

La estimación visual de lo que está vertical en alteraciones vestibulares

Catalina Aranda-Moreno,* Kathrine Jáuregui -Renaud**

* Hospital Regional 72, Instituto Mexicano del Seguro Social

** Unidad de Investigación Médica, HG "GGG", Centro Médico Nacional La Raza, Instituto Mexicano del Seguro Social.

RESUMEN

The subjective visual vertical in vestibular disease

ABSTRACT

Objective. To assess and compare the accuracy to perceive visual verticality, with and without trunk-head tilt in the frontal plane (30°), in patients with peripheral or central vestibular disease. **Methods.** Thirty eight patients accepted to participate, 23 with peripheral disease and 15 with central disease. We also evaluated 40 healthy subjects. Subjects were seated facing a screen with an anchored motorized bar (20 cm). They were asked to bring the line to vertical, using a joystick, 10 times while seated upright and 10 times while tilted 30° to each side. An average of the distance from true vertical was calculated to determine the tilt of the visual vertical on each posture. **Results.** Always, estimations made by healthy subjects were < 2° from true vertical. In patients, in upright posture the largest tilt of the visual vertical was observed in patients with peripheral disease and spontaneous nystagmus. However, in all patients the accuracy to estimate the true vertical decreased when they were evaluated with trunk-head tilt ($p < 0.05$). In this condition the sensitivity of the test increased from 34 to 85% and the efficacy from 68 to 93% ($p < 0.05$). **Conclusion.** Trunk-head tilt in the frontal plane decreases the accuracy of patients with vestibular disease to visually perceive verticality. This finding shows that head-trunk tilt can improve the sensibility and efficacy of this test to assess the vestibular function.

Key words. Vestibular. Vertigo. Otoliths. Visual vertical. Balance.

Objetivo. Identificar y comparar la precisión de la estimación visual de lo que está vertical, con y sin inclinación tronco-cefálica en el plano frontal (30°), en pacientes con enfermedad vestibular periférica o central. **Métodos.** Participaron 38 pacientes con enfermedad vestibular, periférica en 23 y central en 15, además de 40 sujetos sin enfermedad vestibular. Se les instruyó a colocar en posición vertical una barra motorizada de 20 cm, manipulada por control remoto, mientras se encontraban sentados a 30 cm de una pantalla, sin guías visuales. Después de 10 determinaciones con el tronco y la cabeza erguidos y 10 determinación con inclinación tronco-cefálica de 30° a cada lado, se calculó el promedio del error de las estimaciones efectuadas en cada postura. **Resultados.** En sujetos sin enfermedad vestibular el error de la estimación en cualquier posición fue siempre menor a 2°. En posición erguida, el mayor error en la estimación se observó en pacientes con enfermedad periférica con nistagmus espontáneo. En todos los pacientes el error aumentó significativamente con inclinación tronco-cefálica (ANOVA, $p < 0.05$), particularmente en aquellos con afección de sistema nervioso central. Al efectuarse la prueba con inclinación tronco-cefálica la sensibilidad de la prueba para identificar a pacientes con enfermedad vestibular aumentó de 34 a 85% y la eficiencia de 68 a 93% ($p < 0.05$). **Conclusión.** La inclinación tronco-cefálica en el plano frontal aumenta la desviación de la percepción de lo que está vertical en pacientes con lesión vestibular periférica o central, lo que mejora la utilidad de la prueba para evaluar la función vestibular.

Palabras clave. Vestibular. Vértigo. Otolitos. Vertical visual. Equilibrio.

INTRODUCCIÓN

Para mantener la postura y una adecuada orientación espacial se requiere de la información de los sistemas visual, vestibular y propioceptivo. En par-

ticular, los órganos otolíticos de las máculas detectan la aceleración lineal y el vector de la gravedad, lo que contribuye a identificar lo que está vertical con respecto a la tierra. La mácula del utrículo está dispuesta con una inclinación aproximada de 30° so-

bre el plano horizontal y tiene en su superficie zonas con diferente orientación, a las que corresponde la activación de diferentes músculos extraoculares.¹⁻³ Esto permite que ante aceleración lineal o reorientación de la cabeza se efectúen movimientos oculares compensatorios, congruentes con el plano en el que se hizo la reorientación de la cabeza.^{4,5} La inclinación de la cabeza produce un estímulo asimétrico de los órganos otolíticos derecho e izquierdo con una contrarrotación ocular compensatoria y desviación contralateral de lo que se percibe como vertical.

El ser humano es capaz de identificar visualmente lo que está vertical con una precisión de $\pm 2^\circ$ de arco, en la oscuridad.⁶ Cuando la estimación se efectúa con la cabeza inclinada en el plano frontal (hacia la derecha o a la izquierda), la percepción de lo que está vertical aparece como una desviación en dirección opuesta. En el caso de una lesión vestibular asimétrica o unilateral, la diferencia en la descarga vestibular derecha-izquierda corresponde a un estímulo similar a cuando se inclina la cabeza. Por este motivo se produce desviación de la percepción de lo que está vertical,⁷⁻⁹ pero esta desviación no se acompaña de ilusión de inclinación corporal.⁷ Aunque después de una lesión vestibular periférica el compromiso del reflejo oculo-motor a la aceleración lineal lateral está afectado aun años después de la lesión,⁵ la desviación de la percepción de lo que está vertical se observa sólo durante la fase aguda.¹⁰

El estudio de la precisión con que se estima lo que está vertical se ha convertido en una prueba de uso clínico para investigar afección aguda de la función otolítica periférica o afección de vías otolíticas en el sistema nervioso central.^{5,7-9} Pero con la limitante de que cuando ya han actuado mecanismos de compensación o de adaptación la evaluación en postura erguida proporciona resultados en los límites de lo que se considera normal. El propósito de este trabajo fue identificar y comparar la precisión de la estimación visual de lo que está vertical de sujetos con y sin enfermedad vestibular, cuando la estimación se realiza con la cabeza y el tronco erguidos o cuando ésta se efectúa con inclinación tronco-cefálica en el plano frontal (30°) a cada lado.

MÉTODOS

Sujetos

Aceptaron participar 40 pacientes con afección vestibular. Sin embargo, dos pacientes se eliminaron del análisis porque no fue posible efectuar adecuadamente las pruebas propuestas. Los dos pacientes eran una

Cuadro 1. Diagnóstico clínico de los pacientes con enfermedad vestibular periférica y central, que participaron en el estudio.

Diagnóstico	Número de casos
Lesión periférica	
Neuritis Vestibular	8
Hidrops endolinfático	7
Laberintopatía postraumática	2
Laberintopatía postviral	2
Otros	4
Lesión central	
Lesión vascular en tallo cerebral	4
Lesión vascular en cerebelo	4
Síndrome cerebeloso	2
Arnold Chiari tipo II	2
Otros	3

mujer de 59 años y un hombre de 28 años de edad, con el diagnóstico de neuritis vestibular en las primeras 72 horas de evolución, con mal estado general y vómito. Entonces participaron en el estudio:

- Veintitrés pacientes con lesión vestibular periférica de 39 ± 10 años de edad, 18 eran mujeres y cinco hombres. En el momento de su evaluación, once de ellos tenían nistagmus espontáneo horizontal de 1er. o 2do. grados (con fijación visual) y fueron evaluados durante la primera semana de evolución desde el inicio de su crisis de vértigo. Los otros 12 pacientes tenían inestabilidad corporal y no tenían nistagmus espontáneo ni habían padecido crisis de vértigo reciente. Los diagnósticos clínicos se identifican en el cuadro 1.
- Quince pacientes con lesión vestibular central de 54 ± 11 años de edad, seis eran mujeres y nueve eran hombres. Los diagnósticos se identifican en el cuadro 1.

Todos los pacientes acudieron para su atención médica por alteraciones del equilibrio y con la historia de haber presentado vértigo durante la evolución de su enfermedad; a todos se les identificó asimetría del tono vestibular en pruebas térmicas con técnica de Dix-Hallpike, pero ninguno tenía visión monocular, alteraciones oculomotoras primarias o alteraciones físicas que impidieran efectuar las pruebas.

También aceptaron participar 40 sujetos sin enfermedad vestibular de 38 ± 10 años de edad, 26 eran mujeres y 14 eran hombres.

Procedimientos

Después de una evaluación clínica, a todos los pacientes se les efectuó una prueba para identificar la

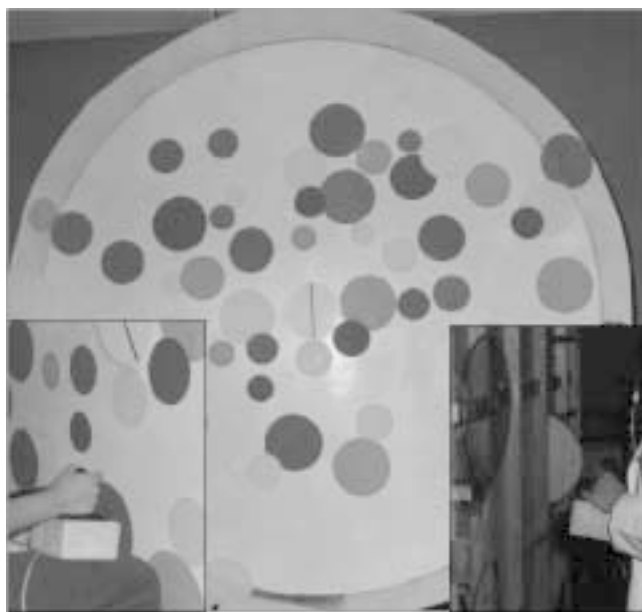


Figura 1. Pantalla con un círculo central, con una línea que atraviesa su diámetro mayor, que está montado en una barra motorizada. Esta última es controlada para hacerla rotar por un sistema eléctrico de control remoto, con una palanca para el examinador y otra para el sujeto que realiza el estudio.

precisión con que eran capaces de estimar visualmente lo que está vertical.

Los sujetos se sentaron a 30 cm de una pantalla circular de 3.5 m de diámetro sin guías visuales de lo vertical (de acuerdo con el vector de la gravedad) (Figura 1). En el centro de la pantalla, a la altura de los ojos del sujeto, había un círculo con una línea de 20 x 0.5 cm que atravesaba su diámetro mayor, montado en una barra motorizada que podía rotar por un sistema eléctrico con control remoto (Figura 1). Tanto el examinador como el sujeto tenían control independiente del motor para hacer rotar la barra. A los sujetos se les instruyó para que cerraran sus ojos mientras el examinador rotaba la línea, y los abrieran cuando se les indicara para entonces colocar la línea en posición vertical mediante el control remoto con sistema de palanca. Cada sujeto efectuó la estimación 10 veces en posición sedente erguida y 10 veces mientras estaba sentado con el tronco y la cabeza inclinados 30° en el plano frontal, a la derecha y a la izquierda. El promedio de las 10 determinaciones se utilizó para identificar, el error de la estimación en cada postura. Se consideró como normal la estimación con error hasta de 2°, de acuerdo con la literatura internacional⁶ y con la experiencia adquirida en estudios previos.^{10,11} En estos estudios se utilizaron curvas operantes del receptor para identi-

ficar este punto de corte y también se determinó la reproducibilidad de mediciones repetidas de la prueba.^{10,11} La repetibilidad fue de 95 y 97% después de dos y cuatro semanas, respectivamente, con un coeficiente de repetibilidad menor a 0.5° en las dos ocasiones.¹⁰

Análisis

Después de comparar la distribución de los datos de cada grupo con la curva de distribución normal, utilizando la prueba de Kolmogorov Smirnov, los resultados se analizaron con prueba "t" para mediciones en pares, ANOVA y prueba de mínimos cuadrados, Z para comparar proporciones y cálculo de sensibilidad, especificidad y eficiencia. Cuando se efectuó el cálculo de la sensibilidad, la especificidad y la eficiencia en los diferentes subgrupos de pacientes, también se seleccionó un número igual de sujetos sin enfermedad para cada subgrupo. Los resultados del análisis estadístico se consideraron significativos cuando el valor de p fue igual o menor de 0.05.

RESULTADOS

Error en la estimación visual de lo que está vertical

- **Sujetos sin enfermedad.** Cuando la determinación se efectuó con la postura sedente erguida el promedio del error de estimación fue $0.8^\circ \pm 0.6^\circ$; cuando se efectuó con inclinación troncocefálica a la derecha y a la izquierda fue de $1^\circ \pm 0.7^\circ$ y $1^\circ \pm 0.7^\circ$, respectivamente. En esta última condición, cuando se consideró el valor más alto del promedio del error de cualquiera de las dos inclinaciones el promedio fue de $1^\circ \pm 0.7^\circ$, sin diferencia significativa con lo observado con la cabeza y el tronco erguidos. En ningún caso se observó alguna medición mayor de 2°, tanto en posición erguida como con inclinación.
- **Pacientes con enfermedad vestibular periférica.** Con postura sedente erguida el promedio del error de los 23 pacientes fue de $1.7^\circ \pm 1.7^\circ$. Con inclinación troncocefálica a la derecha y a la izquierda sólo 21 pacientes efectuaron la estimación, con un error de $3.4^\circ \pm 3.8^\circ$ y $2.9^\circ \pm 1.7^\circ$, respectivamente. Cuando se consideró el valor más alto con inclinación a cualquiera de los dos lados el promedio del error de estimación fue de $4^\circ \pm 2.5^\circ$, con aumento significativo comparado con la medición sin inclinación ($p < 0.01$,

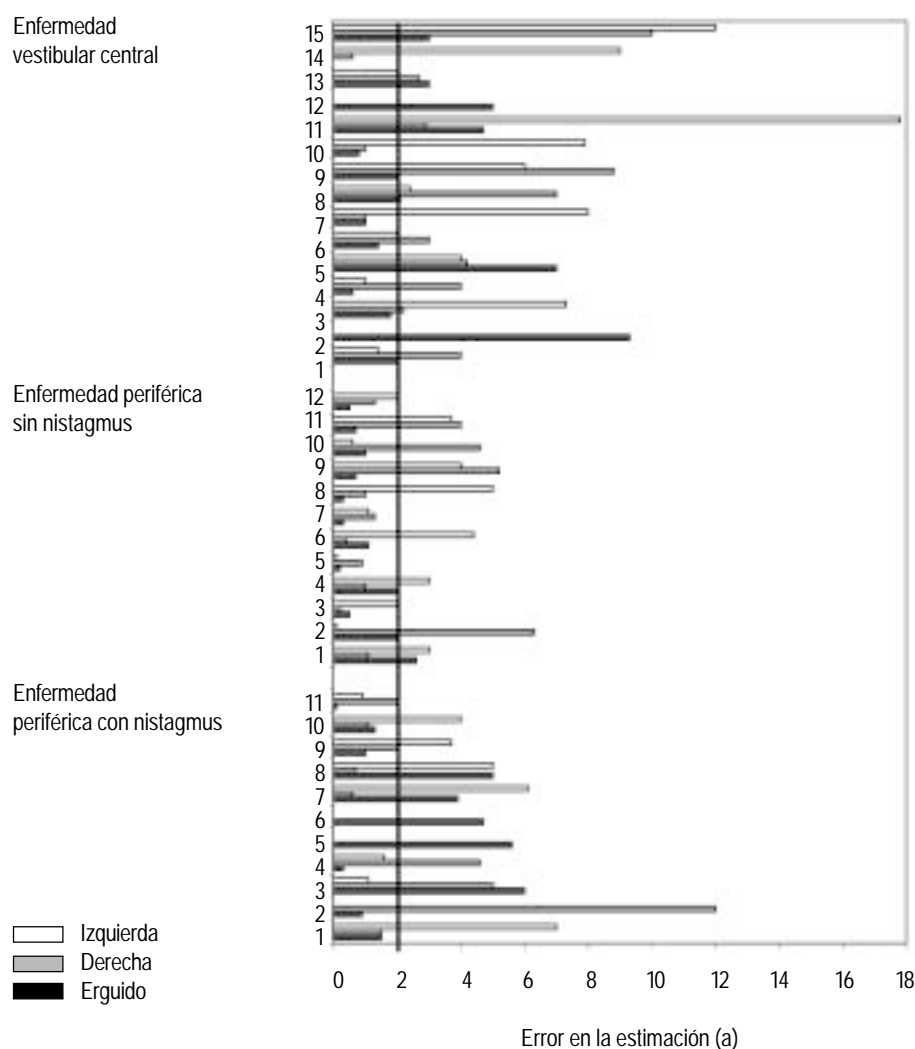


Figura 2. Error en la estimación visual de lo que está vertical de acuerdo con el vector gravitacional de 38 pacientes con enfermedad vestibular. Las estimaciones fueron realizadas con postura sedente erguida y con inclinación tronco-cefálica a la derecha y a la izquierda.

prueba “t”). Los dos pacientes que no efectuaron la prueba con inclinación tenían náusea importante, en los dos casos el error de la estimación sin inclinación fue mayor de 2° (5.6° y 4.7°) (Figura 2).

Al considerar sólo a los pacientes que tenían nistagmus espontáneo en el momento de la evaluación, como signo objetivo de afección activa, el error de la estimación de los 11 pacientes, con postura erguida, fue de $2.4^\circ \pm 2.8^\circ$. Con inclinación troncocefálica a la derecha y a la izquierda sólo nueve pacientes efectuaron la prueba por el motivo ya descrito, en ellos el error fue de $4.3^\circ \pm 4.6^\circ$ y $4.5^\circ \pm 0.7^\circ$, respectivamente. Cuando se consideró el valor más alto con inclinación a cualquiera de los dos lados, el promedio de la estimación fue de $5.4^\circ \pm 2.8^\circ$, con aumento significativo comparado con la medición sin inclinación ($p < 0.01$, prueba “t”). Diez de los once pacientes (91%)

tuvieron un error mayor a 2° en al menos una postura (Figura 2).

En los 12 pacientes sin nistagmus espontáneo el error con postura erguida fue de $1.1^\circ \pm 0.6^\circ$. Con inclinación tronco-cefálica a la derecha y a la izquierda el error fue de $2^\circ \pm 1.7^\circ$ y $2.4^\circ \pm 1.6^\circ$, respectivamente. Cuando se consideró el valor más alto con inclinación a cualquiera de los dos lados, el promedio del error fue de $3.4^\circ \pm 1.7^\circ$, con aumento significativo comparado con la medición sin inclinación ($p < 0.01$, prueba “t”). En este subgrupo ocho pacientes (66%) tuvieron un error mayor a 2° en al menos una postura (Figura 2).

- **Pacientes con enfermedad vestibular central.** Con postura sedente erguida el promedio del error fue de $2.3^\circ \pm 1.5^\circ$. Con inclinación tronco-cefálica a la derecha y a la izquierda fue de $3.8^\circ \pm 3.1^\circ$ y $6.4^\circ \pm 5.1^\circ$, respectivamente. Cuando se consideró el valor más alto con inclinación a cual-

quiera de los dos lados, el promedio del error fue de $7.3^\circ \pm 4^\circ$, con aumento significativo comparado con la medición sin inclinación ($p < 0.01$, prueba "t"). Los dos pacientes que no efectuaron la prueba con la inclinación por tener náusea tuvieron una estimación en posición erguida mayor de 2° (9° y 5°). En todos los pacientes (100%) el error de la estimación fue mayor a 2° en al menos una postura (Figura 2).

- **Comparación entre grupos.** El análisis de varianza con prueba de mínimos cuadrados mostró que en posición erguida los sujetos sin enfermedad tuvieron una precisión de la estimación visual de lo que está vertical significativamente diferente a la de los pacientes con enfermedad vestibular periférica con nistagmus espontáneo, pero no a la de aquellos sin nistagmus espontáneo o con lesión en el sistema nervioso central. Sin embargo, cuando se comparó la precisión de la estimación con inclinación tronco-cefálica a la derecha o a la izquierda, eligiendo el valor más alto para cada caso, la precisión de la estimación de sujetos sin enfermedad fue significativamente diferente a la de todos los subgrupos de pacientes con lesión vestibular periférica o central.

Sensibilidad, especificidad y eficiencia

El análisis de sensibilidad y especificidad se efectuó utilizando un punto de corte de $\pm 2^\circ$. Como ningún sujeto sin enfermedad tuvo alguna estimación que excediera estos límites, tanto con postura erguida como con inclinación cefálica, la especificidad de la prueba fue de 100% tanto en el análisis del grupo total como de cada uno de los diferentes subgrupos.

- **Todos los pacientes.** Cuando se efectuó la prueba con postura erguida la sensibilidad para identificar a cualquiera de todos los pacientes vestibulares (con lesión periférica o central) fue de 34% (error estándar de 7.7%) y la eficiencia de 68% (E.E. 7.6%). Cuando se efectuó la prueba con inclinación cefálica y se consideró el valor más alto, ya sea a la derecha o a la izquierda, se observó aumento significativo de la sensibilidad a 85% (E.E. 5.8%) y de la eficiencia a 93% (E.E. 4.1%) ($p < 0.05$).
- **Pacientes con enfermedad vestibular periférica.** Cuando se efectuó la prueba con postura erguida la sensibilidad para identificar a cualquiera de los pacientes con lesión vestibular periférica (activa o no) fue de 30% (E.E. 6.8%) y la eficiencia de 65% (E.E. 7%). Cuando se efectuó la prueba

con inclinación cefálica y se consideró el valor más alto, ya sea a la derecha o a la izquierda, la sensibilidad aumentó significativamente a 76% (E.E. 9%) ($p < 0.05$) y la eficiencia mostró una tendencia similar con aumento a 88% (E.E. 6.8%). El análisis de los resultados de pacientes con enfermedad activa mostró en postura erguida una sensibilidad de 54% (E.E. 15%) y eficiencia de 77% (E.E. 13%), con tendencia no significativa a aumentar con la inclinación cefálica de 88% (E.E. 17%) y 94% (E.E. 7%), respectivamente. Mientras que en los pacientes con lesión no activa la sensibilidad con la postura erguida fue de 8% (E.E. 8%) y la eficiencia de 54% (E.E. 10%), en este subgrupo la inclinación aumentó significativamente la sensibilidad a 66% (E.E. 3%), con tendencia no significativa a aumentar la eficiencia 83% (E.E. 7.8%).

- **Pacientes con enfermedad vestibular central.** Cuando se efectuó la prueba con postura erguida la sensibilidad para identificar a cualquiera de los pacientes vestibulares con lesión central fue de 40% (E.E. 9%) y la eficiencia de 70% (E.E. 8.4%). Cuando se efectuó la prueba con inclinación cefálica y se consideró el valor más alto, ya sea a la derecha o a la izquierda, la sensibilidad aumentó significativamente a 92% (E.E. 5%) y la eficiencia mostró tendencia similar con aumento a 93% (E.E. 4.6%).

DISCUSIÓN

El ser humano es capaz de percibir lo que está vertical de acuerdo con el vector de la gravedad con alta precisión y reproducibilidad de la estimación. Aunque se conoce que esta capacidad puede recuperarse después de disfunción vestibular periférica,¹⁰ aún se sabe poco sobre la influencia de variaciones del estímulo otolítico en la estimación. En este trabajo se observó que los sujetos sin enfermedad vestibular tienen una capacidad similar para estimar visualmente lo que está vertical cuando la determinación se efectúa con postura sedente erguida o con inclinación tronco-cefálica. Mientras que los pacientes con lesión vestibular periférica y central muestran deterioro de esta capacidad con aumento significativo de la desviación cuando la prueba se efectúa con inclinación tronco-cefálica, aun cuando no haya síntomas y signos clínicos de la asimetría vestibular en el momento de la evaluación.

En la práctica clínica, la evaluación de la función vestibular de cada lado generalmente se efectúa mediante el estudio de la respuesta oculo-motora al estímulo térmico (pruebas calóricas o pruebas térmicas).

Esta prueba proporciona información cualitativa de la función de la vía vestibular desde los conductos semicirculares horizontales hasta el tallo cerebral. Sin embargo, mediante la misma no es posible evaluar la función de los otolitos. Con este fin, el estudio de la precisión con que un sujeto es capaz de estimar visualmente lo que está vertical, en condiciones estáticas, ofrece información sobre la asimetría del tono derecho/izquierdo en la vía otolítica.

Cuando los pacientes con lesión vestibular periférica efectuaron la prueba con el tronco y la cabeza erguidos, el deterioro de la percepción de lo que está vertical se observó principalmente en aquellos con afección activa (nistagmus). Sin embargo, la inclinación en el plano frontal indujo un aumento significativo en el error de la estimación, tanto en sujetos con lesión aguda como en aquellos sin afección reciente. Después de una lesión vestibular unilateral se reduce la actividad neural espontánea ipsilateral con desequilibrio derecho/izquierdo de la misma en grado variable y de acuerdo con la magnitud y evolución de la lesión. Sin embargo, la información de los graviceptores somáticos no se afecta. Estos factores son determinantes para que el error de la estimación sea de magnitud variable. En los pacientes con afección de sistema nervioso central, principalmente del tallo cerebral, se observó el mayor deterioro de la precisión de la estimación con inclinación en el plano frontal. Es pertinente destacar que en este grupo la lesión afecta, más que a una aferencia específica, a las vías de asociación. Las lesiones de este tipo, al comprometer estructuras necesarias para la compensación vestibular y la adaptación, interfieren con el reajuste del equilibrio derecho/izquierdo de la información otolítica y así con la percepción de lo que está vertical en ausencia de guías visuales. Los resultados señalan la pertinencia de efectuar estudios longitudinales en pacientes con lesión central evolutiva y no evolutiva para evaluar la utilidad del estudio de la estimación visual de lo que está vertical en el seguimiento de la progresión o recuperación del daño a las vías otolíticas, como Friedman lo sugirió en los primeros estudios clínicos con esta prueba.⁶

Durante la ejecución del estudio fue evidente que una limitación para efectuarlo es la tolerancia del paciente a los movimientos de la cabeza, así como a permanecer con inclinación tronco-cefálica el tiempo necesario para efectuar la prueba. En este estudio se observó limitación en seis pacientes, 15% del total que aceptaron efectuar la prueba. A dos de ellos no les fue posible colaborar en ninguna de las dos posturas en las que se realizó la prueba, mientras que

los otros cuatro efectuaron la prueba sólo con postura sedente erguida. En estos últimos cabe señalar que los resultados de la estimación fueron anormales, por lo que la evaluación con postura erguida fue suficiente para identificar la afección. Por lo que en realidad sólo fue en 5% de los pacientes (dos) en quienes la prueba no fue aplicable.

Los resultados muestran que cuando la prueba de la estimación visual de lo que está vertical se efectúa sólo con postura erguida es muy deficiente para evaluar a pacientes en quienes no hay evidencia de afección activa, sino principalmente a aquellos con afección reciente o lesión en sistema nervioso central. Sin embargo, cuando la determinación se efectúa con inclinación de la cabeza y el tronco permite, distinguir la disfunción otolítica aún en pacientes sin evidencia de afección reciente.

REFERENCIAS

1. Fluor E, Melltröm A. Utricular stimulation and oculomotor reactions. *Laryngoscope* 1970; 80: 1701-12.
2. Fluor E, Melltröm A. The otolith organs and their influence on oculomotor movements. *Exp Neurol* 1971; 30: 139-47.
3. Fluor E, Melltröm A. Sacular stimulation and oculomotor reactions. *Laryngoscope* 1970; 80: 1713-21.
4. Gresty MA, Bronstein AM, Brandt T, Dieterich M. Neurology of otolith function. *Brain* 1992; 115: 647-73.
5. Lempert T, Gresty MA, Bronstein AM. Horizontal linear vestibulo-ocular reflex testing in patients with peripheral vestibular disorders. *Ann N Y Acad Sci* 1999; 871: 232-47.
6. Friedman G. The judgment of visual vertical and horizontal with peripheral and central vestibular lesions. *Brain* 1970; 93: 313-28.
7. Vibert D, Häusler R, Safran AB. Subjective visual vertical in peripheral unilateral vestibular diseases. *J Vest Res* 1999; 9: 145-52.
8. Bömer A, Mast F. Assessing otolith function by the subjective visual vertical. *Ann N Y Acad Sci* 1999; 871: 221-31.
9. Brandt T, Dieterich M. Vestibular syndromes in the roll plane: topographic diagnosis from brainstem to cortex. *Ann Neurol* 1994; 36: 337-47.
10. Gómez García A, Jáuregui Renaud K. Subjective assessment of verticality in follow-up of patients with acute vestibular disease. *Ent J* 2003; 82: 442-6.
11. Aranda MC, Jáuregui-Renaud K, Coba Pastrana C. Precisión de la estimación visual de lo vertical en sujetos con lesión vestibular. *Rev Fac Med UNAM* 1997; 40(Supl 16): 570.

Reimpresos:

Dra. Kathrine Jáuregui-Renaud
Unidad de Investigación Médica
Hospital General del
Centro Médico Nacional La Raza
Av. Vallejo y Jacarandas,
Col. La Raza
02990, México, D.F.
Tel. y fax: 57821976.
Correo electrónico: kjauren@data.net.mx

*Recibido el 25 de agosto de 2004.
Aceptado el 11 de noviembre de 2004*