

eISSN 2444-7986

DOI: <https://doi.org/10.14201/orl.17698>

Artículo de revisión

## PERCEPCIÓN DE LA VERTICAL VISUAL SUBJETIVA. MEDICIÓN Y UTILIDAD DIAGNÓSTICA

### *Perception of the subjective visual vertical. Measurement and diagnostic utility*

Rafael PÉREZ-GONZÁLEZ; Silvia GANCEDO-FERNÁNDEZ

SACYL. Complejo Asistencial Universitario de León. Servicio de Otorrinolaringología. León. España.

Correspondencia: [rafaelperezorl@hotmail.es](mailto:rafaelperezorl@hotmail.es)

Fecha de recepción: 14 de enero de 2018

Fecha de aceptación: 18 de enero de 2018

Fecha de publicación: 22 de enero de 2018

Fecha de publicación del fascículo: 1 de septiembre de 2018

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflictos de intereses

Imágenes: Los autores declaran haber obtenido las imágenes con el permiso de los pacientes

Política de derechos y autoarchivo: se permite el autoarchivo de la versión post-print (SHERPA/RoMEO)

Licencia CC BY-NC-ND. Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional

Universidad de Salamanca. Su comercialización está sujeta al permiso del editor

#### RESUMEN

Introducción y objetivo: La vertical visual subjetiva (VVS) es la posición en la que un sujeto colocaría una línea cuando se le indica que la ajuste a la vertical física real que coincide con el eje gravitacional. Es una exploración que evalúa principalmente los órganos otolíticos. Revisamos en este artículo la utilidad diagnóstica de esta prueba. Método: Para ello se ha realizado una revisión bibliográfica de los autores más significativos. Conclusiones: Su medición es sencilla y no precisa de sofisticados equipos y aunque tiene una alta sensibilidad en los procesos agudos, en los crónicos su utilidad es más discutible. Tampoco permite localizar la región de la vía vestibular afectada por el proceso patológico.

#### PALABRAS CLAVE

vertical; visual; subjetiva

#### SUMMARY

Introduction and objective: The subjective visual vertical (SVV) is the position in which a subject would place a line when it is indicated that the adjustment to the real physical vertical that coincides with the gravitational axis. It is a diagnostic test that evaluates mainly the otolithic organs. We review in this article the diagnostic utility of this test. Method: A bibliographical review of the most significant authors was carried out for this purpose. Conclusions: Its measurement is simple and does not require sophisticated equipment and although it has a high sensitivity in acute processes, in the chronic its usefulness is more debatable. Neither does it allow locating the region of the vestibular pathway affected by the pathological process.

#### KEYWORDS

subjective; visual; vertical

## INTRODUCCIÓN

Friedmann mostró, que los pacientes con vértigo de causa periférica unilateral percibían la verticalidad erróneamente [1]. La vertical visual subjetiva (VVS) o percepción visual de la verticalidad, consiste en la capacidad del individuo para colocar correctamente una línea, cuando se le indica que la ajuste a la vertical física real que coincide con el eje gravitacional. La situación ideal sería que el ángulo que forman ambas líneas sea cero, es decir que la apreciación de la vertical se superponga con la línea vertical real. Sin embargo, se ha podido comprobar que existen diferentes situaciones, algunas patológicas y otras no, que pueden alterar esta percepción. Con el test de la VVS pretendemos objetivar y medir esta discrepancia entre ambas líneas. En un grupo control de 81 pacientes sanos en situación estática y con la cabeza erguida, desviaciones en la apreciación de la VVS de más de  $2'8^{\circ}$  en uno u otro sentido estuvieron presentes en menos del 5% de los sujetos control (Figura 1) [2]. Con un valor similar y sin diferencias en el resultado, se puede realizar una evaluación de la horizontal visual subjetiva, utilizando como referencia el eje horizontal en vez del vertical.

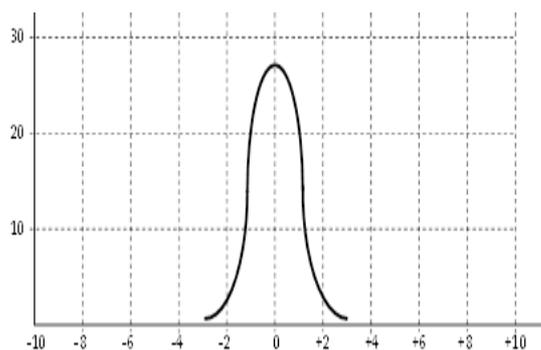


Figura 1. Distribución de la medición de la VVS en sujetos sanos [1].

La sensibilidad de los órganos otolíticos a la fuerza de la gravedad sugiere que estos juegan un papel principal en la orientación de la vertical física, pero también influyen los conductos semicirculares verticales, sobre todo el posterior. Además, la información visual sobre todo, pero también la procedente de los receptores somatosensoriales cervicales pueden modificar esta percepción. Estos últimos participarían fundamentalmente en la evaluación de la vertical postural o percepción subjetiva

de la verticalidad propia (posición del eje del cuerpo cuando el sujeto estima que está vertical) [2].

La sensibilidad del test de estimación de la VVS como prueba diagnóstica de la función del órgano otolítico está por tanto condicionada por la interferencia que los otros dos sistemas que participan en su elaboración, el visual y el propioceptivo, puedan tener. En este sentido la metodología para su medición es importante con el fin de minimizar en lo posible el riesgo de sesgo tanto en la obtención del registro como en una posible sustitución de la función de los otolitos.

## FISIOPATOLOGÍA

El mecanismo por el que elaboramos nuestra percepción de la vertical visual subjetiva se basaría en la comparación de dos representaciones generadas por el sujeto. La primera o imagen externa corresponde a la percepción que el sistema visual (*input visual*) hace del marcador lineal. La segunda representación o imagen interna corrige la primera para posicionarla en lo que el sujeto considera la vertical gravitacional o real. En la génesis de la representación interna intervienen el córtex visual, el sistema vestibular y el sistema propioceptivo (Figura 2) [2].

El primer estadio del proceso de medición es la percepción del marcador lineal proyectado en la retina. Durante esta fase se pueden ya introducir desviaciones de la VVS. Así por ejemplo, un astigmatismo oblicuo no corregido o una torsión ocular provocada por una parálisis oculomotora pueden producir errores en la percepción de la VVS. También si de manera fisiológica el paciente desvía su mirada de la posición primaria a una posición terciaria (combinación de un movimiento horizontal con otro vertical) se originan sesgos en la apreciación del marcador.

En la corteza cerebral visual primaria ya existen unos patrones preconfigurados para la estimación de la verticalidad que han sido implementados a lo largo del desarrollo del SNC, y que participan en la creación de la representación interna de la vertical subjetiva [3]. Sin embargo, estos patrones innatamente establecidos son útiles cuando los ojos y la cabeza están en la posición primaria de reposo. Cuando no es así y, además, no existen referencias visuales externas de verticalidad u horizontalidad (una puerta, el horizonte...) este

sistema por sí solo no es capaz de estimar correctamente la vertical física.

Se cree que en la génesis de la representación interna de la VVS la contribución vestibular es la más importante. Y dentro de ésta, los órganos otolíticos, como receptores específicos de la fuerza de la gravedad, serían fundamentales. Sin embargo, la información procedente de los canales semicirculares y de otros sensores corporales de posición también participan en la aportación vestibular. Se han realizado estudios en inmersión para intentar anular las contribuciones somatosensorial y visual en la percepción de la vertical visual y postural y así maximizar la procedente del sáculo y del utrículo [4].

Aunque la información somatosensorial es más relevante para el mantenimiento de la postura vertical (percepción subjetiva de la verticalidad propia), también interviene en la estimación de la VVS, con la información visual y vestibular ya comentada. Los baroreceptores cutáneos plantares y los receptores que informan de la tensión de los músculos y tendones antigravitatorios contribuirían en un segundo

plano en la construcción de la referencia vertical de nuestro campo visual tridimensional.

Se desconoce la localización precisa a nivel de la corteza cerebral donde se realiza el proceso de comparación de la imagen externa e interna y donde, finalmente, se sintetizaría la representación de la VVS, aunque se cree que estaría ubicada en la profundidad de la cisura de Silvio en la corteza insular (área temporoparietal profunda) [2]. Esta es la justificación de que en pacientes con daños en el hemisferio dominante derecho, y en menor medida en el hemisferio izquierdo, se objetiven desviaciones del marcador vertical en relación a los valores normales [5].

Por tanto, la complejidad en el proceso de creación de la percepción de la vertical gravitacional condiciona dos hechos a tener en cuenta: primero, el notable número de variables metodológicas que pueden condicionar su medición; y segundo, la gran variedad de enfermedades de diferente localización que pueden modificar su estimación. Ambos aspectos serán evaluados a continuación.

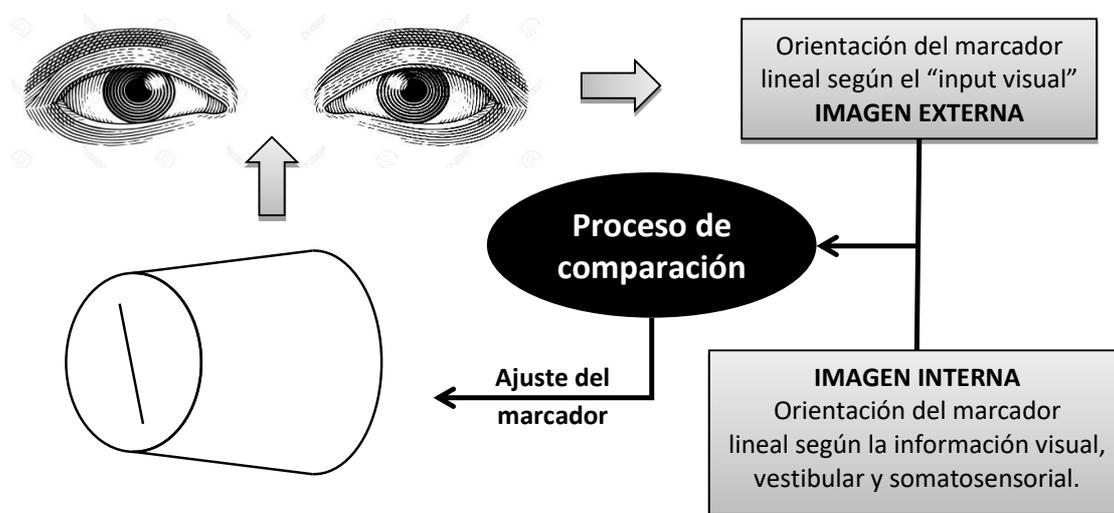


Figura 2. Proceso para la generación de la vertical visual subjetiva [1].

## MATERIAL Y MÉTODO

Para la elaboración de este trabajo se realizó una revisión bibliográfica de las publicaciones y los autores más significativos con aportaciones en el tema de la percepción de la VVS durante los últimos 25 años. Se valoró especialmente la metodología utilizada para la realización de este test, los aspectos de la

técnica diagnóstica que pudieran influir en el resultado y, finalmente, la rentabilidad de esta exploración en las diferentes enfermedades.

## PROCEDIMIENTO

Se explora pidiendo al sujeto que oriente de forma correcta (horizontal y/o vertical) una línea o proyección luminosa u objeto similar. Se

deben realizar 3 o 4 intentos y promediar el resultado. Los parámetros a valorar son la desviación en grados y el sentido de la desviación, respecto de la horizontal o vertical.

En relación al estímulo presentado durante la prueba, el principal punto a tener en cuenta es la necesidad de una absoluta ausencia de cualquier elemento visual que pueda dar al sujeto referencias para la estimación de la VVS (por ejemplo, pantalla del ordenador, luz por debajo de una puerta...). También es conocido que existe una memoria visual que permite al paciente ajustar el marcador tomando las referencias de verticalidad que tenía justo antes de anularlas, por ejemplo, apagando la luz. Se estima más o menos en medio minuto el tiempo de espera necesario para que éstas dejen de influir en el resultado. Con respecto a la situación inicial del marcador, es importante que partamos de una posición lo suficientemente oblicua como para prevenir cualquier indicación de referencia vertical al paciente. Por otra parte, se ha comprobado que la colocación inicial del marcador hacía un lado o el otro no influye en el resultado a pesar de la diferente capacidad hemisférica visuoespacial de cada individuo [2].

En relación con el sujeto que está siendo evaluado, la prueba debe realizarse con la corrección óptica del paciente si la tiene, ya que por ejemplo un astigmatismo oblicuo alteraría la medición de la VVS. Por otro lado, la mayoría de los autores consideran más precisa la medición binocular que la monocular [2, 6]. Por ejemplo, no es excepcional la presencia de ciclo-desviaciones oculares asintomáticas entre los dos ojos en personas normales. La visión binocular tiene mecanismos reflejos para corregir torsiones monoculares asintomáticas que sin embargo se harían patentes en la visión monocular y que alterarían la apreciación de la VVS. En las parálisis oculares adquiridas, la VVS está alterada en el ojo parético mientras que es normal cuando la medición se realiza con los dos ojos [6]. No obstante, el sistema otolítico participa en la regulación de los movimientos de torsión de los ojos y su alteración puede, por tanto, inducir ciclo-desviaciones oculares no necesariamente simétricas entre los dos ojos. Esto aparece claramente en “la reacción de inclinación ocular” (*ocular tilt reaction*). Así se ha visto que en algunos pacientes con Síndrome de Wallenberg y que presentan una “reacción de inclinación ocular” se objetiva una desviación de la VVS significativa en la medición monocular pero no en la

binocular [7]. Por tanto, las desviaciones monoculares de la VVS parecen secundarias a la presencia de una ciclo-torsión ocular, bien por una alteración del sistema otolítico o bien por un desequilibrio oculomotor y, aunque su medición es más sensible que la medición binocular, presentan más falsos positivos. En definitiva, la medición binocular de la VVS probablemente refleje de forma más específica la función otolítica que la medición monocular. Para la mayoría de los autores no se considera necesaria la fijación vertical de la cabeza durante la medición de la VVS. La aportación somatosensorial cervical no es relevante cuando la información otolítica está disponible como se ha podido comprobar en estudios de la VVS en sujetos en inmersión [4], o en pacientes que sufren de tortícolis [8]. Por otra parte, si la información otolítica no estuviera disponible, la fijación cervical en posición vertical podría servir de referencia al paciente para la apreciación vertical del marcador. Finalmente, la posición sentada es la adecuada para la medición de la VVS en oscuridad por razones de seguridad, ya que aquellos pacientes con un déficit vestibular otolítico severo corren un riesgo elevado de caerse.

#### SISTEMAS DE MEDICIÓN

Existen múltiples dispositivos para la medición de la VVS. Algunos son complejos sistemas informatizados mientras que otros son sencillos aparatos de medida realizados de forma “casera”. Sin embargo, se ha podido comprobar que si se siguen las recomendaciones metodológicas expuestas en el párrafo anterior los diferentes sistemas son igualmente válidos. A continuación, se explica cómo fabricar un dispositivo “casero” para la realización del test de la VVS [9].

Cogemos un cubo de plástico de tamaño medio (30 a 40 cm en su diámetro mayor) y realizamos un agujero en el centro de la base del cubo. Recortamos dos cartulinas circulares del tamaño del fondo del cubo y en una de ellas trazamos con una regla y un lapicero una línea que pase por el centro de la cartulina. Agujereamos ambas cartulinas en su centro y las pegamos cada una a ambos lados del fondo del cubo de tal manera que la línea dibujada en una de las cartulinas se vea en el interior del cubo. Pasamos un cordel por los orificios alineados del cubo y de ambas cartulinas y colocamos dos pequeños pesos en los extremos del cordel (una pequeña tuerca, por ejemplo). Pegamos una regla porta-ángulos en la parte

posterior del cubo (sobre la cartulina) de tal manera que el cordel externo coincida con el cero de la regla mientras que el extremo interno esté aplicado sobre la línea trazada en la

cartulina. Finalmente, fijamos el cordel interno con pegamento y colocamos una cinta adhesiva reflectante sobre la línea dibujada (Figura 3).



Figura 3. Elaboración de un dispositivo "casero" para la medición de la VVS (fotografías tomadas de "SVV bucket construction" por James Cook).

## DISCUSIÓN

Cambios en la apreciación de la vertical subjetiva pueden aparecer tanto en lesiones periféricas como centrales, desde el laberinto a la corteza vestibular. Así las desviaciones de la VVS se ha comprobado que son el signo clínico más sensible (94% de todos los pacientes) en las lesiones agudas del tronco del encéfalo, seguido de cambios de torsión ocular (83%), alteraciones de la alineación ocular (31%) y la "reacción de inclinación ocular" (20%) [10]. Pinar et al. (2005) [11] observaron alteraciones en un 25 a 50% de pacientes con patologías crónicas de vértigo ya diagnosticadas. Estos autores, por tanto, consideran que la evaluación clínica de la VVS debería ser realizada en todos los pacientes con un desequilibrio tonal vestibular.

A nivel vestibular periférico, después de una desaferentización total vestibular unilateral aguda de un laberinto previamente normal, por ejemplo, tras una neurectomía, la VVS se inclina hacia el lado lesionado en al menos 25° o más [12, 13]. La instilación intratimpánica de gentamicina para el tratamiento de la enfermedad de Ménière tiene un efecto similar en la percepción de la vertical, con una desviación significativa hacia el lado tratado en relación a la medición pretratamiento [14]. Lesiones inflamatorias virales o isquémicas como en la neuritis vestibular o en el síndrome de Ramsay-Hunt provocan desviaciones de la vertical en el 89% y en el 100% de los casos respectivamente [15]. En relación con la persistencia de la desviación en la percepción de la vertical a

lo largo del tiempo existen diferentes opiniones. Así para algunos autores [15] se produce una recuperación total al cabo de semanas o meses después de producirse el daño vestibular (neuritis) mientras que en los casos de laberintectomía o neurectomía los hallazgos son diferentes según los distintos estudios, pudiendo ser debido a las diferentes técnicas quirúrgicas empleadas por cada autor [16]. En los pacientes que padecen VPPB, en general, no se han objetivado desviaciones de la VVS [15, 17].

Desviaciones homolaterales de la VVS como parte de la reacción de inclinación ocular son la norma en los accidentes isquémicos y tumores que afectan al tronco del encéfalo (síndrome de Wallemberg), indicando la afectación de las vías vestibulares centrales graviceptivas [18, 19]. Menos frecuentemente, reacciones de inclinación ocular junto con la alteración de la VVS se han observado en hemorragias bajas o contusiones severas del tronco-encéfalo o asociado a migraña basilar [20]. Desviaciones contralaterales de la VVS se han objetivado en algunos pacientes con lesiones isquémicas o hemorrágicas cerebelosas y talámicas [21]. Serra et al. (2003) [22] observaron que 18 pacientes de un total de 50 afectados de esclerosis múltiple presentaban una modificación patológica de la percepción de la verticalidad. Finalmente, ictus localizados en la región cortical vestibular (área parieto insular) también provocan desviaciones de la VVS, aunque leves y de forma más frecuente contralateral [10].

## CONCLUSIONES

La medición de la VVS es un procedimiento sencillo, barato y rápido que nos da información fidedigna de la integridad anatómico-funcional del sistema otolítico y de sus vías centrales en los procesos agudos que pueden afectarlos y que se manifiestan con un desequilibrio tonal vestibular. Es un test con una alta sensibilidad para el diagnóstico de este tipo de lesiones. También nos informa del lado afectado puesto que coincide, en la mayoría de las enfermedades, con la posición hacia la que el paciente inclina el marcador. Por otra parte, la intensidad de la desviación se correlaciona con la gravedad de la lesión y la restauración de la VVS a lo largo del tiempo suele venir paralela con la recuperación de la enfermedad. Tal es así, que también puede ser una prueba útil para seguir el progreso de la pérdida vestibular y la compensación tras el tratamiento intratímpanico de gentamicina en la enfermedad de Ménière [23]. Sin embargo, su eficacia diagnóstica disminuye significativamente para las enfermedades crónicas del sistema vestibular, pudiendo ser normal a pesar de existir un déficit funcional uni o bilateral. Y tampoco es útil en el diagnóstico diferencial topográfico de la lesión vestibular aguda localizada a nivel otolítico de la originada a nivel los núcleos y vías nerviosas centrales.

## AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero agradecimiento al Dr. José Ignacio Benito Orejas, que a pesar del tiempo transcurrido sin apenas vernos, sabes que siempre estará ahí para ayudarte.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Friedmann G. The judgement of the visual vertical and horizontal with peripheral and central vestibular lesions. *Brain*. 1970;93(2):313-28
2. Van Nechel CH, Toupet M, Bodson I. The Subjective Visual Vertical. En: Tran Ba Huy P, Toupet M, editors. *Otolith functions and disorders*. Edición. Adv Otorhinolaryngol. Basel, Karger: 2001. vol 58, p. 77-87.
3. Hubel DH, Wiesel TN. Receptive fields, binocular interaction and functional architecture in the cat's visual cortex. *J Physiol*. 1962;160:106-54.
4. Graybiel A, Miller EF, Newson BD, Kennedy RS. The effect of water immersion on perception of the oculogravic illusion in normal and labyrinthine defective subjects. *Acta Otolaryngol*. 1968;65:599-610.
5. Ziyah M, Freda N. Dissociate contributions of the two cerebral hemispheres to judgments of the line orientation. *J Intern Neuropsychol Soc*. 1996;2:335-39.
6. Dieterich M, Brandt T. Ocular torsion and perceived vertical in oculomotor, trochlear and abducens nerve palsies. *Brain*. 1993;116:1095-1104.
7. Brandt T, Dieterich M. Cyclorotation of the eyes and subjective visual vertical in vestibular brain stem lesions. *Ann NY AcadSci*. 1992;22:537-49.
8. Anastasopoulos D, Bhatia K, Bronstein AM, Gresty MA, Marsden CD. Perception of spatial orientation in spasmodic torticollis. 2. The visual vertical. *Mov Disord*. 1997;12:709-14.
9. Zwergal A, Rettinger N, Frenzel C, Dieterich M, Brandt T, Strupp M. A bucket of static vestibular function. *Neurol*. 2009;72:1689-92. DOI: 10.1212/WNL.0b013e3181a55ecf
10. Brandt T, Dieterich M. Vestibular syndromes in the roll plane: topographic diagnosis from brainstem to cortex. *Ann Neurol*. 1994;36:337-47.
11. Pinar HS, Ardic FN, Topuz B, Kara CO. Subjective visual vertical and subjective visual horizontal measures in patients with chronic dizziness. *J Otolaryngol*. 2005;34:121-25.
12. Curthoys IS, Dai MJ, Halmagyi GM. Human ocular torsional position before and after unilateral vestibular neurectomy. *Exp Brain Res*. 1991;85:218-25.

13. Vibert D, Häusler R. Long-term evolution of subjective visual vertical after vestibular neurectomy and labyrinthectomy. *Acta Otolaryngol.* 2000;120:620-22.
14. Takay Y, Murofushi T, Ushio M, Iwasaki S. Recovery of subjective visual horizontal after unilateral vestibular deafferentation by intratympanic instillation of gentamicin. *J Vestib Res.* 2006;16:69-73.
15. Böhmer A, Rickenmann J. The subjective visual vertical as a clinical parameter of vestibular function in peripheral vestibular diseases. *J Vestib Res.* 1995;5:35-45.
16. Palla A, Straumann D, Tarnutzer A. Otolith testing: roll plane disorders. En: Eggers SDZ, Zee DS, editors. *Vertigo and imbalance: clinical neurophysiology of the vestibular system. Handbook of clinical neurophysiology.* Edición. Amsterdam: Elsevier; 2010; p. 201-16.
17. Boleas Aguirre FM, Sánchez-Ferrandiz N, Perez N. The subjective visual vertical in benign paroxysmal positional vertigo. A preliminary study. *Rev Laryngol Otol Rhinol.* 2005;126:253-55.
18. Brandt T, Dieterich M. Pathological eye-head coordination in roll: tonic ocular tilt reaction in mesencephalic and medullary lesions. *Brain.* 1987;110 649-66.
19. Halmagyi GM, Brandt T, Dieterich M, Curthoys IS, Stark RJ, Hoyt WF. Tonic contraversive ocular tilt reaction due to unilateral meso-diencephalic lesion. *Neurol.* 1990;40:1503-9.
20. Brandt T. *Vertigo. Its multisensory syndromes.* Berlín: Springer; 2000; p 503.
21. Mossman S, Halmagyi GM. Partial ocular tilt reaction due to unilateral cerebellar lesion. *Neurol.* 1997;49:491-3.
22. Serra A, Derwenskus J, Downey DL, Leigh RJ. Role of eye movement examination and subjective visual vertical in clinical evaluation of multiple sclerosis. *J Neurol.* 2003;250: 569-75. DOI: 10.1007/s00415-003-1038-8
23. Tribukait A, Bergenius J, Brantberg K. Subjective visual horizontal during follow-up after unilateral deafferentation with gentamicin. *Act Otolaryngol (Stockh).* 1998;118:479-87.