ON durante la fase de evaluación.
- Ausencia de indicadores de afectación en las habilidades cotidianas mediante escalas de competencia en la vida diaria.

Criterios de exclusión

- Diagnóstico de demencia debido a que interfiere en la funcionalidad de la vida diaria.
- Diagnóstico de depresión o ansiedad corroborada a partir de escalas clínicas.
- Subtipo de la enfermedad TD.
- Establecimiento de sintomatología psiquiátrica grave a partir del uso de diferentes pruebas estandarizadas.
- Presencia de temblor activo en cabeza.
- Establecimiento de déficits significativos dentro del dominio de atención sostenida a partir de los resultados de la evaluación neuropsicológica.

Criterios de suspensión

- El paciente podrá decidir abandonar el estudio cuando así lo desee.
- Presencia de dolor físico ante técnicas de imaginería.
- Altos niveles de ansiedad o estrés ante la evaluación que interfieran con el bienestar integral del paciente.
- No completar el protocolo de investigación en su totalidad.

Procedimiento

En primer lugar, se especifica que el presente proyecto fue sometido a un comité de ética e investigación dentro de una universidad privada, con el fin de garantizar los adecuados estándares de calidad científica y ética profesional. Para ello se realizó un anteproyecto que fue dictaminado y aprobado con el número CIE-EPUP-2024-6, lo cual permitió su puesta en práctica con población clínica.

Se evaluó un total de 2 pacientes en estadios III de la escala de Hoehn y Yahr (HY), uno de ellos correspondiente a la prueba de concepto y otro a la implementación final del protocolo de intervención. La evaluación se llevó a cabo en la clínica “NeuroGO” en la Ciudad de México, misma en donde se desarrolló el resto del proyecto.

El presente estudio se realizó en tres frases interdependientes, en la cual la primera consistió en la validación de la maniobra, cuyo objetivo fue establecer la validez de contenido de la intervención mediante jueceo de expertos. Se diseñó una maniobra breve basada en técnicas de IM, la cual fue evaluada por un panel de profesionales que evaluaron la claridad, pertinencia y adecuación clínica de la maniobra mediante un cuestionario estructurado. La información obtenida fue analizada de forma cualitativa y cuantitativa para refinar el diseño de la intervención, asegurando su viabilidad terapéutica mediante el análisis de acuerdo interjueces mediante la W de Kendall.

En la segunda fase se buscó corregir las limitaciones de la implementación inicial del protocolo con un paciente con EP tras una prueba de concepto; con lo cual se llegó a la conclusión de la necesidad de una mejor calibración de la medición electromiográfica, que llevó

a la investigación de la sensibilidad de la maniobra para inducir cambios musculares detectables mediante EMG de superficie. Participaron nueve adultos sanos mayores de 18 años, sin enfermedades neurológicas ni psiquiátricas, con interés en participar voluntariamente.

Los participantes realizaron la maniobra de IM en condiciones controladas mientras se registraba su actividad muscular con EMG. Se analizaron parámetros como la activación muscular del trapecio superior en condiciones de postura encorvada, postura recta y ejecución de IM, con el objetivo de identificar un biomarcador fisiológico confiable que posteriormente pudiera aplicarse a la población con EP.

El tercer estudio implementó la intervención en un paciente con diagnóstico de EP en etapa III según la escala de HyY, subtipo PIGD, con cognición preservada o deterioro cognitivo leve. Para ello se llevó a cabo antes de la intervención, la realización de una evaluación neuropsicológica completa al participante, utilizando la Batería Neuropsicológica de Funciones Ejecutivas y Lóbulos Frontales (BANFE-3), Neuropsi: Atención y Memoria III, Neuropsi breve, escalas de actividades de la vida diaria para evaluar la funcionalidad del paciente; así como escalas emocionales de ansiedad y depresión para descartar síntomas graves que puedan afectar su desempeño cognitivo. Los resultados se integraron en un informe neuropsicológico que permitió reconocer el estado actual del participante para determinar si era candidato para el estudio, descartando alteraciones en mantenimiento atencional y/o un estadio de demencia.

En la segunda fase del tercer estudio, el participante debió presentarse en condiciones de adecuado descanso y alimentación para la medición de la postura y memoria, tanto en la línea base como la postintervención.

Se implementó el equipo de medición de electromiografía superficial a través del sistema Procomp Infiniti en el participante sentado, en primera instancia basado en el protocolo que propuso Kuo et al. en el año 2019, en el cual utilizó seis pares de electrodos de superficie en los músculos erector de la columna cervical bilateral, el trapecio superior y el erector de la columna torácico, en conjunto con un electrodo de referencia sobre la apófisis del olécranon derecho.

Con base en la revisión de dicho protocolo, se adaptó con base en las características del equipo con el que se contó para el protocolo, la teoría sobre la postura estática y el pilotaje con 9 sujetos sanos, se utilizaron dos canales con un electrodo cada uno dentro del músculo trapecio superior, con una diferencia de entre 6-7 cm por lado tomando como base la línea media (columna vertebral). Se controlaron las condiciones externas que puedan influir en el desempeño del paciente, así como la postura basal del mismo.

Una vez iniciada la evaluación postural en estado basal, se llevó a cabo una tarea de codificación de memoria utilizando la prueba “Hopkin Verbal Learning Test Revised” (HVLT-R), mediante la cual se evaluará el desempeño mnésico auditivo-verbal del paciente, con los parámetros establecidos de calificación (Arango-Lasprilla et al., 2015). Más adelante, durante el tiempo de espera en la evocación se realizaron actividades visuales de baja demanda cognitiva que no interfieran con el procesamiento verbal, como lo es el coloreado de mandalas.

Más adelante, dentro de ese mismo día, se realizó la instrumentación del equipo de electromiografía conforme al protocolo anteriormente mencionado. Se aplicó una técnica de IM (realizada por los investigadores, previamente validada y jueceada por expertos) para buscar manipular la postura del paciente. Posteriormente se realiza la tarea cognitiva de codificación de la lista de palabras alternativa (versión B) de la HVLT-R, con un total de 3 ensayos iniciales.

Tras un intermedio de 20 minutos en el cual se realizarán las mismas actividades visuales que en la medición de línea base (coloreado de mandalas), se procederá a la fase de evocación de memoria y se registrarán los resultados.

Finalmente, la tercera fase del estudio implicó la entrega de resultados neuropsicológicos y psicofisiológicos de la evaluación realizada, se informó sobre la gravedad del padecimiento y refirió a centros en donde podrían recibir atención especializada a un costo accesible. Así mismo, con base en los resultados obtenidos por la electromiografía, se les emitieron recomendaciones a los participantes para mejorar su postura.

Instrumentos

Durante la primera fase de evaluación, se utilizaron los siguientes instrumentos para determinar el estado cognitivo de los participantes a partir de una evaluación neuropsicológica:

Neuropsi Atención y Memoria III (Ostrosky-Solis et al., 2019). Esta prueba permite evaluar los procesos de atención, memoria, lenguaje, habilidades visoespaciales y funciones ejecutivas; además de poder comparar los resultados según la edad y rango de escolaridad en población mexicana. Es una batería neuropsicológica de evaluación con datos normativos de 6 a 85 años de edad y desde 0 a 24 años de escolaridad. Cuenta con un total de 27 tareas, obteniendo un puntaje natural que posteriormente se codifica y grafica, mostrando si existe un desempeño normal alto, normal, alteraciones de leves a moderadas o alteraciones severas en cada tarea. Al hablar de la validez, se realizó un análisis factorial utilizando una matriz de factores rotada en varimax (ortogonal), en la cual se identificaron seis factores que representaron el 63.6% de la varianza total (Ostrosky-Solis et al., 2007).

Neuropsi: Evaluación Neuropsicológica Breve en Español “Neuropsi Breve”

(Ostrosky-Shejet et al., 2021). Es un test de tamizaje que evalúa 10 procesos cognitivos: Orientación, Atención y Concentración, Memoria, Lenguaje, Procesos Visoconstructivos, Funciones Ejecutivas, Lectura, Escritura y Cálculo, para edades de 16 a 85 años, estandarizado para población mexicana que tiene una duración de aplicación de aproximadamente 20 a 25 minutos en población sana y de 35 a 40 minutos en personas con trastornos cognitivos (Ostrosky-Solis et al., 1999).

Este instrumento permite realizar una clasificación general del estado cognitivo del paciente en 4 estadios: desempeño normal, alteraciones leves, alteraciones moderadas y alteraciones severas; aportando datos cualitativos y cuantitativos (Ostrosky-Solis et al., 1999).

El Neuropsi Breve cuenta con una confiabilidad global test-retest de 0.87, confiabilidad entre examinadores de entre 0.89 a 0.95, adecuados valores de validez de discriminación, permitiendo distinguir sujetos normales de pacientes con demencia, accidentes cerebrovasculares, daño en hemisferio cerebral derecho e izquierdo y traumatismo craneoencefálico (Ostrosky-Solis et al., 1999).

Por último, a partir del estudio realizado por González et al. en el año 2018 se ha descubierto que el Neuropsi breve es una herramienta sensible para la detección de DCL y demencia en pacientes con EP en población mexicana.

Índice de Barthel (Mahoney y Barthel, 1965). Utilizado para evaluar la independencia en actividades básicas de la vida diaria, consta de 10 ítems, cada uno calificado en una escala ordinal (0 si es dependiente, 5 si lo hace con ayuda o 10 si es independiente), y un puntaje total máximo de 100. Puede ser aplicado por un profesional, un cuidador o como autoinforme, aunque este último suele ser el método seleccionado para la medida de la funcionalidad del sujeto; sin

embargo, cuando las habilidades cognitivas están comprometidas puede existir poca conciencia de enfermedad asociada al deterioro, por lo que se debe complementar con la versión contestada del familiar para reducir posibles riesgos de omisión de los síntomas mediante el autoreporte (Duarte-Ayala y Velasco-Rojano, 2022).

En población mexicana, se ha visto que con una sola dimensión (independencia o dependencia) se obtiene una adecuada validez de constructo al evaluar la independencia funcional, con una adecuada estructura verificada por Análisis Factorial Confirmatorio y Exploratorio; además de contar con una adecuada consistencia interna (Duarte-Ayala y Velasco-Rojano, 2022).

Escala de Estimación de Competencia del Paciente (Prigatano y Fordyce, 1986). Se utilizó en su versión paciente y familiar vía electrónica. Evalúa, a través de una escala de Likert de 5 puntos y 30 reactivos, las competencias para tareas de la vida diaria, tanto conductuales complejas como emocionales; además de valorar el grado de conciencia después de una lesión cerebral. Los puntajes más altos indican una mayor dificultad en la ejecución de la actividad, que dentro de población mexicana ha mostrado adecuada confiabilidad en su consistencia interna con un alfa de Cronbach de 0.8753 para el autoinforme y de 0.8872 para el heteroinforme, con adecuada validez mediante análisis confirmatorios (Prigatano y Fordyce, 1986 en Ramírez y Ostrosky-Solís, 2008).

Escala de Depresión Geriátrica de Yesavage (Yesavage et al., 1982). Permite identificar si el paciente presenta actualmente síntomas de depresión en adultos mayores y excluye la mayoría de los síntomas que pueden confundirse con enfermedad o demencia. Consta de 30 reactivos que se contestan mediante respuesta binaria (sí/no). El puntaje total oscila entre 0 y 30, donde un puntaje de 0-10 indica ausencia de depresión, 11-20 depresión leve y 21-30 depresión

grave. Esta escala cuenta con una consistencia interna del 0.73 en su versión breve validada en español ($KR20=0.73$, $P<0.05$) (Erazo et al., 2020).

Inventario de Depresión de Beck (Beck et al, 1961). Es un autoinforme que evalúa los síntomas clave de la depresión, como el estado de ánimo, el pesimismo, la insatisfacción personal, la culpa, el castigo, las ideas suicidas, los cambios en el apetito y la imagen corporal en adultos y adolescentes mayores de 13 años. Consiste en 21 reactivos que se califican del 0 al 3, donde 0 indica ausencia del síntoma y 3 su máxima presencia, con una calificación total que varía de 0 a 63. Un puntaje más alto indica un mayor grado de depresión, siendo considerada como depresión grave (29-63), moderada (20-28), leve (14-19) o ausencia de depresión (0-13). Este inventario ha demostrado poseer adecuadas propiedades psicométricas en su uso con EP, con un coeficiente alfa de Cronbach de 0.88, una sensibilidad de 0.71 y una especificidad de 0.90 (Visser et al., 2006).

Inventario de Ansiedad de Beck (Beck et al, 1988). Es un cuestionario de autoinforme que consta de 21 reactivos que se califican en una escala Likert de 0 a 4, yendo de la categoría de “poco o nada” hasta “severamente”. Ha mostrado adecuadas propiedades psicométricas en población mexicana, con un alfa de Cronbach de 0.84, adecuada confiabilidad tes-retest, validez convergente y estructura factorial congruente con la propuesta teórica inicial (Robles et al., 2001).

Durante la fase de intervención se utilizaron diversos instrumentos:

Con el fin de poder evaluar el proceso de aprendizaje y memoria verbal en personas de 16 años en adelante, se utilizará el ***“Hopkins Verbal Learning Test-Revised” (HVLTR)***, de la cual ya se cuenta con datos nominativos para población mexicana (Arango-Lasprilla et al., 2015).

La prueba consiste en la aplicación de una lista de 12 palabras categorizadas semánticamente, a la cual le sigue una prueba de recuerdo diferido de 20 minutos, para finalmente concluir con una prueba de reconocimiento de si/no de un total de 24 palabras (Arango-Lasprilla et al., 2015). De igual manera, este instrumento cuenta con seis versiones paralelas, lo cual permite disminuir los posibles sesgos ocasionados por el efecto de aprendizaje (Brand y Benedict, 2001 en Saéz-Atxukarro et al., 2021). Este cuestionario permite obtener varias puntuaciones, que incluyen un recuerdo total (puntuación bruta), un recuerdo diferido (puntuación bruta), un porcentaje de retención, un índice de discriminación de reconocimiento y puntuaciones estandarizadas (Arango-Lasprilla et al., 2015).

El test original se realizó con una muestra de 541 sujetos sanos, con un promedio de edad de 48.1 años; además de contar con los valores de confiabilidad test-retest de 0.74 y una adecuada validez de constructo, concurrente y discriminante (Benedict et al., 1991). La baremación del test HVLt-R en Latinoamérica se realizó con una muestra compuesta de 3977 individuos sanos, que fueron reclutados de diversos países: Argentina, Bolivia, Chile, Cuba, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Paraguay, Perú y Puerto Rico (Arango-Lasprilla et al., 2015). El formato de las versiones alternas de la prueba utilizadas; así como los datos normativos para población mexicana, se presentan como parte del apéndice B y C, respectivamente.

Para el registro de la actividad electromiográfica se utilizó el equipo de la empresa The Thought Technology, “ProComp Infiniti”, para evaluar la actividad electromiográfica realizada a través de un electrodo triode que se ajusta en la cabeza del sensor de superficie de tipo MyoScan-Pro. Este sensor convierte automáticamente esta señal en una cuadrada media raíz que evita la distorsión de la señal (Thought Technology Ltd., 2003).

Al medir señales en la parte superior del cuerpo, puede haber interferencia con otro tipo de señales como la electrocardiográfica, por lo que se ajustará en la parte posterior del sensor MyoScan-Pro la posición a 400N para reducir la interferencia. La temperatura se medirá mediante el sensor Temp-Flex/Pro, el cual debe estar en contacto con la piel entre el dedo medio e índice. La conductancia de la piel se medirá a través del sensor SC-Flex/Pro, a la altura de la falange distal del dedo anular e índice. Todo esto permitirá el registro de las señales electrofisiológicas asociadas al estado basal del paciente.

Resulta importante destacar que, si bien existe un protocolo ya anteriormente descrito para evaluar la postura, se llevó a cabo un estudio de pilotaje en el cual se descubra si la configuración de electrodos propuesta es la adecuada para llevar a cabo el estudio, lo cual llevo a la modificación del mismo para una mejor medición en el presente estudio.

Finalmente, la maniobra de IM ocupada en la investigación fue realizada por los investigadores y sometida a jueceo de expertos para su posterior finalización, robusteciendo su validez de contenido.

Análisis de los datos

Los datos obtenidos en el presente estudio se analizaron con el software estadístico IBM SPSS en su versión 26, mostrando el análisis exploratorio de datos con los datos descriptivos. Se realizó la aplicación de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk para identificar la normalidad de los datos, en conjunto con su representación gráfica mediante los histogramas y gráficos Q-Q.

El análisis de acuerdo interjueces se realizó con la W de Kendall a partir de los resultados cuantitativos (1 a 4, siendo 1 “no cumple con el criterio” y 4 “alto nivel”) de los dos jueces realizados a expertos en el área.

El análisis inferencial del segundo estudio consistió en la prueba de rangos promedio de Friedman para identificar si existieron diferencias significativas en las tres condiciones posturales evaluadas de los participantes sanos. A partir de los resultados, se realizó la prueba de posthoc de Wilcoxon para identificar los grupos con diferencias significativas.

Finalmente, se pretendió realizar la prueba estadística paramétrica ANOVA de medidas repetidas para analizar las diferencias entre sujetos a lo largo de la intervención; no obstante, debido a que solo se reporta un solo caso, se describen únicamente los valores obtenidos sin realizar análisis inferencial.

El nivel de significancia se estableció con un valor de 0.05 y un valor $p < .05$ como criterio de rechazo de hipótesis nula, con pruebas de dos colas.

Resultados

Los resultados de la presente investigación se presentan divididos en diferentes estudios interdependientes, lo cual permitió establecer fases diferenciadas y secuenciales para la realización final de la intervención de la maniobra en pacientes con EP.

Validación de la maniobra

Como primer estudio, se realizó un jueceo de expertos con el fin de estandarizar la maniobra de intervención, en la cual se buscó obtener una adecuada validez de contenido, de

acuerdo con los criterios establecidos por Escobar (2008) a partir de diferentes indicadores realizados con base en la revisión de literatura, particularmente del artículo realizado por Mezzaroba et al. (2024), quienes mencionan una serie de criterios basados en la literatura sobre la aplicación de IM y las características terapéuticas que se relacionan con la efectividad de la maniobra, ayudando a abordar las inconsistencias de los resultados de la intervención asociadas a las diferentes características clínicas de la maniobra.

A continuación, se presentarán los criterios que se les pidió a los expertos que evaluaron a partir de un formulario digital, en dónde se explicó de una forma más detallada que es lo que se busca medir y evaluar, así como también que valores se están asignando a cada rango.

Tabla 2

Indicadores utilizados para la validación de la maniobra de intervención.

No.	Categoría/Criterio	Calificación
1	Perspectiva en primera persona. La maniobra es capaz de lograr que la persona se sumerja en la experiencia realmente pudiendo imaginarse a ella misma haciendo los movimientos.	1 = No cumple con el criterio 2 = Bajo nivel 3 = Moderado nivel 4 = Alto nivel
2	Complejidad de la tarea para pacientes con EP. La maniobra es adecuada en su nivel de complejidad dentro de la tarea motora para la visualización de pacientes con Parkinson.	1 = No cumple con el criterio 2 = Bajo nivel 3 = Moderado nivel 4 = Alto nivel
3	Complejidad de la tarea para maximizar el aprendizaje motor sin generar fatiga cognitiva excesiva. La maniobra es capaz de promover mediante la visualización de un movimiento el aprendizaje motor sin llegar a generar fatiga cognitiva excesiva para los pacientes.	1 = No cumple con el criterio 2 = Bajo nivel 3 = Moderado nivel 4 = Alto nivel
4	Familiaridad del movimiento.	1 = No cumple con el

	La maniobra es capaz de simular acciones cotidianas bien descritas que podrían coincidir con las experiencias previas de los pacientes.	criterio 2 = Bajo nivel 3 = Moderado nivel 4 = Alto nivel
5	Activación de neuronas espejo. La maniobra es capaz de activar las redes de neuronas espejo.	1 = No cumple con el criterio 2 = Bajo nivel 3 = Moderado nivel 4 = Alto nivel
6	Claridad del objetivo/propósito de la tarea. Las diferentes situaciones de la maniobra cuentan con un objetivo claro identificable en la narración, así como el involucramiento con un objeto.	1 = No cumple con el criterio 2 = Bajo nivel 3 = Moderado nivel 4 = Alto nivel
7	Duración de la maniobra La maniobra tiene una duración pertinente para mantener el enfoque y optimizar la práctica sin llegar a sobrecargar al paciente.	1 = No cumple con el criterio 2 = Bajo nivel 3 = Moderado nivel 4 = Alto nivel
8	Capacidad de activar cortezas motoras La maniobra activa diferentes cortezas motoras, incluyendo área premotora, motora suplementaria y motora primaria.	1 = No cumple con el criterio 2 = Bajo nivel 3 = Moderado nivel 4 = Alto nivel
9	Capacidad de activación de cortezas parietales. La maniobra permite activar diferentes regiones parietales, en especial el lóbulo parietal inferior.	1 = No cumple con el criterio 2 = Bajo nivel 3 = Moderado nivel 4 = Alto nivel
10	Capacidad de activación de vías cortico-cerebelosas. La maniobra permite activar vías cortico-cerebelosas.	1 = No cumple con el criterio 2 = Bajo nivel 3 = Moderado nivel 4 = Alto nivel
11	Capacidad de activación de vías cortico-estriatales. La maniobra permite activar vías cortico-estriatales.	1 = No cumple con el criterio 2 = Bajo nivel 3 = Moderado nivel

		4 = Alto nivel
12	Capacidad de activación de vías fronto-parietales. La maniobra permite activar vías fronto-parietales.	1 = No cumple con el criterio 2 = Bajo nivel 3 = Moderado nivel 4 = Alto nivel
13	Activación de áreas somatosensoriales y propioceptivas. La maniobra es capaz de promover la activación de diferentes áreas cerebrales relacionadas con la somatosensación y la propiocepción.	1 = No cumple con el criterio 2 = Bajo nivel 3 = Moderado nivel 4 = Alto nivel
14	Adaptabilidad de la tarea para pacientes con EP debido a capacidades motoras y atencionales. Las tareas de la maniobra son adecuadas para pacientes con EP considerando su perfil neuropsicológico común (dificultades atencionales/frontales y síntomas motores).	1 = No cumple con el criterio 2 = Bajo nivel 3 = Moderado nivel 4 = Alto nivel
15	Abordaje de síntomas de control postural. La maniobra es capaz de abordar síntomas específicos del control postural.	1 = No cumple con el criterio 2 = Bajo nivel 3 = Moderado nivel 4 = Alto nivel

Una vez explicados los indicadores a analizar, se les pidió a dichos expertos evaluar cada uno de ellos dentro de la maniobra; así como un espacio con comentarios abiertos para poder recibir retroalimentación sobre contenido, ortografía, gramática y comprensión de la maniobra de intervención.

Se realizó el primer jueceo con un total de cuatro expertos, los cuales contaron con todos los requerimientos anteriormente mencionados para participar. A continuación, se exponen los resultados cuantitativos de dicho jueceo, buscando un valor p menor a 0.05.

Tabla 3

Estadísticos de prueba del primer jueceo de la maniobra de intervención.

N	4
W de Kendall	.269
Chi cuadrado	15.066
Grados de libertad	14
Significancia asintótica	.374

En la anterior tabla se observa que no existe un acuerdo estadísticamente significativo dentro de la opinión de los jueces. Se identificaron a partir del análisis estadístico de cada indicador, los siguientes rangos promedios.

Tabla 4

Rangos promedios de los diferentes indicadores del primer jueceo de la maniobra de intervención.

Indicador	Rango promedio
Perspectiva en primera persona	8.88
Complejidad de la tarea para pacientes con EP	7.88
Complejidad de la tarea para maximizar el aprendizaje motor sin generar fatiga cognitiva excesiva.	8.13
Familiaridad del movimiento.	10.00
Activación de neuronas espejo.	5.75
Claridad del objetivo/propósito de la tarea.	9.63
Duración de la maniobra.	6.25

Capacidad de activar las cortezas motoras.	10.00
Capacidad de activar las cortezas parietales.	8.50
Capacidad de activación de vías cortico-cerebelosas.	3.00
Capacidad de activación de vías cortico-estriatales.	6.00
Capacidad de activación de vías fronto-parietales.	7.63
Activación de áreas somatosensoriales y propioceptivas.	9.75
Adaptabilidad de la tarea para pacientes con EP debido a las capacidades motoras y atencionales.	8.13
Abordaje de síntomas de control postural.	10.50

A partir de los datos de la tabla, se puede identificar el desacuerdo generalizado en cuatro factores, los cuales se encuentran por debajo de un valor de siete, que son: activación de neuronas espejo, capacidad de activación de vías cortico-cerebelosas, capacidad de activación de vías cortico-estriatales y la duración de la maniobra.

Finalmente, con base en las recomendaciones realizadas por el comité experto, la revisión de dichas sugerencias con la literatura y la puesta en práctica con diferentes sujetos sanos permitió la realización de una segunda versión de la maniobra, la cual se expone a continuación:

Versión final de la maniobra de intervención

“¿Listo?, ¡ahora sí, comenzamos!

Siéntese cómodo. Sienta cómo su espalda toca el respaldo de la silla. ¿Es suave o firme? Ahora, coloque ambos pies en el suelo. Note cómo sus zapatos hacen contacto con el piso. Es posible que note que su mente se distraiga con pensamientos durante este ejercicio, lo cual es normal. Su mente está diseñada para pensar. Si su mente se distrae, simplemente vuelva a enfocar su atención en su cuerpo y en las sensaciones.

Cierre suavemente los ojos. Observe su respiración tal como ocurre de manera natural y concéntrese en la sensación del aire al entrar y salir. Inhale profundamente, lentamente por la nariz y exhale por la nariz. Imagine que su mente es un escáner que pasará por todo su cuerpo notando ¿cómo se siente cada parte de su cuerpo?, ¿Está tensa o relajada?, ¿Pesada o ligera?

Comience en su pie izquierdo. ¿Cómo se siente?, ¿Pesado o ligero?, ¿Caliente o frío? Lleve su atención a su pie derecho; después haga lo mismo sus tobillos, luego a las pantorrillas, y después a las rodillas. Note si hay alguna diferencia entre ambos lados del cuerpo ¿cómo se sienten? Dirija su atención a la zona de sus piernas, la pelvis y los glúteos. ¿Se sienten tensos o relajados? Suba lentamente a la espalda baja, Sienta cómo esta área sostiene y conecta el resto de su cuerpo. ¿Se sienten tensa o relajada? ¿Alineada o desalineada con el resto del cuerpo? Ahora al abdomen. Note cómo su respiración mueve esta área de manera rítmica. Después, enfóquese en el pecho. Sienta cómo se expande con cada inhalación y se relaja al exhalar, sintiéndose firme y relajado. Luego pase a la espalda media y alta, los hombros y el cuello. Si nota tensión, intente soltarla con cada exhalación. Por último, lleve su atención a la cabeza: el

cuero cabelludo, la frente, los ojos, las mejillas, la mandíbula y la boca. Relaje cualquier área que sienta tensa, con cada exhalación.

¿Listo?, ¡ahora sí, comenzamos!

En este ejercicio, solo usaremos nuestra imaginación. No hará ningún movimiento en ningún momento, solo se imaginará realizándolos. El objetivo es conectar con las sensaciones de su cuerpo, sin juzgar ni buscar la perfección. Este es un momento para ser amable consigo mismo. ¿Listo? Comencemos.

Situación 1:

Ahora, imagine que está en una oficina, de pie, con sus pies firmemente apoyados en el suelo. Sienta cómo el contacto con el suelo le da estabilidad y seguridad. En frente de usted hay una repisa justo a la altura de su cabeza; a la orilla de la repisa hay una pluma, imagine que se mueve cada vez más hacia la orilla hasta que comienza a caer en cámara lenta. Observe cómo empieza a caer, girando suavemente mientras baja. Puede haber distracciones a su alrededor: sonidos, personas pasando alrededor, pero intente concentrarse solo en la pluma. Vea cómo se aproxima al suelo poco a poco, girando con delicadeza, se aproxima al suelo hasta que cae justo enfrente de sus pies. Al caer la pluma se mueve, sin ir muy lejos, la pluma da vueltas frente a sus pies. Siga su movimiento con la mirada mientras prepara su cuerpo para recogerla. Primero, distribuya el peso de manera equilibrada en cada lado de su cuerpo separando los pies al ancho de sus hombros. Imagine que flexiona las rodillas y lleva las caderas hacia atrás, como si estuviera haciendo una sentadilla, sienta cada parte de su cuerpo ¿cómo se siente el movimiento? ...(tiempo breve). Imagine que activa su abdomen como si quisiera sujetar un

cinturón ligeramente ajustado alrededor de su cintura que mantiene una postura firme proporcionando soporte a su espalda y evitando que se encorve, sienta cómo las piernas, el abdomen y las caderas trabajan juntos para mantener el equilibrio y una postura estable. A medida que intenta alcanzar la pluma, esta se desliza un poco más, haciéndolo más desafiante y no logra tomarla porque se escapa de sus manos una y otra vez. Continúe intentando alcanzarla, note como sus movimientos se hacen fluidos y deja de pensarlos, solo se dirigen de forma automática hacia la pluma conforme se mueve. ajuste su postura y en cada movimiento de sus brazos hacia la nueva dirección de la pluma. Note cómo cada músculo de su espalda se activa para acompañar este cambio de dirección, mientras mantiene el control y la estabilidad.

Posteriormente, visualice que toma la pluma ¡lo ha conseguido!, al ponerse de pie, concéntrese en mantener su espalda recta y alineada. Imagine cómo, a medida que se levanta, cada vértebra se coloca cuidadosamente una sobre otra, brindando estabilidad y soporte a toda la columna. Sienta cómo los músculos de su abdomen y espalda se activan para mantener esta alineación mientras se endereza, manteniendo una postura firme y equilibrada. Finalmente, imagine que lleva la pluma de vuelta a la repisa. Sienta el peso del objeto, no es muy pesado, pero requiere de esfuerzo en alcanzar la repisa, ¿cómo se siente en su cuerpo al estirarse para alcanzarla? Visualice cómo sus brazos se extienden hacia arriba intentando alcanzar el estante, se esfuerza y logra alcanzarlo. Una vez que lo alcanza, sienta cómo sus hombros se relajan y su cuello se alinea con el resto de su espalda al colocar la pluma en el estante. Dirija su atención a todo su cuerpo y observe cómo se siente después del ejercicio. Sienta cada parte de su cuerpo, desde los pies hasta la cabeza, y perciba cualquier cambio en la tensión muscular, la postura.

Situación 2:

Imagine que está de pie en la cocina, frente a la barra. Sienta sus pies firmemente apoyados en el suelo, brindándole estabilidad. Ahora visualice una cuerda suave sobre su columna, que conecta desde su espalda baja hasta la base de su cabeza. Esta cuerda representa su postura. Si su espalda se curva, la cuerda también se dobla, perdiendo su tensión. A medida que endereza su espalda, imagine que está estirando la cuerda suavemente, tensándola con cuidado. Sienta cómo su cuello se alarga, sus hombros se relajan y su pecho se abre al ajustar su postura. La clave está en mantener la cuerda tensa, pero sin forzarla, logrando una postura firme, alineada y cómoda. Para empezar, imagine que va a preparar un sándwich. Frente a usted están el pan, una rebanada de jamón y una barra de queso sobre una tabla con un cuchillo al lado. En seguida, acerque una silla y siéntese con la espalda recta. Note cómo la barra de cocina y la tabla están a la altura de su pecho. Esto le invita a estirar su espalda, tensando la cuerda y enfocado en lo que está haciendo. Si por un momento se inclina, sienta cómo la cuerda se dobla.

Inmediatamente, ajuste la postura para mantenerla tensa de nuevo, sin esfuerzo, pero con precisión. Después visualice cómo toma el cuchillo y comienza a cortar el queso en rebanadas finas y exactas. Algunas rebanadas pueden resultar más gruesas; lo nota y ajusta la siguiente para que todas sean uniformes. Sienta el cuchillo en sus manos y escuche el sonido suave de las rebanadas cayendo, observando cómo caen una tras otra. A medida que continúa realizando la tarea, note cómo sus movimientos se vuelven fluidos y naturales, cortando de manera coordinada y sin esfuerzo. Enfoque ahora su atención en su postura. Sienta cómo sus pies están bien apoyados en el suelo, brindándole estabilidad. Sus brazos se estiran hacia el frente, alcanzando la tabla de cortar. Sus manos sostienen el cuchillo con firmeza, y sus movimientos

son controlados y precisos. Mientras corta, escuche el sonido rítmico del cuchillo sobre el queso, como una melodía que guía el ritmo de sus acciones. Cada rebanada es uniforme, y sus movimientos se sincronizan con el sonido del corte. Cuando termine de cortar, sienta la satisfacción de un trabajo bien hecho. Tome la tabla con las rebanadas de queso con firmeza y colóquela a un lado. Luego, tome las dos rebanadas de pan. Coloque una sobre la mesa, añada el queso y el jamón, y finalmente coloque la otra rebanada encima. ¡Listo! Tiene su sándwich preparado Hemos llegado al final del ejercicio, note ¿cómo se siente? ¿Cómo se siente su cuerpo? Agradezca a su cuerpo por el esfuerzo realizado. Cuando esté listo, preste atención al entorno, abra los ojos y regrese lentamente al presente”.

La maniobra de intervención se estandarizó, con el fin de presentarse en condiciones controladas de tiempo, voz, ritmo y tono en todas las diferentes fases del estudio.

Una vez obtenida la versión final de la maniobra, un audio de un total de 11:22 minutos con el apoyo de un locutor profesional, se realizó un segundo jueceo, con el fin de identificar si se podría llegar al acuerdo interjueces (valor p menor a 0.05) o como mínimo, tener una mejoría dentro de los indicadores por debajo de un valor de siete, expuestos anteriormente.

El segundo jueceo se realizó con un total de 6 expertos, los cuales de igual manera contaron con todos los requerimientos anteriormente mencionados para participar. Los resultados se exponen a continuación:

Tabla 5

Estadísticos de prueba del primer jueceo de la maniobra de intervención.

N	6
---	---

W de Kendall	.176
Chi cuadrado	14.780
Grados de libertad	14
Significancia asintótica	.393

Tabla 6

Rangos promedios de los diferentes indicadores del segundo jueceo de la maniobra de intervención.

Indicador	Rango promedio
Perspectiva en primera persona	8.75
Complejidad de la tarea para pacientes con EP	8.08
Complejidad de la tarea para maximizar el aprendizaje motor sin generar fatiga cognitiva excesiva.	8.33
Familiaridad del movimiento.	10.17
Activación de neuronas espejo.	7.67
Claridad del objetivo/propósito de la tarea.	8.33
Duración de la maniobra.	6.67
Capacidad de activar las cortezas motoras.	7.08
Capacidad de activar las cortezas parietales.	7.00

Capacidad de activación de vías cortico-cerebelosas.	6.00
Capacidad de activación de vías cortico-estriatales.	6.08
Capacidad de activación de vías fronto-parietales.	8.25
Activación de áreas somatosensoriales y propioceptivas.	8.08
Adaptabilidad de la tarea para pacientes con EP debido a las capacidades motoras y atencionales.	10.17
Abordaje de síntomas de control postural.	9.33

Se volvió a identificar que no hay un acuerdo interjueces; no obstante, se reconoce una mejora en tres de los cuatro rubros a intervenir, pues se observa un aumento de 1.92 en el criterio de “Activación de neuronas espejo”, un aumento de 0.42 en el indicador de “Duración de la maniobra”, así como un aumento de 3 puntos en el indicador de “Activación de vías cortico-cerebelosas”.

De igual manera, existieron comentarios a manera de retroalimentación cualitativa que sugirieron aspectos como el incluir la observación de la acción, complementar el estudio con técnicas funcionales para corroborar las hipótesis neurobiológicas y ajustar aún más, tanto la redacción como el audio para que sea más comprensible y fácil de seguir con el fin de aumentar la capacidad de visualización.

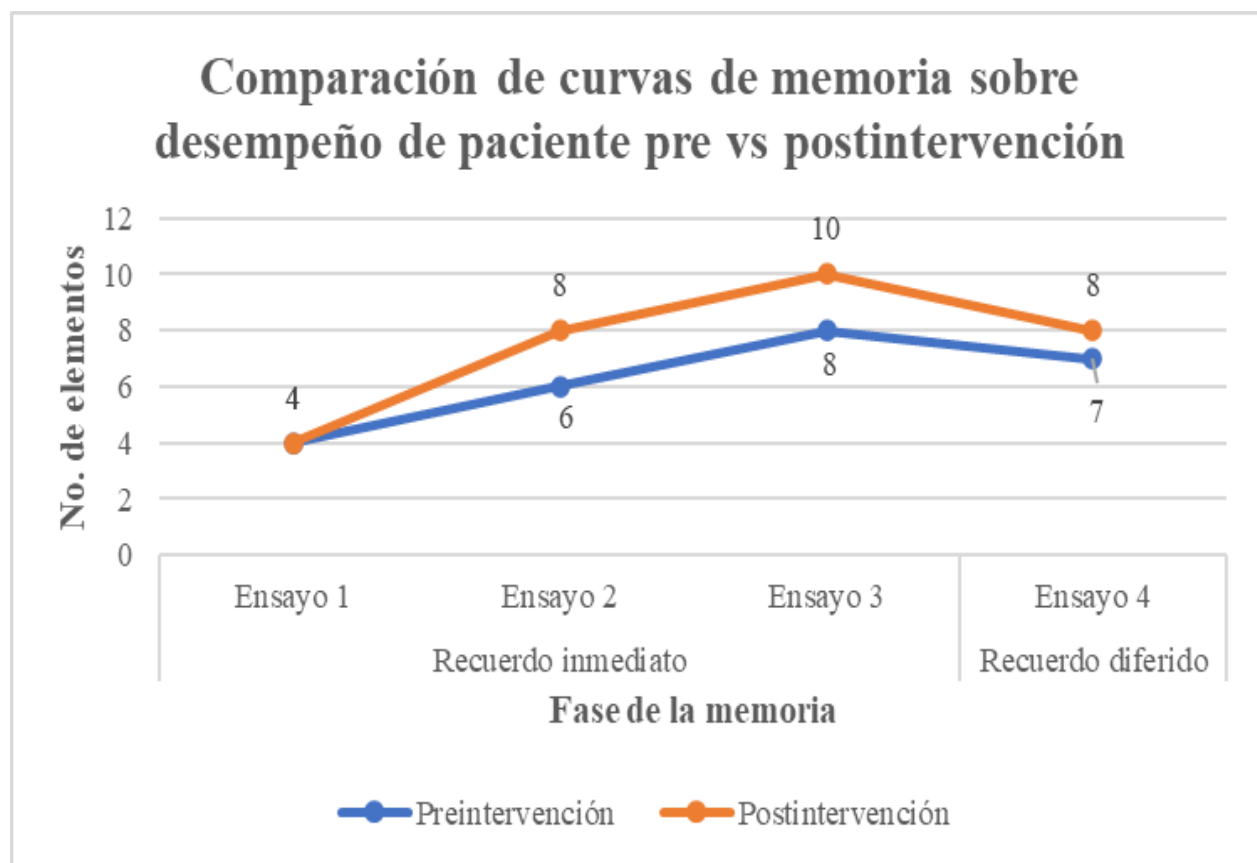
En cuanto al segundo estudio, al observar la aplicación del protocolo descrito, con una modificación en cuanto al día de aplicación, realizando la línea base y la maniobra el mismo día, sin un tiempo intermedio de descanso. La intervención consistió en la medición de la línea base de la actividad EMG y la aplicación de la lista de palabras en su formato C del HVLT de un paciente con EP en estado ON. Durante esta fase, el paciente se encontró sentado recargado de la manera más recta posible sobre el respaldo y sus pies sobre el piso con manos recargadas sobre la mesa, siendo esta una postura neutra a asumir por los futuros participantes con la finalidad de homogeneizar las condiciones del estudio.

Prueba de concepto con paciente con EP

Posteriormente, se llevó a cabo la aplicación de la maniobra en donde se pidió mantuviera la postura base mientras escuchaba la grabación de la maniobra “escuche sin llevar a cabo los movimientos” se realizó la misma evaluación de la actividad EMG y de memoria audio verbal de la fase pre, no obstante, esta vez en su forma alterna, correspondiente a la versión B de acuerdo al HVLT.

Figura 3

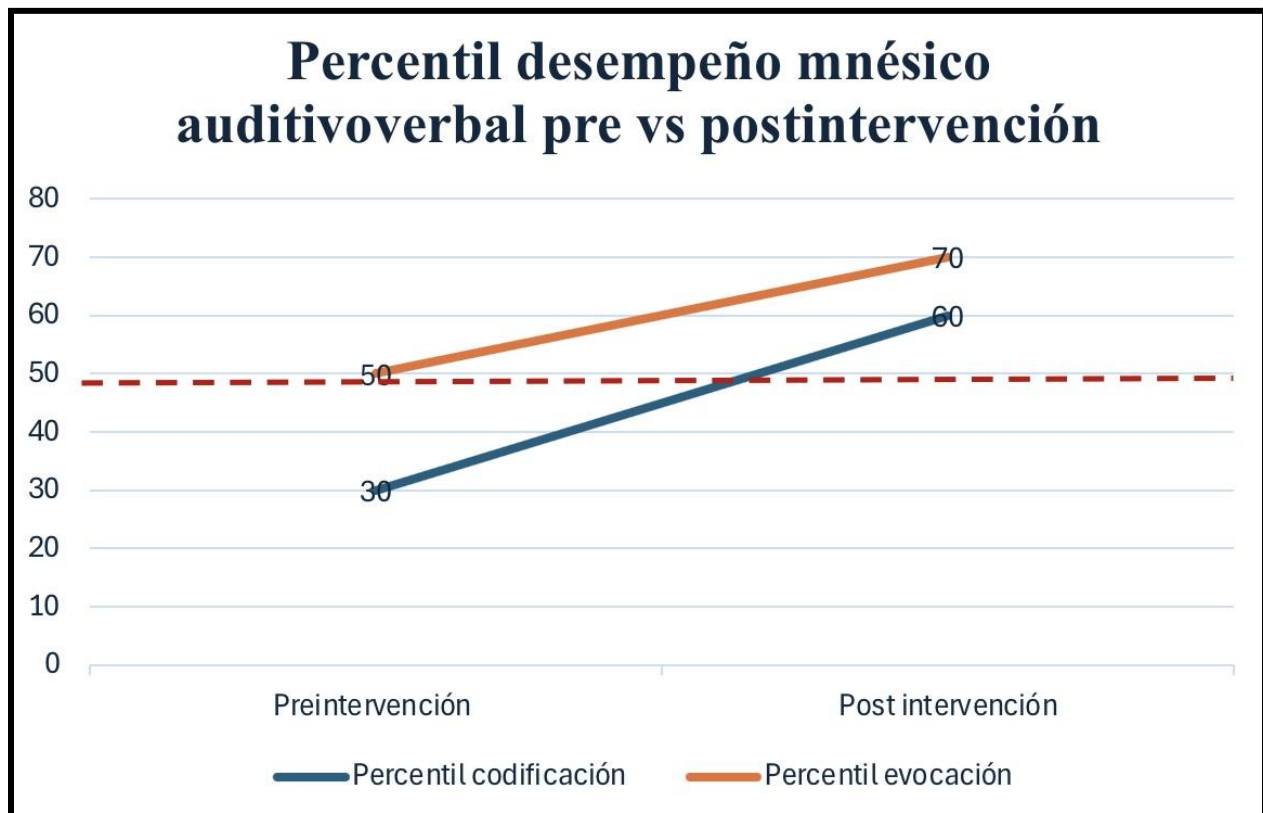
Comparación de curvas de memoria auditivo verbal mediante lista de palabras HVLT de paciente en desempeño pre y post-intervención.



Nota. En la presente gráfica se expone la comparación de los resultados obtenidos en la lista de palabras del participante de la prueba de concepto antes y después de realizar la maniobra de intervención, identificando una mejora en el número de elementos recordados tanto de manera inmediata como diferida después de realizar la intervención.

Figura 4

Comparación de los percentiles correspondientes al desempeño de memoria auditivo verbal mediante lista de palabras HVLT del paciente en desempeño pre y post-intervención.



Nota. En la presente gráfica se expone la comparación de los percentiles obtenidos en la lista de palabras del participante de la prueba de concepto antes y después de realizar la maniobra de intervención, identificando una mejora en el número de elementos recordados tanto de manera inmediata como diferida después de realizar la intervención.

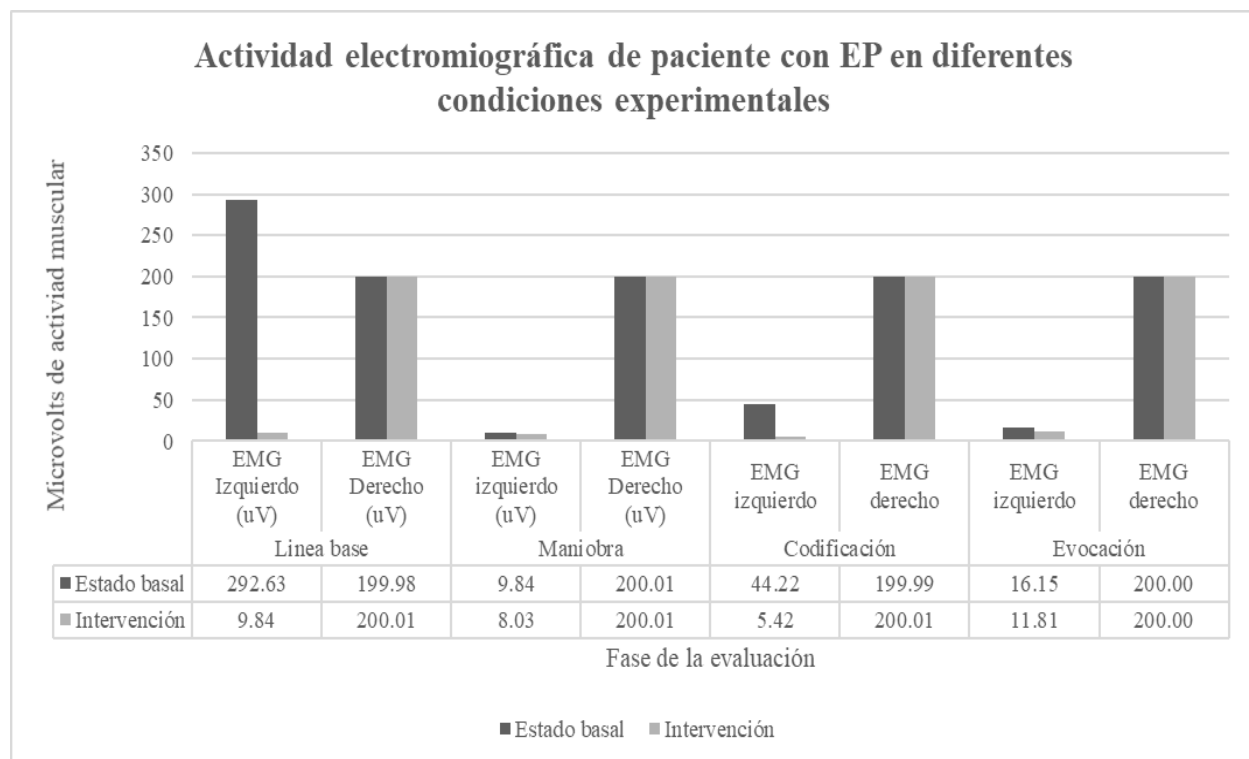
En cuanto a su desempeño cognitivo del paciente de 64 años de edad, con más de 10 años de escolaridad y DC detectado a partir de la evaluación neuropsicológica completa. Se observaron los siguientes cambios post intervención, una mejora en su desempeño recordando un mayor número de palabras (dos palabras a corto plazo y una a largo plazo después de un periodo de 20 minutos), con una reducción de 9 perseveraciones en la línea base a 2 en la fase post intervención reduciéndose en un 78%. Muestran diferencias significativas en el funcionamiento

cognitivo de los participantes tras la intervención, en el que el paciente pasa de situarse en un percentil 30 a 60 post intervención para el proceso de codificación de material auditivo verbal y del 50 a 70 para el proceso de evocación.

Los resultados de la actividad electromiográfica del primer paciente con EP se presentan a continuación:

Figura 5

Actividad electromiográfica del paciente con EP en diferentes condiciones experimentales.



Nota. En la gráfica se expone la actividad muscular del participante en la prueba de concepto antes y después de la intervención, denotando inconsistencias principalmente en el sensor del lado izquierdo.

Se reconoce una inconsistencia en la medición y falta de consenso sobre el marcador EMG que indique una mejora postural de acuerdo a los resultados obtenidos, requiriendo de un mayor número de participantes que nos permitan la comparación entre fases y una diferencia significativa. Además de técnicas adicionales al registro de la postura que permitan el control de esta independiente de las limitaciones observadas en el equipo.

Ajuste de EMG

Al realizarlo con un total de 9 sujetos sanos, como la fase correspondiente al siguiente estudio para la cual, se establecieron dos fases experimentales: (1) una fase en la que los participantes mantuvieron una postura erguida durante 2 minutos y (2) una fase en la que la postura encorvada que se sostuvo durante 2 minutos. Esto permitió analizar los cambios en la actividad electromiográfica asociados a la corrección postural, utilizando el sistema ProComp y el electrodo disponible, con el fin de determinar la variabilidad intersujeto y las diferencias en la actividad EMG entre fases. Para garantizar la viabilidad del registro EMG, se colocó el electrodo izquierdo de manera que el equipo permitiera la captación de la señal; sin embargo, únicamente se consideró el electrodo derecho para el análisis. La colocación del electrodo se realizó en el músculo trapecio, asegurando la estandarización del posicionamiento y minimizando posibles interferencias en la señal, dichos resultados fueron consistentes en los demás participantes como se expone más adelante.

Tabla 6

Significancia de la prueba Friedman.

N	9
---	---

Chi-cuadrada	8.667
G1	2
Sig. asintótica	.013

Tabla 7

Rangos promedio de la prueba de Friedman.

Condición	Rango promedio
Promedio de tensión muscular en microvolts de sujeto sano con postura encorvada	1.00
Promedio de tensión muscular en microvolts de sujeto sano con postura erguida (línea base).	2.20
Promedio de tensión muscular en microvolts de sujeto sano con postura postmaniobra de intervención	2.80

Tabla 8

Estadísticos de la prueba Wilcoxon post hoc.

	Promedio de tensión muscular en microvolts de sujeto sano con postura erguida (línea base) - Promedio de tensión muscular en microvolts de sujeto sano con postura	Promedio de tensión muscular en microvolts de sujeto sano con postura postmaniobra de intervención - Promedio de tensión muscular en microvolts de sujeto	Promedio de tensión muscular en microvolts de sujeto sano con postura postmaniobra de intervención - Promedio de tensión muscular en microvolts de sujeto
--	---	--	--

	encorvada	sano con postura erguida (línea base)	sano con postura encorvada
Z	-2.023	-.944	-2.023
Sig. asintótica (bilateral)	.043	.345	.043

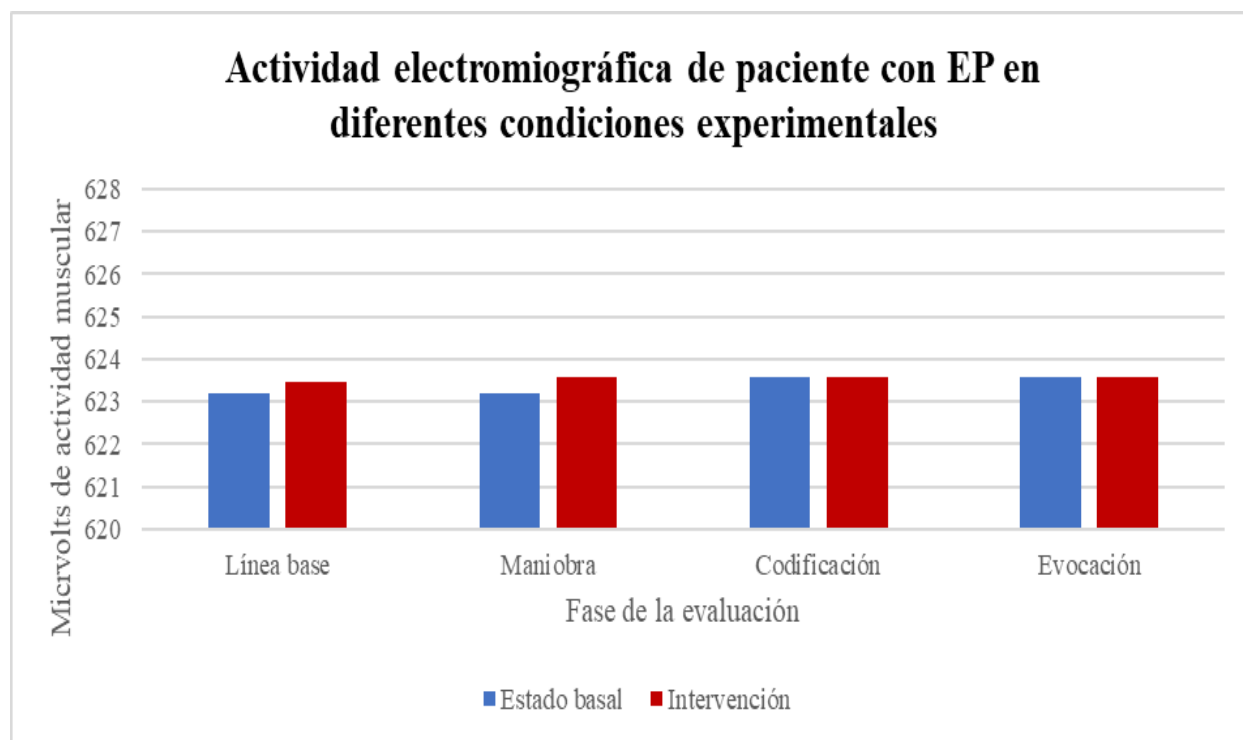
A partir de los resultados de la prueba de rangos promedio de Wilcoxon, se llegó a la conclusión de que aquellas condiciones que mostraron diferencias significativas fueron postura erguida vs. postura encorvada y postura postintervención vs. postura encorvada, Los registros obtenidos mostraron una tendencia al incremento de la actividad EMG y la tensión muscular en respuesta a la mejora en la postura, persistieron las inconsistencias en el registro EMG por lo que se implementó la toma de fotografías para un análisis visible de ésta.

Protocolo final con paciente con EP

Finalmente, posterior al ajuste de todas las correcciones anteriormente mencionadas en los estudios anteriores, los cuales permitieron realizar la maniobra completa de intervención en un paciente con EP en estadio de Hoehn y Yahr 3, cumpliendo los criterios de inclusión previamente establecidos en este documento.

Figura 6

Actividad electromiográfica del paciente de protocolo en diferentes condiciones experimentales



Nota. Se observa el desempeño de la actividad muscular del participante antes y después de la intervención, denotando que no se notaron cambios significativos en la actividad EMG.

Tabla 9

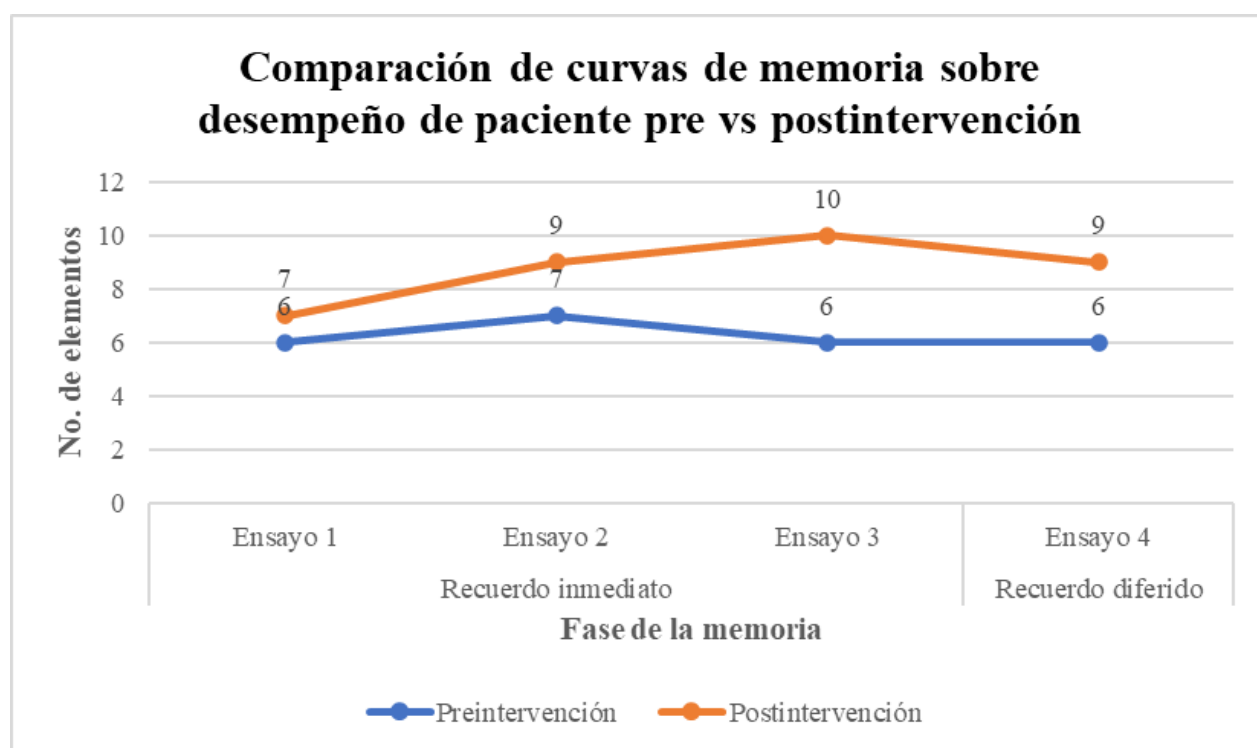
Puntajes obtenidos por el paciente en el HVLT-R

	Preintervención	Postintervención
Porcentaje retenido	100%	90%
Reconocimiento	11/12	12/12
Falsos positivos relacionados	2/6	1/6
Falsos positivos no relacionados	0/6	0/6

Discriminación	9	11
Perseveraciones	1	3
Intrusiones	3	0

Figura 7

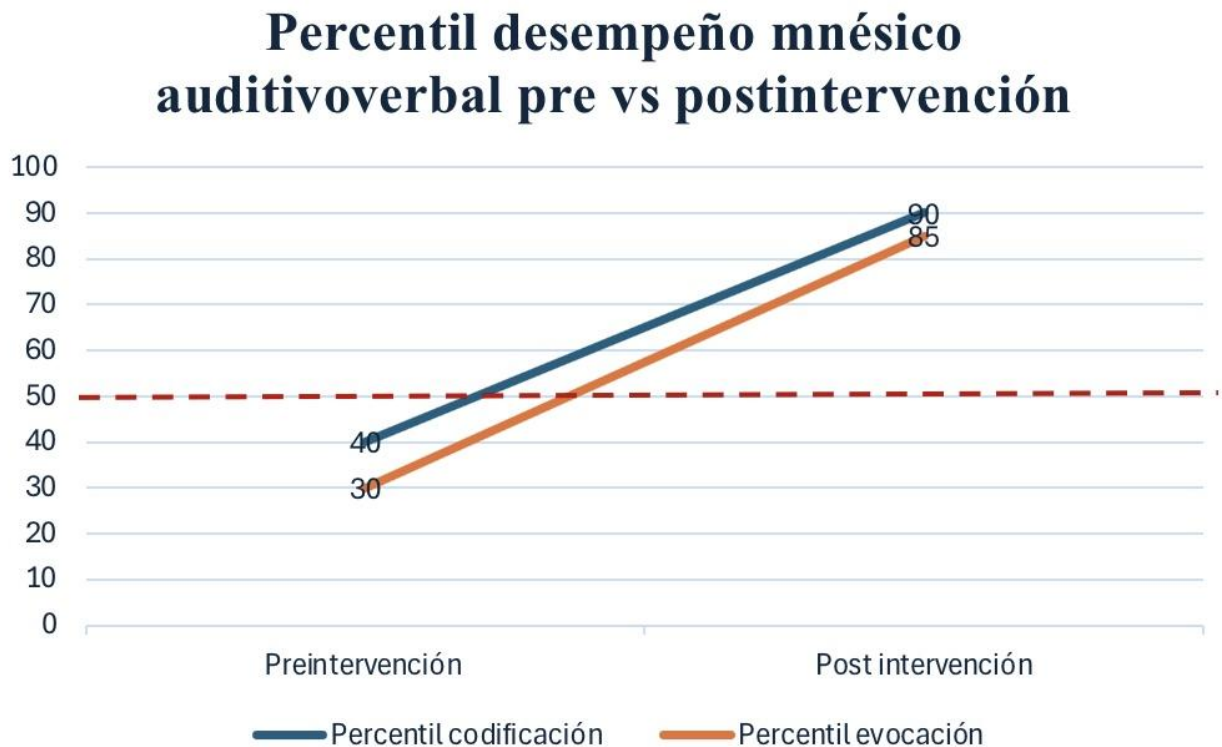
Comparación de curvas de memoria auditivo verbal del paciente de protocolo en condiciones pre y post-experimentales mediante lista de palabras HLVT



Nota. Se muestra el número de elementos recordados del participante antes y después de la aplicación de la maniobra de intervención, dónde al igual que con el paciente del estudio de prueba de concepto, se observa un mejor desempeño posterior a la intervención.

Figura 8

Comparación de los percentiles de memoria auditivo verbal del paciente de protocolo en condiciones pre y post-experimentales mediante lista de palabras HLVT



Nota. Se muestra el número el percentil del participante antes y después de la aplicación de la maniobra de intervención, dónde al igual que con el paciente del estudio de prueba de concepto, se observa un mejor desempeño posterior a la intervención.

Persistieron las dificultades en el registro EMG el cual no varió en ninguna de las fases, se implementó en esta ocasión con la fotografía de la postura en donde se identifica cualitativamente un mantenimiento estable de la misma en una fase pre y post intervención, el paciente refirió dificultades al mantener la postura continua durante la intervención, no obstante se observa una estabilidad de la misma. durante el ejercicio de IM refirió dificultades

relacionadas principalmente a la velocidad de la maniobra, el seguimiento de la secuencia motora debido al cambio de un escenario a otro y una significativa y persistente dificultad para inhibir los movimientos mientras los escuchaba, esto se relaciona con el perfil cognitivo del paciente descrito mediante la evaluación neuropsicológica, en donde se reconocen dificultades leves a moderadas en procesos de inhibición que impactan en flexibilidad cognitiva como factor primario, el paciente brindó una retroalimentación directa sobre las dificultades y retos al momento de realizar la intervención sugiriendo ajustar la velocidad, la familiaridad con las situaciones como aspectos importantes.

Pese a las dificultades enfrentadas, mostró mejoras cognitivas importantes, en donde a pesar de que en la fase pre intervención realizó la asociación semántica de las palabras como categoría “cosas medievales” favoreciendo el recuerdo de la información, en la etapa post intervención se observó un mayor número de palabras evocadas, con mayor seguridad, fluidez y ajuste de la evocación de la información en tiempo real, con un automonitoreo incrementado reduciendo a 0 el número de intrusiones de la información, ambas fases se aplicaron el mismo día sin un tiempo intermedio de descanso, al pasar a la evocación post intervención el paciente mostró una breve confusión entre cuál había sido la lista de palabras correspondiente a esta la segunda ocasión predominando inicialmente la primera, no obstante, era consciente que no se trataba de esa, pese a esa dificultad inicial de selección de la información, logró identificar de manera independiente la segunda lista sin observar ningún efecto de contaminación una vez que la identificó y evocó. El paciente no era consciente de las mejoras, pues al preguntarle él había evaluado como un desempeño más fácil el de la primera lista de palabras, resaltó su angustia por olvidar inicialmente la segunda lista de palabras, que asociaba a un peor desempeño, cuando se

le entregó resultados de la intervención después de un mes por complicaciones de agenda, el paciente aún recordaba palabras de ambas listas no obstante no se profundizó en la evaluación, se le entregó una rutina de IM con situaciones simples del día a día atendiendo a sus observaciones y retroalimentación brindada de modo que pueda poner en práctica esta técnica de forma diaria semanalmente y observe los posibles beneficios de la intervención. Además, se recomendó la intervención neuropsicológica enfocada en los procesos cognitivos alterados a partir de los cuales se le diagnosticó una fase preclínica de deterioro leve.

Discusión

Los resultados obtenidos en el presente estudio evidencian diferencias significativas en la actividad EMG del músculo trapecio entre una fase encorvada y una fase erguida, sugiriendo un aumento en la tensión muscular asociado a una mejora postural. Estos hallazgos coinciden con lo reportado por Lee et al. (2015), quienes mediante una EMG superficial identifican en el incremento de la tensión del trapecio medio, un biomarcador objetivo para la corrección postural respecto a una postura de “cabeza adelantada”; no obstante, los autores realizan una normalización de la señal reportada como “%MVIC” que permite comparar entre sesiones.

Por otro lado, Kaur et al. (2013) identifican de igual forma en el trapecio medio un ajuste en su actividad EMG después de las correcciones posturales, basándose en el promedio pre y post intervención. Si bien los autores no concluyen si la mejora se traduce en un incremento o decremento de la EMG en el trapecio medio, se observa un decremento tras realizar los ejercicios de corrección postural en los promedios reportados; sin embargo, no queda claro el análisis de datos utilizado.

Se reconocen inconsistencias en el análisis del registro de la EMG, de modo que limita que exista claridad en la interpretación de los mismos; es decir, si el incremento o decremento de la actividad EMG se traduce en una mejora o compromiso postural. Para fines de este estudio, se consideraron factores como el mantenimiento de una postura control, no colocar el electrodo próximo al hueso y limpiar la zona correspondiente de la piel con alcohol, como medidas de control de variables externas que influyen en el registro; no obstante, las guías técnicas para la colocación de electrodos sugieren medidas de control adicionales como que el área de piel correspondiente se encuentra rasurada (Hermenegildo et al., 2000), que no se consideraron para reducir y podrían impactar la fidelidad del registro EMG al momento de un procedimiento de corrección postural (Lee et al., 2015; Kaur et al., 2013).

Ambos autores concluyen que el trapecio medio es un marcador objetivo de la postura y los cambios asociados a ésta, descartando al trapecio superior (Lee et al., 2015) y al trapecio inferior (Kaur et al., 2013). Por otro lado, un estudio que denota el papel que tiene el músculo erector de la columna sobre la estabilidad, podría indicar que este músculo sería un marcador sensible para la medición del control postural (Bernal et al., 2025).

En cuanto al equipo de medición, la EMG superficial es un método recurrente y con grandes beneficios para la medición de la postura; sin embargo, las características técnicas del equipo empleado suelen omitirse en los estudios. Esta falta de precisión en la literatura podría afectar la comparabilidad de los resultados, ya que distintos dispositivos presentan variaciones en la sensibilidad, la colocación de electrodos y los algoritmos de procesamiento de señal. En este sentido, futuras investigaciones deberían estandarizar y reportar de manera detallada las

características del equipo y los parámetros de medición utilizados, con el fin de mejorar la replicabilidad y validez de los hallazgos.

Además, el presente estudio sugiere la necesidad de complementar el análisis con técnicas adicionales, como la evaluación fotográfica de la postura (fotogametría). En cuanto a los resultados del estudio, estos fueron analizados únicamente de manera cualitativa, en el que se encontró cambios visibles en el 20% de la fase dos del estudio; no obstante, la evaluación postural cualitativa basada en la inspección visual es subjetiva y puede dificultar su validez (Macedo et al., 2017).

Es necesario realizar un análisis estandarizado de las fotografías por medio de técnicas como la fotogametría, que permite una mayor precisión en la identificación de modificaciones posturales por medio del análisis de ángulos. No obstante, se sugiere de forma complementaria el registro EMG, pues si bien, la evaluación postural basada en la inspección visual muestra limitaciones en la detección de mecanismos en tiempo real y de co-contracción muscular que reflejan microajustes posturales que no necesariamente se reflejan de manera cualitativa (Furlanetto et al., 2016).

En el contexto de la EP, se ha documentado un incremento de la tensión muscular en los pacientes al intentar realizar ajustes posturales. Se ha observado una respuesta compensatoria caracterizada por un aumento en la co-contracción muscular, lo que sugiere que la intervención aguda podría inducir un incremento en la tensión muscular al hacer conscientes ciertos procesos propioceptivos y motores que previamente no eran percibidos. En el presente estudio, el 60% de los participantes, incluyendo el paciente con EP de la prueba de concepto, refirieron dolor tras la

realizar la maniobra, lo que es consistente con los hallazgos de Kaur et al. (2013), quienes reportan que la presencia de dolor puede ser indicativo de compromiso postural y exceso de carga mecánica sobre las articulaciones; además de coincidir con un control consciente de la postura.

Los estudios muestran que en las fases iniciales de la EP, específicamente en la ausencia de un compromiso postural y cognitivo, los pacientes mantienen una capacidad para priorizar el desempeño ya sea cognitivo o motor según la instrucción al momento de una tarea dual (Yogev-Seligmann et al., 2012); no obstante, no se cuenta con datos sobre cómo atienden a dicha instrucción pacientes en etapas avanzadas de la enfermedad. En el presente estudio, si bien no se les pidió que priorizan algún desempeño sobre otro (además de no ser un paradigma dual), durante la sesión de IM se brindó la instrucción explícita “únicamente escucha e imagina en ningún momento lleves a cabo el movimiento”, a lo cual se observó en el caso del primer participante presencia de dolor, y en el segundo evidenció una elevada dificultad para inhibir los movimientos del ejercicio conforme los escuchaba para no llevarlos a cabo, dificultad que fue evidente a los espectadores. En el caso del segundo participante, el factor primario de alteración del paciente durante la evaluación neuropsicológica fue la inhibición, que lo situaba en un estadio previo a DC. Dichas alteraciones, en relación con la desregulación de los circuitos inhibitorios de la EP (Obeso, 2014), apuntarían a un vacío de conocimiento, señalando la hipótesis de que a medida que incrementa el deterioro motor y cognitivo en los pacientes, les sería de mayor dificultad atender a una instrucción que implique priorizar de forma consciente un tipo de desempeño (motor o cognitivo) al momento de una tarea dual, esto en relación con la

pérdida de mecanismos de control motor automático y conscientes conforme el progreso de la enfermedad.

En relación con la similitud descrita en la curva del control motor a lo largo de la vida (que se explica en gran medida por la ausencia de mecanismos automáticos al inicio y al final de la misma), únicamente los adultos mayores muestran la capacidad de aprendizaje de mecanismos automáticos a largo plazo, ya que implica un reaprendizaje mediante el favorecimiento o fortalecimiento de mecanismos de neuroplasticidad de una habilidad previamente aprendida. Por otra parte, en niños se requiere aún de la maduración de estructuras y consolidación de un proceso aún no consolidado; es por ello que pese que a que se les indique priorizar el desempeño cognitivo no logran realizarlo. Esto se relaciona con la curva del desempeño cognitivo en la que si bien varían de acuerdo a diversas variables como escolaridad, y dominios cognitivos, aquellos que tienden a adquirir una tendencia de forma de U invertida son los relacionados con el funcionamiento ejecutivo, y en cuanto a memoria el recuerdo libre beneficiándose de claves contextuales (Nyberg et al., 2012; Sander et al., 2012).

En cuanto a la EP se observa un declive en memoria o habilidades procedimentales (Muslimovic et al., 2007) conforme el avance de la enfermedad así como en habilidades visoconstruccionales y/o visomotoras (Muslimovic et al., 2009). Que sugieren el compromiso de circuitos estriato-parieto-frontales que explican dichas alteraciones, en contra parte, el menor compromiso de áreas temporales relacionadas con contenido semántico que explica que suele ser uno de los dominios conservados en el envejecimiento que concuerda con lo propuesto por los autores Koziol & Budding, 2009 sobre las implicaciones de las estructuras subcorticales en la

cognición, a favor de teorías como la CC y permiten describir las mejoras cognitivas observadas en los pacientes del presente estudio reportadas más adelante.

Es por esta razón que técnicas como la IM cobran especial relevancia, pues han mostrado eficacia (aunque inconsciente) en la activación de los circuitos sensoriomotores, con un potencial en el incremento de la activación de estructuras fundamentales como el cerebelo, mostrando diferencias estadísticamente significativas reportadas en diversos estudios tras la intervención, incluso en fases avanzadas de la EP. En ese sentido, y bajo las premisas de la cognición corporizada, al mostrar en el participante un compromiso de los circuitos inhibitorios basales que presentan conexión con la vía mesocortical y su conexión estructural-funcional con el cerebelo, impactaría de igual modo en mecanismos inhibitorios cognitivos, observados en dicho participante a lo largo del estudio, desde la fase de evaluación con perseveraciones, intrusiones y contaminación en las pruebas aplicadas que se mantuvieron durante la fase de intervención en la etapa pre intervención, no obstante, en la post intervención se observó una ausencia total de intrusiones, aspecto cualitativo que no se observó en ninguna otra fase del estudio.

Lo anterior sugiere de manera indirecta y descriptiva, la posible activación de dichos circuitos motores durante la sesión de IM, que deben ser confirmados o refutados mediante técnicas de neuroimagen convencionales. Los resultados son muy limitados, siendo importante recordar que estos implican una descripción teórica en la que es necesario profundizar.

Retomando las fases de la técnica de IM, es esperable encontrar incrementos en la tensión muscular en la fase en la que existe un control consciente (Decety & Grèzes, 1999; García Carrasco & Aboitiz, 2014; Guillot et al., 2012; Olivieri et al., 2021), con la expectativa de que

dicha tensión disminuye conforme la tarea se automatiza tras la repetición continua.

Alternativamente, podría observarse una disminución de la tensión postural ante una sobreactivación crónica de los músculos involucrados, en el que al hacerlos conscientes el paciente pudiera referirlos, coincidiendo con el reporte de dolor. En este estudio, se documentó una disminución de la tensión muscular en el trapecio del paciente con EP al que se le aplicó la maniobra en la prueba de concepto de forma inicial.

No obstante, al tratarse de un estudio inicial, no se habían implementado aún las mejoras derivadas de estudios posteriores para afinar el protocolo; además de que es importante reconocer que la limitación en el registro EMG fue un continuo durante el estudio, en el que se tuvo que descartar uno de los electrodos por su falta de registro, acompañado de fluctuaciones evidentes en los registros que sugieren la falta de dominio del mismo.

Las mejoras cognitivas se observaron en ambos pacientes. Además del incremento en el número de palabras recordadas tanto a corto como a largo plazo, además se identificó un aumento en las capacidades de automonitoreo, así como en los recursos atencionales y de memoria de trabajo. Dichos cambios se evidenciaron mediante la reducción de perseveraciones e intrusiones de información durante las tareas evaluadas. Estos hallazgos son congruentes con lo reportado de manera consistente en la literatura, la cual sustenta la estrecha relación entre el desempeño motor y cognitivo a través de vías funcionales compartidas.

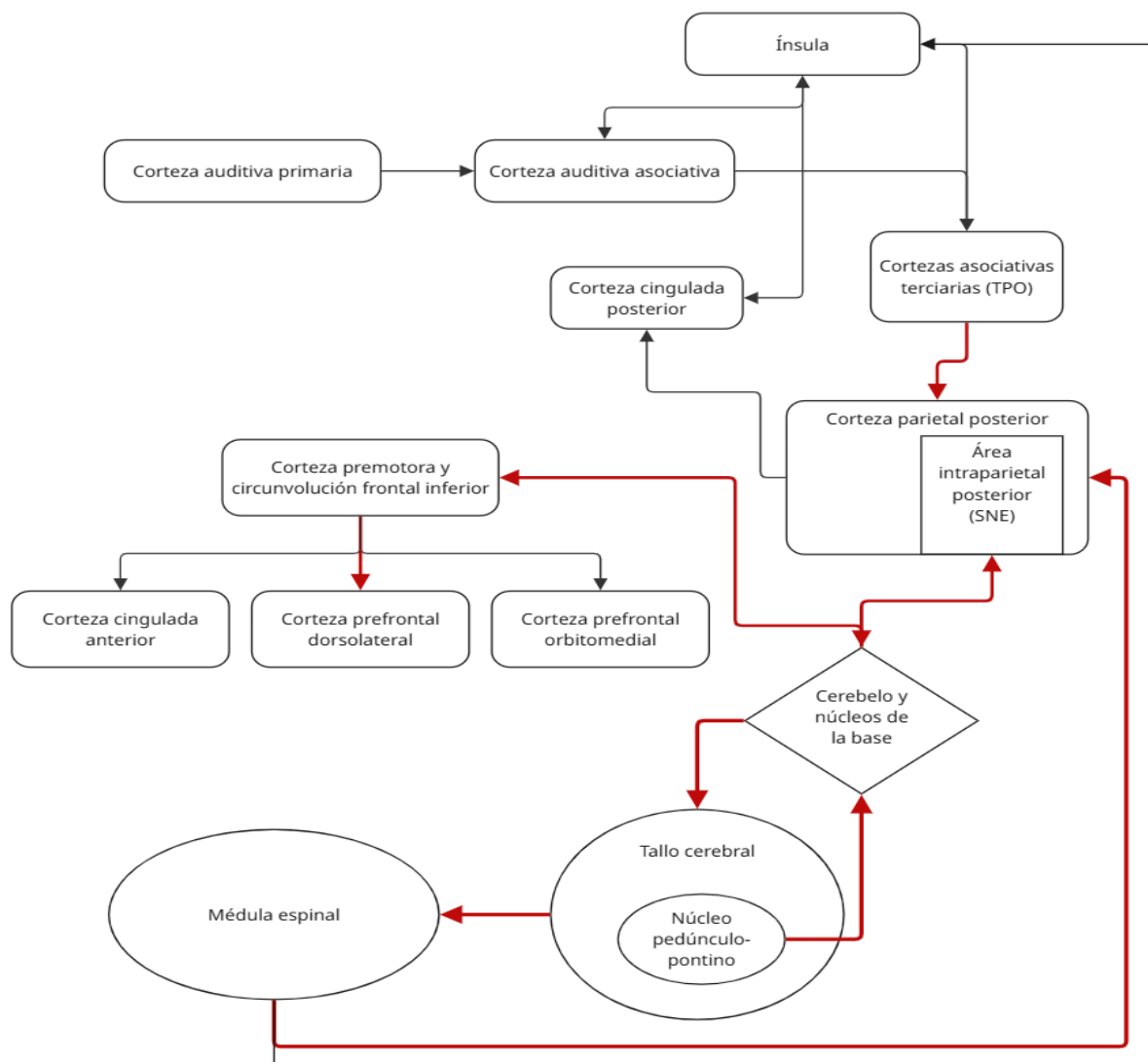
En particular, se ha descrito una interacción relevante entre los circuitos sensoriomotores y la red ejecutiva, así como el reclutamiento de la red mesocortical (Vallet, 2015), mediado por la

activación de estructuras subcorticales y de la corteza prefrontal. Este fenómeno puede explicarse a partir del correlato fisiológico asociado a la técnica de imaginería motora.

Es con base en todo lo anterior y, a partir de una revisión exhaustiva de la literatura, en conjunto con la observación de los pacientes durante el presente estudio, se ejemplifica a continuación el diagrama de hipótesis neurofuncional de la maniobra de intervención.

Figura 9

Diagrama de hipótesis neurofuncional de una maniobra de intervención mediante imaginería motora visual y cinestésica guiada por audio en pacientes con enfermedad de Parkinson.



Nota. El esquema representa la integración de sistemas auditivos, asociativos, ejecutivos y subcorticales implicados en la simulación motora (imaginería) y el control postural. Las regiones señaladas en rojo corresponden a las redes directamente implicadas en la ejecución de la imaginería motora y en la modulación postural, incluyendo el eje fronto-parietal con el sistema de neuronas espejo (SNE), el sistema cerebelo–ganglios basales, sus proyecciones hacia el tallo cerebral y la regulación medular. Las flechas indican relaciones funcionales hipotéticas entre las regiones, destacando procesos de planificación, automonitoreo, ajuste y detección de errores funcionales en tiempo real, con sus bucles de retroalimentación. El modelo no representa conectividad anatómica estricta, sino un marco funcional integrador basado en la evidencia neurobiológica de la imaginería motora. Diagrama realizado por los investigadores al integrar la información plasmada en el marco teórico, principalmente con referencia a Takakusaki, 2017; French et al., 2018; Grabli et al., 2013; Maggio et al., 2022; Héту et al., 2013; Mitchell et al., 2021; Grosprêtre et al., 2019; Martel & Glover, 2022; Sarasso et al, 2021; Sarasso et al., 2023 y Mezzarobba et al., 2024.

Es necesario que futuros estudios busquen corroborar dichas hipótesis mediante neuroimagen y técnicas funcionales para así, obtener un correlato preciso y particular de los mecanismos implicados en la intervención mediante dicha imaginería.

Finalmente, se reconoce la necesidad de controlar en futuros estudios covariables como la edad, sexo, años de escolaridad y ausencia/presencia de DCL.

Conclusión

Este proyecto exploró el potencial de la IM como herramienta para favorecer la postura y, mediante ello, el desempeño cognitivo, sustentándose en la relación mente-cuerpo propuesta desde diversos enfoques clínicos, como la “*Cognición Corporizada*” y el reclutamiento de sistemas sensoriomotores y redes ejecutivas, cuya relación se reconoce mediante neuroimagen y la activación de vías y zonas cerebrales fundamentales para procesos cognitivos y motores, como la vía mesocortical y el cerebelo.

En cuanto al impacto cognitivo, aunque no se obtuvo evidencia directa de una modificación postural visible que justifique un cambio en el desempeño mnésico auditivo verbal, la literatura especializada y el análisis funcional sugieren que la sola activación cerebral durante la imaginería de acciones cotidianas involucra regiones sensoriomotoras con correlatos subcorticales robustos. Esta activación, a su vez, podría facilitar la participación de redes ejecutivas y sistemas motores-cognitivos implicados en el control postural, la atención y el funcionamiento ejecutivo. La conexión subcortical y la regulación *bottom-up* explican los cambios en el desempeño, incluso sin que el participante sea plenamente consciente de sus ajustes, lo cual concuerda con lo observado cualitativamente en las mejoras cognitivas de los pacientes, incluso en etapas de DC, sugiriendo beneficios aún en estadios avanzados con compromiso cognitivo leve. En cuanto a los cambios motores, no se tienen resultados concluyentes, por lo que se recomienda profundizar en esta línea de investigación para lograr una adecuada medición e interpretación de este factor.

La elección de la memoria auditivo-verbal como variable independiente y su medición mediante una lista de palabras resultó pertinente, dada la relevancia clínica de este dominio cognitivo y su relación con la calidad de vida de los pacientes. Además, permite evaluar procesos adicionales como la atención y el funcionamiento ejecutivo durante la codificación y evocación de la información, siendo uno de los más vinculados a la conexión con las vías mesocorticales.

La utilización de un instrumento con versiones alternas permitió mitigar los efectos de aprendizaje y contaminación, incluso en aplicaciones continuas, facilitando la accesibilidad al protocolo y reduciendo los días necesarios para la intervención y evaluación. No obstante, es indispensable ajustarse a las características individuales del paciente; además de poder realizar estudios posteriores con pruebas de aprendizaje controlado que permitan disociar el desempeño mnésico del ejecutivo-atencional.

Un hallazgo relevante fue que varios participantes, tanto sanos como con EP, reportaron dolor posterior a la intervención, lo cual podría estar asociado a una mayor activación propioceptiva y motora. Este efecto debe ser cuidadosamente monitoreado, ya que puede indicar tanto un avance en la percepción corporal como una sobrecarga muscular no deseada. Por ello, la implementación de la maniobra debe ajustarse a las características individuales del sujeto, considerando factores como la velocidad de ejecución y la referencia a situaciones neutras para favorecer su realización.

La medición EMG se mantuvo como una herramienta indispensable, al ser una de las pocas capaces de ofrecer biofeedback en tiempo real, permitiendo detectar actividad muscular incluso sin cambios visibles. Sin embargo, dado que tanto el aumento como la

disminución de la tensión muscular pueden reflejar mejoras o deterioros posturales, se resalta la necesidad de complementar este tipo de registro con métodos adicionales, como la fotogrametría. Esta permite un análisis visual de la postura mediante ángulos y referencias anatómicas, aunque presenta limitaciones en la detección de cambios sutiles o electrofisiológicos. La combinación de ambas herramientas resulta esencial para lograr una interpretación más precisa, objetiva y completa del impacto de la intervención.

Desde el punto de vista técnico, se identificaron factores clave que deben ser controlados en futuras aplicaciones, como la estandarización de las condiciones del estudio (por ejemplo, la interacción mínima con el paciente durante y entre fases, la consistencia en la postura neutra adoptada, la adecuada colocación de electrodos según la morfología individual, la duración homogénea de las fases de medición y el control de factores externos). Aunque algunas de estas variables se exploraron de forma cualitativa, se requieren análisis estadísticos rigurosos que confirmen su influencia en los resultados de EMG y su comparabilidad entre fases.

Una de las principales limitaciones identificadas fue la dificultad en el registro EMG y en la definición de un marcador sensible, atribuible en parte al equipo utilizado. Aunque dicho equipo ha mostrado eficacia en contextos clínicos, no se encontraron precedentes de su uso bajo un protocolo similar, lo cual requirió un proceso de calibración específico. A partir de este ajuste, se observó un aumento en la tensión muscular, interpretado como un posible marcador de mejora postural. Sin embargo, este hallazgo debe considerarse con cautela, ya que podría estar influido por variables como la co-contracción muscular y la fase del protocolo en la que se encuentre la intervención.

Finalmente, los resultados de este estudio sugieren nuevas posibilidades para el diseño de estrategias terapéuticas que integren lo motor y lo cognitivo dentro del ámbito de la rehabilitación e intervención neuropsicológica como un continuo, reconociendo la importancia de la vinculación entre ambos procesos, en contraste con el paradigma tradicional que los aborda como entidades independientes. Si bien los datos actuales no permiten establecer conclusiones definitivas, sí aportan descripciones valiosas sobre el desempeño observado, señalando una dirección prometedora para futuras investigaciones sobre si incluso estas intervenciones son efectivas en otras patologías. Estas investigaciones deberán contar con un mayor rigor metodológico, incluyendo muestras más amplias, controles más estrictos y la incorporación de herramientas de medición más sensibles que permitan evaluar con mayor precisión los efectos de la imaginería motora sobre la postura y la cognición.

Referencias

- Aarsland, D., Batzu, L., Halliday, G., Geurtsen, G., Ballard, C., Chaudhuri, K., & Weintraub, D. (2021). Parkinson disease-associated cognitive impairment. *Nature Reviews Disease Primers*, 7(47). <https://doi.org/10.1038/s41572-021-00280-3>
- Aggarwal, R., & Ranganathan, P. (2019). Study designs: Part 4 - Interventional studies. *Perspectives in Clinical Research*, 10(3), 137–139. https://doi.org/10.4103/picr.PICR_91_19
- Agosta, F., Gatti, R., Sarasso, E., Volonté, M. A., Canu, E., Meani, A., Sarro, L., Copetti, M., Cattysse, E., Kerckhofs, E., Comi, G., Falini, A., & Filippi, M. (2017). Brain plasticity

in Parkinson's disease with freezing of gait induced by action observation training.

Journal of Neurology, 264(1), 88–101. <https://doi.org/10.1007/s00415-016-8309-7>

Amar, K., Stack, E., Fitton, C., Ashburn, A., & Roberts, H. C. (2015). Fall frequency, predicting falls and participating in falls research: similarities among people with Parkinson's disease with and without cognitive impairment. *Parkinsonism & Related Disorders*, 21(1), 55–60. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2014.11.001>

Amboni, M., Ricciardi, C., Adamo, S., Nicolai, E., Volzone, A., Erro, R., Cuoco, S., Cesarelli, G., Basso, L., D'Addio, G., Salvatore, M., Pace, L., & Barone, P. (2022). Machine learning can predict mild cognitive impairment in Parkinson's disease. *Frontiers in Neurology*, 13, 1010147. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.1010147>

Arango-Lasprilla, J., Rivera, D., Garza, M., Saracho, C., Rodríguez, W., Rodríguez-Agudelo, Y., Aguayo, A., Schebela, S., Luna, M., Longoni, M., Martínez, C., Doyle, S., Ocampo-Barba, N., Galarza-Del-Angel, J., Aliaga, A., Bringas, M., Esenarro, L., García-Egan, P., & Perrin, P. (2015). Hopkins Verbal Learning Test- Revised: Normative data for the Latin American Spanish speaking adult population. *NeuroRehabilitation*, 37(4), 699–718. <https://doi.org/10.3233/NRE-151286>

Asan, A., McIntosh, J., & Carmel, J. (2022). Targeting Sensory and Motor Integration for Recovery of Movement After CNS Injury. *Frontiers in Neuroscience*, 15, 791824. <https://doi.org/10.3389/fnins.2021.791824>

- Awad, S., Debatin, T., & Ziegler, A. (2021). Embodiment: I sat, I felt, I performed - Posture effects on mood and cognitive performance. *Acta Psychologica*, 218, 103353. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2021.103353>
- Baiano, C., Barone, P., Trojano, L., & Santangelo, G. (2020). Prevalence and clinical aspects of mild cognitive impairment in Parkinson's disease: A meta-analysis. *Movement Disorders : Official Journal of the Movement Disorder Society*, 35(1), 45–54. <https://doi.org/10.1002/mds.27902>
- Barone, P. (2010). Neurotransmission in Parkinson's disease: beyond dopamine. *European Journal of Neurology*, 17(3), 364–376. <https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2009.02900.x>
- Benedict, R. H. B., Schretlen, D., Groninger, L., & Brandt, J. (1991). *Hopkins Verbal Learning Test--Revised (HVL-R)* [Database record]. APA PsycTests. <https://doi.org/10.1037/t10851-000>
- Bernal, J., Gómez, L. y Wilches, E. (2025). Activación del musculo erector de la columna
- Bhagavathula, A. S., Tesfaye, W., Vidyasagar, K., & Fialova, D. (2022). Polypharmacy and Hyperpolypharmacy in Older Individuals with Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Gerontology*, 68(10), 1081–1090. <https://doi.org/10.1159/000521214>
- Bloem, B., Grimbergen, Y., van Dijk, J., & Munneke, M. (2006). The "posture second" strategy: a review of wrong priorities in Parkinson's disease. *Journal of the Neurological Sciences*, 248(1-2), 196–204. <https://doi.org/10.1016/j.jns.2006.05.010>

- Bouça-Machado, R., Maetzler, W., & Ferreira, J. (2018). What is functional mobility applied to Parkinson's Disease? *Journal of Parkinson's Disease*, 8(1), 121–130.
<https://doi.org/10.3233/JPD-171233>
- Byeon, H., Yu, S., Jin, H. & Cho, S. (2017). Development of Parkinson's Disease dementia prediction model based on verbal memory, visuospatial memory, and executive function. *Journal of Medical Imaging and Health Informatics*, 7(7), 1517-1521.
<https://doi.org/10.1166/jmihi.2017.2196>
- Cacciola, A., Milardi, D., Anastasi, G. P., Basile, G. A., Ciolli, P., Irrera, M., Cutroneo, G., Bruschetta, D., Rizzo, G., Mondello, S., Bramanti, P., & Quartarone, A. (2016). A Direct Cortico-Nigral Pathway as Revealed by Constrained Spherical Deconvolution Tractography in Humans. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10, 374.
<https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00374>
- Candel-Parra, E., Córcoles-Jiménez, M. P., Delicado-Useros, V., Hernández-Martínez, A., & Molina-Alarcón, M. (2021). Relationship between motor and nonmotor symptoms and quality of life in patients with Parkinson's Disease. *Nursing Reports (Pavia, Italy)*, 12(1), 1–12. <https://doi.org/10.3390/nursrep12010001>
- Caramazza, A., Anzellotti, S., Strnad, L., & Lingnau, A. (2014). Embodied cognition and mirror neurons: a critical assessment. *Annual Review of Neuroscience*, 37, 1–15.
<https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-071013-013950>
- Cardona, J. (2017). Embodied Cognition: A Challenging Road for Clinical Neuropsychology. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 9, 388. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2017.00388>

- Cenciarini, M., Loughlin, P., Sparto, P., & Redfern, M. S. (2010). Stiffness and damping in postural control increase with age. *IEEE Transactions on Bio-medical Engineering*, 57(2), 267–275. <https://doi.org/10.1109/TBME.2009.2031874>
- Chen, J., Zhao, D., Wang, Q., Chen, J., Bai, C., Li, Y., Guo, X., Chen, B., Zhang, L., & Yuan, J. (2023). Predictors of cognitive impairment in newly diagnosed Parkinson's disease with normal cognition at baseline: A 5-year cohort study. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 15, 1142558. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.1142558>
- Cherry, J., Nelson, A. M., Robinson, L. A., Goldstein, J., Vives-Rodriguez, A., Sharp, E., & Tinaz, S. (2025). Effects of mental imagery training on cognitive function and brain connectivity in people with Parkinson's disease: A randomized pilot trial. *MedRxiv : the preprint server for health sciences*, 2025.03.14.25324001. <https://doi.org/10.1101/2025.03.14.25324001>
- Chung, S. J., Park, Y. H., Yun, H. J., Kwon, H., Yoo, H. S., Sohn, Y. H., Lee, J. M., & Lee, P. H. (2019). Clinical relevance of amnestic versus non-amnestic mild cognitive impairment subtyping in Parkinson's disease. *European Journal of Neurology*, 26(5), 766–773. <https://doi.org/10.1111/ene.13886>
- Citro, S., Lazzaro, G. D., Cimmino, A. T., Giuffrè, G. M., Marra, C., & Calabresi, P. (2024). A multiple hits hypothesis for memory dysfunction in Parkinson disease. *Nature Reviews. Neurology*, 20(1), 50–61. <https://doi.org/10.1038/s41582-023-00905-z>
- Craighero L. (2022). The Role of the Sensorimotor System in Cognitive Functions. *Brain Sciences*, 12(5), 604. <https://doi.org/10.3390/brainsci12050604>

- Croze, R., Dilly, D., Godeau, M., Bouazza, Z., Getenet, J. C., Chainay, H., & Borg, C. (2022). Embodied cognition and emotion, two variables improving memory abilities in Parkinson's and Alzheimer's diseases. *Neuropsychology*, 36(7), 614–625. <https://doi.org/10.1037/neu0000826>
- Cuomo, G., Maglianella, V., Ghanbari Ghooshchy, S., Zoccolotti, P., Martelli, M., Paolucci, S., Morone, G., & Iosa, M. (2022). Motor imagery and gait control in Parkinson's disease: techniques and new perspectives in neurorehabilitation. *Expert Review of Neurotherapeutics*, 22(1), 43–51. <https://doi.org/10.1080/14737175.2022.2018301>
- Decety J. (1996). The neurophysiological basis of motor imagery. *Behavioural Brain Research*, 77(1-2), 45–52. [https://doi.org/10.1016/0166-4328\(95\)00225-1](https://doi.org/10.1016/0166-4328(95)00225-1)
- Deng, X., Mehta, A., Xiao, B., Ray Chaudhuri, K., Tan, E. K., & Tan, L. (2025). Parkinson's disease subtypes: Approaches and clinical implications. *Parkinsonism & Related Disorders*, 130, 107208. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2024.107208>
- Dirnberger, G., & Jahanshahi, M. (2013). Executive dysfunction in Parkinson's disease: A review. *Journal of Neuropsychology*, 7(2), 193–224. <https://doi.org/10.1111/jnp.12028>
- Duarte-Ayala, R., & Velasco-Rojano, A. (2022). Validación psicométrica del índice de Barthel en adultos mayores mexicanos. *Horizonte Sanitario*, 21(1), 113-120. <https://doi.org/10.19136/hs.a21n1.4519>
- Elgh, E., Domellöf, M., Linder, J., Edström, M., Stenlund, H., & Forsgren, L. (2009). Cognitive function in early Parkinson's disease: a population-based study. *European Journal of Neurology*, 16(12), 1278–1284. <https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2009.02707.x>

- Encarnacion, E. V., & Hauser, R. A. (2008). Levodopa-induced dyskinesias in Parkinson's disease: etiology, impact on quality of life, and treatments. *European Neurology*, 60(2), 57–66. <https://doi.org/10.1159/000131893>
- Erazo, M., Fors, M., Mullo, S., González, P., & Viada, C. (2020). Internal Consistency of Yesavage Geriatric Depression Scale (GDS 15-Item Version) in Ecuadorian Older Adults. *Inquiry : A Journal of Medical Care Organization, Provision and Financing*, 57. <https://doi.org/10.1177/0046958020971184>
- Ernst, M., Folkerts, A. K., Gollan, R., Lieker, E., Caro-Valenzuela, J., Adams, A., Cryns, N., Monsef, I., Dresen, A., Roheger, M., Eggers, C., Skoetz, N., & Kalbe, E. (2023). Physical exercise for people with Parkinson's disease: a systematic review and network meta-analysis. *The Cochrane Database of Systematic Reviews*, 1(1), CD013856. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013856.pub2>
- Escamilla-Martínez, E., Gómez-Maldonado, A., Gómez-Martín, B., Castro-Méndez, A., Díaz-Mancha, J. A., & Fernández-Seguin, L. M. (2021). An Assessment of Balance through Posturography in Healthy about Women: An Observational Study. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21(22), 7684. <https://doi.org/10.3390/s21227684>
- Fang, C., Lv, L., Mao, S., Dong, H., & Liu, B. (2020). Cognition Deficits in Parkinson's Disease: Mechanisms and Treatment. *Parkinson's Disease*, 2020(1), 2076942. <https://doi.org/10.1155/2020/2076942>
- Farina, M. (2021). Embodied cognition: Dimensions, domains and applications. *Adaptive Behavior*, 29(1), 73–88. <https://doi.org/10.1177/1059712320912963>

Fengler, S., Liepelt-Scarfone, I., Brockmann, K., Schäffer, E., Berg, D., & Kalbe, E. (2017).

Cognitive changes in prodromal Parkinson's disease: A review. *Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society*, 32(12), 1655–1666.

<https://doi.org/10.1002/mds.27135>

Filidei, M., Marsili, L., & Colosimo, C. (2025). Do Parkinson's Disease clinical subtypes really exist?. *Neurologia i Neurochirurgia Polska*, 59(2), 127–143.

<https://doi.org/10.5603/pjnns.103572>

Foglia, L., & Wilson, R. A. (2013). Embodied cognition. *Wiley interdisciplinary reviews*.

Cognitive science, 4(3), 319–325. <https://doi.org/10.1002/wcs.1226>

Fornari, L. H. T., da Silva Júnior, N., Muratt Carpenedo, C., Hilbig, A., & Rieder, C. R. M.

(2021). Striatal dopamine correlates to memory and attention in Parkinson's disease.

American Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging, 11(1), 10–19.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7936250/>

French, I., & Muthusamy, K. (2018). A Review of the Pedunculo pontine Nucleus in Parkinson's Disease. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 10, 99.

<https://doi.org/10.3389/fnagi.2018.00099>

Furlanetto, T., Sedrez, J., Candotti, C., & Loss, J. (2016). Photogrammetry as a tool for the

postural evaluation of the spine: A systematic review. *World Journal of Orthopedics*,

7(2), 136–148. <https://doi.org/10.5312/wjo.v7.i2.136>

- Galtier, I., Nieto, A., Lorenzo, J., & Barroso, J. (2019). Subjective cognitive decline and progression to dementia in Parkinson's disease: a long-term follow-up study. *Journal of Neurology*, 266(3), 745–754. <https://doi.org/10.1007/s00415-019-09197-0>
- Gandhi, K. R., & Saadabadi, A. (2023). Levodopa (L-Dopa). In *StatPearls*. StatPearls Publishing. Recuperado el 8 de enero de 2025 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482140/>
- Gardoni, A., Agosta, F., Sarasso, E., Basaia, S., Canu, E., Leocadi, M., Castelnovo, V., Tettamanti, A., Volontè, M. A., & Filippi, M. (2023). Cerebellar alterations in Parkinson's disease with postural instability and gait disorders. *Journal of Neurology*, 270(3), 1735–1744. <https://doi.org/10.1007/s00415-022-11531-y>
- Gibb, W. & Lees, A. (1988). The relevance of the Lewy body to the pathogenesis of idiopathic Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 51(6), 745–752. <https://doi.org/10.1136/jnnp.51.6.745>
- Giguère, N., Burke, S., & Trudeau, L. (2018). On Cell Loss and Selective Vulnerability of Neuronal Populations in Parkinson's Disease. *Frontiers in Neurology*, 9, 455. <https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00455>
- Goedert, M., Jakes, R., & Spillantini, M. (2017). The Synucleinopathies: Twenty Years On. *Journal of Parkinson's Disease*, 7(s1), S51–S69. <https://doi.org/10.3233/JPD-179005>
- González, M., Ostrosky-Shejet, F., Madrazo, I y Jiménez, F. (2018). Deterioro Cognitivo en Pacientes con Enfermedad de Parkinson. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 18(3), 19-27. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7042030>

- Gonzalez-Latapi, P., Bayram, E., Litvan, I., & Marras, C. (2021). Cognitive Impairment in Parkinson's Disease: Epidemiology, Clinical Profile, Protective and Risk Factors. *Behavioral Sciences (Basel, Switzerland)*, 11(5), 74. <https://doi.org/10.3390/bs11050074>
- Gordían-Vélez, W., Chouhan, D., España, R., Chen, H., Burdick, J., Duda, J., & Cullen, D. (2021). Restoring lost nigrostriatal fibers in Parkinson's disease based on clinically-inspired design criteria. *Brain Research Bulletin*, 175, 168–185. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2021.07.016>
- Grabli, D., Karachi, C., Welter, M. L., Lau, B., Hirsch, E. C., Vidailhet, M., & François, C. (2012). Normal and pathological gait: what we learn from Parkinson's disease. *Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry*, 83(10), 979–985. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2012-302263>
- Grabli, D., Karachi, C., Folgoas, E., Monfort, M., Tande, D., Clark, S., Civelli, O., Hirsch, E. C., & François, C. (2013). Gait disorders in parkinsonian monkeys with pedunculopontine nucleus lesions: a tale of two systems. *The Journal of Neuroscience : The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 33(29), 11986–11993. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1568-13.2013>
- Grosprêtre, S., Lebon, F., Papaxanthis, C., & Martin, A. (2019). Spinal plasticity with motor imagery practice. *The Journal of Physiology*, 597(3), 921–934. <https://doi.org/10.1113/JP276694>

- Gupta, S. & Shukla, S. (2021). Non-motor symptoms in Parkinson's disease: Opening new avenues in treatment. *Current Research in Behavioral Sciences*, 2(20), 100049. <https://doi.org/10.1016/j.crbeha.2021.100049>
- Hari, R., & Kujala, M. V. (2009). Brain basis of human social interaction: from concepts to brain imaging. *Physiological Reviews*, 89(2), 453–479. <https://doi.org/10.1152/physrev.00041.2007>
- Hariz, M., & Blomstedt, P. (2022). Deep brain stimulation for Parkinson's disease. *Journal of Internal Medicine*, 292(5), 764–778. <https://doi.org/10.1111/joim.13541>
- Hazar, Z., Karabicak, G., & Tiftikci, U. (2015). Reliability of photographic posture analysis of adolescents. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(10), 3123–3126. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.3123>
- He, J., Gong, C., Zhu, X., Zhu, S., Geng, A., Kan, C., Xu, S., Wang, T., Guo, C., Zhu, L., & Wang, Q. (2025). Cortical activation changes in supratentorial stroke patients during posture-cognition dual task. *Frontiers in neurology*, 16, 1521687. <https://doi.org/10.3389/fneur.2025.1521687>
- Héту, S., Grégoire, M., Saimpont, A., Coll, M. P., Eugène, F., Michon, P. E., & Jackson, P. L. (2013). The neural network of motor imagery: an ALE meta-analysis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 37(5), 930–949. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2013.03.017>
- Hilt, P. M., Bertrand, M. F., Féasson, L., Lebon, F., Mourey, F., Ruffino, C., & Rozand, V. (2023). Motor Imagery Training Is Beneficial for Motor Memory of Upper and Lower

- Limb Tasks in Very Old Adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 3541. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043541>
- Huang, J., Yuan, X., Chen, L., Hu, B., Jiang, L., Shi, T., Wang, H., & Huang, W. (2023). Subjective cognitive decline in patients with Parkinson's disease: an updated review. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 15, 1117068. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.1117068>
- Hughes, A., Daniel, S., Ben-Shlomo, Y., & Lees, A. (2002). The accuracy of diagnosis of parkinsonian syndromes in a specialist movement disorder service. *Brain: A Journal of Neurology*, 125(4), 861–870. <https://doi.org/10.1093/brain/awf080>
- Institute for Quality and Efficiency in Health Care. (2023). *Parkinson's disease: Learn more – Parkinson's: Non-drug treatment*. In *InformedHealth.org*. NCBI Bookshelf. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK293718/>
- Kaur, K., Das, P. G., Lenka, P. K., & Anwer, S. (2013). Immediate effect of posture correction of trapezius activity in computer users having neck pain – An electromyographic analysis. *The Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice*, 11(4). <http://ijahsp.nova.edu>
- Kaut, O., Mielacher, C., Hurlemann, R., & Wüllner, U. (2020). Resting-state fMRI reveals increased functional connectivity in the cerebellum but decreased functional connectivity of the caudate nucleus in Parkinson's disease. *Neurological Research*, 42(1), 62–67. <https://doi.org/10.1080/01616412.2019.1709141>
- Kanellos, F., Tsamis, K., Rigas, G., Simos, Y., Katsenos, A., Kartsakalis, G., Fotiadis, D., Vezyraki, P., Peschos, D., & Konitsiotis, S. (2023). Clinical Evaluation in Parkinson's

Disease: Is the Golden Standard Shiny Enough? *Sensors* 2023, 23(3807).

<https://doi.org/10.3390/s23083807>

Kashif, M., Ahmad, A., Bandpei, M., Syed, H., Raza, A., & Sana, V. (2022). A Randomized Controlled Trial of Motor Imagery Combined with Virtual Reality Techniques in Patients with Parkinson's Disease. *Journal of Personalized Medicine*, 12(3), 450.

<https://doi.org/10.3390/jpm12030450>

Kehagia, A. A., Barker, R. A., & Robbins, T. W. (2013). Cognitive impairment in Parkinson's disease: the dual syndrome hypothesis. *Neuro-degenerative Diseases*, 11(2), 79–92.

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC5079071/>

Kiverstein, J., & Miller, M. (2015). The embodied brain: Towards a radical embodied cognitive neuroscience. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, Article 237.

<https://doi.org/10.3389/fnhum.2015.00237>

Kuo, Y. L., Wang, P. S., Ko, P. Y., Huang, K. Y., & Tsai, Y. J. (2019). Immediate effects of real-time postural biofeedback on spinal posture, muscle activity, and perceived pain severity in adults with neck pain. *Gait & Posture*, 67, 187–193.

<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.10.021>

Kotagal, V. (2016). Is PIGD a legitimate motor subtype in Parkinson disease?. *Annals of Clinical and Translational Neurology*, 3(6), 473–477. <https://doi.org/10.1002/acn3.312>

Kotegawa, K., Yasumura, A., & Teramoto, W. (2021). Changes in prefrontal cortical activation during motor imagery of precision gait with age and task difficulty. *Behavioural Brain Research*, 399, 113046. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2020.113046>

- Kouli, A., Torsney, K., & Kuan, W. (2018). Parkinson's Disease: Etiology, Neuropathology and Pathogenesis. In Stoker T.B. & Greenland, J.C. (Eds.), *Parkinson's Disease: Pathogenesis and Clinical Aspects* (pp. 3-26). Codon Publications.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK536722/>
- Koziol, L. F., & Budding, D. E. (2009). Subcortical structures and cognition: Implications for neuropsychological assessment. Springer.
<https://drive.google.com/file/d/1ijxbaLG6qhYVbmEwWdYDx7XbZkZth4J3/view?usp=drivesdk>
- Lee, D., Dallapiazza, R. F., De Vloo, P., & Lozano, A. M. (2018). Current surgical treatments for Parkinson's disease and potential therapeutic targets. *Neural Regeneration Research*, 13(8), 1342–1345. <https://doi.org/10.4103/1673-5374.235220>
- Lee, K.-J., Han, H.-Y., Cheon, S.-H., Park, S.-H., & Yong, M.-S. (2015). The effect of forward head posture on muscle activity during neck protraction and retraction. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(3), 977–979.
<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4395757/>
- Leitan, N. D., & Chaffey, L. (2014). Embodied cognition and its applications: A brief review. *Sensoria: A Journal of Mind, Brain & Culture*, 10(1), 3–10.
<https://doi.org/10.7790/sa.v10i1.384>
- Li, Y., Zheng, J. J., Wu, X., Gao, W., & Liu, C. J. (2023). Postural control of Parkinson's disease: A visualized analysis based on Citespace knowledge graph. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 15, 1136177. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2023.1136177>

- Li, Z., Wang, T., Liu, H., Jiang, Y., Wang, Z., & Zhuang, J. (2020). Dual-task training on gait, motor symptoms, and balance in patients with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Clinical Rehabilitation*, 34(11), 1355–1367.
<https://doi.org/10.1177/0269215520941142>
- MacMahon, A., McComish, S., Fletcher, J., & Caldwell, M. (2021). The Pathogenesis of Parkinson's Disease: A Complex Interplay Between Astrocytes, Microglia, and T Lymphocytes? *Frontiers in Neurology*, 12, 666737.
<https://doi.org/10.3389/fneur.2021.666737>
- Maggio, M. G., Piazzitta, D., Andaloro, A., Latella, D., Sciarrone, F., Casella, C., Naro, A., Manuli, A., & Calabrò, R. S. (2022). Embodied cognition in neurodegenerative disorders: What do we know so far? A narrative review focusing on the mirror neuron system and clinical applications. *Journal of Clinical Neuroscience : Official Journal of the Neurosurgical Society of Australasia*, 98, 66–72.
<https://doi.org/10.1016/j.jocn.2022.01.028>
- Marinelli, L., Quartarone, A., Hallett, M., Frazzitta, G., & Ghilardi, M. F. (2017). The many facets of motor learning and their relevance for Parkinson's disease. *Clinical Neurophysiology : Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, 128(7), 1127–1141. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2017.03.042>
- Marre, Q., Huet, N., & Labeye, E. (2021). Embodied mental imagery improves memory. *Quarterly journal of experimental psychology (2006)*, 74(8), 1396–1405.
<https://doi.org/10.1177/17470218211009227>

- Marsili, L., Rizzo, G., & Colosimo, C. (2018). Diagnostic Criteria for Parkinson's Disease: From James Parkinson to the Concept of Prodromal Disease. *Frontiers in Neurology*, 9(156).
<https://doi.org/10.3389/fneur.2018.00156>
- Martel, M., & Glover, S. (2023). TMS over dorsolateral prefrontal cortex affects the timing of motor imagery but not overt action: Further support for the motor-cognitive model. *Behavioural Brain Research*, 437, 114125. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2022.114125>
- McAllister, R. & Veighey, K. (2012). Governing mechanistic studies to understand human biology. *Research Ethics*, 8(4), 212-215.
<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1747016112464840>
- Mezzarobba, S., Bonassi, G., Avanzino, L., & Pelosin, E. (2024). Action Observation and Motor Imagery as a Treatment in Patients with Parkinson's Disease. *Journal of Parkinson's Disease*, 14(s1), S53–S64. <https://doi.org/10.3233/JPD-230219>
- Mitchell, A. D., Martin, L. E., Baldwin, A. S., & Levens, S. M. (2021). Mindfulness-Informed Guided Imagery to Target Physical Activity: A Mixed Method Feasibility and Acceptability Pilot Study. *Frontiers in psychology*, 12, 742989.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.742989>
- Moran, A., & O'Shea, H. (2020). Motor Imagery Practice and Cognitive Processes. *Frontiers in Psychology*, 11, 394. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00394>
- Moyosore, A., Sturdee, M. & Rubegni, E. (2022). A systematic survey on embodied cognition: 11 years of research in child–computer interaction. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 33, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2022.100478>

Muurling, M., Rhodius-Meester, H., Pärkkä, J., van Gils, M., Frederiksen, K. S., Bruun, M., Hasselbalch, S. G., Soininen, H., Herukka, S. K., Hallikainen, M., Teunissen, C. E., Visser, P. J., Scheltens, P., van der Flier, W. M., Mattila, J., Lötjönen, J., & de Boer, C. (2020). Gait disturbances are associated with increased cognitive impairment and cerebrospinal fluid tau levels in a memory clinic cohort. *Journal of Alzheimer's Disease : JAD*, 76(3), 1061–1070. <https://doi.org/10.3233/JAD-200225>

Muslimović, D., Post, B., Speelman, J. D., De Haan, R. J., & Schmand, B. (2009). Cognitive decline in Parkinson's disease: a prospective longitudinal study. *Journal of the International Neuropsychological Society : JINS*, 15(3), 426–437. https://drive.google.com/file/d/1Io43oSODLuwDP6owm9FFzovOWQkMRAff/view?usp=drive_sdk

Muslimovic, D., Post, B., Speelman, J. D., & Schmand, B. (2007). Motor procedural learning in Parkinson's disease. *Brain : a journal of neurology*, 130(Pt 11), 2887–2897. <https://drive.google.com/file/d/1KJuj9V5JWk2Ids8GFCz5sOMUoozPDYDc/view?usp=drivesdk>

Nemade, D., Subramanian, T., & Shivkumar, V. (2021). An Update on Medical and Surgical Treatments of Parkinson's Disease. *Aging and Disease*, 12(4), 1021–1035. <https://doi.org/10.14336/AD.2020.1225>

Nisticò, R., Cerasa, A., Olivadese, G., Dalla Volta, R., Crasà, M., Vasta, R., Gramigna, V., Vescio, B., Barbagallo, G., Chiriaco, C., Quattrone, A., Salsone, M., Novellino, F., Arabia, G., Nicoletti, G., Morelli, M., & Quattrone, A. (2019). The embodiment of language in

tremor-dominant Parkinson's disease patients. *Brain and Cognition*, 135, 103586.

<https://doi.org/10.1016/j.bandc.2019.103586>

Nyberg, L., Lövdén, M., Riklund, K., Lindenberger, U., & Bäckman, L. (2012). Memory aging and brain maintenance. *Trends in Cognitive Sciences*, 16(5), 292–305.

<https://doi.org/10.1016/j.tics.2012.04.005>

Obeso, J. A., Rodriguez-Oroz, M. C., Stamelou, M., Bhatia, K. P., & Burn, D. J. (2014). The expanding universe of disorders of the basal ganglia. *Lancet (London, England)*, 384(9942), 523–531. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(13\)62418-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(13)62418-6)

Organización Mundial de la Salud. (2023). *Enfermedad de Parkinson*.

<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/parkinson-disease>

Ostrosky-Solís, F., Ardila, A., & Rosselli, M. (1999). NEUROPSI: a brief neuropsychological test battery in Spanish with norms by age and educational level. *Journal of the International Neuropsychological Society : JINS*, 5(5), 413–433.

<https://doi.org/10.1017/s1355617799555045>

Ostrosky-Solis, F., Gomez-Perez, Matute, E., Rosselli, M., Ardila, A., & Pineda, D. (2007).

NEUROPSI ATTENTION AND MEMORY: a neuropsychological test battery in Spanish with norms by age and educational level. *Applied Neuropsychology*, 14(3), 156–170.

<https://doi.org/10.1080/09084280701508655>

Palacios, E., González, A., Vicuña, J. y Villamizar, L. (2019). Calidad de vida en los pacientes con EP valorados en un hospital universitario de Bogotá, Colombia. *Neurología Argentina*, 11(3), 151-158.

<https://www.elsevier.es/es-revista-neurologia-argentina-301-articulo-calidad-vida-pacient-es-con-enfermedad-S1853002819300266>

- Pedersen, K. F., Larsen, J. P., Tysnes, O. B., & Alves, G. (2013). Prognosis of mild cognitive impairment in early Parkinson disease: the Norwegian ParkWest study. *JAMA neurology*, 70(5), 580–586. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2013.2110>
- Perugini, A., Ditterich, J., Shaikh, A. G., Knowlton, B. J., & Basso, M. A. (2018). Paradoxical Decision-Making: A Framework for Understanding Cognition in Parkinson's Disease. *Trends in Neurosciences*, 41(8), 512–525. <https://doi.org/10.1016/j.tins.2018.04.006>
- Peters, C. M., Scott, M. W., Jin, R., Ma, M., Kraeutner, S. N., & Hodges, N. J. (2025). Evidence for the dependence of visual and kinesthetic motor imagery on isolated visual and motor practice. *Consciousness and Cognition*, 127, 103802. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2024.103802>
- Pieruccini-Faria, F., Black, S., Masellis, M., Smith, E., Almeida, Q., Li, K., Bherer, L., Camicioli, R., & Montero-Odasso, M. (2021). Gait variability across neurodegenerative and cognitive disorders: Results from the Canadian Consortium of Neurodegeneration in Aging (CCNA) and the Gait and Brain Study. *Alzheimer's & Dementia : The Journal of the Alzheimer's Association*, 17(8), 1317–1328. <https://doi.org/10.1002/alz.12298>
- Pigott, K., Rick, J., Xie, S. X., Hurtig, H., Chen-Plotkin, A., Duda, J. E., Morley, J. F., Chahine, L. M., Dahodwala, N., Akhtar, R. S., Siderowf, A., Trojanowski, J. Q., & Weintraub, D. (2015). Longitudinal study of normal cognition in Parkinson disease. *Neurology*, 85(15), 1276–1282. <https://doi.org/10.1212/WNL.0000000000002001>

- Post, B., van den Heuvel, L., van Prooijie, T., van Ruissen, X., van de Warrenburg, B., & Nonnekes, J. (2020). Young Onset Parkinson's Disease: A Modern and Tailored Approach. *Journal of Parkinson's disease*, 10(s1), S29–S36.
<https://doi.org/10.3233/JPD-202135>
- Postuma, R., Berg, D., Stern, M., Poewe, W., Olanow, C., Oertel, W., Obeso, J., Marek, K., Litvan, I., Lang, A., Halliday, G., Goetz, C., Gasser, T., Dubois, B., Chan, P., Bloem, B., Adler, C., & Deuschl, G. (2015). MDS clinical diagnostic criteria for Parkinson's disease. *Movement Disorders : Official journal of the Movement Disorder Society*, 30(12), 1591–1601. <https://doi.org/10.1002/mds.26424>
- Quiñones, S. y Restrepo, F. (2023). Evaluación neuropsicológica de la memoria episódica. *EduPsykhé*, 20(2), 24-55. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8943452>
- Radad, K., Moldzio, R., Krewenka, C., Kranner, B., & Rausch, W.-D. (2023). Pathophysiology of non-motor signs in Parkinson's disease: Some recent updating with brief presentation. *Exploration of Neuroprotective Therapy*, 3(1), 24-46.
<https://doi.org/10.37349/ent.2023.00036>
- Ramirez, M. & Ostrosky-Solís, F. (2008). Datos normativos de la escala PCRS para la autoconsciencia en México y la influencia de la cultura. *Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias*, 8(2), 22-33.
<http://revistaneurociencias.com/index.php/RNNN/article/view/189/148>
- Rascol, O., Brooks, D. J., Korczyn, A. D., De Deyn, P. P., Clarke, C. E., & Lang, A. E. (2000). A five-year study of the incidence of dyskinesia in patients with early Parkinson's disease

- who were treated with ropinirole or levodopa. *The New England Journal of Medicine*, 342(20), 1484–1491. <https://doi.org/10.1056/NEJM200005183422004>
- Ren, W. H., Chen, B., He, J. Q., Qi, Y. M., Yan, Y. Y., Jin, S. X., & Chang, Y. (2025). Patterns of cerebellar cortex hypermetabolism on motor and cognitive functions in PD. *NPJ Parkinson's disease*, 11(1), 83. <https://doi.org/10.1038/s41531-025-00931-2>
- Robles, R., Varela, R., Jurado, S. y Páez, F. (2001). Versión mexicana del Inventario de Ansiedad de Beck: propiedades psicométricas. *Revista Mexicana de Psicología*, 18(2), 211-218. https://www.researchgate.net/publication/283150414_The_Mexican_version_of_Beck_Anxiety_Inventory_Psychometric_properties
- Rodríguez, M. y Cervantes, A. (2014). La escala unificada de la EP Modificada por la Sociedad de Trastornos del Movimiento (MDS-UPDRS): aplicación clínica e investigación. *Archivo de Neurociencias*, 19(3), 157-163. <https://www.medigraphic.com/pdfs/arcneu/ane-2014/ane143g.pdf>
- Rodríguez, M., Velásquez, L. & Cervantes, A. (2019). Incidence rates of Parkinson's Disease in Mexico: Analysis of 2014-2017 statistics. *Revista Mexicana de Neurología*, 20(3), 136-140. <https://doi.org/10.24875/rmn.m19000043>
- Rotondo, R., Proietti, S., Perluigi, M., Padua, E., Stocchi, F., Fini, M., Stocchi, V., Volpe, D., & De Pandis, M. F. (2023). Physical activity and neurotrophic factors as potential drivers of neuroplasticity in Parkinson's Disease: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Research Reviews*, 92, 102089. <https://doi.org/10.1016/j.arr.2023.102089>
- Russ, T. C., & Morling, J. R. (2012). Cholinesterase inhibitors for mild cognitive impairment. *The Cochrane database of systematic reviews*, 2012(9), CD009132.

<https://doi.org/10.1002/14651858.CD009132.pub2>

Sáez-Atxukarro, O., Del Pino, R., Peña, J., Schretlen, D. J., Ibarretxe-Bilbao, N., & Ojeda, N. (2021). Test de aprendizaje verbal de Hopkins revisado: normalización y estandarización de la prueba en población española [Hopkins Verbal Learning Test-revised: normalization and standardization for Spanish population]. *Revista de Neurologia*, 72(2), 35–42.

<https://doi.org/10.33588/rn.7202.2020412>

Sander, M. C., Lindenberger, U., & Werkle-Bergner, M. (2012). Lifespan age differences in working memory: a two-component framework. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 36(9), 2007–2033. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2012.06.004>

Sarasso, E., Agosta, F., Piramide, N., Gardoni, A., Canu, E., Leocadi, M., Castelnovo, V., Basaia, S., Tettamanti, A., Volontè, M. A., & Filippi, M. (2021). Action Observation and Motor Imagery Improve Dual Task in Parkinson's Disease: A Clinical/fMRI Study. *Movement disorders : Official Journal of the Movement Disorder Society*, 36(11), 2569–2582.

<https://doi.org/10.1002/mds.28717>

Sarasso, E., Gardoni, A., Zenere, L., Canu, E., Basaia, S., Pelosin, E., Volontè, M. A., Filippi, M., & Agosta, F. (2023). Action observation and motor imagery improve motor imagery abilities in patients with Parkinson's disease - A functional MRI study. *Parkinsonism & Related Disorders*, 116, 105858. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2023.105858>

Schaefer, S., Lövdén, M., Wieckhorst, B., & Lindenberger, U. (2010). Cognitive performance is improved while walking: Differences in cognitive-sensorimotor couplings between children and young adults. *European Journal of Developmental Psychology*, 7(3), 371–389. <https://doi.org/10.1080/17405620802535666>

- Skidmore, F., Monroe, W., Hurt, C., Nicholas, A., Gerstenecker, A., Anthony, T., Jololian, L., Cutter, G., Bashir, A., Denny, T., Standaert, D., & Disbrow, E. (2022). The emerging postural instability phenotype in idiopathic Parkinson disease. *NPJ Parkinson's disease*, 8(1), 28. <https://doi.org/10.1038/s41531-022-00287-x>
- Smith, E., Cusack, T., & Blake, C. (2015). The effect of a dual task on gait speed in community dwelling older adults: A systematic review and meta-analysis. *Gait & posture*, 44, 250–258.
<https://drive.google.com/file/d/1Ao28Fxb2IWsaajmcDVmI6gKMDjxHAIGN-/view?usp=drivesdk>
- Stehle, S. A., Aubonnet, R., Hassan, M., Recenti, M., Jacob, D., Petersen, H., & Gargiulo, P. (2022). Predicting postural control adaptation measuring EEG, EMG, and center of pressure changes: BioVRSea paradigm. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 1038976. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2022.1038976>
- Takakusaki K. (2017). Functional Neuroanatomy for Posture and Gait Control. *Journal of Movement Disorders*, 10(1), 1–17. <https://doi.org/10.14802/jmd.16062>
- Tassani, S., Font-Llagunes, J., González, M., & Noailly, J. (2019). Muscular tension significantly affects stability in standing posture. *Gait & posture*, 68, 220–226. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2018.11.034>
- Tedeschi, R., Platano, D., Donati, D., & Giorgi, F. (2024). Harnessing Mirror Neurons: A New Frontier in Parkinson's Disease Rehabilitation-A Scoping Review of the Literature. *Journal of Clinical Medicine*, 13(15), 4539. <https://doi.org/10.3390/jcm13154539>
- Thenganatt, M., & Jankovic, J. (2014). Parkinson disease subtypes. *JAMA Neurology*, 71(4),

- 499–504. <https://doi.org/10.1001/jamaneurol.2013.6233>
- Thought Technology Ltd. (2003). *ProComp Infiniti™ Hardware Manual*. Thought Technology Ltd. <https://bio-medical.com/media/support/sa7510.pdf>
- Trošt, M., Perovnik, M., & Pirtošek, Z. (2019). Correlations of Neuropsychological and Metabolic Brain Changes in Parkinson's Disease and Other α -Synucleinopathies. *Frontiers in Neurology*, 10, 1204. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.01204>
- Tomasino, B., & Rumiati, R. (2013). Introducing the special topic "The when and why of sensorimotor processes in conceptual knowledge and abstract concepts". *Frontiers in Human Neuroscience*, 7, 498. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00498>
- Tysnes, O-B. & Storstein, A. (2017). Epidemiology of Parkinson's Disease. *Journal of Neural Transmission*, 124(8), 901–905. <https://doi.org/10.1007/s00702-017-1686-y>
- Urso, D., Leta, V., Batzu, L., Yousaf, T., Farrell, C., van Wamelen, D. , & Ray Chaudhuri, K. (2021). Disentangling the PIGD classification for the prediction of cognitive impairment in de novo Parkinson's disease. *Journal of Neurology*, 269(3), 1566–1573. <https://doi.org/10.1007/s00415-021-10730-3>
- Vallet G. (2015). Embodied cognition of aging. *Frontiers in Psychology*, 6, 463. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00463>
- Van Caenegem, E. E., Moreno-Verdú, M., Waltzing, B. M., Hamoline, G., McAteer, S. M., Frahm, L., & Hardwick, R. M. (2024). Multisensory approach in Mental Imagery: ALE meta-analyses comparing Motor, Visual and Auditory Imagery. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 167, 105902. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2024.105902>

- Van Humbeeck, N., Kliegl, R., & Krampe, R. T. (2023). Lifespan changes in postural control. *Scientific reports*, 13(1), 541. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-26934-0>
- Visser, M., Leentjens, A. F., Marinus, J., Stiggelbout, A. M., & van Hilten, J. J. (2006). Reliability and validity of the Beck depression inventory in patients with Parkinson's disease. *Movement Disorders: Official Journal of the Movement Disorder Society*, 21(5), 668–672. <https://doi.org/10.1002/mds.20792>
- von Coelln, R., Gruber-Baldini, A. L., Reich, S. G., Armstrong, M. J., Savitt, J. M., & Shulman, L. M. (2021). The inconsistency and instability of Parkinson's disease motor subtypes. *Parkinsonism & Related Disorders*, 88, 13–18. <https://doi.org/10.1016/j.parkreldis.2021.05.016>
- Wakabayashi, K., Tanji, K., Mori, F., & Takahashi, H. (2007). The Lewy body in Parkinson's Disease: molecules implicated in the formation and degradation of alpha-synuclein aggregates. *Neuropathology : Official Journal of the Japanese Society of Neuropathology*, 27(5), 494–506. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1789.2007.00803.x>
- Wang, C., Yang, Y., Sun, K., Wang, Y., Wang, X., & Liu, X. (2024). The Brain Activation of Two Motor Imagery Strategies in a Mental Rotation Task. *Brain sciences*, 15(1), 8. <https://doi.org/10.3390/brainsci15010008>
- Wang, Y., Zhao, J., Li, D., Peng, F., Wang, Y., Yang, K., Liu, Z., Liu, F., Wu, J. & Wang, J. (2017). Associations between cognitive impairment and motor dysfunction in Parkinson's disease. *Brain and Behavior*, 7(6), e00719. <https://doi.org/10.1002/brb3.719>

- Weil, R., Costantini, A., & Schrag, A. (2018). Mild cognitive impairment in Parkinson's Disease-What is it? *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 18(4), 17.
<https://doi.org/10.1007/s11910-018-0823-9>
- Wilson, A., & Golonka, S. (2013). Embodied Cognition is Not What you Think it is. *Frontiers in Psychology*, 4, 58. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00058>
- Wong, P. L., Cheng, S. J., Yang, Y. R., & Wang, R. Y. (2023). Effects of Dual Task Training on Dual Task Gait Performance and Cognitive Function in Individuals With Parkinson Disease: A Meta-analysis and Meta-regression. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 104(6), 950–964. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2022.11.001>
- Woollacott, M., & Shumway-Cook, A. (2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait & posture*, 16(1), 1–14.
[https://doi.org/10.1016/s0966-6362\(01\)00156-4](https://doi.org/10.1016/s0966-6362(01)00156-4)
- Ye, S., Wu, M., Yao, C., Xue, G., & Cai, Y. (2024). Transcranial Direct Current Stimulation over the Posterior Parietal Cortex Increases Nontarget Retrieval during Visual Working. *Memory. eNeuro*, 11(11), ENEURO.0265-24.2024.
<https://doi.org/10.1523/ENEURO.0265-24.2024>
- Yogev-Seligmann, G., Hausdorff, J. M., & Giladi, N. (2012). Do we always prioritize balance when walking? Towards an integrated model of task prioritization. *Movement disorders : Official Journal of the Movement Disorder Society*, 27(6), 765–770.
<https://doi.org/10.1002/mds.24963>

- Zawadka-Kunikowska, M., Klawe, J. J., Tafil-Klawe, M., Bejtka, M., Rzepiński, Ł., & Cieślicka, M. (2022). Cognitive Function and Postural Control Strategies in Relation to Disease Progression in Patients with Parkinson's Disease. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(19), 12694. <https://doi.org/10.3390/ijerph191912694>
- Zhang, Y., Liu, S., Xu, K., Zhou, Y., Shen, Y., Liu, Z., Bai, Y., & Wang, S. (2024). Non-pharmacological therapies for treating non-motor symptoms in patients with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in Aging Neuroscience*, 16, 1363115. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2024.1363115>
- Zhou, Z., Yi, L., Wang, D., Lim, T., & Tan, E. (2023). Role of dopamine in the pathophysiology of Parkinson's disease. *Translational Neurodegeneration*, 12(1), 44. <https://doi.org/10.1186/s40035-023-00378-6>

Anexos

A. Carta de Consentimiento Informado para participantes del estudio.

Carta de Consentimiento Informado para Participación en Protocolos de Investigación Clínica en Adultos

México, CD.MX., a 13 de noviembre del 2024.

Por medio de la presente yo _____ acepto participar en el protocolo de investigación titulado ***“Desempeño mnésico en pacientes con EP tras modificación postural mediante imagería motora”***.

Registrado ante el Comité de Ética de la Investigación con el número CIE-EPUP-2024-6.

El objetivo del estudio es identificar diferencias en el desempeño mnésico auditivo-verbal entre pacientes con EP en etapas III de Hoehn y Yahr, tras la modificación postural mediante una técnica de imagería motora, midiéndola con el uso de electromiografía superficial.

Se me ha explicado que mi participación consistirá en primer lugar en una evaluación neuropsicológica en la cual se buscará conocer su desempeño cognitivo, emocional y funcional general. Posteriormente se evaluará el estado basal de la memoria auditivo-verbal, para recurrir finalmente a la aplicación de una técnica de modificación postural con imagería motora, la cual se evaluará en conjunto su desempeño mnésico verbal después de la aplicación de dicha técnica.

Se tomarán fotos del estado basal y post intervención de la postura para su posterior análisis, para lo cual se le pedirá que use ropa cómoda que permita la colocación de electrodos o el uso de bata quirúrgica, la cual se le proporcionará por los investigadores.

Declaro que se me ha informado ampliamente sobre los posibles registros, inconvenientes, molestias y beneficios derivados de mi participación en el estudio, que son los siguientes: incomodidad ante la imaginación, dificultad para un registro vivido de las situaciones, dolores de cabeza, ligera tensión muscular y frustración.

Los investigadores responsables, Elisa Guadalupe Sánchez Castillo y Alex Yair Lozano Acosta, se han comprometido a darme información oportuna sobre cualquier procedimiento alternativo adecuado que pudiera ser ventajoso para mi tratamiento, así como a responder cualquier pregunta y aclarar cualquier duda que le plantee acerca de los procedimientos que se llevarán a cabo, los riesgos, beneficios o cualquier otro asunto relacionado con la investigación y/o con mi tratamiento.

Entiendo que conservo el derecho de retirarme del estudio en cualquier momento, en que lo considere conveniente, sin que ello afecte la atención médica que pueda recibir en la clínica.

Los investigadores responsables me han dado seguridades de que no se me identificará en las presentaciones o publicaciones que deriven de este estudio y de que los datos relacionados con mi privacidad serán manejados en forma confidencial. También se han comprometido a proporcionarme la información actualizada que se obtenga durante el estudio, aunque esta pudiera hacerme cambiar de parecer respecto a mi permanencia en el mismo.

Nombre y firma del Participante

Nombre y firma del Investigador Responsable

Nombre y firma del Investigador Responsable

Números telefónicos a los cuales comunicarse en caso de emergencia o dudas y preguntas relacionadas con el estudio _____.

Testigo:

Nombre y firma

B. Versiones alternas utilizadas del Hopkins Verbal Learning Test (HVLT)

A lo largo de la presente investigación se ocupó la versión C para la línea base y la versión B para la fase experimental (post maniobra de IM).

*HVLT***HOPKINS VERBAL LEARNING TEST****No Exp:****Fecha:**

Nombre: _____ Sexo: ____ Edad: ____ Fecha de Nacimiento: _____

Lugar de Nacimiento: _____ Lugar de Residencia: _____ No Habitantes: _____

Educación: _____ Años: _____ N.E.E.: _____

Ocupación(es): _____

Lateralidad: Diestro Zurdo Mixta Lengua Materna: _____

FORMA C

HVLT: Lista	Ensayo de Aprendizaje: Recuerdo			20 minutos	
	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4	
Tormenta					
Flauta					
Espada					
Trompeta					
Nieve					
Piano					
Puñal					
Trueno					
Violín					
Lanza					
Tempestad					
Látigo					
Num incorrectas					
Reconocimiento					
Tormenta	*Avión*	Violín	Flauta	Trueno	lanza
Cactus	Relámpago	Puñal	*Sombrero*	*Elefante*	Piano
Espada	Nieve	Clarinete	Látigo	Trompeta	Tempestad
Flecha	Trombón	Niebla	*Reloj*	Hacha	*Ventana*

Recuerdo: (Total 1+2+3): ____ %retenido: (Ensayo 4 x 100) / Ensayo 3: ____%

Reconocimiento: # aciertos: ____/12

Falsos positivos: **relacionados**: ____/6 *no relacionados*: ____/6

Total falsos positivos: ____/12 Discriminación (Aciertos recono-falsos positivos)= ____

HVLT

FORMA B

HVLT: Lista	Ensayo de Aprendizaje: Recuerdo			20 minutos	
	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3	Ensayo 4	
Ciruela					
Hotel					
Zafiro					
Cueva					
Sandía					
Choza					
Esmeralda					
Mango					
Palacio					
Diamante					
Manzana					
Perla					
Num incorrectas					
Reconocimiento					
Diamante	Hotel	Melón	Zafiro	Casa	Choza
Cuadro	Naranja	Ciruela	*Menta*	Esmeralda	*Zapato*
Mango	*Rana*	Perla	*Disco*	Cabaña	Cueva
Sandía	Brillante	Rubí	*chocolate*	Manzana	Palacio

Recuerdo: (Total 1+2+3):___ %retenido: (Ensayo 4 x 100) / Ensayo 3:___%

Reconocimiento:# aciertos:___/12

Falsos positivos: **relacionados**:___/6 *no relacionados*:___/6

Total falsos positivos:___/12 Discriminación (Aciertos-falsos positivos)=___

C. Baremos mexicanos del Hopkins Verbal Learning Test (HVLT)

Con base en el estudio realizado por Arango-Lasprilla et al. en el año 2015, se incluyen a continuación los baremos del instrumento diseñados para población mexicana tanto para la codificación como para la evocación.

Table A8
Normative data for the HVLT-R total recall stratified by age and education levels for MEXICO

	Percentile	Age (Years)												
		18–22	23–27	28–32	33–37	38–42	43–47	48–52	53–57	58–62	63–67	68–72	73–77	>77
>12 years of education	95	33.1	32.5	32.0	31.4	30.8	30.3	29.7	29.2	28.6	28.0	27.5	26.9	26.4
	90	31.5	30.9	30.4	29.8	29.3	28.7	28.1	27.6	27.0	26.5	25.9	25.3	24.8
	85	30.4	29.9	29.3	28.8	28.2	27.6	27.1	26.5	26.0	25.4	24.8	24.3	23.7
	80	29.6	29.0	28.4	27.9	27.3	26.8	26.2	25.6	25.1	24.5	24.0	23.4	22.8
	70	28.1	27.6	27.0	26.5	25.9	25.3	24.8	24.2	23.7	23.1	22.5	22.0	21.4
	60	26.9	26.4	25.8	25.3	24.7	24.1	23.6	23.0	22.5	21.9	21.3	20.8	20.2
	50	25.8	25.3	24.7	24.2	23.6	23.0	22.5	21.9	21.4	20.8	20.2	19.7	19.1
	40	24.7	24.2	23.6	23.1	22.5	21.9	21.4	20.8	20.3	19.7	19.1	18.6	18.0
	30	23.5	23.0	22.4	21.9	21.3	20.7	20.2	19.6	19.1	18.5	17.9	17.4	16.8
	20	22.1	21.6	21.0	20.5	19.9	19.3	18.8	18.2	17.7	17.1	16.5	16.0	15.4
	15	21.2	20.7	20.1	19.6	19.0	18.4	17.9	17.3	16.8	16.2	15.6	15.1	14.5
	10	20.2	19.6	19.1	18.5	17.9	17.4	16.8	16.3	15.7	15.1	14.6	14.0	13.5
	5	18.6	18.0	17.5	16.9	16.4	15.8	15.2	14.7	14.1	13.6	13.0	12.4	11.9
1 to 12 years of education	95	30.9	30.4	29.8	29.3	28.7	28.1	27.6	27.0	26.5	25.9	25.3	24.8	24.2
	90	29.3	28.8	28.2	27.7	27.1	26.5	26.0	25.4	24.9	24.3	23.7	23.2	22.6
	85	28.3	27.7	27.2	26.6	26.0	25.5	24.9	24.4	23.8	23.2	22.7	22.1	21.6
	80	27.4	26.8	26.3	25.7	25.2	24.6	24.0	23.5	22.9	22.4	21.8	21.2	20.7
	70	26.0	25.4	24.9	24.3	23.7	23.2	22.6	22.1	21.5	20.9	20.4	19.8	19.3
	60	24.8	24.2	23.7	23.1	22.5	22.0	21.4	20.9	20.3	19.8	19.2	18.6	18.1
	50	23.7	23.1	22.6	22.0	21.4	20.9	20.3	19.8	19.2	18.6	18.1	17.5	17.0
	40	22.6	22.0	21.5	20.9	20.3	19.8	19.2	18.7	18.1	17.5	17.0	16.4	15.9
	30	21.4	20.8	20.3	19.7	19.1	18.6	18.0	17.5	16.9	16.3	15.8	15.2	14.7
	20	20.0	19.4	18.9	18.3	17.7	17.2	16.6	16.1	15.5	14.9	14.4	13.8	13.3
	15	19.1	18.5	18.0	17.4	16.8	16.3	15.7	15.2	14.6	14.0	13.5	12.9	12.4
	10	18.0	17.5	16.9	16.3	15.8	15.2	14.7	14.1	13.5	13.0	12.4	11.9	11.3
	5	16.4	15.9	15.3	14.8	14.2	13.6	13.1	12.5	12.0	11.4	10.8	10.3	9.7

Table A19
Normative data for the HVLT-R delayed recall stratified by age and education levels for MEXICO

		Age (Years)												
	Percentile	18–22	23–27	28–32	33–37	38–42	43–47	48–52	53–57	58–62	63–67	68–72	73–77	>77
>12 years of education	95	–	–	12.0	12.0	12.0	11.7	11.4	11.1	10.8	10.6	10.3	10.0	9.7
	90	12.0	12.0	11.8	11.5	11.2	10.9	10.6	10.3	10.0	9.8	9.5	9.2	8.9
	85	11.8	11.5	11.2	11.0	10.7	10.4	10.1	9.8	9.5	9.2	8.9	8.7	8.4
	80	11.4	11.1	10.8	10.5	10.2	9.9	9.7	9.4	9.1	8.8	8.5	8.2	7.9
	70	10.7	10.4	10.1	9.8	9.5	9.2	8.9	8.7	8.4	8.1	7.8	7.5	7.2
	60	10.1	9.8	9.5	9.2	8.9	8.6	8.4	8.1	7.8	7.5	7.2	6.9	6.6
	50	9.5	9.2	8.9	8.7	8.4	8.1	7.8	7.5	7.2	6.9	6.7	6.4	6.1
	40	9.0	8.7	8.4	8.1	7.8	7.5	7.2	7.0	6.7	6.4	6.1	5.8	5.5
	30	8.4	8.1	7.8	7.5	7.2	6.9	6.7	6.4	6.1	5.8	5.5	5.2	4.9
	20	7.7	7.4	7.1	6.8	6.5	6.2	5.9	5.7	5.4	5.1	4.8	4.5	4.2
	15	7.2	6.9	6.7	6.4	6.1	5.8	5.5	5.2	4.9	4.6	4.4	4.1	3.8
	10	6.7	6.4	6.1	5.8	5.6	5.3	5.0	4.7	4.4	4.1	3.8	3.5	3.3
	5	5.9	5.6	5.3	5.0	4.8	4.5	4.2	3.9	3.6	3.3	3.0	2.8	2.5
1 to 12 years of education	95	12.0	12.0	11.7	11.4	11.1	10.8	10.5	10.3	10.0	9.7	9.4	9.1	8.8
	90	11.5	11.2	10.9	10.6	10.3	10.0	9.8	9.5	9.2	8.9	8.6	8.3	8.0
	85	10.9	10.7	10.4	10.1	9.8	9.5	9.2	8.9	8.7	8.4	8.1	7.8	7.5
	80	10.5	10.2	9.9	9.6	9.4	9.1	8.8	8.5	8.2	7.9	7.6	7.4	7.1
	70	9.8	9.5	9.2	8.9	8.7	8.4	8.1	7.8	7.5	7.2	6.9	6.6	6.4
	60	9.2	8.9	8.6	8.3	8.1	7.8	7.5	7.2	6.9	6.6	6.3	6.1	5.8
	50	8.7	8.4	8.1	7.8	7.5	7.2	6.9	6.6	6.4	6.1	5.8	5.5	5.2
	40	8.1	7.8	7.5	7.2	7.0	6.7	6.4	6.1	5.8	5.5	5.2	4.9	4.7
	30	7.5	7.2	6.9	6.6	6.4	6.1	5.8	5.5	5.2	4.9	4.6	4.4	4.1
	20	6.8	6.5	6.2	5.9	5.7	5.4	5.1	4.8	4.5	4.2	3.9	3.6	3.4
	15	6.4	6.1	5.8	5.5	5.2	4.9	4.6	4.4	4.1	3.8	3.5	3.2	2.9
	10	5.8	5.5	5.3	5.0	4.7	4.4	4.1	3.8	3.5	3.3	3.0	2.7	2.4
	5	5.0	4.8	4.5	4.2	3.9	3.6	3.3	3.0	2.7	2.5	2.2	1.9	1.6

D. Ejemplo de registro psicofisiológico utilizado para medir el control postural

Ejemplo de informe basal de participante

 ESTADÍSTICAS ACTUALES DE LA SESIÓN DE GUIÓN			
Cliente: XXXXXXXXXX			
Actividad	Paso	Descripción	Valor
Actividad 3: Línea Base 2	Paso 2: Registro de Línea Base 2	B: BVP peak freq. mean (Hz)	0.00
		B: BVP VLF total power mean	0.00
		B: BVP LF Total power mean	0.00
		B: BVP HF total power mean	0.00
		C: EMG mean (uV)	16.15
		D: EMG mean (uV)	200.00
		E: Skin conductance mean (uS)	1.00
		F: Temperature mean (Deg)	1.00
		G: Resp rate mean (br/min)	0.00
		B&G: (HR max-min) mean (b/min)	0.00
Actividad 2: Estresor	Paso 2: Registro de Estresor	B: BVP peak freq. mean (Hz)	0.00
		B: BVP VLF total power mean	0.00
		B: BVP LF Total power mean	0.00
		B: BVP HF total power mean	0.00
		C: EMG mean (uV)	44.22
		D: EMG mean (uV)	199.99
		E: Skin conductance mean (uS)	1.00
		F: Temperature mean (Deg)	1.00
		G: Resp rate mean (br/min)	0.00
		B&G: (HR max-min) mean (b/min)	0.00
Actividad 1: Bienvenida y Línea Base	Paso 3: Registro de LB	B: BVP peak freq. mean (Hz)	0.00
		B: BVP VLF total power mean	0.00
		B: BVP LF Total power mean	0.00
		B: BVP HF total power mean	0.00
		C: EMG mean (uV)	292.63
		D: EMG mean (uV)	199.98
		E: Skin conductance mean (uS)	1.00
		F: Temperature mean (Deg)	1.00
		G: Resp rate mean (br/min)	0.00
		B&G: (HR max-min) mean (b/min)	0.00

Ejemplo de informe de intervención de participante

 **Thought
Technology Ltd.**

ESTADÍSTICAS ACTUALES DE LA SESIÓN DE GUIÓN

Cliente:

Actividad	Paso	Descripción	Valor
Actividad 4: Estresor 2	Paso 2: Registro de esresor 2	B: BVP peak freq. mean (Hz)	0.00
		B: BVP VLF total power mean	0.00
		B: BVP LF Total power mean	0.00
		B: BVP HF total power mean	0.00
		C: EMG mean (uV)	11.81
		D: EMG mean (uV)	200.00
		E: Skin conductance mean (uS)	1.00
		F: Temperature mean (Deg)	1.00
		G: Resp rate mean (br/min)	0.00
		B&G: (HR max-min) mean (b/min)	0.00
Actividad 3: Línea Base 2	Paso 2: Registro de Línea Base 2	B: BVP peak freq. mean (Hz)	0.00
		B: BVP VLF total power mean	0.00
		B: BVP LF Total power mean	0.00
		B: BVP HF total power mean	0.00
		C: EMG mean (uV)	5.42
		D: EMG mean (uV)	200.01
		E: Skin conductance mean (uS)	1.00
		F: Temperature mean (Deg)	1.00
		G: Resp rate mean (br/min)	0.00
		B&G: (HR max-min) mean (b/min)	0.00
Actividad 2: Estresor	Paso 2: Registro de Estresor	B: BVP peak freq. mean (Hz)	0.00
		B: BVP VLF total power mean	0.00
		B: BVP LF Total power mean	0.00
		B: BVP HF total power mean	0.00
		C: EMG mean (uV)	8.03
		D: EMG mean (uV)	200.01
		E: Skin conductance mean (uS)	1.00
		F: Temperature mean (Deg)	1.00
		G: Resp rate mean (br/min)	0.00
		B&G: (HR max-min) mean (b/min)	0.00
Actividad 1: Bienvenida y Línea Base	Paso 3: Registro de LB	B: BVP peak freq. mean (Hz)	0.00

Fecha : 02/12/2024 Hora : 12:21:23

Página 1

 **Thought
Technology Ltd.**

ESTADÍSTICAS ACTUALES DE LA SESIÓN DE GUIÓN

Actividad	Paso	Descripción	Valor
		B: BVP VLF total power mean	0.00
		B: BVP LF Total power mean	0.00
		B: BVP HF total power mean	0.00
		C: EMG mean (uV)	9.84
		D: EMG mean (uV)	200.01
		E: Skin conductance mean (uS)	1.00
		F: Temperature mean (Deg)	1.00
		G: Resp rate mean (br/min)	0.00
		B&G: (HR max-min) mean (b/min)	0.00