

## REHABILITACIÓN VESTIBULAR CON POSTUROGRAFÍA DINÁMICA

### *Vestibular rehabilitation with Dynamic posturography*

Cristina CORDERO-CIVANTOS; María Isabel CALLE-CABANILLAS; Laura ÁLVAREZ-GÓMEZ

*Hospital Universitario de Burgos. Servicio de Otorrinolaringología y Patología Cervicofacial. Burgos. España*

*Correspondencia: [cris.corciv@gmail.com](mailto:cris.corciv@gmail.com)*

Fecha de recepción: 27 de septiembre de 2019

Fecha de aceptación: 11 de octubre de 2019

Fecha de publicación: 15 de octubre de 2019

Fecha de publicación del fascículo: 1 de marzo de 2020

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:** La rehabilitación vestibular es fundamental en el tratamiento de la inestabilidad puesto que actúa sobre la compensación, mejorando el equilibrio y la calidad de vida del paciente. El objetivo de este artículo es presentar la utilidad y aspectos prácticos de la posturografía dinámica computarizada en el diseño de un programa de rehabilitación vestibular.

**PALABRAS CLAVE:** rehabilitación vestibular, posturógrafo, CDP, centro de gravedad, límites de estabilidad.

**SUMMARY:** Vestibular rehabilitation is essential in the treatment of unsteadiness as it works on compensation improving patient balance and quality of life. The objective of this article is to introduce the usefulness and practical aspects of computerized dynamic posturography in the vestibular rehabilitation program design.

**KEYWORDS:** vestibular rehabilitation, posturograph, CDP, gravity center, stability limits.

## INTRODUCCIÓN

La rehabilitación vestibular puede definirse como un conjunto de ejercicios, diseñados para favorecer la plasticidad del sistema nervioso central, mediante mecanismos de adaptación, compensación y sustitución. Está destinada a pacientes con trastornos del equilibrio de origen vestibular o central para mejorar su estabilidad. A lo largo de los años se ha comprobado que es un tratamiento seguro y efectivo que reduce la sintomatología general de mareo y el riesgo de caídas, mejorando la calidad de vida del paciente y facilitando su incorporación a las actividades diarias de la vida, sobre todo, en paciente con hipofunción vestibular unilateral [1,2].

No existe un único modelo de rehabilitación, ni todos los pacientes se pueden beneficiar de ella de igual manera, por lo que resulta fundamental una correcta selección del paciente y la técnica [3].

Este artículo desarrolla la rehabilitación vestibular con posturografía dinámica computarizada que, por un lado, permite realizar una valoración global del equilibrio y, por otro, posibilita diseñar y llevar a cabo una estrategia de rehabilitación adaptada a cada paciente [4].

## NOCIONES BÁSICAS SOBRE POSTUROGRAFÍA DINÁMICA COMPUTARIZADA

La posturografía dinámica computarizada (CDP, son las siglas correspondientes a *Computerized Dynamic Posturography*) es una técnica para la valoración objetiva de la estabilidad postural en bipedestación [5]. También se puede definir como la prueba de control del centro de masas con respecto a una base de soporte, tanto en situaciones estáticas como dinámicas. Se basa en la detección del desplazamiento del centro de presiones corporales ante diferentes situaciones de conflicto sensorial.

El posturógrafo (en nuestro servicio disponemos del modelo *Smart Balance Master* desarrollado por Neurocom —Figura 1—) consta de un soporte informático, una plataforma dinamométrica móvil

y un entorno visual, que pueden permanecer fijos o desplazarse proporcionalmente al movimiento que experimenta el paciente durante la exploración (oscilaciones referenciadas a las corporales). La superficie de la plataforma contacta con cuatro transductores de presión simétricamente situados (que miden las fuerzas verticales) y un transductor central (que mide las fuerzas horizontales a lo largo del eje anteroposterior en el plano paralelo al suelo [6]). Además, dispone de un monitor frente al paciente en el que se representa de forma continua su centro de gravedad y también puede mostrar ejercicios con objetivos determinados que obligan al paciente a desplazarse dentro de sus límites de estabilidad.

Con la CDP se pueden realizar las siguientes pruebas de valoración:

### 1. TEST DE ORGANIZACIÓN SENSORIAL

Nos permite analizar la aportación individual y combinada que los tres sistemas (vestibular, visual y propioceptivo) tienen en el mantenimiento del equilibrio. Esta información se consigue con la obtención de una serie de parámetros:

- Porcentaje de equilibrio: representa, en un diagrama de barras, el porcentaje de estabilidad del paciente para cada una de seis condiciones sensoriales analizadas. El paciente es sometido a cada una de dichas condiciones en 3 ocasiones, durante 20 segundos para cada una de ellas. Se obtiene también la media del porcentaje de equilibrio de todas (*composite*).
- Alineación del centro de gravedad: es la representación gráfica del centro de gravedad sobre la plataforma al inicio de cada intento de cada condición. Aporta información sobre la posible lateropulsión (anterior, posterior o lateral) del paciente. Nos permite conocer el objetivo de corrección para el control postural del paciente y, por tanto, es uno de datos

a tener en cuenta en la programación de la rehabilitación vestibular [7].

- Análisis de la estrategia: gráfico que informa, mediante porcentajes de estabilidad, la cantidad relativa de movimiento de tobillo (estrategia de tobillo) o de cadera (estrategia de cadera) que utiliza el paciente para mantener el equilibrio en las condiciones sensoriales analizadas.
- Análisis sensorial: resultado de las comparaciones y ratios de las condiciones sensoriales. Útil para determinar cuál es el patrón o patrones sensoriales responsables de la alteración del equilibrio y cuál es el sistema sensorial en el que se apoya principalmente el control corporal. Los patrones resultantes van a ser: somatosensorial, visual, vestibular, de preferencia visual (pacientes que no son capaces de mantener equilibrio en situaciones en las que la información visual es errónea o imprecisa) y afisiológico (los resultados de la prueba no son congruentes con las capacidades funcionales del individuo) [8].

## 2. LÍMITES DE ESTABILIDAD

La CDP nos indica los límites de estabilidad del paciente, que se definen como la capacidad que tiene una persona de desplazar de forma voluntaria su centro de gravedad sin caerse en 8 posiciones del espacio (establecidas por unos límites de estabilidad máximos y representados en la pantalla del posturografo). El conocimiento de estos límites aporta información sobre la capacidad del sujeto de desplazarse de forma segura, siendo de gran ayuda en la planificación del tratamiento rehabilitador, que tiene como fin aumentar los límites de estabilidad trabajando mediante *feedback* [7].

## 3. TEST DE ADAPTACIÓN

Permite valorar la capacidad de reacción del paciente ante movimientos bruscos e inesperados. Nos aporta información sobre el riesgo de caídas o

la capacidad de adaptarse a superficies irregulares o inestables.

## 4. DESPLAZAMIENTO MÁXIMO VOLUNTARIO O CONTROL RÍTMICO DEL PESO

Mide la capacidad que tiene el paciente de mover su centro de gravedad de forma rítmica entre dos puntos y a distintas velocidades. Nos informa sobre el grado de dificultad que puede tener el paciente para realizar actividades con variación de velocidad o cambios de dirección.

## REHABILITACIÓN VESTIBULAR Y CDP

Los parámetros obtenidos en las diferentes pruebas de valoración de la CDP nos aportan información sobre el grado de inestabilidad del paciente y sobre cómo interviene cada sistema sensorial en el mantenimiento del equilibrio. Además, aporta en todo momento la determinación gráfica del COG, lo que nos permite realizar una valoración del control postural tanto en situaciones estáticas como dinámicas [9].

Estos resultados obtenidos van a ser diferentes según el paciente tenga una hipofunción vestibular unilateral o bilateral.

Todo lo mencionado anteriormente nos permite diseñar un programa de rehabilitación vestibular individualizado para cada paciente, no sólo en base a su patología vestibular, sino también de acuerdo con su estado general y a sus condiciones físicas.

## HIPOFUNCIÓN VESTIBULAR UNILATERAL

En la valoración con la CDP nos encontraremos un patrón vestibular con desplazamiento del centro de gravedad hacia el lado hipofuncionante y dificultad para el desplazamiento hacia el lado contralateral.

En estos pacientes intentaremos potenciar la función del sistema vestibular deficiente y los mecanismos centrales de compensación. Para ello

diseñaremos ejercicios estáticos y dinámicos, con plataforma móvil (supresión del sistema somatosensorial) y con ojos cerrados o entorno móvil (ambos suprimen el sistema visual) [10].

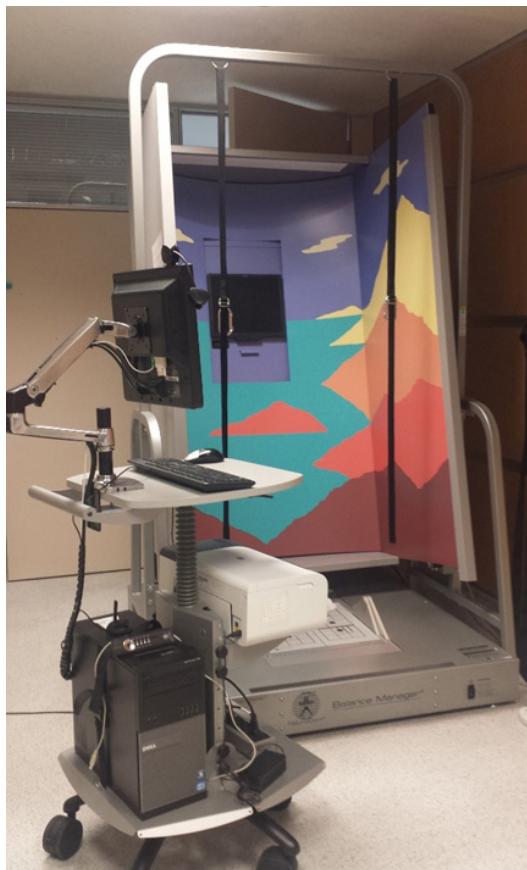


Figura 1. Posturógrafo. Neurocom Smart Balance Master

Ejercicios estáticos:

- El paciente, con los ojos cerrados y la plataforma móvil, tiene que evitar las oscilaciones. De este modo, se consigue estimular el vestíbulo hipofuncionante de forma progresiva.
- La prueba de equilibrio de pesos (*weight bearing*, Figura 2): en el monitor vemos representada, en forma de dos barras, la

fuerza que ejerce el paciente en ambas extremidades inferiores para mantener el centro de gravedad en línea media. Cuando la persona se lateraliza hacia el lado hipofuncionante, existe un desequilibrio del peso que, en primer lugar, conseguimos que el propio paciente detecte e interiorice gracias al *feedback* de verse reflejado en la pantalla para, en segundo lugar, lograr corregirlo. Para complicar el ejercicio se pueden realizar estas correcciones con los ojos cerrados.

Ejercicios dinámicos:

- Colocamos al paciente en posición de Romberg frente a la pantalla, le pedimos que realice secuencias de movimientos del centro de gravedad dentro unos límites de estabilidad que hemos seleccionado en base a las pruebas realizadas. Mediante desplazamientos alternantes hacia diferentes objetivos, conseguimos que el centro de gravedad se sitúe dentro del cono de estabilidad.
- En estos pacientes diseñamos ejercicios que van desde la posición central hacia el lado contralateral de la lesión, para así aproximar su centro de gravedad a la línea media.

A lo largo de las sesiones de rehabilitación, complicamos de forma progresiva los ejercicios, aumentando los límites de estabilidad, el tiempo de transición, la permanencia en los puntos establecidos y la sensibilidad del movimiento de la plataforma y el entorno.

#### HIPOFUNCION VESTIBULAR BILATERAL

En la valoración con la CDP encontraremos un patrón vestibular con un desplazamiento del centro de gravedad variable y unos límites de estabilidad muy reducidos.

En estos pacientes las estrategias de rehabilitación estarán encaminadas a estimular los mecanismos de sustitución; por lo que diseñaremos ejercicios encaminados a sustituir la información vestibular por información sensorial y visual.

Se realizarán ejercicios estáticos y dinámicos sobre plataforma o entorno móviles, nunca ambos de forma simultánea.

Dichos ejercicios se pueden complicar de forma progresiva ampliando los límites de estabilidad, variando el tiempo de transición y el tiempo de permanencia sobre los objetivos.

#### ALTERACIÓN DEL CONTROL POSTURAL

En este apartado se incluyen los pacientes con alteraciones del equilibrio, para los que no se objetiva un déficit vestibular. Sin embargo, su inestabilidad, habitualmente referida como inseguridad con la deambulación o bipedestación estática, sí se debe a una inadecuada recepción e integración de la información proporcionada por los sistemas vestibular, somatosensorial y visual. Pueden ser pacientes con patología del sistema nervioso central (infartos de fosa posterior o enfermedad de Parkinson) o pacientes que presentan inseguridad por miedo a las caídas (inestabilidad tras VPPB o en el vértigo postural perceptual persistente, VPPP) [11,12]. Desarrollan patrones de rigidez corporal que dan lugar a una disminución de los límites de estabilidad y por tanto de su movilidad.

En la valoración de la CDP buscaremos los patrones sensoriales (vestibular, somatosensorial, visual y de preferencia visual) y los límites de estabilidad (punto de excursión máxima y control direccional), para planificar ejercicios encaminados a potenciar los sistemas deficitarios y a aumentar los límites de estabilidad. Con esta programación, conseguiremos reducir el riesgo de caída y facilitar las actividades de la vida diaria.

Se realizarán ejercicios estáticos y dinámicos sobre plataforma móvil o fija, con o sin entorno móvil, dependiendo de qué sistema queramos estimular. Dichos ejercicios también se pueden ir complicando como hemos citado en los apartados anteriores.

Cabe destacar que, estudios recientes sobre el tratamiento de la migraña vestibular mediante rehabilitación, han demostrado un mejor control

postural en situaciones de privación y conflicto visual en los periodos intercrisis. De esta forma, se conseguiría una disminución de la inestabilidad y ansiedad asociadas [12,13] aunque los datos son débiles para apoyar su efectividad.

#### ¿CÓMO HACEMOS NOSOTROS UNA SESIÓN DE REHABILITACIÓN VESTIBULAR?

En nuestra unidad programamos un total de entre cinco y ocho sesiones, de 45 a 60 minutos de duración cada una, con una frecuencia de dos por semana.

20 minutos se dedican a los ejercicios con posturografía dinámica [14]; el resto se reparten entre ejercicios de suelo y, cuando se considera necesario, estímulo optocinético. Recomendamos realizar ejercicios domiciliarios complementarios, en nuestro caso, los obtenidos de la publicación *Vestibular Rehabilitation: Protocols and Programs* [15].

Tras realizar las medidas de seguridad (colocación de chaleco y fijación con arneses), colocamos al paciente en posición Romberg y ajustamos el monitor a la altura de sus ojos. Comenzamos con ejercicios de control de pesos (*weight bearing*, Figura 2) con ojos abiertos y cerrados.

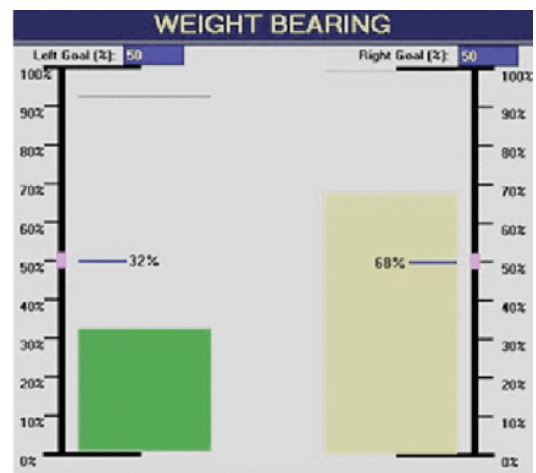


Figura 2. *Weight bearing*

Continuamos con los siguientes ejercicios, seleccionados de la secuencia de entreno libre (Figura 3).

- Siendo el 2. de gran utilidad en la rehabilitación estática.
- En casi todos los pacientes realizamos los ejercicios 11. y 12. que consisten en desplazamientos anteroposterior y lateral, para que los pacientes adquieran consciencia del uso de la estrategia de tobillo y cadera respectivamente.
- Los ejercicios circulares 23. y 24. con límites de estabilidad por debajo del 50%, los utilizamos para potenciar la estrategia de cadera.
- El 20. y 22. los empleamos en las hipofunciones vestibulares unilaterales.
- El resto de los ejercicios los seleccionamos según los resultados de la CDP.

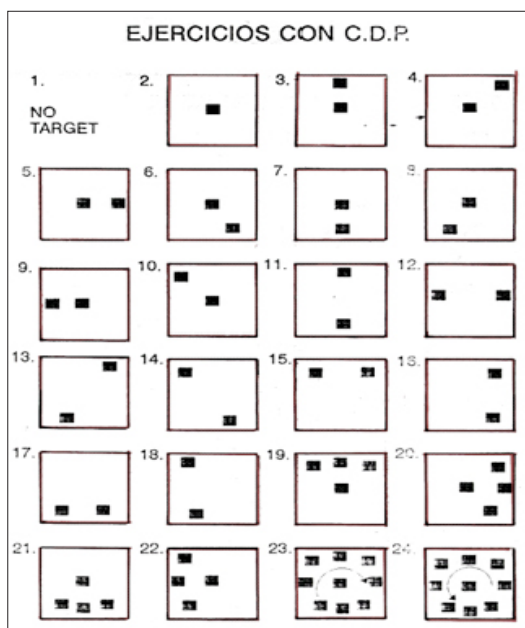


Figura 3. Ejercicios con CDP.

Según avanzamos en las sucesivas sesiones los ejercicios se vuelven más complejos al ir aumentando la sensibilidad de plataforma y/o entorno,

ampliando los límites de estabilidad y alargando el tiempo de transición entre dianas.

## CONCLUSIONES

La información proporcionada por la CDP nos permite diseñar programas de rehabilitación vestibular individualizados para cada paciente. Ofrece ejercicios estáticos y dinámicos sobre la plataforma del posturógrafo, con la finalidad de mejorar la estabilidad del paciente y favorecer la incorporación a las actividades de la vida diaria [16].

Los resultados finales obtenidos van a depender de la patología. Se han objetivado mejores resultados de la rehabilitación con posturógrafo en pacientes con hipofunción vestibular unilateral, siendo de primera elección en su tratamiento.

Otros factores que influyen en los resultados son el grado de afectación de la lesión y la implicación del paciente durante las sesiones.

Aunque en nuestra unidad estamos de acuerdo con la gran utilidad de la posturografía dinámica en la rehabilitación vestibular, creemos conveniente complementarla con otras técnicas y ejercicios que seleccionamos de forma individualizada.

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. José Valda, quien impulsó la unidad de otoneurología del HUBU.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Hall CD, Herdman SJ, Whitney SL, et al. Vestibular rehabilitation for peripheral vestibular hypofunction: an evidence-based clinical practice guideline. *J Neurol Phys Ther* 2016;40:124-55.
2. McDonnell MN, Hillier SL. Vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular dysfunction. *Cochrane Database Syst Rev* 2015;1:CD005397.
3. Burton MJ, Monsell EM, Rosenfeld RM. Extracts from The Cochrane Library: vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular

- dysfunction (review). *Otolaryngol Head Neck Surg* 2008;138(4):415-7.
4. Badke MB, Miedaner JA, Grove CR, Shea TA, Pyle GM. Effects of vestibular and balance rehabilitation on sensory organization and dizziness handicap. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2005;114:48-54.
  5. Subcommittee of the American Academy of Neurology. Assessment: Posturography. *Neurology*. 1993;43(6):1261-4.
  6. Nashner LM, Peters JF: Dynamic posturography in the diagnosis and management of dizziness and balance disorders. En: Arenberg IK, Smith DB, eds. *Neurologic Clinics: Diagnostic Neurotology*. Philadelphia: WB Saunders Company;1990:331-49.
  7. Santos Pérez S, Soto Varela A, Rossi Izquierdo M, Elhendi W, Labella Caballero T. Tratamiento rehabilitador de los trastornos del equilibrio. *An Otorrinolaringol Ibero Am*. 2007;34 (5):465-84.
  8. Cevette MJ1, Puetz B, Marion MS, Wertz ML, Muentner MD. Aphysiologic performance on dynamic posturography. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 1995;112(6):676-88.
  9. Fraile Rodrigo JJ, Tísner Nieto JV, Fernández Liesa R. Rehabilitación vestibular mediante plataforma de posturografía. Nuestra experiencia. *O.R.L. Aragon*. 2005;8(2):6-11.
  10. Marcos Rossi Izquierdo, Andrés Soto Varela, Sofía Santos Pérez editores. Ponencia SGORL Rehabilitación Vestibular. 2016.
  11. Rossi-Izquierdo M, Soto-Varela A, Santos-Pérez S, Sesar-Ignacio A, Labella-Caballero T. Vestibular rehabilitation with computerised dynamic posturography in patients with Parkinson's disease: Improving balance impairment Disability and Rehabilitation. 2009;31(23): 1907-16.
  12. Pamela M. Dunlap, Janene M. Holmberg, and Susan L. Whitney. Vestibular rehabilitation: advances in peripheral and central vestibular disorders. *Curr Opin Neurol* 2019,32:137-44. DOI:10.1097/WCO.0000000000000632.
  13. Cesaroni S, Silva AM, Gananc, a MM, Caovilla HH. Postural control at posturography with virtual reality in theintercritical period of vestibular migraine. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2019.06.015>.
  14. Rossi-Izquierdo M, Santos-Pérez S, Rubio-Rodríguez JP, Lirola-Delgado A, Zubizarreta-Gutiérrez A, San Román-Rodríguez E et al. What is the optimal number of treatment sessions of vestibular rehabilitation? *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2014;271(2):275-80.
  15. Gans RE. Vestibular rehabilitation: Protocols and Programs. Singular Publishing Group Inc.1996.
  16. Rossi-Izquierdo M1, Santos-Pérez S, Soto-Varela A. What is the most effective vestibular rehabilitation technique in patients with unilateral peripheral vestibular disorders?. *Eur Arch Otorhinolaryngol* (2011) 268:1569-74.