



Máster Universitario en Innovación e Investigación en  
Ciencias de la Actividad Física y el Deporte

***Efecto de un programa de ejercicio físico  
basado en el método Pilates sobre la  
enfermedad de Parkinson: estudio de caso***

*Effect of a physical exercise program based on the Pilates  
method on Parkinson's disease: a case study*

Alumno: Carlos Yáñez Campo

Tutor: David Suárez Iglesias

Curso: 2018/2019



# Dedicatoria

---

**A mi Madre**  
*Sobran las palabras*

## Agradecimientos

---

Deseo expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas y entidades que me han ayudado a lo largo de todo el proceso que ha desembocado en este Trabajo de Fin de Máster, entre ellos a:

Mi tutor, David Suárez Iglesias, por su magnífica guía a lo largo de todo el trabajo; por su total predisposición, disponibilidad, accesibilidad y cercanía. Sus consejos y recomendaciones dieron luz a mi camino en momentos en que el rumbo era confuso.

Al personal del estudio Pilates Center Oviedo (Javier, Verónica, Carmen y Jorge), por brindarnos, al participante y a mí, todas las facilidades del mundo en cuanto a espacio, materiales, horarios...

A las alumnas del Estudio de Danza y Pilates de Andrea Lebeña, por haber confiado en mí, por su exquisito trato y por haber sido, y ser, fuente de inspiración, de conocimiento y de ganas de superación.

A mi familia asturiana, la de “casa” y la de fuera, por apoyarme siempre sin fisuras, por sus palabras de aliento, por facilitarme la vida enormemente y por los buenos momentos que me hacen pasar. *¡Puxa Asturias!*

A “mi” Teresa Uxía, por permitir y excusar, ante nuestros familiares y amigos, mis innumerables ausencias; por ser mi apoyo incondicional, por su cariño y amor diarios y por la alegría que ha dado a mi vida. También, por cedernos las instalaciones de su empresa, ActiMami, para realizar las diferentes pruebas de esta investigación.

A María Felicidade, mi hermana, por su cariño infinito, su ejemplo vital y por ser espejo en el que me gustaría verme reflejado.

A Justo Emilio Núñez Uceda, por haberme animado y ayudado a cursar este Máster y por ser como es, especialmente en estos duros momentos.

A B., el participante, por la confianza depositada en mí a lo largo de estos años, por su total disponibilidad y entrega para esta investigación, por su actitud positiva y por ser ejemplo de esfuerzo, superación, constancia, amabilidad y generosidad. Afortunado por haberte conocido.

## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN/ABSTRACT</b>	<b>7</b>
<b>2. MARCO TEÓRICO</b>	<b>9</b>
2.1. Justificación	9
2.2. Antecedentes	10
2.2.1. Etiología, epidemiología y criterios diagnósticos de la EP	10
2.2.2. Ejercicio físico y Parkinson	14
2.2.3. El método Pilates como ejercicio físico saludable	15
2.2.4. Método Pilates y Parkinson	16
<b>3. ESTUDIO DE CASO</b>	<b>17</b>
3.1. Objetivos	
3.1.1. General	17
3.1.2. Específicos	17
3.2. Material y Método	18
3.2.1. Participante	18
3.2.2. Intervención	19
3.2.3. Medidas	20
3.2.4. Procedimiento	22
3.2.5. Tratamiento estadístico	22
3.3. Resultados	23
3.4. Discusión	25
3.5. Conclusión	28
3.6. Limitaciones	28
3.7. Aplicaciones prácticas	29
<b>4. REFERENCIAS</b>	<b>30</b>
<b>5. ANEXOS</b>	<b>37</b>
5.1. ANEXO 1	37
5.2. ANEXO 2	38
5.3. ANEXO 3	42
5.4. ANEXO 4	45

## LISTADO DE ABREVIATURAS

<b>1RM</b>	Repetición Máxima
<b>30SCS</b>	Prueba de Sentarse y Levantarse de la Silla durante 30"
<b>ACT</b>	Prueba de Flexión de Codo
<b>APA</b>	Asociación Parkinson Asturias
<b>AVD</b>	Actividades de la Vida Diaria
<b>BST</b>	Prueba de Alcanzar las Manos tras la Espalda
<b>CSR</b>	Prueba de Sentarse y Alcanzar en Silla
<b>CdV</b>	Calidad de Vida
<b>DIV</b>	Disco Intervertebral
<b>EF</b>	Ejercicio Físico
<b>EP</b>	Enfermedad de Parkinson
<b>EPe</b>	Entrenamiento Personal
<b>FNP</b>	Facilitación Neuromuscular Propioceptiva
<b>HyY</b>	Escala de Hoehn y Yahr
<b>HUCA</b>	Hospital Universitario Central de Asturias
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Estadística
<b>MM.II.</b>	Miembros Inferiores
<b>MP</b>	Método Pilates
<b>MM.SS.</b>	Miembros Superiores
<b>PDQ-39</b>	Cuestionario de la Enfermedad de Parkinson de 39 Ítems
<b>RdM</b>	Rango de Movimiento
<b>RPE CR-10</b>	Tasa de Esfuerzo Percibido Categoría-Proporción 10
<b>SM</b>	Síntomas Motores

<b>SNM</b>	Síntomas No Motores
<b>SP</b>	Sesiones en Piscina
<b>TUG</b>	Prueba de Levantarse, Ir y Volver

## ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

### TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Comparación de los resultados de Pre2 vs Post y Post vs Seguimiento	<b>24</b>
-----------------	---------------------------------------------------------------------	-----------

### FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Factores de riesgo en la Enfermedad de Parkinson	<b>11</b>
<b>Figura 2.</b>	Escala de Hoehn y Yahr	<b>12</b>
<b>Figura 3.</b>	Síntomas clínicos y curso temporal de la progresión de la enfermedad de Parkinson	<b>13</b>
<b>Figura 4.</b>	Cronograma de las sesiones de los tres tipos de ejercicio físico durante la intervención	<b>20</b>
<b>Figura 5.</b>	Base de datos Excel para monitorizar los cambios y tendencias individuales	<b>23</b>
<b>Figura 6.</b>	Resistencia muscular en las extremidades antes y después de la intervención, y a las ocho semanas del final de la intervención.	<b>24</b>
<b>Figura 7.</b>	Rango de movimiento del hombro y flexibilidad isquiosural antes y después de la intervención, y a las ocho semanas del final de la intervención	<b>25</b>
<b>Figura 8.</b>	Equilibrio y movilidad antes y después de la intervención, y a las ocho semanas del final de la intervención	<b>25</b>
<b>Figura 9.</b>	Cuestionario de Calidad de Vida	<b>25</b>

## **1. RESUMEN**

**Objetivo.** Documentar y analizar el efecto que un programa de ejercicio físico basado en el método Pilates tiene en una persona con la enfermedad de Parkinson.

**Material y métodos.** Hombre de 71 años, con enfermedad de Parkinson Idiopática en estadio II en la escala Hoehn y Yahr, diagnosticada en junio de 2016. Practicante de Pilates desde septiembre de 2016. Realizó un programa de ejercicio basado en el método Pilates de 6 semanas de duración, con 3 sesiones semanales de 60 minutos. La prueba *Arm Curl Test* fue empleada para valorar la fuerza en sus miembros superiores; el *30 Second Sit to Stand Test*, para la fuerza de los miembros inferiores; la prueba *Timed Up and Go* se usó para valorar el equilibrio y la movilidad; el *Back Scratch Test*, para la movilidad de los hombros; el *Chair Sit and Reach Test* se utilizó para medir la flexibilidad isquiosural. Asimismo, el participante contestó el cuestionario *Parkinson's Disease Questionnaire-39* para valorar su calidad de vida. Las pruebas se realizaron antes, después y ocho semanas después de la finalización de la intervención.

**Resultados.** El programa basado en el método Pilates provocó un aumento sustancial en la fuerza en los flexores del codo, en la movilidad de los hombros y en la flexibilidad isquiosural. La fuerza de los miembros inferiores aumentó, aunque no de manera sustancial, quizá por una limitación técnica en la configuración estándar de la máquina empleada; el efecto de la intervención sobre el equilibrio, la movilidad y la calidad de vida resulta poco claro, aunque logra un cambio positivo en dichas medidas. Excepto en el caso de la calidad de vida, todas las medidas se mantienen mejores que los valores iniciales tras un período de seguimiento de ocho semanas.

**Conclusiones.** Una intervención de seis semanas basada en el método Pilates, y específicamente con la máquina *Reformer-Torre*, como terapia física complementaria a la convencional, y añadida a otras también basadas en ejercicio físico, parece servir para mejorar la resistencia muscular de los miembros superiores e inferiores y el rango de movimiento de las cinturas pélvica y escapular de un hombre de 71 años físicamente activo con enfermedad de Parkinson en el estadio II en la escala de Hoehn y Yahr. Los efectos de la intervención sobre el equilibrio, la movilidad y la calidad de vida resultan poco claros, posiblemente influidos por los buenos resultados iniciales.

**Palabras clave:** Parkinson, Pilates, calidad de vida, ejercicio.



## **1. ABSTRACT**

*Objective.* To document and analyze the effect that a physical exercise program based on the Pilates method has on a person with Parkinson's disease.

*Material and methods.* 71-year-old man with stage II Parkinson's disease on the Hoehn & Yahr scale, diagnosed in June 2016. Pilates practitioner since September 2016. He carried out a Pilates-based exercise program of 6 weeks, with 3 weekly sessions of 60 minutes. The *Arm Curl Test* was used to assess strength in its upper limbs; the *30 Second Sit to Stand Test*, for the strength of the lower limbs; the *Timed Up and Go* test was used to assess balance and mobility; the *Back Scratch Test*, for shoulder mobility; *The Chair Sit and Reach* test was used to measure ischiosural flexibility. In addition, the participant answered the *Parkinson's Disease Questionnaire-39* to assess his quality of life. The tests were performed before, after and after 8 weeks of the end of the intervention.

*Results.* The Pilates-based program caused a substantial increase in elbow flexor strength, shoulder mobility and ischiosural flexibility. The strength of the lower limbs increased, although not substantially, perhaps due to a technical limitation in the standard configuration of the machine used; the effect of the intervention on balance, mobility and quality of life is unclear, although it achieves a positive change in both measures. Except in the case of quality of life, all measures remain better than the initial values after a follow-up period of eight weeks.

*Conclusions.* A six-week intervention based on the Pilates method, and specifically with the *Reformer-Tower* machine, as complementary physical therapy to the conventional one, and added to others also based on physical exercise, seems to serve to improve the muscular resistance of the upper and lower limbs and range of motion of the pelvic and shoulder girdles of a 71-year-old man with Parkinson's disease in stage II on the Hoehn and Yahr scale. The effects of the intervention on balance, mobility and quality of life are unclear, possibly influenced by good initial results.

*Keywords:* Parkinson, Pilates, quality of life, exercise.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Justificación**

Desde hace seis años trabajo como instructor de Pilates, un sistema de entrenamiento centrado en el movimiento controlado, el estiramiento y la respiración. Tras finalizar los estudios del Grado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte realicé la certificación como instructor de Pilates (NCPT: 14935) en la escuela de formación Pilates León, avalada por la Pilates Method Alliance (PMA), que es la organización internacional sin ánimo de lucro que vela por el mantenimiento del legado del creador del método, Joseph Hubertus Pilates, y de los estándares de calidad, competencia y seguridad en la praxis de los profesionales que lo imparten. A lo largo de estos años he sido testigo de cómo el método Pilates (MP) logra mejoras en la salud de las personas, que, en muchos casos, presentan más problemas de salud que las que realizan otras prácticas físico-deportivas. Estas mejoras resultan todavía más evidentes en las sesiones privadas y con la maquinaria específica del MP, en las que la planificación, la programación, la periodización y las sesiones están diseñadas específicamente en función de las necesidades personales de sus practicantes.

En septiembre de 2016, un hombre vino al estudio en el que trabajaba, aconsejado, y casi obligado, por parte de su círculo de amistades. Inicialmente, venía para fortalecer la musculatura de la espalda, ya que había sido operado de una hernia lumbar cinco meses antes y, tras las sesiones de rehabilitación con el fisioterapeuta, seguía teniendo ciertas molestias que, no siendo excesivamente dolorosas, sí eran lo suficientemente frecuentes como para afectar a su calidad de vida (CdV). Desde el primer momento observé un temblor en su mano derecha que ya presagiaba lo que, pocas sesiones después, él mismo me confirmó: le habían diagnosticado Enfermedad de Parkinson (EP) Idiopática.

La planificación original que había diseñado para él estaba centrada en los problemas en su zona lumbar, así como en su condición de adulto mayor (ejercicios de estabilización lumbopélvica, fortalecimiento abdominal, estiramiento de isquiosurales y demás musculatura acertada, fortalecimiento general para retrasar o evitar la sarcodinaopenia, ejercicios de equilibrio y de coordinación...). Sin embargo, tras esta noticia, modifiqué el plan para incorporar elementos específicos adaptados a la EP: ejercicios de estimulación cognitiva (doble tarea), de marcha, o mayor control de los niveles de fatiga mediante la Tasa de Esfuerzo Percibido de Borg modificada (RPE CR-10).

El observar cómo el MP impactaba en la CdV del sujeto, unido a la satisfacción mostrada por su parte, me hizo interesarme por cómo el MP podría ayudar a las personas con EP. Al respecto, la evidencia científica sostiene que el MP, cuya popularidad hoy día se extiende a programas de rehabilitación de dolor lumbar, espondilitis anquilosante, esclerosis múltiple, osteoporosis postmenopáusicas, escoliosis no estructural, hipertensión y dolor crónico de cuello, resulta efectivo en el área de la reducción del dolor y la discapacidad [1]. Bajo el prisma rehabilitador, el MP busca mejorar la postura y el control del movimiento mediante técnicas de control neuromuscular, que aumentarían la estabilidad de la columna lumbar al dirigirse a los músculos estabilizadores locales de la región lumbopélvica [2,3]. Los principios del MP parecen resultar beneficiosos para la EP y, como terapia coadyuvante, una reciente revisión sistemática con meta-análisis señala que puede ser prescrito con seguridad para las personas con EP de leve a moderada. La evidencia preliminar indica que su práctica podría tener un impacto positivo en la condición física, el equilibrio y la función física. Además, sus beneficios sobre la función de los miembros inferiores (MM.II.) parecen ser superiores a los de otros ejercicios convencionales [4].

Teniendo en cuenta la escasa literatura existente acerca del MP aplicado en la EP, así

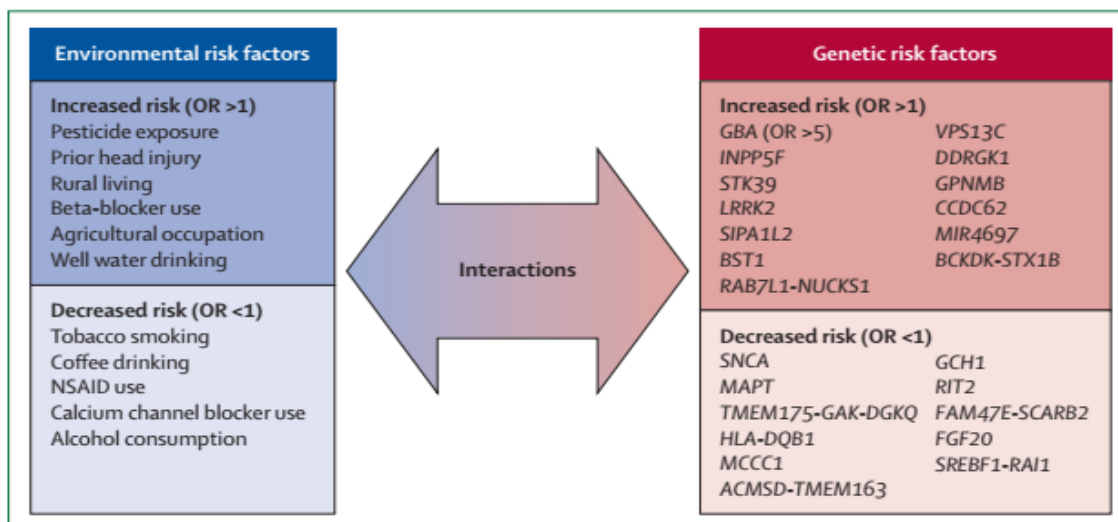
como la importancia y el alcance que las enfermedades neurodegenerativas están adquiriendo en los países industrializados, el objetivo de este TFM es analizar cuáles podrían ser los efectos de un programa de corta duración sobre variables de CdV, función física y equilibrio en este paciente con EP, y las implicaciones prácticas que de él se pudieran derivar.

## **2.2. Antecedentes**

### **2.2.1. Etiología, epidemiología y criterios diagnósticos de la EP**

El aumento de la esperanza de vida en los países occidentales, unido a la baja tasa de natalidad, hace que su pirámide poblacional evolucione hacia un modelo que se antoja insostenible desde el punto de vista económico y social. La gran proporción de población adulta mayor ( $\geq 65$  años) hace que las tasas de prevalencia e incidencia de determinadas enfermedades aumenten significativamente, lo que se traduce en un mayor gasto sanitario [5,6]. Es el caso de la EP, la segunda enfermedad neurodegenerativa más frecuente en el mundo tras la enfermedad de Alzheimer [7], la cual pertenece a lo que se conoce como “Trastornos del Movimiento”. Debe su nombre al doctor británico James Parkinson, quien la describió por primera vez en su obra de 1817 *“Un ensayo sobre la parálisis agitante”* (*An essay on the shaking palsy*). Esta enfermedad se caracteriza por una pérdida de neuronas en una zona del cerebro llamada sustancia negra, encargadas de producir dopamina; cuando falla la producción de este neurotransmisor aparecen alteraciones en el control del movimiento, lo que se traduce en temblores o rigidez. En el momento en el que aparecen los primeros síntomas de la EP se han perdido, aproximadamente, entre el 50 y el 60% de esas neuronas [7].

Pese a que hoy día no se conocen las causas de la EP, sí se sabe que en ella pueden confluír tres factores: la edad, la genética, y causas medioambientales. La franja de edad a la que suele diagnosticarse es entre los 50 y los 60 años, aumentando la prevalencia y la incidencia a partir de los 65 años. Además, el progresivo envejecimiento de las sociedades occidentales favorece que ambas aumenten progresivamente. Por otro lado, cuando se diagnostica antes de los 50 años se le denomina EP de “Inicio Temprano”. En cuanto a la genética, y pese a que el 90% de los casos son formas esporádicas, esto es, no guardan relación con alteraciones genéticas, entre el 15% y el 25% de las personas diagnosticadas con EP tienen algún caso dentro de su familia [8]. El factor de riesgo genético más fuerte es la mutación Asn370Ser de la  $\beta$ -glucocerebrosidasa, que se asocia con una razón de probabilidad (odds ratio) mayor que 5 [9]. Asimismo, las condiciones ambientales parecen tener un efecto en el desarrollo de la EP, ya que se cree que los trabajos en el turno de noche, así como el consumo de agua de pozos contaminados y la exposición a pesticidas, herbicidas -más habituales en zonas rurales que en entornos urbanos- y disolventes, tienen influencia en el desarrollo de la EP [9,10]. De igual modo, otros factores asociados al riesgo de desarrollar la EP han sido identificados en numerosos estudios de casos y controles de base poblacional [11,12,13], incluyendo el género masculino y una historia de lesión cerebral de leve a moderada [14]; mientras que el consumo de café, la actividad física regular y fumar parecen disminuir la probabilidad de desarrollar la EP [15] (Figura 1).



**Figura 1.** Factores de riesgo en la Enfermedad de Parkinson (extraído de Kalia y Lang, 2015)

Los resultados de estudios epidemiológicos han revelado varias exposiciones ambientales que aumentan (OR > 1) o disminuyen (OR <1) el riesgo de desarrollar la enfermedad de Parkinson (izquierda). Los resultados de los estudios de asociación de todo el genoma han identificado factores de riesgo genéticos, que son polimorfismos dentro de ciertos genes que influyen en el riesgo de desarrollar la enfermedad de Parkinson (derecha). Mientras, la interacción entre los factores de riesgo genéticos y ambientales están bajo investigación. OR = odds ratio o razón de probabilidades.

Se calcula que, en los países industrializados, la prevalencia representa el 0,3% de la población general, el 1% de la población mayor de 60 años y el 3% de la mayor o igual de 80 años, con unas tasas de incidencia de entre 8 y 18 casos por cada 100.000 habitantes y año [16]. En España, son escasos los estudios de incidencia de la EP, pero los de mayor calidad metodológica estiman una incidencia de 8,2 casos por cada 100.000 habitantes y año, siendo mayor en hombres (10,2/10<sup>5</sup> habitantes y año) que en mujeres (4,02/10<sup>5</sup> habitantes y año). La mayor incidencia en los hombres se sitúa entre los 70 y los 74 años, mientras que en las mujeres aumenta progresivamente hasta los 85 años. En cuanto a la prevalencia media de la EP, ésta es de 682,2/10<sup>5</sup> habitantes. De estas cifras, en base a la prevalencia media que reporta el Informe de la Fundación Española del Cerebro [17] y los datos demográficos extraídos del Instituto Nacional de Estadística (INE), podemos deducir que en España existen unas 300.000 personas diagnosticadas con EP, aunque no existe un registro nacional oficial.

Dado que no existen marcadores biológicos específicos que informen de la enfermedad, la utilización de la escala de Hoehn y Yahr (HyY) suele ser la más empleada [18]. El diagnóstico se realiza mediante la historia clínica y la exploración neurológica, que incluye la resonancia magnética (MRI) y, más recientemente, las imágenes moleculares (PET -tomografía por emisión de positrones- y SPECT -tomografía por emisión de fotón único-), que facilitan el diagnóstico precoz, así como el diferencial [19]. Con esta información, el neurólogo determina en qué estadio de la escala H&Y se encuentra el paciente: *a)* Estadio I: afectación unilateral; *b)* Estadio II: afectación bilateral sin alteración del equilibrio; *c)* Estadio III: afectación bilateral con alteración del equilibrio; *d)* Estadio IV: aumento del grado de dependencia. *e)* Estadio V: afectación severa y alta dependencia.

The Hoehn and Yahr Scale is the most commonly-used scale to measure the severity of Parkinson's symptoms, and classifies patients in the following stages: [Goetz 2004]

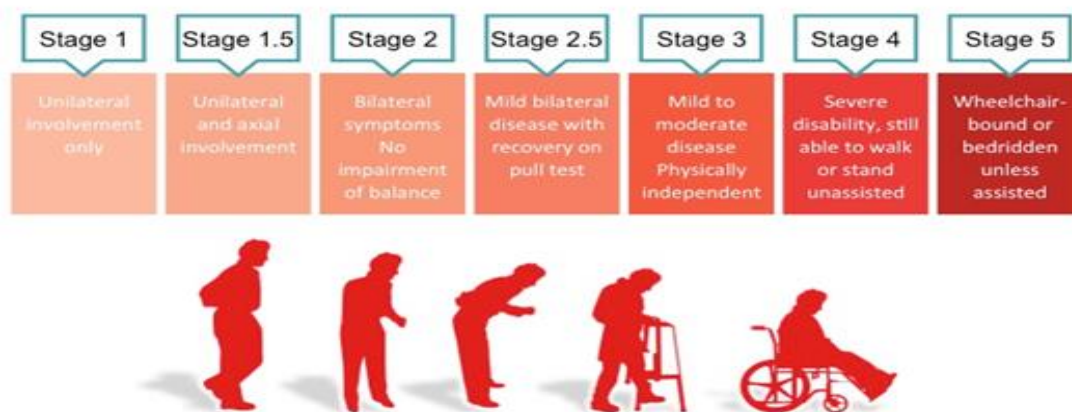


Figura 2. Escala de Hoehn y Yahr (extraído de <https://www.apo-go.com/hcp/clinical-updates>)

A la hora de determinar los síntomas motores (SM) de la enfermedad, la prueba más utilizada es la Escala Unificada de la Enfermedad de Parkinson modificada por la Sociedad de Trastornos del Movimiento (MDS-UPDRS, *Movement Disorders Society-Unified Parkinson's Disease Rating Scale*) [20], que mide cuatro dimensiones: *a*) experiencias no motoras de la vida diaria; *b*) experiencias motoras de la vida diaria; *c*) exploración motora; y *d*) complicaciones motoras. Como SM deben existir bradicinesia y, por lo menos, uno de los siguientes: temblor en reposo, rigidez muscular o inestabilidad postural. Pueden existir SM como hipomimia, hipofonía, disartria, sialorrea o dificultades respiratorias. Además, existe una serie de síntomas no motores (SNM) asociados a la EP, entre los que se encuentran [21]:

- Neuropsiquiátricos: trastornos afectivos (depresión), alteraciones cognitivas, alucinaciones, delirios, demencia, trastornos del control de impulsos (compras, juego, sexo...).
- Del sueño: insomnio, sueño fragmentado, hiperinsomnia, sueños vívidos, síndrome de piernas inquietas, somnolencia diurna.
- Autonómicos: hipotensión ortostática, sudoración excesiva, seborrea, disfunción sexual, alteraciones en la micción.
- Digestivos: disfagia, náuseas, estreñimiento.
- Sensoriales: dolor, parestesias, hiposmia, anosmia, alteraciones visuales.
- Otros: fatiga, cambios en el cuerpo (pérdida-ganancia de peso).

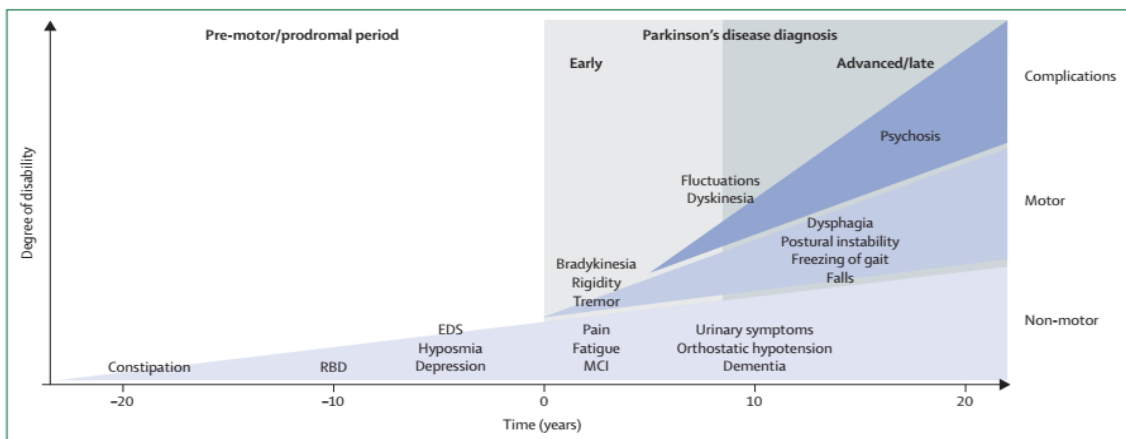
Otra prueba que se emplea habitualmente para valorar la gravedad de los síntomas de la EP, en este caso en lo que respecta a la CdV, es el Cuestionario de Calidad de Vida para la Enfermedad de Parkinson de 39 ítems (PDQ-39, *Parkinson's Disease Questionnaire*) [22,23]. Dicho cuestionario evalúa las puntuaciones obtenidas en ocho dimensiones: *a*) movilidad; *b*) actividades de la vida diaria (AVD); *c*) bienestar emocional; *d*) depresión/estigma; *e*) apoyo social; *f*) cognición; *g*) comunicación; y *h*) malestar corporal .

La evolución de la enfermedad es muy heterogénea, si bien hay varios factores que parecen influir en el ritmo de avance de la misma [24]:

- a) La edad: cuanto mayor es la persona diagnosticada, más rápido progresa la enfermedad.

- b) La escala HyY: cuanto mayor es el estadio en esta escala en el momento del diagnóstico de la enfermedad, más rápido avanza ésta.
- c) Los fármacos: las personas que toman agonistas dopaminérgicos tienen una evolución más lenta de la EP que aquéllos a los que se les administra levodopa.
- d) Temblor en reposo: aquellas personas que son diagnosticadas de EP y carecen de temblor en reposo llegan antes a la incapacidad.

La EP se origina por la pérdida de neuronas en áreas específicas de la sustancia negra y por la extensa acumulación de proteínas intracelulares ( $\alpha$ -sinucleína). A pesar de que ni la pérdida de neuronas dopaminérgicas pigmentadas en la sustancia negra ni el depósito de  $\alpha$ -sinucleína son exclusivas de la EP, estas dos neuropatologías son definitivas para un diagnóstico de EP idiopática [6]. La atrofia macroscópica del cerebro no es característica de la EP, sino que la degeneración neuronal ocurre sólo en ciertos tipos de neuronas dentro de regiones cerebrales concretas. En estadios iniciales de la enfermedad, la pérdida de neuronas dopaminérgicas pigmentadas se restringe a la sustancia negra ventrolateral, con un ahorro relativo de otras neuronas dopaminérgicas del cerebro medio, pero se generaliza en la etapa final [25,26]. La dramática pérdida de estas neuronas dopaminérgicas, incluso al inicio de la enfermedad, sugiere que la degeneración en esta región comienza antes del inicio de los SM [27-31]. De hecho, la aparición de determinados SNM, como el estreñimiento, la anosmia, la depresión o el trastorno del comportamiento del sueño REM pueden adelantarse años, e incluso décadas, a la aparición de los SM [9] (Figura 3). Los SNM se hacen más frecuentes y evidentes con el avance de la enfermedad y constituyen un potente determinante en la CdV, la progresión de la discapacidad general y el ingreso en centros de mayores [25]. Estudios a largo plazo, como el de Hely et al. [32], encuentran que la demencia está presente en el 83% de los casos, la alucinosis en el 74%, la hipotensión ortostática sintomática en el 48%, el estreñimiento en el 40% y la incontinencia urinaria en el 71% de los supervivientes después de 20 años.



**Figura 3.** Síntomas clínicos y curso temporal de la progresión de la enfermedad de Parkinson (extraído de Kalia y Lang, 2015).

El diagnóstico de la enfermedad de Parkinson ocurre con el inicio de los síntomas motores (tiempo 0 años), pero puede estar precedido por una fase premotora o prodrómica de 20 años o más. Esta fase prodrómica se caracteriza por síntomas específicos no motores. Se desarrollan características no motoras adicionales después del diagnóstico y con la progresión de la enfermedad, causando discapacidad clínicamente significativa. Los síntomas motores axiales, como la inestabilidad postural con caídas frecuentes y la congelación de la marcha, tienden a ocurrir en la enfermedad avanzada. Las complicaciones a largo plazo de la terapia dopaminérgica, incluidas las fluctuaciones, discinesia y psicosis, también contribuyen a la discapacidad. EDS = somnolencia diurna excesiva. MCI = deterioro cognitivo leve. RBD = trastorno del comportamiento del sueño REM.

Otra neuropatología asociada a la EP es el anormal depósito de  $\alpha$ -sinucleína en el citoplasma de ciertas neuronas en numerosas regiones cerebrales [33]. En el caso de la EP, los cuerpos de Lewy se acumulan inicialmente en las neuronas colinérgicas y monoaminérgicas del tronco encefálico y en las del sistema olfativo, aunque a medida que la enfermedad progresa se encuentran también en regiones cerebrales límbicas y neocorticales [26]. Otros procesos que median en la aparición de la EP son la disfunción mitocondrial, que promueve el estrés oxidativo, y la neuroinflamación [26].

### **2.2.2. Ejercicio físico y Parkinson**

La discapacidad causada por la EP se debe sobre todo a una disfunción motora que progresivamente reduce la autonomía funcional del paciente [34]. Hasta la fecha, son notables los avances terapéuticos, médicos y quirúrgicos para corregir los síntomas de la enfermedad, pero no definitivos. Así, además del tratamiento farmacológico, conviene evaluar los efectos de las terapias alternativas paralelas, donde destaca el EF por su coste asequible y ausencia de efectos secundarios [35]. Al respecto, la evidencia científica muestra que los programas de entrenamiento con EF tienen un efecto positivo sobre los SM como la marcha, el equilibrio y el riesgo de caídas y la función física [36], así como sobre los SNM, incluida la función cognitiva, los trastornos del sueño y la CdV [37] en personas con EP. En particular, el EF posibilita mejorar [38-43]:

- a) la función física de los enfermos, logrando aumentos en los niveles de fuerza o potencia, flexibilidad, coordinación, equilibrio o postura,
- b) la dimensión social y cognitiva, al ralentizar el deterioro cognitivo mediante la neurogénesis, la sinaptogénesis, axogénesis y la neuroplasticidad en el hipocampo, con beneficios en el control motor, el aprendizaje, la memoria y la función ejecutiva,
- c) la dimensión psico-emocional (ansiedad/estrés, depresión o bienestar),
- d) aumentar la CdV y la movilidad, especialmente en los casos más severos, siendo observables en el desempeño de las AVD -básicas, instrumentales y avanzadas-.

Los mecanismos neuroquímicos que subyacen en los beneficios que el EF logra en la EP pueden estar relacionados, tal como afirman Abbruzzese et al. [34]:

“[...] con la posibilidad de que el EF aumente la fuerza sináptica y potencie el circuito funcional, resultando en un comportamiento mejorado en los sujetos con EP. Por lo tanto, la plasticidad cerebral inducida por el ejercicio (entendida como la capacidad de las células del sistema nervioso central para modificar su estructura y función en respuesta a una variedad de estímulos externos, es decir, a la experiencia) probablemente represente la base neuronal sobre la que se asienta la rehabilitación en la EP” (p2).

Asimismo, una creciente evidencia científica apoya la teoría de que el EF disminuye el estrés oxidativo crónico mediante el aumento de la biosíntesis mitocondrial y de la actividad de determinadas enzimas oxidativas, y aumenta la síntesis de neurotransmisores (p. e., la dopamina) y de factores neurotróficos, como el Factor Neurotrófico Derivado del Cerebro (BDNF, en inglés), el GDNF (Factor Neurotrófico Derivado de la Glía), el FGF-2 (Factor de Crecimiento de Fibroblastos) o el IGF-1 (Factor de Crecimiento Insulínico). Estos dos fenómenos neuroquímicos disminuyen la apoptosis neural y pueden retrasar el proceso neurodegenerativo, previniendo o disminuyendo el desarrollo y los síntomas de la EP, respectivamente [44].

Se ha sugerido que los neurólogos deben identificar los tipos de ejercicios óptimos para los pacientes con EP y asegurar que los métodos se implementen de forma segura y efectiva [45]. Aunque los pacientes se sienten más motivados para practicarlo cuando su médico o neurólogo lo recomienda [46], esta prescripción de EF por parte de los profesionales médicos no suele existir en las primeras etapas de los pacientes con EP [47]. Paralelamente, la literatura científica no arroja resultados concluyentes sobre determinadas variables que podrían mediar en un impacto positivo del EF sobre la EP, tales como el tipo de ejercicio, la intensidad, la frecuencia, el volumen, la especificidad o la complejidad. Asimismo, no existe un consenso acerca de cuál es la mejor manera de tratar la EP en cuanto al tipo de intervención (simple o multidisciplinar), nuevos enfoques (imaginería motora, terapia de observación-acción, realidad virtual, *exergaming* o entrenamiento asistido por robot) o duración de los efectos a medio y largo plazo [35]. No obstante, diversas modalidades de EF se han mostrado seguras y efectivas a la hora de abordar un plan de entrenamiento para los sujetos con la EP. Entre ellas podemos destacar el Taichi [48], los programas de fortalecimiento muscular [49,50], los programas de acondicionamiento físico en piscina [51,52], el ejercicio aeróbico [53-55], especialmente sobre tapiz rodante [55], y el MP [4].

En este contexto, y dadas las características de la EP, la intervención mediante EF debe buscar una mejora en la CdV [56] de los sujetos poniendo la diana en determinados puntos. Las dianas “terapéuticas” en las que habitualmente se centran los estudios que analizan los efectos del EF sobre la EP son la mejora del control postural [57], la marcha, la estabilidad, la espasticidad y la fatiga.

La naturaleza progresiva de la EP hace que resulte interesante valorar los efectos a largo plazo del EF sobre la EP, tal como describen Mak et al. [35]:

- a) la mayoría de los programas de fortalecimiento muscular y de resistencia aeróbica muestran beneficios que se mantienen hasta 12 semanas,
- b) concretamente, el entrenamiento de la resistencia muscular obtiene mejoras que se mantienen hasta 24 meses, mientras que el de resistencia aeróbica aumenta la capacidad de caminar entre 6-16 meses,
- c) los programas basados en el entrenamiento específico del equilibrio muestran mejoras sobre éste, la marcha, la movilidad y el número de caídas hasta 12 meses tras la finalización del programa,
- d) el entrenamiento de la marcha mejora el rendimiento en ésta y la capacidad de caminar hasta 6 meses después,
- e) la danza y el Taichi mejoran el equilibrio, y éste reduce la frecuencia de caídas hasta 6 meses después,
- f) con 6 meses de entrenamiento se logran mejoras clínicamente significativas en los resultados del UPDRS-III.

### **2.2.3. El método Pilates como ejercicio físico saludable**

El MP es una disciplina que pone el énfasis en la correcta realización de una secuencia de ejercicios sin impacto. Con un marcado enfoque cuerpo-mente, como el yoga y el Taichi, la concentración y la respiración juegan un importante papel en la ejecución de los ejercicios con control, precisión y fluidez a través de una adecuada activación de los músculos de lo que en el ámbito del *fitness* se ha dado en llamar *core*. Aunque con ciertas variaciones según autores, el *core* suele comprender los músculos del suelo pélvico, el diafragma, la musculatura abdominal



(especialmente transverso abdominal y oblicuos internos), multifidos y diafragma. Otros autores incluyen también los glúteos (mayor, medio y menor), los oblicuos externos, los erectores espinales y el psoas ilíaco. A pesar de que puede ser empleado en el ámbito de la preparación física y del rendimiento deportivo, pudiendo realizarse ejercicios de gran complejidad e intensidad, el MP es visto como una modalidad “suave” de ejercicio. Si bien es cierto que la mayoría de los ejercicios suele realizarse de manera lenta y controlada, esto no quiere decir que sean sencillos o que impliquen poco esfuerzo [3].

Ya desde sus inicios el MP fue empleado por su creador, el alemán Joseph Pilates, además de como forma de entrenamiento de las numerosas bailarinas que acudían a su estudio, como terapia rehabilitadora de sus lesiones. Desde los años veinte del pasado siglo, el MP fue empleado asimismo como medio de rehabilitación de los soldados y prisioneros heridos en la Primera Guerra Mundial [3] que se encontraban en un campo de internamiento en la Isla de Mann, en Inglaterra. Los principios originales que rigen el MP son seis: la respiración, la concentración, la centralización (desarrollo del *core*), el control, la precisión y la fluidez [58-60]. Con el paso de los años, y tras la muerte de J. Pilates, diversos discípulos y escuelas de formación han sumado otros, de los que podríamos destacar dos: la alineación postural y el alargamiento axial. La natural evolución del conjunto de ejercicios ha hecho que una interpretación moderna y sólida del MP puede aplicarse tanto a las personas acondicionadas como a las que no lo están [3]. En el campo de la terapia física, destacan dos formas de MP: la primera es el “Mat Pilates” o Pilates Suelo, basado en realizar los ejercicios sobre una colchoneta en el suelo. La segunda, generalmente conocida como “Pilates Máquinas” o Pilates *Studio*, se realiza mediante equipamiento especializado, como una máquina con muelles de diferentes resistencias, sillas especiales o “barriles” [60]. Por tanto, el MP es empleado por fisioterapeutas en la rehabilitación de determinadas patologías del aparato locomotor, así como por educadores físico-deportivos en la prevención de las mismas, en el entrenamiento de deportistas y de la población general o en mejorar la condición física y el bienestar y la CdV de las personas mayores [1, 61-66]

Por todo ello, el MP es considerado una disciplina física mayoritariamente orientada a la salud, siendo utilizado en una amplia variedad de patologías [67-75]:

1. patologías raquídeas, como lumbalgia crónica de origen discal (hernias, protrusiones), discopatía degenerativa, cervicalgia mecánica crónica, dorsalgia, estenosis (del canal y foraminal), espondilolisis, espondilolistesis, etc.,
2. patologías posturales, como escoliosis, hiperlordosis (lumbar y cervical), hipercifosis dorsal, dorso plano, etc.,
3. desequilibrios artromusculares, como el genu valgo, varo, *recurvatum* y *flexum*, Síndrome Cruzado Posterior Superior e Inferior (Síndrome Cruzado de Janda), etc.,
4. enfermedades neurodegenerativas, como el Alzheimer, la Esclerosis Múltiple, la enfermedad de Huntington o el Parkinson.

#### **2.2.4. Método Pilates y Parkinson**

Bajo nuestro conocimiento, la literatura acerca de las intervenciones con MP en la EP es bastante reciente y escasa. Recientemente se ha publicado una revisión sistemática con meta-análisis [4] que analiza el papel del MP como herramienta rehabilitadora en la EP. De los ocho estudios seleccionados [76-83], sólo uno de ellos [76] emplea una de las máquinas específicas del MP, el *Reformer*; el resto utiliza la modalidad de Pilates Suelo, con material alternativo como bandas elásticas o pelota suiza. Las intervenciones van desde las seis hasta las 12 semanas, con sesiones de 60 minutos realizadas entre dos y tres veces por semana. Los objetivos principales

de estas intervenciones eran mejorar la fuerza muscular del *core* y de los MM.II., así como aumentar el RdM de distintas articulaciones.

Dos de los estudios [77,78] reportaron unas tasas de abandono del 6,25% y del 7,69%; en tres de ellos [76,79,80] todos los participantes completaron la intervención, mientras que los otros tres [81-83] no informan de las tasas de abandono. Asimismo, sólo dos estudios [78,80] informan de la tasa de adherencia, siendo ésta superior al 80% en ambos casos. En cuanto a los eventos adversos de los programas de MP, en dos de las investigaciones [76,78] no se observaron, otras dos [77,80] reportaron efectos secundarios leves como fatiga, dolor muscular y calambres, y los cuatro estudios restantes [79,81-83] no informaron acerca de la presencia o ausencia de eventos adversos.

Respecto a los efectos del MP en las intervenciones con población parkinsoniana, la mitad de los estudios mostraron mejoras significativas en diferentes variables. Se obtuvieron cambios positivos en la fuerza [78,81,83] y la flexibilidad [80,83] de los MM.II, la estabilidad lumbopélvica [81], el índice de masa corporal [78], la resistencia aeróbica [80] y la condición física general [79].

En relación al equilibrio, tres ensayos clínicos aleatorizados [77,81,82] hallaron mejoras significativamente mayores en las intervenciones mediante MP en comparación con otras modalidades de EF. Cuatro estudios [76,77,81,82] que compararon los niveles de equilibrio antes y después del tratamiento mediante MP encontraron mejoras significativas intragrupo; además, dos de ellos [76,82] incluyeron la confianza en el equilibrio durante las AVD como medida de resultado.

La movilidad funcional fue evaluada en cinco estudios [76-78,82,83], que utilizaron la prueba *Timed Up and Go* (TUG). En tres de ellos [77-79] se observaron cambios estadísticamente significativos en el tiempo total, mientras que uno de ellos [76] observó mejoras significativas en la cadencia, medida en pasos/minuto.

Finalmente, de los dos estudios [80,83] que midieron el impacto del MP en la CdV de los participantes, sólo uno de ellos [80] reportó beneficios significativos.

### **3. ESTUDIO DE CASO**

#### **3.1. Objetivos**

##### **3.1.1. General**

Documentar y analizar los efectos de un entrenamiento de seis semanas con MP en un hombre de 71 años con EP en estadio II de la escala HyY.

##### **3.1.2. Específicos**

- Cuantificar el efecto del MP sobre la resistencia muscular de las extremidades,
- Comprobar y medir el efecto del MP sobre el Rango de Movilidad (*RdM*) de las cinturas escapular y pélvica,
- Analizar el efecto del MP sobre el equilibrio y la movilidad del participante,
- Evaluar el impacto del MP en la CdV del participante,
- Valorar los efectos tras un período de seguimiento de ocho semanas.

## **3.2. Material y Método**

### **3.2.1. Participante**

El participante fue un hombre de 71 años y 7 meses en el momento de iniciar la intervención, viudo, con diagnóstico de EP idiopática clínicamente probable el 30 de mayo de 2016, y establecida el 27 de junio de 2016. Desde dos años antes del diagnóstico percibía torpeza y temblor en su mano derecha, así como dificultad en tareas como el afeitado o la escritura. En el momento del diagnóstico probable de la EP, estaba llevando a cabo la rehabilitación de una discectomía en una hernia discal central y paramediana derecha en el disco intervertebral (DIV) L4-L5. La operación fue el 3 de mayo de 2016, y el sujeto afirmaba que sintió una notable mejoría en cuanto al dolor respecto a antes de operarse. Se trataba, hasta el comienzo de sus clases del MP, de una persona sedentaria que, desde que terminó sus estudios secundarios, no volvió a realizar ejercicio físico, lo cual representa más de medio siglo de sedentarismo. Su actividad laboral le hizo pasar muchas horas conduciendo y de pie. El 22 de enero de 2018 le diagnosticaron artritis reumatoide, para la que le fue recetada Prednisona 5 mg./24 h., dos veces al día, que posteriormente le fue modificada a una toma cada 48 horas, aunque afirmaba no tomarla. En el momento de comenzar la intervención estaba tomando Oprymea EFG 2.1 mg./24 h. como tratamiento para la EP. El último informe de revisión neurológica antes de la intervención, el 3 de marzo de 2019, recogía que dormía bien, mantenía un buen estado de ánimo y que no presentaba nicturia, problemas de deglución, trastornos mnésicos ni alteraciones en el ritmo intestinal ni urinario; además, mantenía una total independencia funcional. No presentaba episodios de caídas en los dos años y medio llevaba realizando Pilates.

Asimismo, al inicio de la intervención, se trataba de una persona muy activa socialmente: formaba parte de un club de lectura y de un coro, acudía al teatro y al cine con frecuencia, cenaba fuera de casa todos los días con diferentes grupos de amigos, realizaba viajes conduciendo su propio vehículo por la Península Ibérica y Francia, y en avión a diferentes países europeos, principalmente.

Durante las sesiones de Pilates era animado con frecuencia por su instructor, educador físico deportivo colegiado (Col.: 59845, COLEF Asturias), a realizar ejercicio físico de carácter aeróbico (caminar). Un año y medio después del comienzo de sus clases de Pilates, que se iniciaron el 5 de septiembre de 2016, empezó a realizar un entrenamiento semanal de 60 minutos con un entrenador personal (EPe) en un centro deportivo y a acudir, dos veces por semana, a las sesiones de piscina (SP) de la Asociación Parkinson Asturias (en adelante APA) en las instalaciones del HUCA (Hospital Universitario Central de Asturias). Esto le hizo pasar de ser una persona sedentaria a una persona físicamente activa [84], pues acumulaba 300 minutos semanales de ejercicio físico de intensidad moderada.

La sesión semanal de EPe es llevada a cabo por un entrenador sin formación universitaria en el ámbito deportivo. Tras comunicación personal con él, me informó mediante mensajería telefónica de que las sesiones que llevaba a cabo con el sujeto se centraban, principalmente, en cuatro aspectos: fuerza, coordinación, equilibrio y propiocepción. Los contenidos a trabajar van alternando estos cuatro aspectos, generalmente cada dos sesiones.

En cuanto a las SP, se contactó vía correo electrónico con la APA para saber qué hacían y cómo lo hacían, a fin de poder caracterizar al participante de la manera más precisa posible. La APA respondió con un documento en el que se detallaban los ejercicios que los asociados, entre ellos el participante, llevaban a cabo en la piscina del HUCA bajo la supervisión de un fisioterapeuta. El grupo lo conformaban entre 15 y 20 personas con distintos grados de afectación de la EP, que realizaban los ejercicios en una piscina cuya temperatura era de 35°C, con una profundidad entre 0,4 m. y 1,6 m. (no nos informaron acerca de la longitud). El contenido de las sesiones de EPe y de SP se muestra en el Anexo 1.

Con el objetivo de evitar recidivas de su patología lumbar (ya que también tenía, según sus informes médicos, rectificación de la lordosis lumbar fisiológica, leve degeneración discal D12-L4, hipertrofia de ligamentos amarillos L4-L5, importante degeneración discal L5-S1 y un quiste de Tarlov S3 derecho), y animado y aconsejado por su entorno y por su neuróloga privada, decide apuntarse a clases privadas de Pilates con máquina en septiembre de 2016.

A lo largo de los dos años y medio transcurridos entre su inicio en las clases de MP y la realización de este estudio, el participante ha informado con frecuencia de los positivos resultados que percibía en su estado físico, en su bienestar general y en la realización de las AVD.

### 3.2.2. Intervención

El programa se inició el 8 de mayo de 2019 y finalizó el 16 de junio de 2019. Se plantearon tres sesiones semanales de 60 minutos de duración, hasta completar un total de 18 sesiones. En la semana inicial, y debido a un viaje no programado que el participante tuvo que realizar, se llevaron a cabo dos sesiones, por lo que se decidió recuperar la sesión el 24 de mayo de 2019, en la tercera semana de intervención, con el objetivo de no modificar el volumen total del programa. Las sesiones se desarrollaron en las instalaciones del estudio Pilates Center, en Oviedo, y fue empleada la máquina *Reformer-Torre* (BonPilates S.L., Alicante, España), que es una adaptación de la máquina original *Reformer* a la que se le incorpora, en la parte posterior, una estructura en forma de U invertida con diferentes implementos como barras, agarres y muelles, que pueden colocarse a diferentes alturas. También fueron empleados otros materiales que, pese a no ser específicos del MP, son de uso frecuente en las sesiones, tales como *fitball* o pelota suiza, bandas elásticas de diferentes resistencias, *tonning balls*, pica y pelota pequeña.

Dado que el participante llevaba dos años y medio practicando Pilates con nosotros, disponíamos de una valoración inicial acerca de su condición física. En el momento de comenzar sus clases de MP presentaba una postura cifótica, escasa movilidad en las cinturas escapular y pélvica, poca fuerza en las extremidades, excesiva rotación externa en las caderas, poca dorsiflexión en el tobillo y episodios ocasionales de molestias lumbares. A lo largo de ese tiempo, y antes de la intervención, todas estas variables habían mejorado, siendo refrendado por las impresiones del propio sujeto.

Antes del comienzo de la intervención, le fue leído, explicado y entregada una copia escrita del Consentimiento Informado ÉTICA-ULE-018-2019 al participante, el cual comprendió y firmó. Inicialmente, las sesiones se habían pautado para las 12:00 h. del mediodía, en función de la disponibilidad horaria del estudio de Pilates, y a pesar de ser preferible una hora más temprana por la agenda del participante y por los efectos de su medicación. Sin embargo, tras la tercera sesión observamos en el participante una actitud y un estado que parecía coincidir con la fase Off (exacerbación de los síntomas motores, cierta apatía, bajo estado de ánimo...), por lo que solicitamos al director del centro poder realizar las sesiones a una hora más temprana. Finalmente, pudimos disponer de las instalaciones a las 10:15 h., una hora en la que el participante se encontraba mucho más cómodo, ya que las sesiones que venía desarrollando anteriormente eran a las 09:30 h.

Las sesiones (Anexo 2) se componían de tres partes: un calentamiento de 15 minutos, una parte principal de 35 minutos y una vuelta a la calma de 15 minutos. En el calentamiento se realizaban ejercicios de movilidad articular de craneal a caudal, ejercicios de marcha con tarea simple (con diferentes apoyos y maneras de desplazarse) y con doble tarea motriz/motriz y motriz/cognitiva, así como ejercicios de equilibrio sentado sobre el *fitball*, mientras que la vuelta a la calma se llevaba a cabo mediante diferentes técnicas de estiramiento (estático-pasivo-

asistido, estático-activo, Facilitación Neuromuscular Propioceptiva -FNP-, Liberación Miofascial con rodillo de espuma, Inervación Recíproca). La parte principal constaba de ejercicios en el *Reformer-Torre* enfocados a la mejora del RdM en las cinturas escapular (especialmente de la flexión, abducción y abducción horizontal glenohumeral) y pélvica (aumento de la flexión, rotación interna, rotación externa en flexión de 90° y abducción coxofemoral), al fortalecimiento de las extremidades, de la musculatura del tronco y del *core*, a la mejora de la movilidad del tobillo (especialmente hacia la flexión dorsal) y torácica, así como a la mejora de la postura, el equilibrio, la coordinación y la marcha.

Todos los ejercicios seleccionados fueron modificados y adaptados a las características del participante en cuanto a nivel de dificultad, volumen e intensidad. Asimismo, las instrucciones de foco interno y externo y el *feedback* se ajustaron a su nivel de comprensión. Para la realización de los ejercicios se emplearon técnicas de imaginería visual y de observación-acción (Anexo 3), que facilitan la ejecución del movimiento emparejando la acción imaginada u observada con su representación interna, lo que potencialmente mejora el aprendizaje de nuevas tareas y mejora del rendimiento motor [35]. Asimismo, las sesiones se llevaban a cabo bajo el modelo o enfoque biopsicosocial, que postula que en la enfermedad o discapacidad de los seres humanos no sólo el factor biológico juega un papel importante, sino que el psicológico (pensamientos, emociones, conductas...) y el social son necesarios para comprender y afrontar dicha situación. Por ello, se buscó que las sesiones resultaran agradables al participante en cuanto a carga interna, nivel de dificultad y variedad de los ejercicios, etc.

30 minutos después de las sesiones el participante era requerido para que determinara la carga interna mediante la *RPE CR-10*. Dado que tras las sesiones solíamos tomar un café con el participante y varios de sus amigos, aprovechábamos para mostrarle una hoja con la *RPE* (a gran tamaño y en color) y solicitarle un número. En las pocas ocasiones en las que no tomamos café con él y sus amigos, le enviábamos, pasados 30 minutos, la misma escala a través del programa telefónico WhatsApp, solicitándole que nos enviara un número.

	SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4					SEMANA 5					SEMANA 6				
EPE			*					*					*										*							
SP	*					*				*	*				*	*				*	*				*	*				*
(RPE) MP			4	3		4	5		5		5	6		6	6	5	6		5		7	5		4		5	5		5	

Nota: las celdas dentro de cada semana representan los días (L-V).

EPE: entrenamiento personal

SP: sesiones en piscina

MP: sesiones de Pilates

RPE: tasa de esfuerzo percibido de Borg en las sesiones de MP.  $\bar{X}$  RPE = 5,05 (0-10)

**Figura 4.** Cronograma de las sesiones de los tres tipos de EF durante la intervención

### 3.2.3. Medidas

La medida primaria fue la CdV y las secundarias fueron la resistencia muscular de las extremidades, el equilibrio, la movilidad de los hombros y la flexibilidad de la musculatura

isquiosural. Se realizaron las siguientes pruebas antes del inicio del programa de ejercicio (Pre-), al finalizarlo (Post-) y 8 semanas después de la finalización del mismo (Seguimiento):

La CdV fue evaluada mediante el cuestionario *PDQ-39*, versión española [85]. Este cuestionario consta de 39 preguntas que abarcan ocho dimensiones: movilidad, AVD, bienestar emocional, estigma, apoyo social, cognición, comunicación y malestar corporal. Los resultados de cada dimensión y el total se calcularon siguiendo el procedimiento recomendado para este instrumento [85-87]. La puntuación total oscila entre 0 (ninguna dificultad/buena CdV) y 100 (máxima dificultad/mala CdV). Se invitó al participante a que contestara las 39 preguntas del cuestionario. Antes de la realización de la prueba ésta le fue explicada y se le ofreció ayuda en las situaciones en que no entendiera algo.

Para evaluar la resistencia muscular de los miembros superiores se empleó el *Arm Curl Test (ACT)* [88]. Para ello, el participante se sienta en la silla, de 44,5 centímetros de altura, con la espalda erecta y apoyada en el respaldo, y los pies apoyados en el suelo al ancho de sus caderas, aproximadamente. Con una mancuerna (Boomerang, Madrid, España) de 4 kg. en su mano dominante (la derecha, en la que tiene el temblor), la muñeca en posición neutra y el codo en extensión, se solicitó al participante que realizara una flexión completa del codo con supinación del antebrazo y que volviera a la extensión de codo con la muñeca en posición neutra. El examinador hizo una demostración de la prueba y permitió al participante realizar dos ensayos antes de la prueba, a fin de cerciorarse de la correcta ejecución de la misma. La prueba comenzaba con el comando "Preparados, listos... ¡ya!". Se contabilizó el número de flexiones y extensiones completas que el participante realizó durante 30 segundos. Para medir el tiempo empleado por el participante se utilizó un reloj-pulsímetro-GPS (modelo M430, Polar®, Helsinki, Finlandia).

El equilibrio fue medido mediante el *Timed Up and Go (TUG)* [89,90]. El participante ha de sentarse en una silla estándar con la espalda erecta y apoyada en el respaldo y las manos sobre las rodillas. Empleando un calzado cómodo y cotidiano, así como un dispositivo para caminar si habitualmente lo utiliza, solicitamos al participante que recorriera los tres metros de distancia entre la silla y la marca en el suelo (en este caso una pesa rusa), bordeándola con ambos pies y volviendo a sentarse. Para iniciar la prueba el examinador dice el comando "Preparados, listos... ¡ya!". El tiempo comienza a contar tras la voz "¡Ya!" y se detiene una vez que el participante apoya sus glúteos mayores en la silla. Previamente, el examinador realiza una demostración de la prueba y permite al participante ensayarla, a fin de que valore por qué lado prefiere girar. Para medir el tiempo fue empleado un reloj-pulsímetro-GPS (modelo M430 Polar®, Helsinki, Finlandia).

Para evaluar la movilidad de los hombros fue empleado el *Back Scratch Test*. Se solicitó al participante que se colocara en bipedestación y que flexionara el hombro todo lo que pudiera, con el codo extendido; luego, se le pidió que flexionara su codo, haciendo que éste apuntara hacia el techo, y que mantuviera los dedos extendidos con la palma de la mano hacia la escápula mientras intentaba descenderla lo más posible. Al mismo tiempo, se le pidió que llevara su otra mano por detrás de la espalda, rodeando la cintura, con el dorso de la mano hacia la zona dorsal, y que intentara tocarse con los dedos medios de ambas manos sin sentir dolor. En caso de no llegar a tocarse, se puntúan los centímetros en negativo; si las puntas se tocan, puntúa 0 puntos; si los dedos medios se superponen, se puntúan los centímetros en positivo. La posición debía mantenerse durante 2 segundos. El examinador podía orientar los dedos para facilitar la medición, pero no podía tirar de ellos. Antes de realizar la prueba, se le permitió al participante probar por ambos lados para que determinara por cuál prefería hacerla. Fueron realizados dos intentos del mismo lado, escogiendo el mejor de ellos. Para medir la distancia entre los dedos medios se utilizó una cinta antropométrica (Cescorf, Brasil).

La resistencia muscular de los MM.II. fue medida mediante el *30 Second Sit to Stand Test (30SCS)* [91], que forma parte del *Fullerton Functional Fitness Test Battery (FFT)*. El participante se hallaba sentado en mitad de una silla de 44,5 centímetros de altura y que estaba en contacto con la pared, con la espalda erguida sin apoyarla en el respaldo. La silla disponía de recubrimientos de goma en sus patas para disminuir el riesgo de caída. Los pies, colocados al ancho de los hombros aproximadamente, con los talones ligeramente por detrás de las rodillas, pudiendo colocar un pie un poco más adelantado que el otro. Los brazos, cruzados a la altura de las muñecas y pegados al pecho. El examinador realizó dos demostraciones, una lenta y otra más rápida, con la finalidad de mostrarle al participante la correcta ejecución de la prueba. Éste pudo realizar dos repeticiones antes del comienzo de la prueba. Se midió el número total de triple flexo-extensiones (tobillo, rodilla, cadera) que el participante realizó en 30 segundos. Si al llegar al final de la prueba el participante se encontraba más allá del 50% del recorrido se contabilizaba como una repetición más. Para controlar el tiempo se utilizó un reloj-cronómetro-pulsímetro-GPS (modelo M430 Polar®, Helsinki, Finlandia).

La flexibilidad isquiosural fue medida mediante el test *Chair Sit and Reach (CSR)* [92]. El participante se encontraba sentado, con la espalda erguida, en la parte anterior de una silla de 44,5 centímetros de altura, con la cadera y la rodilla de un lado flexionadas a 90° aproximadamente y el pie homolateral apoyado en el suelo. La otra rodilla extendida lo máximo posible, con el talón de la zapatilla apoyado en el suelo y el tobillo flexionado a 90° aproximadamente. Se solicitó al participante que colocara sus brazos paralelos al suelo (flexión de los hombros a 90°) y que situara una mano sobre la otra, con las palmas hacia el suelo, superponiendo los dedos medios. Una vez en esta posición, se invitó al participante a tratar de tocar la punta de la zapatilla mientras exhalaba. Se le permitió una familiarización con la prueba, para que probara con ambas piernas. Una vez elegido el lado, realizó dos intentos, siendo escogido el mejor. El resultado de la prueba era la distancia, en centímetros y mantenida durante dos segundos, entre sus dedos medios y la punta de la zapatilla, siendo valores negativos si no llegaba a tocarla y positivos en caso de superarla; si llegaba a la punta, la puntuación era 0. Para medir la distancia se empleó una cinta antropométrica (Cescorf, Brasil).

#### **3.2.4. Procedimiento**

Una vez firmado el Consentimiento Informado por el participante y aprobado por el Comité de Ética, se procedió a realizar las pruebas descritas en el apartado "Medidas". Inicialmente, no estaba prevista la realización del Seguimiento; no obstante, al ver que cabía la posibilidad de realizarla, se decidió incluir esta prueba, a fin de dotar de una mayor robustez al tratamiento estadístico. Todas las pruebas de evaluación (Pre-, Post-Intervención y Seguimiento) fueron llevadas a cabo en las instalaciones de la empresa ActiMami (Centro Comercial los Prados, Oviedo, España), 10 horas después de que el participante tomara su medicación habitual para la EP (estado "On"), para minimizar las fluctuaciones motoras y variabilidad de síntomas motores. El orden de administración de las pruebas fue estandarizado y el mismo para todas ellas.

#### **3.2.5. Tratamiento estadístico**

El efecto del MP sobre los resultados de las pruebas de evaluación del participante se calculó usando una base de datos Excel (Figura 5) publicada para monitorizar los cambios y tendencias individuales [93].

**Assessing a simple change in an individual's measurements**

Hover cursor for citation:  
 This workbook consists of this spreadsheet and five other spreadsheets for assessing changes in an individual's measurements, available on the tabs below.  
 This spreadsheet, **Simple Change**, contains instructions and cells for performing analysis of single change scores.  
 When you re-test an individual, how confident are you about the magnitude of the true change?  
 This spreadsheet estimates confidence limits for the true change, and chances that the change is a substantial decrease, trivial, and a substantial increase.  
 The data shown are for the sum of skinfolds in an athlete.  
 Replace numbers in blue with your data, as follows...  
 You first choose a value for chances (%) that define a *very likely* or *decisive* change. The value shown is a good default, 90%.  
 Chances of change that you would describe as *possible* and as *very unlikely* are then set automatically. (*Likely* and *unlikely* are included with *possible* here.)  
 The confidence limits that correspond to these values of chances are also set automatically.  
 If 90% means *very likely*, the corresponding level for the confident limits is 80%.  
 Note that the usual level of confidence limits for magnitude-based inference with samples is 90%, corresponding to 95% for *very likely* and 5% for *very unlikely*.  
 When assessing an individual with a noisy test, you can be a bit less conservative than with samples.  
 Noisy means the typical error is substantial (greater than half the smallest important change).  
 Next, enter the two values for the individual's tests (or the change score for the two tests).  
 Now enter the values for the smallest important change and the typical error in raw or percent units, and the degrees of freedom of the typical error.  
 Hover the cursor over the relevant cells for guidance on these values.  
 Confidence limits, chances of trivial and substantial changes, and a symbolic inference are shown in red.

Choose a value for chances of a true change that you will consider to be *very likely* or *decisive*:  
 A change with chances > 90 and is indicated with ↑\*, ↓\*, or ↔\*.  
 A change with chances of 10-90 % is therefore *possible* and is indicated with ↔, ↔, or ↔.  
 A change with chances < 10 % is therefore *very unlikely* or *decisively not* and is not indicated.  
 A change that is a possible substantial increase and a possible substantial decrease is *unclear* and is indicated with ?.  
 Equivalent confidence limits are 80 % for the likely range of the true change.  
 ↑\* occurs when observed Δ is > 1.8 typical errors + smallest important

Individual's raw values		percent change	Smallest important Δ		Typical error		Deg. of freedom	80 % conf. limits for true change		Chances (%) the true change is a...			Inference
first	second	change (Δ)	raw	percent	raw	or percent		lower	upper	decrease (↓)	trivial change (↔)	increase (↑)	
9.48	13.94	4.46	47.0	2.72	5.86	30	-6.4	15.3	20	22	58	?	

Ignore these cells:  
 raw or log transformed  
 observed change typical error smallest important raw or log raw

Figura 5. Base de datos Excel para el cálculo estadístico.

La probabilidad de que el cambio real sea un aumento sustancial (mayor que el mínimo efecto prácticamente importante) fue interpretado cualitativamente. Se calcula combinando el cambio observado, el cambio mínimo importante y el error típico a corto plazo (con sus grados de libertad) en el valor relevante de la estadística t. La probabilidad de una disminución sustancial se calcula de manera similar. La probabilidad de un cambio trivial es la diferencia entre el 100% y la suma del porcentaje de probabilidades de un aumento y disminución sustancial. Se aplicaron las reglas de la inferencia basada en la magnitud (*magnitude-based inference* o *MBI*) para sacar conclusiones sobre los verdaderos cambios del individuo, en su versión no clínica, según la cual un cambio no está claro si el verdadero cambio podría ser tanto un aumento sustancial como una disminución sustancial. Los umbrales para asignar los términos cualitativos a las probabilidades de efectos sustanciales fueron: <10% es muy improbable o decisivamente no; 10-90% es posible; >90 % es muy probable o decisivo. Los límites de confianza fueron del 80% para el rango probable del cambio real.

La estimación del umbral para el mínimo cambio importante en un breve periodo para un factor de salud (*smallest important change over a short term*), se eligió como 0,2 x la desviación estándar (SD) intra-sujeto de la población a la que pertenece el individuo. Como error típico se usó el error estándar de medida (SEM). Así, para las pruebas *ACT*, *BST*, *30SCS* y *CSR* se emplearon datos de población geriátrica [94], tanto para la SD como para el SEM. Para la prueba *TUG*, se usaron datos de individuos con EP [95] también para la SD y para el SEM. Finalmente, para el cuestionario *PDQ-39*, se utilizaron datos de personas con EP [96] para la SD, mientras que para la SEM se recurrió a los datos derivados de pacientes con EP [97].

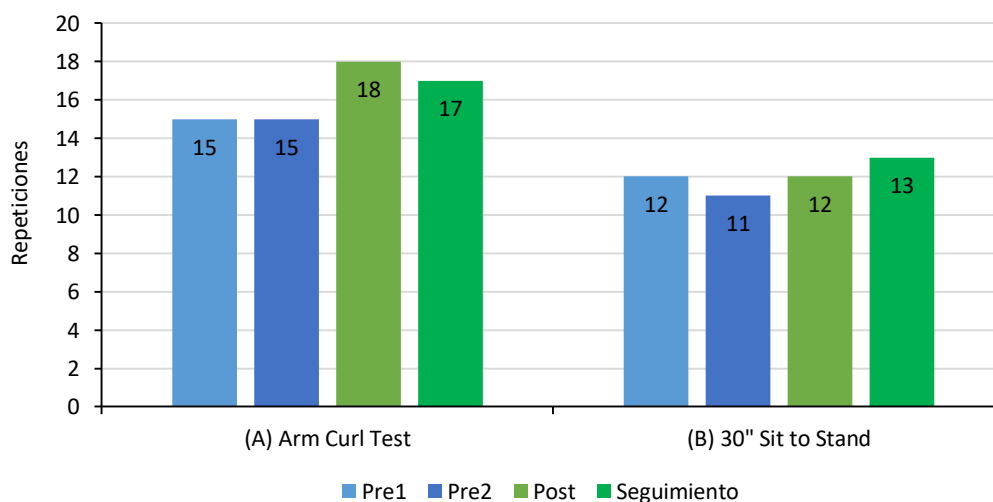


### 3.3. Resultados

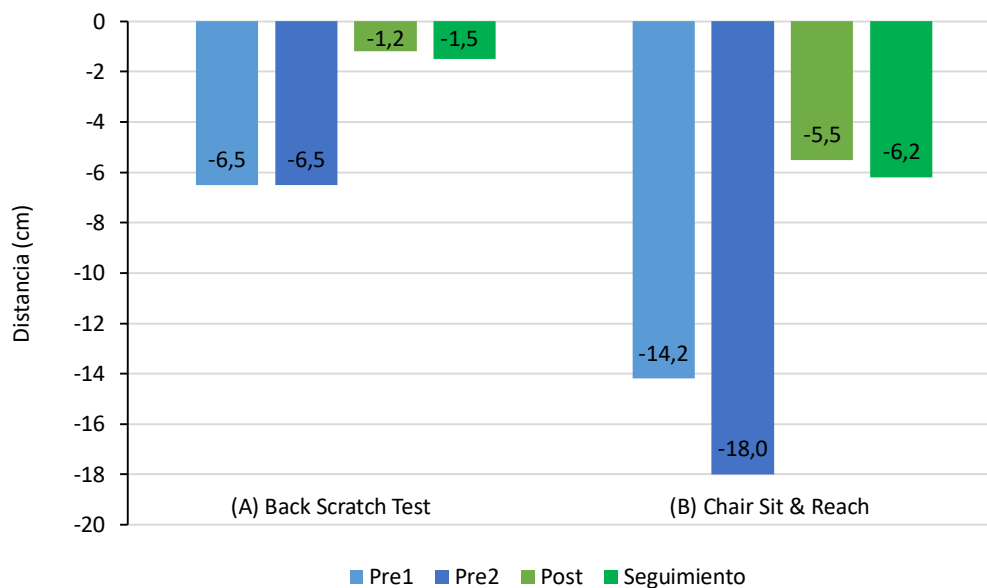
**Tabla 1.** Comparación de los resultados de Pre2 vs Post y Post vs Seguimiento

Variables	Pre 2 vs Post			Post vs Seguimiento		
	% de cambio	80% IC para el cambio real	Probabilidad (%) y decisión cualitativa	% de cambio	80% IC para el cambio real	Probabilidad (%) y decisión cualitativa
Arm Curl Test (reps)	20	1,3; 4,7	1/2/97 Muy probablemente positivo	-5,6	-2,7; 0,7	66/21/13 Poco claro
Back Scratch Test (cm)	81,5	4,4; 6,2	0/0/100 Muy probablemente positivo	-25	-1,2; 0,6	6/93/1 Muy probablemente trivial
30SCS (reps)	9,1	0,2; 1,8	1/14/85 Posiblemente positivo	8,3	0,2; 1,8	1/14/85 Posiblemente positivo
Chair Sit and Reach (cm)	69,4	11,5; 13,5	0/0/100 Muy probablemente positivo	-12,7	-1,7; 0,3	31/67/2 Posiblemente trivial
TUG (s)	8,1	-3,8; 2,7	47/23/30 Poco claro	0,2	-3,3; 3,2	39/23/38 Poco claro
PDQ-39 (puntuación)	16,1	-12,7; 9,0	46/25/29 Poco claro	-47%	-6,4; 15,3	20/22/58 Poco claro

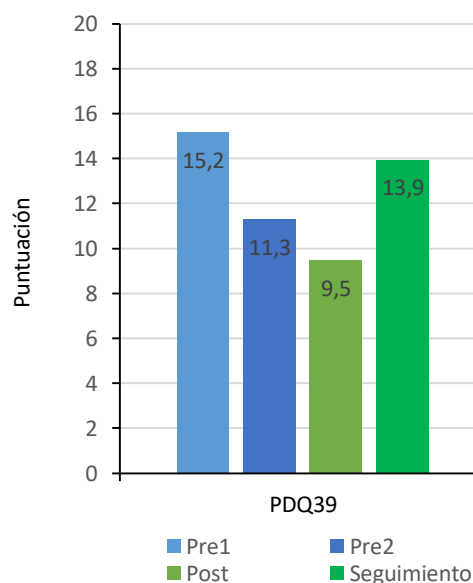
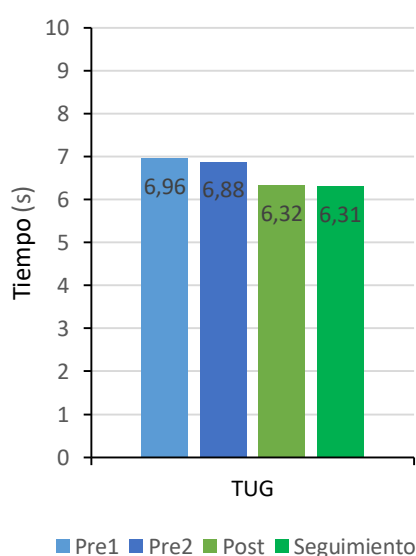
Los resultados (Figuras 6 a 9) muestran un efecto positivo del MP en la salud del participante. La intervención provocó un aumento sustancial en la fuerza en los flexores del codo (*ACT*), en el RDM de los hombros (*BST*) y en la flexibilidad isquiosural (*CSR*). La fuerza de los MM.II. (*30SCS*) aumentó, aunque no de manera sustancial, mientras que el efecto del programa basado en el MP sobre el equilibrio y la movilidad (*TUG*) y la CdV (*PDQ-39*) resulta poco claro, aunque logra un cambio positivo sobre ambas medidas. Salvo en el caso de la CdV, todas las medidas se mantienen mejores que los valores Pre2 a las ocho semanas del final de la intervención (Seguimiento), por lo que estos resultados muestran una tendencia de cambio positiva en el participante.



**Figura 6.** Pruebas de resistencia muscular de miembros superiores (A) y miembros inferiores (B) antes y después de la intervención, y a las 8 semanas del final de la intervención.



**Figura 7.** Pruebas de rango de movimiento del hombro (A) y flexibilidad isquiosural (B) antes y después de la intervención, y a las 8 semanas del final de la intervención.



**Figuras 8 y 9.** Prueba de equilibrio y movilidad y cuestionario de calidad de vida antes y después de la intervención, y a las 8 semanas del final de la intervención.

### 3.4. Discusión

El objetivo de este trabajo es el de documentar y analizar el impacto que un programa de seis semanas basado en el MP tiene sobre la resistencia muscular de las extremidades, el equilibrio y la movilidad, el RdM de las cinturas escapular y pélvica y la CdV de un hombre de 71 años en estadio II de la escala HyY de la EP. Tras la intervención se aprecian mejoras sustanciales en la resistencia muscular de los MM.SS. y en el RdM de las cinturas escapular y pélvica. El

aumento en la resistencia muscular de los MM.II. no es sustancial, posiblemente por las limitaciones técnicas del *Reformer*-Torre. El efecto del programa sobre el equilibrio, la movilidad y la CdV no resulta claro, quizá por los buenos resultados iniciales del participante en estas pruebas. Asimismo, ocho semanas después del final de la intervención todas las variables, salvo la CdV, se mantienen mejores que antes del comienzo de la intervención.

El cambio observado en los resultados de la prueba ACT entre el inicio (Pre2) y el final (Post) de la intervención representa un aumento sustancial en la fuerza de los flexores del codo del participante. Asimismo, la comparativa entre los resultados del Pre2 y el Seguimiento muestra que los niveles de fuerza se mantienen por encima de los valores iniciales ocho semanas después de la finalización del programa de entrenamiento basado en el MP, lo cual perfila una tendencia positiva en la fuerza de los MM.SS. Cancela et al. [80] logran un cambio de  $13.9 \pm 3.6$  a  $22.2 \pm 3.5$  repeticiones Pre-Post ( $p < 0.001$ ) en el ACT, si bien su intervención constó de 24 sesiones a lo largo de 12 semanas; asimismo, no informan acerca de si los participantes eran físicamente activos o sedentarios. El hecho de un mayor volumen total de la intervención, así como la posibilidad de que los participantes pudieran ser sujetos sedentarios al comienzo de la intervención, puede influir en este cambio, que supone un  $\Delta 57,14\%$ .

Similar interpretación podemos hacer de los resultados del 30SCS, que muestran un cambio positivo, aunque de menor magnitud, entre el Pre2 y el Post, y entre el Post y el Seguimiento, lo que marca una tendencia positiva en la fuerza de los MM.II. Estos hallazgos van en la línea de los resultados obtenidos por otros autores [78,80,81,83], que concluyen que el MP promueve mejoras en la fuerza de las extremidades inferiores en adultos mayores con EP. El estudio de Bakhshayesh et al. [80] es el que logra el mayor aumento (pre:  $9,87 \pm 3,54$ ; post:  $24 \pm 2,67$ ;  $p < 0,001$ ;  $\Delta 121,6\%$ ), si bien la edad media del grupo MP es de  $57 \pm 6,24$  años, la intervención consta de 24 sesiones en ocho semanas y tampoco informa de la condición física previa, por lo que dicho aumento podría estar influenciado, en parte, por un estado sedentario previo de los participantes. Estas condiciones contrastarían con las de nuestro estudio, en el que el participante es una persona de 71 años, físicamente activo al comienzo de la intervención y que realiza una intervención con un volumen un 25% menor; además, la resistencia de los muelles de la máquina es de 49,2 kg. a los 40 cm. de elongación, según especificaciones del fabricante [98], insuficiente para provocar un estímulo adecuado en la fuerza de los MM.II. del sujeto. Estos condicionantes pueden haber influido en que el aumento de la fuerza de los MM.II. no haya sido el esperado al comienzo del estudio.

Los resultados obtenidos en estas dos pruebas muestran un efecto positivo de la intervención basada en el MP, que logra un aumento sustancial en los niveles de fuerza de los MM.SS. y un cambio positivo en los de los MM.II. A pesar de que el período de Seguimiento es relativamente breve, estos hallazgos establecen una tendencia positiva sobre la fuerza del participante, la cual podría traducirse en una mejora en su estado funcional y en el desempeño de las AVD. Posiblemente, y en base a la evidencia existente en la literatura, un mayor volumen de la intervención hubiese logrado mayores aumentos en la fuerza de las extremidades del participante. Sin embargo, la limitación temporal por la naturaleza de este trabajo no lo ha permitido.

Otro de los aspectos importantes en la salud de los adultos mayores en general, y en la de los pacientes con EP en particular, es mantener unos niveles óptimos de movilidad en sus articulaciones. En este sentido, los instrumentos empleados para valorar la flexibilidad isquiosural (CSR), y la movilidad de los hombros (BST) lograron, entre Pre2 y Post, un  $\Delta 69,4\%$  y un  $\Delta 81,5\%$ , respectivamente. Estos resultados muestran un aumento sustancial en el RdM de dos articulaciones de gran importancia en las AVD, como son la articulación coxofemoral (para la marcha) y la glenohumeral (para alcanzar objetos en altura, vestirse-desvestirse, aseo personal, etc.), tras la intervención con el MP, en línea con los trabajos de do Carmo et al. [79],

Cancela et al. [80] y Hartmann et al. [83]. Al igual que el caso de los niveles de fuerza, observamos un efecto positivo de la intervención a través del MP sobre el RdM de las dos articulaciones analizadas, así como una tendencia positiva en estas variables entre el Pre2 y el Seguimiento, con valores que se mantienen muy por encima de los iniciales ocho semanas después del final de la intervención.

El equilibrio es otro de las capacidades fundamentales a mantener y desarrollar entre la población adulta mayor, y particularmente en la EP [57,76,77,81,82]. En este trabajo se ha empleado el *TUG*, instrumento válido y fiable para valorar también la movilidad funcional. A pesar de que la comparativa Pre2-Post muestra un cambio poco claro, estos resultados podrían estar influenciados por el hecho de que el participante partía de unos buenos resultados en los Pre1 y Pre2, tomando como referencia los datos de la muestra del estudio de Dal Bello-Haas et al. [95], por lo que su margen de mejora era relativamente pequeño. Podemos aplicar la misma interpretación para los resultados de Post-Seguimiento y Pre2-Seguimiento. A pesar de que no podemos interpretar la disminución en el tiempo como sustancial, los resultados de las cuatro pruebas establecen una tendencia de efecto positivo del programa de MP sobre el equilibrio y la movilidad del participante, variables importantes en relación al riesgo de caídas y el miedo a las mismas. Otros estudios han analizado los efectos del MP sobre el equilibrio y la movilidad de las personas con EP [76-83], si bien el tamaño de las muestras es bajo ( $4 \leq n \leq 16$ ), las intervenciones tienen más volumen, excepto una [76], los participantes son más jóvenes, excepto en un estudio [79], posiblemente sedentarios y con peores resultados en las pruebas iniciales. Estas condiciones podrían “favorecer” unos mejores resultados Post- en comparación con los obtenidos en este estudio de caso.

En cuanto a la CdV, los resultados Pre2-Post en el *PDQ-39* muestran una mejora no sustancial y un efecto poco claro del programa de MP sobre el participante. Entre Post-Seguimiento observamos un aumento no sustancial (empeoramiento) en los resultados, en los que la finalización del programa de MP muestra efectos poco claros sobre dicha disminución. Comparando Pre2-Seguimiento, se observa un aumento (empeoramiento) en los resultados del *PDQ-39*. Estos datos sugieren que el abandono del programa de MP podría influir negativamente en la CdV del participante. Estos resultados guardan relación con los obtenidos en un estudio de caso de una mujer de 69 años con EP que realizó una intervención con yoga [99]. Hay autores que sugieren que un cambio de seis puntos puede considerarse como el mínimo cambio importante en esta prueba, con poca probabilidad de que sea debido a un error de medición [100]. Sin embargo, al igual que en el caso del *TUG*, los resultados obtenidos por el participante en las pruebas Pre- son razonablemente bajos (positivos), por lo que el margen de mejora era relativamente estrecho. La literatura en torno a los efectos del MP sobre la CdV de las personas con EP son escasos; los resultados de este estudio van en la línea de otros [83], que muestran efectos poco claros en este sentido. Sólo un estudio [80] muestra mejoras significativas en los resultados del *PDQ-39*, por lo que los efectos del MP sobre la CdV de las personas con EP debe ser analizada mediante estudios con diseños que incluyan muestras más amplias, grupos de comparación y seguimiento a medio y largo plazo.

Los resultados obtenidos en este estudio deben interpretarse con cautela y teniendo en cuenta ciertos aspectos. Por un lado, una vez finalizado el programa de MP, el participante continuó con sus clases de EPe y las SP durante el Seguimiento, si bien la adherencia descendió bastante: 2 sesiones de EPe y 7 de SP de las 9 y 17 teóricas, respectivamente. Por lo tanto, resulta poco probable que estas dos modalidades de EF hayan tenido un efecto positivo importante sobre los resultados obtenidos en el Seguimiento. Por otro, cabe destacar que, en el momento de comenzar este estudio, el participante era una persona físicamente activa, que llevaba dos años y medio practicando Pilates dos veces por semana, uno realizando un EPe semanal y seis

meses acudiendo a SP dos veces por semana, por lo que realizaba 300 minutos semanales de ejercicio físico de intensidad moderada. Este hecho hace que los hallazgos de esta investigación puedan ser más relevantes que si el participante fuera una persona sedentaria.

### **3.5. Conclusión**

Una intervención de seis semanas basada en el método Pilates, y específicamente con la máquina *Reformer-Torre*, como terapia física complementaria a la convencional, y añadida a otras también basadas en ejercicio físico, parece servir para mejorar la resistencia muscular de los miembros superiores e inferiores y el rango de movimiento de las cinturas pélvica y escapular de un hombre de 71 años físicamente activo y con enfermedad de Parkinson en el estadio II en la escala de Hoehn y Yahr. Los efectos de la intervención sobre el equilibrio, la movilidad y la calidad de vida resultan poco claros, posiblemente influenciados por los buenos resultados iniciales. Excepto en el caso de la calidad de vida, la intervención traza una tendencia de cambio positivo sobre el resto de variables ocho semanas después del final del programa basado en Pilates.

### **3.6. Limitaciones**

Este trabajo presenta una serie de limitaciones. En primer lugar, hubiera sido aconsejable realizar cinco o seis mediciones Pre-, con el objetivo de contar con un mayor número de mediciones y así dotar al estudio de una mayor robustez estadística. Sin embargo, no fue posible llevarlo a cabo por las propias limitaciones temporales de este trabajo. En segundo lugar, al tratarse de un estudio de caso se hace difícil extraer generalizaciones válidas para la población.

Una limitación importante de la investigación fue que antes de comenzar el estudio ya sabíamos, por el hecho de llevar dos años y medio trabajando con el participante, que la intensidad de la configuración estándar de los muelles del *Reformer-Torre* resultaba muy baja para poder provocar un estímulo suficiente en los extensores de cadera y rodilla del participante. Para fortalecer estos grupos musculares se utilizó, principalmente, el ejercicio *Footwork*, en el que el participante era capaz de realizar hasta 25-30 repeticiones en el límite de su capacidad volitiva, lo cual supone una intensidad aproximada de un 30% de su repetición máxima (1RM). A pesar de que existe evidencia en la literatura de que se pueden obtener aumentos en la fuerza e hipertrofia muscular con intensidades de incluso un 20% de 1RM, consideramos que no resulta óptimo ejercitarse a tan baja intensidad. La intensidad que habíamos establecido inicialmente para el programa de entrenamiento basado en el MP se situaba entre el 60-80% de su 1RM pero, dadas las características de la máquina (para poder cambiar la configuración de los muelles se debía realizar una operación no del todo sencilla) y de la propia intervención (ciertos imprevistos hicieron que tuviéramos que alquilar una sala en un estudio que no era el inicialmente escogido), tuvimos que mantener la configuración estándar desde el comienzo del estudio. En nuestra opinión, este hecho influyó negativamente en los resultados obtenidos en el 30SCS.

Por otro lado, la intensidad de las sesiones del MP resultó relativamente baja. La media de las 18 sesiones fue de 5,05 en el *RPE-CR10*, cuando inicialmente nos habíamos propuesto una intensidad de 6-6,5. Posiblemente, un mejor ajuste de la intensidad hubiese producido mejores resultados.

Por último, y a pesar de no haber sido planteado como un objetivo del estudio, quizás hubiese resultado interesante medir el efecto de la estimulación cognitiva en las sesiones sobre la atención y la función ejecutiva del participante, utilizando para ello el test de Stroop.

### **3.7. Aplicaciones prácticas**

Tal como ya hemos expuesto, el hecho de que este trabajo sea un estudio de caso hace que las extrapolaciones a poblaciones más amplias hayan de ser tomadas con cautela. No obstante, de este estudio se pueden derivar ciertas aplicaciones que podrían ser de utilidad: *a)* a pesar de que el coste de la maquinaria del MP puede suponer una barrera, la incorporación de ésta a asociaciones de enfermos, centros sociales o residencias podría ser una estrategia adecuada para mejorar la condición física de estas personas; *b)* paralelamente, los pacientes con EP podrían verse beneficiados si fueran derivados por sus médicos/neurólogos a centros especializados en MP, bajo la supervisión de un educador físico deportivo colegiado; *c)* asimismo, la maquinaria del MP podría formar parte de los gimnasios que ciertos hospitales, españoles y extranjeros, han incorporado dentro de sus instalaciones, y así beneficiar a los enfermos de EP hospitalizados (y a otros enfermos); *d)* integrar la estimulación cognitiva en las sesiones, aun no siendo un objetivo ni un contenido específico del MP, podría resultar una estrategia interesante en los programas de MP en adultos mayores con EP.

#### **4. REFERENCIAS**

1. Byrnes K, Wu P, Whillier S. Is Pilates an effective rehabilitation tool? A systematic review. *J Bodywork Movement Ther* 2018;22(1):192-202.
2. Lim ECW, Poh RLC, Low AY, Wong WP. Effects of Pilates-based exercises on pain and disability in individuals with persistent nonspecific low back pain: a systematic review with meta-analysis. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy* 2011;41(2):70-80.
3. Latey P. The Pilates method: history and philosophy. *J Bodywork Movement Ther* 2001;5(4):275-282.
4. Suarez-Iglesias D, Miller KJ, Seijo-Martinez M, Ayan C. Benefits of Pilates in Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicina* 2019;55(8):476.
5. KEEHAN SP, et al. National Health Expenditure Projections, 2016–25: Price Increases, Aging Push Sector To 20 Percent Of Economy. *HEALTH AFFAIRS* 2017; 36(3): 553-563.
6. Poewe W, Seppi K, Tanner CM, Halliday GM, Brundin P, Volkman J, et al. Parkinson disease. *Nature reviews Disease primers* 2017;3:17013.
7. Wirdefeldt K, Adami H, Cole P, Trichopoulos D, Mandel J. Epidemiology and etiology of Parkinson's disease: a review of the evidence. *Eur J Epidemiol* 2011;26(1):1.
8. Causes of Parkinson's. Spanish Parkinson's Federation. [Internet]. Recuperado el 20 de julio de 2019 de <http://www.esparkinson.es/espacio-parkinson/conocer-la-enfermedad/>
9. Kalia LV, Lang AE. Parkinson's disease. *The Lancet* 2015 08/29; 2019/09; 386(9996):896-912.
10. Bellou V, Belbasis L, Tzoulaki I, Evangelou E, Ioannidis JPA. Environmental risk factors and Parkinson's disease: An umbrella review of meta-analyses. *Parkinsonism & Related Disorders* 2016. February 2016;23:1-9.
11. Elbaz A, Carcaillon L, Kab S, Moisan F. Epidemiology of Parkinson's disease. *Rev Neurol* 2016;172(1):14-26.
12. Ascherio A, Schwarzschild MA. The epidemiology of Parkinson's disease: risk factors and prevention. *The Lancet Neurology* 2016 November 2016;15(12):1257-1272.
13. Stokholm MG, Iranzo A, Østergaard K, Serradell M, Otto M, Svendsen KB, et al. Assessment of neuroinflammation in patients with idiopathic rapid-eye-movement sleep behaviour disorder: a case-control study. *The Lancet Neurology* 2017;16(10):789-796.
14. Jafari S, Etminan M, Aminzadeh F, Samii A. Head injury and risk of Parkinson disease: a systematic review and meta-analysis. *Movement disorders* 2013;28(9):1222-1229
15. Ritz B, Lee PC, Lassen CF, Arah OA. Parkinson disease and smoking revisited: ease of quitting is an early sign of the disease. *Neurology* 2014 Oct 14;83(16):1396-1402.
16. Lee A, Gilbert RM. Epidemiology of Parkinson Disease. *Neurol Clin* 2016 Nov;34(4):955-965
17. Garcia-Ramos R, Valdes EL, Ballesteros L, Jesus S, Mir P. The social impact of Parkinson's disease in Spain: Report by the Spanish Foundation for the Brain. *Neurologia (English Edition)* 2016;31(6):401-413.
18. Goetz CG, Poewe W, Rascol O, Sampaio C, Stebbins GT, Counsell C, et al. Movement Disorder Society Task Force report on the Hoehn and Yahr staging scale: status and

- recommendations the Movement Disorder Society Task Force on rating scales for Parkinson's disease. *Movement disorders* 2004;19(9):1020-1028.
19. Juri C, Wanner V. NEUROIMAGINS IN PARKINSON'S DISEASE: ROLE OF MAGNETIC RESONANCE, SPECT AND PET. *Revista Médica Clínica Las Condes* 2016;27(3):380-391.
  20. Shulman LM, Armstrong M, Ellis T, Gruber-Baldini A, Horak F, Nieuwboer A, et al. Disability rating scales in Parkinson's disease: critique and recommendations. *Movement Disorders* 2016;31(10):1455-1465.
  21. Non-motor symptoms in Parkinson's disease. Spanish Parkinson's Federation [Internet]. Recuperado el 21 de julio de 2019 de: <http://www.esparkinson.es/espacio-parkinson/conocer-la-enfermedad/>
  22. Jenkinson C. Parkinson's Disease Questionnaire (PDQ-39). In: Michalos AC, editor. *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research* Dordrecht: Springer Netherlands; 2014. p. 4618-4620.
  23. Jenkinson C, Fitzpatrick R, Peto V, Harris R, Saunders P. *The Parkinson's Disease Questionnaire PDQ-39 User Manual*. 2008.
  24. Garcia-Luis JD, Ribera Casado, JM (dir.). *Historia natural de la enfermedad de parkinson en la provincia de Segovia (1978-1998)*. [Tesis en Internet]. [Madrid]. Universidad Complutense de Madrid; 2008. Recuperado el 22 de julio de 2019 de <https://www.educacion.gob.es/teseo/mostrarRef.do?ref=548769>
  25. FEARNLEY JM, LEES AJ. AGEING AND PARKINSON'S DISEASE: SUBSTANTIA NIGRA REGIONAL SELECTIVITY. *Brain* 1991;114:2283-2301
  26. Damier P, Hirsch E, Agid Y, Graybiel A. The substantia nigra of the human brain. *Brain* 1999;122:1437-1448.
  27. Dijkstra AA, Voorn P, Berendse HW, Groenewegen HJ, Bank NB, Rozemuller AJ, et al. Stage-dependent nigral neuronal loss in incidental Lewy body and Parkinson's disease. *Movement disorders* 2014.
  28. Iacono D, Geraci-Erck M, Rabin ML, Adler CH, Serrano G, Beach TG, et al. Parkinson disease and incidental Lewy body disease: Just a question of time? *Neurology* 2015 Nov 10;85(19):1670-1679.
  29. Puschmann A, Brighina L, Markopoulou K, Aasly J, Chung SJ, Frigerio R, et al. Clinically meaningful parameters of progression and long-term outcome of Parkinson disease: an international consensus statement. *Parkinsonism Relat Disord* 2015;21(7):675-682
  30. Goldman JG, Postuma R. Premotor and nonmotor features of Parkinson's disease. *Curr Opin Neurol* 2014 Aug;27(4):434-441.
  31. Schapira AH, Chaudhuri KR, Jenner P. Non-motor features of Parkinson disease. *Nature Reviews Neuroscience* 2017;18(7):435.
  32. Hely MA, Reid WG, Adena MA, Halliday GM, Morris JG. The Sydney multicenter study of Parkinson's disease: the inevitability of dementia at 20 years. *Movement disorders* 2008;23(6):837-844.
  33. Jankovic J. Parkinson's disease: clinical features and diagnosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2008 Apr;79(4):368-376.



34. Abbruzzese G, Marchese R, Avanzino L, Pelosin E. Rehabilitation for Parkinson's disease: Current outlook and future challenges. *Parkinsonism Relat Disord* 2016;22:S60-S64.
35. Mak MK, Wong-Yu IS, Shen X, Chung CL. Long-term effects of exercise and physical therapy in people with Parkinson disease. 2017.
36. Amara AW, Memon AA. Effects of exercise on non-motor symptoms in Parkinson's disease. *Clin Ther* 2018;40(1):8-15.
37. Paillard T, Rolland Y, de Souto Barreto P. Protective effects of physical exercise in Alzheimer's disease and Parkinson's disease: a narrative review. *Journal of clinical neurology* 2015;11(3):212-219.
38. Corcos DM, Robichaud JA, David FJ, Leurgans SE, Vaillancourt DE, Poon C, et al. A Two Year Randomized Controlled Trial of Progressive Resistance Exercise for Parkinson's Disease. *Mov Disord* 2013;28(9):1230-1240.
39. SHULMAN L, et al. Randomized Clinical Trial of 3 Types of Physical Exercise for Patients With Parkinson Disease. *Jama Neurology* 2013;70(2): 183-190.
40. Rafferty MR, Schmidt PN, Luo ST, Li K, Marras C, Davis TL, et al. Regular Exercise, Quality of Life, and Mobility in Parkinson's Disease: A Longitudinal Analysis of National Parkinson Foundation Quality Improvement Initiative Data. *J Parkinsons Dis* 2017;7(1):193-202.
41. Schenkman M, Hall DA, Baron AE, Schwartz RS, Mettler P, Kohrt WM. Exercise for People in Early-or Mid-Stage Parkinson Disease: A 16-Month Randomized Controlled Trial. *Phys Ther* 2012;92(11).
42. Yau SY, Gil-Mohapel J, Christie BR, So KF. Physical exercise-induced adult neurogenesis: a good strategy to prevent cognitive decline in neurodegenerative diseases? *Biomed Res Int* 2014;2014:403120.
43. Ramaswamy B, Jones J, Carroll C. Exercise for people with Parkinson's: a practical approach. *Pract Neurol* 2018 Oct;18(5):399-406.
44. Monteiro-Junior RS, Cevada T, Oliveira BR, Lattari E, Portugal EM, Carvalho A, et al. We need to move more: Neurobiological hypotheses of physical exercise as a treatment for Parkinson's disease. *Med Hypotheses* 2015;85(5):537-541.
45. Ellis T, Boudreau JK, DeAngelis TR, Brown LE, Cavanaugh JT, Earhart GM, et al. Barriers to exercise in people with Parkinson disease. *Phys Ther* 2013;93(5):628-636.
46. Afshari M, Yang A, Bega D. Motivators and Barriers to Exercise in Parkinson's Disease. *Journal of Parkinson's disease* 2017;7(4):703-711.
47. Ellis T, Cavanaugh JT, Earhart GM, Ford MP, Foreman KB, Fredman L, et al. Factors associated with exercise behavior in people with Parkinson disease. *Phys Ther* 2011;91(12):1838-1848.
48. Choi HJ. Effects of therapeutic Tai chi on functional fitness and activities of daily living in patients with Parkinson disease. *J Exerc Rehabil* 2016 Oct 31;12(5):499-503.
49. Chung CL, Thilarajah S, Tan D. Effectiveness of resistance training on muscle strength and physical function in people with Parkinson's disease: a systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil* 2016 Jan;30(1):11-23.

50. Corcos DM, Robichaud JA, David FJ, Leurgans SE, Vaillancourt DE, Poon C, et al. A Two Year Randomized Controlled Trial of Progressive Resistance Exercise for Parkinson's Disease. *Mov Disord* 2013;28(9):1230-1240.
51. Ayan C, Cancela J. Feasibility of 2 Different Water-Based Exercise Training Programs in Patients With Parkinson's Disease: A Pilot Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2012 October 2012;93(10):1709-1714.
52. Ayan C, Cancela J. Effects of aquatic exercise on persons with Parkinson's disease: A preliminary study. *Science & Sports* 2012;27(5):300-304.
53. Altmann LJ, Stegemoller E, Hazamy AA, Wilson JP, Bowers D, Okun MS, et al. Aerobic Exercise Improves Mood, Cognition, and Language Function in Parkinson's Disease: Results of a Controlled Study. *J Int Neuropsychol Soc* 2016 Oct;22(9):878-889.
54. Duchesne C, Lungu O, Nadeau A, Robillard ME, Bore A, Bobeuf F, et al. Enhancing both motor and cognitive functioning in Parkinson's disease: Aerobic exercise as a rehabilitative intervention. *Brain Cogn* 2015 Oct;99:68-77.
55. Shu H, Yang T, Yu S, Huang H, Jiang L, Gu J, et al. Aerobic Exercise for Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *PLoS ONE* 2014;9(7)
56. Oguh O, Eisenstein A, Kwasny M, Simuni T. Back to the basics: regular exercise matters in Parkinson's disease: results from the National Parkinson Foundation QII registry study. *Parkinsonism Relat Disord* 2014;20(11):1221-1225.
57. Klamroth S, Steib S, Devan S, Pfeifer K. Effects of Exercise Therapy on Postural Instability in Parkinson Disease: A Meta-analysis. *J Neurol Phys Ther* 2016 Jan;40(1):3-14.
58. Geweniger V, Bohlander A. *Therapeutic Pilates: Fundamental Principles. Pilates– A Teachers' Manual*: Springer; 2014. p. 203-210.
59. Iulian-Doru T, Vasilica G, Maria T, Claudia-Camelia B. Pilates Principles - Psychological Resources for Efficiency Increase of Fitness Programs for Adults. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 2013 9 July 2013;84:658-662
60. Wells C, Kolt GS, Bialocerkowski A. Defining Pilates exercise: A systematic review. *Complement Ther Med* 2012 8;20(4):253-262.
61. Wells C, Kolt GS, Marshall P, Hill B, Bialocerkowski A. The effectiveness of Pilates exercise in people with chronic low back pain: a systematic review. *Plos one* 2014;9(7):e100402.
62. Kamioka H, Tsutani K, Katsumata Y, Yoshizaki T, Okuizumi H, Okada S, et al. Effectiveness of Pilates exercise: A quality evaluation and summary of systematic reviews based on randomized controlled trials. *Complementary Therapies in Medicine* 2016 April 2016;25:1-19.
63. Bullo V, Bergamin M, Gobbo S, Sieverdes J, Zaccaria M, Neunhaeuserer D, et al. The effects of Pilates exercise training on physical fitness and wellbeing in the elderly: a systematic review for future exercise prescription. *Prev Med* 2015;75:1-11.
64. Giacomini MB, da Silva AMV, Weber LM, Monteiro MB. The Pilates Method increases respiratory muscle strength and performance as well as abdominal muscle thickness. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2016 April 2016;20(2):258-264.
65. Patti A, Bianco A, Paoli A, Messina G, Montalto MA, Bellafiore M, et al. Effects of Pilates exercise programs in people with chronic low back pain: a systematic review. *Medicine (Baltimore)* 2015 Jan;94(4):e383.

66. Barker AL, Bird M, Talevski J. Effect of Pilates Exercise for Improving Balance in Older Adults: A Systematic Review With Meta-Analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2015 April 2015;96(4):715-723.
67. Lin H, Hung W, Hung J, Wu P, Liaw L, Chang J. Effects of pilates on patients with chronic non-specific low back pain: a systematic review. *Journal of physical therapy science* 2016;28(10):2961-2969.
68. Alves de Araújo ME, Bezerra da Silva E, Bragade Mello D, Cader SA, Shiguemi Inoue Salgado A, Dantas EHM. The effectiveness of the Pilates method: Reducing the degree of non-structural scoliosis, and improving flexibility and pain in female college students. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* 2012 April 2012;16(2):191-198.
69. Junges S, Gottlieb MG, Baptista RR, Quadros CBd, Resende TdL, Gomes I. Effectiveness of pilates method for the posture and flexibility of women with hyperkyphosis. *Rev Bras Cienc Mov* 2012;20(1):21-33.
70. Abasıyanık Z, Ertekin Ö, Kahraman T, Yigit P, Özakbaş S. The Effects of Clinical Pilates Training on Walking, Balance, Fall Risk, Respiratory, and Cognitive Functions in Persons with Multiple Sclerosis: A Randomized Controlled Trial. *EXPLORE* 2019.
71. Cazotti L, Jones A, Ribeiro L, Silva D, Natour J. AB1229-HPR Effectiveness of the Pilates Method in the Treatment of Chronic Mechanical-Postural Neck Pain 2015.
72. Navega MT, Furlanetto MG, Lorenzo DM, Morcelli MH, Tozim BM. Effect of the Mat Pilates method on postural balance and thoracic hyperkyphosis among elderly women: a randomized controlled trial. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia* 2016;19(3):465-472.
73. Shahrjerdi S, Golpayegani M, Daghighzadeh A, Karami A. The effect of pilates-based exercises on pain, functioning and lumbar lordosis in women with non-specific chronic low back pain and hyperlordosis. *J Adv Med Biomed Res* 2014;22(94):120-131.
74. Küçük F, Kara B, Poyraz EÇ, İdiman E. Improvements in cognition, quality of life, and physical performance with clinical Pilates in multiple sclerosis: a randomized controlled trial. *Journal of physical therapy science* 2016;28(3):761-768.
75. Andrade LS, Mochizuki L, Pires FO, da Silva, Renato André Sousa, Mota YL. Application of Pilates principles increases paraspinal muscle activation. *J Bodywork Movement Ther* 2015;19(1):62-66.
76. Johnson L, Putrino D, James I, Rodrigues J, Stell R, Thickbroom G, et al. The effects of a supervised Pilates training program on balance in Parkinson's disease. *Advances in Parkinson's Disease* 2013;2(02):58.
77. Daneshmandi H, Sayyar S, Bakhshayesh B. The Effect of a Selective Pilates Program on Functional Balance and Falling Risk in Patients with Parkinson's Disease. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences* 2017;19(4).
78. Mollinedo-Cardalda I, Cancela-Carral JM, Vila-Suárez MH. Effect of a Mat Pilates Program with TheraBand on Dynamic Balance in Patients with Parkinson's Disease: Feasibility Study and Randomized Controlled Trial. *Rejuvenation research* 2018;21(5):423-430.
79. do Carmo VS, Boas LDV, do Vale, Ana Luíza Azevedo, de Matos Pinheiro I. Aptidão física de idosos com doença de Parkinson submetidos à intervenção pelo método Pilates. *Revista Brasileira de Ciências do Envelhecimento Humano* 2017;14(2).
80. Cancela JM, Mollinedo Cardalda I, Ayan C, de Oliveira IM. Feasibility and efficacy of mat pilates on people with mild-to-moderate Parkinson's disease: A preliminary study.

- Rejuvenation research 2018;21(2):109-116.
81. BAKHSHAYESH B, SAYYAR S, DANESHMANDI H. Pilates Exercise and Functional Balance in Parkinson's Disease. *Caspian Journal of Neurological Sciences*. 2017;3(8):25-38
  82. Pandya S, Nagendran T, Avni Shah D, Chandrabharu V. Effect of Pilates Training Program on Balance in Participants with Idiopathic Parkinson's Disease-an Interventional Study. *Int. J. Heal. Sci. Res* 7, 2017: 186-196.
  83. Hartmann, C.; Neves, M.D.; Rolim, M.M.; Júnior da, A.T.C.; Barbosa, L.C.; Bezerra, J.C.L. Aplicação de um programa de exercícios de Pilates em solo em parkinsonianos. *FIEP Bull.* 2014, 84. Disponible en línea: <http://www.fiepbulletin.net/index.php/fiepbulletin/article/view/4568> (consultado el 20 de julio de 2019).
  84. Engelsman EL. The World Health Organization Global Recommendations on Physical Activity for Health and the Opportunities for the Sports World. *Promoting Sport for All Benefits and Strategies for the 21st Century* 2010:93.
  85. Martinez Martin P, Frades B, Jimenez Jimenez FJ, Pondal M, Lopez Lozano JJ, Vela L, et al. The PDQ-39 Spanish version: reliability and correlation with the short-form health survey (SF-36). *Neurologia* 1999 Apr;14(4):159-163.
  86. Jenkinson C, Fitzpatrick R, Peto V, Harris R, Saunders P. The Parkinson's Disease Questionnaire PDQ-39 User Manual. 2008.
  87. Jenkinson C. Parkinson's Disease Questionnaire (PDQ-39). In: Michalos AC, editor. *Encyclopedia of Quality of Life and Well-Being Research* Dordrecht: Springer Netherlands; 2014. p. 4618-4620.
  88. James TW. The 30-second arm curl test as an indicator of upper body strength in older adults, 1999. (Doctoral dissertation, California State University, Fullerton)
  89. Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *J Am Geriatr Soc* 1991;39(2):142-148.
  90. Morris S, Morris ME, Iansek R. Reliability of measurements obtained with the Timed "Up & Go" test in people with Parkinson disease. *Phys Ther* 2001;81(2):810-818.
  91. Petersen, Cheryl, et al. "Reliability and Minimal Detectable Change for Sit-to-Stand Tests and the Functional Gait Assessment for Individuals With Parkinson Disease." *Journal of Geriatric Physical Therapy* 2017;40(4): 223-226.
  92. Jones CJ, Rikli RE, Max J, Noffal G. The Reliability and Validity of a Chair Sit-and-Reach Test as a Measure of Hamstring Flexibility in Older Adults. *Research quarterly for exercise and sport* 1998;69(4):338-343.
  93. Hopkins WG. A Spreadsheet for Monitoring an Individual's Changes and Trend. [Internet]. Recuperado el 29 de julio 2019 de <http://afgu.sportsci.org/2017/wghtrend.htm>
  94. Bhattacharya PK, Deka K, Roy A. Assessment of inter-rater variability of the Senior Fitness Test in the geriatric population: A community based study. *Int J Biomed Adv Res* 2016;7:208-212.
  95. Dal Bello-Haas V, Klassen L, Sheppard MS, Metcalfe A. Psychometric properties of activity, self-efficacy, and quality-of-life measures in individuals with Parkinson disease. *Physiotherapy Canada* 2011;63(1):47-57.
  96. Schenkman M, Hall DA, Barón AE, Schwartz RS, Mettler P, Kohrt WM. Exercise for people in early-or mid-stage Parkinson disease: a 16-month randomized controlled trial. *Phys*

Ther 2012;92(11):1395-1410.

97. Martinez-Martin P, Serrano-Duenas M, Forjaz MJ, Serrano MS. Two questionnaires for Parkinson's disease: are the PDQ-39 and PDQL equivalent? *Quality of Life Research* 2007;16(7):1221-1230.
98. Springs for Equipment Pilates Contemporary Line. [Internet]. BonPilates S.L. Recuerdo el 2 de agosto de 2019 de <https://www.bonpilates.com/muelles-para-equipamiento-pilates-linea-contemporanea/>
99. Hall E, Verheyden G, Ashburn A. Effect of a yoga programme on an individual with Parkinson's disease: a single-subject design. *Disabil Rehabil* 2011;33(15-16):1483-1489.
100. Fitzpatrick R, Norquist JM, Jenkinson C. Distribution-based criteria for change in health-related quality of life in Parkinson's disease. *J Clin Epidemiol* 2004;57(1):40-44.

## 5. ANEXOS

### Anexo 1. Contenido del Entrenamiento Personal y las Sesiones en Piscina

---

- EPe**
- Comienzo con estiramientos profundos de la cadena tónica y los flexores de la cadera [sic].
  - Estiramientos con carácter longitudinal y con componente rotacional [sic].
  - Se busca el desarrollo de la fuerza-resistencia (alto número de repeticiones y poco peso) y se realizan ejercicios con el propio peso corporal (generalmente con TRX) y *step*.
  - Ejercicios de *core* de carácter isométrico y dinámico.
  - Ejercicios “de lucha”, como tirar-empujar, mano contra mano, etc.
  - Ejercicios de marcha y coordinación con y sin escalera de coordinación.
  - Ejercicios en superficies inestables (*bosu*).
- SP**
- Ejercicios con la cabeza (15 reps. De cada uno): flexión/extensión, flexión lateral, giros y rotaciones.
  - Ejercicios con los brazos: circunducciones hacia adelante y hacia atrás, elevar brazos y dar palmada y, con los brazos en cruz bajo el agua, dar palmada.
  - Ejercicios de marcha/deambulación: ida y vuelta caminando con brazo y pierna opuestos (marcha cruzada), caminar sobre las puntas de los pies, sobre los talones, lateralmente cruzando un pie por delante y luego por detrás, lateralmente juntando las piernas (manos en las caderas) y separándolas (palmada con brazos arriba), caminar llevando un talón hacia el glúteo homolateral y caminar con los pasos más amplios posibles.
  - Ejercicios con las piernas (15 reps. e cada uno): elevar una rodilla y llevarla a un lateral [sic], ejercicios de lateralización [sic] con una pierna y luego con la otra, circunducciones con una pierna y con la otra, extensión de cadera con la rodilla extendida, agarrados a la barra, separar las piernas y luego cruzarlas y pedaleo.
  - Ejercicios con los churros [sic]: cogidos con las dos manos, subirlos y luego sumergirlos acercándolos al cuerpo; con una mano y el codo extendido, llevarlos hacia adelante y traerlos y hacia el lateral y traerlos; sumergir el churro pisándolo con los pies.

---

EPe: entrenamiento personal

SP: sesiones en piscina

Nota: la información está transcrita de correos electrónicos del Entrenador Personal y del Fisioterapeuta

## Anexo 2. Sesión tipo de MP

CALENTAMIENTO (15')

### 1. En bipedestación:

#### a) **Movilidad articular** (de craneal a caudal) (7'):

- i. Cabeza-Cuello: circunducciones en ambos sentidos. 1x5 reps. cada sentido
- ii. Cintura escapular: circunducciones en ambos sentidos. 1x5 reps. cada sentido
- iii. Tronco:
  - 1) Inclinaciones laterales ambos lados (plano frontal). 1x4 reps. cada lado
  - 2) Torsiones ambos lados (plano horizontal/transversal). 1x4 reps. cada lado
  - 3) Flexo-Extensiones (plano sagital). 1x4 reps.
- iv. Caderas:
  - 1) "Peso Muerto". 1x8-10 reps.
  - 2) Caderas-Rodillas-Tobillos: 1/2 sentadillas. 1x8-10 reps.
- v. Marcha:
  - 1) Caminar por el espacio en todas las direcciones y con distintos patrones (pasos "normales", más amplios, de puntillas, hacia adelante, hacia atrás, lateral, elevando rodillas y tocándolas con la mano contralateral, llevando talones a glúteos...). Doble tarea motriz/motriz (caminar llevando una tonning ball en la palma de la mano izquierda; hombro en flexión de 90°) y motriz/cognitiva (caminar realizando un conteo hacia atrás, deletreando palabras...). 3'

#### b) **Estiramientos dinámicos** (3'):

- i. Caminar abriendo-cerrando brazos (abducción/aducción escapular y horizontal glenohumeral)
- ii. Caminar "lanzando" un brazo a flexión glenohumeral y el otro a extensión
- iii. Caminar realizando circunducciones simultáneas y/o alternativas con ambos brazos en ambos sentidos
- iv. Caminar "lanzando" pierna hacia mano contralateral

### 2. En sedestación sobre pelota suiza:

#### a) **Equilibrio** (5'):

- i. Apoyo bipodal al ancho de caderas: mantener posición y postura ante desequilibrios externos en todas las direcciones. Progresión a menor superficie de apoyo (vamos acercando los pies). Ojos abiertos.
- ii. Ídem anterior, con ojos cerrados.
- iii. Apoyo monopodal. Primero del pie del lado no afectado (izqdo.). Mantener la postura. Después con el pie derecho. Ojos abiertos.
- iv. Ídem anterior, con ojos cerrados.

Cont.

PARTE PRINCIPAL (35')

1. En decúbito supino sobre Mat del *Reformer-Torre*:
  - a) *Pelvic Lift* (puente de hombros) con flat back (se conservan las curvas fisiológicas de la columna) #1 (apoyo bipodal) y #2 (apoyo monopodal, la pierna libre realiza diferentes ejercicios: flexo-extensión de cadera con rodilla extendida, con rodilla flexionada, circunducciones con la articulación coxofemoral, Abd/Add coxofemoral, diferentes “dibujos” con la rodilla en el techo -ochos, infinitos, letras, etc.-, alternancia de apoyos...). 5-8 reps. de cada ejercicio #1 y #2
  - b) *Pelvic Lift* #1, con articulación segmentaria de la columna
  - c) *One Leg Circles* modificado (con rodilla flexionada) y ejercicio final (rodilla extendida) en ambas direcciones. Estabilización lumbopélvica, disociación coxofemoral y fortalecimiento abdominal 5 reps. de cada variante. Total: 40 reps.
  - d) *Chest Lift* (leve flexión dorsal manteniendo la curvatura lumbar fisiológica). Fortalecimiento abdominal. 10-12 reps.
  - e) *Criss-Cross* (la columna lumbar permanece estable, la dorsal realiza pequeña flexión y torsión). Fortalecimiento abdominal y disociación de “columnas”. 10-12 reps.
  
2. En bipedestación sobre el Mat, orientado hacia la parte posterior del *Reformer-Torre*:

**Fuerza de MM.SS. (10’):**  
*Standing Arm Spring Series*  
(Antes de los ejercicios, como acondicionamiento, 1x15-20 reps. con 1 muelle amarillo corto)

  - a) Flexión de codos (1 muelle azul para cada brazo, anclados en la base de la Torre): 2x8-12 reps. (60-90” entre series; buscamos fuerza-resistencia). Relación tiempo de contracción concéntrica/excéntrica 1:1
  - b) Extensión de codos (1 muelle azul para cada brazo, anclados en la barra horizontal superior de la Torre). 2x8-12 reps. (60-90” entre series; buscamos fuerza-resistencia). Relación tiempo de contracción concéntrica/excéntrica 1:1

*Standing Open Arms* (En bipedestación, orientado hacia uno de los lados del *Reformer-Torre* o en el suelo)  
Antes del ejercicio, 1x15 reps. con banda elástica naranja marca AMAYA - ~1,3 kg. al 100% de elongación:-

  - a) Abducción glenohumeral (aperturas de hombros): Con banda elástica color azul de la marca AMAYA (~2,8 kg. al 100% de elongación), una para cada brazo, anclando cada una bajo cada pie; éstos al ancho de los hombros, aproximadamente. Los brazos relajados a ambos lados de los muslos, abducción glenohumeral, con los codos ligeramente flexionados, terminando con las manos un poco por debajo de los hombros y las palmas hacia el suelo. 2x10-12 reps. (60-90” entre series; ejecución muy lenta, relación de tiempo de contracción concéntrica/excéntrica 1:3; mayor tiempo bajo tensión, mejor control motor).



Cont.

3. En decúbito prono sobre el Mat:

Fortalecimiento de la espalda:

- a) *Breast Stroke preparation* #1, #2 y #3. 5 reps. de cada ejercicio

4. En sedestación, sobre el cajón del *Reformer*, hacia la parte posterior:

Ejercicios de fortalecimiento de la espalda (especialmente, región dorsal), estabilización escapular y fortalecimiento de la musculatura aductora interescapular, de los abductores horizontales, extensores y rotadores externos de la articulación glenohumeral y extensores de la articulación del codo. Serie *Rowing Back* modificada:

- a) *Rowing Back* modificado #1: circunducciones hacia adelante y hacia atrás. (1 muelle amarillo). 1x5 reps. en cada sentido
- b) *Rowing Back* modificado #2: con los codos extendidos y los brazos en dirección al suelo, extensión de hombros (1 muelle azul+1 muelle amarillo). 1x10-15 reps.
- c) *Rowing Back* modificado #3: con codos y hombros flexionados a 90° al ancho de los hombros, las palmas de las manos enfrentadas frente a la cara, abducción horizontal glenohumeral simultánea. Correas cruzadas. (1 muelle rojo). 1x8-10 reps.
- d) *Rowing Back* modificado #4: con los hombros en flexión de 80°, codos extendidos, abducción horizontal glenohumeral con flexión de codos; termina en extensión de codos (brazos casi en cruz). Correas cruzadas. (1 muelle amarillo). 1x5-7 reps

5. En decúbito supino sobre el *Reformer*:

Ejercicios de preparación para *Footwork* (**fortalecimiento de MM.II.**). 5'. Flexo-extensión de rodillas y caderas con muelles 1 verde+1 amarillo. Apoyo de talones en la barra de pies:

- a) Pies paralelos al ancho de caderas
- b) “ ” en los extremos de la barra de pies
- c) Pies en los extremos de la barra de pies, piernas y caderas en rotación externa
- d) Ídem anterior, en rotación interna
- e) Con apoyo de dedos-metatarsos, pies al ancho de caderas y rodillas “bloqueadas”:
- i. *Tendon Stretch*: flexión dorsal-plantar de tobillos
- ii. *Running*: movimiento de caminar (brazos también en movimiento)
- iii. *Tendon Stretch+Running+Footwork*

Cont.

Ejercicio de **fortalecimiento de MM.II.:**

- a) *Footwork*. Con apoyo de talones al ancho de las caderas, flexo-extensión de rodillas y caderas con muelles 1 verde+2 rojos+1 azul+1 amarillo. La relación de tiempo de contracción concéntrica/excéntrica es de 1:1. 2x60 seg. (60-90" entre series. Buscamos desarrollar la fuerza-resistencia).
- b) Ídem anterior, pero enfocado a un trabajo de fuerza-potencia: la relación de tiempo de contracción concéntrica/excéntrica es de 1:3 ó 1:4 (máxima intención de velocidad en fase concéntrica). 1 muelle verde+2 muelles rojos+1 muelle azul+1 muelle amarillo. 2x8-10 reps., 2-3' entre series (realizamos un ejercicio de MM.SS. para no permanecer parados).

**Estiramiento de la musculatura especialmente solicitada en la sesión, además de los grupos musculares diana en el sujeto (isquiosurales, rotadores externos coxofemorales y glenohumerales, pectorales, recto femoral, cuadrado lumbar, dorsal ancho, tríceps sural).**

- a) En decúbito supino sobre Mat del *Reformer-Torre*:
  - i. Estiramiento estático pasivo de los isquiosurales y tríceps sural. 45-60" cada pierna. Alternamos entre sesiones con FNP
  - ii. Estiramiento estático pasivo de los rotadores externos coxofemorales. 45-60" cada lado
  - iii. Estiramiento estático pasivo simultáneo de los aductores coxofemorales. 45"
  - iv. Estiramiento estático pasivo del cuadrado lumbar. 45" cada lado
- b) Retirando el Mat, el sujeto sigue en supino sobre el carro del *Reformer*; colocamos cilindro de espuma (foam roller) bajo el sacro, estiramiento estático pasivo del recto femoral y del psoas ilíaco. 45-60" cada pierna.
- c) De rodillas sobre el Mat del *Reformer-Torre*:
  - i. Estiramiento estático activo simultáneo de los cuádriceps. 45-60"
  - ii. Estiramiento estático activo de los músculos de la espalda (*Child's Pose/Shell Stretch*). 30"
- d) En bipedestación:
  - i. Empleando las barras del *Reformer-Torre*, estiramiento estático activo de los pectorales, fibras anteriores del deltoides y flexores del codo. 45-60" cada lado.
  - ii. Empleando las barras del *Reformer-Torre*, estiramiento estático activo del dorsal ancho. 45-60"
- e) Contra la pared, estiramiento estático activo del tríceps sural. 45-60" cada pierna.

VUELTA A LA CALMA (15')

**Anexo 3.** Ejemplos de Instrucciones, Imágenes Visuales y *Feedback*

**Anexo 3.** Ejemplos de Instrucciones, Imágenes Visuales y *Feedback* empleados en las sesiones.

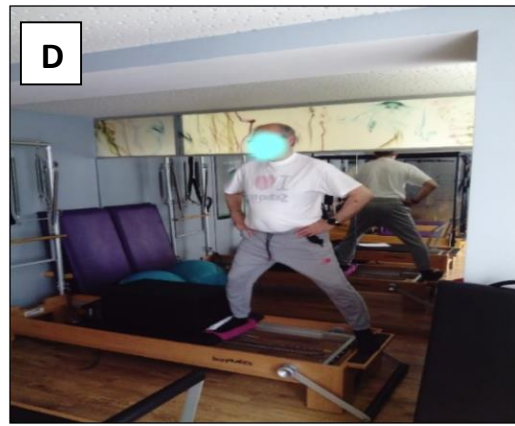
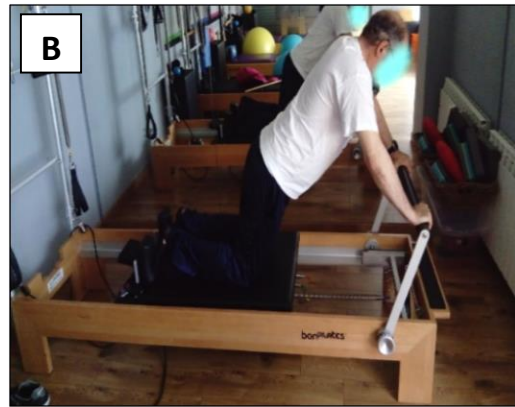
	<b>INSTRUCCIÓN</b>	<b>OBJETIVO</b>
<b>FOCO INTERNO</b>	<i>“Tira del pubis contra la colchoneta/cajón”</i>	En ejercicios en decúbito prono, realizar una retroversión pélvica previa a la extensión de columna, para contrarrestar el aumento de la lordosis lumbar
	<i>“Saca el culillo”</i>	En ejercicios en cuadrupedia, favorecer la colocación de la región lumbar en zona neutra
	<i>“Encaja las escápulas”</i> <i>“Tienes que verte el cuello” (frente al espejo)</i>	Favorecer la correcta organización escapular; en ejercicios bipedestación y sedestación, lograr una adecuada postura del tronco y la cabeza, manteniendo las curvas fisiológicas raquídeas y evitando posturas cifóticas
	<i>“Intenta que la muñeca termine por encima de tu codo”</i>	En <i>Standing Arm Spring Series</i> , favorecer la flexión del codo
	<i>“Al subir, muñecas hacia arriba; al bajar, hacia caderas”</i>	En <i>Standing Arm Spring Series</i> , favorecer la prono-supinación
	<i>“Mantén la espalda erguida”</i>	Favorecer una postura erguida, especialmente ante cargas externas que “fuerzan” la flexión de la columna
	<i>“Aleja los hombros de tus orejas”</i>	Favorecer la correcta organización escapular
	<i>“Lleva las rodillas por detrás de las caderas”</i>	En <i>Knee Stretch Series</i> , favorecer la flexo-extensión de caderas, evitando la de los hombros
	<i>“Mete un poco el ombligo al exhalar”</i> <i>“Haz como si quisieras cortar la orina”</i>	Favorecer la activación del transverso abdominal y del suelo pélvico
	<i>“Tira del pecho hacia adelante”</i>	En ejercicios en cuadrupedia, favorecer la adecuada curvatura dorsal, evitando una cifosis excesiva
	<i>“Mete el mentón hacia el cuello manteniendo la mirada entre tus manos”</i>	En ejercicios en cuadrupedia, favorecer la adecuada colocación de la cabeza en una posición neutra/anatómica, evitando la antepulsión
	<i>“Da dos codazos atrás”</i>	En <i>Rowing Back #4</i> , favorecer la flexión del codo y la extensión del hombro

<b>FOCO EXTERNO</b>	<i>“Intenta que el agarre termine por encima de tu codo/hombro”</i>	Favorecer la flexión del hombro
	<i>“Intenta que los correas no ganen”</i>	Favorecer una postura erguida, especialmente ante cargas externas que desafían la estabilidad del raquis
	<i>“Empuja la barra”</i>	Facilitar el movimiento de los brazos o las piernas
	<i>“Lleva el carro todo lo atrás que puedas”</i>	En <i>Knee Stretch Series</i> , favorecer la flexo-extensión de caderas y rodillas, evitando la de los hombros
	<i>“Dibuja círculos/ochos/infinitos en el techo (con la rodilla)”</i>	En ejercicios en decúbito supino, favorecer una adecuada estabilización lumbopélvica y disociación cadera-pelvis
	<i>“Dale un codazo/ una bofetada a ése que te cae tan mal”</i>	En <i>Kneeling Side Arms</i> , favorecer el movimiento del brazo

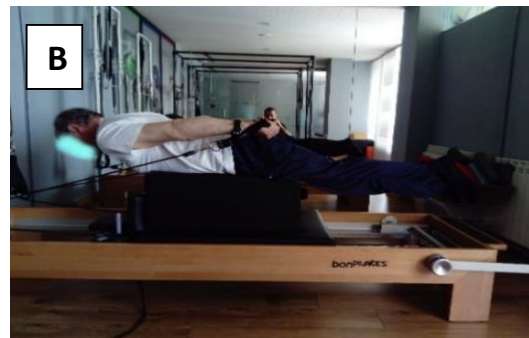
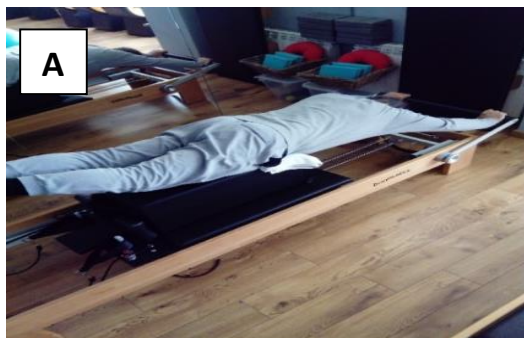
<b>IMÁGENES VISUALES</b>	<b>OBJETIVO</b>
<i>“Tienes una copa de Vega Sicilia sobre tu pubis/ombligo” “No derrames el vino”</i>	En ejercicios en decúbito supino, favorecer una adecuada estabilización lumbopélvica y disociación cadera-pelvis
<i>“Homenaje a Lina Morgan/Charles Chaplin”</i>	Facilitar la rotación interna/externa de caderas
<i>“Mantente como un bloque”</i>	Favorecer una postura erguida, especialmente ante cargas externas
<i>“Toca el techo con tu occipital”</i>	En ejercicios en cuadrupedia, favorecer la adecuada colocación de la cabeza en una posición neutra/anatómica, evitando la antepulsión
<i>“Te pasa una barra incandescente al lado del riñón”</i>	En ejercicios con flexión lateral del tronco, lograr una inclinación “suave”, alta, a nivel torácico y no “dejarse caer” hacia ese lado; no ejercer excesiva presión en los DIV ni tensión en el subsistema pasivo contralateral.
<i>“Somos títeres” “Tira de la coronilla hacia el techo” “Intenta tocar el techo con la coronilla” “Estás en la mili”</i>	En ejercicios bipedestación y sedestación, lograr una adecuada postura, “alargada”, manteniendo las curvas fisiológicas raquídeas y evitando posturas cifóticas
<i>“Tira de la coronilla como si fuera a embestir/atrasar la pared” “Eres una bala/proyectil”</i>	En ejercicios en decúbito prono, lograr una adecuada postura, evitando la hiperextensión lumbar y cervical y la protracción escapular

<b>FEEDBACK</b>	<b>OBJETIVO</b>
<p><i>“¡Vaya que si puedes con los muelles!” “Sí, vas a romper la máquina” (en respuesta a su afirmación de “Carlos, vamos a romper algo”)</i>  <i>“Estos muelles ya se te quedan pequeños”</i></p>	<p>Reforzamiento positivo acerca de la fuerza que está logrando</p>
<p><i>“Estás perfecto” (en relación a su postura)</i></p>	<p>Reforzamiento positivo acerca de una postura adecuada</p>

**Anexo 4. Diferentes ejercicios durante las sesiones**



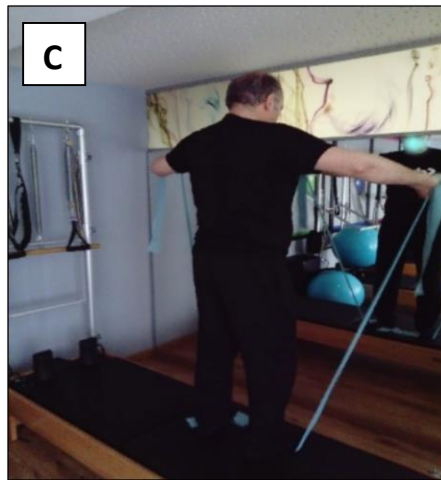
*A) Pelvic Lift #1; B) Knee Stretch (Flat Back); C) Footwork (Rotación interna); D) Side Splits*



Ejercicios de fortalecimiento de la espalda, musculatura interescapular y extensores del codo.  
*A) Swan Dive; B) Long Box-Pulling Straps; C) Rowing Back modificado #4*

Cont.

Ejercicios de fortalecimiento de los miembros superiores



A) y B) *Standing Arm Spring Series*; C) *Standing Open Arms*