

Rehabilitación vestibular

O. Alemán López¹, N. Pérez Fernández², N. Sánchez²

Departamento de Otorrinolaringología. ¹Hospital General de Elda. Alicante. ²Clínica Universitaria Facultad de Medicina. Universidad de Navarra

Correspondencia:

Dr. N. Pérez

Dpto de ORL

Clínica Universitaria de Navarra

Avda. Pío XII, 36

31008 Pamplona

(nperezfer@unav.es)

Resumen

La rehabilitación vestibular es una de las modalidades terapéuticas más importantes de los pacientes con inestabilidad crónica. Se fundamenta en el fenómeno fisiológico de compensación vestibular e intenta mimetizar sus procesos. La instauración de cualquier modalidad de programa debe por tanto basarse, en primer lugar, en un adecuado diagnóstico del estado del paciente y teniendo en cuenta la participación de cada uno de los sistemas que participan en el mantenimiento del equilibrio: vestibular, visual y propioceptivo. Las deficiencias o la utilización inadecuada de cada uno de ellos puede ser corregida realizando ejercicios especialmente diseñados durante un corto período de tiempo.

Palabras clave: Inestabilidad. Posturografía dinámica. Habitación. Sustitución.

Compensación vestibular

La compensación vestibular hace referencia al estado funcional o situación clínica a la que llega o en la que se encuentra un paciente después de haber sufrido una lesión vestibular. Es también el término con el que nos referimos al conjunto de procesos centrales que se ponen en marcha, inmediatamente después de una lesión vestibular unilateral o bilateral y cuyo objeto es la recuperación funcional del equilibrio. La compensación vestibular, como proceso, supone una reorganización anatómica y funcional del sistema vestibular y de las áreas cerebrales conectadas a él, y tiene como base las estrategias implicadas en el desarrollo ontogenético del sistema general del equilibrio, que utilizan los sistemas vestibular, visual y propioceptivo. No es una restauración completa y perfecta del comportamiento motor y de las capacidades perceptivas previas al daño vestibular; tiene que ver con la capacidad que posee el Sistema Nervioso Central (SNC) para procesar información proveniente de un sistema sensorial deficitario y responder adecuadamente a los requerimientos que continuamente genera el mantenimiento del equilibrio¹.

La compensación del síndrome óculo-motor estático es completa y rápida, fundamentalmente en presencia de información visual. No se obtiene una compensación adecuada y permanente del componente dinámico del síndrome oculomotor a

Summary

Vestibular rehabilitation is one of the most important therapeutic alternatives available to patients with chronic instability. It is based on the physiological phenomenon of vestibular compensation and attempts to mimic these processes. Therefore, the installation of any such program should, in the first place, be based on the adequate diagnosis of the state of the patient, taking into account the participation of each of the systems that participate in maintaining equilibrium: the vestibular, visual and proprioceptive systems. A deficiency, or the inadequate use of any one of these, can be corrected by performing specially designed exercises during a short period of time.

Key words: Instability. Dynamic Posturography. Habituation. Substitution.

pesar de la correcta integración de la información visual y somatosensorial. Las características de reorganización de redes de neuronas intervestibulares hace a este proceso dependiente de la información vestibular originada en el lado sano. Puede llegar a lograrse una compensación adecuada sobre todo si se produce una perfecta y completa integración de información visual y propioceptiva².

Desde el punto de vista anatómico y funcional la base de la compensación del componente estático del síndrome vestibular es la reaparición de actividad espontánea en las neuronas del núcleo vestibular desaferentizado. La recuperación de la actividad basal de descarga en las neuronas del núcleo desaferentizado ocurre horas después de la lesión y depende de varios factores. Debemos tener en cuenta la *forma de instauración de la lesión*. En líneas generales los conceptos que vamos a tratar en este capítulo tienen relación con el proceso de compensación que ocurre después de una lesión aguda unilateral y completa como ocurre después de una neuritis vestibular o en el postoperatorio de una laberintectomía o neurectomía. Otros procesos que comparten con los anteriores su persistencia aunque sean de instauración lenta (neurinoma del acústico) o, totalmente diferentes como aquellos transitorios con recuperación en crisis (tipo Enfermedad de Meniere) o lisis, inducen un proceso de compensación diferente y variable menos conocido y estudiado³. La *interacción sensorial* resulta muy importante

en el proceso de compensación y es común que en los pacientes que no llegan a obtener una situación clínica adecuada, podamos documentar algún tipo de alteración en los otros sistemas de utilidad para el mantenimiento del equilibrio. La influencia de la visión es muy relevante en la compensación de los síntomas dinámicos mientras que lo es menos para los estáticos que incluso llegan a ser compensados en animales decorticados y, tiene que ver con la elaboración de una imagen interna o copia eferente con la que comparar y corregir la situación actual, de tal manera que dicha corrección termina cuando se llega al nivel adecuado o aceptable de error retinal⁴.

Los procesos fisiológicos que intervienen en el proceso de compensación son variados y no se quedan en una mejoría de la eficiencia sináptica. Es necesaria la existencia de mecanismos de sumación temporal y facilitación, la organización y puesta en marcha de redes neurales capaces de amplificar la respuesta sináptica (potenciada o deprimida) siguiendo un mecanismo de retroalimentación similar al de almacenamiento de velocidad y, son precisos cambios en la dinámica de procesamiento celular de la información aferente capaz de convertir la corriente sináptica en trenes de potencial de acción. La glía, por su función de protección y soporte para las células nerviosas debe estar implicada en el proceso de compensación. De sus funciones, la de absorción activa de neurotransmisores en la sinapsis limitando su duración de acción, resulta de gran interés.

La región susceptible de acoger los cambios morfofuncionales antes referidos parece ser en el tronco del encéfalo la segunda neurona del tipo FTN (*floccular target neuron*) aunque el porcentaje de cambio en la respuesta de las neuronas FTN es mayor que el cambio comportamental. La reducción de la ganancia del reflejo véstibulo-oculomotor (RVO) provoca un cambio en la dirección de la respuesta de las neuronas FTN de tal manera que presentan un incremento en la descarga con los giros hacia el lado contrario en lugar de hacerlo con los giros hacia el lado en el que se sitúan en el tronco. En estas condiciones las neuronas PVP (*position-velocity-pause*) apenas muestran cambios y, estos suceden por causa de la interacción de los parámetros oculares de velocidad y posición⁵. Durante el proceso de compensación, en el flóculo y paraflóculo ventral, se producen cambios funcionales significativos simultáneos a las modificaciones de la ganancia del RVO, así como cambios de la respuesta evocada durante la estimulación vestibular.

Desde el punto de vista molecular existen numerosos datos acerca de la función e implicación de diversos neurotransmisores. En estos trabajos se aprecian diferencias evidentes en el método de trabajo y entre las especies utilizadas que impiden comparar los resultados adecuadamente.

La base de la *especificidad del contexto* que tiene el proceso de compensación surge de los trabajos experimentales en los que se observa que los gatos pueden ser entrenados para reajustar el RVO (angular según un eje vertical) en un sentido, cuando la cabeza está orientada respecto de la gravedad en una determinada posición y en otro sentido, modificando la posición de la cabeza respecto de la gravedad. Así pues aunque el patrón de activación en el conducto semicircular es el mismo, la influencia estatolítica determina la respuesta central⁶. Si bien el error retinal (desplazamiento de imágenes en la retina) que se produce durante la deambulación es una de las señales básicas para la puesta en marcha del fenómeno de adaptación, el siste-

ma nervioso central no puede descifrar el origen y significado del mismo. En el caso antes expuesto la clave contextual que nos manifiesta la especificidad del proceso de compensación es vestibular pero también puede ser no-vestibular, como ocurre con la adaptación específica de la posición del ojo en la órbita⁷. La adaptación puede ser incluso específica para cierta frecuencia sin interactuar con otras, todo lo cual nos dá la medida de la gran flexibilidad del proceso de adaptación⁸.

Rehabilitación vestibular

La rehabilitación vestibular hace referencia al conjunto de actividades indicadas al paciente con el objeto de promover la compensación vestibular y reducir así los síntomas derivados de una lesión vestibular.

El concepto actual de rehabilitación vestibular surge de los avances en el conocimiento de los mecanismos neurales que intervienen en los procesos de compensación desarrollados en la primera parte de este capítulo (Tabla 1). A pesar de que en la mayor parte de los casos la compensación suele ocurrir de manera espontánea y rápida, en muchos otros, los síntomas de disfunción vestibular son persistentes, siendo estos últimos los pacientes candidatos a ser incluidos en un programa de rehabilitación vestibular.

Si bien es cierto que los conceptos iniciales de rehabilitación vestibular se establecen en la década de los 40 con los trabajos de Cawthorne⁹ y Cooksey¹⁰, los recientes avances en el conocimiento de la fisiopatología de la disfunción vestibular, y los nuevos medios de evaluación clínica, vestibular y postural, han introducido el concepto de "programa ajustado" de rehabilitación vestibular, que consiste en un plan de rehabilitación individualizado para cada caso. Estos programas comprenden una serie de etapas perfectamente estructuradas que incluyen, desde la evaluación clínica inicial con el fin de establecer la localización de la lesión, su causa, y el grado de déficit que origina, hasta la determinación de la situación general del paciente y de su capacidad funcional, así como de sus necesidades, dudas y expectativas.

Técnicas de rehabilitación

Desde que se postuló la rehabilitación como herramienta en el tratamiento de la disfunción vestibular en la década de los 40, se han propuesto varias técnicas que difieren, sobre todo, en el aspecto fisiopatológico hacia el cual están enfocadas. Dado que la mayoría de los pacientes con déficit vestibular mal compensado presentan múltiples factores que condicionan esta situación, especialmente cuando se trata de personas de edad avanzada, es necesario recalcar que los distintos protocolos de rehabilitación son a menudo complementarios y en absoluto excluyentes (Tabla 2).

Habitación específica. Ejercicios de habitación

Constituyen la primera técnica de rehabilitación vestibular formalmente descrita, y fueron introducidos por Cawthorne y Cooksey. Posteriormente, Norre y De Weerdts han contribuido a su sistematización realizando notables modificaciones¹¹ y publicando series en las que demuestran su eficacia¹². El principio de esta técnica se basa en la realización de una serie de ejercicios o movimientos cuya finalidad es desencadenar el cuadro de

vértigo que afecta al paciente, hasta que a través de la habituación se consiga la adaptación. Su fundamento radica en la existencia de un conflicto sensorial derivado de la falta de congruencia en la información que llega por la vía vestibular, visual o propioceptiva, y que se manifiesta como un cuadro vertiginoso en una situación determinada, por ejemplo un cambio de postura o un giro cefálico. Mediante la repetición frecuente de la circunstancia desencadenante, se logra la habituación a la sensación vertiginosa, hasta que finalmente esta no ocurre. Este proceso es un genuino fenómeno de habituación que tiene lugar en el sistema nervioso central, basado en la repetición de señales erróneas, hasta que conforman una nueva "imagen central" del resultado de la estimulación vestibular después de la maniobra, y que por tanto no se mostrará discordante con la información periférica futura.

Estos ejercicios se han aplicado tanto a pacientes con disfunción vestibular periférica unilateral como a pacientes afectados de VPPB, aunque para estos últimos se han desarrollado estrategias más específicas como las vistas ya en el capítulo correspondiente.

Quizás el mayor inconveniente de este tipo de ejercicios es su naturaleza genérica, que se contrapone en cierta medida a las tendencias actuales de prescribir programas de rehabilitación perfectamente ajustados a cada caso individual. Existe un segundo aspecto que debemos considerar cuando un paciente debe realizar repetidas veces una maniobra para lograr una mejoría clínica estable. Tiene que ver con la aparición de fenómenos de sustitución funcional, en este caso visual y propioceptivo, así como con el favorecimiento de ciertas estrategias sustitutivas cervicales, que ocurrirán de forma irremediable por un simple proceso de aprendizaje. Es preciso tener en cuenta también la capacidad predictiva del sujeto que es capaz de modificar a voluntad ciertos comportamientos de apariencia refleja exclusivamente.

Actividades para Estabilizar la Mirada

Constituyen un escalón más avanzado en los programas de rehabilitación vestibular, pues además de contemplar los ejercicios de habituación, hacen hincapié en actividades tendentes a fomentar la capacidad adaptativa del sistema vestibular, para propiciar la recuperación de las respuestas dinámicas vestibulo-oculares. Estos programas tienen varias características en común (Tabla 3). Las actividades son planificadas de manera individual, de acuerdo con los resultados de la evaluación inicial del paciente, hacen especial énfasis en fomentar los mecanismos de adaptación vestibular mediante estímulos visuales y movimientos oculares, y son programas estructurados y sistematizados, con actividades escalonadas de complejidad creciente. Además contemplan en su estructura y desarrollo escalas de valoración objetiva de los resultados^{13,14}.

Otra de las formas de rehabilitación incluidas dentro del grupo de técnicas que incrementan la ganancia del reflejo vestibulo-ocular es la que se realiza mediante la estimulación optocinética repetida. Se efectúa mediante la utilización de un generador de estímulo optocinético con una velocidad angular de 40°, que proyecta en una habitación puntos luminosos con una frecuencia de 5,55 Hz. El fundamento de este sistema parte del hecho de que en una lesión unilateral del sistema vestibular, cuando el estímulo optocinético se dirige hacia el lado sano, se produce una oscilación corporal hacia ese lado.

Tabla 1. Mecanismos Compensatorios^a

1. Restitución
2. Adaptación
Cambio en la ganancia del RVO
3. Sustitución
Mecanismos sensoriales
Respuestas motoras alternativas
Estrategias de predicción/anticipación

Tabla 2. Elementos Principales de un Programa de Rehabilitación Vestibular

1. Ejercicios de habituación
2. Incremento de RVO y estabilización de la mirada
3. Control postural
4. Acondicionamiento del estado general

Tabla 3. Características de un Programa estructurado de Rehabilitación Vestibular

1. Las actividades se estructuran de forma escalonada
2. La complejidad de los ejercicios se incrementan progresivamente
3. Contemplan actividades en cada uno de los cuatro componentes de un programa de rehabilitación
4. Integran actividades de la vida cotidiana del paciente en el plan de rehabilitación
5. Son flexibles
6. Incorporan su propia herramienta de evaluación

Este fenómeno se genera porque la fase lenta del nistagmus optocinético es pequeña e irregular (en contra de la fase lenta del nistagmus espontáneo), por lo que el "retinal slip" aumenta. Esto se traduce en oscilaciones corporales probablemente generadas por las proyecciones cervico-oculares y actividad muscular postural. Según sus autores, el entrenamiento repetido produce un aumento en la amplitud del nistagmus optocinético y una recuperación de la simetría entre ambos reflejos vestibulo-oculares, con la consiguiente disminución del "retinal slip" y de la oscilación corporal. Esta recuperación ha sido comprobada mediante estudio electronistagmográfico y posturografía dinámica computarizada¹⁵, sin embargo, no existen estudios amplios y contrastados que confirmen estos resultados, y en la valoración de este método es preciso tener en cuenta que los cambios persistentes en la adaptación vestibular requieren tiempo, que la adaptación vestibular es específica del contexto y que probablemente sea necesaria la estimulación dentro de un rango amplio de frecuencias para incrementar la efectividad del procedimiento.

Su utilidad para nosotros tiene más que ver con la posibilidad de reducir o habituar al paciente a la fuerte dependencia

visual que puede ocurrir tras un daño vestibular y que puede ser causa de un importante deterioro funcional¹⁶.

Ejercicios de control postural

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 posturales que es preciso determinar en la evaluación inicial del paciente, para proceder a su rehabilitación.

La evaluación del equilibrio y sus límites de estabilidad comprende métodos clínicos para determinar el equilibrio estático, como el test de Romberg o la prueba de equilibrio unipodal y pruebas específicas para evaluar el equilibrio dinámico, como el test de Tinetti o el test "get up and go"¹⁷.

A partir de los años 80, entran en escena las plataformas dinamométricas, de las cuales la que ha tenido mayor difusión es la Posturografía Dinámica Computarizada¹⁸. Esta plataforma constituye un método cuantitativo de evaluar el equilibrio tanto estático como dinámico bajo una serie de situaciones de complejidad creciente, estableciendo la capacidad para utilizar las aferencias sensoriales, de forma individual y conjunta, para el mantenimiento del equilibrio y la postura. La información que la posturografía aporta referente al grado de disfunción, patrón de déficit sensorial, desplazamiento del centro de gravedad, estrategia de equilibrio utilizada y distribución del peso corporal en miembros inferiores, permite diseñar ejercicios individuales y programas de entrenamiento encaminados a compensar deficiencias posturales, a través de técnicas de retroalimentación que consigan corregir la utilización inadecuada de sistemas sensoriales y el desplazamiento del centro de gravedad.

Asimismo es posible desarrollar la sensibilidad al equilibrio y ampliar los límites de estabilidad. El programa de rehabilitación de la Posturografía Dinámica Computarizada permite esta-

blecer los límites de estabilidad, el desplazamiento y trayectoria seguida por el centro de gravedad, así como determinar el tiempo que tarda el paciente en iniciar el movimiento y en mover el centro de gravedad de un punto a otro. También es posible determinar los errores que se producen en dirección y distancia respecto al objetivo a alcanzar.

Con estos datos se puede establecer un programa de entrenamiento sensorimotor, configurando ejercicios orientados a estimular sistemas sensoriales deficitarios, o a potenciar el uso compensatorio de sistemas alternativos; también pueden diseñarse ejercicios para corregir el desplazamiento del centro de gravedad o para fomentar una estrategia de equilibrio determinada, mediante técnicas de retroalimentación que proporcionen al paciente la información necesaria para hacer las modificaciones pertinentes. Estos programas pueden elaborarse combinando los movimientos de la plataforma y del entorno de acuerdo con las necesidades del caso, incrementando progresivamente la dificultad del ejercicio a medida que los resultados mejoran.

Existen múltiples trabajos que demuestran la efectividad de las plataformas dinámicas en la rehabilitación de los distintos trastornos del equilibrio. La posturografía probablemente sea el sistema que nos permita realizar la valoración más objetiva de la situación funcional del paciente, y la mejor herramienta para monitorizar su evolución. Sin embargo, insistimos de nuevo en que la rehabilitación es un proceso específico del contexto donde se desarrolla. Por satisfactorios que puedan parecer los resultados de la rehabilitación mediante el posturografo, deben completarse con ejercicios que tengan en cuenta las condiciones particulares naturales en las que se desenvuelve el paciente. Es importante considerar que muchas de las mejoras en la realización de determinados ejercicios, pueden ser resultado del entrenamiento de esa actividad concreta, más que de un proceso central de compensación.

Actividades de acondicionamiento del estado general

La situación general del paciente puede ser un importante factor restrictivo para el desarrollo de los diferentes programas de rehabilitación y especialmente cuando se trata de pacientes de edad avanzada.

En el caso de personas con limitaciones físicas notables, el primer paso consiste en procurar mejorar su autonomía para la práctica del ejercicio físico, mediante la realización de ejercicios de desplazamiento rápido, marcha con obstáculos, cambios rápidos de posición sentado-de pie y ascenso-descenso de escalones. También es conveniente la práctica de ejercicios de poca intensidad que favorezcan el tono muscular. El siguiente paso es la deambulación en ambientes naturales, espacios abiertos y lugares concurridos, como las grandes superficies comerciales. Estos ejercicios pueden combinarse con un programa de "actividades cotidianas" que deben de ser aprovechadas para generar estímulos que fomenten la compensación¹⁹.

Finalmente, y en la medida en que la situación del paciente haya mejorado, se prescribirá un programa de reforzamiento muscular que podrá incluir ejercicios de natación, ejercicios de estiramiento, gimnasia de mantenimiento u otras actividades o deportes más específicos que el tenis o el frontón.

Con estas acciones se pretende no solo contribuir a mejorar la situación de equilibrio del sujeto, sino también ayudar al mantenimiento del grado de compensación alcanzado y a mejorar su estado anímico y físico en general.

Tabla 4. Mecanismos Compensatorios Utilizados en el Déficit Vestibular Bilateral

1. Potenciación del reflejo cérvico-ocular
2. Utilización de movimientos sacádicos sustitutorios y correctivos
3. Potenciación del sistema de seguimiento
4. Estimulación de otros mecanismos sensoriales
5. Empleo de estrategias de predicción/anticipación

Indicaciones²⁰⁻²²

Lesiones vestibulares agudas

En éstas es primordial iniciar el plan de rehabilitación vestibular inmediatamente al desarrollo de la lesión. Esto está basado en estudios en los cuales se aprecia un retraso en la recuperación del RVO en los animales a los que inmediatamente a la realización de una laberintectomía se les mantiene sin estimulación visual. Además, el inicio de la recuperación postural está retardada y el curso de dicha recuperación es prolongada cuando la actividad motora está restringida. Experimentalmente, sabemos que la sustitución del RVO puede ser inducida después de una laberintectomía unilateral tan pronto como en el tercer día postquirúrgico.

- Post-operatorio de cualquier cirugía vestibular otológica o neuroquirúrgica en la que se produce una inestabilidad residual.
- Pacientes tratados con Gentamicina en aplicación intratimpánica por enfermedad de Ménière con inestabilidad residual
- Pacientes con síndrome vestibular bilateral de origen ototóxico. Se incluyen todos aquellos pacientes que están en tratamiento antibiótico (Gentamicina, Estreptomina) o quimioterápico y que manifiestan alteraciones en el equilibrio. Estos pacientes pueden iniciar un programa de rehabilitación mientras mantienen el tratamiento²³.

Lesiones vestibulares crónicas

Si bien estos pacientes no presentan habitualmente síntomas de vértigo, náuseas y vómitos, frecuentemente presentan una limitación significativa de sus movimientos o al menos de los movimientos cefálicos. Esto es debido a que están poniendo en juego el sistema vestibular y manifestando la lesión con el déficit que padecen.

- Pacientes con síndrome vestibular bilateral con oscilopsia y/o ataxia.
- Inestabilidad crónica origen mixto vestibular (central/periférico). Inestabilidad crónica asociada al VPPB, a la fase terminal de la Enfermedad de Ménière, a la neuritis vestibular descompensada de manera intermitente o crónica y al vértigo postraumático²⁴.
- Los trastornos del equilibrio en el anciano representan una porción sensible de pacientes en los que la rehabilitación vestibular es una medida de tratamiento especialmente útil tanto para lograr un buen equilibrio y prevenir caídas.

Bibliografía

- Lisberger SG. Motor learning and memory in the Vestibulo-Ocular reflex: the dark side. En: Highstein SM, Cohen B, Büttner-Ennever JA (eds). New directions in Vestibular research. *Ann N Y Acad Sci* 1996; 781:525-31.
- Halmagyi GM, Curthoys IS, Cremer PD, et al. The human horizontal vestibulo-ocular reflex in response to high-acceleration stimulation before and after unilateral vestibular neurectomy. *Exp Brain Res* 1990; 81: 479-90.
- Lisberger SG. Physiologic basis for motor learning in the vestibulo-ocular reflex. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1998; 119:43-8.
- Robinson DA. Is the oculomotor system a cartoon of motor control? *Prog Brain Res* 1986;64:411-7.
- Lisberger SG, Pavelko TA, Broussard DM. Neural basis for motor learning in the vestibulo-ocular reflex of primates. I. Changes in the responses of brainstem neurons. *J Neurophysiol* 1994;72: 928-53.
- Shelhamer M, Robinson DA, Tan HS. Context-specific adaptation of the gain of the vestibulo-ocular reflex in humans. *J Vest Res* 1992;2:89-96.
- Kramer P, Shelhamer M, Zee DS. Short-term vestibulo-ocular adaptation: influence of context. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1998;119:60-4.
- Zee DS. Vestibular Adaptation. En: Herdman SJ. ed. *Vestibular Rehabilitation*. Philadelphia: F.A. Davis Company, 1994;68-78.
- Cawthorne T. The physiological basis for head exercises. *J Chart Soc Physiother* 1944;30:106-7.
- Cooksey FS. Rehabilitation of vestibular injuries. *Proc R Soc Med* 1945;39:273-8.
- Norre ME, De Weerd W. Treatment of vertigo based upon habituation: II Technique and results of habituation training. *J Laryngol Otol* 1980;94:971-7.
- Norre ME, Beckers A. Vestibular Habituation training: Exercise treatment for vertigo based upon the habituation effect. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1989;101:14-9.
- Herdman SJ, Borello-France D, Whitney S. Treatment of vestibular hypofunction. En: Hedman SJ, ed. *Vestibular Rehabilitation*. Philadelphia:F.A. Davis Company;1994:287-315
- Gill-Body KM, Krebs DE, Parker SW, Riley PO. Physical Therapy Management of Peripheral Vestibular Dysfunction: Two clinical case reports. *Physical Therapy* 1994;74:129-42.
- Vitte E, Semont A, Berthoz A. Repeated optokinetic stimulation in conditions of active standing facilitates recovery from vestibular deficits. *Exp Brain Res* 1994;102:141-8.
- Bronstein AM. Visual vertigo syndrome: clinical and posturography findings. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1995;59:472-6.
- Woollacott MH, Shumway-Cook A. Clinical and research methodology for the study of posture and balance. En: Masdeu JC, Sudarsky L, Wolfson L (eds). *Gait disorders of aging*. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1997.
- Nasher LM, Black FO, Wall C. Adaptation to altered support surface and visual conditions during stance: Patients with vestibular deficits. *J Neurosci* 1982;2:536-44.
- Cohen H, Miller L, Kane-Wineland M, Hatfield C. Vestibular rehabilitation with graded occupations. *Am J Phys Ther* 1995; 49:362-7.
- Pérez N, Alemán O. Compensación vestibular. Bases de la rehabilitación vestibular. En: Bartual J, Pérez N (eds) *El Sistema Vestibular y sus alteraciones*. Vol 2. Masson: Barcelona, 1999.
- Sanz R. Rehabilitación vestibular. En: Ramírez R (ed). *Trastornos del equilibrio*. Madrid: McGraw-Hill Interamericana, 2003; 221-31.
- Barona R, García Alsina J. Vértiges et rééducation. *Encycl Méd Chir. Kinésithérapie-Médecine physique-Réadaptation* 2003; 26-451-B-10
- Herdman SJ. Assessment and management of bilateral vestibular loss. En: Hedman SJ, de. *Vestibular Rehabilitation*. Philadelphia: F.A. Davis Company, 1994:316-30.
- Barber HO. Head injury, audiological and vestibular finding. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1969;78:239-52.