

# Realidade virtual no equilíbrio de pacientes com paralisia cerebral: meta-análise

*Virtual reality on balance of patients with cerebral palsy: meta-analysis*

*Realidad virtual en el balance de pacientes con parálisis cerebral: metanálisis*

Amanda Eloísa Silva Sales<sup>1</sup>, Josielen Moreira de Souza<sup>1</sup>, Patrick Roberto Avelino<sup>2</sup>, Kênia Kiefer Parreiras de Menezes<sup>3</sup>

1.Fisioterapeuta. Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira. Itabira-MG, Brasil.

2.Doutorado em Ciências da Reabilitação. Universidade Federal de Minas Gerais. Professor. Faculdade de Santa Luzia. Santa Luzia-MG, Brasil.

3.Pós-Doutorado em Ciências da Reabilitação. Universidade Federal de Minas Gerais. Professora Titular. Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira. Itabira-MG, Brasil.

## Resumo

**Introdução.** Em crianças com paralisia cerebral (PC), o déficit de equilíbrio aumenta o risco de quedas, afetando o desempenho das atividades da vida diária, mobilidade e participação. Assim, uma proposta de intervenção, a realidade virtual (RV) utiliza exercícios repetitivos e atrativos, com tarefas que visam ganho de equilíbrio, dentre outras funções, que irão possibilitar uma melhor performance. **Objetivo.** Realizar uma revisão sistemática com meta-análise, investigando os efeitos da RV no equilíbrio de indivíduos diagnosticados com PC. **Método.** Foram realizadas buscas nas bases Medline, Lilacs, SciELO e PEDro, selecionando ensaios clínicos que abordassem a RV como intervenção fisioterapêutica no equilíbrio de pacientes com PC. A qualidade metodológica dos estudos foi avaliada pela escala PEDro. Para a meta-análise, foi utilizado o programa *Comprehensive Meta-Analysis*, Versão 3.0. **Resultados.** Nove estudos foram incluídos na presente revisão. De forma geral, o treino de RV mostrou-se eficaz na melhora do equilíbrio de indivíduos com PC (SMD 0,84; IC95% 0,35 a 1,33; I<sup>2</sup>=7%; p<0.01). Além disso, na análise de subgrupos em relação ao tipo de grupo controle, o treino de RV se mostrou superior tanto quando comparado à nenhuma intervenção, quanto quando comparado a outras intervenções (SMD 0,74; IC95% 0,13 a 1,36; p<0,05; SMD 1,01; IC95% 0,19 a 1,84; p<0,05, respectivamente). **Conclusão:** O treino de RV é superior para melhorar o equilíbrio de indivíduos com PC, tanto quando comparado a nenhuma intervenção, como quando comparado a outro tipo de intervenção e deve, dessa forma, ser considerado durante a reabilitação dessa população.

**Unitermos.** Realidade Virtual; Paralisia Cerebral; Equilíbrio Postural; Revisão Sistemática

## Abstract

**Introduction.** In children with cerebral palsy (CP), the balance deficit increases the risk of falls, affecting the performance of activities of daily living, mobility, and participation. Thus, an intervention proposal, virtual reality (VR) uses repetitive and attractive exercises, with tasks that aim to gain balance, among other functions, which will enable better performance. **Objective.** To conduct a systematic review with meta-analysis, investigating the effects of Virtual Reality (VR) on balance of individuals diagnosed with Cerebral Palsy (CP). **Method.** Were performed searches on Medline, Lilacs, SciELO and PEDro databases, selecting clinical trials which applied VR as a physical therapy intervention in the balance of CP patients, were selected. The methodological quality of the studies was assessed by the PEDro scale. For meta-analysis, the *Comprehensive Meta-Analysis*, Version 3.0 program was used. **Results.** Nine studies were included in the present review. Overall, VR training proved to be effective in improving balance in PC individuals (SMD 0.84; 95% CI 0.35 to 1.33; I<sup>2</sup>=7%; p<0.01). Furthermore, the subgroup analysis, related to the type of control group, VR training was superior in improving balance when compared to no intervention, as compared to other interventions (SMD 0.74; 95% CI 0.13 to 1.36; p<0.05; SMD 1.01; 95% CI 0.19 to 1.84; p<0.05, respectively). **Conclusion.** VR training is effective to improve balance of individuals

with CP, with superior effects when compared to no intervention and when compared to another type of intervention and, thus, should be considered during the rehabilitation of individuals with CP.

**Keywords.** Virtual Reality; Cerebral Palsy; Postural Balance; Systematic Review

---

## RESUMEN

**Introducción.** En niños con parálisis cerebral (PC), el déficit de equilibrio aumenta el riesgo de caídas, afectando el desempeño de las actividades de la vida diaria, la movilidad y la participación. Así, como propuesta de intervención, la realidad virtual (VR) utiliza ejercicios repetitivos y atractivos, con tareas que apuntan a lograr el equilibrio, entre otras funciones, que permitirán un mejor desempeño. **Objetivo.** Realizar una revisión sistemática con metaanálisis, investigando los efectos de la realidad virtual (RV) en el equilibrio de individuos diagnosticados de parálisis cerebral (PC). **Método.** Se realizaron búsquedas en las bases de datos Medline, Lilacs, SciELO y PEDro, seleccionando ensayos clínicos que abordaron la RV como intervención fisioterapéutica en el equilibrio de pacientes con PC. La calidad metodológica de los estudios se evaluó mediante la escala PEDro. Para el metanálisis se utilizó el programa Comprehensive Meta-Analysis, versión 3.0. **Resultados.** Se incluyeron nueve estudios en esta revisión. En general, el entrenamiento con RV demostró ser eficaz para mejorar el equilibrio de los individuos con PC (DME 0,84; IC del 95%: 0,35 a 1,33; I<sup>2</sup>=7%; p<0,01). Además, en el análisis de subgrupos en relación con el tipo de grupo de control, el entrenamiento con RV fue superior tanto en comparación con ninguna intervención como en comparación con otras intervenciones (DME 0,74; IC del 95%: 0,13 a 1,36; p<0,05; DME 1,01; IC del 95%: 0,19 a 1,84; p<0,05, respectivamente). **Conclusión.** El entrenamiento con RV es superior para mejorar el equilibrio de los individuos con PC, tanto cuando se compara con la no intervención como con otro tipo de intervención y, por tanto, debe ser considerado durante la rehabilitación de esta población.

**Palabras clave:** Realidad virtual; Parálisis cerebral; Equilibrio postural; Revisión sistemática

---

Trabalho realizado na Fundação Comunitária de Ensino Superior de Itabira. Itabira-MG, Brasil.

Conflito de interesse: não

Recebido em: 27/09/2021

Aceito em: 28/07/2022

**Endereço para correspondência:** Kênia Kiefer Parreiras de Menezes. Av. Pres. Antônio Carlos 6627. Pampulha. Belo Horizonte-MG, Brasil. CEP 31270-901. Fone: (31) 3309-7403. Email: [keniakiefer@yahoo.com.br](mailto:keniakiefer@yahoo.com.br)

---

## INTRODUÇÃO

A paralisia cerebral (PC) é caracterizada por um grupo de déficits permanentes do desenvolvimento da postura e movimento do indivíduo, atribuídos a distúrbios não progressivos no desenvolvimento fetal ou infantil<sup>1</sup>. No Brasil, estima-se que a PC acometa sete a cada 1000 nascidos vivos<sup>2</sup>. O quadro clínico dessa síndrome é determinado por alterações na cognição, na comunicação, na percepção, no comportamento, nas funções sensoriais e no tônus muscular<sup>3</sup>. Em relação aos comprometimentos neuromusculares em crianças com PC, observa-se uma

postura anormal e perda de controle motor seletivo, levando a um pobre controle do tronco e do equilíbrio, o que contribui para limitações significativas em suas atividades de vida diária<sup>4,5</sup>.

Equilíbrio é a capacidade que o indivíduo tem de se manter em ortostatismo em sua base de suporte, a fim de manter o controle sobre seus movimentos, postura e realização de atividades com os membros superiores<sup>6</sup>. O equilíbrio em crianças com PC é prejudicado pelo mau controle postural, que é consequência de vários déficits neuromusculares, como perda do controle motor seletivo, alterações no tônus muscular, desequilíbrio entre os músculos agonistas e antagonistas, coordenação comprometida, anormalidades sensoriais e fraqueza muscular<sup>7,8</sup>. Estudos prévios, que corroboram tais afirmações, indicam que, de fato, crianças com PC têm reações de equilíbrio estático e dinâmico mais lentas, quando comparadas a crianças com desenvolvimento típico<sup>9</sup>. Este quadro aumenta o risco de quedas, afetando ainda mais as crianças com PC no desempenho das atividades da vida diária, mobilidade e participação<sup>10</sup>.

A fisioterapia é uma das principais aliadas na reabilitação de crianças com PC<sup>11</sup>. Ela atua objetivando maior independência funcional e estimulando os sistemas sensoriais, motor e cognitivo, sendo que intervenções precoces determinam maior sucesso nesse processo<sup>12</sup>. O treino de equilíbrio deve envolver superfícies instáveis, mudanças de velocidade e aferências periféricas, gerando

um aumento do recrutamento muscular e criação de novas estratégias motoras<sup>13</sup>. Dentre os inúmeros recursos que podem ser utilizados para treino de equilíbrio em crianças com PC, podemos citar o treino com realidade virtual (RV). Este método baseia-se na simulação de um ambiente real, fazendo com que o seu utilizador participe da cena apresentada, de forma realista e interativa<sup>14,15</sup>. O paciente é representado no jogo através do seu avatar, que capta movimentos de todo o seu corpo, como cabeça, tronco e membros, identificando alterações na velocidade, direção e aceleração<sup>15</sup>. Além disso, a RV exhibe seus movimentos em tempo real, possibilitando um *feedback* preciso e o aperfeiçoamento na realização das atividades<sup>15</sup>. No PC, o objetivo da RV é usar exercícios repetitivos e atrativos, com tarefas que visam ganho de força, flexibilidade, coordenação, amplitude de movimento e, conseqüentemente, controle de tronco e equilíbrio, que irão possibilitar um melhor desempenho na execução de suas atividades diárias<sup>15</sup>.

Ensaio clínico prévio têm investigado os efeitos da RV no equilíbrio de pacientes com PC. Cho *et al* (2016)<sup>16</sup> investigaram os efeitos de oito semanas de treinamento de marcha baseado na RV, comparado ao treino sem RV, em 18 crianças com PC, reportando melhora significativa do equilíbrio no grupo experimental. Um segundo ensaio clínico aleatorizado envolvendo 32 crianças com PC, investigou os efeitos de seis semanas de treino com RV comparado à fisioterapia convencional, e também encontrou melhora

significante no equilíbrio para o grupo experimental<sup>17</sup>. Por fim, outros estudos semelhantes podem ser encontrados, reportando resultados positivos em relação à esta intervenção, no equilíbrio nesta população<sup>18,19</sup>.

Assim, como observado, o treino de RV tem apresentado resultados promissores na literatura de ensaios clínicos aleatorizados. No entanto, as revisões sistemáticas são consideradas padrão-ouro para confirmar ou refutar a eficácia de determinada intervenção<sup>20</sup>. Sempre que possível, pesquisadores devem sumarizar a evidência proveniente de ensaios clínicos, a fim de fornecer respostas confiáveis a pesquisadores, clínicos e pacientes<sup>20</sup>. Embora três revisões sistemáticas tenham sido encontradas na literatura reportando efeitos positivos da RV na PC<sup>21-23</sup>, nenhuma delas investigou especificamente os efeitos desta intervenção no equilíbrio, com inclusão de uma meta-análise.

Desta forma, baseado na necessidade de se investigar os efeitos desta intervenção especificamente no equilíbrio desta população, uma lacuna ainda presente na literatura atual, o objetivo do presente estudo foi investigar, através de uma revisão sistemática com meta-análise, os efeitos da RV no equilíbrio de indivíduos com PC.

## **MÉTODOS**

### **Busca, identificação e seleção dos estudos**

O presente estudo trata-se de uma revisão sistemática da literatura, com meta-análise, sobre os efeitos do treino de RV no equilíbrio de indivíduos com PC. A busca sistemática

e o levantamento dos artigos foram realizados no período de junho a agosto de 2019, nas bases de dados eletrônicas Medline, Lilacs (Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde), SciELO (*Scientific Electronic Library Online*) e PEDro (*Physiotherapy Evidence Database*). Os principais descritores utilizados nas estratégias de buscas específicas foram: realidade virtual, vídeo game, paralisia cerebral e equilíbrio, bem como seus respectivos termos em inglês. A busca por títulos, resumos e estudos relevantes foi realizada de forma independente e manual por dois avaliadores independentes (JMS e AESS). Indecisões e discordâncias foram resolvidas por um terceiro avaliador (KKPM). As listas de referências de todos os artigos incluídos também foram analisadas como forma de busca por outros estudos importantes (busca manual). Para estudos indisponíveis gratuitamente, uma cópia foi solicitada aos autores via e-mail.

### **Crítérios de Inclusão e Exclusão**

Para a composição desse trabalho, foram selecionados apenas ensaios clínicos controlados, publicados até agosto de 2019, e que abordassem a RV como uma intervenção fisioterapêutica em pacientes diagnosticados com PC. A medida de desfecho de interesse foi o equilíbrio, podendo ser avaliado através de testes específicos (como oscilação do centro de gravidade, por exemplo), ou através de questionários. Estudos incompletos, estudos de viabilidade, estudos piloto, estudos que incluíssem outras patologias

além da PC, e estudos que incluíssem outra intervenção no grupo experimental além da RV foram excluídos.

### **Qualidade Metodológica**

Para a verificação da qualidade metodológica dos estudos selecionados para esta revisão, utilizou-se a escala PEDro, descrita no site [www.pedro.org.au](http://www.pedro.org.au). Esta escala é composta por 11 itens que classificam e identificam quais os ensaios clínicos aleatorizados têm validade interna e contêm informações suficientes para a interpretação de seus resultados. A pontuação é decidida pelo somatório dos pontos dos itens da escala que tenham sido cumpridos pelo estudo em questão, exceto o item um<sup>24</sup>. Para avaliação do risco de viés, foi utilizada a *Cochrane Risk of Bias*, ferramenta composta por sete domínios que, de acordo com o julgamento dos revisores, o estudo/desfecho é classificado como apresentando risco de viés alto, baixo ou incerto.

### **Análise de Dados**

Informações sobre os estudos, como desenho do estudo, participantes, intervenção, comparação, instrumentos para avaliação do equilíbrio e resultados foram extraídos por dois avaliadores (JMS e AESS) e verificadas por um terceiro (KKPM). Para a meta-análise, foi utilizado o programa *Comprehensive Meta-Analysis*, Versão 3.0. Foram utilizadas medidas de pós-intervenção (média e desvio padrão), devido à disponibilidade de somente estes valores na maioria dos estudos, utilizando preferencialmente o *fixed*

*effects model*. No caso de heterogeneidade estatisticamente significativa ( $I^2 > 40\%$ ), o tamanho de efeito foi analisado utilizando o *random effects model*. Os dados agrupados para todos os resultados foram relatados como diferença média padronizada (SMD), juntamente com seus respectivos intervalos de confiança de 95% (IC95%). Um SMD de 0,10 foi considerado pequeno, de 0,30 foi considerado médio, e de 0,50 foi considerado grande<sup>25</sup>. O valor crítico para rejeitar H0 foi fixado a um nível de significância de 5% (*2-tailed*). Análise de subgrupos também foi realizada, a fim de investigar possíveis diferenças nos efeitos da RV no equilíbrio de indivíduos com PC, quando comparada a nenhuma intervenção ou quando comparada a outro tipo de intervenção. Quando informações necessárias não foram encontradas na versão publicada dos estudos, detalhes adicionais foram solicitados ao autor de correspondência por e-mail. Quando os dados não estavam disponíveis para serem incluídos na meta-análise, a diferença entre os grupos de comparação foi apenas apresentada, como para todos os demais estudos, de acordo com os resultados reportados pelos autores.

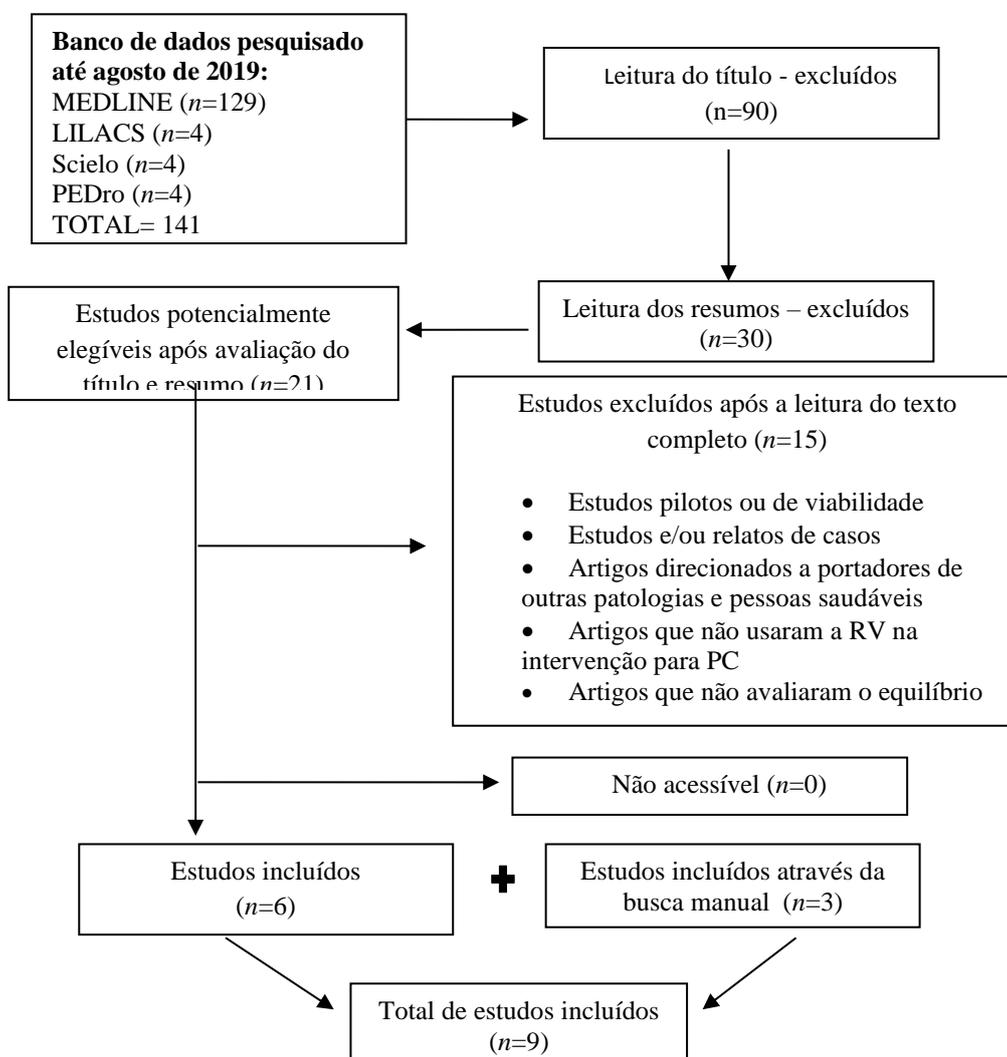
## **RESULTADOS**

### **Descrição dos estudos**

A busca eletrônica resultou em 141 artigos. Desses, 90 artigos foram excluídos após a leitura dos títulos e 30 após a leitura dos resumos, totalizando 21 artigos selecionados para a leitura completa do texto. Feito isso, somente seis

artigos permaneceram, seguindo os critérios de inclusão estabelecidos anteriormente. A busca manual retornou outros três estudos completos, que foram incluídos. Assim, um total de nove artigos foram incluídos e descritos na presente revisão<sup>16-19,26-30</sup>. O fluxograma de inclusão dos artigos encontra-se na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma de seleção dos estudos.



A qualidade metodológica média dos nove estudos incluídos na presente revisão, avaliados de acordo com os critérios propostos pela escala PEDro (0-10), foi de 5 pontos (DP 1,5), variando de 3 a 7 (Tabela 1). O risco de viés de cada estudo foi apresentado na Figura 2. Todos os estudos foram realizados com crianças ou adolescentes portadores de PC, de ambos os sexos, com amostras de 11 a 40 participantes, diagnosticados com hemiparesia, hemiplegia, diplegia, triplegia ou quadriplegia, discinética ou espástica. A idade média dos participantes variou de 7,4 a 12,4 anos, sendo que um estudo não reportou a idade média da amostra<sup>26</sup>. Dentre os nove estudos incluídos, a maioria (seis estudos) utilizou o Nintendo Wii para o treino de RV<sup>16-19,26,30</sup>, um estudo utilizou o *Eloton SimCycle Virtual Cycling System*<sup>27</sup>, um estudo utilizou uma plataforma em frente a um monitor, simulando tarefas variadas, desenvolvido pelos autores do estudo<sup>28</sup>, e um estudo utilizou o *Interactive Rehabilitation Exercise System*<sup>29</sup>. Em relação ao grupo controle, cinco estudos compararam o treino de realidade virtual com nenhuma intervenção<sup>18,26,27,29,30</sup>, enquanto quatro compararam o treino de realidade virtual com outro tipo de intervenção<sup>16,17,19,28</sup>. O tempo de intervenção aplicado nos protocolos dos estudos foi de 20 a 60 minutos, de duas a sete vezes por semana, de cinco dias a 12 semanas. As medidas de desfecho utilizadas para investigar o equilíbrio foram: *Movement Assessment Battery for Children-2* (mABC-2), subitem para avaliação do equilíbrio, *Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency* (BOTMP) - subitem para

avaliação do equilíbrio, *Pediatric Balance Scale* (PBS), oscilação do centro de massa, *Berg Balance Scale* (BBS), *Fullerton Advanced Balance Scale* (FAB), número de passos e *Anchoring Index* (AI) durante movimentação de plataforma e *Nintendo Wii-Fit Balance and Game Scores*. A descrição detalhada de todos os estudos incluídos na presente revisão encontra-se na Tabela 2.

Tabela 1. Detalhamento dos estudos na escala PEDro ( $n=9$ ).

<b>Crítérios</b>	<b>AlSaif 2015<sup>26</sup></b>	<b>Chen 2012<sup>27</sup></b>	<b>Cho 2016<sup>16</sup></b>	<b>Gatica-Rojas 2017<sup>17</sup></b>	<b>Hsieh 2018<sup>28</sup></b>	<b>Mills 2019<sup>29</sup></b>	<b>Sajan 2017<sup>18</sup></b>	<b>Tarakci 2016<sup>19</sup></b>	<b>Uysal 2016<sup>30</sup></b>
Aleatorização	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Cegamento da distribuição dos participantes	N	N	N	N	N	N	S	N	N
Similaridade inicial entre os grupos	S	S	S	S	S	N	S	S	S
Cegamento dos participantes	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Cegamento dos terapeutas	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Cegamento dos avaliadores	N	N	S	N	S	N	S	N	S
Medidas de um desfecho primário	N	S	S	S	S	S	S	N	N
"Intenção de tratar"	N	N	N	N	S	N	N	N	N
Comparação inter-grupos do desfecho primário	N	S	S	S	S	S	S	S	S
Medidas de precisão e variabilidade para pelo menos um desfecho	S	S	S	S	S	S	S	S	S
<b>Total</b>	<b>3/10</b>	<b>5/10</b>	<b>6/10</b>	<b>5/10</b>	<b>7/10</b>	<b>3/10</b>	<b>7/10</b>	<b>4/10</b>	<b>5/10</b>

S= sim; N= não.

## **Efeito da RV no equilíbrio de indivíduos com PC**

Em relação à meta-análise, foram incluídos sete estudos que avaliaram os efeitos da RV no equilíbrio de indivíduos com PC. Além disso, um estudo avaliou o equilíbrio através de dois instrumentos diferentes, resultando em um total de oito comparações.

Figura 2. Avaliação do risco de viés (n=9).

	Random sequence generation (selection bias)	Allocation concealment (selection bias)	Blinding of participants and personnel (performance bias)	Blinding of outcome assessment (detection bias)	Incomplete outcome data (attrition bias)	Selective reporting (reporting bias)	Other bias
AlSaif & Alsenani (2015)	+	-	-	-	-	+	+
Chen et al. (2012)	+	-	-	-	-	+	+
Cho et al. (2016)	+	-	-	+		+	+
Gatica-Rojas et al. (2017)	+	-	-	-	-	+	+
Hsieh (2018)	+	-	-	+	+	+	+
Mills, Levac & Sveistrup (2018)	-	-	-	-	-		+
Sajan et al. (2016)	+	+	-	+		+	+
Tarakci et al. (2016)	+	-	-	-		+	+
Uysal & Baltaci (2016)	+	-	-	+		+	+

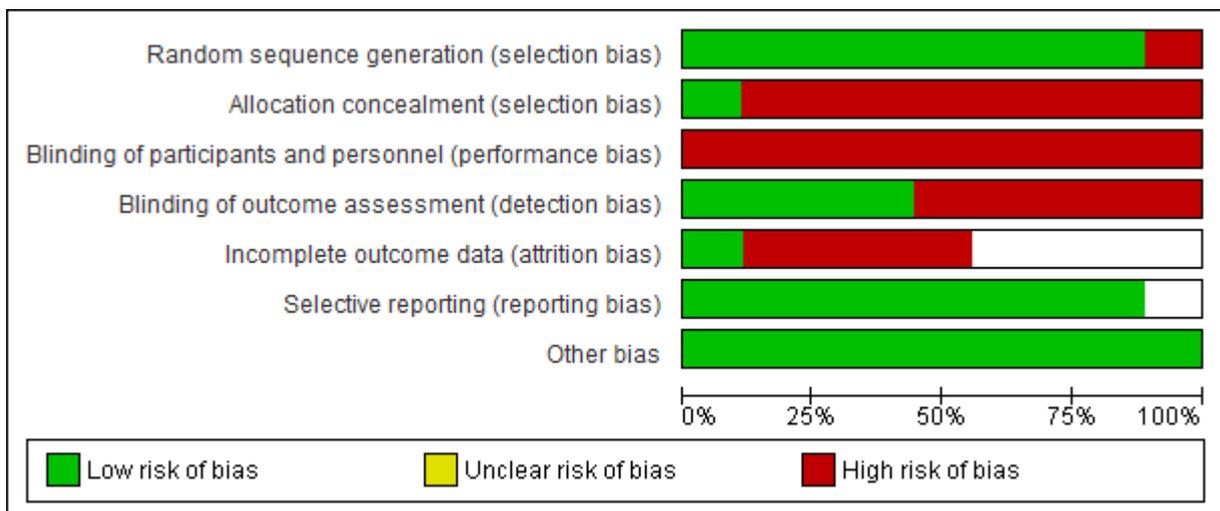


Tabela 2. Características dos estudos incluídos ( $n=9$ ).

Estudo	Participantes	Objetivo	Intervenção	Teste Para Avaliação Do Equilíbrio	Resultados
AlSaif 2015 <sup>26</sup>	40 crianças com PC Idade= 6-10 anos* Grupo intervenção (n=20) Grupo controle (n=20) Diplegia espástica	Investigar os efeitos do treinamento com Nintendo Wii Fit no desempenho motor de crianças com PC espástica.	<b>Grupo intervenção:</b> Prática de jogos no Nintendo Wii Fit (aproximadamente 20 jogos), em casa, durante, pelo menos, 20 minutos por dia, durante 12 semanas. <b>Grupo controle:</b> Nenhuma intervenção.	<i>Movement Assessment Battery for Children-2</i> (mABC-2), subitem para avaliação do equilíbrio	Houve melhora significativa do equilíbrio no grupo experimental, quando comparado ao grupo controle.
Chen 2012 <sup>27</sup>	30 crianças com PC Idade= 8,6±2,2 anos Grupo tratamento (n=15) Grupo controle (n=15) Espástica	Avaliar os efeitos de um programa domiciliar de treinamento ciclismo virtual em crianças com PC espástica.	<b>Grupo intervenção:</b> Sessão Treinamento de ciclismo virtual, em casa, com o <i>Eloton SimCycle Virtual Cycling System</i> , 40 minutos/dia, 3 vezes/semana durante 12 semanas. <b>Grupo controle:</b> Orientação de continuar com atividades físicas gerais, em casa, sob supervisão dos pais.	<i>Bruininks-Oseretsky Test of Motor Proficiency</i> (BOTMP) - subitem para avaliação do equilíbrio	Houve melhora no grupo experimental, porém não houve diferenças significantes entre os grupos.
Cho 2016 <sup>16</sup>	18 crianças com PC Idade= 9,8±3,6 anos Grupo intervenção (n=9) Grupo controle (n=9) Espástica	Investigar os efeitos do treinamento em esteira com e sem RV em crianças com PC.	<b>Grupo intervenção:</b> Treinamento de marcha em esteira com Nintendo Wii, 30 minutos/dia, 3 vezes/semana, durante 8 semanas + fisioterapia convencional, 30 minutos/dia, 3 vezes/semana, durante 8 semanas. <b>Grupo controle:</b> Treinamento de marcha sem RV, 30 minutos/dia, 3 vezes/semana, durante 8 semanas + fisioterapia convencional, 30 minutos/dia, 3 vezes/semana, durante 8 semanas.	<i>Pediatric Balance Scale</i> (PBS)	Houve melhora significativa do equilíbrio no grupo experimental, quando comparado ao grupo controle.
Gatica-Rojas 2017 <sup>17</sup>	32 indivíduos com PC Idade= 10,7±3,4 anos Grupo intervenção (n=16) <b>CONTINUA</b> Grupo controle (n=16) Hemiplegia e diplegia espástica	Comparar os efeitos da plataforma de equilíbrio do Nitendo Wii com a fisioterapia convencional em pacientes com PC.	<b>Grupo intervenção:</b> Exercícios de equilíbrio usando o Nitendo Wii Fit Plus, 30 minutos/dia, 3 vezes/semana, durante 6 semanas. <b>Grupo controle:</b> Fisioterapia convencional, 40 minutos/dia, 3 vezes/semana, durante 6 semanas.	Área do centro de massa, definida pela trajetória total percorrida pelo centro de massa nas direções médio-lateral e anteroposterior	Houve melhora significativa do equilíbrio no grupo experimental, quando comparado ao grupo controle.
Hsieh 2018 <sup>28</sup>	40 crianças com PC Idade= 7,4±1,4 anos Grupo intervenção (n=20) Grupo controle (n=20) Hemiparesia	Avaliar os efeitos de uma plataforma de RV que exige movimentos de tronco multidimensionais em crianças com PC.	<b>Grupo intervenção:</b> Plataforma em frente a um monitor simulando tarefas variadas, 40 minutos/dia, 5 vezes/semana, durante 12 semanas. <b>Grupo controle:</b> Mesmas tarefas em frente ao monitor, utilizando um mouse, 40 minutos/dia, 5 vezes/semana, durante 12 semanas.	<i>Berg Balance Scale</i> (BBS) e <i>Fullerton Advanced Balance Scale</i> (FAB)	Houve melhora significativa do equilíbrio no grupo experimental, quando comparado ao grupo controle para ambos os testes.
Mills 2019 <sup>29</sup>	11 indivíduos com PC Idade= 12,4±3,2 anos Grupo intervenção (n=5) Grupo controle (n=6) Hemiplegia e diplegia espástica	Avaliar os efeitos da RV no controle postural de crianças e adolescentes com PC.	<b>Grupo intervenção:</b> Treinamento de RV com o <i>Interactive Rehabilitation Exercise System</i> , 60 minutos/dia, durante 5 dias consecutivos. <b>Grupo controle:</b> Nenhuma intervenção.	Número de passos e <i>Anchoring Index</i> (AI) durante a posição ortostática, com olhos abertos, em cima de uma plataforma móvel, com quatro velocidades de movimentação anteroposterior	Não houve melhora significativa para os grupos experimental e controle.

Tabela 2 (cont.). Características dos estudos incluídos ( $n=9$ ).

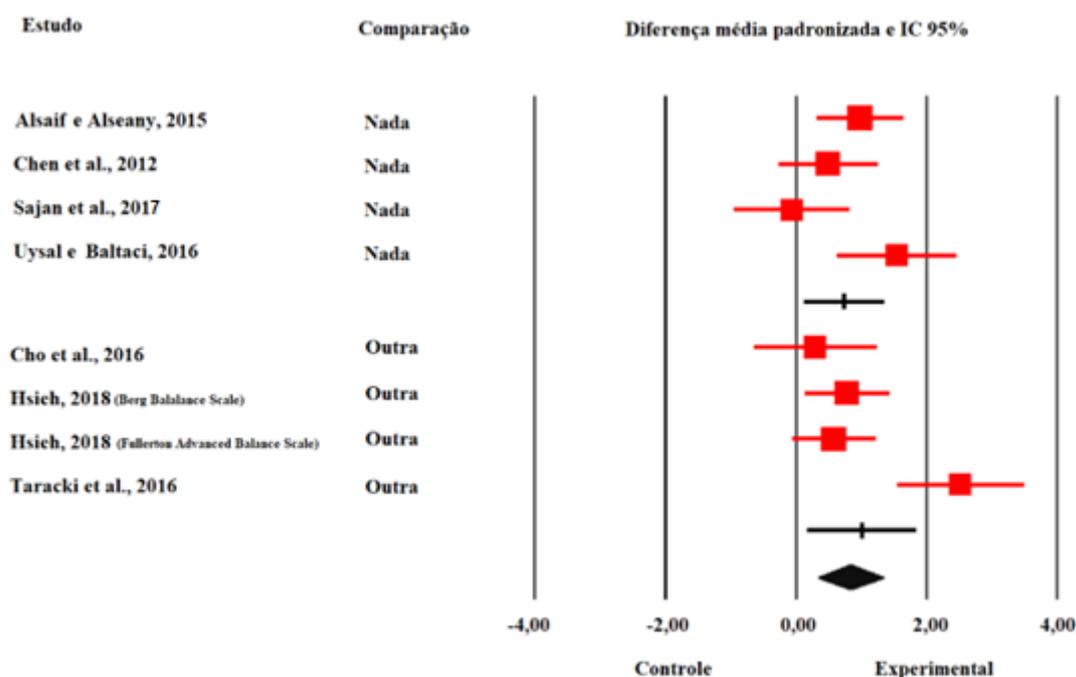
Estudo	Participantes	Objetivo	Intervenção	Teste Para Avaliação Do Equilíbrio	Resultados
Sajan 2017 <sup>18</sup>	20 crianças com PC Idade = 11,5±4,4 anos Grupo tratamento (n=10) Grupo controle (n=10) Diplegia, triplegia ou quadriplegia espástica	Avaliar os efeitos do Nintendo Wii associado a fisioterapia convencional na reabilitação de crianças com PC.	<b>Grupo intervenção:</b> Jogos de boxe e tênis no Nintendo Wii, 45 minutos/dia, 6 vezes/semana, durante 3 semanas + Fisioterapia convencional, 45 minutos/dia, 6 vezes/semana, durante 3 semanas. <b>Grupo controle:</b> Fisioterapia convencional, 45 minutos/dia, 6 vezes/semana, durante 3 semanas.	<i>Pediatric Balance scale (PBS)</i>	Houve melhora no grupo experimental, porém não houve diferenças significantes entre os grupos.
Tarakci 2016 <sup>19</sup>	38 indivíduos com PC Idade= 10,5±2,7 anos Grupo intervenção (n=15) Grupo controle (n=15) Diplegia Hemiplegia Discinética	Comparar os efeitos do Nintendo Wii Fit e do treinamento convencional de equilíbrio em indivíduos com PC.	<b>Grupo intervenção:</b> Jogos esportivos no Nintendo Wii-Fit, 20 minutos/dia, 2 vezes/semana, durante 12 semanas + tratamento neurodesenvolvimental, 30 minutos/dia, 2 vezes/semana, durante 12 semanas. <b>Grupo controle:</b> Treino convencional de equilíbrio, 20 minutos/dia, 2 vezes/semana, durante 12 semanas + tratamento neurodesenvolvimental, 30 minutos/dia, 2 vezes/semana, durante 12 semanas.	<i>Nintendo Wii-Fit Balance and Game Scores</i>	Houve melhora significativa do equilíbrio no grupo experimental, quando comparado ao grupo controle.
Uysal 2016 <sup>30</sup>	24 crianças com PC Idade= 9,6±2,6 anos Grupo intervenção (n=12) Grupo controle (n=12) Hemiplegia espástica	Avaliar o Nintendo Wii como complemento à fisioterapia convencional em crianças com PC hemiplégica espástica.	<b>Grupo intervenção:</b> Jogos esportivos no Nintendo Wii, 30 minutos/dia, 2 vezes/semana, durante 12 semanas + Fisioterapia convencional, 45 minutos/dia, 2 vezes/semana, durante 12 semanas. <b>Grupo controle:</b> Fisioterapia convencional, 45 minutos/dia, 2 vezes/semana, durante 12 semanas.	<i>Pediatric Balance Scale (PBS)</i>	Houve melhora significativa do equilíbrio no grupo experimental, quando comparado ao grupo controle.

\* Idade média da amostra não reportada; PC = Paralisia Cerebral; RV = Realidade Virtual.

De forma geral, o treino de RV mostrou-se eficaz na melhora do equilíbrio, com tamanho de efeito considerado grande (SMD 0,84; IC95% 0,35 a 1,33;  $I^2=7\%$ ;  $p<0,01$ ; *random effects model*) (Figura 3). Quando foi realizada a análise de subgrupos em relação ao tipo de grupo controle, o treino de RV se mostrou superior na melhora do equilíbrio em indivíduos com PC tanto quando comparado à nenhuma

intervenção, quanto quando comparado a outras intervenções, com tamanho de efeito considerado grande para as ambas as análises (SMD 0,74; IC95% 0,13 a 1,36;  $p < 0,05$ ; SMD 1,01; IC95% 0,19 a 1,84;  $p < 0,05$ , respectivamente) (Figura 3). Dois estudos não puderam ser incluídos na meta-análise por não apresentarem dados suficientes. Gatica-Rojas 2017<sup>17</sup> ao comparar os efeitos da RV com a fisioterapia convencional, encontrou melhora significativa no equilíbrio para o grupo experimental (área de oscilação de centro de pressão,  $p < 0,05$ ), quando comparado ao grupo controle (outra intervenção). Já Mills 2019<sup>29</sup> não reportaram diferenças significantes no equilíbrio entre o grupo experimental (treino de equilíbrio através da RV) e o grupo controle (nenhuma intervenção) (Tabela 2).

Figura 3. *Forest-plot* para o efeito do treino de realidade virtual no equilíbrio de crianças com paralisia cerebral.



## **DISCUSSÃO**

O objetivo da presente revisão foi investigar os efeitos do treino de RV no equilíbrio de indivíduos com PC. Foi encontrado um total de nove artigos que investigaram o equilíbrio através de oito instrumentos distintos. Os resultados evidenciaram que a RV, de forma geral, é eficaz na melhora do equilíbrio de indivíduos com PC, tanto quando comparada a nenhuma intervenção, como quando comparada a outros tipos de intervenção.

A RV mostrou-se eficaz na melhora do equilíbrio de indivíduos com PC, quando comparada a nenhuma intervenção. Tais resultados eram esperados, uma vez o paciente com tal condição, apresenta dificuldades no controle e coordenação dos seus movimentos, afetando a manutenção da postura e equilíbrio<sup>31</sup>. Apesar de não ser uma doença progressiva, a ausência de tratamento a esses pacientes pode levar a limitações cada vez maiores devido à perda de força e coordenação, encurtamentos musculares, dentre outros, gerando assim uma decadência física, motora, sensitiva e em outros sistemas<sup>32</sup>. Assim, um treino específico com a RV, com tarefas que visam ganho de força, flexibilidade, coordenação, amplitude de movimento e, conseqüentemente, controle de tronco e equilíbrio, é superior no tratamento de indivíduos com PC, quando comparado a nenhuma intervenção, em que o objetivo é ganho de equilíbrio.

Os resultados da meta-análise também reportaram resultados superiores para a RV, quando comparada a outro

tipo de intervenção, no equilíbrio de indivíduos com PC. Neste aspecto, é importante ressaltar que a fisioterapia convencional pode se tornar maçante e cansativa para as crianças, devido as sequências e repetições dos exercícios<sup>23</sup>. Tal situação pode desencadear desmotivação e estresse nos pacientes durante a intervenção, levando a uma menor adesão da criança no tratamento e, conseqüentemente, gerando resultados inferiores. Em contrapartida, a RV potencializa a reabilitação pediátrica, uma vez que as repetições e sequências são realizadas num contexto virtual, que simula um ambiente real, de forma lúdica e atrativa, fazendo com que a adesão ao tratamento seja máxima, e potencializando os resultados terapêuticos alcançados.<sup>23</sup> Estudos afirmam ainda que, durante a execução das atividades, ao visualizar os movimentos na tela e por sua participação ativa na execução das mesmas, pode ocorrer neuroplasticidade<sup>33,34</sup>.

Como discutido previamente, três revisões sistemáticas investigaram os efeitos do treino de RV em indivíduos com PC. Na primeira, foram investigados os efeitos da RV na reabilitação sensorial e motora da PC, através de 31 estudos incluídos<sup>21</sup>. No entanto, apenas três ensaios clínicos controlados foram encontrados investigando os efeitos especificamente no equilíbrio, reportando moderada evidência para esta medida. Na segunda revisão sistemática, também investigara os efeitos da RV na PC, através de cinco ensaios controlados aleatorizados<sup>23</sup>. No entanto, não foram encontrados resultados específicos para o equilíbrio.

Finalmente, na terceira, também investigaram os efeitos da RV na PC, através de uma revisão sistemática com meta-análise<sup>22</sup>. O estudo incluiu 19 ensaios clínicos e, embora tenha objetivado encontrar efeitos específicos no equilíbrio, também não reportou resultados exclusivos para esta medida de desfecho<sup>22</sup>. Os autores realizaram quatro meta-análises, encontrando efeitos significativos da RV na PC de forma geral, incluindo todos os estudos com variadas medidas de desfecho, e especificamente para função manual, locomoção e controle postural. Embora pareçam iguais, controle postural e equilíbrio são dois constructos diferentes, embora estejam relacionados. O controle postural está relacionado à capacidade de manter adequadamente a relação entre os segmentos do corpo e entre o corpo e o ambiente, para execução de uma determinada tarefa<sup>35</sup>. Já o equilíbrio é a capacidade de manter o centro de massa dentro dos limites da base de apoio<sup>35</sup>. Assim, podemos observar que os achados da presente revisão corroboram os reportados pela meta-análise de 2018<sup>22</sup>, uma vez que o controle postural e o equilíbrio estão relacionados e, ambos podem ser melhorados em pacientes com PC após treinamento com RV, segundo resultados de ambas as revisões.

A presente revisão apresenta pontos fortes e limitações. Como força, podemos citar a realização de uma revisão sistemática com meta-análise, com análise de subgrupos, para avaliação em uma medida de desfecho específica, ainda não investigada na presente literatura. No entanto, a

qualidade metodológica média dos estudos incluídos pode ser considerada moderada, o que exige cautela em relação a interpretação dos resultados. Além disso, ressalta-se a variabilidade entre os protocolos de treinamento encontrados, com grande amplitude de tempo de treinamento diário, frequência semanal e duração, além da diversidade também entre as atividades/exercícios propostos e sistemas/jogos utilizados. Também houve grande variabilidade entre os instrumentos de avaliação do equilíbrio, o que impossibilitou a utilização da diferença média, que apresenta resultados numéricos mais sólidos, sendo necessária a utilização da diferença média padronizada. Por fim, alguns estudos não reportaram todos os dados necessários para inclusão de meta-análise. Assim, ensaios controlados aleatorizados ainda devem ser conduzidos, com alto rigor metodológico, a fim de se estabelecer o protocolo de intervenção mais adequado no ganho de equilíbrio de indivíduos com PC.

## **CONCLUSÃO**

Os resultados da presente revisão sistemática com meta-análise evidenciaram que o treino de RV, de forma geral, é eficaz para melhorar o equilíbrio de indivíduos com PC. Além disso, quando comparado ao tipo de grupo controle, a RV foi superior a nenhuma intervenção ou a outro tipo de intervenção. Dessa forma, o treino com RV deve ser considerado durante a reabilitação de indivíduos com PC, principalmente quando o ganho de equilíbrio é um dos

objetivos compartilhados pelo paciente, família e terapeuta. No entanto, tais conclusões merecem cautela, uma vez que a qualidade metodológica média dos estudos incluídos pode ser considerada moderada.

## REFERÊNCIAS

1. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, *et al.* A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl* 2007;109:8-14. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17370477/>
2. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe. Prevalence and characteristics of children with cerebral palsy in Europe. *Dev Med Child Neurol* 2002;44:633-40. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12227618/>
3. Dias ACB, Freitas JC, Formiga CKMR, Viana FP. Desempenho funcional de crianças com paralisia cerebral participantes de tratamento multidisciplinar. *Fisioter Pesqui* 2010;17:225-9. <https://doi.org/10.1590/S1809-29502010000300007>
4. Harbourne RT, Willett S, Kyvelidou A, Deffeyes J, Stergiou N. A comparison of interventions for children with cerebral palsy to improve sitting postural control: a clinical trial. *Phys Ther* 2010;90:1881-98. <https://doi.org/10.2522/ptj.2010132>
5. Pavão SL, Nunes GS, Santos AN, Rocha NA. Relationship between static postural control and the level of functional abilities in children with cerebral palsy. *Braz J Phys Ther* 2014;18:300-7. <https://doi.org/10.1590/bjpt-rbf.2014.0056>
6. Roque AH, Kanashiro MG, Kazon S, Grecco LAC, Salgado ASI, Oliveira CS. Análise do equilíbrio estático em crianças com paralisia cerebral do tipo diparesia espástica com e sem o uso de órteses. *Fisioter Mov* 2012;25:311-6. <https://doi.org/10.1590/S0103-51502012000200008>
7. Panibatla S, Kumar V, Narayan A. Relationship Between Trunk Control and Balance in Children with Spastic Cerebral Palsy: A Cross-Sectional Study. *J Clin Diagn Res* 2017;11:YC05-8. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/28388.10649>
8. Grecco LA, Tomita SM, Christovão TCL, Pasini H, Sampaio LMM, Oliveira CS. Effect of treadmill gait training on static and functional balance in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Braz J Phys Ther* 2013;17:17-23. <https://doi.org/10.1590/S1413-35552012005000066>
9. Rose J, Wolff DR, Jones VK, Bloch DA, Oehlert JW, Gamble JG. Postural balance in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol* 2002;44:58-63. <https://doi.org/10.1017/s0012162201001669>
10. Chen CL, Shen IH, Chen CY, Wu CY, Liu WY, Chung CY. Validity, responsiveness, minimal detectable change, and minimal clinically important change of Pediatric Balance Scale in children with cerebral palsy. *Res Dev Disabil* 2013;34:916-22. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.11.006>
11. Teles MS, Mello EMCL. Toxina botulínica e fisioterapia em crianças com paralisia cerebral espástica: revisão bibliográfica. *Fisioter Mov* 2011;24:181-90. <https://doi.org/10.1590/S0103-51502011000100021>

12. Antunes MD, Carvalho NC, Bianchi AD, Nonino F. Treino de equilíbrio em crianças com paralisia cerebral diparética com Nintendo Wii: série de casos. *Conexão Ci* 2017;12:104-9. <https://doi.org/10.24862/cco.v12i1.491>
13. Allegretti KMG, Kanashiro MS, Monteiro VC, Borges HC, Fontes SV. Os efeitos do treino de equilíbrio em crianças com paralisia cerebral diparética espástica. *Rev Neurocienc* 2007;15:108-13. <https://doi.org/10.34024/rnc.2007.v15.8701>
14. Schiavinato AM, Machado BC, Pires MA, Baldan C. Influência da realidade virtual no equilíbrio de paciente portador de disfunção cerebelar: estudo de caso. *Rev Neurocienc* 2011;19:119-27. <https://doi.org/10.34024/rnc.2011.v19.8422>
15. Soares MD, Santos JKV, Costa FA, Melo LP. Wii reabilitação e fisioterapia neurologia: uma revisão sistemática. *Rev Neurocienc* 2015;23:81-8. <https://doi.org/10.4181/RNC.2015.23.01.982.8p>
16. Cho C, Hwang W, Hwang S, Chung Y. Treadmill training with virtual reality improves gait, balance, and muscle strength in children with cerebral palsy. *Tohoku J Exp Med* 2016;238:213-8. <https://doi.org/10.1620/tjem.238.213>
17. Gatica-Rojas V, Méndez-Rebolledo G, Guzman-Muñoz E, Soto-Poblete A, Cartes-Velásquez R, Elgueta-Cancino E, *et al.* Does Nintendo Wii Balance Board improve standing balance? A randomized controlled trial in children with cerebral palsy. *Eur J Phys Rehabil Med* 2017;53:535-44. <https://doi.org/10.23736/S1973-9087.16.04447-6>
18. Sajan JE, John JA, Grace P, Sabu SS, Tharion G. Wii-based interactive video games as a supplement to conventional therapy for rehabilitation of children with cerebral palsy: a pilot, randomized controlled trial. *Dev Neurorehabil* 2017;20:361-7. <https://doi.org/10.1080/17518423.2016.1252970>
19. Tarakci D, Ersoz Huseyinsinoglu B, Tarakci E, Razak Ozdincler A. The effects of nintendo wii-fit video games on balance in children with mild cerebral palsy. *Pediatr Int* 2016;58:1042-50. <https://doi.org/10.1111/ped.12942>
20. Thomas JR, Nelson JK, Silverman SJ. Métodos em pesquisas e atividade física. 6a ed. Porto Alegre: Artmed; 2012.
21. Ravi DK, Kumar N, Singhi P. Effectiveness of virtual reality rehabilitation for children and adolescents with cerebral palsy: an updated evidence-based systematic review. *Physiotherapy* 2017;103:245-58. <https://doi.org/10.1016/j.physio.2016.08.004>
22. Chen Y, Fanchiang HD, Howard A. Effectiveness of virtual reality in children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Phys Ther* 2018;98:63-77. <https://doi.org/10.1093/ptj/pzx107>
23. Chiu HC, Kuo PW. Effects of virtual reality in children with cerebral palsy: a systematic review. *FJPT* 2015;40:136-44. <https://doi.org/10.6215/FJPT.PTS1408241086>
24. Maher CG, Moseley AM, Sherrington C, Elkins MR, Herbert RD. A description of the trials, reviews, and practice guidelines indexed in the PEDro database. *Phys Ther* 2008;88:1068-77. <https://doi.org/10.2522/ptj.20080002>
25. Cohen J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. 2nd ed. Hillsdale: Lawrence Erlbaum; 1988.
26. AlSaif AA, Alsenany S. Effects of interactive games on motor performance in children with spastic cerebral palsy. *J Phys Ther Sci* 2015;27:2001-3. <https://doi.org/10.1589/jpts.27.2001>

- 27.Chen CL, Hong WH, Cheng HY, Liaw MY, Chung CY, Chen CY. Muscle strength enhancement following home-based virtual cycling training in ambulatory children with cerebral palsy. *Res Dev Disabil* 2012;33:1087-94. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.01.017>
- 28.Hsieh HC. Effects of a gaming platform on balance training for children with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther* 2018;30:303-8. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000521>
- 29.Mills R, Levac D, Sveistrup H. The effects of a 5-day virtual-reality based exercise program on kinematics and postural muscle activity in youth with Cerebral Palsy. *Phys Occup Ther Pediatr* 2019;39:388-403. <https://doi.org/10.1080/01942638.2018.1505801>
- 30.Uysal SA, Baltaci G. Effects of Nintendo Wii Training on occupational performance, balance, and daily living activities in children with spastic Hemiplegic Cerebral Palsy: a single-Blind and Randomized Trial. *Games Health J* 2016;5:311-7. <https://doi.org/10.1089/g4h.2015.0102>
- 31.Rosa GKB, Marques I, Medina Papst J, Gobbi LTB. Desenvolvimento motor de criança com paralisia cerebral: avaliação e intervenção. *Rev Bras Educ Spec* 2008;14:163-76. <https://doi.org/10.1590/S1413-65382008000200002>
- 32.Masseti T, Silva TD, Ribeiro DC, Malheiros SRP, Ré AHN, Favero FM, *et al.* Motor learning through virtual reality in cerebral palsy: a literature review. *Med Express* 2014;1:302-6. <https://doi.org/10.5935/MedicalExpress.2014.06.04>
- 33.Simsek TT. The effectiveness of virtual reality in the rehabilitation of balance and gait in children with cerebral palsy: mini-review. *Am J Biomed Sci Res* 2019;5:73-5. <https://doi.org/10.34297/AJBSR.2019.05.000879>
- 34.Deutsch J, Mccoy SW. Virtual reality and serious games in neurorehabilitation of children and adults: prevention, plasticity and participation. *Pediatr Phys Ther* 2017;29:23-36. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000387>
- 35.Shumway-Cook A, Woollacott MH. Controle motor: teoria e aplicações práticas. 2nd ed. Barueri: Manole; 2003.