

LA REHABILITACION VESTIBULAR, ¿UNA NUEVA PERSPECTIVA DE INTERVENCION PARA LA MEJORA DEL EQUILIBRIO EN LA MARCHA EN PACIENTES CON PARKINSON?

-TRABAJO DE FIN DE MASTER-
MASTER EN NEUROREHABILITACIÓN
INSTITUTO GUTTMANN- CURSO 2021-21

AUTORA: CATALINA FINO

TUTOR: JESUS BENITO PENALVA

INDICE

| | |
|--|----|
| INTRODUCCION..... | 3 |
| 1. CONTROL NORMAL DEL MOVIMIENTO | 3 |
| 1.1 SISTEMA AFERENTE | 4 |
| 1.1.a Receptores periféricos | 4 |
| 1.1.b Vías ascendentes | 5 |
| 1.1.c Tálamo | 5 |
| 1.1.d Corteza somatosensorial | 5 |
| 1.1.e Corteza de Asociación | 6 |
| 1.1.f Sistema Visual | 6 |
| 1.1.g Sistema Vestibular | 6 |
| 1.2 Sistema Eferente: codificación de la información y respuesta | 6 |
| 1.2.a Corteza Motora | 6 |
| 1.2.b El Cerebelo | 7 |
| 2. Control Motor de la Marcha | 8 |
| 3. Trastornos de la Marcha: El Parkinson | 9 |
| 3.1 La Marcha en Parkinson | 10 |
| 3.2 Control Postural- Marcha por los ganglios Basales | 11 |
| 3.3 Tratamiento Fisioterapéutico en Parkinson | 12 |
| 3.3.a Rehabilitación de la marcha | 13 |
| 3.3.b Una nueva visión en la rehabilitación: La rehabilitación Vestibular..... | 14 |
| 3.3.c Rehabilitación Fisioterapéutica Vestibular | 16 |
| PROYECTO DE INVESTIGACION: PROPUESTA DE INTERVENCION | 18 |
| 1.Objetivos | 18 |
| 2.Hipótesis | 18 |
| 3.Metodología | 18 |
| 4.Intervención | 19 |
| 5.Resultados Esperados | 23 |
| 6.Discusión | 24 |
| BIBLIOGRAFIA | 26 |
| ANEXOS | 28 |

INTRODUCCIÓN

1. El control Normal del Movimiento

El control del movimiento se alcanza a través la cooperación de diversas estructuras cerebrales, las cuales se organizan tanto jerárquicamente (de forma descendente dentro del SNC) como en paralelo (la señal puede ser procesada simultáneamente en distintas estructuras cerebrales). A continuación, analizaremos las estructuras del SN y una breve descripción de su función en el control motor, para poder comprender mejor el control de la marcha humana, el análisis se realizará desde la estructura más inferior (medula espinal), hasta la más superior (corteza).

La medula espinal (ME) se encuentra en el nivel más bajo de la jerarquía percepción- acción junto con los receptores sensoriales y los músculos que inerva. La ME interviene en la recepción y procesamiento inicial de la información somatosensorial (proveniente de los músculos, articulaciones y piel) que contribuye al control de la postura y del movimiento. En cuanto a sus procesos, podemos esperar ver una relación bastante simple entre el impulso sensorial y la reacción motora. En este nivel, observamos la organización de los reflejos, las respuestas más generalizadas a los estímulos sensoriales, y los patrones básicos de flexión y extensión de los músculos implicados en los movimientos de las piernas, como el dar patadas y la locomoción.

La médula espinal se extiende en forma rostral para unirse al siguiente nivel neural, el tronco encefálico, el cual contiene importantes núcleos implicados en la locomoción y control postural, incluyendo los núcleos vestibulares, el núcleo rojo y los núcleos reticulares. Recibe la información somatosensorial de la piel y músculos de la cabeza, así como el impulso sensorial de los sistemas vestibular y visual. La formación reticular, la cual regula nuestro nivel de alerta y conciencia, también se encuentra dentro del tronco encefálico.

Por detrás del tronco encefálico se localiza el cerebelo, y está conectado a él mediante tractos llamados “pedúnculos”. El cerebelo recibe los estímulos de la médula espinal (que le entrega el feedback sobre los movimientos) y de la corteza motora (que entrega la información de la planificación de los movimientos) y genera respuestas para el tronco encefálico. El cerebelo cumple importantes funciones en el control motor. Una de ellas es ajustar nuestras reacciones motoras a través de la comparación de las acciones deseadas con las señales sensoriales, para luego actualizar los comandos de movimiento en caso de que se desvíen de la trayectoria solicitada. También modifica la fuerza y rango de nuestros movimientos y está involucrado en el aprendizaje motor.

A medida que avanzamos en forma rostral por el cerebro, encontramos a continuación el diencefalo, el cual contiene el tálamo. El tálamo procesa la mayor parte de la información que llega a la corteza desde las diversas vías paralelas de estímulos (médula espinal, cerebelo y tronco encefálico).

Al ascender, encontramos los hemisferios cerebrales, que incluyen la corteza cerebral y los ganglios basales. Ubicados en la base de la corteza cerebral, los ganglios basales, reciben estímulos de la mayoría de las áreas de la corteza cerebral, hacia donde envían sus respuestas, a través del tálamo, dentro de sus funciones se encuentran aspectos cognitivos de nivel superior relacionados con el control motor, como la planificación de estrategias motoras. La corteza cerebral es considerada como el nivel más alto de la jerarquía del control motor, las áreas parietal y premotoras, junto a otras partes del sistema nervioso, están encargadas de identificar objetivos en el espacio, escoger un plan de acción y programar movimientos; las áreas premotoras envían las respuestas principalmente a la corteza motora, la cual remite los

comandos al tronco encefálico y a la médula espinal mediante el tracto corticoespinal y el sistema cortico bulbar (1)

1.1 Sistema Aferente

Se hará una descripción del sistema somatosensorial, desde los niveles inferiores del SNC hasta los superiores, desde la recepción de las señales en la periferia hasta la integración e interpretación de aquellas señales relacionadas con otros sistemas sensoriales.

1.1.a Receptores periféricos

- Huso Muscular

Se ubican en el vientre muscular de los músculos esqueléticos.

La información proveniente del huso muscular se utiliza durante el control motor, estos datos son empleados en diversos niveles de la jerarquía del SNC. En el inferior, están involucrados en la activación refleja de los músculos. No obstante, a medida que la información asciende por la jerarquía, se emplea en formas cada vez más complejas y abstractas.

- El Circuito del reflejo de estiramiento: Cuando se estira un músculo, se estira su huso muscular, estimulando los aferentes Ia. Estos poseen conexiones excitatorias monosinápticas con las neuronas motoras α , las cuales activan sus propios músculos y sinergias musculares. También estimulan las interneuronas inhibitorias Ia, que posteriormente inhiben las neuronas motoras α de los músculos antagonistas. Por ejemplo, si se estiran los gemelos, se estimulan los aferentes Ia del huso muscular del músculo y, a su vez, se excitan las neuronas motoras α de los gemelos, que producen la contracción. El aferente Ia también estimula la interneurona inhibitoria Ia, la cual inhibe las neuronas motoras del antagonista, el tibial en este caso.

- Órgano Tendinoso de Golgi

Tienen forma de huso y se ubican en la unión tendón-músculo. El OTG es sensible a los cambios de tensión producidos por el estiramiento o la contracción de un músculo. La información aferente del OTG es llevada al sistema nervioso mediante las fibras aferentes Ib.

A diferencia de los husos musculares, no poseen conexiones eferentes, por lo cual no están sujetos a los cambios del SNC. El reflejo del OTG es un reflejo disináptico inhibitorio, que inhibe su propio músculo y estimula el antagonista.

El reflejo OTG parece poseer propiedades distintas bajo las diferentes condiciones de una actividad: cuando la persona se encuentra en la etapa de bipedestación de la marcha actúan estimulando los extensores e inhibiendo los flexores; esto es exactamente lo opuesto a lo que se esperaría de un reflejo al producirse cuando persona se encuentra en estado pasivo.

- Receptores Articulares

Existen distintos tipos de receptores dentro de la misma articulación, como las terminaciones de Ruffini, de Pacini, los receptores de ligamentos y las terminaciones nerviosas libres.

La información aferente de los receptores articulares asciende a la corteza cerebral y contribuye a la percepción de nuestra posición en el espacio. El SNC determina la posición articular registrando cuáles receptores se activan al mismo tiempo, lo que permite la determinación de la posición articular exacta.

- Receptores cutáneos

Dentro de los receptores cutáneos tenemos los mecanorreceptores, los termorreceptores y los nociceptores.

Dentro de los mecanorreceptores se encuentran los corpúsculos de Pacini, los discos de Merkel, los corpúsculos de Meisner, las terminaciones de Ruffini y las terminaciones lanceoladas alrededor de los folículos pilosos.

La información del sistema cutáneo también es utilizada de diferentes formas en el procesamiento jerárquico. En los niveles inferiores, la información cutánea origina los movimientos reflejos (como el reflejo de retirada). También, esta información asciende y proporciona información relacionada con la posición del cuerpo la que es esencial para la orientación dentro del entorno inmediato.

1.1.b Vías ascendentes

La información proveniente del tronco y extremidades también es enviada a la corteza sensorial y al cerebelo. Dos sistemas ascienden a la corteza cerebral: el sistema lemniscal medial de la columna dorsal (LM-CD) y el sistema antero lateral.

- La columna dorsal: Envían información sobre la sensibilidad de los músculos, tendones y articulaciones a la corteza somatosensorial y a otros centros cerebrales superiores. Las vías hacen sinapsis en múltiples niveles del sistema nervioso, incluyendo el bulbo, donde las neuronas de segundo orden se transforman en la vía lemniscal medial y atraviesan el tálamo, haciendo sinapsis con neuronas de tercer orden, las cuales avanzan a la corteza somatosensorial.

- Sistema anterolateral: Consiste en los tractos espinotalámico, espino-reticular y espino-mesencefálico. Estas fibras se entrecruzan al entrar a la médula espinal y luego ascienden a los centros del tronco encefálico. Este sistema tiene una doble función. Primero, transmite la información de tacto y presión en bruto, contribuyendo así de una pequeña forma a la propiocepción del tacto y extremidades. También tiene una importante función en transmitir los datos relacionados con los factores térmicos y la nocicepción a los centros cerebrales superiores.

1.1.c Tálamo

La información proveniente de ambos tractos somato sensoriales ascendentes, al igual la de prácticamente todos los sistemas sensoriales, atraviesa el tálamo. Éste es uno de los centros de procesamiento principales del cerebro.

1.1.d Corteza Somatosensorial

Es una de las principales áreas de procesamiento para todas las modalidades somatosensoriales y marca el principio de la conciencia de la sensación somática. Se divide en dos áreas principales: la corteza somatosensorial primaria (SI) (también llamada áreas de Brodmann 1, 2, 3a y 3b); y corteza somatosensorial secundaria (SII). En la SI, la información cinestésica y del tacto proveniente de la sección contralateral del cuerpo se organiza de una forma somatotópica y abarca cuatro áreas citoarquitectónicas, las áreas de Brodmann 1, 2, 3a y 3b. Es en esta área donde comenzamos a ver el procesamiento de modalidad cruzada. Eso significa que ahora la información de los receptores articulares, husos musculares y la cutánea se integra para

entregarnos la información sobre el movimiento de una determinada área del cuerpo. Esta información se coloca sobre un mapa de todo el cuerpo.

Este es el comienzo del procesamiento espacial, esencial para la coordinación motora en el espacio. Los movimientos coordinados requieren información de la ubicación del cuerpo en relación al entorno y de la posición de una sección del cuerpo en relación a las otra.

1.1.e Cortezas de asociación

En las diversas cortezas de asociación comenzamos a ver la transición de la percepción a la acción. También vemos la interacción entre el procesamiento cognitivo y el perceptivo. Las cortezas de asociación, ubicadas en los lóbulos parietal, temporal y occipital, incluyen centros para el procesamiento sensorial y el cognitivo abstracto de nivel superior. Se piensa que unen la información de los distintos sentidos. (1)

1.1.f Sistema visual

La visión sirve al control motor en diversas formas. Nos permite identificar objetos en el espacio y determinar su movimiento. Cuando la visión tiene esta función, es considerada un sentido exteroceptivo; pero la visión también nos entrega información sobre dónde está nuestro cuerpo en el espacio, sobre la relación de una parte del cuerpo con otra y del movimiento del cuerpo, cuando ejerce esta función, es llamada propiocepción visual, lo que significa que no sólo nos entrega información sobre el entorno, sino que también sobre nuestro propio cuerpo.

1.1.g Sistema vestibular

El sistema vestibular es sensible a dos tipos de información: la posición de la cabeza en el espacio y a cambios repentinos en la dirección de los movimientos de la cabeza. Aunque no nos percatamos conscientemente de la sensación vestibular, a diferencia de los otros sentidos, los impulsos vestibulares son importantes para la coordinación de muchas respuestas motoras y nos ayudan a estabilizar los ojos y a mantener el equilibrio postural durante la bipedestación y la marcha.

El aparato vestibular posee funciones estáticas y dinámicas. Las funciones dinámicas son controladas principalmente por los conductos semicirculares, gracias a los cuales podemos sentir la rotación de la cabeza y las aceleraciones angulares, además permiten el control de los ojos mediante los reflejos vestíbulo-oculares. Las funciones estáticas son controladas por el utrículo y el sáculo, que nos permiten registrar la posición absoluta de la cabeza en el espacio y son importantes para la postura. (El utrículo y sáculo también detectan la aceleración lineal, una función dinámica)

1.2 Sistemas Eferentes: codificación de la información para generar una respuesta

Los sistemas de acción incluyen áreas del sistema nervioso como la corteza motora, el cerebelo y los ganglios basales, los cuales realizan procesamientos esenciales para la coordinación del movimiento.

1.2.a La Corteza Motora

La corteza motora se ubica en el lóbulo frontal y consiste en diferentes áreas de procesamiento, entre las que se encuentran la corteza motora primaria (MI), el área motora suplementaria (MS), y la corteza premotora. Estas regiones interactúan con las áreas de procesamiento sensorial del

lóbulo parietal y también con los ganglios basales y las áreas cerebelosas para identificar dónde queremos movernos, planificar el movimiento y para finalmente ejecutar las acciones.

La corteza motora primaria controla la fuerza absoluta, como la velocidad del movimiento, la función de la corteza motora suplementaria es planificación o programación motora y coordinación bimanual, mientras que la corteza motora tiene un papel muy importante en el aprendizaje motor.

El tracto corticoespinal

incluye neuronas de la corteza motora primaria (cerca del 50%), de la corteza motora suplementaria, áreas premotoras e incluso de la corteza somatosensorial. Las fibras descienden ipsolateralmente de la corteza a través de la cápsula interna, del cerebro medio y del bulbo. En este último, las fibras se concentran para formar “pirámides”, y cerca de la unión del bulbo y la médula espinal, la mayoría (90%) se cruza para formar el tracto corticoespinal lateral. El 10% restante continúa sin cruzarse para formar el tracto corticoespinal anterior. La mayoría de las neuronas corticoespinales anteriores se cruzan justo antes de llegar al asta anterior de la médula espinal. La mayoría de los axones entran en el asta anterior e concluyen en las áreas intermedia y anterior de interneuronas y neuronas motoras.

1.2.b El cerebelo

El cerebelo es considerado una de las tres áreas fundamentales del cerebro que contribuyen a la coordinación del movimiento.

A través de él y de las conexiones de sus impulsos y respuestas, actúa como un comparador, un sistema que compensa los errores comparando la intención con el desempeño. Sus impulsos incluyen información de otros módulos del cerebro relacionados con la programación y ejecución de movimientos. El cerebelo también recibe información del feedback sensorial de los receptores sobre los movimientos a medida que son realizados. Después de procesar esta información, las reacciones van del cerebelo a la corteza motora u otros sistemas dentro del tronco encefálico para perfeccionar el movimiento.

Consiste en una capa externa de materia gris (la corteza), la materia blanca interna (las fibras de estímulos y respuestas) y de tres pares de núcleos profundos: el núcleo del fastigio, el núcleo interpuesto y el núcleo dentado. Todos los impulsos hacia cerebelo ingresan primero a uno de estos tres núcleos profundos y luego proceden a la corteza. Todas las respuestas vuelven a los núcleos profundos, antes de ingresar a la corteza cerebelosa o al tronco encefálico. Filogenéticamente, el cerebelo puede dividirse en tres zonas:

- **Lóbulo floculonodular:** El lóbulo floculonodular recibe los impulsos del sistema visual y del vestibular y sus respuestas regresan al núcleo vestibular. Actúa en el control de los músculos axiales utilizados en el control del equilibrio
- **La vermis y la parte intermedia de los hemisferios laterales:** Parecen actuar en el control de la ejecución real del movimiento: corrigen las desviaciones de una acción intencionada mediante la comparación del feedback de la médula espinal con el comando motor deseado. También alteran el tono muscular.
- **Hemisferios Laterales:** La última parte del cerebelo, y la más joven filogenéticamente, es la zona lateral de los hemisferios. Recibe los estímulos del núcleo pontino del tronco encefálico, que transmiten información proveniente de diversas áreas de la corteza cerebral

(sensorial, motora, premotora y parietal posterior). Sus respuestas se dirigen al tálamo, a la corteza motora y a la premotora. Participan en la programación de la corteza motora para la ejecución del movimiento. (1)

2. EL CONTROL MOTOR DE LA MARCHA

Se considera a los Centros generadores de patrones, una red neuronal ubicada en el interior de la medula, como una parte esencial para la producción de los movimientos rítmicos y estereotipados básicos que subyacen a la locomoción. Su principal función es generar un patrón de actividad que controla un comportamiento motor rítmico que se repite en el tiempo en acciones como andar. El patrón básico producido por un CPG suele estar modificado por la información sensitiva procedente de receptores periféricos y por las señales procedentes de otras regiones del sistema nervioso central para adaptar la marcha a las condiciones de la actividad y el entorno.

Aunque el patrón motor básico para la marcha refleja se genera en la médula espinal, el control fino de los movimientos implica numerosas regiones cerebrales como la corteza motora, el cerebelo y diferentes zonas del tronco encefálico.

Como hemos visto anteriormente, el cerebelo recibe información de los movimientos reales de la marcha y del estado de la red medular de generación de ritmo a través de dos vías ascendentes, estas vías son los haces cerebelosos dorsal y ventral. Las neuronas del haz dorsal son intensamente activadas por numerosos propioceptores de los miembros posteriores y, por lo tanto aportan información detallada al cerebelo en relación con el estado biomecánico de los miembros inferiores. Por el contrario, las neuronas del haz ventral son activadas principalmente por interneuronas del generador de patrón central, aportando de esta manera al cerebelo información relativa al estado de la red locomotriz espinal. Se considera que el cerebelo compara los movimientos reales de las piernas (señales propioceptivas en el haz espinocerebeloso dorsal) con los movimientos de intención (información sobre el generador de patrón central transportada por el haz espinocerebeloso ventral) y calcula las señales correctoras que son entonces enviadas a diferentes núcleos del tronco encefálico. Por tanto, el cerebelo puede ajustar el patrón locomotor cuando los movimientos de la marcha reflejan un apartamiento inesperado de los movimientos de intención. Los núcleos del tronco encefálico influenciados por el cerebelo durante la marcha son el núcleo vestibular, el núcleo rojo y los núcleos de la formación reticular bulbar; luego estas enviarían la información hacia la medula espinal a través de las vías vestibuloespinal, rubroespinal y retículoespinal, las que actúan directamente sobre las neuronas motoras, para perfeccionar los movimientos según las necesidades de la actividad. (1)

También el sistema somatosensorial va a cumplir un rol importante, aportando información para que la marcha pueda realizarse de forma óptima:

- El sistema vestibular mediante el sistema de los otolitos, el sáculo y el utrículo detectan el ángulo de la cabeza en relación con la gravedad. Además, el reflejo vestibulo ocular permite estabilizar la mirada ante los movimientos de la cabeza.
- La visión nos da información sobre la velocidad de la locomoción e influyen sobre la alineación del cuerpo respecto a la gravedad y el entorno donde se encuentra caminando.
- Los propioceptores y exteroceptores van a estar aportando información sobre la posición del cuerpo en el espacio y también actúan en la detección de los obstáculos externos ajustando los movimientos de marcha refleja para evitarlos (2)

3. TRASTORNOS DE LA MARCHA: EL PARKINSON

El Parkinson es una enfermedad neurodegenerativa extrapiramidal causada por alteración funcional de los ganglios basales. Su sintomatología se debe a la denervación del cuerpo estriado provocada por la degeneración de las neuronas dopaminérgicas de la sustancia negra. El déficit dopaminérgico nigroestriado secundario genera un aumento de las descargas inhibitorias del globo pálido sobre el tálamo, lo cual altera el estado funcional de la corteza motora primaria y el área motora suplementaria (3)

La edad es el factor de riesgo más consistentemente asociado con la EP. Existe un pico de prevalencia entre los 85 y los 89 años (1,7 % en hombres y 1,2 % en mujeres) y una disminución a partir de esta edad. Es más frecuente en hombres, con una relación hombre: mujer de 1,4. (4) En España el 70% de los diagnósticos se realiza en mayores de 65 años y hay unos 10.000 casos nuevos cada año (5)

La disfunción de los ganglios de la base provoca la mayor parte de los trastornos motores presentes en los pacientes. Estos son muy variados y afectan todos los niveles de control motor: movimientos reflejos (rigidez), movimientos automáticos (hipocinesia y temblor), y movimientos voluntarios (bradicinesia):

- Movimientos Reflejos

Son los movimientos generados de forma involuntaria, en respuesta a un estímulo. En la enfermedad de Parkinson existen alteración de numerosos reflejos, pero el que mayor se expresa es la rigidez, que engloba y es la consecuencia de la mayor parte de las alteraciones. La rigidez se caracteriza clínicamente por una resistencia aumentada y sostenida durante el desplazamiento pasivo de una articulación. A diferencia de la espasticidad, la resistencia no es proporcional a la velocidad de estiramiento muscular, si no que guarda relación con la longitud del estiramiento, en desplazamientos cortos, pero de gran velocidad se aprecia poca resistencia. La rigidez parkinsoniana suele acompañarse del fenómeno de la rueda dentada, caracterizado por aumentos rápidos y disminuciones regulares en la resistencia ofrecida por el músculo en su elongación pasiva (3). La rigidez suele presentarse de forma asimétrica.

- Movimientos automáticos:

Son aquellos generados en forma involuntaria y que no precisan ningún estímulo externo ni ninguna aferencia sensitiva para su inicio o ejecución.

En la EP coexiste una disminución de número, frecuencia y amplitud de los movimientos automáticos que se denominan hipocinesia con la aparición de movimientos anormales involuntarios como el temblor:

La hipocinesia se encuentra en movimientos automáticos como: marcha, balanceo de brazos al caminar, gesticulaciones faciales, masticación, etc.

La presencia de temblor en enfermedad de Parkinson y en otras enfermedades de los ganglios basales sugiere su relación fisiopatológica con el déficit dopaminérgico nigroestriado. (3) Se inicia generalmente en una mano y desaparece durante el movimiento. Desaparece durante el sueño y el cansancio, el estrés y la ansiedad lo empeoran (5). Afecta generalmente la parte distal de la extremidad (signo del contador de monedas, movimiento repetitivo de frotamiento del pulgar sobre el índice), aunque otras partes del cuerpo como los labios, la barbilla, la mandíbula y las piernas también pueden afectarse, sin llegar a comprometer el cuello, la cabeza o la voz. En algunos pacientes es posible encontrar temblor postural, conocido como temblor reemergente, el cual aparece poco después de que el paciente extiende la mano (6).

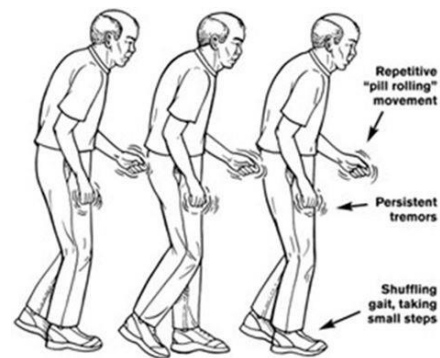
- Movimientos voluntarios

En la enfermedad de Parkinson se encuentran enlentecidos los movimientos simples y complejos (que llevan una secuencia de movimientos). Esta lentitud se produce por aumento del tiempo de inicio del movimiento (acinesia) y lentitud en la ejecución del mismo (bradicinesia) (3). Abarca las dificultades en la planeación, iniciación y ejecución de tareas que requieran movimientos secuenciales y simultáneos. Inicialmente el paciente percibe mayor lentitud en sus reacciones o al realizar tareas de la vida diaria, en especial aquellas en las que se vea involucrada la motricidad fina (6). Puede afectar a todos los grupos musculares incluyendo los de la cara dando lugar a trastornos típicos como la hiponimia, la hipofonía, disfagia, la disartria y la sialorrea (5).

Además de las manifestaciones motoras se pueden generar manifestaciones no motoras, estos se han tratado de explicar a través de la disfunción de neuronas no dopaminérgicas que conlleva a la degeneración del bulbo olfatorio, alteraciones del centro del sueño en el tronco cerebral y de los núcleos medulares que controlan las funciones autonómicas, acumulación de cuerpos de Lewy en las estructuras límbicas y la neocorteza. Estas alteraciones pueden aparecer incluso antes que los síntomas motores (6). Estos incluyen trastornos del sueño (fragmentación, somnolencia diurna y trastorno del comportamiento del sueño de movimientos oculares rápidos o TC-MOR), síntomas cognitivos (disfunción ejecutiva, déficit en evocación, demencia y alucinaciones), trastornos del ánimo, disfunción autonómica (hipotensión ortostática, disfunción urogenital, estreñimiento e hiperhidrosis), así como trastornos senso-perceptivos (el más prominente es la hiposmia) y dolor. (4)

3.1 La marcha en Pacientes con Parkinson

En el Parkinson se adquiere un patrón de marcha propio. En los miembros superiores destaca la disminución del braceo, así como una reducción característica de la amplitud del movimiento, esto es considerado como una de las primeras manifestaciones de la enfermedad. Existen alteraciones propioceptivas que acompañan a las alteraciones motoras. Los pacientes con EP presentan disminución en la sensibilidad a la carga en las extremidades la cual afecta



la actividad extensora en los miembros inferiores. Los pacientes presentan dificultad para integrar información visual, propioceptiva y vestibular necesaria para ajustarse al entorno durante la realización de la marcha (7). En los miembros inferiores aparece variabilidad temporal y espacial en la regularidad y la estabilidad de los parámetros de la marcha, con acortamiento de la longitud del paso, poca elevación de los pies del suelo con un consecuente arrastre, disminución de la velocidad o incremento a expensas de aumentar la cadencia más que la longitud del mismo. El resultado es un patrón de marcha típico del paciente con EP, la marcha festinante (8), en la que el tronco aparece flexionado hacia delante adelantando del centro de gravedad. También en fases avanzadas aparecen los bloqueos o fenómenos de congelación (freezing) que dan lugar a una incapacidad para generar continuidad en la marcha, especialmente al inicio de la marcha, al efectuar un giro o al aproximarse a lugares estrechos.

Los trastornos de la marcha en pacientes con Parkinson en fases finales se presentan hasta en un 80% de los casos (5), generando caídas frecuentes. Los incidentes de caídas a menudo conducen al aislamiento social, lo que puede resultar en una calidad de vida reducida por temor a nuevos episodios de caídas, lo que posiblemente resulte en una restricción autoimpuesta de las actividades diarias. (9)

3.2 Control postural-marcha por los ganglios basales

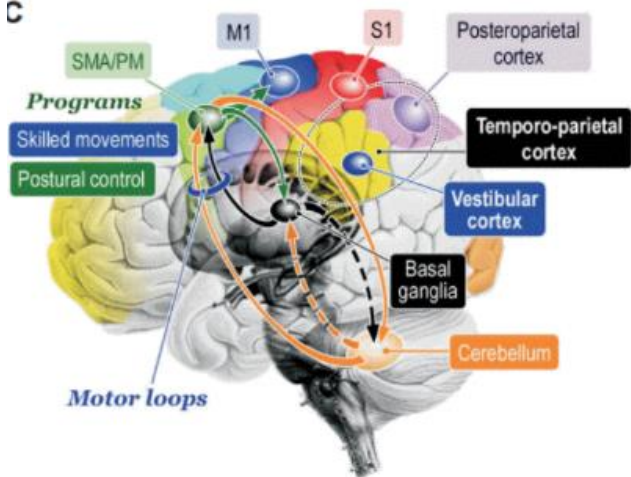
Debido a que el control de la postura y la marcha está gravemente afectado en la EP, durante mucho tiempo se ha considerado que los ganglios basales están involucrados predominantemente en el control motor, pero se reconoce cada vez más que desempeñan funciones adicionales en el procesamiento sensorial, la cognición y el comportamiento. Según nuestro conocimiento reciente, las alteraciones posturales en la EP se atribuyen a los siguientes mecanismos: 1) alteraciones en los sistemas dopaminérgico y colinérgico, 2) deterioro de las funciones cognitivas debido a la falla del procesamiento sensorial integrador que permite producir un modelo postural interno (esquema corporal), 3) falla en la programación motora debido a la actividad reducida en las áreas corticales motoras:

- **Alteraciones en los sistemas dopaminérgico y colinérgico:** Estudios clínicos recientes sugieren que las alteraciones posturales en la EP se basan en la disfunción de los sistemas dopaminérgico y colinérgico. Las alteraciones en estos sistemas quimioespecíficos pueden contribuir críticamente al fracaso de la postura y la marcha en esta enfermedad. Por ejemplo, se considera que un daño de las neuronas de dopamina (DA) en la sustancia negra pars compacta (SNc), que se proyectan a los núcleos de los ganglios basales, aumenta la salida inhibitoria GABAérgica de los ganglios basales. Esto puede inhibir fuertemente los sistemas talamocorticales y las estructuras del tronco encefálico. Por lo tanto, las alteraciones en la atención, la integración sensoriomotora y el procesamiento cognitivo en la EP pueden atribuirse en gran medida al daño de los sistemas colinérgicos. En consecuencia, tanto la inhibición excesiva de los ganglios basales como el daño de los sistemas colinérgicos pueden afectar las funciones tanto corticales como subcorticales, particularmente del tronco encefálico.

- **Deficiencias en el procesamiento sensorial y la cognición:** La actividad cortical se redujo sustancialmente en los pacientes con EP en comparación con los sujetos de control durante la marcha. El deterioro de la integración de la información sensorial, particularmente la propiocepción y la gravicepción vestibular, puede resultar en déficits del modelo interno de verticalidad postural que posiblemente se construye en el área de asociación temporoparietal, incluida la corteza vestibular. Por lo tanto, la asimetría en la actividad de las cortezas vestibulares izquierda y derecha puede inducir una postura erguida inclinada, lo que a menudo se denomina síndrome de Pisa. El síndrome de Pisa es una lateroflexión distónica del tronco con una alteración postural que se asemeja a la torre inclinada de Pisa, y se observa con más frecuencia en pacientes con EP avanzada.

- **Fallo en la programación motora:** C

Las áreas corticales motoras, incluidas la motora primaria, motora suplementaria y premotora, tienen conexiones con los ganglios basales y el cerebelo, lo que constituye un circuito motor que contribuye a la ejecución y programación motora de los movimientos voluntarios. Debido al aumento de la salida inhibitoria de los ganglios basales a las proyecciones talamocorticales, además del procesamiento de información cognitiva reducido, la capacidad de producir programas motores en respuesta a cambios en las circunstancias puede deteriorarse. En consecuencia, la falla en la programación motora en la EP puede deberse a la disminución de la excitabilidad de las áreas corticales motoras además del deterioro del procesamiento sensorial en las cortezas temporoparietales. Recientemente, se reconoce ampliamente el papel del cerebelo en la fisiopatología de la EP. Porque el cerebelo tiene conexiones recíprocas con los ganglios basales además de la corteza cerebral y el tronco encefálico, existe la necesidad de dilucidar si el cerebelo participa en los mecanismos compensatorios asociados con la enfermedad o contribuye a la fisiopatología de la EP. (10)



1MOTOR PROGRAMMING. THE MOTOR CORTICAL AREAS CLOSELY COOPERATE WITH THE BASAL GANGLIA AND CEREBELLUM SO THAT APPROPRIATE MOTOR PROGRAMS ARE CONSTRUCTED.

3.3 Tratamiento Fisioterapéutico en Parkinson

El tratamiento rehabilitador se considera sumamente importante para mejorar la calidad de vida, ya que como sabemos no existe cura para la patología, es por esto que se recomienda a los pacientes una atención temprana de los síntomas para fomentar la independencia, funcionalidad e intentar que la evolución de los síntomas sea lo más lenta posible.

La rehabilitación fisioterapéutica se centra principalmente en la realización de los siguientes ejercicios:

- Utilización de estímulos externos (señales auditivas, visuales, táctiles o cognitivas) para mejorar la marcha.

- Ejercicios físicos para mejorar la fuerza muscular.

- Aprendizaje de secuencias automatizadas de movimientos para realizar determinados desplazamientos.

- Ejercicios centrados en mejorar el equilibrio (11): la aplicación de los ejercicios de Frenkel en decúbito, posición sedente y bipedestación son de gran utilidad, pero siempre tomando en consideración el estado del paciente, su aptitud mental y el estado de musculo esquelético, si se lleva un cuidadoso seguimiento de estos se puede ir aumentando la complejidad (12) Se basa en una serie de ejercicios que buscan mejorar el control propioceptivo de las extremidades inferiores y superiores mediante el uso de cualquier parte del mecanismo sensorial que haya permanecido intacto, particularmente la vista, la audición y el tacto, para compensar la pérdida de la sensación cenestésica. Los principios esenciales en la que se basa esta técnica son:

Concentración de la atención, precisión y repetición; y el objetivo es mejorar la coordinación y el control propioceptivo, de forma que el paciente sea capaz de realizar las actividades esenciales de la vida diaria. (13)

- Técnicas para disminuir la rigidez: para esto se utilizan técnicas de relajación, hidroterapia

- Técnicas para disminuir el temblor: el temblor puede ser tratado con técnicas de estimulación propioceptiva, pesas, bastones, ejercicios activo resistidos adecuando la fuerza a la condición del paciente (12)

3.3.a Rehabilitación de la Marcha

La utilización de estímulos externos visuales y auditivos son los más utilizados para rehabilitar la marcha en estos pacientes, es por esto que haremos un breve resumen de ellos.

- **Rehabilitación del Parkinson Basado en Estímulos Visuales**

Las señales visuales son efectivas para mejorar la longitud, la velocidad y la cadencia del paso, permitiendo a los pacientes ejecutar patrones de marcha similares a los de los sujetos normales (14).

Uno de los métodos más comunes de estímulo visual es el uso de pistas colocadas en el suelo y líneas terrestres para auxiliar el inicio y la ejecución de la marcha. La utilización de luces de las más diversas formas puede ser de gran utilidad. Estudios verificaron que la utilización de luces parpadeando rítmicamente, así como proyecciones virtuales de rayas en el suelo podrían mejorar la longitud de los pasos en la EP (15). En otras ocasiones la información visual puede ser proporcionada mediante un bastón que lleva el propio paciente y acaba en su extremo distal en forma de L, o por aparatos más sofisticados (14).

Además se destaca como resultado positivo la hipótesis que relaciona el aumento de la atención como responsable de la mejoría en la longitud del paso en individuos con EP (15)

- **Rehabilitación del Paciente con Parkinson mediante Estímulos Auditivos**

La utilización de estímulos auditivos es considerada fundamental para mejorar los movimientos, aumentando también la cadencia y la longitud del paso en individuos con EP. Aunque se hayan obtenido efectos positivos en el uso de pistas sonoras como estrategias para mejorar la marcha, la facilitación auditiva no siempre mejora la variabilidad y los distintos aspectos de la marcha de estos individuos.

Pacientes con EP pueden generar patrones adecuados de marcha en presencia de estimulación sensorial regular (15).

Estas señales auditivas pueden tener un carácter rítmico, y utilizarse para la caracterización de la estabilidad temporal en la ejecución motora de los movimientos, o bien tratarse de sonidos simples utilizados como señales preparativas o imperativas para el estudio del tiempo de reacción.

En el primer caso, la utilización de señales auditivas rítmicas (SAR) como marcador que obliga al sujeto a intentar sincronizar sus movimientos con dicha señal, como por ejemplo mediante el

golpeo con el dedo índice, se ha comprobado beneficioso en los pacientes con EP, dado que mejora la estabilidad temporal de este movimiento.

La realización de los movimientos secuenciales por parte de pacientes con EP también mejora por la presencia de SAR, observándose una disminución del tiempo de movimiento y del tiempo de transición entre los submovimientos que componen la secuencia.

Los estudios de la marcha en la EP sugieren que las SAR disminuyen el número de episodios de bloqueo tanto en la marcha en línea recta como en los giros y mejoran significativamente la estabilidad temporal de la misma. Esas señales auditivas son proporcionadas por un metrónomo. El mecanismo de interacción entre la señal sensorial auditiva y las estructuras cerebrales que regulan el movimiento no se conoce bien. Se han aportado evidencias de una vía auditivomotora capaz de modular los reflejos espinales, comprobando cómo las señales auditivas potencian el reflejo H (respuesta evocada, mediante estimulación eléctrica cutánea, de las fibras sensoriales provenientes de los husos neuromusculares) en sujetos normales y cómo durante la realización de movimientos sincronizados con estímulos auditivos rítmicos, los eventos motores se organizaban temporalmente para hacer un mejor uso de la facilitación audioespinal.

Otro efecto comprobado de la estimulación auditiva sobre el movimiento es la reacción de sobresalto, reacción refleja desencadenada por estímulos de diferentes modalidades, aunque generalmente se utiliza un estímulo acústico muy fuerte. La reacción de sobresalto mejora el tiempo de reacción en sujetos sanos y también en pacientes con EP. Esta facilitación auditiva por la reacción de sobresalto tendría lugar gracias a un incremento en la actividad neural excitadora en estructuras del tracto reticuloespinal que facilitan o liberan la ejecución de movimientos preprogramados. Además, la existencia de un déficit propioceptivo/cinestésico podría ser una explicación para la mejora del movimiento en el paciente con EP en presencia de señales externas. Algunos estudios han encontrado una disminución en la percepción de la posición estática de una articulación y en la percepción de movimiento. Cuando alguien mueve su mano y no puede ver el movimiento de la misma, la precisión y velocidad de este movimiento se afecta mucho más en los pacientes con EP que en los sujetos sanos, debido, quizás, a que los enfermos presentan un umbral cinestésico elevado. Otros hallazgos sugieren que el control propioceptivo durante los movimientos voluntarios se altera en la EP.

De este modo, la presencia de una señal visual podría compensar esta carencia en los movimientos dirigidos hacia un objetivo o bien permitir al paciente alcanzar una amplitud de marcha normal gracias a las tiras dispuestas en el suelo. La utilización de señales sensoriales visuales habilitaría la utilización de otras vías para el control del movimiento, como la de un control voluntario consciente a través de una vía visual. Esto nos hablaría de la plasticidad del sistema nervioso, al utilizar, como alternativa, una vía visuomotora a la que se le atribuye una facilitación en el movimiento a través de la percepción visual basada en el flujo dinámico de los estímulos. Esta vía visuomotora específica utilizaría el cerebelo como alternativa a los GB dañados para el control del movimiento (14)

Como hemos visto anteriormente son variadas las referencias bibliográficas que afirman que la rehabilitación basada en estímulos visuales y auditivos mejoran la marcha en el paciente con Enfermedad de Parkinson, es por esto que mi propuesta de proyecto de investigación va enfocada a una nueva propuesta: La rehabilitación Vestibular con el fin de mejorar la estabilidad dinámica del paciente y así reducir el riesgo de caída en los mismos:

3.3.b Una nueva visión en la Rehabilitación del Paciente con Parkinson: La rehabilitación Vestibular

El control postural no solamente requiere de la utilización de una estrategia motora adecuada, si no también de la correcta integración entre los sistemas visual, vestibular y somatosensorial para el mantenimiento del equilibrio y la orientación en el espacio. Cada uno de estos sistemas proporciona un tipo diferente de información, y cada uno es más útil en un contexto determinado. La estabilidad postural se logra discriminando la información aportada individualmente por cada sistema, y seleccionando la utilización del más apropiado para cada circunstancia en concreto. Así, en los casos en los que no es posible hacer uso de un sistema sensorial porque las condiciones del medio no lo permiten o porque se encuentra dañado, el sistema nervioso central puede compensarlo mediante el uso de un sistema alternativo. Sin embargo, a menudo esta compensación es incompleta, y los déficits posturales afloran en situaciones determinadas, traducándose en alteraciones del equilibrio o la postura. En los casos de déficits vestibulares descompensados, se producen alteraciones del equilibrio y trastornos postural (18)

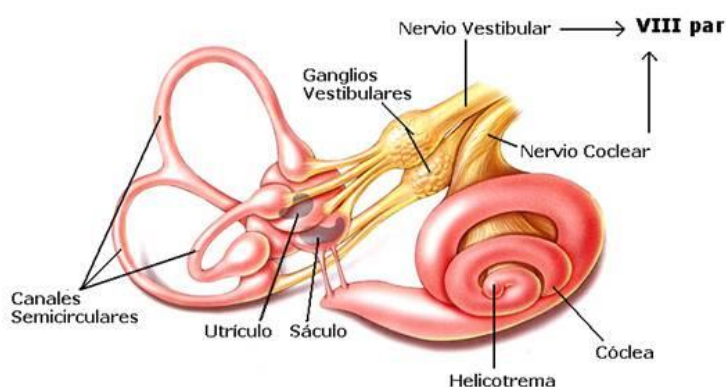
¿Cómo funciona el Sistema Vestibular?

El sistema vestibular juega un papel fundamental en la consecución de la orientación espacial, es esta una compleja función fisiológica que rige las relaciones del hombre con su entorno físico asegurando todos sus movimientos, así como los desplazamientos e incluso gestos, en las mejores condiciones de eficacia con el fin de facilitar su actividad diaria.

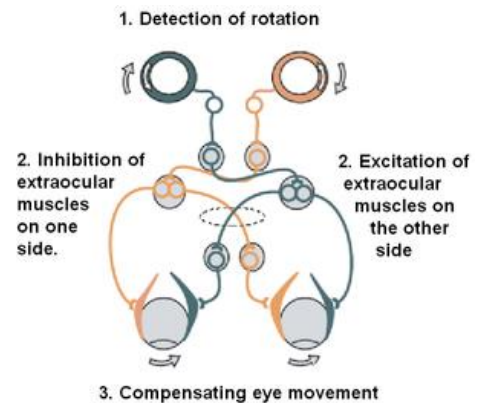
Pero esta función global no es exclusiva del aparato vestibular, sino que también depende del sistema visual y somatosensorial, y en menor medida del sistema auditivo y también del olfatorio.

La información multisensorial procedente de estos sistemas acerca de la posición, movimiento corporal y del entorno, interactúa en amplios grupos neuronales del SNC que incluyen centros del córtex cerebral, médula espinal, cerebelo y núcleos vestibulares. El resultado es una respuesta sensorio-motora integrada que permite el mantenimiento del equilibrio (función motora) y la percepción del movimiento corporal en relación con el exterior y la orientación en el espacio (función sensorial).

Los órganos sensoriales vestibulares periféricos actúan como sensores de las aceleraciones lineal y angular de la cabeza. Los centros de control cerebrales usan esta señal para conocer la posición cefálica en relación con el entorno, relacionándola con otras de otros sistemas sensoriales, y para producir respuestas motoras para el equilibrio y la posición de la mirada; para esto, el SNC utiliza sistemas reflejos originados en el laberinto, estos son:



- Los reflejos vestibulooculares: estabilizan el campo visual haciendo que el ojo se mueva coordinadamente con la cabeza. El RVO produce un desplazamiento ocular opuesto al cefálico, con una velocidad y amplitud apropiadas para mantener fija la mirada en el espacio durante los movimientos de la cabeza. Cuando no funciona correctamente y la amplitud y/o la velocidad del movimiento ocular son inapropiados, el cambio resultante en la dirección de la mirada provoca un deslizamiento de la imagen retiniana que se percibe como un movimiento aparente de la escena visual fijada: la oscilopsia.



- Los reflejos vestibuloespinales: Son los encargados del mantenimiento de la estabilidad postural estática y dinámica mediante la contracción de músculos agonistas y antagonistas específicos, que provocan movimientos musculares automáticos para lograr el control del equilibrio estático y dinámico, en bipedestación y en la marcha

3.3.c La Rehabilitación Fisioterapéutica Vestibular

La rehabilitación vestibular engloba un conjunto de ejercicios encaminados a favorecer la plasticidad del SNC mediante mecanismos de adaptación o a generar otros de sustitución en los pacientes con alteraciones del equilibrio, con el fin de mejorar la estabilidad global y favorecer su incorporación a las actividades de la vida diaria.

Los pilares fundamentales en los que se basa la rehabilitación vestibular son los siguientes:

- Rehabilitación del RVO: Todo giro de la cabeza provoca un desplazamiento de los líquidos laberínticos que estimula los receptores vestibulares de los conductos semicirculares, generándose un movimiento reflejo de los globos oculares (RVO) de la misma intensidad (ganancia), al mismo tiempo que la cabeza (fase) y simétricamente en ambos ojos (simetría). Cuando por alteración de la función vestibular no se realiza de manera sincrónica este reflejo y disminuye la ganancia, la imagen se desplaza por la retina provocando una sensación de borrosidad de la imagen y mareo. Esta ganancia del RVO puede incrementarse mediante movimientos oculares de seguimiento de un objeto que se desplaza en el campo visual (estímulo optocinético); también mediante movimientos cefálicos que intentan mantener la visión en un objeto situado frente al paciente o la combinación de ambos. El cerebro intenta minimizar el error retiniano (distancia en la retina entre la fovea y la proyección del objeto en la misma) que se produce cuando el ojo sigue un objeto que se mueve delante de sus ojos, incrementando la ganancia del RVO.

- Reeduación del equilibrio estático y dinámico: Identificando el déficit sensorial responsable de la alteración del equilibrio, se pueden diseñar ejercicios estáticos o dinámicos que estimulen el sistema hipofuncionante. Cuando un paciente presenta un déficit sensorial, se apoya mucho en el resto de los sistemas; la supresión de éstos hará que el organismo, durante los ejercicios de la rehabilitación, se vea forzado a utilizar el remanente de la función. Así, por ejemplo, en la rehabilitación de una afectación del sistema vestibular se suprimen las señales somatosensoriales y visuales, colocando al paciente en la plataforma del posturógrafo con superficie móvil o sobre superficies acolchadas, para estimular la utilización de la función vestibular residual

- Ejercicios de habituación. La mejora de la sensación vertiginosa se puede conseguir mediante la habituación del paciente a aquellas posiciones en las cuales se desencadena el vértigo, para producir una habituación y disminución de la sensación vertiginosa.

- Ejercicios de mantenimiento. La gradual incorporación a una vida activa mediante ejercicios aeróbicos, como caminar, montar en bicicleta o jugar al tenis, etc, activa los reflejos vestibulooculares, así como los reflejos vestibuloespinales, de modo natural y en los movimientos que habitualmente hace el paciente.

En todos los programas de rehabilitación el tratamiento va a tener como finalidad:

- Mejorar la estabilidad visual mediante ejercicios oculocefálicos, para evitar la sensación de desplazamiento del entorno.

- Lograr un correcto control postural, para mantener el CG dentro de la base de sustentación, tanto en la bipedestación como en la marcha.

- Desarrollar estrategias para evitar las caídas: Para ello, el paciente utiliza tres estrategias de equilibrio: de tobillo, de cadera y de paso. Los ejercicios encaminados a desarrollar la estrategia de tobillo se realizan con los pies descalzos para potenciar el sistema somatosensorial; se realizan movimientos de balanceo en la superficie fija, intentando mantener el cuerpo recto y controlando el equilibrio con movimientos que roten sobre el tobillo. Los pacientes utilizan la estrategia de cadera cuando se desplaza rápidamente el CG o cuando se les ordena que se paren bruscamente cuando van andando deprisa. La estrategia de paso aparece cuando la inestabilidad es tan importante que el paciente no puede permanecer dentro de los límites de estabilidad, y para evitar la caída, adelanta o atrasa un pie (11).

PROYECTO DE INVESTIGACION: PROPUESTA DE INTERVENCION

La inestabilidad de la marcha en los pacientes con Parkinson es un problema primordial que debe trabajarse en estos, ya que por la combinación de rigidez y bradicinecia la capacidad de variabilidad de movimiento se va reduciendo, generando caídas en una gran parte de esta población. Como hemos visto anteriormente la base del equilibrio y de la estabilidad está dado por 3 sistemas: Visual- Propioceptivo y Vestibular.

El propósito de este proyecto es comenzar a dar una nueva perspectiva en el ámbito de la neurorehabilitación: la rehabilitación del sistema vestibular con el objetivo final de mejorar la calidad de los movimientos en los pacientes con Enfermedad de Parkinson.

1. **OBJETIVOS:** Comprobar si existen cambios significativos en relación con el equilibrio durante la marcha en un grupo de pacientes que realizan rehabilitación vestibular en comparación con otro grupo que realiza rehabilitación convencional (propioceptiva).

Como objetivos secundarios se plantean: Buscar alternativas en cuanto a rehabilitación de la marcha en pacientes con Parkinson, mejorar las estrategias de equilibrio, buscar mejorar la seguridad del paciente al caminar, incentivar a la variabilidad de movimiento, evaluar si existen cambios en cuanto a la postura del paciente en posición estática, mejorar los movimientos cefálicos y oculares al caminar.

2. HIPOTESIS

El entrenamiento de las funciones del sistema vestibular y reflejos vestíbulo oculares, durante dos meses consecutivos, en pacientes con Enfermedad de Parkinson mejoran las estrategias de equilibrio durante la marcha, disminuyendo el riesgo de caídas en comparación con un grupo control que realiza rehabilitación convencional.

3. METODOLOGIA

DISEÑO

Ensayo clínico tipo Longitudinal, Prospectivo, aleatorio y Experimental. Los participantes son divididos en dos grupos, uno de los cuales realiza rehabilitación fisioterapéutica convencional (Mediante ejercicios de Frenkel) y el otro grupo realiza rehabilitación vestibular. La intervención se lleva a cabo durante 8 semanas consecutivas, 5 sesiones semanales de 1.00 hora de duración. Se realizarán las valoraciones pre intervención, una segunda valoración al finalizar el 1 mes y otra al finalizar el 2do mes.

PACIENTES

Se tomará como muestra un grupo de 26 pacientes con diagnóstico de Parkinson. Los criterios de inclusión son: Personas de edad menor a 75 años con diagnóstico de Parkinson, que realicen

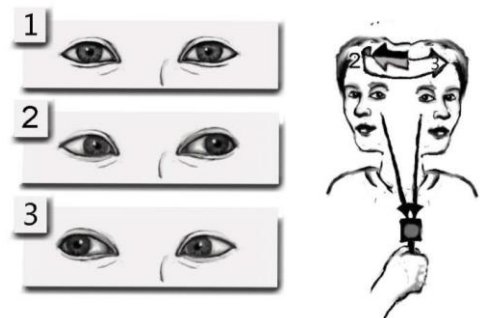
marcha autónoma con o sin elementos de ayuda, pacientes que hayan tenido por lo menos 1 episodio de caída en el último año.

Dentro de los criterios de exclusión encontramos: Lesión neurológica distinta a Parkinson u otra patología neurológica previa. Pacientes con alteración cognitiva. Pacientes con freezing, comorbilidades cardiorrespiratorias, alteración de la marcha por otra lesión ortopédica.

ESCALAS E INSTRUMENTOS DE VALORACIÓN (Ver Anexo 1)

1- **Evaluación vestibular:** Las siguientes pruebas se realizarán con la finalidad de saber si el sistema vestibular del paciente se encuentra comprometido o no:

Evaluación del reflejo vestíbulo ocular (VOR): el VOR es el encargado de fijar la mirada mientras se mueve la cabeza, genera una rotación del ojo con una amplitud igual y opuesta a la dirección del movimiento de la cabeza como resultado de la estimulación vestibular. Para realizar la prueba se mueve la cabeza del paciente mientras se le pide que mire a un punto fijo.



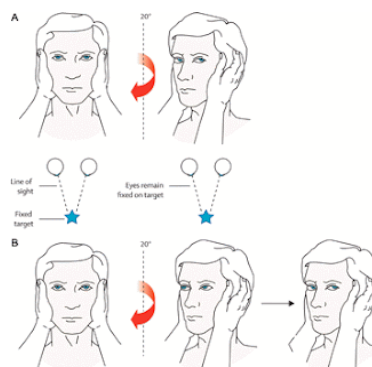
Si hay lesión la mirada se moverá junto con la cabeza y no será capaz de fijarla en un punto fijo. Esto causará una sensación de visión borrosa en el paciente.

Funcionamiento del VOR:

1. Giro de la cabeza a la derecha.
2. El flujo endolinfático desplaza la cúpula a la izquierda.
3. Se genera un incremento de las descargas de las células ciliadas del CSC horizontal derecho, el cual se incrementan proporcionalmente a la velocidad del movimiento de la cabeza y decrecen las descargas de las células ciliadas del CSC horizontal izquierdo.
4. El nervio vestibular transmite la información a los núcleos vestibulares medial y superior y al cerebelo.
5. El estímulo excitador es transmitido hasta el núcleo oculomotor, el cual activa el recto medial ipsilateral (derecho) y el recto lateral contralateral (izquierdo).
6. El impulso inhibitorio es transmitido a sus antagonistas: recto lateral ipsilateral (derecho) y recto medial contralateral (izquierdo).
7. Se genera un movimiento ocular compensatorio hacia la izquierda.

Cuando se presenta un caso de alteración vestibular de origen central los signos clínicos a este test serán: Oscilopsia (sensación de movimiento de poca amplitud del entorno), nistagmo puramente vertical o torsional, trastornos del equilibrio, nistagmo espontáneo.

- Head thrust test: pedimos fijación ocular mientras se mueve rápidamente la cabeza en todas las posiciones. Si hay alteración será incapaz de fijar la mirada, realizando luego del movimiento de cabeza un movimiento sacádico de los ojos tratando de volver al objetivo.



2A) TEST NORMAL: LOS OJOS SIGUEN EL OBJETIVO- B)TEST ANORMAL: LOS OJOS PIERDEN EL OBJETIVO AL GIRAR LA CABEZA Y LUEGO VUELVEN RÁPIDAMENTE (MOVIMIENTO SACADICO)

- Cancelación del VOR: se le pide al paciente seguimiento visual de sus pulgares con los brazos en extensión. Cuando este test da positivo nos indica que la lesión es de origen central.
- Romberg: La prueba de Romberg es una maniobra en la que se le pide al paciente que, con ambos pies juntos, brazos a los lados del cuerpo intente mantener el equilibrio, si lo logra pedir que cierre los ojos (inhibición de la vista), si el paciente genera desbalance nos podría indicar dos cosas: alteración del sistema propioceptivo o alteración del sistema vestibular. Esta prueba nos demuestra que el equilibrio está dado por los tres sistemas: vestibular, visual y propioceptivo. (17)

2- Escalas:

- Mini Best Test (equilibrio dinámico) (VER ANEXO 2) Es una evaluación sensible cuantitativa del equilibrio que permite identificar déficits sutiles y evoluciones en el tratamiento. permite evaluar los ajustes anticipatorios, las estrategias reactivas, la orientación sensorial y la marcha dinámica. contiene 14 ítems en total y la puntuación máxima es de 28 puntos. Cada ítem se valora del 0 al 2 ("0" indica el nivel de funcionalidad más bajo y el "2" el nivel de funcionalidad más alto). Evalúa: La estabilidad, las respuestas posturales, la capacidad de realizar ajustes posturales anticipatorios, la orientación sensorial, el equilibrio dinámico durante la marcha, los efectos cognitivos.

- Modified Gait Abnormality Rating Scale (GARS-M) (riesgo de caída)(VER ANEXO 3): Se realizará una valoración de la marcha mediante esta escala ya que analiza de manera completa los aspectos de la marcha y clasifica en función de la puntuación obtenida el grado de afectación y riesgo de caída de la siguiente forma:

- 21: no hay afectación.
- 16-20: leve afectación. Riesgo de caída leve.
- 12-15: afectación moderada. Existe riesgo de caída.
- 6-11: afectación severa. No es seguro.

- ≤6: afectación muy grave. No hay movilidad.

4- INTERVENCIÓN

Antes de comenzar con la intervención propiamente dicha se realizarán las siguientes pruebas: Evaluación del VOR, Head Thrust Test, cancelación del VOR mediante seguimiento de los pulgares; y se aplicarán las Escalas Mini Best Test y Modified Gait Abnormality Rating Scale (GARS-M); estas pruebas también se realizarán al finalizar la FASE 1 y FASE 2 de ambos grupos para luego poder realizar una evaluación de los resultados.

Cronograma de Intervención

| | Evaluación inicial | 1er Mes | Reevaluación de Progreso | 2do mes | Evaluación Final |
|--------------------------------------|---|---|---|---|---|
| Grupo 1: Rehabilitación Vestibular | Evaluación Vestibular: Evaluación del VOR, head thrust test, cancelación del VOR, Romberg | Fase 1 de ejercicios vestibulares | Volver a realizar la Evaluación inicial para corroborar si ha habido alguna mejora. | Fase 2 de ejercicios vestibulares: Habitación | Volver a hacer evaluación y pasar las escalas, para obtener los datos finales |
| Grupo 2: Rehabilitación Convencional | -Escalas: Mini Best Test, Modified Gait Abnormality Rating Scale (GARS-M). | Fase 1 de ejercicios: En posición decúbito y sedestación. | | Fase 2 de ejercicios en bipedestación | |

Grupo 1: Rehabilitación Vestibular

FASE 1: Se realizarán los siguientes ejercicios durante 1 mes, 5 días a la semana, sesiones de 1.00 hora de duración.

Se comenzarán a realizar ejercicios en posición de sedestación, cuando el evaluador note que el paciente se encuentra seguro y los realiza con facilidad pasar a posición de bipedestación y luego a bipedestación con base inestable.

- 1- Se colocará una referencia en la pared a 1 mt de distancia, se le pedirá al paciente que sin quitar los ojos de la misma realice giros de la cabeza hacia un lado y hacia el otro a una velocidad constante, realizar 10 movimientos de cabeza y descansar, repetir 3 veces.
- 2- El segundo ejercicio que realizaremos será seguimiento ocular con cabeza fija: se colocaran en la pared 3 puntos, debiendo el paciente realizar seguimiento visual sin mover la cabeza, deberá focalizar las imágenes en orden. Realizar 10 movimientos, repetir 3 veces.
- 3- EL 3er ejercicio será seguimiento del pulgar con la mirada y la cabeza a la vez. Realizar 10 seguimientos, repetir 3 veces.
- 4- Marcha en cinta caminadora durante 10 minutos: la cinta estará enfrentada a una pared donde se pegarán dos círculos con una separación de 50 cm entre ellos, el paciente mientras caminar deberá hacer seguimiento visual de estos sin mover la cabeza (solo movimiento ocular).

FASE 2: Luego de finalizar con los ejercicios del primer mes seguir con la Fase 2. Durante el segundo mes de rehabilitación se comenzarán a realizar ejercicios de habituación:

- 1- Los ejercicios anteriormente nombrados se realizarán sobre una cinta caminadora, dependiendo de las capacidades del paciente será la velocidad que se programará a la cinta y la dificultad de los ejercicios.
- 2- Se realizarán ejercicios de subir y bajar un escalón de 10 cm desde una superficie inestable (FOAM)
- 3- En los pacientes que sea posible colocar en posición de tándem sobre superficie inestable (en los casos que no sea posible realizarlo en posición bípeda) y llevar una pelota con ambas manos desde su trocánter mayor, llevarla hasta la altura de la cabeza con los brazos extendidos y bajar hacia el trocánter mayor de la pierna contralateral, siempre realizando seguimiento con la cabeza y ojos de la pelota. (realizar 10 repeticiones y repetir el ejercicio 3 veces)
- 4- Marcha en cinta caminadora durante 10 minutos: se colocarán cintas en el suelo en posición paralelas entre ellas, donde el paciente deba caminar en la cinta tratando de no pisarlas, esto incentivara a que aumente la longitud de zancada.

Grupo 2: Rehabilitacion Convencional Mediante Ejercicios de Frenkel

FASE 1: Se realizarán los siguientes ejercicios 5 días a la semana, 1 hora de duración y durante un mes. Comenzaremos a realizar ejercicios en posición de decúbito y sedestación.

- 1- El paciente en decúbito supino sobre la camilla deberá flexionar la rodilla arrastrando el talón por la camilla hasta llegar a máxima flexión, desde aquí deberá subir el talón a la pierna contralateral y deslizarlo hasta llegar al extremo del pie contrario. Repetir 10 veces con cada pie.
- 2- En la misma posición que el ejercicio anterior el paciente deberá flexionar y extender las rodillas alternadamente (simulando el pedaleo de una bici), arrastrando los talones por la camilla, a un ritmo constante. Repetir 20 veces.

3- El paciente en sedestación al borde de la camilla, se dibujará en el suelo una cuadrícula con 4 cuadrados, debiendo el paciente pasar por cada cuadrado, elevando el pie sin pisar las rayas. Repetir con cada pie 10 veces.

4- Se practicará el paso desde sedestación hasta bipedestación, enseñando el correcto apoyo de los pies (por detrás de las rodillas), explicar que deberá flexionar el tronco, impulsarse en los pies y realizar un movimiento hacia adelante y arriba. Podrá utilizar ayuda de las manos. Repetir 7 veces.

FASE 2: Se realizarán los siguientes ejercicios 5 días a la semana, 1 hora de duración y durante un mes. Los ejercicios se realizarán ya en posición de bipedestación.

1- El paciente realizará pasos hacia los lados, moverá primero la pierna que está ubicada en el lado hacia donde se moverá, se le dirá que preste total atención a la descarga de peso, al mover la pierna hacia el costado primero la pierna contralateral debe cargar todo el peso del cuerpo, mientras se balancea la contralateral para luego esta recibir todo el peso del cuerpo. Se le pedirá que la amplitud del paso sea de aproximadamente 30 cm. Se harán 10 pasos para un lado y 10 para el otro (repetir esto 3 veces)

2- El paciente en bipedestación con ambos pies apoyados, se colocará un objeto de 5 cm de altura, el paciente deberá dejar un MI apoyado en el piso, que será el que reciba el peso del cuerpo, mientras el MI contralateral se flexiona pasando el objeto por arriba hasta apoyarse, y luego volver a la posición inicial. Si el paciente no tiene la capacidad de elevar el pie demasiado se hará el ejercicio con una marca horizontal en el piso. Se realizará el ejercicio 7 veces con cada pie.

3- Se realizará marcha con guías visuales en el piso (líneas horizontales dispuestas paralelamente con una distancia de 30 cm entre ellas), el paciente deberá hacer 10 pasadas de 10 metros de distancia

4- Se utilizará un step para representar un escalón, el paciente deberá subir un pie y luego bajarlo mientras el otro soporta el peso, realiza el ejercicio 7 veces con cada pie y repetir 3 veces.

5-RESULTADOS ESPERADOS

Los resultados se analizarán estadísticamente con el programa SPSS.

Se espera que en la evaluación inicial más del 50% de los pacientes tengan disfunción vestibular, y que tras la rehabilitación de 2 meses consecutivos en ambos grupos los pacientes mejoren la marcha, disminuyendo así los riesgos de caídas (objetivable con la escala de Modified Gait Abnormality Rating Scale- GASRM), esta disminución del riesgo de caídas será gracias a la mejora del equilibrio estático (objetivable mediante la escala de Romberg) y del equilibrio dinámico (objetivable mediante la escala de Mini Best Test). Se espera también que los pacientes que presentan en la evaluación inicial alteraciones del reflejo vestíbulo ocular tras la rehabilitación vestibular mejoren, en mayor medida, las escalas de equilibrio y marcha, que los pacientes que presentaban disfunción y realizaron Rehabilitación convencional.

6- DISCUSIÓN

La Enfermedad de Parkinson se define como un trastorno neurológico progresivo y caracterizado principalmente por síntomas motores. Se sabe que hay una disminución de la dopamina producida en la sustancia negra, causando un control ineficiente de los movimientos. Las alteraciones resultantes en el control motor se hacen notables, dando lugar al temblor de reposo, rigidez, bradicinesia, alteración de los reflejos posturales, inestabilidad y trastornos del equilibrio y de la marcha (18). En las fases avanzadas de la enfermedad el 80 % de los pacientes sufren caídas, es por esto que es un tema de suma importancia a abordar en ellos (5).

Diversos estudios indican que la inestabilidad postural en los pacientes de Parkinson se produce como una alteración en el procesamiento de los estímulos sensoriales, especialmente de los sistemas propioceptivo, vestibular y somático. Con la progresión de la EP se produce una pérdida de los reflejos posturales que provoca episodios de caídas y la incapacidad de ponerse de pie sin ayuda (19).

En el presente trabajo hemos buscado relacionar a las alteraciones del equilibrio y caídas en pacientes con EP con la disfunción vestibular u alteración del procesamiento de esta información. También el propósito de este estudio es saber si mediante la Rehabilitación Vestibular es posible reducir el riesgo de caídas de estos pacientes.

En los últimos 10 años, el interés en los efectos de la estimulación vestibular en los ganglios basales se ha ampliado por estudios que informan que la estimulación vestibular galvánica o la estimulación vestibular calórica pueden reducir la gravedad de algunos síntomas de la EP.

A partir de estos estudios se ha sugerido que alguna forma de estimulación vestibular puede ser un posible tratamiento adyuvante temprano para la EP, que puede retrasar la necesidad de tratamientos farmacológicos como L-DOPA y ropinirol, o al menos reducir las dosis necesarias para que dosis más altas de la terapia con medicamentos se puede "guardar" para más adelante en el curso de la enfermedad. Los estudios realizados en humanos hasta el momento sugieren que la nGVS, e incluso la GVS normal, pueden reducir la inestabilidad postural y los déficits en el control visomotor en pacientes con EP. También hay una sugerencia de que puede haber algún beneficio para los síntomas no motores de la EP (20).

La estimulación vestibular galvánica (GVS), que activa el sistema vestibular, es un método no invasivo. Algunos estudios han demostrado que GVS mejora la función motora en la EP. No se ha dilucidado el mecanismo exacto que subyace al efecto de GVS en la actividad cerebral. Sin embargo, los datos humanos disponibles respaldan la idea de que los ganglios basales reciben información vestibular.

Se sabe que los síntomas axiales en la EP incluyen inestabilidad postural, postura de flexión y rigidez del tronco y acinesia, y cada mecanismo fisiopatológico es diferente. La GVS tiene algunos efectos positivos sobre la postura de flexión y la rigidez y acinesia del tronco (21), como siguieren los siguientes estudios:

- "A new translational platform for evaluating aging or pathology-related postural disorders" en el que utilizaron GVS normal aplicado durante 20 min a 5 pacientes con EP. Informaron que 3 de cada 5 pacientes diagnosticados con EP que incluía inestabilidad postural y/o postura axial anormal, exhibieron una reducción en la inestabilidad postural luego del estímulo GVS (22).
- "The usefulness of computerized dynamic posturography for the study of equilibrium in patients with Menière's disease: correlation with clinical and audiologic data. Hear" también

emplearon GVS normal para estudiar la postura de flexión anterior en 7 pacientes con EP. Midieron los ángulos de flexión anterior de los pacientes mientras estaban de pie con los ojos abiertos o cerrados. Descubrieron que el GVS redujo significativamente los ángulos de flexión en ambas condiciones en comparación con la condición de control simulado (23).

- “El sistema vestibular y sus alteraciones” Informaron que nGVS parecía aumentar la velocidad de las transiciones bradicinéticas de reposo a actividad, indicadas por las mediciones de la actividad del tronco en los pacientes con EP. También encontraron que la estimulación disminuyó el tiempo de reacción en una tarea de rendimiento continuo sin ningún aumento en las tasas de error de omisión o comisión, lo que sugiere que los pacientes con EP exhibieron una mejor ejecución motora durante las tareas cognitivas (24).

Son múltiples los estudios que hablan de la correlación entre el SV y la EP, y que demuestran que al trabajar el SV los síntomas mejoran, el propósito de esta investigación fue realizar una propuesta de abordaje vestibular mediante las técnicas de rehabilitación, siendo el propio paciente quien interviene en su sistema buscando mejorarlo mediante técnicas de habituación y repetición, con el fin de generar compensación y mejorar el equilibrio y marcha. La habituación es la reducción de las respuestas sensoriales, basada en la repetición de los estímulos sensoriales. Es un fenómeno que se obtiene al ejecutar movimientos repetitivos que reducen la respuesta al estímulo y la amplitud del nistagmo. La repetición, además de promover la adaptación al movimiento, estimula el órgano sensorial, creando nuevos automatismos. Tales mecanismos relacionados con la plasticidad neuronal del Sistema Nervioso Central promueven la estabilización visual durante los movimientos de la cabeza, mejorando la interacción vestíbulo-visual durante el movimiento cefálico, aumentando la estabilidad postural estática y dinámica.

Teniendo en cuenta los dos abordajes realizados en nuestra investigación, creemos que ambos mejoraran la estabilidad, ya que se sabe que el ejercicio físico mejora las condiciones en sí de los adultos mayores; pero al ser la rehabilitación vestibular un abordaje integral que también involucra el sistema propioceptivo, intuimos que el grupo que realizara rehabilitación vestibular obtendrá mejores resultados en las escalas de mini best test y GARSM.

BIBLIOGRAFIA

- 1- A. Ahumway- Cook, M.H. Woollacott (2019). Control Motor: De la investigación a la practica clínica (5ta edición). Wolters Kluwer
- 2- Donald A Neumann (2007)- Cinesiología del sistema musculoesquelético: fundamentos de rehabilitación física. Editorial Paidotribo.
- 3- Micheli F (2006). "Enfermedad de Parkinson y trastornos relacionados" . Editorial Medica Panamericana, 2da edición.
- 4- Saavedra Moreno J, Millan P, Buriticá Henao O. (2019). "Introducción, epidemiología y diagnóstico de la enfermedad de Parkinson" . Acta Neurol Colomb. Vol35 suppl.1
- 5- Oros Ribes E, Carbonell Garcia, Bernardos D, Lazaro I. (2021). " Evaluacion de la marcha en el paciente con Parkinson"
- 6- Daniel S, Marin M, Carmona V, Ibarra M, Gamez M (2018). "Enfermedad de Parkinson: fisiopatología, diagnóstico y tratamiento". Revista de la Universidad Industrial de Santander.Salud Vol.50 No.1
- 7- Ibarra L.G, 2020, Rehabilitación Del Paciente Con Enfermedad De Parkinson, BOLETÍN MÉDICO E INFORMATIVO DEL INSTITUTO NACIONAL DE REHABILITACIÓN, n 79.
- 8- Gonzalez Sanmamed A (2012) "Análisis de la marcha patológica en pacientes con enfermedad de Parkinson".
- 9- J. Venhovens, J Meultsse, B.R. Bloem, W. Verhagen, "Neurovestibular Dysfunction and Falls in Parkinson's Disease and Atypical Parkinsonism: A Prospective 1 Year Follow-Up Study", Front. Neurol., 29 October 2020.
- 10- K. Takakusaki, "Functional Neuroanatomy for Posture and Gait Control", J Mov Disord , Volume 10(1); 2017
- 11- Izquierdo, M.R (2007). " Estudio de los trastornos del equilibrio en pacientes con enfermedad de Parkinson, mediante la videonistagmografia, la craneocorpografia y la posturografia dinámica computerizada. Rehabilitacion vestibular y propuesta de una nueva clasificación del equilibrio en la enfermedad de Parkinson"
- 12- Lopez, P. Técnica de Frenkel para la prevención de riesgos de caídas en adultos mayores. Quito, 2020
- 13- Hernandez T S, Ventura R, Bravo Acosta T, Martin Cordero J, Cabrera M. Rehabilitacion en la enfermedad de Parkinson (2006). Archivos de Medicina.
- 14- Fernandez M,Arias P, Cudeiro F.J (2004) "Facilitación de la actividad motora por estímulos sensoriales en la enfermedad de Parkinson". REV NEUROL 2004; 39 (9): 841-847.
- 15- Gonçalves G, Pereira J (2013). "Trastorno de la marcha en la enfermedad de Parkinson: *freezing* y perspectivas actuales". Rev. Med. Chile Vol. 141 n 6.
- 16- Aleman, L O. Perez Fernandez N, Sanchez N (2003). "Rehabilitacion Vestibular".
- 17- García P.C, Álvarez Solís G.A, (2014) "La prueba de Romberg y Moritz Heinrich Romberg". Rev Mex Neuroci Enero-Febrero, 2014; 15(1): 31-35.
- 18- Flores.F, Rossi.A, Da Silva. P. "Avaliação do Equilíbrio Corporal na Doença de Parkinson" (2011)
- 19- Volpi. F, Navarro. F. "Um estudo de caso da reabilitação Vestibular em pacientes idosos com VPPB e doença de Parkinson associada". Fisioterapia em Movimento, Curitiba, v.19, n.2, p. 83-90, abr./jun., 2006
- 20- P.F.Smith, "Vestibular Functions and Parkinson's Disease", Front. Neurol., 11 December 2018.

- 21- H. Kataoka, Y. Okada, T. Kiriyaama, "Effect of galvanic vestibular stimulation on axial symptoms in Parkinson's disease", *Journal of Central Nervous System Disease*, February 24, 2022.
- 22- Ghulyvan V, Paolino M, Lopez C, Dumitrescu M, Lacour M. A new translational platform for evaluating aging or pathology-related postural disorders. *Acta Otolaryngol.* 2005;125(6): 607-17
- 23- Soto A, Labella T, Santos S, Del Río M, Lirola A, Cabanas E, Elhendi W. The usefulness of computerized dynamic posturography for the study of equilibrium in patients with Menière's disease: correlation with clinical and audiologic data. *Hear Res.* 2004;196: 26-32
- 24- Bartual Pastor J. Anatomía y fisiología del sistema vestibular periférico. En: Bartual Pastor J, Pérez Fernández N, editores. *El sistema vestibular y sus alteraciones*. Barcelona: ed. Masson; 1998. p. 21-52

ANEXOS

1- Ficha Evaluación de los pacientes.

Nombre:

Apellido:

Fecha de Nacimiento:

Tiempo de evolución de la enfermedad:

Antecedentes Patológicos:

¿Que tan frecuentes son las caídas?:

¿Cuántas caídas ha tenido en el último mes?:

Evaluación Vestibular: (marcar con un + si la prueba es compatible con disfunción vestibular o con un - si la prueba la realiza sin dificultad)

- Evaluación del VOR:
- Head Trust Test:
- Cancelación del VOR:
- Romberg:

Escalas: (introducir puntuación y su resultado)

- Mini Best Test:
- Modified Gait Abnormality Rating Scale (GARSM):

2- Mini Best Test

Mini-BESTest: Test de evaluación de los sistemas de equilibrio

| | | |
|----------------------------|-------|-------------|
| Nombre / código del sujeto | Fecha | Evaluador/a |
|----------------------------|-------|-------------|

ANTICIPATORIO

SUBPUNTUACIÓN: /6

1. SENTADO A DE PIE

Instrucción: "Cruce los brazos sobre el tórax". Intente no usar las manos salvo que lo necesite. No deje que sus piernas se apoyen contra el borde de la silla cuando esté de pie. Por favor, ahora póngase de pie.

- (2) Normal: Se pone de pie sin usar las manos y se estabiliza independientemente.
- (1) Moderado: Se pone de pie USANDO sus manos en el primer intento.
- (0) Grave: Incapaz de ponerse de pie desde la silla sin ayuda de un asistente O precisa de varios intentos con la ayuda de sus manos.

2. PONERSE DE PUNTILLAS

Instrucción: "Coloque sus pies separados a la anchura de los hombros. Coloque sus manos en sus caderas. Intente ponerse tan alto como pueda de puntillas. Contaré en voz alta hasta 3. Intente mantenerse en esa posición al menos 3 segundos. Mire al frente. Levante ahora."

- (2) Normal: Estable durante 3 segundos con la altura máxima.
- (1) Moderado: Levanta los talones, pero no con el rango máximo (más pequeño que cuando se sujeta con las manos) O notable inestabilidad durante 3 s.
- (0) Grave: < 3 s.

3. APOYO MONOPODAL

Instrucción: "Mire al frente. Mantenga las manos en sus caderas. Póngase a la pata coja (levantando su pierna hacia atrás). No toque con su pierna elevada la pierna de apoyo. Permanezca sobre la pierna tanto como pueda. Mire al frente. Levante ahora."

- | | | | |
|---|--------------------------------|---|--------------------------------|
| Izda: Tpo en s Prueba 1: <input type="text"/> | Prueba 2: <input type="text"/> | Dcha: Tpo en s Prueba 1: <input type="text"/> | Prueba 2: <input type="text"/> |
| <input type="checkbox"/> (2) Normal: 20 s | | <input type="checkbox"/> (2) Normal: 20 s | |
| <input type="checkbox"/> (1) Moderado: < 20 s | | <input type="checkbox"/> (1) Moderado: < 20 s | |
| <input type="checkbox"/> (0) Grave: incapaz | | <input type="checkbox"/> (0) Grave: incapaz | |

Para registrar cada lado por separado use la prueba de mayor duración. Para calcular la subpuntuación y la puntuación total use el lado [izdo o dcho] con la puntuación numérica más baja [el lado peor].

CONTROL POSTURAL REACTIVO

SUBPUNTUACIÓN: /6

4. CORRECCIÓN COMPENSATORIA CON UN PASO- HACIA DELANTE

Instrucción: "Coloque sus pies separados a la anchura de los hombros, brazos a los lados. Inclínese hacia delante apoyándose en mis manos más allá de sus límites anteriores. Cuando lo suelte haga lo que sea necesario, incluido dar un paso, para evitar una caída."

- (2) Normal: Recupera de forma independiente con un solo y gran paso (el segundo paso de realineación es permitido).
- (1) Moderado: usa más de un paso para recuperar el equilibrio.
- (0) Grave: sin paso O podría caer si no fuera cogido O cae de manera espontánea.

5. CORRECCIÓN COMPENSATORIA CON UN PASO- HACIA ATRÁS

Instrucción: "Coloque sus pies separados a la anchura de los hombros, brazos a los lados. Inclínese hacia atrás contra mis manos más allá de sus límites posteriores. Cuando lo suelte haga lo que sea necesario, incluido dar un paso, para evitar una caída."

- (2) Normal: Recupera de forma independiente con un solo y gran paso (el segundo paso de realineación es permitido).
- (1) Moderado: usa más de un paso para recuperar el equilibrio.
- (0) Grave: sin paso O podría caer si no fuera cogido O cae de manera espontánea.

6. CORRECCIÓN COMPENSATORIA CON UN PASO- LATERAL

Instrucción: "De pie con los pies juntos, brazos a los lados. Inclínese hacia mi mano más allá de sus límites laterales. Cuando lo suelte, haga lo que sea necesario, incluido dar un paso, para evitar una caída."

- | | |
|--|--|
| Izquierda | Derecha |
| <input type="checkbox"/> (2) Normal: recupera de forma independiente con un paso (cruza- do o lateral es correcto). | <input type="checkbox"/> (2) Normal: recupera de forma independiente con un paso (cruza- do o lateral es correcto). |
| <input type="checkbox"/> (1) Moderado: varios pasos para recuperar el equilibrio. | <input type="checkbox"/> (1) Moderado: varios pasos para recuperar el equilibrio. |
| <input type="checkbox"/> (0) Grave: caída o no puede dar el paso. | <input type="checkbox"/> (0) Grave: caída o no puede dar el paso. |

Use el lado con la puntuación más baja para calcular la subpuntuación y la puntuación total.

7. DE PIE (PIES JUNTOS); OJOS ABIERTOS, SUPERFICIE FIRME

Instrucción: "Coloque sus manos en sus caderas. Coloque sus pies juntos hasta que casi se toquen. Mire al frente. Permanezca tan estable como sea posible, hasta que yo diga que pare."

Tiempo en segundos:

- (2) Normal: 30 s.
 (1) Moderado: < 30 s.
 (0) Grave: incapaz.

8. DE PIE (PIES JUNTOS); OJOS CERRADOS, SUPERFICIE GOMAESPUMA

Instrucción: "Póngase en la gomaespuma. Coloque sus manos en las caderas. Coloque sus pies tan juntos que casi se toquen. Permanezca tan estable como sea posible, hasta que le diga que pare. Comenzaré a cronometrar cuando cierre sus ojos"

Tiempo en segundos:

- (2) Normal: 30 s.
 (1) Moderado: < 30 s.
 (0) Grave: incapaz.

9. INCLINADO- OJOS CERRADOS

Instrucción: "Sítuese en la rampa inclinada. Coloque los dedos de sus pies en la parte más elevada de la rampa. Coloque sus pies separados a la anchura de los hombros y sus brazos abajo a ambos lados del cuerpo. Comenzaré a cronometrar cuando cierre sus ojos."

Tiempo en segundos:

- (2) Normal: Bipedestación independiente 30 s y se alinea con la gravedad.
 (1) Moderado: Bipedestación independiente <30 s O se alinea con la superficie.
 (0) Grave: incapaz.

MARCHA DINÁMICA

SUBPUNTUACIÓN: /10

10. CAMBIO EN LA VELOCIDAD DE MARCHA

Instrucción: "Comience a caminar a su velocidad normal. Cuando le diga "más rápido", camine tan rápido como pueda. Cuando le diga "lento", camine muy lentamente."

- (2) Normal: Cambios significativos en la velocidad de marcha sin desequilibrio.
 (1) Moderado: Incapaz de cambiar la velocidad de marcha o signos de desequilibrio.
 (0) Grave: Incapaz de realizar cambios significativos en la velocidad de marcha Y signos de desequilibrio.

11. CAMINAR CON GIROS DE CABEZA – HORIZONTAL

Instrucción: "Comience caminando a su velocidad habitual. Cuando le diga "derecha", gire su cabeza y mire hacia la derecha. Cuando le diga "izquierda", gire su cabeza y mire hacia la izquierda. Intente mantenerse caminando en línea recta".

- (2) Normal: realiza los giros de cabeza sin cambios en la velocidad de marcha y con buen equilibrio.
 (1) Moderado: realiza giros de cabeza con disminución de la velocidad de marcha.
 (0) Grave: realiza giros de cabeza con desequilibrio.

12. CAMINAR CON GIROS DE PIVOTE

Instrucción: "Comience caminando a su velocidad habitual. Cuando le diga "gire y pare", dé la vuelta tan rápido como pueda y pare. Después del giro sus pies deben estar próximos."

- (2) Normal: gira con los pies próximos RÁPIDO (< 3 pasos) con buen equilibrio.
 (1) Moderado: Gira con los pies próximos DESPACIO (>4 pasos) con buen equilibrio.
 (0) Grave: No puede girar con los pies próximos a ninguna velocidad sin desequilibrio.

13. PASO POR ENCIMA DE OBSTÁCULOS

Instrucción: "Comience caminando a su velocidad habitual. Cuando le diga "a la caja", pase por encima de ella, no alrededor y siga caminando".

- (2) Normal: Capaz de pasar por encima de la caja con cambio mínimo en la velocidad de marcha y con buen equilibrio.
 (1) Moderado: Pasos por encima de la caja pero la toca O lo hace con prudencia enlenteciendo la marcha.
 (0) Grave: Incapaz de pasar por encima de la caja O pasos alrededor de la caja.

14. TEST UP & GO (TUG) (en español: "LEVANTARSE E IR") CRONOMETRADO CON DOBLE TAREA (MARCHA 3 METROS)

Instrucción TUG: "Cuando le diga "vaya", levántese de la silla, camine a su velocidad normal cruzando la cinta del suelo, dé la vuelta y siéntese en la silla".

Instrucción TUG con doble tarea: "Cuenta hacia atrás de 3 en 3 comenzando en Cuando le diga "vaya", levántese de la silla, camine a su velocidad normal cruzando la cinta del suelo, dé la vuelta y siéntese en la silla. Continúe contando hacia atrás todo el tiempo."

TUG: segundos

TUG doble tarea: segundos

- (2) Normal: Sin cambios reseñables en sentarse, ponerse de pie o caminar mientras cuenta hacia atrás comparado con el TUG sin doble tarea.
 (1) Moderado: La tarea dual afecta al contar O al caminar (>10%) comparado con el TUG sin doble tarea.
 (0) Grave: Para de contar mientras camina O para de caminar mientras cuenta.

Cuando puntúe el ítem 14, si la velocidad del sujeto se enlentece más del 10% entre el TUG sin y con tarea dual, la puntuación debería disminuir en un punto.

PUNTUACIÓN TOTAL: /28

Instrucciones para el Mini-BESTest

Condiciones del sujeto: el sujeto debería ser valorado con zapatos planos O sin zapatos ni calcetines.

Equipamiento: Gomaespuma Temper® (también llamada T-foam™ de 10 cm de grosor, densidad media (T41, clasificación de firmeza), silla sin reposabrazos o ruedas, rampa inclinada, cronómetro, una caja (de 23 cm altura) y una marca con cinta adhesiva a 3 metros de distancia de la silla, pegada en el suelo.

Puntuación: El test tiene una puntuación máxima de **28 puntos para 14 ítems**, valorados cada uno de ellos de 0 a 2.

"0" indica el nivel de función más bajo y "2" el nivel de función más alto.

Si un sujeto necesita asistencia para un ítem, puntúe ese ítem una categoría más baja. Si un sujeto requiere asistencia física para realizar el ítem, puntúe "0" para ese ítem.

Para el ítem 3 (de pie en una pierna) e ítem 6 (paso compensatorio-lateral) sólo se incluye la puntuación para un lado (la peor puntuación). Para el ítem 3 (de pie en una pierna) seleccione el mejor tiempo de los dos registros (para un lado) para la puntuación.

Para el ítem 14 (Test Up & Go cronometrado con doble tarea) si la persona camina lentamente más de un 10% entre el TUG sin y con doble tarea, entonces la puntuación debe disminuir en un punto.

| | |
|--|--|
| 1.SENTADO A DE PIE | Anote el inicio del movimiento y el uso de las manos del sujeto en la silla, los muslos o el empuje de los brazos hacia delante. |
| 2.PONERSE DE PUNTILLAS | Permita al sujeto dos intentos. Puntúe el mejor de ellos. (Si sospecha que el sujeto consigue menos que la máxima altura, pídale alzarse mientras coge las manos del examinador). Asegúrese de que el sujeto mira a un objetivo fijo situado a 1 - 4 m por delante. |
| 3.MANTENERSE EN UNA PIERNA | Permita al sujeto dos intentos y registre los tiempos. Registre el número de segundos que el sujeto puede sostenerse, hasta un máximo de 20 s. Pare el tiempo cuando el sujeto mueva las manos de sus caderas o ponga un pie abajo. Asegúrese de que el sujeto mira a un objetivo fijo situado a 1 - 4 m por delante. Repita del otro lado. |
| 4.CORRECCIÓN COMPENSATORIA CON UN PASO-HACIA DELANTE | Sitúese delante del paciente con una mano en cada hombro y pídale inclinarse hacia delante. (Asegúrese de que haya espacio libre para dar un paso). Solicite al sujeto que se incline hasta que sus hombros y caderas estén frente a los dedos de los pies. Después de que sienta el peso del sujeto en sus manos, bruscamente quite su apoyo. El test debe producir un paso. NOTA: esté preparado para coger al sujeto. |
| 5.CORRECCIÓN COMPENSATORIA CON UN PASO-HACIA ATRÁS | Sitúese por detrás del paciente con una mano en cada escápula y pídale inclinarse hacia atrás (Asegúrese de que hay espacio libre para dar un paso atrás.) Pida al paciente que se incline hasta que sus hombros y caderas estén por detrás de sus talones. Después de que sienta el peso del sujeto en sus manos, bruscamente quite su apoyo. El test debe producir un paso. NOTA: esté preparado para coger al sujeto. |
| 6.CORRECCIÓN COMPENSATORIA CON UN PASO-LATERAL | Sitúese de lado al sujeto, coloque sus manos en la hemipelvis homolateral del sujeto. Pídale que se incline hasta que la línea media de la pelvis esté por encima del pie dcho (o izdo) y después quite bruscamente su apoyo. NOTA: esté preparado para coger al sujeto. |
| 7.DE PIE (PIES JUNTOS), OJOS ABIERTOS, SUPERFICIE FIRME | Registre el tiempo que el sujeto es capaz de estar de pie con los pies juntos hasta un máximo de 30 segundos. Asegúrese de que el sujeto mira a un objetivo fijo situado a 1 - 4 m por delante. |
| 8.DE PIE (PIES JUNTOS), OJOS CERRADOS, SUPERFICIE GOMAESPUMA | Use una gomaespuma de densidad media tipo Tempur® de 10 cm de grosor. Asista al sujeto para colocarse sobre ella. Registre el tiempo que el sujeto ha sido capaz de estar en esa condición hasta un máximo de 30 segundos. Entre los dos intentos el sujeto se coloca fuera de la gomaespuma. Dé la vuelta a la gomaespuma entre registros para que el material recupere su forma original. |
| 9.INCLINADO OJOS CERRADOS | Ayude al sujeto en la rampa. Una vez que haya cerrado los ojos, comience a contar el tiempo y regístrelo. Anote si hay una oscilación excesiva. |
| 10.CAMBIOS EN LA VELOCIDAD | Permita al paciente dar entre 3 y 5 pasos a una velocidad normal y después diga "rápido". Después de 3-5 pasos rápidos, diga "despacio". Permita de 3 a 5 pasos antes de que el sujeto pare de caminar. |
| 11. CAMINAR CON GIROS DE CABELLA - HORIZONTAL | Permita al sujeto alcanzar su velocidad normal y dé las órdenes "dcha, izda" cada 3-5 pasos. Registre si ve algún problema en cualquier dirección. Si el sujeto tiene limitaciones cervicales, permita movimientos combinados de cabeza y tronco. |
| 12.CAMINAR CON GIROS DE PIVOTE | Muestre un giro de pivote. Una vez que el sujeto camine a velocidad normal, diga "gire y pare." Cuente el número de pasos para "girar" hasta que el sujeto esté estable. El desequilibrio puede evidenciarse por una bipedestación con una base amplia, pasos extra o movimiento del tronco. |
| 13. PASO POR ENCIMA DE OBSTÁCULOS | Coloque dos cajas de zapatos encintadas juntas (de 23 cm de altura cada una de ellas) a 3 metros de donde el sujeto comenzará a caminar. |
| 14. TEST UP & GO CRONOMETRADO CON DOBLE TAREA | Use el TUG cronometrado para determinar los efectos de la tarea dual. El sujeto debe caminar una distancia de 3 metros. TUG: El sujeto ha de estar sentado con su espalda en contacto con el respaldo. Se le cronometrará desde el momento en el que diga "vaya" hasta que vuelva a sentarse. Pare el tiempo cuando las nalgas del sujeto estén en el asiento y su espalda contra el respaldo. La silla debe ser firme sin reposabrazos. TUG con doble tarea: Mientras esté sentado estime cómo de rápido y seguro el sujeto puede contar hacia atrás de 3 en 3 comenzando en un número entre 100-90. Después, pida al sujeto que cuente desde un número diferente y tras varios números diga "vamos". Registre el tiempo desde que dice "vamos" hasta que el sujeto vuelva a la posición sentada. Puntúe la tarea dual que afecta al contar o al caminar si la velocidad de marcha se enlentece (>10%) con respecto al TUG y /o nuevos signos de desequilibrio. |

© 2005-2013 Oregon Health & Science University. Reservados todos los derechos.

En la traducción y adaptación han participado: Dominguez-Olivan, P. Serrano-Del-Rio, P. Fernandez-Simon, F. Fisioterapeutas del Hospital Universitario Miguel Servet de Zaragoza (España). Bengoetxea, A. Fisioterapeuta. Université Libre de Bruxelles. Bolea-Moll, D. Traductor e intérprete. Traducción aprobada por F. Horak en 2017.

Appendix.Modified Gait Abnormality Rating Scale (GARS-M)^a

1. Variability—a measure of inconsistency and arrhythmicity of stepping and/or arm movements
 - 0 = fluid and predictably paced limb movements
 - 1 = occasional interruptions (changes in speed) approximately 25% of the time
 - 2 = unpredictability of rhythm approximately 25%–75% of the time
 - 3 = random timing of limb movements
2. Guardedness—hesitancy, slowness, diminished propulsion, and lack of commitment in stepping and arm swing
 - 0 = good forward momentum and lack of apprehension in propulsion
 - 1 = center of gravity of head, arms, and trunk (HAT) projects only slightly in front of push-off, but still good arm-leg coordination
 - 2 = HAT held over anterior aspect of foot and some moderate loss of smooth reciprocation
 - 3 = HAT held over rear aspect of stance-phase foot and great tentativeness in stepping
3. Staggering—sudden and unexpected laterally directed partial losses of balance
 - 0 = no losses of balance to side
 - 1 = a single lurch to side
 - 2 = two lurches to side
 - 3 = three or more lurches to side
4. Foot contact—the degree to which heel strikes the ground before the forefoot
 - 0 = very obvious angle of impact of heel on ground
 - 1 = barely visible contact of heel before forefoot
 - 2 = entire foot lands flat on ground
 - 3 = anterior aspect of foot strikes ground before heel
5. Hip ROM—the degree of loss of hip range of motion seen during a gait cycle
 - 0 = obvious angulation of thigh backward during double support (10°)
 - 1 = just barely visible angulation backward from vertical
 - 2 = thigh in line with vertical projection from ground
 - 3 = thigh angled forward from vertical at maximum posterior excursion
6. Shoulder extension—a measure of the decrease of shoulder range of motion
 - 0 = clearly seen movement of upper arm anterior (15°) and posterior (20°) to vertical axis of trunk
 - 1 = shoulder flexes slightly anterior to vertical axis
 - 2 = shoulder comes only to vertical axis or slightly posterior to it during flexion
 - 3 = shoulder stays well behind vertical axis during entire excursion
7. Arm–heel-strike synchrony—the extent to which the contralateral movements of an arm and leg are out of phase
 - 0 = good temporal conjunction of arm and contralateral leg at apex of shoulder and hip excursions all of the time
 - 1 = arm and leg slightly out of phase 25% of the time
 - 2 = arm and leg moderately out of phase 25%–50% of the time
 - 3 = little or no temporal coherence of arm and leg