



Universidad de Valparaíso

Facultad de Medicina

Escuela de Kinesiología

EFECTOS DE LA VIBRACIÓN DE CUERPO COMPLETO SOBRE NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

**SEMINARIO DE TÍTULO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN
KINESIOLOGÍA**

Autores: Edgardo Díaz Gómez

Sebastián Villar Vergara

Tutor: Klg. Astrid Cancino Briceño

Valparaíso – Chile

2016



Universidad de Valparaíso

Facultad de Medicina

Escuela de Kinesiología

EFECTOS DE LA VIBRACIÓN DE CUERPO COMPLETO SOBRE NIÑOS CON PARÁLISIS CEREBRAL: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA

**SEMINARIO DE TÍTULO PARA OPTAR AL GRADO DE LICENCIADO EN
KINESIOLOGÍA**

Autores: Edgardo Díaz Gómez

Sebastián Villar Vergara

Tutor: Klg. Astrid Cancino Briceño

Valparaíso – Chile

2016

iii

Agradecimientos

A nuestra profesora Guía inicial Klga. Astrid Cancino por guiarnos y entregarnos las herramientas necesarias para comenzar y continuar el proceso de redacción de esta revisión sistemática.

A nuestras profesoras guías Klgas. Pamela Soto y Loreto Reyes, por aceptar este desafío y que junto a su compromiso y dedicación nos guiaron en este proceso investigativo.

A nuestras familias y amigos por el apoyo incondicional que nos han dado a lo largo de nuestra carrera.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. ABREVIATURAS	x
2. ABSTRACT	xi
3. RESUMEN.....	xii
4. INTRODUCCIÓN.....	1
5. PARÁLISIS CEREBRAL.....	3
5.1 Epidemiología.....	4
5.2 Etiología	4
5.2.1 Periodo prenatal	5
5.2.2 Periodo perinatal	6
5.2.3 Periodo postnatal	6
5.3 Clasificación	6
5.3.1 Parálisis cerebral espástica.....	6
5.3.2 Parálisis Cerebral disquinéticas.....	9
5.3.3 Parálisis Cerebral atáxica.....	10
5.4 Tratamiento	11
6. LA VIBRACIÓN.....	16

7. EFECTOS DE LA VIBRACIÓN DE CUERPO COMPLETO EN EL ORGANISMO	18
7.1 Nivel neuromuscular	18
7.2 Metabolismo energético.....	20
8. FIBRAS NERVIOSAS	21
9. ARCO REFLEJO	23
10. MECANORRECEPTORES	24
10.1 Huso Neuromuscular.....	24
10.2 Órgano Tendinoso de Golgi.....	27
11. FISIOLÓGÍA MUSCULAR	29
11.1 Histología Muscular	29
11.2 Contracción Muscular	32
11.3 Fibras Musculares	33
12. OBJETIVOS	35
12.1 Objetivo General.....	35
12.2 Objetivos Específicos	35
13. 1 Estrategia de Búsqueda	36
13.2 Criterios de Inclusión	36

13.3 Criterios de Exclusión	37
13.4 Recopilación de Datos	39
13.5 Calidad metodológica:	39
14. REVISIÓN SISTEMÁTICA BIBLIOGRÁFICA	40
14.2 Caracterización de los estudios	42
15. DESCRIPCIÓN DE LAS INTERVENCIONES REALIZADAS	45
15.1 Evaluación de ROM.....	45
15.2 Medición de la espasticidad.....	46
15.3 Evaluación del balance	49
15.4 Evaluación del desempeño motor.....	54
15.5 Evaluación de la velocidad de la marcha	56
15.6 Otras variables	58
16. RESULTADOS DE LAS INTERVENCIONES DE CADA ESTUDIO	60
16.1 Rango de Movimiento (ROM)	60
16.2 Espasticidad	60
16.3 Balance	61
16.4 Desempeño motor	63
16.5 Velocidad de la Marcha	64

16.6 Otras variables	65
17. DISCUSIÓN.....	67
17.1 Rango de movimiento (PROM y AROM).....	68
17.2 Espasticidad	69
17.3 Balance	70
17.4Desempeño motor	72
17.5 Velocidad de la Marcha	72
18. CONCLUSIÓN	74
19. REFERENCIAS	76
20. ANEXOS.....	81

ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

Figura 1. Estrategia de búsqueda y resultados.	38
Tabla 1. Tabulación de puntaje PeDro según estudio.....	41
Tabla 2. Resumen de los artículos encontrados.	42

1. ABREVIATURAS

PC: Parálisis Cerebral.

MMII: Miembros Inferiores.

MMSS: Miembros Superiores.

OTG: Órgano tendinoso de Golgi.

SNC: Sistema Nervioso Central.

SNA: Sistema Nervioso Autónomo.

HNM: Huso Neuromuscular.

WBV: Whole Body Vibration.

RTV: Reflejo Tónico Vibratorio.

RN: Recién Nacido.

ROM: Rango de movimiento.

ECA: Estudio Controlado Aleatorio.

MAS: Escala modificada de Ashworth.

GE: Grupo experimental.

GC: Grupo control.

TUG: Timed up and go test.

TM6: Test de marcha de 6 minutos.

GMFM: Gross Motor Function Measure.

Sg: Segundos.

2. ABSTRACT

Objective: Review and systematize the available literature on the effects of the treatment in children with CP through the use of WBV, a therapy that has been studied during the last few years.

Methodology: the search was carried out during April and August of the year 2016 in the following databases: PubMed, Sciencedirect, Researchgate y Springer, using the terms MeSH (Medical Subject Headings): “Whole Body Vibration”, “effects”, “child/children”, “cerebral palsy”. The articles that met the inclusion criteria were selected, then registered on bibliographic sheets and those with insufficient data were excluded. Finally, the selected studies were evaluated with PEDro scale to measure the quality of the methodology used on each study.

Results: In the present study, 9 articles were selected that achieved the inclusion criteria. Of these articles only one found improvements when evaluating the active range of motion (AROM). All items that assessed spasticity found improvements for this variable. Less than half of the studies evaluating the balance found significant improvements in this evaluation. Only one of the articles that evaluated the motor performance improved for this variable. All the articles that evaluated the walking speed found improvements in this evaluation..

Conclusions: In this revision, the insufficient existence of good methodological rigor literature became evident in terms of the effectiveness of a treatment protocol of WBV in children with CP. Despite of this, it is possible to prove the effectiveness of the treatment in two of the measured variables (spasticity and walking speed). Therefore, it is suggested to carry out further investigation that may demonstrate the efficacy on the other analyzed variables.

3. RESUMEN

Objetivo: Revisar y sistematizar la literatura disponible sobre los efectos del tratamiento de pacientes pediátricos con parálisis cerebral (PC) mediante el uso de vibración de cuerpo completo (WBV), terapia novedosa y poco tradicional, que ha sido estudiada dentro de los últimos años.

Metodología: La búsqueda se realizó durante los meses de abril y agosto de 2016, en las bases de datos PubMed, Scencedirect, Researchgate y Springer, utilizando los términos MeSH (Medical Subject Headings): “Whole Body Vibration”, “effects”, “child/children”, “cerebral palsy”. Se seleccionaron los artículos que cumplieron con los criterios de inclusión, posteriormente fueron registrados en fichas bibliográficas y aquellos con falta de datos, fueron excluidos. Finalmente, los estudios seleccionados fueron evaluados con la Escala PEDro, para medir la calidad de la metodología utilizada en estas investigaciones.

Resultados: Fueron seleccionados 9 artículos que cumplieron con los criterios de inclusión. De estos artículos solo uno encontró mejoras al momento de evaluar el rango de movimiento activo (AROM). Todos los artículos que evaluaron la espasticidad encontraron mejoras para esta variable. Menos de la mitad de los estudios que evaluaron el balance encontraron mejoras significativas en esta evaluación. Solo uno de los artículos que evaluaron el desempeño motor encontró mejora para esta variable. Todos los artículos que evaluaron la velocidad de marcha encontraron mejoras en esta evaluación.

Conclusiones: En esta revisión se evidenció la existencia de insuficiente literatura de gran rigor metodológico, en cuanto a la eficacia de un protocolo de tratamiento de WBV sobre niños con PC. A pesar de esto, se logra encontrar resultados favorables en dos de las variables medidas (espasticidad y velocidad de marcha). Por lo cual se sugiere realizar más investigaciones que puedan demostrar la eficacia en las otras variables analizadas.

4. INTRODUCCIÓN

El mundo de la rehabilitación es un mundo amplio, en el cual se encuentran muchas líneas y conceptos de rehabilitación que estarán enfocadas en resolver las distintas dificultades que se presenten según la patología que sea necesario abordar. Esto se acentúa más al encontrarse comprometida alguna estructura del sistema nervioso, la cual va generar diversas alteraciones en el individuo, como alteración de la sensibilidad, falta de control muscular, aumento de la tensión, alteraciones de la coordinación, entre otras (Romero, 2004).

Dentro de esta gama de patologías que pueden afectar al sistema nervioso se encuentra la parálisis cerebral (PC), patología que afecta principalmente a niños, la cual dependiendo de su grado y el sector que afecte en el cerebro será la manifestación física que presente el niño (Pascual, 2003). Estas manifestaciones serán descritas más adelante.

Se estima que la PC moderada y grave afecta a 1,5 – 2,5 de 1000 recién nacidos vivos en Estados Unidos (Weitzman, 2005) y afecta entre 12 y 64 de 1000 niños nacidos prematuramente (Volpe JJ, 1998).

Por esta razón es que existen diversas estrategias para abordar la PC, las cuales están dirigidas a evitar las alteraciones que se producen con el paso del tiempo, estas dependen del grado de compromiso que presente el paciente.

Dichas estrategias abarcan desde la terapia kinésica hasta un tratamiento quirúrgico y/o farmacológico en casos más graves. Es dentro de la terapia kinésica donde existe mayor cantidad de herramientas terapéuticas para tratar a un paciente, por lo que dentro de los últimos años se han estado buscando nuevas estrategias para abordar a los pacientes. Una de estas es la vibración de cuerpo completo o WBV por sus siglas en inglés (Whole Body Vibration), método que consiste en el uso de plataformas vibratorias con el fin de generar vibraciones, las cuales producirían una disminución de la espasticidad en los miembros afectados, actuando a la vez sobre la fuerza muscular y el balance (Sá-Caputo, 2015).

Sin embargo, a pesar de los resultados obtenidos por algunos autores, no existe una claridad respecto a los parámetros terapéuticos a los que se pueden exponer a los pacientes y cuáles son los efectos que se producen en el organismo. Esto principalmente debido a que los protocolos utilizados por los autores no siempre son los mismos y las variables analizadas no siempre se relacionan entre los estudios de cada autor.

5. PARÁLISIS CEREBRAL

La PC se define como un conjunto de trastornos en el desarrollo psicomotor que se debe a una lesión de carácter no progresiva en un cerebro en desarrollo, en la época fetal o en los primeros años de vida, lo cual causa limitaciones en las actividades de la vida diaria (Argüelles, 2008). Dicho esto, se puede decir que la PC no es una enfermedad o un síndrome concreto, sino que un término utilizado para agrupar a un grupo heterogéneo de niños con trastornos de causa y pronóstico diferentes que tienen un denominador en común que los define (Hurtado, 2007).

Se debe tener en consideración que no es posible hablar de PC si no se toma en cuenta que el origen anatómico de la lesión tiene que ser en el encéfalo, que la causa de la lesión haya sido en el periodo prenatal, perinatal o postnatal, que se presente un compromiso motor importante y que la lesión no es de carácter progresiva. Aunque tampoco se debe dejar de lado los otros compromisos que tendrá el paciente, que no necesariamente serán motores, ya que éste puede presentar otras deficiencias o perturbaciones frecuentes que se asocian a alteraciones del lenguaje, inteligencia, sensoriales, psicológicas, convulsivas, del aprendizaje, entre otras (Yelin, 1997).

5.1 Epidemiología

Siendo la PC una de las patologías más frecuentes respecto a las alteraciones que se generan en los hitos del desarrollo (Hurtado, 2007), es importante mencionar de que los casos de esta patología no se encuentran del todo documentado, pero la prevalencia de esta se encuentran de 2.2 por cada 1.000 nacidos vivos (Christine Cans ,2000). Es importante mencionar que gran parte de los casos de PC tiene directa relación con el peso de nacimiento, siendo más propenso a sufrir esta patología aquellos menores que hayan pesado menos de 1500 gr.

Los datos disponibles en la población chilena son escasos, pero existen algunos estudios que hacen mención a la cantidad de pacientes que han sido atendidos en instituciones públicas. En el año 2015 García y San Martín hicieron una revisión de los casos de PC atendidos en la institución Teletón en la Región Metropolitana de Chile durante el año 2012, el resultado arrojado fue que de un total de 8.959 pacientes atendidos durante ese año, 3.344 corresponden a pacientes con PC, es decir, un 37,3%.

5.2 Etiología

No existe un consenso claro para poder otorgarle una etiología concreta a la PC, ya que pueden existir múltiples factores que den como resultado el inicio de este conjunto de trastornos. Es por esto que es importante el conocimiento de

los distintos factores que puedan estar relacionados con la PC, ya que algunos de estos pueden ser prevenidos y también pueden ayudar a la detección temprana de la patología (Argüelles, 2008). Por lo que las causas originarias se suelen agrupar según el momento de su incidencia (Bringas-Grande, 2002).

5.2.1 Periodo prenatal

Es la etiología más frecuente de la PC en RN de término (Hurtado, 2007). No se puede señalar con claridad un origen predominante de la patología, pero las causas principales suelen ser: infecciones intrauterinas, malformaciones cerebrales de etiología diversa, causas genéticas, hemorragias de primer trimestre, diabetes gestacional, eclampsia y el trabajo prematuro (Hurtado, 2007; Bringas-Grande, 2002). También podemos señalar que existen otros factores que pueden dar como resultado una PC, en donde podemos encontrar:

- 1) factores propios de la madre, los cuales se relacionan con alteraciones de la coagulación, enfermedades autoinmunes, HTA, traumatismos, uso de sustancias tóxicas, disfunción tiroidea;
- 2) alteraciones de la placenta, que pueden ser: trombosis en el lado materno, trombosis en el lado fetal o debido a cambios vasculares crónicos;
- 3) factores propios del feto como: gestación múltiple, retraso de crecimiento intrauterino, Polihidramnios (aumento del líquido amniótico), hidrops fetal, malformaciones (Argüelles, 2008).

5.2.2 Periodo perinatal

Los principales factores que pueden causar PC en el periodo perinatal son: prematuridad, bajo peso, fiebre materna durante el parto, infección del SNC o sistémica, hipoglucemia mantenida, hiperbilirrubinemia, hemorragia intracraneal encefalopatía hipóxico-isquémica, traumatismo, cirugía cardíaca, trastornos circulatorios, entre otros (Hurtado, 2007; Argüelles, 2008).

5.2.3 Periodo postnatal

En este periodo se producen menos del 10% de las PC (Hurtado, 2007), en donde podemos encontrar las siguientes causas: meningitis o sepsis graves, encefalitis, malformaciones vasculares, traumatismos craneales, casi-ahogamiento, intoxicación, deshidratación grave, entre otras (Hurtado, 2007; Argüelles, 2008).

5.3 Clasificación

La clasificación más aceptada para diferenciar los tipos de PC es según las manifestaciones clínicas, con relación al número de afectación de las extremidades, del tono muscular y la alteración de la movilidad (Valdez, 2007).

5.3.1 Parálisis cerebral espástica

La PC espástica, que es su forma más común y se caracteriza por presentar hipertonia e hiperreflexia con disminución del movimiento voluntario y tiene un predominio de la actividad de determinados grupos musculares que provocará

la aparición de contracturas y deformidades (Hurtado, 2007). Las formas más comunes de la PC espástica son:

Hemiparesia espástica: Es una alteración de tipo motora unilateral, que puede ser de origen congénito o adquirido. Representa entre el 23 a 40% de todos los casos de PC, por lo tanto es su forma más frecuente. Su hallazgo radiológico más común es el infarto cerebral en el territorio de la arteria cerebral media (Valdez, 2007). La principal característica de este tipo de PC es la espasticidad del hemicuerpo afectado, donde encontraremos usualmente mayor afección en la extremidad superior, limitando movimientos como la pinza, extensión y supinación de la muñeca. Incluso se pueden encontrar algunos movimientos distónicos (Hurtado, 2007).

Cuadriparesia espástica: Es la forma más grave de la PC que se presenta por lo regular en recién nacidos de término con bajo peso para su edad gestacional. En la mayoría de los casos se produce por problemas prenatales, aunque también se presenta por causas perinatales y postnatales. Existe una espasticidad generalizada con predominio en EESS (Hurtado, 2007), pobre movilidad de las extremidades, con reflejos aumentados y Babinski presente (Valdez, 2007). También son comunes las deformaciones en este tipo de PC, donde podemos encontrar frecuentemente cifoescoliosis, contracturas en flexión y luxaciones de cadera. Además existen otro tipo de trastornos

asociados, como lo es frecuentemente el retraso mental, microcefalia y epilepsia. (Hurtado, 2007). Es frecuente la parálisis bulbar que produce disfagia, hipersialorrea y disartria, la incoordinación de los músculos orofaríngeos predispone a neumonías por aspiración frecuentes (Valdez, 2007).

Diparesia espástica: Se asocia a complicaciones prenatales en los RN de término y perinatales en el los prematuros, donde la principal causa son hemorragias intraperiventriculares (Hurtado, 2007). Las alteraciones clínicas son producto de la leucomalacia periventricular, la cual vista por resonancia magnética nos muestra la dilatación de los ventrículos laterales de manera irregular, con pérdida de sustancia blanca en ese nivel, lo que explicaría las alteraciones de la vía piramidal, en forma casi exclusiva en los miembros inferiores (Hurtado, 2007; Valdez, 2007). El cuadro clínico se caracteriza principalmente por presentar afecciones a nivel motor mayoritariamente en MMII con respecto a MMSS, incluso estas últimas no se ven afectadas en la mayoría de los casos (Valdez, 2007). Se establece un patrón espástico en MMII donde podemos ver flexión y aducción de cadera, flexión de rodillas y pie equino (Hurtado, 2007). También se pueden encontrar deformidades tales como aumento de la cifosis dorsal, hiperlordosis lumbar y retracción de isquiotibiales. Existe una baja incidencia de retraso mental, el cual se asocia al grado de afección motora (Hurtado, 2007).

5.3.2 Parálisis Cerebral disquinéticas

La PC disquinética se caracteriza por la presencia de movimientos involuntarios, cambios bruscos del tono y persistencia de los reflejos primitivos (moro, tónico y flexor asimétrico), provocados por un daño a los ganglios basales (Hurtado, 2007). Su incidencia es baja (entre 5 a 10% de las PC) y su etiología es perinatal en la mayoría de los casos, relacionada a asfixia o isquemia, pero también puede relacionarse a hiperbilirrubinemia (Hurtado, 2007), ya que la bilirrubina logra penetrar el SNC y puede ocasionar neurotoxicidad en los ganglios basales (Valdez, 2007).

Este tipo de PC se puede dividir en dos fases: una primera fase hipotónica, en donde existe un retraso importante de las adquisiciones motoras, con tendencia a la hiperextensión cefálica, reflejos arcaicos muy marcados e inicio de movimientos distónicos en boca o lengua. Esta fase puede durar meses o años, dejando un nivel de invalidez directamente proporcional a la duración de la fase; y una segunda fase de movimientos anormales, en la cual podemos encontrar movimientos atetósicos, coreicos, temblor, balismo y distonías (Hurtado, 2007).

En este tipo de PC se ve asociada a complicaciones como hipoacusia neurosensorial y trastornos severos del habla, en donde se ven afectados los músculos buco-faríngeos. También se relaciona frecuentemente con hipotrofia muscular y con alteraciones en el SNA (Hurtado, 2007).

5.3.3 Parálisis Cerebral atáxica

Es el tipo de PC menos frecuente, ya que solo se presenta entre el 5 y 10% de los casos (Hurtado, 2007).

Se dividen en tres formas clínicas en función de los síntomas predominantes y trastornos asociados:

Diplejia atáxica: Caracterizada por ser un síndrome cerebeloso asociado a una espasticidad en EEII. Se presenta en un gran porcentaje (40%) en niños prematuros o en complicaciones relacionadas con asfixia (30%) (Hurtado, 2007).

Ataxia simple: Se caracteriza por ser de origen prenatal y de tener un riesgo genético. Su cuadro clínico presenta hipotonía inicial, la cual se asocia con temblor intencional, disimetría y ataxia truncal. La marcha se ve retrasada y comienza a efectuarse entre los tres y cinco años de edad (Hurtado, 2007),

Síndrome de desequilibrio: Al igual que la anterior, es de origen prenatal. Existen trastornos del equilibrio, con falta de reacciones de defensa y posturales. Poca afección motora en EESS. La marcha se retrasa hasta los siete o nueve años. Se asocia en un gran porcentaje de los casos (50%) a retraso mental (Hurtado, 2007).

5.4 Tratamiento

Existen diversas formas de abordar a un paciente con PC, donde los tratamientos más comunes son: el tratamiento quirúrgico, ortopédico, farmacológico y kinesiológico.

El tratamiento quirúrgico se aplica solo cuando no es posible controlar la espasticidad mediante fármacos o con terapia kinesiológica. Los procedimientos quirúrgicos se dividen en centrales y periféricos. Dentro de los periféricos, las intervenciones usadas son la miotomía y la tenotomía, las cuales consisten en seccionar o diseccionar un músculo o un tendón respectivamente. En los procedimientos centrales tenemos: la neurotomía, rizotomía, mielotomía y corpectomía, en donde se realiza la sección de un nervio, una raíz nerviosa, una fibra nerviosa y una cuerda vocal respectivamente (Rodríguez, 2004).

El tratamiento ortopédico consiste en el uso de órtesis (elementos externos) o de cirugías que buscan corregir o disminuir las deformidades y posiciones anormales de las articulaciones causadas por la espasticidad, ya que la afectación central produce un desequilibrio entre el crecimiento óseo y el de los músculos (Beguiristain, 2003).

El tratamiento farmacológico consiste en el uso de toxina botulínica, la cual es una neurotoxina producida por la bacteria *Clostridium botulinum*. Esta se usa con el fin de evitar que las vesículas de acetilcolina se unan a la membrana pre-

sináptica, inhibiendo la exocitosis de acetilcolina de la neurona, causando una denervación funcional transitoria, que se manifiesta por parálisis flácida, atrofia muscular y anormalidades electromiográficas. (Calderon-Gonzalez, 2002).

Otro fármaco utilizado es el baclofeno, que es un análogo químico del ácido γ -aminobutírico (GABA), el cual posee un efecto antiespástico al actuar sobre los receptores gabérgicos del asta posterior de la médula espinal, provocando una inhibición de las transmisiones monosinápticas extensoras y polisinápticas flexoras (Matellano, 2007).

El tratamiento kinesiológico debe ser realizado con la mayor anticipación posible y acompañando a cualquier tipo de terapia que se haya elegido anteriormente (quirúrgica, ortopédica o farmacológica), ya que este puede ayudar mucho en la prevención de deformidades provocadas por la espasticidad. Este no debe considerarse como algo estático, sino que debe abarcarse de una forma dinámica, ya que siempre dependerá de cada paciente y de los cambios que se vayan logrando a lo largo de las sesiones de tratamiento. Es por esto que no existe un consenso definido de cómo tratar a un paciente con PC, ya que como se dijo anteriormente, se debe tener en consideración que cada paciente responde de manera diferente a la patología. Por lo que para comenzar a hablar del tratamiento que se le ofrecerá al paciente, primero se debe conocer el tipo de lesión, el tiempo de evolución tiene

la enfermedad y los principales problemas neuromusculares que presente el paciente (Matellano, 2007).

Existen diversas formas de abordar a un paciente con PC dentro del ámbito kinesiológico, donde el manejo de la espasticidad siempre será uno de los enfoques principales que se debe abordar en la terapia. Además hay que tener en consideración las etapas del desarrollo psicomotor del niño, ya que la mayoría de los pacientes con PC presentan un retraso de aquellas, por lo tanto el tratamiento debe ir enfocado en las fases del desarrollo que se vean afectadas. (Matellano, 2007).

Teniendo en cuenta las alteraciones que presentan los niños con PC la terapia puede ser enfocada mediante el concepto Bobath, tratamiento cuyo principal objetivo será el control del tono postural, inhibiendo los patrones de la actividad refleja anormal, mediante el uso de la facilitación para adquirir patrones motores normales, lo cual se busca a través de manipulaciones específicas según el grado de desarrollo del niño. Además de esto, también se busca una mayor variedad de habilidades funcionales, que aumenten la capacidad del paciente para moverse y funcionar de la manera más normal posible, las cuales se consiguen mediante el manejo directo del paciente, con el fin de proveer facilitación e inhibición, incluyendo la interacción de muchos sistemas (Valverde, 2003).

Sumando a lo anterior, también se debe tener en consideración el momento en el que se realice el tratamiento, ya que este debe ser lo más temprano posible, debido a que en los primeros años de vida el cerebro es aún inmaduro, pero con una gran plasticidad, lo cual permitirá influir en su maduración, entregando engramas de movimiento normal (Valverde, 2003). Además mientras más temprano sea el tratamiento, se puede evitar con mayor facilidad la aparición de deformidades que puedan llevar a una cirugía ortopédica futura (Valverde, 2003; Matellano, 2007).

Dentro de los trastornos asociados a la PC también podemos encontrar alteraciones en el sistema sensorial, por lo que se debe estimular los segmentos corporales que se vean afectados mediante masajes, elongaciones o realizando movilizaciones articulares pasivas, con el fin de ir entregando estímulos sensoriales al paciente. Esto debido a que estimular adecuadamente el organismo durante su período de crecimiento contribuirá a acelerar el desarrollo mental y social, e interrumpir o corregir los defectos y actuar en la prevención de la subnormalidad (García-Navarro, 2000).

La hidroterapia también es muy utilizada como tratamiento para los niños afectados con PC, ya que el agua nos permite ofrecer otro tipo de experiencia sensorial al organismo. Además podemos utilizar algunas propiedades del agua como lo es la flotabilidad para generar resistencia al movimiento, cuando

necesitemos realizar un trabajo muscular que requiera la ganancia de fuerza, o bien podemos utilizarla para así facilitar algún movimiento que queramos que el paciente realice. También podemos aprovechar la temperatura del agua, ya que esta tiende a ser tibia, lo que permite que los músculos se relajen y puedan tener un mayor grado de elongación al momento de realizar una tarea (Bueno, 2002).

Otra terapia utilizada en el tratamiento de pacientes con PC es la terapia de Vojta, la cual utiliza la locomoción refleja para lograr la activación de diferentes áreas del SNC, lo que conlleva la estimulación del Sistema Nervioso Autónomo (SNA), mejorando así la presión arterial, ventilación, fuerza, estabilidad, función motora y la marcha. Mediante esta técnica se consiguen desencadenar engramas motores que están guardados en nuestra memoria, a través de la aplicación de presión sobre una serie de zonas y puntos descritos por Vojta, los cuales están repartidos por todo el cuerpo (Bäckström, 2000).

Dentro de los últimos años se ha implementado como parte de una terapia rehabilitadora para pacientes con PC el uso de plataformas vibratorias, las cuales consisten en enviar un estímulo vibratorio desde los pies hasta regiones más superiores del cuerpo. Esto con el fin de provocar una contracción refleja del músculo que se conoce como reflejo tónico vibratorio (RTV), descrita por Eklund, G., & Hagbarth, K. E. (1966).

6. LA VIBRACIÓN

La vibración es una oscilación mecánica, es decir, una alteración periódica de la fuerza, la aceleración y el desplazamiento en el tiempo. Con esta información se puede decir que los ejercicios vibratorios, son una oscilación forzada, donde la energía se transfiere de un actuador (el dispositivo de vibración) para un resonador (el cuerpo humano, o partes de él). En la mayoría de dispositivos de ejercicio vibratorio, estas oscilaciones tienen forma sinusoidal, y por lo tanto son descritos por amplitud, la frecuencia, y ángulo de fase (Jörn Rittweger, 2010).

Se han descrito dos tipos de modalidades en las que se puede entregar un estímulo vibratorio al cuerpo, ya sea de una manera directa o una indirecta. En el modo de aplicación directo la vibración es aplicada directamente en el vientre muscular o en el tendón, con altas frecuencias de vibración, que pueden ir desde los 100Hz hasta los 150Hz, con amplitudes pequeñas que oscilan entre 1-2mm, por periodos de tiempo breves que no duran más de 2 o 15sg, lo cual dará como resultado la aparición del RTV descrito por Eklund y Hagbarth en 1966, que consiste en un aumento de la actividad muscular provocada por la vibración (Darryl J. Cochrane, 2011). En el modo indirecto se suelen utilizar plataformas para enviar la vibración a través de los pies o a través de las manos, en donde se utilizan cables o mancuernas. Los parámetros para esta modalidad suelen ser frecuencias más bajas, que van desde los 25 a los 45Hz,

con amplitudes mayores a las anteriores, que tienen un rango de 2 a 10mm y con tiempos de duración más largos, los cuales pueden ser continuos, que van de 3 a 5 min, o intermitentes, que duran alrededor de 30 a 60 sg con periodos de descanso entre ellos (Darryl J. Cochrane, 2011).

Dentro de la modalidad indirecta, existen dos tipos de formas de entregar la vibración al cuerpo humano mediante las plataformas. Una de forma sincrónica o también llamada vibración vertical, en donde ambos pies se mantienen a la misma altura y la vibración es enviada linealmente desde la plataforma hacia el tronco (Jörn Rittweger, 2010). El modelo de plataforma que ocupa este principio lleva el nombre de "Powerplate" que trabaja con frecuencias de 30, 35, 40 y 50 Hz, y con amplitudes de 2 o 4 mm (Abercromby, 2007). A la otra forma de entrega de la vibración se le llama alterna o también conocida como vibración rotacional, en donde hay un momento en que el pie derecho queda más alto que el izquierdo y viceversa (Jörn Rittweger, 2010). Este tipo de plataforma trabaja con frecuencias que van desde los 5 a los 30 Hz y con amplitudes mayores, que oscilan entre los 0 y los 13 mm (Abercromby, 2007). Se ha visto que en este último tipo de aplicación, la vibración es amortiguada por la rotación que sufre la pelvis, debido a que la energía se entrega de forma alterna al pie derecho y al izquierdo (Abercromby, 2007).

7. EFECTOS DE LA VIBRACIÓN DE CUERPO COMPLETO EN EL ORGANISMO

7.1 Nivel neuromuscular

Los músculos y los tendones al ser sometidos a la vibración de cuerpo completo están en una transición cíclica entre una contracción concéntrica y una excéntrica, ya que al aplicar un estímulo vibratorio sobre el músculo producirá la contracción refleja de éste y la inhibición de su antagonista (Eklund y Hagbarth, 1966).

Como se ha comentado anteriormente, las vibraciones generan una activación de las terminaciones nerviosas primarias y secundarias, provocando que esta señal se envíe a centros medulares, resultando en la activación de la musculatura estimulada, producto de la aparición del reflejo tónico vibratorio descrito por Eklund y Hagbarth en 1966 (E. García-Artero y col., 2006).

El reflejo tónico vibratorio es un reflejo que se produce a nivel muscular, el cual se produce cuando el músculo es expuesto a vibraciones externas. Se caracteriza por tener un inicio gradual y puede ser inhibido de forma voluntaria, sobre todo si el sujeto tiene permitido ver la posición de la extremidad (Eklund, G., & Hagbarth, K. E. 1966).

Éste se produce vía arco reflejo, ya que cuando se somete a un músculo a movimientos oscilatorios se ha detectado que se provocan pequeños cambios de longitud en la unidad músculo-tendinosa (E. García-Artero y col., 2006). Estos cambios de longitud son detectados por las terminaciones del huso muscular, por su alta sensibilidad a los cambios de longitud, lo que inicia la contracción refleja. Los impulsos son transmitidos desde el huso hasta la médula espinal por fibras aferentes Ia, las cuales hacen sinapsis con alfa-motoneuronas que están al interior de la médula. Éstas transmiten la señal eferente a las mismas fibras extrafusales, lo que provoca su contracción (Johnston *et al.*, 1970).

La fuerza de respuesta del reflejo tónico vibratorio depende de cuatro factores: la localización del vibrador (sobre músculo o tendón), longitud inicial del músculo, ya que mientras más estirado está, hay mayor respuesta (Johnston *et al.*, 1970), estado de la excitabilidad del SNC y los parámetros del estímulo vibratorio.

Se ha demostrado que el RTV puede aparecer en cualquier tipo de músculo esquelético, menos en los músculos faciales y los de la lengua. También se ha podido producir este reflejo en RN y adultos mayores de 70 años (Eklund, G., & Hagbarth, K. E. 1966).

Como regla, se sabe que el RTV es más fácil de provocar cuando la vibración es aplicada sobre el tendón, pero se ha visto que al aumentar la frecuencia de ésta, el reflejo puede aparecer en el vientre muscular (Eklund, G., & Hagbarth, K. E. 1966).

Se ha visto que amplitudes de vibración de 1 a 2 mm son más eficientes para encontrar el RTV y que amplitudes mayores a éstas resultan molestas para el individuo (Eklund, G., & Hagbarth, K. E. 1966).

7.2 Metabolismo energético

Se han encontrado efectos a nivel metabólico al aplicar vibraciones de cuerpo completo en el organismo. Como por ejemplo se ha visto que se puede producir un aumento en el consumo específico de oxígeno a medida que se aumenta la frecuencia de la vibración desde 18, 26 y hasta 34Hz. Además también se ha demostrado que a medida que se aumenta la amplitud de la vibración, también aumenta el consumo específico de oxígeno. Esto puede ser debido a que a medida que la amplitud aumenta, la activación del huso muscular también es mayor (Rittweger, 2002).

Sumado a la anterior, si se agrega una carga externa al momento de aplicar la vibración, también se ve un aumento en el consumo específico de oxígeno, ya que se suma el trabajo de la musculatura del tronco (Rittweger, 2002).

8. FIBRAS NERVIOSAS

Las fibras nerviosas sensitivas son la prolongación de los axones de las neuronas pseudounipolares sensitivas de los ganglios de la raíz dorsal. Éstas se clasifican según su estructura y velocidad de conducción de los impulsos, donde podemos encontrar a las A, que son las más rápidas, mielínicas y se subdividen en α , β y δ , de mayor a menor velocidad de conducción; las C, más lentas, de menor calibre y amielínicas; y las B, que corresponden a las simpáticas preganglionares mielínicas (Vargas, 1999).

Se describe una nomenclatura diferente para las fibras aferentes musculares, establecida por Lloyd y Chang, en donde encontramos (de mayor a menor tamaño): I, II, III y IV (Vargas, 1999).

Se ha propuesto una nueva clasificación para los tipos de fibras, ya que es más apropiado agruparlas por cuáles son los estímulos más efectivos para cada fibra y no por su velocidad de conducción, por lo que ahora las fibras se agrupan de manera funcional, en donde encontramos: $A\alpha$ -grupo I, donde se incluyen mecanorreceptores de bajo umbral y unidades aferentes musculares y cutáneas; $A\beta$ -grupo II, son mecanorreceptores capaces de captar estímulos cutáneos de posición y la velocidad. Además detectan la posición de los músculos y articulaciones y algunos estímulos nociceptivos mecánicos; $A\delta$ -grupo III están compuestas por mecanorreceptores no nociceptivos cutáneos,

nociceptores mecánicos y térmicos, y termorreceptores cutáneos; y C-grupo IV están ligadas a la nocicepción y al dolor (Vargas, 1999).

9. ARCO REFLEJO

El arco reflejo común o monosináptico, es el que consta de dos neuronas básicamente, una aferente que se asocia al receptor, y otra eferente que se asocia a un efector, conectadas entre sí directamente, en donde un estímulo llega al receptor, viaja por la neurona aferente, ésta hace sinapsis con la eferente y ésta produce una acción en un músculo. Pero sabemos que a nivel de organismo esto no es tan simple, ya que en este mismo circuito neuronal se pueden agregar otras conexiones adicionales, por ejemplo entre la neurona aferente y otras neuronas, haciendo que el estímulo ya no sea local y alcance niveles superiores del sistema nervioso o hacer que el estímulo haga contacto con efectores en lugares lejanos del organismo o incluso hacer que el estímulo vuelva al punto inicial y allí modular respuesta (Cárdenas, 2003). Se debe saber también que no entran en juego una única neurona aferente o eferente, sino que miles de ellas, y no existe solo un contacto sináptico, sino millones de contactos, permitiendo potenciar la capacidad de acción (Cárdenas, 2003).

10. MECANORRECEPTORES

10.1 Huso Neuromuscular.

En el sistema músculo esquelético existen algunos receptores que van a estar encargados de censar la longitud, la velocidad de estiramiento de los músculos y la posición del segmento del cuerpo en el espacio. Uno de ellos es el huso neuromuscular el cual está encargado de censar dicha información. Este receptor está formado por fibras musculares especializadas de forma fusiforme, que se encuentran en la parte más interna del músculo, por lo que se les denomina intrafusales y a su inervación motriz como fusimotora (Vega J. 1999).

En lo anatómico estas fibras se describen como fibras largas, delgadas, las cuales se encuentran encapsuladas dentro de las fibras extrafusales y en orientación paralela (Vega J. 1999). La bibliografía describe siete fibras, las cuales van a poseer la facultad de variar su longitud entre 4 a 10 mm.

Tomando en cuenta que las fibras intrafusales al igual que las fibras extrafusales son multinucleadas, es que podemos describir dos tipos de células intrafusales clasificadas según la disposición de sus núcleos, un tipo de ellas son las fibras de la bolsa nuclear, las cuales los núcleos de cada célula se encuentran agrupados en posición central de la fibra y en cada célula en su región ecuatorial generando un abultamiento en dicha zona. Otro tipo celular

dentro del huso muscular son las fibras de cadena nuclear en las que los núcleos de cada célula se puede apreciar que se encuentran organizados en filas por lo cual no se genera el abultamiento que presenta el otro tipo celular. Es importante mencionar que ambos tipos celulares las fibras contráctiles se encuentran en los polos distales por lo que al momento de producirse un estiramiento o contracción de estas fibras las zonas ecuatoriales son las que van a presentar una elongación (Haines, D. 2002).

Cabe mencionar que dentro de las mismas fibras de la bolsa nuclear se pueden distinguir dos tipos de fibras las cuales cumplen distintas funciones; las fibras de la bolsa nuclear dinámica y las fibras de la bolsa nuclear estática. Las fibras de la bolsa nuclear dinámica están especializadas en censar los cambios de longitud de las fibras y la velocidad a la que estos se producen, en cambio las fibras de la bolsa nuclear estática presentan una activación a los cambios de longitud de las fibras pero no censan la velocidad de este. A la vez las fibras de la cadena nuclear censan los cambios de la longitud del huso muscular (Montero, F. 2002).

Dentro de la inervación que presentan estas fibras podemos mencionar que se encuentran dos tipos de fibras sensitivas, nombrándolas como fibras tipo Ia y las fibras tipo II (Haines, D.2002)

Las fibras Ia son fibras sensitivas, que se encuentran altamente mielinizadas y su velocidad de conducción varía de 80 a 120 m/s, este tipo de fibras se encuentra principalmente asociadas a las fibras de la bolsa nuclear, en las cuales presentan una conexión central, enrollándose sobre la zona central de las fibras, siendo llamados anuloespirales, siendo considerado un mecanorreceptor por lo que principalmente su activación se presenta ante los cambios de longitud de las fibras y principalmente en su zona central por lo que los canales iónicos se abren generando un aumento del flujo iónico generando un potencial de acción llevando las señales hasta la médula, cabe mencionar que el disparo de las señales será directamente proporcional al estiramiento del huso muscular (Haines, D. 2002)

Las fibras de tipo II están relacionadas con las fibras de la cadena nuclear, y se conectan a la región ecuatorial formando un conglomerado de ramas nerviosas llamadas terminaciones en flor o secundarias las cuales son las que van a censar los cambios de longitud en las fibras del huso, pero estas no censan la velocidad del cambio. (Haines. D. 2002)

La función clásica que se le denomina al huso muscular es la de producir el llamado reflejo miotático, el cual se produce ante velocidades muy elevadas de estiramiento de un músculo. Al ocurrir dicha situación se enviará una señal al SNC, en donde por arco reflejo se producirá la contracción refleja del músculo

elongado, evitando un sobre estiramiento que pueda provocar daño en el músculo (Fort y col. 2013).

La respuesta del HNM se puede dividir en dos: una respuesta dinámica, la cual se produce cuando el músculo se elonga de manera repentina; y una respuesta estática, que se produce posterior a la anterior y cuando el músculo es sometido a un estiramiento de menor intensidad, ésta se mantienen por todo el tiempo que se mantenga la elongación del músculo (Fort y col. 2013).

10.2 Órgano Tendinoso de Golgi

El Órgano tendinoso de Golgi (OTG) es un mecanorreceptor que se encuentra ligado a los puntos de unión entre las fibras musculares y el tendón de aquél músculo, éste consta de múltiples ramificaciones nerviosas que se encuentran entrelazadas con las fibras del tendón, por lo cual el tendón al recibir alguna fuerza de tensión se activará a este receptor, enviando una señal hacia la médula espinal. Esta señal enviada a la médula espinal cumple una importante función, ya que por medio de esta señal se produce un importante control neuromuscular, entregando una retroalimentación de los movimientos del cuerpo (Kistemaker, Knoek, Wong, Kurtzer & Bribbel en 2012). Algunas investigaciones han demostrado que dentro de los rangos extremos de rango articular es que los aferentes propioceptivos poseen mayor eficacia (Saavedra, Coronado, Chávez, Díez y López en el 2003). Toda esta información que es

captada por el OTG es llevada a la médula espinal por fibras de gran grosor y altamente mielinizadas, es allí donde por medio de un par de sinapsis se logra inhibir la excitación de la motoneurona α .

La función principal del OTG es inhibidora, ya que al censar una tensión excesiva en el músculo, éste enviará una señal al SNC, en donde por arco reflejo se producirá la relajación de dicho músculo, evitando que éste y su tejido conectivo sufran daños provocados por un excesiva tensión (Fort y col. 2013).

Al igual que el HNM, el OTG tiene dos respuestas: una respuesta dinámica, la cual se produce cuando el músculo sufre una tensión excesiva de manera repentina; y una respuesta estática, que se produce posterior a la anterior y cuando el músculo es sometido a una tensión de menor intensidad, la cual se mantienen por el tiempo que el músculo esté expuesto a tensión (Fort y col. 2013).

11. FISIOLÓGÍA MUSCULAR

11.1 Histología Muscular

El músculo es el órgano encargado de producir contracción, la cual ayudará a diferentes funciones dentro del organismo, como lo es el movimiento de los diferentes segmentos de éste. Existen tres tipos de músculos (esquelético, liso y cardíaco), los que son muy similares, ya que todos derivan del mesodermo, muchas mitocondrias y poseen unidades contráctiles llamadas miofilamentos (Vera, 2011).

En el músculo esquelético cada fibra muscular está envuelta en tejido conectivo llamado endomisio. La aglomeración de fibras musculares se le denomina fascículo muscular, el cual está envuelto en tejido conectivo que se llama perimisio. Por último, todos los fascículos están envueltos en otra capa de tejido conectivo más densa, llamada epimisio (Castrejón y col., 2013).

Las células musculares son alargadas y están alineadas paralelamente, por lo que también se les denominan fibras musculares, de forma cilíndrica y multinucleadas. Dentro de cada fibra existen filamentos, que debido a su patrón de distribución, forman la unidad funcional del sistema contráctil, la sarcómera (Castrejón y col., 2013).

Las proteínas encargadas de realizar la contracción muscular son la actina y la miosina, las cuales se distribuyen en forma de filamentos dentro del sarcolema, en donde los filamentos delgados se componen de actina y los gruesos de miosina. Visto de manera microscópica, hay zonas dentro de la sarcómera en donde se superponen filamentos gruesos y delgados, las cuales se denominan bandas A. Como éstos no se superponen del todo, al centro de cada banda A existe una zona más clara denominada banda H, la cual está dividida por una línea M que va en el centro de ésta. Hacia ambos extremos de la banda A, solo existen zonas compuestas por filamentos delgados, denominadas bandas I, las cuales están divididas por una línea oscura llamada disco Z, lo cual permite denominar como sarcómera al espacio que está dentro de los discos Z (Angulo y col., 2010).

Los filamentos gruesos están compuestos por miosina, la cual es una proteína de gran tamaño, conformada por 6 cadenas polipeptídicas, en donde 2 de ellas se entrelazan para conformar en un extremo 2 cadenas pesadas y en el otro extremo 2 cadenas ligeras similares con forma globular. Estas cabezas tienen actividad ATPasa, lo cual permitirá favorecer la adecuada contracción muscular (Sánchez, 2012).

Dentro de los filamentos gruesos también se encuentra la titina, que es una proteína encargada de mantener anclados los filamentos gruesos a los discos Z (Vera, 2011).

Los filamentos delgados están conformados por actina, una proteína que está conformada por dos filamentos, los cuales encuentran enrollados en forma de hélice. La actina está compuesta también por otras tres moléculas proteicas que se denominan actina, tropomiosina y troponina (Sánchez, 2012).

La tropomiosina es una molécula que se encuentra a un nivel más externo de la hélice de actina, ésta se encarga de cubrir el sitio activo de la actina para que ésta no se asocie con la miosina (Sánchez, 2012).

A su vez, la troponina se subdivide en otras tres unidades que se denominan: troponina I, troponina T y troponina C. Las cuales son fundamentales en el proceso de contracción muscular, ya que la troponina C tiene una gran afinidad por el ión calcio, que es el causante de que ésta cambie de conformación, dejando al descubierto el sitio activo de unión de la actina con la miosina. Mientras que la troponina I es la encargada de evitar que los iones de calcio se vuelvan a unir a la troponina C cuando el proceso de contracción ya está finalizando (Sánchez, 2012).

11.2 Contracción Muscular

El neurotransmisor acetilcolina se encuentra en vesículas que están en la región terminal del axón neuronal, las cuales se unen a la membrana pre-sináptica en el momento que se despolariza la neurona. La acetilcolina se libera en la hendidura sináptica y se une a un canal de sodio regulado por ligando, provocando que los iones de sodio que se encuentran en la hendidura sináptica entren a la fibra muscular y provoquen la despolarización de su membrana (Vera, 2011). Esta despolarización llega a los túbulos T, los cuales conducen el impulso hacia toda la célula muscular, ya que éstos están en contacto con las cisternas terminales del retículo sarcoplasmático, los cuales cambian su conformación y permiten la salida de iones de calcio hacia el citosol. El calcio se mantenía en el interior del retículo sarcoplasmático gracias a la proteína calsecuestrina, pero al abrirse los canales para el calcio por la despolarización del sistema tubular T, esta proteína lo libera (Angulo y col., 2010). Cuando el calcio se libera del retículo sarcoplasmático, éste aumenta su concentración en el sarcolema, lo que le permite unirse con las moléculas de troponina C que están en el filamento delgado. Esta unión hace que la troponina C sufra un cambio conformacional, que hace que el conjunto de la troponina bascule sobre la tropomiosina, dejando al descubierto el sitio activo de la actina para que ésta interactúe con las cabezas de la miosina (Vera, 2011).

La hidrólisis del ATP que se produce en la cabeza globular de la miosina divide a la molécula de ATP en ADP y un fosfato inorgánico (Pi), los cuales se quedan fijados a la cabeza globular. En el momento que la miosina y la actina se unen, se libera el fosfato inorgánico, produciendo que la unión de los filamentos sea más fuerte. Luego se libera la molécula de ADP, produciendo el deslizamiento del filamento delgado sobre el grueso. Cuando un nuevo ATP se adosa en el fragmento en la cabeza globular de la miosina, la unión de los filamentos se disocia, debido a que la afinidad de la miosina con el ATP es mayor que la afinidad que tiene por la actina (Cameron y col., 2003).

11.3 Fibras Musculares

El músculo esquelético está dividido en diferentes tipos de fibras, las cuales tienen distintas características estructurales y metabólicas.

Estas miofibrillas esqueléticas pueden clasificarse gracias a diversos estudios histológicos, siendo la clasificación más utilizada la de la actividad de la miosina ATPasa de la fibra muscular tras la preincubación a diferentes pHs, permitiendo clasificarlas en tipo I (contracción lenta) y tipos IIa, IIb y IIc (contracción rápida) (López-Rivero, 1993).

Las fibras tipo I se caracterizan por ser de contracción lenta, adecuadas para las contracciones repetitivas, ya que son más resistentes a la fatiga y con mayor número de mitocondrias y capilares por fibra, y las fibras tipo II, que se

caracterizan por ser de contracción rápida, ideadas para fuerzas rápidas fásicas, más adaptadas para actividades intensa de corta duración y desarrollar mayor tensión (Muñoz, 2002).

Según su capacidad metabólica, las fibras tipo I participan principalmente en el metabolismo aeróbico y las fibras tipo II participan en el metabolismo anaeróbico o glicolítico (Andrews y Spurgeon, 1986).

Las fibras tipo IIa se caracterizan por tener una alta capacidad oxidativa y, además, por tener una elevada velocidad de contracción, lo que les permite realizar ejercicios de alta velocidad y resistencia (Kai 1984; Andrews y Spurgeon, 1986). Mientras que las fibras de tipo IIb tienen una variable capacidad oxidativa, ya que un porcentaje elevado de éstas tiene una baja capacidad oxidativa y el otro porcentaje de ellas presenta una moderada o alta capacidad oxidativa (Essén-Gustavsson y col., 1980).

12. OBJETIVOS

12.1 Objetivo General

Realizar una recopilación de los datos y antecedentes existentes respecto a la vibración de cuerpo completo, junto con sus parámetros y efectos sobre pacientes con PC.

12.2 Objetivos Específicos

- Describir los efectos que tienen las plataformas vibratorias sobre los pacientes con PC.
- Evaluar la calidad metodológica de los artículos encontrados.
- Describir los parámetros usados en el tratamiento de los pacientes con PC.
- Comparar los resultados encontrados entre los diferentes autores.

13. MATERIALES Y MÉTODOS

13.1 Estrategia de Búsqueda

La búsqueda de los artículos utilizados para esta revisión sistemática fue realizada por los tesisistas durante los meses de Abril y Agosto de 2016, esta búsqueda se realizó por medio de plataformas digitales especializadas en el uso de artículos científicos, entre ellas se encuentran PubMed, Researchgate, ScienceDirect y Springer.

Las palabras claves utilizadas para la realización de la búsqueda fueron: “Whole Body Vibration” and “effects” and “children” and “cerebral palsy”.

Los filtros utilizados para la búsqueda fueron: artículos que estuvieran escritos en inglés, estudios ensayos controlados aleatorios (ECA), que los participantes de la muestra fueran humanos y artículos publicados entre los años 2007 al 2016.

13.2 Criterios de Inclusión

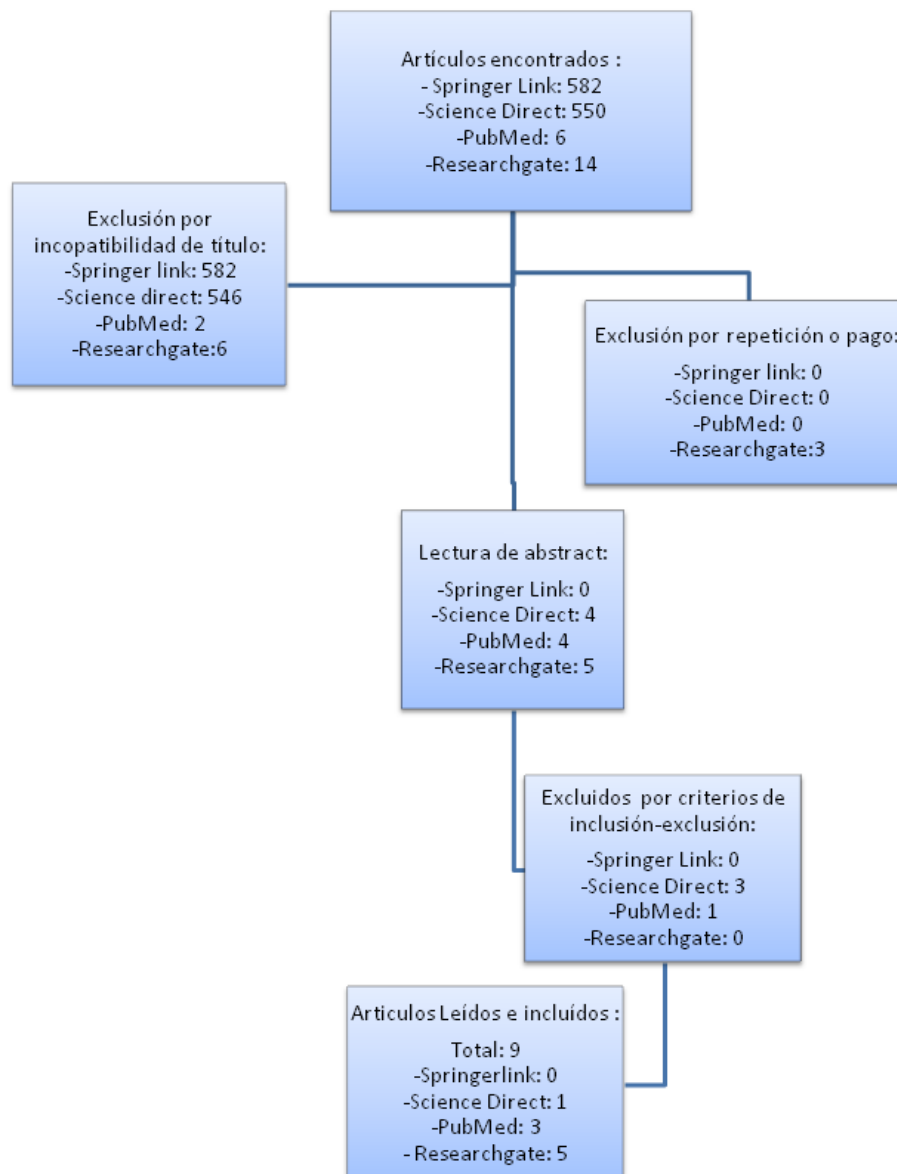
- Se incluyeron todos los artículos encontrados que tuvieran una fecha de publicación superior o igual a 2007.
- Se incluyeron todos los artículos encontrados que cumplieran una puntuación mayor o igual a 7 en la escala PEDro.
- Se incluyeron todos los artículos que fueran Estudios Controlados Aleatorios (ECA) o cuasi-aleatorios.

13.3 Criterios de Exclusión

- Se excluyeron todos los artículos que incluyeran el uso de WBV, pero no se enfocaran en PC.
- Se excluyeron todos los artículos que no estuvieran escritos en inglés.
- Se excluyeron los artículos que fueran revisiones sistemáticas y que no tuvieran directa relación con nuestro tema de investigación.

Los resultados de la búsqueda se muestran en la figura 1:

Figura 1. Estrategia de búsqueda y resultados.



13.4 Recopilación de Datos

Posterior a la lectura de los artículos seleccionados, se realizó un análisis buscando si estos cumplían con los criterios de inclusión y exclusión, registrando la información relevante de cada estudio en una ficha bibliográfica (Anexo 2). Estas fichas bibliográficas fueron fundamentales para dar cuenta de la falta de información presente en los artículos que fueron excluidos de esta revisión sistemática.

13.5 Calidad metodológica:

La calidad metodológica fue valorada a través de la escala PEDro (Anexo 3). El propósito de esta escala es ayudar a la identificación de la validez interna de los diferentes ECA. La puntuación es en base a los 11 ítems que pueden tener una puntuación entre 1 (si cumple el criterio) o 0 (si no cumple el criterio). La puntuación de la escala se determina contando el número de criterios de la lista que se cumplen en el estudio. Moseley y cols (2002) dicen que los estudios con una puntuación igual o mayor a 5 son calificados como de alta calidad metodológica y bajo riesgo de sesgo. Esto es debido, de acuerdo con Maher y cols (2003), a la imposibilidad de cumplir con ciertas condiciones en la intervención de algunos estudios, tales como el cegamiento de los terapeutas o de los participantes.

14. REVISIÓN SISTEMÁTICA BIBLIOGRÁFICA

Como muestra la figura 1, de los 1152 artículos encontrados inicialmente, se descartaron por incompatibilidad de título 1136 artículos, 3 más por falta de acceso al texto completo, y 4 por no cumplimiento de los criterios de inclusión. Finalmente se incluyeron sólo 9 artículos que cumplieron con la totalidad de los criterios de inclusión. 5 de ellos se obtuvieron de la base de datos Researchgate, 3 de Pubmed, y 1 de la base de datos Scimedirect.

A continuación, se describen las características de los estudios:

- Calidad metodológica de los artículos: Evaluada con la escala PEDro (Anexo 2).
- Los resultados se encuentran en la Tabla 1.
- Caracterización de los artículos incluidos: Se encuentra en la tabla 2.
- Descripción de las intervenciones realizadas por cada estudio.
- Resultados de las intervenciones de cada estudio.

14.1 Calidad metodológica de los estudios

Autores	Criterio de escala PEDro											Puntaje
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Tupimai T. et al 2015	X	0	X	X	0	0	0	X	X	X	X	7
Hsin-Yi K. 2015	X	X	X	X	0	0	0	X	X	X	X	8
Shamek M. 2013	X	X	X	X	0	0	X	X	X	X	X	9
Khaled A. 2012	X	0	X	X	0	0	0	X	X	X	X	7
Marwa M. et al 2014	X	X	X	X	0	0	0	X	X	X	X	8
Hsin-Yi K. et al 2015	X	0	X	X	0	0	0	X	X	X	X	7
Byoung-kwon et al 2013	X	X	X	X	0	0	X	X	X	X	X	9
Ruck J. et al 2010	X	0	X	X	0	0	0	X	X	X	X	7
Myung-Sook K. et al 2016	X	X	X	X	0	0	0	X	X	X	X	8

Tabla 1. Tabulación de puntaje PEDro según estudio. X: Aplica 0: No aplica

14.2 Caracterización de los estudios

Tabla 2. Resumen de los artículos encontrados.

Autor	Población	Intervención	Control	Mediciones	Evaluaciones	Resultados	Observaciones
Teeraporn Tupimai et al.	N:12 niños y adolescentes entre 6 y 18 años	Protocolo: Tratamiento combinado de elongación pasiva y WBV. Tiempo: 5 veces a la semana durante 6 semanas. 30 minutos de elongación muscular pasiva y 10 minutos de WBV a 20 Hz.	Ejercicios de elongación muscular pasiva por periodos de 40 minutos por 5 días a la semana en un total de 6 semanas.	Tono Muscular (MAS), equilibrio pediátrico (PBS) y equilibrio dinámico (FTSST)	Antes y después de cada sesión.	Descenso del puntaje MAS de los músculos del lado fuerte y soleo en el lado débil, en el GE. Luego de las 6 semanas de tratamiento todos los ítems mejoraron en el GE	No
Hsin-Yi Kathy Cheng y cols.	N: 16	Protocolo: WBV por 10 minutos a una frecuencia de 20 Hz, tres veces a la semana, durante 8 semanas. Pasadas 4 semanas este grupo hace un cruce con el grupo de control.	Se realizó el mismo protocolo de intervención pero la plataforma no estaba encendida	AROM y PROM, ambos para rodilla bilateral; índice de relajación (IR); MAS para extensores de rodilla (ambas); TUG; y TM6.	Pre y Post tratamiento.	Se aprecia una mejoría disminuyendo los índices de espasticidad y aumentando la velocidad de marcha en el GE.	Se realiza un seguimiento al día siguiente y al tercer día, finalizada la intervención.
Shamekh Mohamed El- Shamy	N: 30 niños entre 8 y 12 años	Protocolo: Tratamiento de WBV, 1 hora por día, 5 días a la semana, durante 3 meses. Parámetros: 12 Hz, aumentando 0.5 Hz hasta llegar a los 18Hz. Pies ubicados a 5.5 cm del eje central. Aceleración de 2mm, hasta llegar a 4mm. Tiempo total de 9 minutos, con periodos de aplicación de 3 minutos y pausas de 3 minutos. Tratamiento tradicional: Técnicas de neurodesarrollo, elongaciones musculares, entrenamiento propioceptivo y de balance.	Tratamiento basado en técnicas de neurodesarrollo, elongaciones musculares, entrenamiento propioceptivo y de equilibrio.	Torque extensor de rodilla y análisis de estabilidad	Pre y Post tratamiento	Aumento del torque de cuádriceps. No existen diferencias significativas entre los grupos, pero existen un cambio entre las mediciones de base y las post- tratamiento para ambos grupos, existiendo mayores cambios para el GE	Los pacientes expuestos a WBV presentaban una flexión de cadera y rodilla de 10° y 45° respectivamente.

Autor	Población	Intervención	Control	Mediciones	Evaluaciones	Resultados	Observaciones
Khaled A. Olama, Nahed S. Thabit	N: 30 niños entre 8 y 10 años	Protocolo: WBV durante 6 días a la semana, por 6 meses. Parámetros: frecuencias de 12 Hz y aumentando 0.5 Hz cada dos sesiones hasta llenar a los 18 Hz. Aceleración de 2 mm, hasta 4 mm. La aplicación es de 3 series de 3 minutos cada una, con pausas de 3 minutos.	Trabajos de suspensión en jaulas de araña.	Análisis del índice de estabilidad.	Pre y Post tratamiento de 6 meses.	Aumento del índice en ambos grupos, pero éste fue mayor en el grupo II.	Mejores resultados con tratamiento de suspensión.
Marwa M. Ibrahim et al.	N: 30 Edad: 8-12 años.	Protocolo: WBV durante 12 semanas, con 36 sesiones. Parámetros: 3 series de 3 minutos, con 3 minutos de descanso entre series. Frecuencia de 12Hz y amplitud de 4mm, las cuales se aumentaron a 18Hz y 6 mm.	Ejercicios específicos para pacientes con PC diplégica	Fuerza isométrica de extensores de rodilla (Newton). Espasticidad de aductores de cadera, extensores de rodilla y flexores plantares de tobillo (MAS). Velocidad de marcha (TM6). Balance de marcha (TUG). Gross motor function (GMFM)	Antes y después de 12 semanas	Fuerza de extensores de rodilla aumentó en el GE. Disminución de la espasticidad en extensores de rodilla en el GE. Cambios significativos en los valores de TM6 en el GE. Ningún cambio significativo en TUG. Cambios significativos en GMFM para GE.	
Hsin-Yi Kathy Cheng y cols.	N: 16	Protocolo: 2 días, separados por una semana en donde se aplicó WBV. Parámetros: Frecuencia de 20Hz y amplitud de 2mm. Durante 20 minutos	Pacientes se situaban en la plataforma, pero ésta no aplicaba la terapia.	AROM y PROM, ambos para rodilla y tobillo; índice de relajación (IR); MAS; TUG; y TM6.	Pre y Post tratamiento	La espasticidad disminuye, la función ambulatoria aumenta, junto con el AROM de rodilla y tobillo en el GE.	

Autor	Población	Intervención	Control	Mediciones	Evaluaciones	Resultados	Observaciones
Byoung-Kwon Lee et al.	N: 30	Protocolo: Terapia física más tratamiento con WBV, por una hora al día, 3 veces a la semana, por 8 semanas. Parámetros: incluye 6 elementos: 3 minutos con frecuencia de 5-8Hz; 3 minutos de 10-15Hz; 3 minutos de 15-20Hz; 3 minutos de 20-25Hz; 3 minutos de 15-20Hz; y 3 minutos de 10-15Hz. Adicionalmente 10 minutos de calentamiento y 10 minutos de vuelta a la calma. Descanso de 10 min. Entre cada elemento.	Tratamiento físico convencional (masajes, estiramiento y balance) durante 30 minutos.	3 análisis dimensionales de la marcha e imágenes de ecografía de los músculos evaluados en la pierna (Tibial anterior, Gastrocnemio, Sóleo).	Pre y Post tratamiento	Aumento en la velocidad de la marcha, largo de zancada y el tiempo de ciclo; aumento en el ángulo de tobillo; aumento en el grosor de los músculos tibial anterior y sóleo en el GE.	
J. Ruck et al.	N: 20	Se sumó el uso de WBV sobre el tratamiento individualizado de cada niño del colegio, una vez a la semana.	Tratamiento individualizado otorgado por el colegio.	GMFCS, Velocidad de marcha (Test de marcha de 10 metros) y densidad ósea de región lumbar (L1-L4) y fémur.	Pre y Post tratamiento de 6 meses.	Se encontraron cambios significativos en la velocidad de marcha, aumentando un 38% sobre la media en los pacientes del GE. La densidad ósea de la diáfisis distal del fémur aumentó en el CG y disminuyó en el GE.	No se pudo ocupar ciego.
Myung-Sook Ko y cols.	26	Terapia de WBV con una amplitud de 1mm y una frecuencia de 20Hz. Luego de 3 semanas la amplitud se aumentó a 2mm. El objetivo era aumentar la frecuencia hasta 24Hz. Se aplicó 3 minutos de vibración y 3 minutos de descanso para terminar con 3 minutos de vibración (9 minutos en total).	Tratamiento físico convencional durante 30 minutos, que incluía estiramiento pasivo de EEI con técnicas para reducir la espasticidad y facilitar patrones de movimiento normales.	Sensación de la posición articular (JPS) de tobillo y rodilla, balance, parámetros de la marcha: velocidad, largo y ancho de paso	Pre y post-tratamiento de 3 semanas.	Solo el JPS de tobillo incrementó significativamente en el GE. El balance tendió a incrementar en el GE, pero los cambios no fueron significativos entre grupos. Se encontraron cambios significativos en la velocidad de la marcha y el ancho de paso en el GE.	

15. DESCRIPCIÓN DE LAS INTERVENCIONES REALIZADAS

A continuación se realizará una descripción de todas las variables encontradas por los distintos autores:

15.1 Evaluación de ROM

Se incluyeron dos artículos que realizaron evaluación de ROM (AROM y PROM) en los estudios:

Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015) y Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015)

Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015) realizaron un protocolo de tratamiento de WBV, aplicado 3 veces a la semana, durante un periodo de 8 semanas. Este consistía en la entrega de vibración con una frecuencia de 20Hz, con un desplazamiento de 2mm, durante 10 minutos. Los pacientes debían mantenerse parados sobre la plataforma con 30° de flexión de rodillas, manteniendo el mismo peso en cada pierna y evitando los movimientos corporales. Se utilizó un cinturón pélvico y una ayuda externa para frenar la rodilla por anterior para así proporcionar un soporte externo al mantenerse de pie. Un total de 16 pacientes participantes fueron divididos en dos grupos, uno donde se aplicó el tratamiento descrito (GE) y otro en donde el paciente debía mantener la posición descrita, pero la máquina estaba apagada (GC). Las mediciones fueron realizadas en el

siguiente orden: 1) antes de la intervención; 2) inmediatamente después de las 8 semanas; 3) un día después de la intervención; 4) tres días después de la intervención. Para medir el AROM se le pidió al paciente que moviera activamente la rodilla a extensión completa y luego a flexión completa. Luego se le pidió al paciente que mantuviera dichas posiciones durante 3 s cada una y el ángulo medio de los dos intervalos de 3 s fue utilizado para la medición de AROM. Para la medición del PROM las rodillas del paciente fueron llevadas pasivamente hacia el final del rango.

En otro estudio realizado por Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015) en donde el tiempo de duración del estudio no es especificado con claridad, utiliza los mismos parámetros descritos en el estudio anterior, con excepción del tiempo, el cual fue de 20 minutos de exposición. Las mediciones se realizaron en el siguiente orden: 1) antes del tratamiento; 2) inmediatamente después de la intervención; y 3) 30 minutos después. Los pacientes fueron divididos en dos grupos (GC y GE) de igual manera que en el estudio antes descrito. Se utilizó la misma forma de medición para los valores de AROM y PROM que en el estudio anterior.

15.2 Medición de la espasticidad

Dentro de los estudios que se incluyeron en esta revisión cuatro de ellos realizaron medición de la espasticidad:

Teeraporn Tupimai et al. (2015), Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015), Marwa M. et al. (2014) y Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015)

Teeraporn Tupimai et al. (2015) presentaron un estudio cruzado que consta de dos fases, para ello se seleccionaron 12 pacientes que presentaban los criterios de inclusión para dividirlos en dos grupos, grupo experimental (GE) y grupo de control (GC). El GE fue sometido a un protocolo de tratamiento el cual mezclaba la WBV y la elongación muscular pasiva. La WBV era aplicada por un total de 10 minutos, dentro de ese tiempo se aplicaba la vibración por 1 minuto para luego pasar a un periodo de descanso de 1 minuto. El protocolo de elongación muscular pasiva presentaba una duración de 30 minutos. En cambio el GC solo realizó el protocolo de elongación muscular pasiva por 40 minutos. Se realizaron un total de 5 sesiones por semana en un periodo de 6 semanas.

Una de las mediciones que se realizaron en este estudio fue la espasticidad, ésta se realizó por medio de la Escala Modificada de Ashworth (MAS), los músculos evaluados fueron los aductores de cadera, cuádriceps, isquiotibiales y sóleo, es importante mencionar que durante el estudio el evaluador fue el mismo.

Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015) en los estudios descritos anteriormente midió la espasticidad mediante dos test: 1) la prueba de péndulo de

Wartenberg, en donde se tomó como variable el índice de relajación (RI); 2) MAS.

Marwa M. Ibrahim y cols. (2014) realizó un estudio en el cual 30 niños con PC de carácter dipléjica fueron divididos aleatoriamente en dos grupos iguales (GC y GE). Al grupo control se le realizó un tratamiento físico especializado para la PC dipléjica, en donde cada sesión duraba una hora, 3 veces a la semana, durante 3 meses consecutivos. Este tratamiento consistía en: 1) ejercicios de estiramiento para tendón de Aquiles, isquiotibiales, flexores y aductores de cadera, abdomen superior y pectorales; 2) ejercicios de estiramiento para retractores escapulares, extensores de columna, abdomen inferior, extensores de cadera y rodilla y músculos dorsiflexores; 3) Facilitación de las reacciones posturales, las que incluía: facilitación del enderezamiento, equilibrio y reacciones de protección por sentarse en un balón; 4) Facilitación del desplazamiento de pie y de peso; 5) Facilitación del equilibrio de pie inclinando al niño de pie a diferentes direcciones usando un tablero de equilibrio; 5) Entrenamiento de la marcha mediante caminatas hacia adelante, hacia atrás y de lado entre las barras paralelas. Mientras que para el GE se le aplicaron los mismo ejercicios descritos antes y un tratamiento de WBV que consistía en 3 series de 3 minutos de duración, seguidas por 3 minutos de descanso entre cada serie, por lo que cada serie consistía en 9 minutos de exposición a WBV. La sesión se inició con una frecuencia de 12Hz y una amplitud de 4mm para

después terminar con 18Hz de frecuencia y 6 mm de amplitud. Las mediciones se realizaron antes y después de 12 meses de tratamiento, en donde para evaluar el nivel de espasticidad se utilizó la MAS.

15.3 Evaluación del balance

Ante la evaluación del balance siete de los estudios analizados realizaron pruebas o aplicaron escalas para cuantificar el balance, los cuales fueron:

Teeraporn Tupimai et al. (2015), Hsin-Yi Kathy Cheng y cols (2015), Shamek Mohamed El-Shamy (2013), Khaled A. Olama, Nahed S. Thabit (2012), Marwa M. Ibrahim et al. (2014), Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015) y Myung-Sook Ko y cols. (2016).

Teeraporn Tupimai et al. (2015) en su estudio ya explicado con anterioridad, aplicó un test y una escala para cuantificar los valores con respecto al balance, el test aplicado fue Five times sit-to- stand test (FTSST) para medir el tiempo que demora el paciente en sentarse y pararse cinco veces. La escala aplicada fue la Escala Pediátrica de Balance (PBS)

Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015) en los estudios descritos anteriormente evaluó el balance mediante el test timed up and go (TUG).

Shamek Mohamed El-Shamy (2013) en su estudio reunió a 30 niños con PC de carácter dipléjica espástica, los cuales fueron divididos en dos grupos iguales. 15 de estos niños fueron tomados como GE, en donde se aplicó un tratamiento físico tradicional para PC, sumado a una terapia de WBV durante 3 meses, 5 veces por semana. Cada sesión de tratamiento consistió en que el paciente debía estar durante 3 min en la plataforma, seguido de 3 min de descanso, luego 3 minutos de WBV, 3 min de descanso para terminar con 3 min de WBV, dando un total de 9 min de aplicación de la vibración. Los parámetros utilizados en la máquina fueron: frecuencia de 12 Hz, la cual fue aumentando 0,5 Hz cada dos sesiones hasta llegar a los 18 Hz, una amplitud de 2 mm que se aumentó a 4 mm. Para el GC solo se aplicó la terapia física clásica. Las evaluaciones de base y postratamiento se realizaron utilizando el dinamómetro isocinético Biodex para evaluar el peak máximo de los extensores de rodilla a 60 grados por segundo y 90 grados por segundo y utilizando el sistema de balance Biodex para evaluar el índice de estabilidad.

En el estudio realizado por Khaled A. Olama, Nahed S. Thabit (2012) el que consistía en tratar a 30 niños con diagnóstico de PC hemiparética, los cuales fueron divididos en dos grupos (grupo I y grupo II). A ambos grupos se les realizó una terapia física con el fin de entrenar el balance, la cual consistía en los siguientes ítems: 1) mantener al paciente de pie con los pies juntos mientras el terapeuta está sentado detrás y bloquea manualmente las rodillas

del niño, y luego lo inclina lentamente hacia ambos lados, hacia delante y hacia atrás; 2) mantener al paciente de pie con el terapeuta detrás del niño guiándolo para cambiar su peso hacia adelante y hacia atrás alternativamente; 3) mantener un pie en alto y tratar de mantener el equilibrio; 4) mantener al paciente de pie con bloqueo manual de las rodillas, luego intenta inclinarse y recuperarse; 5) Entrenamiento de reacciones de equilibrio, enderezamiento y protección; 6) Técnica del neurodesarrollo, entrenamiento propioceptivo, facilitación de las reacciones de enderezamiento y de equilibrio, estimulación farádica de los músculos antiespásticos del lado hemiparético, ejercicio de estiramiento de los músculos susceptibles a ser tensos, ejercicios de fortalecimiento de los músculos antiespásticos y entrenamiento de la marcha en ambientes cerrados y abiertos. También se prestó especial atención al lado no afectado y al tronco. También se entrenó la marcha, para lo cual se realizaron los siguientes ejercicios: Avanzar, retroceder y caminar de un lado a otro entre las barras paralelas (entrenamiento de marcha ambiente cerrado); El entrenamiento de la marcha en ambiente abierto se llevó a cabo con obstáculos, dentro de los cuales se incluyeron rollos y cuñas con diferentes diámetros y alturas, los que se colocaron dentro de barras paralelas pero sin barras paralelas. Sumado a lo anterior el grupo I recibió un tratamiento con WBV donde cada sesión de tratamiento consistió en que el pacientes debía estar durante 3 min en la plataforma, seguido de 3 min de descanso, luego 3

minutos de WBV, 3 min de descanso para terminar con 3 min de WBV, dando un total de 9 min de aplicación de la vibración. Los parámetros utilizados en la máquina fueron: frecuencia de 12 Hz, la cual fue aumentando 0,5 Hz cada dos sesiones hasta llegar a los 18 Hz, una amplitud de 2 mm que se aumentó a 4 mm. El grupo II recibió una terapia de suspensión donde se utilizó un elemento llamado jaula de araña. Cada niño fue colocado de pie en el centro de la jaula y se le enganchó a la jaula de la araña por medio de un cinturón alrededor de su cintura que se unió a esta usando cuerdas elásticas colocadas en forma de tela de araña. El cinturón estaba fijado alrededor del tronco con correas de velcro. El protocolo de esta terapia fue el siguiente: 1) Cuerdas al lado: en la que el nivel de la conexión de los cables de la jaula está en el mismo nivel de la conexión de los cables a la cintura, de manera que todo el peso del cuerpo recaerá en los miembros inferiores para dar soporte a todo el peso. Al principio, la tensión de las cuerdas era igual entre sí, ya que esto permite que el niño asuma posición media o vertical. A continuación, la tensión de los cables se redujo gradualmente. Las cuerdas deben ser suficientemente elásticas para permitir que el niño se reajuste y desarrolle su propio control. La tensión de las cuerdas delanteras y traseras se redujo de forma intercambiable al repetir los mismos ejercicios. Se aplicaron diferentes ejercicios para mejorar el equilibrio desde diferentes posiciones incluyendo: arrodillarse, agacharse, levantarse y recuperarse, ponerse de pie, ponerse en cuclillas desde la posición de pie

(equilibrio en cuclillas), patear la pelota, lanzar una pelota, pisar, saltar en el lugar, saltar hacia afuera, pararse en un pie y pararse en una plataforma de balance; 2) Suspensión total: En este tipo el nivel de la conexión de los cables a la jaula está por encima del nivel de la conexión de los cables a la correa en la que el niño está completamente suspendido (los pies del niño están fuera del suelo). Este tipo de suspensión se utiliza como estimulación vestibular, para proporcionar conciencia corporal y para promover o desarrollar los reflejos posturales (reacciones de extensión protectora, las reacciones de enderezamiento o de equilibrio). El terapeuta tira del niño hacia atrás, permitiéndole moverse hacia delante y hacia atrás a través del espacio hasta que se detiene, también hacia arriba y hacia abajo, y los movimientos de lado a lado fueron permitidos. A cada niño se le pidió que mantuviera el equilibrio mientras se movía por el espacio. La duración de cada ejercicio fue 1 a 2 min con un tiempo de descanso de 1 a 2 min entre los ejercicios. Los índices de estabilidad se evaluaron utilizando el sistema de instrumentos Biodex antes y después de seis meses de tratamiento.

Marwa M. Ibrahim et al. (2014) en su estudio descrito anteriormente utilizó el test TUG para la evaluación del balance.

Myung-Sook Ko y cols. (2016) realizó un estudio en donde 24 niños con PC fueron divididos en dos grupos iguales (GC y GE). Ambos grupos participaron

en un programa de entrenamiento dos veces por semana durante 3 semanas y recibieron una sesión convencional de terapia física de 30 minutos que incluyó el estiramiento pasivo de los músculos de EEII, seguido de técnicas para reducir la espasticidad y facilitar los patrones normales de movimiento mientras también trabajaba en las funciones motoras. Para el GE cada sesión de entrenamiento de la WBV consistió en 3 minutos de estimulación vibratoria y 3 minutos de descanso, realizada dos veces, seguido de 3 minutos finales de vibración, dando un total de 9 minutos de exposición a la vibración. Se comenzó con una amplitud 1 mm y una frecuencia de 20 Hz, donde la intensidad del entrenamiento aumentó a lo largo de las 3 semanas, aumentando la amplitud de la vibración (1 mm para las sesiones de entrenamiento 1-4, 2 mm para las sesiones 5 y 6). El objetivo era aumentar la frecuencia de vibración a 24 Hz y la aceleración a 2 mm. La medición del balance se realizó mediante el Sistema de Balance Interactivo Tetrax (Tetrax System, Jerusalem, Israel) para evaluar los cambios en la presión vertical bajo los pies mientras el participante permanecía de pie, usando dos condiciones diferentes: superficie sólida, ojos abiertos y superficie sólida, ojos cerrados.

15.4 Evaluación del desempeño motor

Dentro de los estudios analizados solo dos evaluaron esta variable, los cuales fueron:

Marwa M. Ibrahim et al. (2014) y J. Ruck et al. (2010).

Marwa M. Ibrahim et al. (2014) en su estudio descrito con anterioridad utilizó la GMFM-88 para la evaluación del desempeño motor de los niños con PC. Se compone de 88 elementos dentro de 5 dimensiones: (A) acostarse y rodar; (B) sentado; (C) gatear y arrodillarse; (D) de pie; (E) caminar, correr y saltar. Los ítems se puntúan usando una escala de 4 puntos (0, 1, 2 y 3) y las puntuaciones se presentan en porcentajes, y en este estudio sólo se evaluaron las dimensiones D y E.

J. Ruck et al. (2012) realizó un estudio de seis meses de duración, en donde 20 niños con parálisis cerebral fueron asignados al azar para continuar su programa de fisioterapia escolar sin cambios (GC) o para recibir un tratamiento de WBV 5 días a la semana (GE), donde cada sesión de tratamiento consistió en que el paciente debía estar durante 3 min en la plataforma, seguido de 3 min de descanso, luego 3 minutos de WBV, 3 min de descanso para terminar con 3 min de WBV, dando un total de 9 min de aplicación de la vibración. Los parámetros utilizados en la máquina fueron: frecuencia de 12 Hz, la cual fue aumentando 0,5 Hz cada dos sesiones hasta llegar a los 18 Hz, una amplitud de 2 mm que se aumentó a 4 mm. El desempeño motor fue medido por la escala GMFM.

15.5 Evaluación de la velocidad de la marcha

Dentro de los estudios encontrados seis de los autores evaluaron esta variable, los cuales fueron:

Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015), Marwa M. Ibrahim et al. (2014), J. Ruck et al. (2012), Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015), Byoung-Kwon Lee and Seung-Chul Chon (2013), Myung-Sook Ko y cols. (2016).

Hsin-Yi Kathy Cheng y cols (2015) en sus dos estudios descritos anteriormente, evalúa la velocidad de la marcha mediante el test de marcha de 6 minutos (TM6).

Marwa M. Ibrahim et al. (2014) en su estudio descrito anteriormente utilizó el TM6 para la evaluación de la velocidad de marcha.

J. Ruck et al. (2012) en su estudio que describió con anterioridad, midió la velocidad de la marcha mediante el test de marcha de los 10 metros (TM10).

Myung-Sook Ko y cols. (2016) en el estudio descrito anteriormente realizó una medición de la velocidad de la marcha mediante el Sistema OptoGait bidimensional (Bolzano, Italia), un sistema rectangular de medición optoelectrónica que consiste en barras de transmisión y recepción que crean un área de medición bidimensional. Los participantes usaban su propio calzado

mientras caminaban a una velocidad auto-seleccionada a lo largo de una pasarela instrumentada de 10 metros, comenzando y terminando cada caminata un mínimo de 2 metros más allá de la pasarela para permitir suficiente distancia para la aceleración y desaceleración. Cada participante realizó tres ensayos y se analizó el promedio de estos para la velocidad de la marcha.

Byoung-Kwon Lee and Seung-Chul Chon (2013) que reunió a 30 niños con PC, los cuales fueron divididos en dos grupos iguales. Todos los participantes recibieron entrenamiento convencional de fisioterapia, independientemente de la asignación del tratamiento. El GE experimentó un entrenamiento adicional de WBV durante una hora al día, tres días a la semana durante un período de ocho semanas junto a la terapia física convencional mencionada anteriormente. Mientras que el GC solo recibió la terapia física convencional. Cada sesión de WBV implicó seis elementos: 1) 3 minutos de 5-8 Hz; 2) 3 minutos de 10-15 Hz; 3) 3 minutos de 15-20 Hz; 4) 3 minutos de 20-25 Hz; 5) 3 minutos de 15-20 Hz; y 6) 3 minutos de 10-15 Hz. Además, se incluyó un calentamiento de 10 minutos y un enfriamiento de 10 minutos que comprendía ejercicios de ROM pasivo antes y después del programa de WBV. Los participantes fueron instruidos a descansar durante 3 minutos entre cada uno de los seis elementos del protocolo. Los análisis tridimensionales de la marcha se registraron a 120

Hz usando un sistema de captura de movimiento de seis cámaras (Qualisys, Qualisys Inc., Goeteborg, Suecia).

15.6 Otras variables

El estudio realizado por Shamekh Mojamed El-Shamy (2013) descrito anteriormente, evaluó la fuerza de los extensores de rodilla utilizando el dinamómetro isocinético Biodex (Biodex Medical System, Shirley, NY), vinculado a un software de computadora. Después de tres repeticiones de calentamiento submáximas, cada niño recibió instrucciones de generar una contracción máxima voluntaria a través de un comando verbal para empujar tan fuerte y rápido como pudiera, y luego relajarse. El procedimiento de prueba incluyó tres intentos de contracción concéntrica máxima del músculo cuádriceps, con un período de descanso de 30 segundos entre los intentos. Se registró el peak medio de los tres ensayos.

El estudio realizado por Myung-Sook Ko (2016), el cual ya fue descrito antes, también evaluó la sensación de la posición articular (JPS) para tobillo y rodilla, mediante la estimación del error posición-reposición de la pierna dominante. El ángulo de la articulación se midió con Tiltmeter, una aplicación para iPhone. El terapeuta movió manualmente el ángulo de flexión de la rodilla del participante de 90° a 100° o de 90° a 80°, el cual se mantuvo durante 5 segundos, y después se llevó la rodilla pasivamente a 90°. Se pidió al participante que

reposicionara la rodilla en el ángulo previamente ubicado con la mayor exactitud posible, luego se midió la diferencia entre los dos reposicionamientos. El error de posición-reposición del tobillo se evaluó de manera similar, con el movimiento del tobillo comenzando en una posición neutral y luego reposicionado a 10° de flexión plantar o 10° de dorsiflexión.

En el estudio realizado por Byong-Kwon Lee (2013) descrito anteriormente, se analizaron parámetros de la marcha como el largo de la zancada y el tiempo de ciclo, los cuales fueron medidos a 120 Hz usando un sistema de captura de movimiento de seis cámaras (Qualisys, Qualisys Inc., Goeteborg, Suecia).

El estudio realizado por Marwa M. Ibrahim y cols. (2014) descrito anteriormente, evaluó el torque extensor de cuádriceps en Newtons (N), mediante un dinamómetro de mano. Los niños estaban sentados con las rodillas flexionadas a 90° y la resistencia fue dada por el examinador. El examinador aplico gradualmente la fuerza durante un segundo para permitir al niño ajustar y reclutar un número máximo de fibras musculares. Se registraron tres intentos en cada grupo muscular. El primer intento se utilizó para la familiarización y se obtuvo una puntuación promediando el segundo y el tercer intento.

16. RESULTADOS DE LAS INTERVENCIONES DE CADA ESTUDIO

A continuación se presentan los resultados de cada estudio, los cuales muestran un cambio significativo cuando su valor p es menor a 0,05.

16.1 Rango de Movimiento (ROM)

Según los resultados encontrados para las variables de ROM (AROM y PROM) se puede decir que: según Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015), luego de 8 semanas de tratamiento con WBV con una frecuencia de 20Hz y una amplitud de 2 mm durante 10 minutos, no se encontró algún cambio significativo para los valores de AROM ni para los de PROM. Por otro lado, en estudio realizado por el mismo autor en el mismo año (2015), muestra que luego de la exposición a WBV por un día a la semana, durante dos semanas, a una frecuencia de 20 Hz y una amplitud de 2 mm, durante 20 minutos, se encontraron cambios significativos para la variable AROM ($p= 0,000$) en el GE, pero no lo fue así para PROM.

16.2 Espasticidad

El estudio realizado por Teeraporn Tupimai y cols. (2015) nos muestra que luego de una exposición a WBV con una frecuencia de 20Hz durante 10 minutos. Las puntuaciones MAS de los cuádriceps y los isquiotibiales de ambos

lados y el sóleo del lado más fuerte disminuyeron de forma más significativa por EG que por CG.

El estudio realizado por Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015) descrito anteriormente, se encontraron cambios significativos para los valores de MAS ($p=0,036$) en la comparación entre los valores de GE y GC. Otro estudio realizado por el mismo autor (2015), también descrito anteriormente, existen cambios significativos en el valor de MAS ($p= 0,001$).

Marwa M. Ibrahim y cols. (2014) nos muestra en su estudio ya descrito anteriormente una disminución significativa del valor de MAS ($p<0,05$) en los músculos extensores de rodilla del GE.

El estudio realizado por Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015). El cual está descrito antes, se encontró cambios significativos en el IR ($p= 0,022$). En otro estudio realizado por el mismo autor (2015) también descrito anteriormente, se encontraron cambios significativos para el IRI ($p= 0,000$).

16.3 Balance

Según el estudio de Shamekh Mojamed El-Shamy (2013), en el cual se aplicó WBV sumado a una terapia física convencional. No se encontraron cambios significativos para IE en la comparación entre los grupos ($p > 0.05$), pero se encontraron cambios significativos entre los resultados post-tratamiento y las

medidas de base para ambos grupos, en donde las mejoras fueron mayores para el GE ($p= 0,001$).

En el estudio de Khaled A. Olama y Nahed S. Thabit (2012), en donde se comparaba el uso de dos tipos de tratamiento, uno que consistía en el uso de un elemento llamado “jaula de araña” y el uso de WBV. Se encontraron cambios significativos para ambos grupos, pero se encontraron mayores mejoras para el grupo II (jaula de araña) ($p < 0,005$).

En el estudio hecho por Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015) descrito anteriormente, se encontraron cambios significativos en el valor de TUG ($p= 0,001$). Por otro lado, en otro estudio realizado por el mismo autor en el mismo año (2015), el cual se describió en párrafos anteriores, no se encontraron cambios significativos para TUG.

Por otra parte el estudio realizado por Marwa M. Ibrahim y cols. (2014) que se describió anteriormente, no mostró ningún cambio significativo para el valor de TUG en ninguno de los dos grupos ($p>0,05$).

Teeraporn Tupimai y cols. (2015) evalúa el balance en su estudio mediante dos test: uno llamado “five time sit-to-stand test” (FTSST) y otro llamado “pediatric balance scale” (PBS), en donde encontró cambios significativos para estas dos

variables en el GE ($p = 0.01$; $p = 0.05$ respectivamente) y solo para FTSST ($p = 0.05$) en el GC.

En el estudio realizado por Myung-Sook Ko y cols. (2016) descrito anteriormente, los valores del balance tendieron a aumentar más en el GE, pero los resultados no fueron significativos en ninguno de los dos grupos ($p > 0.05$).

16.4 Desempeño motor

En el estudio realizado por Marwa M. Ibrahim y cols. (2014) descrito anteriormente, se encontró que los valores totales de la dimensión (D%) aumentaron significativamente en el GC y GE post-tratamiento ($p < 0.05$), y al comparar los valores posteriores al tratamiento no hubo diferencias significativas entre ambos grupos ($p > 0.05$). Mientras que los valores totales de la dimensión (E%) aumentaron significativamente comparando los valores previos y posteriores al tratamiento en el GE ($p < 0.05$) y no hubo cambios significativos en los valores post-tratamiento en el GC. Al comparar los valores post-tratamiento hubo una diferencia significativa en el efecto del tratamiento entre ambos grupos ($P < 0,05$) en favor del GE.

Por otro lado J. Ruck (2010) realizó un estudio que consistía en la aplicación de WBV durante 9 minutos. En el cual no se encontraron diferencias significativas para los valores de GMFM.

16.5 Velocidad de la Marcha

El estudio realizado por J. Ruck (2010) descrito anteriormente se encontraron cambios significativos para este valor ($p = 0.03$), posterior a la aplicación de WBV en el grupo experimental. Donde la velocidad de la marcha en el test de marcha de 10 m aumentó un 38% con respecto a la media de base.

Otro estudio realizado por Byong-Kwon Lee (2013) descrito en párrafos anteriores, demostró un aumento significativo en el GE para todos los parámetros de la marcha evaluados, incluidos los valores de la velocidad de la marcha ($p= 0.001$)

El estudio realizado por Myung-Sook Ko (2016) que consistía en la aplicación de WBV durante 3 semanas, 2 veces por semana a dos grupos. Se encontraron cambios significativos en GE para los parámetros evaluados de la marcha, incluida la velocidad de la marcha ($p= 0.035$).

Según el estudio realizado por Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015) que se describió antes, se encontraron cambios significativos para los valores de TM6 solo en dos de las cuatro mediciones que se realizaron ($p= 0,006$ y $p= 0,012$). En otro estudio realizado por el mismo autor (2015), descrito anteriormente, se encontraron cambios significativos para los valores de TM6 ($p= 0,000$).

En el estudio realizado por Marwa M. Ibrahim y cols. (2014) el cual se describió en párrafos anteriores, mostró la existencia de cambios significativos para los valores de TM6 en el GE ($p < 0,05$).

16.6 Otras variables

El estudio realizado por Shamekh Mojamed El-Shamy (2013) descrito anteriormente, también evaluó el torque extensor de cuádriceps, teniendo como resultado un cambio significativo en esta variable ($p = 0.001$) en GE.

El estudio realizado por Myung-Sook Ko (2016), el cual ya fue descrito anteriormente, evaluó la sensación de la posición articular (JPS) para tobillo y rodilla, en donde se pudieron encontrar cambios significativos para los valores de JPS solo en tobillo ($p = 0.014$) para el GE.

En el estudio realizado por Byong-Kwon Lee (2013) descrito anteriormente, también se analizaron parámetros de la marcha como el largo de la zancada y el tiempo de ciclo, los cuales tuvieron cambios significativos en el GE ($p = 0.001$; $p = 0.001$, respectivamente). También se evaluó el trofismo de tres músculos, los cuales fueron tibial anterior, sóleo y gastrocnemio, donde solo se encontraron cambios significativos para los dos primeros ($p = 0.001$; $p = 0.001$, respectivamente).

El estudio realizado por Marwa M. Ibrahim y cols. (2014) descrito anteriormente, también se evaluó la fuerza isométrica de los extensores de rodilla, en donde se encontraron cambios significativos en el GE para esta variable ($p < 0.05$).

17. DISCUSIÓN

La rehabilitación es un proceso integral que involucra una amplia variedad de aspectos, en donde se incluye al paciente dentro de su entorno familiar, social y funcional. Por esta razón, es que se puede abordar mediante distintos ámbitos y conceptos de tratamiento el manejo de una patología, esto se acentúa más cuando se realiza una terapia física que involucre el trabajo sobre disfunciones neurológicas. Dentro de estas patologías se puede encontrar a la PC, patología que genera diversas alteraciones musculoesqueléticas a largo plazo si es que esta no es tratada en el momento adecuado, debido a aquello es que los equipos de salud han buscados diversos medios para tratar esta patología y sus consecuencias.

Dentro de esta búsqueda de estrategias es que aparecen métodos de los cuales aún no se tiene una completa claridad de sus resultados, entre ellos la WBV, método que busca generar cambios en uno de los principales signos clínicos que presenta la PC, la espasticidad. Lamentablemente, aún existen interrogantes y poca claridad con respecto a la dosificación y efectos que se producen a corto o a largo plazo en este grupo de pacientes.

Debido a lo anterior, distintos autores dentro de los últimos años se han dedicado a estudiar los diversos efectos que se producen en el organismo al

momento de exponerse a una vibración a distintos parámetros, además de combinarlas con estrategias más tradicionales, buscando disminuir las complicaciones a largo plazo de la PC. Debido a lo anterior, esta revisión ha recopilado la mayor cantidad de información posible respecto al tema, con el fin de comparar los resultados encontrados por los diferentes autores.

Las principales dificultades que se tuvieron al momento de realizar esta revisión sistemática fueron: la imposibilidad de acceder de forma gratuita a ciertos artículos y la dificultad de comunicación con los autores al momento de solicitarles a sus respectivos estudios.

Además, se puede evidenciar que los parámetros utilizados en los estudios analizados no concuerdan del todo con los parámetros mostrados en el marco referencial. Esto puede deberse a que aún no existe un consenso respecto al protocolo que se debe utilizar al momento de aplicar una terapia vibratoria.

Dicho esto y según los resultados encontrados en los diferentes estudios analizados en esta revisión sistemática, es que podemos decir lo siguiente:

17.1 Rango de movimiento (PROM y AROM)

Solo uno de los estudios en donde se evaluaron estas variables mostró cambios significativos para AROM (Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. 2015) en GE y ninguno encontró diferencias significativas para PROM, a pesar de que la medición fue

hecha de la misma manera para ambos estudios. Esto puede deberse a que en el estudio donde no se encontraron cambios significativos, el tiempo de aplicación de la vibración fue de 10 minutos, mientras que en el estudio donde sí se encontraron cambios significativos fue de 20 minutos. Pudiendo concluir que el tiempo de aplicación no fue el suficiente para encontrar alguna mejora en las variables analizadas.

17.2 Espasticidad

Cuatro estudios evaluaron la espasticidad mediante la escala MAS y todos encontraron cambios favorables para esta variable en GE. Cabe destacar que todos usaron un protocolo diferente de aplicación de la vibración, en donde gran parte de los parámetros variaron entre los autores, lo que deja en duda cuál de todos los protocolos es el más apto para utilizar en los pacientes, siendo que todos demuestran la existencia de beneficios posterior al tratamiento.

También hay que tener en cuenta que en el estudio realizado por Teeraporn Tupimai y cols. (2015) y ambos estudios realizados por Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015) la muestra es muy pequeña (12 y 16 niños respectivamente). Lo cual deja en duda si es que los resultados encontrados se pueden extrapolar para poblaciones más grandes.

Uno de los estudios realizado por Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015) no especifica claramente cuánto es la duración de la intervención, por lo que no queda claro en cuánto tiempo se pueden encontrar dichos resultados.

17.3 Balance

Como se dijo anteriormente, siete artículos evaluaron esta variable, pero no todos encontraron cambios significativos en los resultados.

Myung-Sook Ko y cols. (2016) no encontró cambios significativos para esta variable, pero los valores tendieron a aumentar más en el GE que en el GC. Esto puede deberse a que el estudio no tuvo una duración muy prolongada, siendo esta de tan solo de 3 semanas, por lo que probablemente los resultados pudieron ser más favorables para el GE si la duración del estudio hubiese sido mayor.

En los estudios realizados por Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015) solo uno muestra cambios significativos para los valores del balance, medidos con el test TUG, pero en este artículo no se especifica claramente cuánta es la duración del estudio, por lo que no queda especificado si la duración del protocolo influye en los resultados encontrados.

En el estudio realizado por Marwa M. Ibrahim y cols. (2014) no se encontraron cambios significativos para los valores de balance, a pesar de que la calidad

metodológica del estudio es de las más altas vistas en esta revisión. Esto puede deberse a que el test TUG es un test realizado por personas y no por programas computacionales como lo hicieron otros autores, por lo que los resultados pueden variar entre los evaluadores y pueden no ser tan precisos como los mostrados por dichos programas.

El estudio realizado por Shamekh Mojamed El-Shamy (2013) muestra que no hubo diferencias significativas en la comparación entre grupos, pero sí entre los resultados de base y los post-tratamiento. Esto puede deberse a que ambas terapias son efectivas al momento de tratar el balance en los pacientes con PC, pero no necesariamente el tratamiento con WBV implica una mejora significativa en comparación a una terapia física normal, por lo que la utilización de WBV al momento de querer mejorar el balance no sea tan necesaria, ya que la terapia convencional puede generar cambios similares al tratamiento vibratorio.

El estudio realizado por Khaled A. Olama y Nahed S. Thabit (2012) muestra algo parecido a lo anterior, ya que como se explicó anteriormente, se encontraron mejores resultados en la terapia de suspensión mediante el tratamiento con la jaula de araña en comparación al tratamiento con WBV. Esto es interesante, ya que son pocos los estudios que encontraron mejoras para esta variable al momento de utilizar el tratamiento con WBV. Por lo que se

puede decir que la utilización de WBV no es la mejor opción al momento de querer trabajar con el balance, ya que como se dijo anteriormente, se pueden lograr mejoras similares o de mayor eficacia sin el uso de esta terapia.

17.4 Desempeño motor

Solo uno de los estudios que evaluó esta variable encontró resultados significativos y fue el estudio realizado por Marwa M. Ibrahim y cols. (2014), en donde aumentó el desempeño motor para la dimensión (D%) en ambos grupos y hubo un aumento en la dimensión (E%) solo para el GE, lo cual coincide con otros estudios nombrados por el autor. A pesar de que se muestran resultados favorables para esta variable, es solo un estudio el que demuestra la eficacia del tratamiento con WBV, por lo que se sugiere realizar más estudios con respecto al desempeño motor, ya que no se puede dejar en claro la eficacia de este tipo de tratamiento para mejorar dicha variable solo con los datos que se encontraron en esta revisión

17.5 Velocidad de la Marcha

Los seis artículos que analizan esta variable encontraron cambios significativos en la velocidad de la marcha, lo cual coincide con los resultados esperados por los autores, por lo que podemos decir que el tratamiento con WBV tiene una gran eficacia en la mejora de esta variable. Aunque, como se dijo

anteriormente, uno de los estudios realizado por Hsin-Yi Kathy Cheng y cols. (2015) no describe claramente cuánto fue la duración del estudio, así que no se puede estimar en cuánto tiempo de tratamiento se pueden encontrar dichos resultados.

Solo dos de los estudios descritos anteriormente usaron un programa computacional para medir la velocidad de la marcha, los cuales fueron los estudios de Myung-Sook Ko (2016) y Byong-Kwon Lee (2013). Estos estudios deberían de mostrar resultados un tanto más fidedignos, ya que existe un menor margen de error al utilizar dichos programas para cuantificar dicha variable en vez de hacerlo de manera manual, mediante algún test de marcha, lo cual podría generar en cierta forma mayores diferencias en los resultados encontrados por los evaluadores.

18. CONCLUSIÓN

Con respecto a todo lo abarcado en esta revisión sistemática, se puede concluir que la terapia de WBV es efectiva solo para algunas de las variables evaluadas, como lo son la espasticidad y la velocidad de la marcha, ya que todos los autores encontraron cambios significativos para estas. Pero su utilización puede no ser tan necesaria al momento de querer mejorar algún otro déficit que puedan presentar los pacientes con PC, como por el ejemplo la pérdida de balance, ya que se demostró en los estudios analizados que esta puede tener mejoras similares realizando una terapia física convencional o incluso se pueden tener mejores resultados utilizando otro tipo de dispositivo, como lo es la jaula de araña. Teniendo en consideración los resultados encontrados para las variables que no se repitieron dentro de los estudios (Otras variables), podemos decir que existen mejoras significativas para estas, pero se necesitan otros estudios que las analicen para así poder comparar la metodología que se usó en cada uno de estos y poder entregar la información respectiva de la comparación de dichos resultados.

También se debe tener en consideración que el tratamiento con WBV no es de carácter único, ya que en la mayoría de los estudios analizados esta terapia es usada complementariamente a un tratamiento físico convencional, por lo que

los beneficios encontrados en esta se suman a los beneficios que pueda entregar el tratamiento kinesiológico de base.

Además, se puede concluir que no existe un protocolo estandarizado para el uso de este tipo de tratamiento, ya que existen diferencias entre los parámetros utilizados por cada autor, ya sea en la frecuencia, amplitud o en el tiempo de aplicación. Por lo que se sugiere realizar más estudios que abarquen este punto para así poder entregar una mayor información con respecto al tema y que puedan establecer un protocolo estandarizado que pueda aplicarse como base para el tratamiento de esta patología.

Existen pocos artículos que hayan analizado los efectos de la vibración en pacientes con PC y que tengan una alta calidad metodológica, pero a pesar de aquello podemos decir que la terapia con WBV tiene un efecto positivo sobre estos pacientes al momento de tratar la espasticidad, que es uno de los signos clínicos más característicos de esta patología. Aún así se sugiere la realización de más investigaciones a futuro con respecto al tema para aclarar los elementos que este tipo de terapia puede mejorar en los pacientes con PC.

19. REFERENCIAS

1. Argüelles, P. P. (2008). Parálisis cerebral infantil. *Protocolos Diagnóstico Terapéuticos de la AEP: Neurología Pediátrica*.
2. Sá-Caputo, D. C., Costa-Cavalcanti, R., Carvalho-Lima, R. P., Arnóbio, A., Bernardo, R. M., Ronikeile-Costa, P., & Pereira, H. V. (2015). Systematic review of whole body vibration exercises in the treatment of cerebral palsy: Brief report. *Developmental neurorehabilitation*, 1-7.
3. Romero Esquiliano, G., Méndez Ramírez, I., Tello Valdés, A., & Torner Aguilar, C. A. (2004). Daño neurológico secundario a hipoxia isquemia perinatal. *Archivos de neurociencias (México, DF)*, 9(3), 143-150.
4. Weitzman, M. (2005). Terapias de rehabilitación en niños con o en riesgo de parálisis cerebral. *Rev. Ped Elec*, 2(1), 47-51.
5. Volpe JJ. Brain injury in the premature infant: overview of clinical aspects, neuropathology, and pathogenesis. *Semin Pediatr Neurol* 1998; 5: 135-51.
6. Pascual, J. M., & Koenigsberger, M. R. (2003). Parálisis cerebral: factores de riesgo prenatales. *Rev Neurol*, 37(3), 275-80.
7. Yelin, B. (1997). Diagnóstico temprano de la parálisis cerebral. *Rev Neurol*, 25(141), 725-727.
8. Hurtado, I. L. (2007). La parálisis cerebral. Actualización del concepto, diagnóstico y tratamiento. *Pediatría Integral*, 8, 687-698.
9. Valdez, J. M. (2007). Parálisis cerebral. *Medicina (Buenos Aires)*, 67(6/1), 586-592.
10. Bringas-Grande, A., Fernández-Luque, A., García-Alfaro, C., Barrera-Chacon, M., Toledo-Gonzalez, M., & Domínguez Roldan, J. M. (2002).

Parálisis cerebral infantil: estudio de 250 casos. *Rev Neurol*, 35(9), 812-17.

11. Rodríguez Mutuberría, L., Serra Valdés, Y., Pérez Parra, S., & Palmero Camejo, R. (2004). La espasticidad como secuela de la enfermedad cerebrovascular. *Revista Cubana de Medicina*, 43(2-3), 0-0.
12. Beguiristain, J. (2003). Lógica clínica en cirugía ortopédica de la parálisis cerebral.
13. Calderon-Gonzalez, R., & Calderon-Sepulveda, R. F. (2002). Tratamiento de la espasticidad en parálisis cerebral con toxina botulínica. *Rev Neurol*, 34(1), 52-59.
14. Matellano, F. V., Pascual, I. P., Villardaga, J. N., Rodríguez, F. M., de Miguel-León, I., Garre, M. M., & Bach, M. G. (2007). Guía del tratamiento integral de la espasticidad. *Revista de neurología*, 45(6), 365-375.
15. Cans, C. (2000). Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 42(12), 816-824.
16. García, D., & Pamela San Martín, P. (2015). Caracterización sociodemográfica y clínica de la población atendida en el Instituto Teletón de Santiago. *Revista chilena de pediatría*, 86(3), 161-167.
17. Bueno, M. A. G. G. (2002). El concepto Haliwick como base de la hidroterapia infantil. *Fisioterapia*, 24(3), 160-164.
18. Valverde, M. E., & Serrano, M. P. (2003). Terapia de neurodesarrollo: concepto Bobath. *Plasticidad y restauración neurológica. Nuevos horizontes en la restauración neurológica. Vol 2 Nº 2, Julio-Diciembre 2003. Edigraphic. com.*

19. Bäckström, B., & Dahlgren, L. (2000). Vojta Self-training: Experiences of six neurologically impaired people: A qualitative study. *Physiotherapy*, 86(11), 567-574.
20. Cameron, L. C., Machado, M., & Meza, G. (2003). Las miosinas en el movimiento celular I, Estructuras y propiedades cinéticas. *Revista de Educación Bioquímica*, 22(2), 53-59.
21. García-Navarro, M. E., Tacoronte, M., Sarduy, I., Abdo, R., Galvizú, R., Torres, A., & Leal, E. (2000). Influencia de la estimulación temprana en la parálisis cerebral. *Revista de Neurología*, 31, 716-719.
22. JOHNSTON, R.M., BISHOP, B. & COFFEY, G.H. (1970). Mechanical vibration of skeletal muscles. *Physical Therapy* 50, 499-505.
23. Ricardo, C. J. L., Elena, A. S. M., Guadalupe, M. O. M., & Ríos, V. (2013). Elastografía como Método de Evaluación de la Biomecánica Muscular.
24. Angulo Carrere, M., & Dobao Álvarez, C. (2010). Biomecánica clínica. Biomecánica del músculo. *REDUCA (Enfermería, Fisioterapia y Podología)*, 2(3).
25. Cárdenas, F. (2003). Bases neurofisiológicas y principios generales del control motor.
26. López-Rivero, J. L., Ruz, M. C., Serrano, A. L., & Galisteo, A. M. (1993). Efecto del entrenamiento y desentrenamiento sobre el tamaño de los tipos de fibras musculares en diferentes razas de caballos. *Arch. Med. Vet*, 25(2), 127-136.
27. Sánchez, I. A. (2012). Efectos de la carga física anaeróbica sobre el proceso de síntesis de proteínas contráctiles en el músculo esquelético. *Revista Movimiento Científico*, 6(1), 102-113.

28. Luis Franco Vera. (2011). Un motor de alto rendimiento...y comestible: el músculo. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Universidad de Valencia, 105, 13-27.
29. Vega, J. A. (1999). Propioceptores articulares y musculares. Vega, José A. *Propioceptores articulares y musculares. Biomecánica, 1999, vol. VII, núm. 13, p. 79-93.*
30. Haines, D. (2002). Principios de Neurociencia. España: Elsevier science.
31. Montero, F. J. C., & Arce, J. C. L. (2002). Neurofisiología aplicada al deporte. Editorial Tebar.
32. Fort Vanmeerhaeghe, A., & Romero Rodriguez, D. (2013). Rol del sistema sensoriomotor en la estabilidad articular durante las actividades deportivas. *Apunts Medicina de l' Esport (Castellano), 48(178), 69-76.*
33. Eklund, G., & Hagbarth, K. E. (1966). Normal variability of tonic vibration reflexes in man. *Experimental neurology, 16(1), 80-92.*
34. Cochrane, D. J. (2011). The potential neural mechanisms of acute indirect vibration. *J Sports Sci Med, 10(1), 19-30.*
35. Abercromby, A. F., Amonette, W. E., Layne, C. S., McFarlin, B. K., Hinman, M. R., & Paloski, W. H. (2007). Vibration exposure and biodynamic responses during whole-body vibration training. *Medicine and science in sports and exercise, 39(10), 1794.*
36. Rittweger, J. (2010). Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. *European journal of applied physiology, 108(5), 877-904.*
37. Rittweger, J., Ehrig, J., Just, K., Mutschelknauss, M., Kirsch, K. A., & Felsenberg, D. (2002). Oxygen uptake in whole-body vibration exercise:

influence of vibration frequency, amplitude, and external load. *International journal of sports medicine*, 23(06), 428-432.

38. Moseley A., Herbert R., Sherrington C., y Maher C. (2002). Evidence for physiotherapy practice: a survey of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Aust J Physiother.* 48, 43-9.
39. Maher, C., Sherrington, C., Herbert, R., Moseley, A., y Elkins, M. (2003). Reliability of the PEDro scale for rating quality of randomized controlled trials. *Physical Therapy*, 83, 713-721.

20. ANEXOS

Anexo 1: Herramientas de evaluación utilizadas en los estudios

Escala modificada de Ashworth:

La escala de Ashworth es una escala clínica de valoración subjetiva que mide directamente la espasticidad. Gradúa el tono de 0 (sin aumento del tono) hasta 4 (extremidad rígida en flexión o extensión).

Escala de Ashworth Modificada		Adaptación de los Valores para el análisis estadístico de la estudio
0	No hay cambios en la respuesta del músculo en los movimientos de flexión o extensión.	0
1	Ligero aumento en la respuesta del músculo al movimiento (flexión ó extensión) visible con la palpación o relajación, o solo mínima resistencia al final del arco del movimiento.	1
1+	Ligero aumento en la resistencia del músculo al movimiento en flexión o extensión seguido de una mínima resistencia en todo el resto del arco de movimiento (menos de la mitad).	2
2	Notable incremento en la resistencia del músculo durante la mayor parte del arco de movimiento articular, pero la articulación se mueve fácilmente.	3
3	Marcado incremento en la resistencia del músculo; el movimiento pasivo es difícil en la flexión o extensión.	4
4	Las partes afectadas están rígidas en flexión o extensión cuando se mueven pasivamente	5

Agredo, C. A., & Bedoya, J. M. (2005). Validación de la escala ashworth modificada. *Arq Neuropsiquiatr*, 3, 847-51.

Prueba del péndulo (Wartenberg):

Es un test realizado para medir la espasticidad en los pacientes. Se aplica posicionando al paciente en una camilla dejando las piernas fuera de est. El evaluador lleva una de las piernas del paciente hacia la horizontal (lo más recta posible) y la deja caer para registrar el movimiento y oscilación de esta. Las mediciones son realizadas mediante un goniómetro electrónico o mediante un sistema de análisis de movimiento 3D. Posterior a esto se calculan los valores del índice de relajación (R1 y R2) y se comparan con las normas, las cuales muestran que mientras menor sea el puntaje obtenido, más severo es el grado de espasticidad (Chou-Ching Lin, 2003).

Five times sit-to stand test:

Prueba mediante la cual se busca cuantificar balance, control postural, fuerza de extremidad inferior y riesgo de caídas. Esta prueba consiste en que el paciente al cual se aplica el test debe sentarse y pararse 5 veces de una silla lo más rápido posible. La prueba comienza una vez el evaluador le entrega las instrucciones necesarias al paciente y a la indicación del evaluador parte la prueba y junto con ella el conteo del tiempo, durante la prueba los pacientes no pueden tocar el respaldo de la silla que se encuentren ocupando. (Whitney, S. L.,. (2005).

Time up and go (TUG):

Según el *Manual de aplicación del examen de medicina preventiva del adulto mayor* del Minsal La prueba consiste en medir el tiempo requerido para efectuar un recorrido de tres metros.

Utilizar una silla sin brazos.

Los tres metros se miden desde las patas delanteras de la silla, en dirección recta hasta un punto de referencia, marcadas con un cono o botella plástica con agua.

Al inicio la persona debe estar sentada con la espalda bien apoyada contra el respaldo, los brazos al costado y los pies tocando el suelo.

Se solicita a la persona que se pare sin apoyarse y camine como lo hace habitualmente, hasta el cono o botella y vuelva a sentarse.

Se inicia la medición del tiempo cuando la persona despega la espalda de la silla, y se detiene cuando retoma la posición inicial.

Si la persona requiere algún tipo de ayuda para ponerse de pie, se suspende la prueba y se clasifica con alto riesgo de caída.

Normal: <10 seg.

Riesgo leve de caída: 11 a 20 seg.

Alto riesgo de caída > 20 seg.

Escala de balance pediátrico:

Es una adaptación de la escala de equilibrio de Berg, la cual fue desarrollada como una medida de balance para niños en edad escolar un impedimento motor leve o moderado (Teeraporn Tupimai, 2015).

A

PEDIATRIC BALANCE SCALE

Name: _____ Date: _____
Location: _____ Examiner: _____

<u>Item Description</u>	<u>Score</u> 0 - 4	<u>Seconds</u> <i>optional</i>
1. Sitting to standing	_____	
2. Standing to sitting	_____	
3. Transfers	_____	
4. Standing unsupported	_____	_____
5. Sitting unsupported	_____	_____
6. Standing with eyes closed	_____	_____
7. Standing with feet together	_____	_____
8. Standing with one foot in front	_____	_____
9. Standing on one foot	_____	_____
10. Turning 360 degrees	_____	_____
11. Turning to look behind	_____	
12. Retrieving object from floor	_____	
13. Placing alternate foot on stool	_____	_____
14. Reaching forward with outstretched arm	_____	
Total Test Score	_____	

General Instructions

1. Demonstrate each task and give instructions as written. A child may receive a practice trial on each item. If the child is unable to complete the task based on their ability to understand the directions, a second practice trial may be given. Verbal and visual directions may be clarified through the use of physical prompts.

2. Each item should be scored utilizing the 0 to 4 scale. Multiple trials are allowed on many of the items. The child's performance should be scored based upon the lowest criteria, which describes the child's best performance. If on the first trial a child receives the maximal score of 4, additional trials need not be administered. Several items require the child to maintain a given position for a specific time. Progressively, more points are deducted if the time or distance requirements are not met; if the subject's performance warrants supervision; or if the subject touches an external support or receives assistance from the examiner. Subjects should understand that they must maintain their balance while attempting the tasks. The choice, of which leg stand on or how far to reach, is left to the subject. Poor judgement will adversely influence the performance and the scoring. In addition to scoring items 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, and 13, the examiner may choose to record the exact time in seconds.

Franjoine, M. R., Gunther, J. S., & Taylor, M. J. (2003). Pediatric balance scale: a modified version of the berg balance scale for the school-age child with mild to moderate motor impairment. *Pediatric Physical Therapy, 15*(2), 114-128.

Test de marcha de 6 minutos

Test estandarizado que permite medir la velocidad de marcha y distancia recorrida en un tiempo determinado. Para llevar a cabo esta prueba son necesarios algunos implementos, dentro de ellos conos deportivos, cinta métrica, cronómetro, silla, oxímetro de pulso, esfigmomanómetro, monitor de frecuencia cardiaca, teléfono en caso de emergencia y lo más importante una superficie plana de 30 metros. El paciente debe recorrer la distancia que existe entre ambos

conos, llegando al cono el paciente deberá rodear este y seguir caminando hasta el otro cono, así sucesivamente hasta completar el tiempo.

Las indicaciones al paciente deben ser claras, este debe recorrer la mayor distancia posible en los 6 minutos de dura la prueba, es importante que el paciente no llegue a correr y debe saber que en caso de sentir disnea y/o fatiga este puede disminuir el ritmo y solo en caso de que sea necesario el paciente se puede detener.

Una vez iniciada la prueba “estímule al paciente con las palabras que se señalan a continuación, informando el tiempo restante minuto a minuto: después del 1er minuto, dígame, “Lo está haciendo bien, le quedan 5 minutos”; faltando 4 minutos, dígame “Siga, lo está haciendo muy bien, le quedan 4 minutos”, Cuando queden 3 minutos, dígame, “Lo está haciendo muy bien, ya completó la mitad del tiempo”. Cuando le queden 2 minutos, dígame, “Siga caminando, le quedan tan sólo 2 minutos.” Cuando le falte 1 minuto, dígame, “Lo está haciendo muy bien, le queda sólo un minuto.” No lo presione ni lo apure, use sólo las palabras señaladas para estimularlo. Avísele al paciente que en 15 segundos más finalizará la prueba y en ese momento deberá detenerse y quedarse en el lugar.” (*Programa de actividad física para la prevención y control de los factores de riesgo cardiovascular*, Guía Minsal 2004)

Una vez detenida la prueba el paciente se debe quedar en su lugar sentado, mientras los evaluadores proceden a medir sus signos vitales medidos antes de realizar la prueba. Además se deben contabilizar el total de metros recorridos para luego clasificarlos según la prueba.

Nivel A, malo: < 350 metros

Nivel B, regular: 350-450 metros

Nivel C, bueno: 450-650 metros

Nivel D, muy bueno: >650 metros

Anexo 2: Escala PEDro

Escala PEDro-Español

1. Los criterios de elección fueron especificados	no <input type="checkbox"/>	si <input type="checkbox"/>	donde:
2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos)	no <input type="checkbox"/>	si <input type="checkbox"/>	donde:
3. La asignación fue oculta	no <input type="checkbox"/>	si <input type="checkbox"/>	donde:
4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes	no <input type="checkbox"/>	si <input type="checkbox"/>	donde:
5. Todos los sujetos fueron cegados	no <input type="checkbox"/>	si <input type="checkbox"/>	donde:
6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados	no <input type="checkbox"/>	si <input type="checkbox"/>	donde:
7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados	no <input type="checkbox"/>	si <input type="checkbox"/>	donde:
8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos	no <input type="checkbox"/>	si <input type="checkbox"/>	donde:
9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por "intención de tratar"	no <input type="checkbox"/>	si <input type="checkbox"/>	donde:
10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/>	si <input type="checkbox"/>	donde:
11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un resultado clave	no <input type="checkbox"/>	si <input type="checkbox"/>	donde:

Notas sobre la administración de la escala:

1. Los criterios de elección fueron especificados: Este criterio se cumple si el artículo describe la fuente de obtención de los sujetos y un listado de los criterios que tienen que cumplir para que puedan ser incluidos en el estudio.

2. Los sujetos fueron asignados al azar a los grupos (en un estudio cruzado, los sujetos fueron distribuidos aleatoriamente a medida que recibían los tratamientos): Se considera que un estudio ha usado una designación al azar si el artículo aporta que la asignación fue aleatoria. El método preciso de aleatorización no precisa ser especificado. Procedimientos tales como lanzar monedas y tirar los dados debería ser considerado aleatorios. Procedimientos de asignación cuasi-aleatorios, tales como la asignación por el número de registro del hospital o la fecha de nacimiento, o la alternancia, no cumplen este criterio.

3. La asignación fue oculta: La asignación oculta (enmascaramiento) significa que la persona que determina si un sujeto es susceptible de ser incluido en un estudio, desconocía a que grupo

iba a ser asignado cuando se tomó esta decisión. Se puntúa este criterio incluso si no se aporta que la asignación fue oculta, cuando el artículo aporta que la asignación fue por sobres opacos sellados o que la distribución fue realizada por el encargado de organizar la distribución, quien estaba fuera o aislado del resto del equipo de investigadores.

4. Los grupos fueron similares al inicio en relación a los indicadores de pronóstico más importantes: Como mínimo, en estudios de intervenciones terapéuticas, el artículo debe describir al menos una medida de la severidad de la condición tratada y al menos una medida (diferente) del resultado clave al inicio. El evaluador debe asegurarse de que los resultados de los grupos no difieran en la línea base, en una cantidad clínicamente significativa. El criterio se cumple incluso si solo se presentan los datos iniciales de los sujetos que finalizaron el estudio.

5. Todos los sujetos fueron cegados: Cegado significa que la persona en cuestión (sujeto, terapeuta o evaluador) no conocía a que grupo había sido asignado el sujeto. Además, los sujetos o terapeutas solo se consideran “cegados” si se puede considerar que no han distinguido entre los tratamientos aplicados a diferentes grupos. En los estudios en los que los resultados clave sean auto administrados (ej. escala visual analógica, diario del dolor), el evaluador es considerado cegado si el sujeto fue cegado.

6. Todos los terapeutas que administraron la terapia fueron cegados: Se consideran “cegados” si se puede considerar que no han distinguido entre los tratamientos aplicados a diferentes grupos.

7. Todos los evaluadores que midieron al menos un resultado clave fueron cegados: los sujetos o terapeutas solo se consideran “cegados” si se puede considerar que no han distinguido entre los tratamientos aplicados a diferentes grupos. En los estudios en los que los resultados clave sean auto administrados (ej. escala visual analógica, diario del dolor), el evaluador es considerado cegado si el sujeto fue cegado.

8. Las medidas de al menos uno de los resultados clave fueron obtenidas de más del 85% de los sujetos inicialmente asignados a los grupos: Este criterio solo se cumple si el artículo aporta explícitamente tanto el número de sujetos inicialmente asignados a los grupos como el número de sujetos de los que se obtuvieron las medidas de resultado clave. En los estudios en los que los resultados se han medido en diferentes momentos en el tiempo, un resultado clave debe haber sido medido en más del 85% de los sujetos en alguno de estos momentos.

9. Se presentaron resultados de todos los sujetos que recibieron tratamiento o fueron asignados al grupo control, o cuando esto no pudo ser, los datos para al menos un resultado clave fueron analizados por “intención de tratar”: El análisis por intención de tratar significa que, donde los sujetos no recibieron tratamiento (o la condición de control) según fueron asignados, y donde las medidas de los resultados estuvieron disponibles, el análisis se realizó como si los sujetos recibieran el tratamiento (o la condición de control) al que fueron asignados. Este criterio se cumple, incluso si no hay mención de análisis por intención de tratar, si el informe establece explícitamente que todos los sujetos recibieron el tratamiento o la condición de control según fueron asignados.

10. Los resultados de comparaciones estadísticas entre grupos fueron informados para

al menos un resultado clave: Una comparación estadística entre grupos implica la comparación estadística de un grupo con otro. Dependiendo del diseño del estudio, puede implicar la comparación de dos o más tratamientos, o la comparación de un tratamiento con una condición de control. El análisis puede ser una comparación simple de los resultados medidos después del tratamiento administrado, o una comparación del cambio experimentado por un grupo con el cambio del otro grupo (cuando se ha utilizado un análisis factorial de la varianza para analizar los datos, estos últimos son a menudo aportados como una interacción grupo x tiempo). La comparación puede realizarse mediante un contraste de hipótesis (que proporciona un valor “p”, que describe la probabilidad con la que los grupos difieran sólo por el azar) o como una estimación de un tamaño del efecto (por ejemplo, la diferencia en la media o mediana, o una diferencia en las proporciones, o en el número necesario para tratar, o un riesgo relativo o hazard ratio) y su intervalo de confianza.

11. El estudio proporciona medidas puntuales y de variabilidad para al menos un

resultado clave: Una estimación puntual es una medida del tamaño del efecto del tratamiento. El efecto del tratamiento debe ser descrito como la diferencia en los resultados de los grupos, o como el resultado en (cada uno) de todos los grupos. Las medidas de la variabilidad incluyen desviaciones estándar, errores estándar, intervalos de confianza, rango intercuartílicos (u otros rangos de cuantiles), y rangos. Las estimaciones puntuales y/o las medidas de variabilidad deben ser proporcionadas gráficamente (por ejemplo, se pueden presentar desviaciones estándar como barras de error en una figura) siempre que sea necesario para aclarar lo que se está mostrando (por ejemplo, mientras quede claro si las barras de error representan las desviaciones estándar o el error estándar). Cuando los resultados son categóricos, este criterio se cumple si se presenta el número de sujetos en cada categoría para cada grupo.

Anexo 3: Ficha bibliográfica de revisión sistemática.

Ficha N°		
Texto	Resumen	Texto completo
Identificación del Artículo		
Título		
Autores		
Revista		
Año		
País		
Idioma		
DOI		
Palabras clave		
Base de datos de la cual se obtuvo		
Análisis Metodológico		
Tipo de estudio de investigación		
Objetivo general		
País-Lugar de realización del estudio		
Población		
Criterios de Inclusión		
Criterios de Exclusión		
Tamaño de muestra		
Estudio cruzado o paralelo		
Asignación de los grupos		
Ciego		
Variables		
Método de recolección de datos		
Análisis por intención de tratar		
Puntaje PEDro		
Resultados del estudio		
Resultados principales		
Conclusión		
Comentarios		