

SPECIAL COMMUNICATION

Review of the therapeutic approach by the vojta principle in neurological patients with gait disorders

Revisión del abordaje terapéutico mediante el principio vojta sobre las alteraciones de la marcha en pacientes neurológicos

Ismael Sanz Esteban^{1*}, David Rodriguez Sanz¹, Patricia Andradas Jorge¹, César Calvo Lobo¹.

¹ Departamento de fisioterapia y podología. Universidad Europea de Madrid, España.

² Nursing and Physical Therapy Department, Institute of Biomedicine (IBIOMED), Universidad de León, Spain

*Correspondencia: Ismael Sanz Esteban, departamento de fisioterapia y podología. Universidad Europea de Madrid, España. E-mail: Ismael.sanz@universidadeuropea.es teléfono 912-115-268, EXT 5268.

Abstract

Objectives: A bibliographic review about the therapeutic approach of Vojta principle and the importance of the activation of innate patterns of movement for functional improvement of gait.

Methods: Data are collected after a search in databases PUBMED, MEDLINE, other resources such as Google Scholar and the library of the European University of Madrid, following the criteria Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) and checklist. Data are collected during the months of January and February of 2017.

Results: After using the criteria of inclusion and exclusion were collected 3 thesis, 35 articles and 7 relevant books of different databases. During the reflex locomotion therapy (RLT), the central nervous system (CNS) seems to be activated probably due to the influence of the posture and stimulus points. All the afferent proprioceptive information could cause an innate response in locomotion coordination complex which humans use during gait.

Conclusions: Patients with neurological disorders could be improved by the of Vojta therapy in different gait parameters. Vojta therapy (VT) could obtain the activation of cortical and subcortical levels that intervenes during locomotion. More randomized clinical trial are necessary to increase the evidence about Vojta therapy in gait pattern of neurological diseases.

Key Words: Physical therapy modalities, gait disorders, neurologic, locomotion, gait rehabilitation, cerebral stroke, cerebral palsy, multiple sclerosis.

Resumen

Objetivos: Revisar en la bibliografía el abordaje terapéutico del principio Vojta y la importancia de la activación de los programas motores innatos para la mejora funcional de la marcha.

Métodos: Se recopilan los datos tras una búsqueda en las bases PUBMED, MEDLINE, otros recursos como Google Scholar y la biblioteca de la Universidad Europea de Madrid, siguiendo los criterios Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) y checklist. Se recogen los datos durante los meses de enero y febrero del 2017.

Resultados: Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión resultan relevantes 3 tesis doctorales, 35 artículos y 7 libros de las distintas bases de datos. Durante la terapia de locomoción refleja (TLR) parece producirse una importante activación del sistema nervioso central (SNC) posiblemente debido a la influencia de la postura y la activación de los puntos de estímulo. Toda la información aferente propioceptiva podría provocar la respuesta innata de los complejos de coordinación locomotora que utiliza el ser humano durante la marcha.

Conclusiones: Los pacientes con alteraciones neurológicas podrían beneficiarse de la terapia Vojta (TV) al obtener mejoras en diferentes parámetros de la marcha. La TV podría conseguir activar zonas a nivel cortical y subcortical que intervienen durante el movimiento locomotor. Son necesarios ensayos clínicos aleatorizados que aumenten la evidencia científica de la terapia Vojta en los patrones de marcha de patologías neurológicas.

Palabras Clave: Fisioterapia, locomoción, rehabilitación de la marcha, alteraciones de la marcha, neurológicas, daño cerebral, parálisis cerebral, esclerosis múltiple.

Recibido: 7 Marzo 2017; Acept: 01 Abril 2017.

Conflictos de Interés
Ninguno Declarado.

Fuentes de Financiación
Ninguno Declarado.

Introducción

La marcha bípeda es un patrón global de movimiento de carácter innato que se pone automáticamente a disposición del impulso voluntario e individual de cada uno para interactuar con el medio, constituyendo el patrón universal de locomoción de la especie humana. Representa una característica propia que se adquiere en la infancia fruto de la maduración sensoriomotora, del comportamiento mental y emocional (1,2).

Se basa en el desplazamiento del cuerpo en el espacio de forma enderezada con una sucesión de movimientos rítmicos y alternantes de manera coordinada (3). En la mayoría de los casos la marcha es simétrica, lo que produce mayor estabilidad dinámica y una menor demanda de control superior (4).

Se caracteriza por presentar un ciclo que comienza cuando un pie contacta con el suelo y finaliza cuando el mismo pie vuelve a hacer contacto. En la marcha el pie juega un papel relevante, debido a que mediante su movimiento y desplazamiento se pueden observar los mecanismos del ciclo completo de la marcha. Este ciclo se subdivide en la fase de apoyo que abarca el 60 % del ciclo y la fase de oscilación que corresponde al 40% del mismo (3).

Para que haya una marcha normal debe haber una correcta interacción entre los programas centrales y los mecanismos de retroalimentación (5).

Cualquier alteración de este ciclo, debida a factores extrínsecos o intrínsecos que repercuta en la función motora y en los parámetros que constituyen el ciclo normal de la marcha, dará lugar a una marcha patológica. Las asimetrías posturales, el déficit en la alineación, la inestabilidad o las deficiencias dinámicas son algunas de las alteraciones más frecuentes que inciden sobre la marcha (3).

Así, tras un accidente cerebrovascular (ACV) la asimetría durante la marcha constituye uno de los problemas principales para un movimiento locomotor normal (1,5).

Los problemas de la marcha derivados de alguna de las alteraciones neurológicas más frecuentes podrían ser tratados mediante el abordaje de la terapia de locomoción refleja (TLR), podría mejorar el patrón global de movimiento y los patrones parciales (componentes más analíticos), que se dan durante la fase de apoyo y oscilación que aparecen en la tabla 1.

Tipos de marcha patológica		Descripción
Espástica	Segador o hemiparética:	Lesión en la corteza motora o de la vía corticoespinal. Frecuente en ACV y esclerosis múltiple.
	Espástica o de geisha	Secundaria a una lesión bilateral de las vías corticoespinales, más frecuentemente en pacientes de esclerosis múltiple, siringomielia, esclerosis lateral amiotrófica, paraplejia espástica entre otras.
	Tijeras	Secundaria a una lesión de vías corticoespinales, frecuente en diplejia espástica cerebral infantil, compresiones medulares, siringomielia y esclerosis múltiple.
Cerebelosa	Producida por lesión en cerebelo.	
Atáxica	Se produce por una degeneración de los cordones posteriores de la médula.	
Vestibular	Por afectación en sistema vestibular pudiendo ser homolateral o bilateral.	
Parkinsonina	Característica en enfermedades neurodegenerativas, vasculares de los ganglios de la base, demencias, hematomas subdurales crónicos, lesiones frontales o del cuerpo calloso.	
Coreica	Normalmente en enfermedades neurodegenerativas, alteraciones inmunitarias, vasculares o secundarias a fármacos.	
Distónica	Aparecen secundarias a uso de fármacos, anoxias perinatales, enfermedades neurodegenerativas o trastornos neurológicos.	
En lesiones periféricas	En stepage o equina	Por parálisis del tibial anterior
	De Duchenne	Por déficit del glúteo medio, muy frecuente en distrofias musculares así como en la poliomielitis.

Abreviaturas: ACV, accidente cerebrovascular.

Tabla 1. Tipos de marcha patológica.

En la actualidad, a los métodos y conceptos de tratamiento como Vojta, Bobath, facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP), Perfetti, integración sensorial (1), se ha incorporado el uso de la tecnología electrónica y la robótica. La utilización de exoesqueletos o robots que asisten el entrenamiento de la marcha (RAGT, del inglés *Robot-assisted gait training*) se ha convertido en las herramientas tecnológicas más empleadas.

Destaca entre ellos el robot Lokomat® (6). Este robot genera un control de los pasos a través de repeticiones rítmicas (5,7) que activa los generadores de patrones centrales (GPC) y posibilita la activación cortical que se asocia al control locomotor (8, 9).

Es objeto de esta revisión aportar una actualización sobre el enfoque terapéutico de la TV, constituyendo una de las técnicas de tratamiento fisioterápico más utilizadas en pacientes neurológicos (5).

Metodología

La recopilación de datos se ha llevado a cabo durante los meses de Enero y Febrero de 2017, utilizando diferentes bases de datos, PUBMED, MEDLINE, y otros recursos como Google Scholar y la biblioteca de la Universidad Europea de Madrid. Se siguieron los criterios *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) “y checklist” (10)

Tras las primeras búsquedas se obtuvieron 3955 resultados entre artículos y otras fuentes. Se evaluaron 52 artículos y 4 tesis doctorales de las cuales se han seleccionado 35 artículos, 3 tesis doctorales y 7 libros por su interés para la extracción de datos. Estos artículos cumplen con los criterios de inclusión marcados: estar publicados en idioma castellano, inglés o alemán, que los datos analizados pertenezcan a fuentes primarias o secundarias de información relacionadas con el objeto de estudio, pudiendo ser textos, libros y estudios de investigación obtenidos mediante la búsqueda de los términos clave.

Las palabras clave y la terminología empleada para la búsqueda y navegación de bases de datos durante el proceso de revisión y recolección de datos, fueron todos los términos presentes en MeSH, Pubmed, Google Scholar, Medline, que se consideraron relacionados con esta revisión fueron: locomoción, *gait disorders*, *neurologic*, *gait treatment*, *cerebral stroke*, *physical therapy modalities*, *therapeutics*, *neurologic locomotion disorders*, *Vojta therapy*, Bobath, Lokomat®, esclerosis múltiple, generador central de patrones, *somatosensory system*, *human gait*, *robotic assisted therapy*, parálisis cerebral, rehabilitación de la marcha. Se realizaron búsquedas adicionales usando combinaciones de estas palabras con los operadores booleanos *AND OR* y *NOT*.

Se incluyeron estudios desde el año 1980 hasta la actualidad, siendo la mayoría de los ensayos clínicos pertenecientes a la última década. Se consideró oportuno la utilización de 3 tesis doctorales por contener información significativa para la actualización.

Los criterios de exclusión resultan de aquellos estudios que no hacen referencia a las palabras clave ni los criterios de inclusión mencionados.

Resultados

Tras la búsqueda realizada se utilizan 35 estudios, 3 tesis doctorales y 7 libros de texto, para la revisión y actualización de este manuscrito que aparecen recogidos en la figura 2.

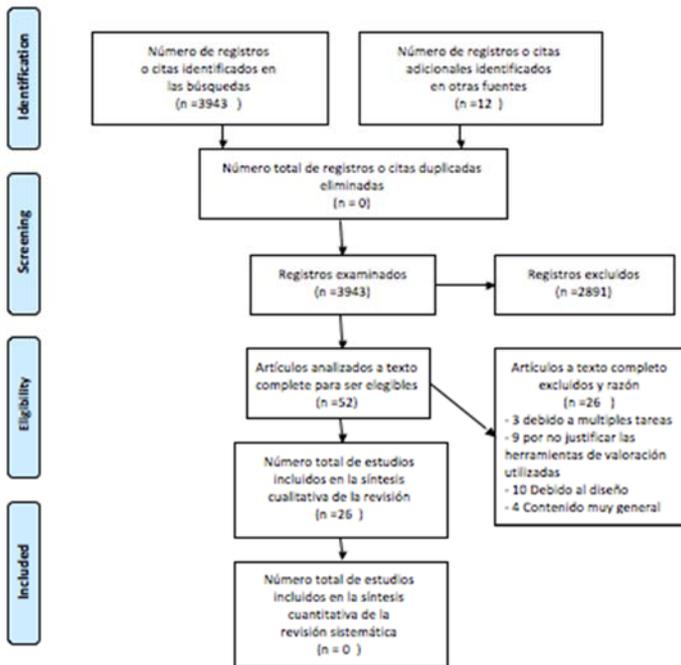


Figura 2. Diagrama de flujo de la información a través de las diferentes fases de esta revisión.

En 1954 el neuropediatra Václav Vojta desarrolló una sistemática de tratamiento para personas con alteración de la coordinación central. El Dr. Vojta la denominó terapia de locomoción refleja (TLR) (11).

La locomoción refleja contiene dos patrones globales de movimiento: la reptación refleja, que se desencadena desde el decúbito prono y el volteo reflejo que lo hace desde el decúbito supino y lateral (7, 11). Estos dos patrones son denominados complejos de coordinación. Ambos están presentes de forma innata en el ser humano incluidos en el funcionamiento del SNC, figuras 3 y 4 (1,12).



Figura 3. Posición de partida del Volteo reflejo. Zona de activación pectoral.



Figura 4. Posición de partida de la reptación refleja. puntos de activación y vectores resultantes del estímulo.

La activación de los complejos de coordinación muscular que se dan en la locomoción refleja, se genera mediante un estímulo táctil y propioceptivo, provocado con las manos del terapeuta en unas zonas o puntos de activación específicos y unas direcciones vectoriales establecidas (13,14).

Los puntos de activación se pueden estimular de forma individual o combinada, al hacerlo de esta última forma se generaría un mayor input al SNC y aumentarían los beneficios para la activación de los patrones de marcha (14,15).

“El carácter cinesiológico de la TV contiene elementos imprescindibles en la locomoción, entre los que se engloban el ajuste postural, el enderezamiento sobre un punto de apoyo y el movimiento fásico coordinado” (16).

La corteza sensoriomotora, el cerebelo, los ganglios basales, el tronco encefálico y las neuronas implicadas en los generadores de patrones centrales (GPC) son todas las estructuras neuronales implicadas en la marcha. Los centros supraespinales desempeñan un papel importante en la recuperación de la función locomotora (17).

Los actos motores voluntarios frecuentemente requieren un impulso corticosepinal y son acompañados por la actividad de estructuras subcorticales (vestibulospinal, reticulospinal) para la estabilización y el equilibrio. La marcha resulta de la interacción dinámica entre el programa central y los mecanismos de retroalimentación, que ocurren en la columna vertebral, como el GPC (17,18) y los niveles supraespinales (19,20).

Durante la terapia Vojta se podría producir una fuerte activación del SNC cumpliendo con las teorías de los GPC para el control postural y de la marcha (5). La postura de activación es fuente de aferencias sobre el SNC por medio de la información propioceptiva que proporcionan músculos, articulaciones y ligamentos (11,21). Esta postura de activación induce al GCP, activando la respuesta neuronal que producen periódicamente los patrones rítmicos de locomoción (22,23).

La estimulación de los receptores sensoriales de carga (mecanorreceptores) y los receptores posturales (propioceptores) tiene una relación directa con la activación de los GPC. Estos receptores son importantes para establecer el control postural y la locomoción. De la información propioceptiva se deriva la activación de musculatura que tendrá relevancia durante el ciclo de la marcha (24,25).

Vojta (13) nos habla de la importancia de la activación mediante un correcto estímulo aferente sobre los puntos y zonas descritas, de esta forma la información asciende por la médula torácica (vía espinoreticular) consiguiendo la entrada al cerebelo axial.

Desde el cerebelo se activan, directamente el sistema eferente de la zona reticular y las zonas del tronco. Éstas últimas se activan por órdenes provenientes de niveles superiores del SNC, incluyendo la corteza (14).

En un estudio realizado por Valero e Cabre (26) sobre individuos sanos aplicando la TLR se concluye que la estimulación propioceptiva con esta técnica, es capaz de provocar complejos patrones de sinergias cortico-espinales y que podrían ser usados como módulos en la corteza motora para planificar de manera óptima y ejecutar el movimiento.

P. Hok y cols.(27) nos hablan de cambios en zonas corticales y subcorticales al aplicar la estimulación en el punto de activación del tubérculo lateral del calcáneo. Los datos muestran activación ipsilateral en el giro postcentral, (medio y superior). El análisis según el Modelo General Lineal mostró una mayor activación en la zona perisilviana frontal, (predominantemente derecha), la corteza insular, en los ganglios basales bilateralmente, en el tálamo, cerebelo y en el tallo cerebral.

Aunque en la actualidad existen pocos artículos que hayan puesto de manifiesto las estructuras del SNC implicadas durante la activación con la TV, son numerosos autores los que relacionan la aplicación de la técnica con las mejoras en pacientes con alteraciones de la coordinación central y periférica.

El trabajo de Vila (7) acerca de un estudio in vitro donde, se comparan microscópicamente dos tipos de hifas así como diferentes láser, se observa una discreta mejoría en el crecimiento de las hifas en el laboratorio, no se pudo concluir que el tratamiento ex vivo sea válido, debido a la variabilidad humana, motivo que explicaría por qué se podría deber entre otros motivos dicha mejoría.

Ortiz (22) habla de diferentes sistemas de láser de neodimio y de diodo en comparación con otras terapias como la fotodinámica o el ultravioleta en los que no se puede concluir que sea una alternativa eficaz dado que las muestras de los estudios consultados son pequeñas.

En cambio, Nenoff (8) trata cuestiones a cerca del protocolo de aplicación de los diferentes tipos de láser, en las que hace referencia a los efectos in vitro de la terapia láser contrastados con un elevado porcentaje de eficacia para los distintos tipos de hongos que provocan onicomiasis. Según estos estudios in vitro y ensayos clínicos, la elevación de la temperatura in vitro inhibe el crecimiento de las hifas, y la captación de energía por parte de éstas, va en función de la longitud de onda aplicada.

Paasch (28) describe los efectos de los diferentes tipos de radiaciones sobre los diferentes tipos de hongos in vitro, especialmente dermatofitos y compara sus diferentes sistemas de tecnología, diodo y neodimio con el fin de determinar en diferentes dermatofitos y mohos la cantidad exacta de energía expresada en kilojulios/segundo (KJ/s) y los efectos de las diferentes longitudes de onda 835 nm y 1064 nm.

Por otro lado, la revisión de Gupta (17) aporta resultados de diferentes tratamientos que ante la falta de concreción en cuanto a las directrices, intenta aunar las pautas para el tratamiento láser en función de la diferente tecnología, aunque otra vez sin resultados homogéneos ni concluyentes para los diferentes ensayos clínicos que contiene.

Discusión

Autores como López y Husárová aplicaron la TLR en pacientes con ACV pudiendo observar una mejora cuantitativa y cualitativa en los patrones motores durante la fase de apoyo y de oscilación.

Se obtuvo una mejora en la extensión del raquis, una mayor estabilidad en la hemipelvis, un aumento en la activación del tibial anterior y una mejora de la espasticidad (7,28). Un estudio realizado por Lennón y cols. con un abordaje basado en el concepto Bobath, coincide con la TV en cuanto la mejora de la dorsiflexión del pie (29), Ansari y Naghdi, coincide en la normalización del tono, aunque en este caso habla solo de la musculatura flexora plantar (30). Hesse y cols. refieren mejorías en la funcionalidad de la marcha, aunque concluyen que no hay cambios significativos en el patrón ni en la simetría de las marcha (31). Para Benito también se producen cambios significativos en la funcionalidad de la marcha en una distancia larga, este estudio no refiere cambios significativos en distancias cortas ni en la fuerza a nivel muscular (32). Respecto a las terapias robóticas (Lokomat®) se produce una activación de los GPC, pero algunos estudios como el de Hussemann y cols. concluye que no se produce una mejoría en la funcionalidad de la marcha aunque sí hay evidencia de un incremento de masa muscular (33). Loáiciga (3) en su estudio con pacientes con daño cerebral adquirido (DCA) observó y cuantificó los elementos más importantes de la marcha: velocidad, cadencia o pasos por minuto, longitud de paso, longitud de zancada, anchura de la base, antes y después de la realización de la TLR 2 veces por semana durante 5 meses, observando un incremento generalizado de los valores finales con respecto a los valores iniciales en todas las pruebas, aproximándose a los valores de referencia de la población general.

El estudio de la marcha en otras patologías como la esclerosis múltiple ha sido abordado por la terapia Vojta, mostrando unos grandes beneficios. Los pacientes con esclerosis múltiple, presentan una marcha lenta, con una corta longitud de paso y de zancada (34).

Laufens y cols. obtuvieron grandes beneficios cuando combinaron la TV con el tapiz rodante, siendo los resultados electromiográficos mejores durante la TV cuando previamente se había utilizado el tapiz. Sin embargo, la activación previa con TLR a la utilización del tapiz mejoraba el aumento de la distancia y la reducción de la fatiga. En este estudio también se obtuvieron datos acerca de la función cerebelar y la fuerza, siendo la mejoría notoria, un 68,4% en funciones cerebelares y en un 78% en la fuerza del miembro inferior más afecto (35). Una de las terapias de mayor influencia y aplicación junto con la TV es el concepto Bobath. Esta terapia tiene por objeto mejorar el control postural, el equilibrio y la marcha en pacientes con alguna alteración neurológica. (36).

Ilett y cols. han publicado un estudio en el que muestran una mejoría en la velocidad del paso, una mayor estabilidad y mejor control del centro de masas, siempre en relación al complejo tobillo-pie (37). Keser y cols. compararon el concepto Bobath con sesiones de ejercicios de control de tronco, coordinación y funcionalidad, los resultados muestran que ambos abordajes de terapia resultan beneficiosos para el control de tronco en personas con esclerosis múltiple (38).

Estudios realizados que comparan la utilización de Lokomat® con una rehabilitación de la marcha sobre suelo, concluyen que en pacientes que no presentan grandes dificultades, en concreto que no supere los 16 segundos en la prueba de 10 metros, no se benefician de la terapia robótica. Sin embargo, si la afectación de la marcha es severa, Lokomat® es un buen recurso por la seguridad que nos ofrece el aparato para la reeducación de la marcha (39).

Un reciente estudio de Carratalá, utilizó numerosas escalas, un análisis cinemático y un análisis electromiográfico ofreciendo las siguientes conclusiones tras la utilización de la TV(40). La TV consigue modificar los parámetros espacio-temporales, aumentando la longitud de paso y de zancada y la velocidad, así como, disminuir el apoyo bipodal durante la marcha. Se produjo también una mejora del rango articular de cadera y rodilla y una disminución del flexo de rodilla. La utilización de la TV modifica la activación muscular del bíceps femoral y de la musculatura del tobillo (tibial anterior y gastrocnemio lateral). Como resultado se obtiene una mejora del control postural, el equilibrio y la marcha. Straudi y cols. recientemente ha sugerido que la utilización de RAGT mejora la plasticidad y puede influir en las mejoras clínicas de los pacientes con EM. (41)

La consecución de la marcha es uno de los objetivos para los niños con diagnóstico de parálisis cerebral. Son varios los estudios que hablan de los beneficios de la TLR para la obtención de la verticalización y los apoyos en pos de conseguir una marcha libre. Kanda y cols.(42), hicieron un estudio sobre 85 niños con diagnóstico de diparesia espástica, divididos en dos grupos, el primero formado por los menores de 9 meses, y el segundo de entre 9 meses y 3 años. Todos fueron tratados con TLR. Ambos grupos consiguieron un porcentaje similar en referencia a la consecución de la marcha, siendo en el primero de los grupos en el que se consiguió un mayor porcentaje de estabilidad en la marcha en menor tiempo.

Otros estudios hablan de la mejora de aspectos relativos al rango de movimiento de cadera y rodilla, al aumento de la velocidad de la marcha después de realizar la terapia y la mejora del apoyo durante el ciclo. Los resultados de este estudio indican que la terapia Vojta es una intervención eficaz para los pacientes con parálisis cerebral con un patrón de marcha anormal (23).

Kim y cols. compararon el abordaje mediante el concepto Bobath y el abordaje mediante estimulación auditiva rítmica en adultos con parálisis cerebral. En ambos casos se evidenciaron mejorías, siendo las relacionadas con el concepto Bobath las de mayor relevancia en la estabilidad de la marcha, la postura y la disociación de la cintura pélvica (43).

Estudios en población pediátrica con parálisis cerebral revelan una mejora en el nivel de estabilidad (44), en algunos parámetros de la marcha, en la velocidad del paso y en el uso de menos ayudas técnicas. En caso de los niños con una clasificación de Gross Motor nivel II, hay mejoras en las distancias que son capaces de recorrer tras tres o cinco semanas utilizando Lokomat® (45).

Algunos autores confirman la mejora de la longitud del paso tras la realización durante 23 días de la TLR (3,7). A nivel electromiográfico se registró la actividad de los músculos gastrocnemio y tibial anterior entre otros, siendo éstos los que mayor cambio registraron tras la activación con TV (3).

Las principales limitaciones del estudio son el pequeño tamaño muestral que dificulta la extrapolación de los datos encontrados y su desarrollo posterior en la población general, además de la baja cantidad de artículos de cada una de las principales técnicas de tratamiento.

Conclusiones

La terapia Vojta se muestra como una de las terapias más utilizadas en el proceso rehabilitador de la marcha alterada. Es una herramienta terapéutica que podría activar directamente el SNC para desencadenar los patrones innatos de la marcha automática. Esto nos permitiría activar los patrones parciales de movimiento y utilizarlos para lograr un mejor control postural, una estabilización, una mejora en los apoyos y un movimiento fásico coordinado durante la marcha. Si bien se ha demostrado la relación de la aplicación de la TV con la activación de estructuras del SNC que actúan durante la marcha, es interesante tener en cuenta su utilización combinada con otras terapias.

Son necesarios más estudios que aporten una mayor evidencia científica sobre este tema.

Referencias

- (1) Vojta V, Schweitzer E. El descubrimiento de la motricidad ideal: Ediciones Morata; 2011.
- (2) Collado Vázquez S. Análisis de la marcha humana con plataformas dinamométricas: influencia del transporte de carga; 2004.
- (3) Catalina Loáiciga Espeleta. La terapia Vojta como herramienta de tratamiento de las alteraciones neuromotoras en la marcha de niños y adultos; 2014.
- (4) Shumway-Cook A, Woollacott MH. Motor control: translating research into clinical practice: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
- (5) Belda-Lois J, Mena-del Horno S, Bermejo-Bosch I, Moreno JC, Pons JL, Farina D, et al. Rehabilitation of gait after stroke: a review towards a top-down approach. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*. 2011; 8(1):66.
- (6) Bayón C, Ramírez O, Serrano J, Del Castillo M, Pérez-Somarriba A, Belda-Lois J, et al. Development and evaluation of a novel robotic platform for gait rehabilitation in patients with Cerebral Palsy: CPWalker. *Robotics and Autonomous Systems*. 2017;91:101-114.
- (7) López LP, Gorricho AP, Atin M, Varela E. Efecto de la terapia Vojta en la rehabilitación de la marcha en dos pacientes adultos con daño cerebral adquirido en fase tardía. *Fisioterapia*. 2009;31(4):151-162.
- (8) Kim HY, Yang SP, Park GL, Kim EJ, You JSH. Best facilitated cortical activation during different stepping, treadmill, and robot-assisted walking training paradigms and speeds: a functional near-infrared spectroscopy neuroimaging study. *NeuroRehabilitation*. 2016;38(2):171-178.
- (9) Ogata T, Kawashima N, Nakazawa K, Akai M. Reconstruction and Tuning of Neural Circuits for Locomotion After Spinal Cord Injury. *Clinical Systems Neuroscience: Springer*; 2015: 139-148.
- (10) Beller EM, Glasziou PP, Altman DG, Hopewell S, Bastian H, Chalmers I, Gøtzsche PC, Lasserson T, Tovey D; PRISMA for Abstracts Group. PRISMA for Abstracts: Reporting Systematic Reviews in Journal and Conference Abstracts. *PLoS Med*. 2013;10(4):e1001419.
- (11) Vojta V. El principio Vojta. Barcelona: Springer-Verlag; 1995.
- (12) Bäckström B, Dahlgren L. Vojta Self-training: Experiences of six neurologically impaired people: A qualitative study. *Physiotherapy*. 2000;86(11):567-574.
- (13) Perales-López L. El pisiforme, una nueva zona de desencadenamiento segmental de los contenidos cinesiológicos de la mano en la terapia Vojta. *Aplicaciones en rehabilitación. Fisioterapia*. 2013;35(5):189-196.
- (14) Vojta V. Alteraciones motoras cerebrales infantiles: diagnóstico y tratamiento precoz: Ediciones Morata; 2005.
- (15) Buchstein G, Freiburg G, Pilotstudie Laufens G. Elemente einer unbewussten Lokomotion. *Physiotherapie*. 2010;4:134-139.
- (16) Sánchez P, Pardo P, Varela E, Del Pino E. La locomoción refleja de Vojta como principio terapéutico. *Rehabilitación (Madrid)*. 1997;31:440-447.
- (17) Barthélemy D, Grey J, Nielsen J, Bouyer L. Involvement of the corticospinal tract in the control of human gait. 2011;192:181-197.
- (18) Martinez M, Delivet-Mongrain H, Leblond H, Rossignol S. Incomplete spinal cord injury promotes durable functional changes within the spinal locomotor circuitry. *J Neurophysiol*. 2012 Jul;108(1):124-134.
- (19) Takakusaki K. Forebrain control of locomotor behaviors. *Brain Res Rev*. 2008;57(1):192-198.
- (20) Kumru H, Benito-Penalva J, Valls-Sole J, Murillo N, Tormos JM, Flores C, et al. Placebo-controlled study of rTMS combined with Lokomat® gait training for treatment in subjects with motor incomplete spinal cord injury. *Experimental brain research*. 2016;234(12):3447-3455.

- (21) Niu J, Ding L, Li JJ, Kim H, Liu J, Li H, et al. Modality-based organization of ascending somatosensory axons in the direct dorsal column pathway. *J Neurosci*. 2013 Nov 6;33(45):17691-17709.
- (22) Grillner S, Wallen P. Central pattern generators for locomotion, with special reference to vertebrates. *Annu Rev Neurosci*. 1985;8(1):233-261.
- (23) Lim H, Kim T. Effects of Vojta therapy on gait of children with spastic diplegia. *Journal of physical therapy science*. 2013;25(12):1605-1608.
- (24) Rossignol S. Neural control of stereotypic limb movements. *America Physiological Society, Bethesda*. 1996;12:176-213.
- (25) Dietz V. Human neuronal control of automatic functional movements: interaction between central programs and afferent input. *Physiol Rev*. 1992 Jan;72(1):33-69.
- (26) Valero-Cabre, A., Alvarez-Ruf, J., Vasquez, G., Calderon, C., Campos, L., Matzner, S., Silvestre, R., & Vargas, F. (August, 2007). *Complex motor activity patterns evoked by proprioceptive stimulation: Electromyographic and kinematic evidence of motor primitives in humans?*. Paper presented at Progress in Motor Control VI, Mendes Convention Center, Santos, São Paulo, Brazil. Available at <http://demotu.org/pmcvi/viewabstract.php?id=422>
- (27) Hok P, Hlušík P, Kutín M, Opavský J, Grambal A, Tüdös Z, et al. Changes in brain activation after therapeutic stimulation using Vojta therapy: Controlled study. *Clinical Neurophysiology*. 2014;125(5):e34.
- (28) Husárová R. Rehabilitacia. *Slovak Journal of Rehabilitation*. 2005;42(3):65-71
- (29) Lennon S, Ashburn A, Baxter D. Gait outcome following outpatient physiotherapy based on the Bobath concept in people post stroke. *Disabil Rehabil*. 2006;28(13-14):873-881.
- (30) Ansari N, Naghdi S. The effect of Bobath approach on the excitability of the spinal alpha motor neurones in stroke patients with muscle spasticity. *Electromyography & Clinical Neurophysiology*. 2007;47(1):29.
- (31) Hesse S, Jahnke M, Schreiner C, Mauritz K. Gait symmetry and functional walking performance in hemiparetic patients prior to and after a 4-week rehabilitation programme. *Gait Posture*. 1993;1(3):166-171.
- (32) Benito García M, Arratibel A, Ángeles M, Terradillos Azpiroz ME. The Bobath Concept in Walking Activity in Chronic Stroke Measured Through the International Classification of Functioning, Disability and Health. *Physiotherapy Research International* 2015;20(4):242-250.
- (33) Husemann B, Muller F, Krewer C, Heller S, Koenig E. Effects of locomotion training with assistance of a robot-driven gait orthosis in hemiparetic patients after stroke: a randomized controlled pilot study. *Stroke*. 2007 Feb;38(2):349-354.
- (34) Gianfrancesco MA, Triche EW, Fawcett JA, Labas MP, Patterson TS, Lo AC. Speed-and cane-related alterations in gait parameters in individuals with multiple sclerosis. *Gait Posture*. 2011;33(1):140-142.
- (35) Laufens G, Poltz W, Prinz E, Reimann G, Schmiegelt F. Alternating treadmill-Vojta-Treadmill-therapy in patients with multiple sclerosis with severely affected gait. *Physikalische medizin rehabilitationsmedizin kurortmedizin*. 2004;14(3):134-139.
- (36) Henze T, Rieckmann P, Toyka KV, Multiple Sclerosis Therapy Consensus Group of the German Multiple Sclerosis Society. Symptomatic treatment of multiple sclerosis. Multiple Sclerosis Therapy Consensus Group (MSTCG) of the German Multiple Sclerosis Society. *Eur Neurol*. 2006;56(2):78-105.
- (37) Ilett, P., Lythgo, N., Martin, C., and Brock, K. (2016) Balance and Gait in People with Multiple Sclerosis: A Comparison with Healthy Controls and the Immediate Change after an Intervention based on the Bobath Concept. *Physiother. Res. Int.*, 21: 91–101.

- (38) Ilke K, Nuray K, Aydin M. Comparing routine neurorehabilitation program with trunk exercises based on Bobath concept in multiple sclerosis: pilot study. *Journal of rehabilitation research and development* 2013;50(1):113.
- (39) Schwartz I, Sajin A, Moreh E, Fisher I, Neeb M, Forest A, et al. Robot-assisted gait training in multiple sclerosis patients: a randomized trial. *Mult Scler.* 2012 Jun;18(6):881-890.
- (40) Carratalá M. Efecto de un programa de rehabilitación basado en la terapia Vojta en las alteraciones del equilibrio y la marcha en esclerosis múltiple, medido mediante análisis computerizado de la marcha. Universidad Rey Juan Carlos. 2015.
- (41) Straudi S, Manfredini F, Lamberti N, Zamboni P, Bernardi F, Marchetti G, et al. The effectiveness of Robot-Assisted Gait Training versus conventional therapy on mobility in severely disabled progressive Multiple sclerosis patients (RAGTIME): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials* 2017;18(1):88.
- (42) Kanda ea. Early physiotherapy in the treatment of spastic diplegia. *Developmental Medicine and child neurology.* 1984;26:438-444.
- (43) Kim SJ, Kwak EE, Park ES, Cho SR. Differential effects of rhythmic auditory stimulation and neurodevelopmental treatment/Bobath on gait patterns in adults with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2012 Oct;26(10):904-914.
- (44) Borggraefe I, Schaefer JS, Klaiber M, Dabrowski E, Ammann-Reiffer C, Knecht B, et al. Robotic-assisted treadmill therapy improves walking and standing performance in children and adolescents with cerebral palsy. *European journal of paediatric neurology.* 2010;14(6):496-502.
- (45) Meyer-Heim A, Ammann-Reiffer C, Schmartz A, Schafer J, Sennhauser FH, Heinen F, et al. Improvement of walking abilities after robotic-assisted locomotion training in children with cerebral palsy. *Arch Dis Child.* 2009 Aug;94(8):615-620.