



VNiVERSiDAD D SALAMANCA

Escuela Universitaria de Enfermería y Fisioterapia

Titulación: Grado en Fisioterapia

TRABAJO FIN DE GRADO

**“Efectos de la estimulación sensorial sobre la marcha y bloqueos del
paciente con Parkinson”**

Estudiante: Blanca Hernández Noriega

Tutora: Nélida Eleno Balboa

Salamanca, 28 de mayo de 2014

ÍNDICE

RESUMEN.....	Pág 2
TEXTO	Pág 3
1.- INTRODUCCIÓN.....	Pág 3
2.- OBJETIVO.....	Pág 6
3.- MATERIAL Y MÉTODO.....	Pág 6
4.- RESULTADOS.....	Pág 15
5.- DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	Pág 19
BIBLIOGRAFÍA.....	Pág 22

RESUMEN

Los motivos que conducen a la elección del tema son: primero, el desarrollo de mi profesión como fisioterapeuta en una residencia de mayores. En segundo lugar, el observar algunas dificultades que supone la presencia de la enfermedad de Parkinson entre la población anciana, ya que es una enfermedad degenerativa crónica progresiva con alta prevalencia, y merma la calidad de vida.

Hoy en día, debido al envejecimiento de la población, se están investigando cada día más las enfermedades geriátricas y neurodegenerativas. Gracias a esto, se puede seguir avanzando en mejorar el diagnóstico, tratamiento que disminuya la progresión u otras mejoras para la vida diaria de personas afectadas. En el último aspecto se encuadra este trabajo, centrado en una estrategia para mejorar las actividades: aumenta el ritmo del paso y reduce el número de bloqueos.

Artículos recientes sugieren la existencia de conexiones a nivel central entre los centros de control motor disfuncionantes en el paciente con enfermedad de Parkinson, y los otros de control puramente sensitivos de la audición y la vista.

Por ello, se diseña un estudio sencillo con los medios disponibles y el objetivo de estudiar si la marcha y giros en condiciones adversas (zonas estrechas dónde se evidencian mejor las características de bloqueos del paciente) mejoran en presencia de estímulos sonoros armónicos (música) y visuales.

Los resultados muestran que la estimulación mejora la velocidad de marcha y giro, reduciendo el número de bloqueos. Por tanto, puede ser útil su aplicación en ciertos ámbitos de la vida de los pacientes.

PALABRAS CLAVE: “estimulación auditiva”, “estimulación visual”, “velocidad de marcha”, “enfermedad de Parkinson”.

TEXTO

1. INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Parkinson afecta a una de cada mil personas en todo el mundo (si bien algunos estudios sugieren que la prevalencia real podría duplicar estas cifras), convirtiéndose en la segunda enfermedad neurodegenerativa en las personas mayores, especialmente en el rango de edad de 40 a 70 años. En España, según la Sociedad Española de Neurología, se calcula que existen unos 150.000 pacientes con la enfermedad de Parkinson (PEP), muchos están aún sin diagnosticar. Está presente por igual en hombres y mujeres.¹

La enfermedad es una alteración en los núcleos de la base (centros de control motor). La base estructural de esta enfermedad consiste en una degeneración de la sustancia negra compacta, aunque se desconoce la causa de ello (se ha sugerido la actuación de factores genéticos o tóxicos). Los mecanismos que provocan las manifestaciones clínicas son: en primer lugar, la pérdida de proyecciones dopaminérgicas sobre el estriado, como consecuencia de la degeneración de la sustancia negra compacta; la falta de estas aferencias determina en el circuito del control motor un defecto de activación de la vía excitadora y una exaltación de la vía inhibitoria. Todo esto justifica la hipocinesia, que mejora al administrar L-dopa, molécula precursora de la dopamina. En segundo lugar, aparece una falta de influencia inhibitoria de la sustancia negra compacta sobre el tono muscular, ya que dicho núcleo degenera; y un predominio de la acción facilitadora ejercida por la región interna del núcleo pálido, ya que éste deja de ser inhibido por el estriado. Todo ello contribuye a la aparición de la rigidez. Al reducirse la llegada de dopamina procedente de la sustancia negra compacta, se produce una hiperactividad de la transmisión colinérgica en las neuronas del estriado y por ello podría intervenir en la génesis del temblor, ya que los fármacos anticolinérgicos mejoran este signo.²

Presenta diferentes síntomas, la mayoría de los cuales guardan relación con el sistema musculo-esquelético, por tanto, tratables por fisioterapia. Alguno de los síntomas son la hipocinesia (falta de expresividad motora) y la lentitud de movimientos o bradicinesia, que marcan algunas características de los pacientes, como la hipomimia² (semblante menos expresivo¹), lenguaje oral enlentecido (tono más débil) y disminución de los movimientos de deglución. El temblor en reposo,

que cesa al realizar un movimiento (en un 70% de los pacientes, afectando sobre todo a las extremidades superiores). La rigidez o aumento de tono muscular (más en músculos flexores), provocando una marcha con pasos cortos hacia delante², los trastornos posturales e inestabilidad postural³. En referencia a estos trastornos e inestabilidad postural, conviene saber que en periodos avanzados de la enfermedad, el PEP puede presentar bloqueos de la marcha caracterizados por pasos pequeños sin apenas desplazamiento y con una gran inestabilidad para girar. Los trastornos posturales y de la marcha aumentan en los lugares estrechos (pasillos, umbrales de las puertas y realizar tareas complejas) y mejoran en los amplios y poco concurridos¹. Estos bloqueos de la marcha pueden dar lugar fácilmente a caídas.

Para hacernos una idea global de lo que puede llegar a ser la situación personal de los pacientes con dicha enfermedad, es oportuno conocer otros síntomas asociados a la enfermedad, como por ejemplo, síntomas psíquicos (ansiedad, depresión), trastornos del sueño, síntomas sensitivos (dolor en alguna extremidad)¹.

El tratamiento principal de la enfermedad es farmacológico, consistente en aumentar los niveles del neurotransmisor dopamina con *Levodopa (su precursor)*, *Agonistas de la dopamina*, o reduciendo su degradación con *Inhibidores de la mono-amino-oxidasa (IMAO-B)*, *Inhibidores de la catecol-ortometil-transerasa (COMT)*, *Amantadina*^{1,3,4}.

Cuando el tratamiento farmacológico no mejora suficientemente algunos síntomas motores de la enfermedad (temblor, discinesias, alteraciones de la marcha o bradicinesia), está indicado el tratamiento quirúrgico¹. La cirugía del Parkinson se emplea con alguna de las dos siguientes técnicas de corte, talamotomía o palidotomía, o bien con técnicas de estimulación profunda del tálamo, del subtálamo o del globo pálido¹.

La parte del tratamiento en la que tiene más importancia la fisioterapia es como terapia de apoyo y complementaria. La rehabilitación física sirve para el mantenimiento o fortalecimiento del tono muscular y de las funciones motoras, a la vez que mejora la flexibilidad, por lo que es esencial la actividad física diaria. También hay ejercicios determinados que pueden ayudar a mantener la movilidad de los miembros y fortalecer los músculos que generalmente se ven más afectados, ayudando a que la persona esté menos incapacitada. Los ejercicios también mejoran

el equilibrio, minimizando los problemas de la marcha. El ejercicio también puede contribuir al bienestar emocional de PEP^{3,4}.

Para todo ello nos apoyamos en ciertos estudios que anteriormente se han realizado sobre el tema y que supone nuestra base, sustento y punto de partida de la hipótesis de que los estímulos auditivos y visuales se puede aumentar las mejoras de la fisioterapia en la velocidad, el ritmo de la marcha, y disminuyen el número de bloqueos durante la misma. Puede llegar, en futuro, a contribuir a la caracterización del perfil del PEP y al diseño de instrumentos que emitan este tipo de señales al PEP durante algunas actividades diarias.

Se ha demostrado que la estimulación rítmica auditiva y visual en PEP aumenta la velocidad de desplazamiento⁵, ritmo y longitud o amplitud de la zancada^{6,7}; disminuye el tiempo de giro⁸ y el número de bloqueos durante el desplazamiento⁹ al final de la dosis del medicamento^{5,10}. Otros estudios evidencian que, con la manipulación de los ritmos auditivos de estimulación, los PEP son incapaces de gestionar estas condiciones impuestas de velocidad extrema, lo que conduce al colapso mental y bloqueo de la marcha¹¹.

Por otra parte, se ha demostrado que PEP con episodios de bloqueos tienen menos ritmo, control, precisión y coordinación bilateral y mayor asimetría durante los desplazamientos que los pacientes sin bloqueos^{12,13,14}.

Además, se ha comprobado que en PEP, la combinación de señal auditiva, visual y el enfoque de atención¹⁵ es efectivo para aumentar la velocidad, longitud del paso¹⁶ y mantener una marcha más rítmica, funcional y segura mientras se desarrollan otras actividades cognitivas más complejas (en tareas simultáneas)^{17,18}. Es más, con la señalización auditiva, disminuye la necesidad del PEP de enfocar la atención en la marcha¹⁹.

De la misma manera, se ha probado que la estimulación auditiva también mejora los parámetros de velocidad, longitud del paso, ritmo y tiempo de giro en sujetos sanos¹⁰.

2. OBJETIVO

El objetivo de este estudio es observar el comportamiento que ocurre en la marcha de PEP, en ausencia o presencia de un estímulo auditivo armónico (con música) y visual (con color rojo). Para ello, se mide y describe la diferencia entre una marcha sin estímulos y una marcha con estímulos auditivos y visuales en PEP.

Además, para todas las evaluaciones se toma como referencia el valor medido en personas sanas (valor de referencia).

3. MATERIAL Y MÉTODO

Estrategia de búsqueda. Al llevar a cabo la revisión bibliográfica, pudimos comprobar en diferentes buscadores (PubMed, Medline, PEDro...), que al introducir los términos “auditory”, “visual”, “stimulation”, “parkinson”, se encuentran algunas investigaciones e información sobre la hipótesis de partida del trabajo. Esto nos indica que es un tema que suscita interés y que está siendo más estudiado desde hace pocos años.

Todos estos artículos y revisiones bibliográficas muestran que hay evidencias científicas que establecen conexión entre la estimulación auditiva, visual y sensorial en PEP y una mejora en la marcha, aunque, de momento no hay pruebas anatomohistológicas que lo demuestran.

Tipo de estudio. Se trata de un ensayo de investigación, que describe y evalúa tres casos clínicos de PEP; estudiados en el intervalo de tiempo de tres semanas.

Se lleva a cabo en la Residencia de Mayores de “La Llanada”, en el pueblo de Aldeadávila de la Ribera (Salamanca).

Población. El estudio se llevó a cabo en población de la tercera edad de la misma Residencia “La Llanada” u otros vecinos del mismo pueblo de Aldeadávila de la Ribera, entre los que se encontraron los PEP.

Los valores de normalidad tomados como valor de referencia fueron medidos entre las empleadas del centro.

Selección de sujetos. Se exigió como único criterio de inclusión que fueran pacientes con diagnóstico médico de Parkinson. De esta manera, se pidió la colaboración de una paciente que está interna dentro de la misma residencia, y otros dos pacientes externos a ella, a través de contacto telefónico. Se concretó que se valieran por sí mismos para desarrollar una marcha independiente y relativamente eficaz (necesaria para el estudio). Dado el bajo número de PEP, no se tuvieron en cuenta otros criterios de exclusión o inclusión como por ejemplo: la edad, la existencia de otras patologías, el tiempo desde que fue descubierta de la enfermedad, la medicación, u otras intervenciones que se hayan hecho anteriormente en el paciente.

Es esta fase, se escogieron tres PEP y tres sujetos sanos, sin la enfermedad (Valor de referencia).

Características de los PEP. Puesto que nuestro estudio pretende lo más fiel posible a la realidad, a continuación vamos a enumerar algunas características de cada uno de nuestros tres PEP. La finalidad de ello es reflejar el perfil de nuestros PEP, no intentar sacar conclusiones ni analizar las peculiaridades de cada uno. Se preguntó, entre otras cosas, por edad, sexo, patologías y otros tratamientos coexistentes, hace cuánto tiempo del diagnóstico de Parkinson y si son asistidos o independientes.

Sujeto 1: M.A.V.

- Mujer, de 84 años, que está viviendo en la residencia. Es independiente para realizar las actividades de la vida diaria.
- Fue diagnosticada de Parkinson hace 3 años aproximadamente.
- Recibe tratamiento farmacológico y va a revisiones anuales. No ha recibido otros tratamientos anteriormente.
- No tiene deterioro cognitivo.
- Otras enfermedades actuales: artrosis en ambas rodillas

Sujeto 2: F.V.G

- Hombre, de 74 años. Paciente externo a la residencia, pero que es dependiente para realizar ciertas actividades de la vida diaria.
- Fue diagnosticado de Parkinson hace 34 años.

- Actualmente, recibe tratamiento farmacológico y va a revisiones anuales. Otros tratamientos recibidos: Hace 10 años fue operado, y le pusieron unos electrodos con estimulación cerebral. Con la intervención quirúrgica tuvo una mejora considerable: abandonó la silla de ruedas en la que estaba y pudo dejar de tomar gran parte de las pastillas que necesitaba hasta entonces.
- No tiene deterioro cognitivo
- Otras enfermedades actuales: Cierta sordera por el oído derecho (por lo tanto, se debe tener cuidado a la hora de dar órdenes).

Sujeto 3:E.R.L.

- Hombre, de 86 años. Paciente externo a la residencia, pero que es dependiente para realizar gran parte de las actividades de la vida diaria.
- Fue diagnosticado de Parkinson hace 5 años.
- Actualmente, recibe tratamiento farmacológico y va a revisiones anuales.
- No tiene deterioro cognitivo, entiende bien aunque le cuesta expresarse con claridad
- No tiene otras enfermedades actuales de importancia.
- De los 3 PEP es el que más deterioro presenta en la marcha. Generalmente utiliza la silla de ruedas en su vida diaria ya que andar le supone gran esfuerzo y se cansa fácilmente.

Sujetos sanos, sin la enfermedad de Parkinson (Valores de referencia):

Sujeto 1: M.B.G: Mujer, 57 años

Sujeto 2: B.H.N: Mujer, 23 años

Sujeto 3: R.A.H: Mujer, 37 años

Intervención. Nuestro protocolo consistió en tomar medidas de la marcha de los PEP antes y después de la aplicación de estímulos auditivos y visuales, igual para los tres PEP del estudio.

Paralelamente, se tomaron medidas de los tres sujetos sanos en las mismas condiciones, para tener una referencia de lo que se considera la normalidad en este diseño experimental (Valores de referencia).

Entorno. El estudio se realizó en las instalaciones de la residencia “La Llanada”, en Aldeadávila de la Ribera (Salamanca), en el espacio comprendido entre la sala de rehabilitación y el pasillo que da acceso a la zona. Para los tres PEP y los tres sujetos sanos de referencia, tanto las instalaciones como las características del entorno y el recorrido fueron exactamente los mismos.

Protocolo utilizado. Cada tarea se realizó por triplicado y se calculó la media. Las tareas a realizar fueron las siguientes:

Marcha 1. Sin estímulos auditivos ni visuales. Se pidió al PEP que fuera caminando desde el inicio del recorrido, hasta llegar a una puerta, cubriendo la distancia de 6,50 metros. Al llegar a ese punto tenía que abrir, atravesar y volver a cerrar la puerta, lo cual suponía la realización de la primera tarea cognitiva compleja. Una vez pasaba la misma, el paciente iba a dar a un pasillo, dónde tenía que andar hasta alcanzar la pared de enfrente y tocarla con la mano a la altura de los ojos (la distancia desde la puerta hasta la pared era de 2,90 metros). Seguidamente, tenía que realizar un giro de 360° que le situara de nuevo para emprender el camino de vuelta. El tocar la pared y realizar el giro conllevó la realización de la segunda tarea cognitiva compleja a evaluar¹⁰. El retorno de la marcha se hacía por el mismo camino hasta el punto inicial. La única diferencia es que al volver, el paciente tenía que abrir la puerta pero no era necesario que la volviera a cerrar después de pasarla. Esta última era la tercera compleja, aunque de menor dificultad que las dos anteriores.

Por tanto, se evalúa la marcha por un pasillo estrecho, dos aperturas de puerta, un cierre de puerta, un toque manual, dos giros. El recorrido total (ida + vuelta) fue de 18,80 metros.

Esta primera marcha se efectuó sin ningún tipo de estimulación.

En este caso, la orden que se dió a todos los pacientes fue similar en todos los casos y siempre adaptada a un nivel cognitivo adecuado: *“camine en línea recta hasta llegar a la puerta. Al llegar aquí tiene que abrirla, pasar a través de ella y volverla a cerrar al salir de la estancia. Continúe caminando por el pasillo hasta llegar a la pared que vemos enfrente. Tiene que tocarla y girarse para realizar el camino de vuelta por el mismo lugar. Hay que volver a abrir la puerta, pero no es necesario que la cierre, como antes. Cuando llegue al punto de inicio, puede*

detenerse”. Después de esto, realicé personalmente un ejemplo práctico individual para cada uno de los pacientes, de tal forma que quedó claro lo que se demandaba.



FIGURAS 1 y 2. Imágenes del recorrido a realizar en la marcha 1 (sin estímulos)

Marcha 2. Con estímulos auditivos y visuales. El recorrido que tenía que realizar el participante PEP era exactamente el mismo que en la marcha 1; la misma zona, por tanto, la misma distancia y los mismos obstáculos.

En este caso, se pegó en el suelo cinta adhesiva ancha de color rojo-blanca, siguiendo dos líneas rectas en los dos lados, a modo de indicador que señalaba y marcaba al paciente la zona por la que debía caminar (primera señal visual). Además, en la pared del fondo, dónde debía tocar y realizar el giro, fue pegada una cartulina roja tamaño A4 a la altura de los ojos, como segunda señal visual¹⁰. A la vez que el paciente realizaba la marcha, se ponía de fondo la música de “La Zorzamora”¹⁰, que marca bien el ritmo, es armónica, agradable y fácil de seguir (señal auditiva).

Es decir, las tareas a realizar se hicieron bajo la estimulación visual (con la cinta adhesiva y la cartulina) y auditiva (con la música).

Las órdenes en este caso fueron similares a las anteriores, además de que el paciente ya conocía el circuito. Sólo se especificaba que tenía que prestar atención a las líneas marcadas en el suelo y tocar la cartulina al llegar a la pared. Además, se le

sugería que escuchara la música que sonaba de fondo.



FIGURAS 3 y 4. Imagen del recorrido a realizar en la marcha 2 (con estímulos)

Valores de referencia. En los participantes sanos, los ejercicios y las órdenes para la marcha 1 y 2 fueron iguales, pero se especificó que la marcha fuera a paso normal, “con la velocidad que se usa para dar un paseo”.

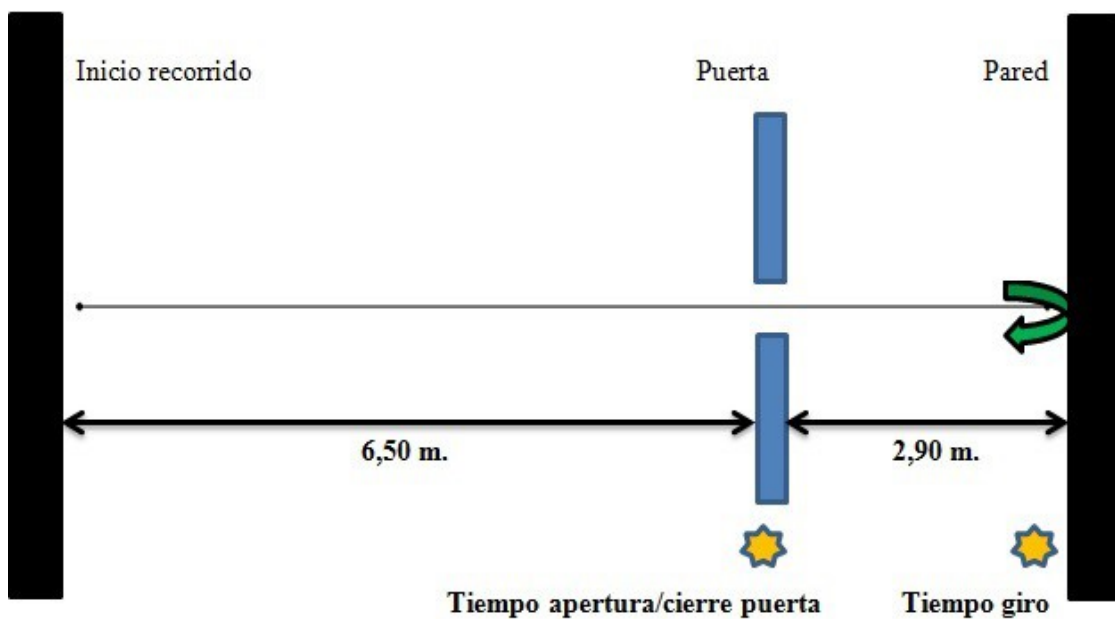


FIGURA 5. Esquema del circuito

Evaluaciones. Parámetros que se midieron:

a) **En los PEP:** variables del estudio, dependientes, de resultado o respuesta:

- Tiempo total en recorrer el circuito: tiempo desde que inicia hasta finaliza el circuito. Se mide en segundos (s).

- Tiempo de apertura y cierre de la puerta: Se mide en segundos (s).

- Tiempo de giro: después de tocar la pared. Se mide en segundos (s).

- Número de bloqueos: Episodio en el que el paciente se detiene o duda, antes de dar el siguiente paso¹⁰.

- Velocidad global del recorrido: distancia del recorrido / tiempo total que tarda en recorrerlo. Se mide en metros / segundo (m/s).

Las unidades son las utilizadas en el Sistema Internacional.

	Tiempo total (s)			Tiempo de apertura y cierre (s)			Tiempo de giro (s)			Número de bloqueos			Velocidad recorrido (m/s)		
	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃
M.A.V.															
Tmedio															
F.V.G.															
Tmedio															
E.R.L.															
Tmedio															
x total															

TABLA 1: Ejemplo de las tablas que recogen la información de las variables del estudio, dependientes, de resultado o respuesta en PEP: SIN ESTÍMULOS Y CON ESTÍMULOS

b) En el caso de los **sujetos sanos o valores de referencia** sólo se evaluó:

- Tiempo total en recorrer el circuito.

- Velocidad global del recorrido.

	Tiempo total (s)			Velocidad recorrido (m/s)		
	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃
M.B.G						
Tmedio						
B.H.N.						
Tmedio						
R.A.H.						
Tmedio						
x total						

TABLA 2: Ejemplo de las tablas que recogen la información de las variables del estudio, dependientes, de resultado o respuesta en sujetos sanos (valores de referencia) : SIN ESTÍMULOS Y CON ESTÍMULOS

Materiales e instrumentación. El material utilizado fueron 2 cronómetros “*Sport Timer*”, que podían medir hasta los centisegundos. A pesar de ello, la unidad de tiempo utilizada fue el segundo(s). Uno funcionaba desde el principio al final del recorrido. El otro servía para tomar las medidas de: tiempo de apertura/cierre de la puerta y tiempo de giro.

Para marcar las señales visuales se utilizó una cinta adhesiva de color blanca-roja y una cartulina roja de tamaño A-4. La señal auditiva fue puesta a través de un equipo de música disponible en las instalaciones.



FIGURA 6. FOTO DEL MATERIAL: Cronómetro, cinta adhesiva y cartulina.

Toma de medidas. El orden cronológico de realización de las marchas fue igual para todos los participantes: En primer lugar, los tres primeros días, la marcha sin estímulos. En segundo lugar, los tres últimos días, la marcha con estímulos. Se decidió así con el fin de impedir que la marcha sin estímulos se vea modificada o afectada por la marcha con estímulos.

La marcha 1 (sin estímulos) y 2 (con estímulos) fue medida en tres semanas, dos días consecutivos a la semana. En los PEP, se realizó el ejercicio máximo una vez por persona y día, para evitar la fatiga o cansancio que éste pueda suponer. La distribución tan concreta de las evaluaciones tiene que ver con los días laborables en

los que trabajo en la residencia (dos días por semana).

- 1ª semana: Día 1: 1º medida de la marcha sin estímulos (t_1).
 Día 2: 2º medida de la marcha sin estímulos (t_2).
- 2ª semana: Día 1: 3º medida de la marcha sin estímulos (t_3).
 Día 2: 1º medida de la marcha con estímulos (t_1).
- 3ª semana: Día 1: 2º medida de la marcha con estímulos (t_2).
 Día 2: 3º medida de la marcha con estímulos (t_3).

En el caso de los sujetos sanos o valores de referencia, se toman las tres medidas el mismo día de forma seguida.

- 1ª semana: 3 medidas de la marcha sin estímulos (t_1, t_2, t_3).
- 2ª semana: 3 medidas de la marcha con estímulos (t_1, t_2, t_3).

Operadores. En este caso, el diseño, control del circuito y la toma de medidas fue realizada por un único evaluador, de forma que no existen diferencias subjetivas debido a este motivo (No variación inter-observador).

Aspectos éticos. Dentro de los aspectos éticos para llevar a cabo el estudio descriptivo, se informó a cada sujeto acerca de la naturaleza del mismo, en qué consistía el ejercicio, así como protocolo y objetivos. El estudio era totalmente voluntario, sin ninguna compensación económica, y a cada sujeto o tutor se le solicitó el consentimiento informado para participar en el estudio. Para salvaguardar la confidencialidad de los datos, cada PEP fue identificado con un número e iniciales, al igual que la tabla de registro correspondiente.

4. RESULTADOS

A/ Marcha 1 y 2 en PEP:

	Tiempo total (s)			Tiempo de apertura y cierre (s)			Tiempo de giro (s)			Número de bloqueos			Velocidad recorrido (m/s)		
	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃
M.A.V.	58	55	64	14	12	12	4	5	5	0	0	0	0,16	0,17	0,15
Tmedio	59,00			12,67			4,67			0			0,16		
F.V.G.	105	111	94	15	16	20	8	10	5	5	9	7	0,09	0,09	0,10
Tmedio	103,33			17,00			7,67			7,00			0,09		
E.R.L.	223	202	154	39	26	30	9	11	9	12	10	8	0,04	0,05	0,06
Tmedio	193,00			31,67			9,67			10,00			0,05		
x total	118,44			20,44			7,33			5,67			0,10		

TABLA 3: Datos relativos al tiempo empleado por los PEP en cada variable de resultado o respuesta, en la marcha 1 (SIN ESTÍMULOS) en las tres mediciones en el tiempo (t₁, t₂, t₃).

	Tiempo total (s)			Tiempo de apertura y cierre (s)			Tiempo de giro (s)			Número de bloqueos			Velocidad recorrido (m/s)		
	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃
M.A.V.	51	48	43	9	8	7	5	6	6	0	0	0	0,18	0,20	0,22
Tmedio	47,33			8,00			5,67			0			0,20		
F.V.G.	72	62	83	10	12	9	9	5	4	3	4	7	0,13	0,15	0,11
Tmedio	72,33			10,33			6,00			4,67			0,13		
E.R.L.	103	127	116	15	15	17	8	7	7	8	7	7	0,09	0,07	0,08
Tmedio	115,33			15,67			7,33			7,67			0,08		
x total	78,33			11,33			6,33			4,11			0,14		

TABLA 4: Datos relativos al tiempo empleado por los PEP en cada variable de resultado o respuesta, en la marcha 2 (CON ESTÍMULOS) en las tres mediciones en el tiempo (t₁, t₂, t₃).

B/ Marcha 1 y 2 en sujetos sanos (valores de referencia):

	Tiempo total (s)			Velocidad recorrido (m/s)		
	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃
M.B.G	19	18	16	0,50	0,52	0,59
Tmedio	17,67			0,54		
B.H.N.	17	19	17	0,55	0,50	0,55
Tmedio	17,67			0,53		
R.A.H.	17	17	16	0,55	0,55	0,59
Tmedio	16,67			0,56		
x total	17,33			0,54		

TABLA 5: Datos relativos al tiempo empleado por los sujetos sanos (valores de referencia) en cada variable de resultado o respuesta, en la marcha 1 (SIN ESTÍMULOS) en las tres mediciones en el tiempo (t₁, t₂, t₃).

	Tiempo total (s)			Velocidad recorrido (m/s)		
	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃
M.B.G	16	16	17	0,59	0,59	0,55
Tmedio	16,33			0,58		
B.H.N.	19	19	20	0,50	0,50	0,47
Tmedio	19,33			0,49		
R.A.H.	17	18	18	0,55	0,52	0,52
Tmedio	17,67			0,53		
x total	17,78			0,53		

TABLA 6: Datos relativos al tiempo empleado por los sujetos sanos (valores de referencia) en cada variable de resultado o respuesta, en la marcha 2 (CON ESTÍMULOS) en las tres mediciones en el tiempo (t₁, t₂, t₃).

A / PEP

A continuación vamos a resaltar las observaciones más interesantes en los PEP de forma individual. En los tres casos vamos a analizar los cambios en el tiempo total de la marcha, ya que es más práctico y refleja las modificaciones generales del recorrido. Además, serán representados de forma gráfica el resto de parámetros medidos.

Se aprecia una variación en los tres sujetos. En general, la marcha con estímulos se realiza en menos tiempo que la marcha sin estímulos. Además, existe cierta coincidencia con la realización de tareas complejas (giro y apertura/cierre de puerta), dedicándoles menor tiempo en la marcha estimulada.

Sin embargo, parece ser que todas estas variaciones son individuales y diferentes para cada sujeto. Se podría decir que todos reaccionan igual ante los estímulos, pero de forma no equiparable. En común, todos los sujetos disminuyen el tiempo que tardan en realizar el recorrido total y las tareas complejas en la marcha con estímulos respecto a la marcha sin estímulos.

Pero según se aprecia en los datos, la reducción del tiempo en realizar la marcha estimulada no es igual para los tres PEP. Se muestran disparidades en la disminución del tiempo de la marcha (Tiempo marcha sin estímulos - Tiempo marcha con estímulos), de modo que puede variar entre 12 s, 31 s, o incluso llegar a 78 s. Estos resultados tan desiguales, debido al bajo número de PEP del estudio, hace difícil llevar a cabo una comparación de datos, para establecer una correlación concreta.

Sujeto 1, M.A.V.: En este caso, la disminución de tiempo medio en realizar el recorrido total (Tiempo medio marcha sin estímulos - Tiempo medio marcha con estímulos) es de 12 s.

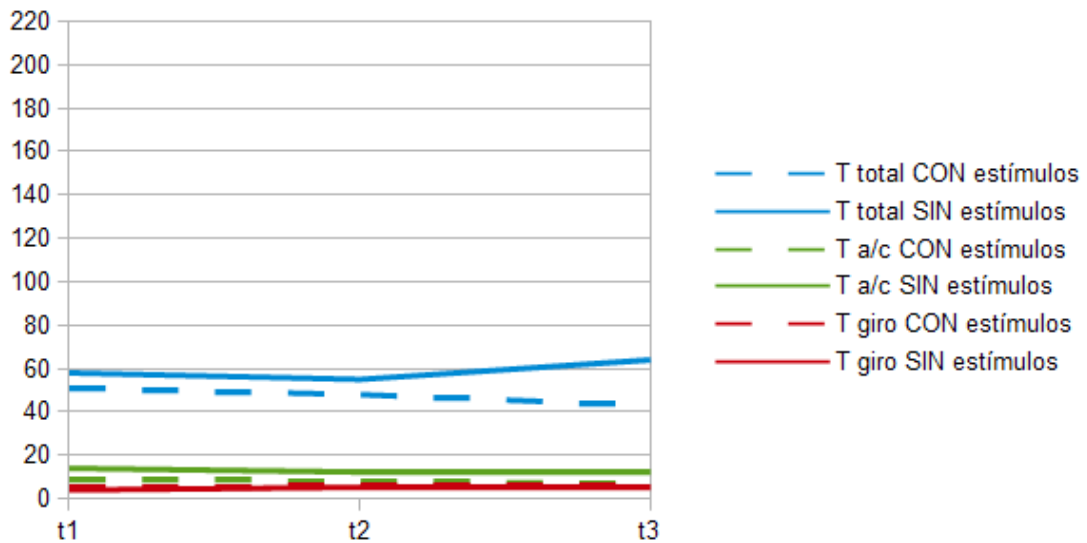


GRÁFICO 1: Muestra de forma gráfica las variaciones individuales en el sujeto 1 de los PEP, en las marchas con estímulos y marchas sin estímulos en las 3 mediciones en el tiempo (t_1 , t_2 , t_3). En el gráfico se aprecia que el tiempo (s) en realizar las tareas con estímulos auditivos y visuales siempre es inferior al tiempo (s) en realizar las mismas tareas sin estímulos auditivos y visuales.

Sujeto 2, F.V.G.: En este caso, la disminución de tiempo medio en realizar el recorrido total es de 31 s.

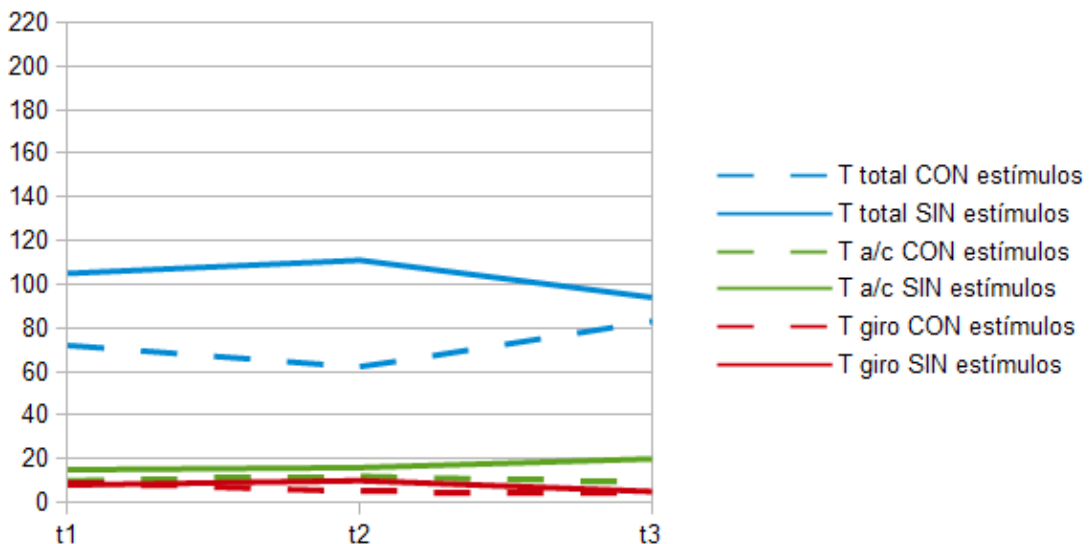


GRÁFICO 2: Muestra de forma gráfica y visual las variaciones individuales en el sujeto 2 de los PEP, en las marchas con estímulos y marchas sin estímulos en las 3 mediciones en el tiempo (t_1 , t_2 , t_3). En el gráfico se aprecia que el tiempo (s) en realizar las tareas con estímulos auditivos y visuales siempre es inferior al tiempo (s) en realizar las mismas tareas sin estímulos auditivos y visuales.

Sujeto 3, E.R.L.: En este caso, la disminución de tiempo medio en realizar el recorrido total es de 78 s.

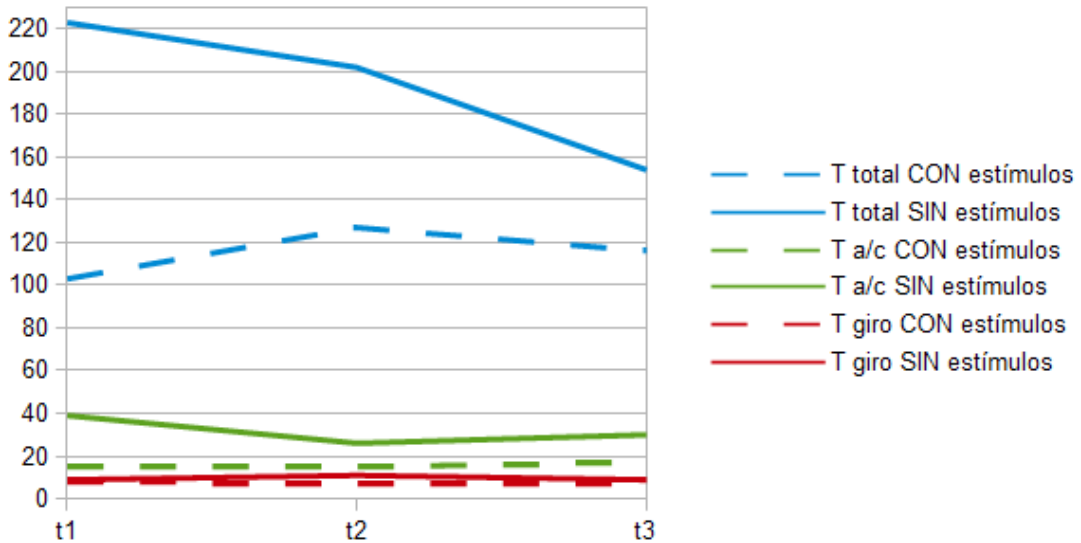


GRÁFICO 3: Muestra de forma gráfica y visual las variaciones individuales en el sujeto 3 de los PEP, en las marchas con estímulos y marchas sin estímulos en las 3 mediciones en el tiempo (t₁, t₂, t₃). En el gráfico se aprecia que el tiempo (s) en realizar las tareas con estímulos auditivos y visuales siempre es inferior al tiempo (s) en realizar las mismas tareas sin estímulos auditivos y visuales.

B/ Sujetos sanos. Valores de referencia

En cuanto a los participantes sanos o valores de referencia, no se observa ninguna diferencia entre realizar la marcha con estímulos o sin estímulos auditivos y visuales, ya que el tiempo de realizar el recorrido no varía de forma significativa y la velocidad es similar en ambos casos. Se puede ver que los datos reflejan un tiempo de recorrido semejante y equiparable en la marcha 1 y 2, en las que la máxima diferencia está entre 1- 3 s, lo que no es relevante a la hora de valorar el tiempo de recorrido.

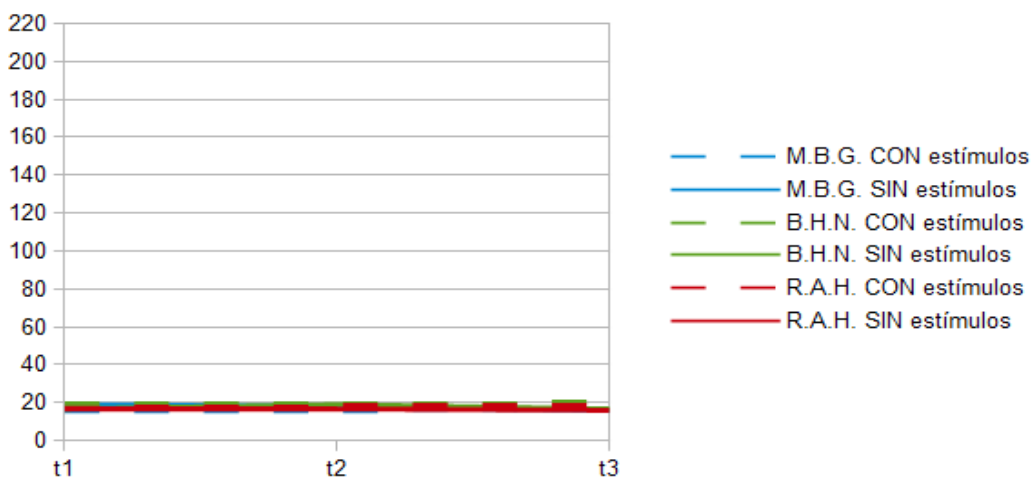


GRÁFICO 4: Gráfica que muestra de forma visual la similitud de respuesta de los 3 sujetos control respecto a una marcha CON y SIN estímulos.

5. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

Como podemos apreciar en el apartado de resultados, siempre es menor el tiempo de recorrido y de realización de tareas complejas en la marcha 2 (con estímulos) respecto a la marcha 1 (sin estímulos).

Como es esperable, se puede observar que hay muchas variaciones individuales en el tiempo total de recorrido de las marchas 1 y 2 en los PEP. Es decir, no existe una disminución uniforme en las variables de estudio medidas. Esto se puede atribuir a la posible variabilidad en el grado de afectación de la enfermedad en cada PEP y a la alteración fisiopatológica (según la degeneración de sustancia negra compacta y el nivel de disminución de neurotransmisores dopaminérgicos sobre el estriado), diferente para cada PEP.

Por tanto, se encuentra una relación entre la mejora del tiempo de marcha, tiempo de apertura /cierre de puerta y tiempo de giro, con la estimulación auditiva y visual que se lleva a cabo en la marcha 2. De tal modo que la estimulación auditiva y visual influye de forma positiva sobre la velocidad de la marcha y disminuye el tiempo de realización de tareas complejas; a través de posibles conexiones cerebrales a nivel central entre los centros de control motor afectados en el PEP y los centros de control puramente sensitivos (en este caso auditivos y visuales).

La novedad que incorpora el estudio que se desarrolla en este trabajo es, principalmente, que el estímulo auditivo rítmico en forma de pitidos que se utiliza en ocasiones anteriores^{5,7,10,16} ha sido sustituida por un estímulo auditivo armónico, la música acompañada y que gusta a los participantes. A raíz de los resultados, puede ser que tenga el mismo efecto positivo sobre la marcha.

En comparación con otros estudios anteriores, se encuentran ciertos puntos en común. La mejora de la velocidad de la marcha con la estimulación rítmica auditiva y visual, al igual que se puede ver en otros trabajos^{5,7,10,16}.

De la misma manera, existen ciertas coincidencias de la influencia positiva de la estimulación sobre la realización de tareas complejas (en nuestro caso tomamos como ejemplo la apertura/cierre de la puerta y el giro)^{8,17,18,19}

Sin embargo, no se ha contrastado ni estudiado nada acerca de la longitud y ritmo de la zancada^{6,7}

Otros estudios proponen y demuestran la disminución del número de bloqueos en la marcha de PEP con la estimulación rítmica auditiva y visual^{12,13,14}. En ese estudio se ha podido ver que, probablemente, guarde relación. No obstante, no está muy asociado, ni se ha establecido una fuerte conexión.

También vemos disparidades con otros estudios que muestran que la presencia de la estimulación mejora la variables de la misma manera en todos los grupos, incluido el grupo control¹⁰. En este estudio, ni la velocidad ni el tiempo de la marcha se ve modificada en los sujetos control.

En la práctica clínica, estos estudios pueden contribuir a mejorar la calidad de vida de los PEP¹⁰. Por ejemplo, se podrían diseñar aparatos adecuados para estimular la marcha durante algunas actividades de la vida diaria de los PEP (como paseos, traslados u otros), de tal forma que se disminuya el número de caídas y se desarrolle un desplazamiento más seguro.

Limitaciones

Estos resultados positivos, avalados por otras investigaciones, plantean cuestiones abiertas y limitaciones que hay que tener en cuenta en futuras investigaciones sobre la efectividad de la estimulación rítmica auditiva y visual en los PEP.

A partir de la experiencia práctica, se sugiere que para un estudio a mayor escala se separe a los PEP según edad, sexo, años de evolución de la enfermedad y grado de lesión, deterioro físico y cognitivo, con un tipo de marcha similar. De tal forma que se formen grupos más homogéneos, donde se eviten las variaciones individuales dentro del mismo conjunto. En este caso, debido al número limitado de PEP, ha sido imposible hacer este tipo de consideraciones.

Pese a que se ha intentado tomar las medidas en horas similares del día, siempre ha habido pequeños desfases horarios, que es preferible evitar para que el efecto de la medicación siempre sea lo más similar posible en todas las circunstancias.

Se anima a investigar sobre cómo y por qué afecta el paso por zonas estrechas (veáse puertas) a la marcha en cuánto a velocidad, ritmo, longitud de zancada, número de bloqueos y otras características, puesto que se ha podido apreciar que influye de alguna manera.

Hay que destacar que las inevitables variaciones individuales de PEP pueden contribuir y explicar el por qué de la disparidad entre algunas medidas. Por ejemplo, el sexo, la edad, el grado de lesión que no se sabe exactamente cual es encada enfermo, tratamiento, deterioro sensorial (pérdida de audición en un caso de PEP). Uno de los PEP está poco acostumbrado a realizar una marcha independiente y necesita asistencia externa para caminar de forma habitual (ayudándose de una persona o en silla de ruedas). También, en algunos casos de PEP afectó la hora a la que se tomaron la medicación y si estaban o no aún bajo el efecto de la misma. Además, en un caso concreto de PEP durante la marcha sufrió alguna distracción (intentar seguir una conversación o prestar atención a algo ajeno a la tarea). Asimismo, un PEP antes del ejercicio estuvo realizando otra actividad física dentro de su rutina diaria y por ello estuvo algo más cansado.

Conclusiones

Se obtiene un resultado claro, incluso con una muestra tan pequeña (tres PEP). Por ello, se puede concluir diciendo que la marcha de los PEP mejora con la presencia de estímulos auditivos (música en nuestro caso) y visuales durante el desarrollo de la misma.

En concreto, se puede apreciar una mejora de la velocidad de marcha, la velocidad de realización de tareas complejas y la disminución del número de bloqueos cuando la marcha está estimulada, respecto a la ausencia de señales auditivas y visuales.

Sin embargo, se tiene que seguir investigando sobre este tema ya que las implicaciones que puede tener son de gran importancia para este tipo de enfermos, y con una importante repercusión social. Se puede llegar a diseñar aparatos que ayuden al fisioterapeuta y al paciente en algunas de sus actividades normales.

BIBLIOGRAFÍA

1. fedesparkinson.org, Federación Española de Parkinson [sede Web]. Madrid: fedesparkinson.org; 2011[acceso 3 de abril de 2014]. Disponible en: http://www.fedesparkinson.org/index.php?r=site/page&id=19&title=Qu%C3%A9_es_la_enfermedad_de_Parkinson&idm=36
2. Laso Javier F. Patología general: Introducción a la medicina clínica. 1ª ed. Barcelona: Masson; 2004.
3. nih.gov, Instituto Nacional de Trastornos Neurológicos y Accidentes Cardiovasculares. Enfermedad de Parkinson: Esperanza en la investigación [sede Web]. Bethesda, Maryland: nih.gov; 2005[actualizada el 21 de mayo de 2010; acceso 3 de abril de 2014]. Disponible en: http://espanol.ninds.nih.gov/trastornos/parkinson_disease_spanish.htm
4. dmedicina.com, Tu Web de salud DMedicina [sede Web]. Madrid: dmedicina.com; 2009 [acceso 3 de abril de 2014]. Disponible en: <http://www.dmedicina.com/enfermedades/neurologicas/parkinson#tratamientos>
5. Lim I,Wegen E,de Goede C, Deutekom M, Nieuwboer A,Willems A et al. Effects of external rhythmical cueing on gait in patients with Parkinson's disease: a systematic review. Clin Rehabil.2005; 19(Oct 7):695-713.
6. Suteerawattananon M,Morris GS,Etnyre BR,Jankovic J,Protas EJ. Effects of visual and auditory cues on gait in individuals with Parkinson's disease. J Neurol Sci.2004; 219(Apr 1-2):63-9.
7. Wegen E,de Goede C,Lim I,Rietberg M,Nieuwboer A,Willems A et al. The effect of rhythmic somatosensory cueing on gait in patients with Parkinson's disease.J Neurol Sci.2006; 248(2):210-4.
8. Nieuwboer A,Baker K,Willems AM,Jones D,Spildooren J,Lim I. The short-term effects of different cueing modalities on turn speed in people with Parkinson's disease. Neurorehabil Neural Repair. 2009; 23(Oct 8): 831-6.
9. Yasuyuki O, Noubo Y. The clinical spectrum of freezing of gait in Parkinson's disease. Movement Disorders.2008; 124(2):426-30.
10. Arias P, Cudeiro J. Effect of rhythmic auditory stimulation on gait in parkinsonian patients with and without freezing of gait. PLoS ONE.2012; 5(3): 1-8.
11. Moreau C, Defebvre L, Bleuse S, Blatt JL, Duhamel B, Bloem R.et al. Externally

provoked freezing of gait in open runways in advanced Parkinson's disease results from motor and mental collapse. *J Neural Transm.*2008; 115:1431-1436.

12. Plotnik M, Hausdorff JM. The role of gait rhythmicity and bilateral coordination of stepping in the pathophysiology of freezing of gait in parkinson's disease. *Movement Disorders.* 2008; 23(2): 444-450.
- 13: Plotnik M, Giladi N, Hausdorff JM. Bilateral coordination of walking and freezing of gait in Parkinson's disease. *European Journal of Neuroscience.* 2008; 27: 1999-2006.
14. Plotnik M, Giladi N, Balash Y, Peretz C, Hausdorff JM. Is freezing of gait in Parkinson's disease related to asymmetric motor function?. *Ann Neurol.*2005;57:656-663.
15. Lohnes CA, Earhart GM. The impact of attentional, auditory, and combined cues on walking during single and cognitive dual tasks in Parkinson disease. *Gait Posture.*2011;33(Mar 3):478-83.
16. Baker K, Rochester L, Nieuwboer A. The immediate effect of attentional, auditory, and a combined cue strategy on gait during single and dual tasks in Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007; 88(Dec 12):1593-600.
17. Rochester L, Hetherington V, Jones D, Nieuwboer A, Kwakkel G et al. The effect of external rhythmic cues (auditory and visual) on walking during a functional task in homes of people with Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil.*2005; 86(May 5):999-1006.
18. Rochester L, Nieuwboer A, Baker K, Hetherington V, Willems AM, Chavret F et al. The attentional cost of external rhythmical cues and their impact on gait in Parkinson's disease: effect of cue modality and task complexity. *J Neural Transm.*2007; 114(10):1243-8.
19. Baker K, Rochester L, Nieuwboer A. The effect of cues on gait variability-reducing the attentional cost of walking in people with Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord.* 2008; 14(4):314-20.