

Cicloergômetro na melhora da função motora grossa de crianças com paralisia cerebral: uma revisão sistemática com meta-análise

Cycle ergometer in the improvement of gross motor function of children with cerebral palsy: a systematic review with meta-analysis

Cicloergómetro en la mejora de la función motora gruesa de niños con parálisis cerebral: una revisión sistemática con metaanálisis

Amanda Marques Catelli¹, Laís Andrieli Ferreira Gattino², Luigi Antônio da Campo³,
Philippe Souza Corrêa⁴, Fernanda Cechetti⁵

RESUMO | A paralisia cerebral é um grupo de desordens neurológicas causadora de inúmeros déficits, principalmente relacionados à função motora, comprometendo os movimentos e o seu controle seletivo. Dentre as diversas terapias disponíveis para tentar amenizar esse processo, o cicloergômetro aparece como um aparato estacionário que tem por finalidade facilitar a movimentação dos membros inferiores. Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar os efeitos do cicloergômetro na função motora grossa de crianças com paralisia cerebral através da escala *Gross Motor Function Measure* (GMFM-66). Trata-se de uma revisão sistemática, com inclusão de ensaios clínicos randomizados publicados até julho de 2017. A busca foi realizada nas bases de dados: MEDLINE (PubMed), *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), SciELO e Embase. Para a avaliação da qualidade metodológica das investigações foi utilizada a escala da *Cochrane Handbook*. Foram selecionados artigos que aplicaram o cicloergômetro em crianças com paralisia cerebral, comparadas a crianças com paralisia cerebral no grupo-controle ou em outra intervenção, e

que avaliaram a função motora grossa com a GMFM. A revisão incluiu três artigos e um total de 127 pacientes. Os resultados mostraram um aumento nos valores da GMFM-66, porém não significativo estatisticamente nem relevantes para uma melhora clínica. Por meio desta revisão sistemática, verificou-se uma grande heterogeneidade nos estudos que abordam esta área e que, apesar do incremento de valores no grupo que realizou o cicloergômetro, não houve diferença estatística quando comparado ao grupo-controle, demonstrando não beneficiar a função motora grossa dessa população quando avaliada pela GMFM66.

Descritores | Exercício; Paralisia Cerebral; Ensaio Clínico Controlado Aleatório.

ABSTRACT | Cerebral palsy is a group of neurological disorders that causes innumerable deficits, mainly related to motor function, compromising movements and their selective control. Among the various therapies available to try to soften this process, the cycle ergometer appears as a stationary apparatus that aims to facilitate the movement of the lower limbs. Therefore, this study aimed to analyze

¹Graduanda em Fisioterapia pela Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA) – Porto Alegre (RS), Brasil. E-mail: amandamcatelli@gmail.com. Orcid: 0000-0002-3000-4286

²Graduanda em Fisioterapia pela Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA) – Porto Alegre (RS), Brasil. E-mail: laisgattino@hotmail.com. Orcid: 0000-0002-9766-0421

³Mestre em Ciências da Reabilitação pela Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA) – Porto Alegre (RS), Brasil. E-mail: luigi.adacampo@gmail.com. Orcid: 0000-0002-6107-7808

⁴Mestre em Ciências da Reabilitação pela Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA) – Porto Alegre (RS), Brasil. E-mail: philipescor@hotmail.com. Orcid: 0000-0001-7633-1066

⁵Docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação pela Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA) – Porto Alegre (RS), Brasil. E-mail: nandacechetti@gmail.com. Orcid:0000-0003-1776-179X

the effects of the cycle ergometer on the gross motor function of children with cerebral palsy by the *Gross Motor Function Measure* (GMFM-66) scale. This was a systematic review, with inclusion of randomized clinical trials published until July 2017. The search was performed in MEDLINE (PubMed), *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), SciELO, and Embase. The *Cochrane Handbook* Scale was used to evaluate the methodological quality of the investigations. We selected articles that applied the cycle ergometer in children with cerebral palsy, compared to children with cerebral palsy in the control group or other intervention, and that assessed gross motor function with GMFM. The review included three articles and a total of 127 patients. The results have shown a not statistically significant increase in GMFM-66 values, not relevant for clinical improvement. This systematic review has found great heterogeneity in the studies addressing this area and, despite the increase in values in the group that used the cycle ergometer, there was no statistical difference compared to the control group, showing that it does not benefit the gross motor function of this population, when evaluated by GMFM-66.

Keywords | Exercise; Cerebral Palsy; Randomized Controlled Trial.

RESUMEN | La parálisis cerebral es un grupo de desórdenes neurológicos causantes de innumerables déficits, principalmente relacionados con la función motora, y que compromete los movimientos y su control selectivo. Entre las diversas terapias disponibles para intentar amenizar ese proceso, el cicloergómetro

aparece como un aparato estacionario que tiene por finalidad facilitar el movimiento de los miembros inferiores. Por lo tanto, este estudio buscó analizar los efectos del cicloergómetro en la función motora gruesa de niños con parálisis cerebral por medio de la escala *Gross Motor Function Measure* (GMFM-66). Se trata de una revisión sistemática, con la inclusión de ensayos clínicos aleatorizados publicados hasta julio de 2017. La búsqueda se realizó en las bases de datos: MEDLINE (PubMed), *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), SciELO y Embase. En la evaluación de la calidad metodológica de las investigaciones se utilizó la escala de Cochrane Handbook. Se seleccionaron los artículos que aplicaron el cicloergómetro en niños con parálisis cerebral, comparados a niños con parálisis cerebral en el grupo control o el grupo intervención, y que evaluaron la función motora gruesa con la GMFM. La revisión incluyó tres artículos y un total de 127 pacientes. Los resultados mostraron un aumento en los valores de la GMFM-66, pero no fueron significativos estadísticamente ni relevantes para una mejora clínica. Por medio de esta revisión sistemática, se verificó una gran heterogeneidad en los estudios sobre esta área y que, a pesar del incremento de valores en el grupo que realizó el cicloergómetro, no hubo diferencia estadística cuando comparado al grupo control, demostrando que no benefició la función motora gruesa de esa población cuando evaluada por la GMFM-66.

Palabras clave | Ejercicio; Parálisis Cerebral; Ensayo Clínico Controlado Aleatorio.

INTRODUÇÃO

Paralisia cerebral (PC) é um grupo de distúrbios neurológicos permanentes e não progressivos que ocorrem no feto e no cérebro infantil em desenvolvimento, causando principalmente comprometimento motor, o que afeta diretamente os movimentos e a postura¹. A incidência em países desenvolvidos varia de 1,5 a 5,9/1.000 nascidos vivos, e em países em desenvolvimento, como o Brasil, é estimada uma taxa de 7,0/1.000 nascidos vivos². Quanto à etiologia, ainda não está bem definida, mas é sabido que as crianças nascidas prematuras e com baixo peso são mais propensas a desenvolver PC. Outros fatores de risco incluem partos múltiplos, infecção materna durante a gravidez, histórico familiar, posição pélvica no parto, infecções perinatais e doenças não tratadas^{3,4}.

As principais desordens motoras decorrentes desta afecção são hipertonia muscular seguida de redução da

força muscular e diminuição do controle seletivo do movimento⁵, geralmente acompanhadas de alterações sensitivas, perceptivas, cognitivas e comunicativas, de distúrbios comportamentais e de redução da aptidão cardiorrespiratória⁶. Por ser um distúrbio permanente, afeta também a vida adulta, apresentando dificuldades na vida social e de trabalho¹. Esta desvantagem motora leva estes indivíduos a permanecer por muito tempo sem atividades físicas ou aeróbias, prejudicando sua capacidade cardiopulmonar, estabilidade, força muscular e agilidade⁷. Para amenizar este processo, existem diversas alternativas de tratamento, e o cicloergômetro, um aparelho estacionário que permite rotações cíclicas nos modos passivo, ativo e resistido, pode ser considerado uma dessas possibilidades é promover uma atividade segura e totalmente adaptável às incapacidades dessa população⁸.

Estudos têm demonstrado que o exercício com cicloergômetro melhora diversos parâmetros, como a força e a resistência muscular, juntamente com

o controle de tronco sentado^{9,10}. No entanto, esses resultados são apresentados em um pequeno número amostral e muitas vezes são conflitantes. Estudos com a utilização do cicloergômetro na população com PC ainda são escassos e apresentaram pouca informação sobre os efeitos fisiológicos e os princípios técnicos do exercício aeróbio.

Para quantificar a evolução dos pacientes pós-intervenção, a escala *Gross Motor Function Measure* (GMFM) tem sido uma das mais escolhidas, por permitir avaliar crianças com PC de 5 meses a 16 anos de idade e se direcionar principalmente à capacidade física dessa população¹¹. Trata-se de uma escala de avaliação numérica, na qual uma maior pontuação implica melhor função motora grossa¹². Uma atualização da GMFM com 66 itens também é bastante utilizada e validada para avaliação de crianças com PC (GMFM-66), com itens de todas as dimensões, embora em número reduzido¹². A versão brasileira mostrou excelentes valores de confiabilidade intra e interavaliadores¹³.

Portanto, esta revisão sistemática objetiva analisar os efeitos da aplicação do cicloergômetro na função motora grossa de crianças com paralisia cerebral através da escala GMFM-66.

METODOLOGIA

Desenho e estratégia de busca

Essa revisão sistemática foi registrada com o protocolo CRD42017079436 na Prospero e feita de acordo com as normas da *PRISMA Statement* e da *Cochrane Collaboration*. A busca de artigos foi realizada nas seguintes bases de dados: MEDLINE (PubMed), *Physiotherapy Evidence Database* (PEDro), SciELO e Embase, desde o início das publicações nas bases de dados até julho de 2017. Os descritores selecionados foram “*Cerebral Palsy*” (MeSH e *entry terms*), “*Aerobic Exercise*” (MeSH e *entry terms*), “*Randomized Controlled Trial*” (MeSH e *entry terms*) e seus sinônimos, individualmente ou em combinação.

Critérios de elegibilidade, intervenção e participantes

Foram incluídos artigos de estudos randomizados controlados de crianças com paralisia cerebral que realizaram a intervenção terapêutica com cicloergômetro

e avaliaram a função motora grossa através do GMFM-66, comparadas a grupos de crianças com paralisia cerebral que realizavam outra terapia ou fisioterapia convencional.

Desfecho principal, seleção dos estudos e extração dos dados

O desfecho principal analisado foi a escala GMFM-66¹⁴, comparando os valores de média/desvio-padrão pré e pós-intervenção com cicloergômetro. Dois revisores independentes acessaram os títulos e resumos de todos os artigos selecionados na estratégia de busca. Nos resumos que não apresentavam a informação completa dos artigos foram analisados os artigos completos. Depois, os mesmos revisores analisaram os artigos pré-selecionados completos para realizar a seleção final. A extração dos dados foi feita por dois revisores independentes usando um formulário padrão.

Avaliação do risco de viés

A análise da qualidade metodológica dos artigos foi realizada de forma descritiva, de acordo com o método proposto pela *Cochrane Collaboration*, considerando as seguintes características dos estudos: sequência aleatória, alocação ocultada, cegamento dos pesquisadores (quem administra o treinamento), cegamento do avaliador dos resultados, análise da intenção de tratar, descrição das perdas e exclusões. A análise da intenção de tratar foi considerada como todos os pacientes randomizados analisados que chegaram ao final do estudo¹⁵.

Análise de dados

A meta-análise foi realizada usando o modelo de efeitos aleatórios. O tamanho do efeito foi calculado usando a diferença entre a média e o desvio-padrão da diferença entre a média. A heterogeneidade estatística foi avaliada utilizando o teste Q de Cochrane e o teste de inconsistência (I^2), onde valores acima de 25% e 50% foram considerados indicativos de heterogeneidade moderada e alta, respectivamente. Um valor $\alpha \leq 0,05$ e um intervalo de confiança de 95% (IC 95%) foram considerados estatisticamente significativos. Todas as análises utilizaram o *software Review Manager 5.1*. As análises de sensibilidade foram realizadas considerando as características dos pacientes (PC) e as características de intervenção (cicloergômetro).

RESULTADOS

Seleção dos estudos

Conforme mostrado na Figura 1, inicialmente os estudos foram selecionados através de busca nos descritores, resultando em um total de 1.250 artigos. Após a remoção dos duplicados (n=110), foi realizada a leitura dos títulos e resumos dos 1.140 artigos restantes para selecionar somente aqueles que fossem ensaios

clínicos randomizados e controlados, restando apenas 15 artigos. Na segunda etapa, estes foram lidos na íntegra para verificar sua inclusão ou exclusão na pesquisa, sendo escolhidos para inclusão somente três estudos dos 15 pré-selecionados inicialmente. Dois revisores independentes fizeram a busca e a avaliação dos artigos, e posteriormente discutiram a qualidade metodológica dos estudos. Em caso de discordância entre os revisores, a resolução se deu através de um consenso entre os mesmos.

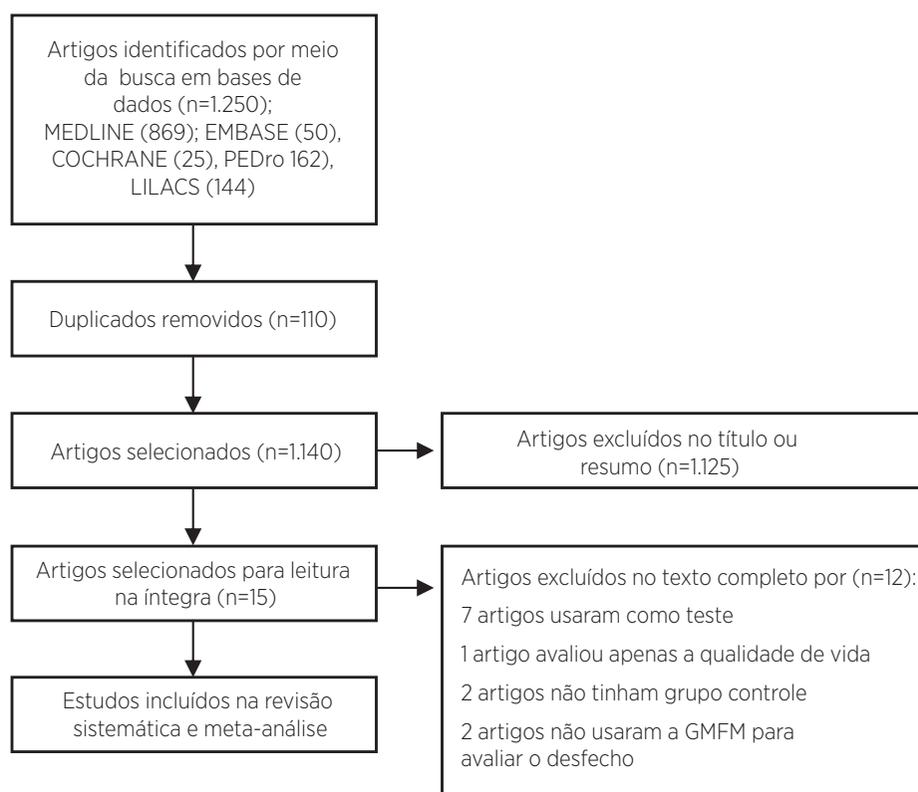


Figura 1. Diagrama da seleção de artigos

GMFM: *Gross Motor Function Measure*.

Descrição dos estudos

A Tabela 1 mostra as características dos estudos incluídos. Nos três estudos foi avaliado um total de 127 pacientes com PC, que incluía crianças diplégicas e hemiplégicas, com idades de 6 a 12 anos e níveis de função I e II pela *Gross Motor Function Classification System* (GMFCS)¹⁶; crianças com PC bilateral de 8 a 17 anos, com GMFCS IV e V¹⁷; e crianças diplégicas de 7 a 18 anos, com níveis de I a III¹⁸.

As intervenções tiveram duração de seis¹⁷ ou doze^{16,18} semanas, porém com duração média de 30¹⁷, 40¹⁶ e 60¹⁸ minutos, sendo este último o único que detalhou a aplicação do cicloergômetro. Todos foram realizados com uma frequência de três vezes na semana e a aplicação se deu em membros inferiores. Em relação à intensidade de treinamento com o cicloergômetro, no estudo de Bryant et al.¹⁷ a intensidade do exercício foi de 75% da carga determinada na avaliação inicial durante o máximo de tempo possível. Chen et al.¹⁶ realizaram o cicloergômetro com carga

determinada pela resistência, que permitia à criança pedalar por 20 minutos sem esforço, sendo aumentada de acordo com a habilidade; e Fowler et al.¹⁸ realizaram a intervenção com 70% a 80% da frequência cardíaca máxima.

Em relação aos grupos-controle, eles diferiram na realização das atividades, sendo que um estudo não realizou nenhuma intervenção¹⁸; outro encorajou a manutenção de atividades físicas usuais e gerais em casa e na escola, sob supervisão dos responsáveis, com ligações telefônicas auxiliando na aderência do protocolo¹⁶; e no último estudo, além de haver um terceiro grupo de comparação (esteira como atividade), os participantes do grupo-controle

realizaram atividades habituais de fisioterapia durante esse período, como alongamentos, exercícios em solo e no meio aquático (natação)¹⁷.

Todos os artigos analisaram a GMFM-66^{16,18} e demais desfechos, como a densidade mineral óssea da coluna lombar e do fêmur distal¹⁶, força muscular de tronco¹⁶, força de musculatura de membros inferiores, como torque de flexão e extensão de joelho¹⁶⁻¹⁸, velocidade da marcha¹⁷, teste de corrida e caminhada¹⁷, GMFM-88D (domínio “em pé”) e GMFM-88E (domínio “andar, correr e pular”)¹⁷. Apenas um artigo realizou avaliação de *follow-up*¹⁷.

Tabela 1. Descrição dos artigos incluídos na revisão sistemática

Autor, ano	Pacientes (n)	Protocolo de treinamento	Intensidade de treinamento	Desfechos analisados	Resultados
Bryant E. et al, 2013 ¹⁷	35 pacientes com PC bilateral – idades entre 8 e 17 anos e GMFCS IV e V; cicloergômetro (n=11), esteira (n=12), controle (n=12)	3 vezes na semana, por 6 semanas, com sessões de aproximadamente 30 minutos	Cicloergômetro: o máximo de tempo possível com 75% da carga determinada na avaliação inicial. Esteira: aumento de 0,1km/h a cada 10 segundos, até que o paciente não conseguisse mais aumentar. Controle: fisioterapia convencional	GMFM-66, GMFM-88D, GMFM-88E	Houve incremento no valor do GMFM-66 em todos os grupos, sem, entretanto, nenhum valor significativo intra ou intergrupos
Chen C. et al, 2013 ¹⁶	30 pacientes com PC diplégicos ou hemiplégicos – idades entre 6 e 12 anos e GMFCS I e II; cicloergômetro (n=14) e controle (n=16)	3 vezes na semana, por 12 semanas, com sessões de 40 minutos	Cicloergômetro: carga determinada pela resistência que permitia à criança pedalar por 20 minutos sem esforço, sendo aumentada de acordo com a sua habilidade. Controle: atividades físicas gerais	GMFM-66, força muscular de flexores e extensores de joelho, força muscular de tronco, densidade mineral óssea	Houve aumento no escore da GMFM-66 em ambos os grupos, sem diferença significativa inter e intragrupos
Fowler, E. et al, 2010 ¹⁸	62 pacientes com PC diplégicos – idades entre 7 e 18 anos e GMFCS I a III; cicloergômetro (n=31) e controle (n=31).	3 vezes por semana, com total de 30 sessões dentro do período de 12 semanas, por 60 minutos – 30 de reforço muscular e 30 de resistência cardiovascular	Cicloergômetro: divisão entre força (cabos de força que variavam de 1 – mais fraco – a 10 – mais forte) e <i>endurance</i> (a frequência cardíaca deveria ser mantida na faixa alvo de 70% a 80% da FC máxima, por 15 a 30 minutos)	GMFM-66, 600-Yard Walk-Run Test, Thirty-Second Walk Test, pico de extensão e flexão de joelho	Houve diferença significativa no valor pré e pós-intervenção no grupo cicloergômetro (intragrupo), mas não quando comparado ao controle (intergrupo)

GMFM: Gross Motor Function Measure; GMFCS: Gross Motor Function Classification System; FC: frequência cardíaca.

Risco de viés

Os estudos de Fowler et al.¹⁸ e Chen et al.¹⁶ foram considerados pouco claros em relação à geração de sequência aleatória, enquanto o estudo de Bryant et al.¹⁷ foi considerado como baixo risco de viés. Quanto à ocultação de alocação dos grupos, todos os estudos foram considerados como “pouco claros”, não expondo de forma explícita se houve a ocultação, favorecendo assim a ocorrência do viés de seleção. No item cegamento dos

participantes e pesquisadores, os estudos de Bryant et al.¹⁷ e Chen et al.¹⁶ foram considerados como “pouco claros”, enquanto o estudo de Fowler et al.¹⁸ apresentou baixo risco de viés. Para o cegamento dos avaliadores dos resultados, os estudos de Fowler et al.¹⁸ e Bryant et al.¹⁷ apresentaram baixo risco de viés, enquanto o estudo de Chen et al.¹⁶ apresentou alto risco de viés. Todos os estudos apresentaram baixo risco de viés em relação aos resultados incompletos, relatórios seletivos e outros vieses (Figura 2).

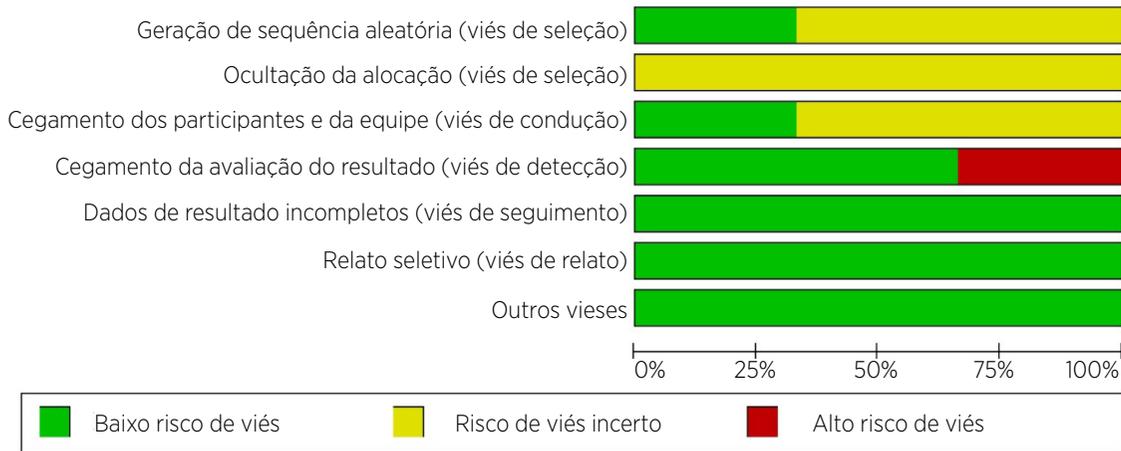


Figura 2. Análise do risco de viés

Efeitos das intervenções

Os estudos incluídos na revisão e que avaliaram o escore na escala GMFM totalizaram 127 pacientes. Na meta-análise, observou-se que as intervenções com cicloergômetro não melhoraram a pontuação na escala GMFM quando comparado ao grupo-controle. A meta-análise dos estudos demonstrou os seguintes resultados: Diferença da média: -3,43 [IC 95%=-9,56 a 2,69]; I^2 85%, apresentando alta heterogeneidade (85%), o que pode ser considerado um viés importante na meta-análise, como demonstrado na Figura 3. Através do gráfico da meta-análise, nota-se que no trabalho de Bryant et al.¹⁷ o grupo-intervenção não modificou seus valores pós-intervenção, enquanto o grupo-controle aumentou a sua média em 10,23 pontos, o que é demonstrado no gráfico pela linha horizontal posicionada na extrema esquerda, sem tocar a linha horizontal ao centro. Tal resultado, mesmo com uma diferença pequena entre as médias, favorece a terapia utilizada no grupo-controle.

Na meta-análise do estudo de Chen et al.¹⁶, percebe-se um ligeiro aumento na média de pontuação do grupo-intervenção (2,0), porém o grupo-controle apresentou uma variação superior na média da pontuação (3,5); isso aparece representado pela linha horizontal tocando a linha vertical central, devido à pequena variação de média entre os dois grupos, porém superior no grupo-controle. Já no estudo de Fowler et al.¹⁸, o grupo-intervenção apresentou uma média de pontuação maior (0,9) em relação ao grupo-controle (0,5), representada no gráfico da meta-análise pela linha horizontal centralizada sob a linha vertical, com um desvio levemente superior à direita, o que favorece a intervenção com cicloergômetro em relação ao grupo-controle; porém tais resultados não foram considerados significativos na meta-análise. Em suma, o agrupamento dos estudos incluídos na meta-análise não trouxe um resultado que possa favorecer a intervenção com cicloergômetro para o aumento na pontuação do GMFM, em comparação às terapias utilizadas nos grupos de controle.

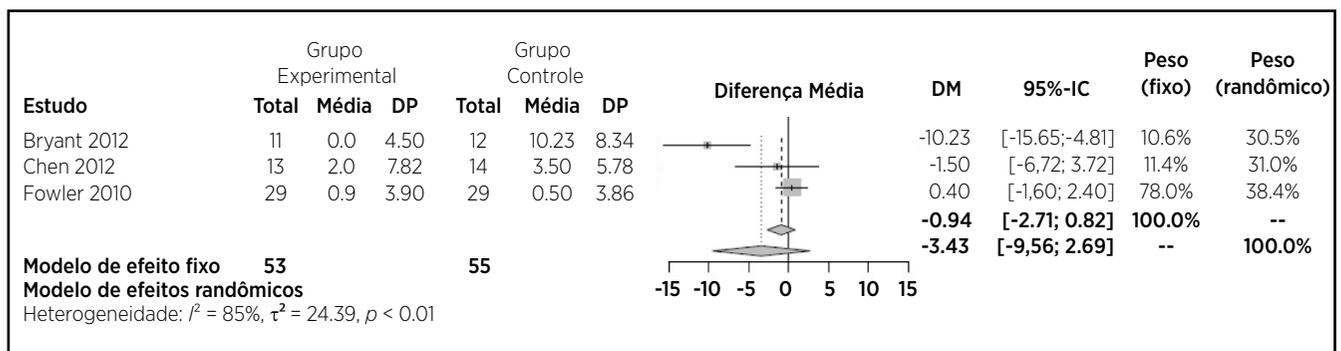


Figura 3. Meta-análise dos artigos incluídos na revisão

Desfechos secundários

Bryant et al.¹⁷ analisaram também o GMFM-88D, no qual foram obtidos resultados com diferença significativas entre o grupo do cicloergômetro e o grupo-controle, bem como entre o grupo esteira e o grupo-controle. Não foram encontradas diferenças significativas para os escores GMFM-88E entre os grupos cicloergômetro e controle, ou entre os grupos esteira e controle.

Já Fowler et al.¹⁸ encontraram melhoras significativas entre os valores iniciais e pós-intervenção na flexão e no torque extensor do joelho para o grupo do cicloergômetro. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos do cicloergômetro e controle, com base em pontuações de mudança para qualquer outro resultado. As análises dos resultados da covariância realizadas por Chen et al.¹⁶ mostram que o grupo-intervenção com o uso do cicloergômetro apresentou maior densidade mineral óssea femoral distal e maior torque isocinético dos músculos extensores e flexores do joelho, quando comparados ao grupo-controle no pós-tratamento.

DISCUSSÃO

Nessa revisão sistemática foi observado que o cicloergômetro não causa melhores benefícios na função motora grossa, medida por meio do GMFM-66, quando comparado à fisioterapia convencional¹⁷ ou a outras atividades, como caminhada, corrida, exercícios recreativos na escola ou em ambiente domiciliar^{16,18}. Somados a isso, os três estudos selecionados apresentaram incremento nos valores no pós-tratamento quando comparado ao pré-tratamento no grupo-intervenção, mas somente um estudo¹⁸ apresentou diferença estatisticamente significativa intragrupo. Cabe ressaltar que Wang e Yang¹⁹ estipulam que valores acima de 3,7 pontos nessa escala representam grande melhoria para essas crianças; maiores que 1,6 ponto, uma melhoria clinicamente significante; e menores que 1,6 ponto não trazem melhora para esta população.

Diversos podem ser os fatores que levaram a essa conclusão. O primeiro deles seria a heterogeneidade dos participantes, apresentada claramente na meta-análise. Os sujeitos envolvidos nos estudos tinham topografias variadas, além de o nível do GMFCS ser diferente em todos os artigos. Bryant et al.¹⁷ sugerem que níveis de maior comprometimento apresentariam um benefício superior por meio de intervenções, bem como a força

muscular teria um aumento considerável em pacientes mais fracos. Entretanto, também citam que pacientes extremamente comprometidos não teriam como iniciar as atividades descritas no GMFM, tendo um escore de zero, dificultando a análise desses pacientes por meio dessa escala, o que poderia ser o motivo da ausência de aumento significativo do escore¹⁷. Na análise dos artigos, ainda podemos identificar um risco de viés elevado, em que nenhum deles realizou a alocação randomizada ou relatou como teria feito esta alocação, podendo essa ser uma das razões de o grupo-controle apresentar valores melhores no escore da escala mesmo sem ter realizado nenhuma intervenção¹⁸ ou atividades usuais já realizadas anteriormente pelos pacientes^{16,17}.

Outro fator que Fowler et al.¹⁸ relataram em relação à variabilidade dos sujeitos envolvidos na pesquisa é a resposta dessas crianças frente a uma intervenção. Citam que essa resposta é extremamente complexa e diretamente influenciada por fatores como a dinâmica familiar e as características inerentes dessas crianças, como o grau de espasticidade. A modulação do tônus foi essencial para que os pacientes tivessem uma melhor adaptação ao cicloergômetro e também conseguissem melhorar o desempenho ao longo das semanas, já que a espasticidade é uma hiperexcitabilidade do reflexo muscular que influencia diretamente o controle motor voluntário¹⁸.

Os estudos de Chen et al.¹⁶ e Bryant et al.¹⁷ relatam que talvez o cicloergômetro possa exercer efeitos mais positivos em outras variáveis estudadas, como na força muscular de membros inferiores, e não diretamente na função motora grossa destas crianças, baseados nas avaliações de força muscular realizadas. Além disso, Chen et al.¹⁶ encontraram que a densidade mineral óssea aumentou significativamente no fêmur distal, diferente da densidade no tronco, que não sofreu alterações com o uso do cicloergômetro, provavelmente pela carga mecânica constante aplicada nos ossos dos membros inferiores no movimento de pedalar. Portanto, estes resultados¹⁶ suportam a ideia de que a força muscular, e não o escore da GMFM-66, esteja correlacionada com o aumento da densidade óssea em membros inferiores de crianças com paralisia cerebral²¹. Esta melhora na força muscular de membros inferiores se deve, principalmente, ao fato de o cicloergômetro ter sido realizado com os membros inferiores, em movimentos repetitivos e com progressão da resistência¹⁶. Todavia, poderia ser realizada uma associação de que o aumento da força de membros inferiores oportunizado pelo tratamento do cicloergômetro causaria um efeito nas

atividades funcionais, como ortostase e deambulação, porém os autores não verificaram tal influência nos resultados da GMFM.

Somado a isso, outro fator que poderia justificar o fato do cicloergômetro não influenciar nos resultados é o de que a GMFM-66 tem a tendência de pontuar habilidades e capacidades motoras, e não o desempenho com que o indivíduo realiza as atividades no dia a dia¹¹. É uma escala realizada em um ambiente controlado, em uma superfície firme e macia, com materiais disponíveis – como banco, brinquedos, colchonete e escada –, sem considerar o ambiente diário da criança, bem como fatores pessoais¹⁴. Além disso, a GMFM-66 se mostra pouco sensível a avaliar mudanças na função motora de crianças acima de 5 anos²², e isso pode ser considerado uma limitação do nosso estudo quanto ao instrumento de medição adotado.

Nosso estudo não evidenciou uma melhora significativa na utilização do cicloergômetro, possivelmente devido à heterogeneidade da sua aplicação (exercício aeróbio e resistido). Da mesma forma, outros estudos^{23,24} que avaliaram intervenções por exercícios aeróbios e resistidos pela escala GMFM mostraram pouca variação da pontuação (pouco significativa nas dimensões D e E), mas citam que a pontuação pode não refletir com precisão a capacidade de atividade dos participantes. De acordo com uma revisão de intervenções de exercícios realizada por Ryan et al.²⁵, as evidências indicam que o exercício aeróbico não melhora aspectos como a velocidade da marcha, a resistência à deambulação ou a aptidão aeróbica. Seus achados também mostraram que o treinamento resistido não melhora nenhum aspecto da atividade ou da participação em pessoas com PC, mas pode melhorar a força muscular em crianças, adolescentes e adultos jovens em curto prazo e em crianças e adolescentes em médio prazo.

Um ponto importante a se considerar nesses estudos é o tempo da intervenção do cicloergômetro. A recomendação geral para qualquer atividade de exercício físico em crianças com paralisia cerebral é de 12 semanas, propiciando um bom período de adaptação²⁶. Bryant et al. realizaram apenas seis semanas de intervenção e relataram ainda que algumas crianças necessitaram do auxílio de terapeutas para que aprendessem e fossem capazes de pedalar independentemente¹⁷. Já os estudos de Chen et al.¹⁶ e Fowler et al.¹⁸ atendem às recomendações, visto terem realizado intervenções com 12 semanas de duração. Desta forma, a heterogeneidade dos estudos quanto ao tempo de duração do tratamento pode ter sido um fator de interferência no resultado meta-análise da GMFM.

Como limitações do nosso estudo, destacamos a heterogeneidade dos estudos selecionados, que não nos possibilitou analisar outras variáveis, como a medida de força muscular e os parâmetros posturais e de marcha, os quais poderiam apresentar respostas melhores no cicloergômetro. Assim, esperamos através dessa revisão ampliar o conhecimento sobre a intervenção na PC através do cicloergômetro, mostrando que a especificidade do público alvo, bem como do instrumento de avaliação aplicado, é de suma importância na tentativa de se obter resultados positivos com essa modalidade de exercícios. Em relação a estudos futuros, sugerimos que sejam investigados os efeitos em longo prazo do exercício, seja com o cicloergômetro ou outras abordagens, na função e na saúde de pessoas com PC. Novos ensaios são necessários para incluir um maior acompanhamento, a fim de examinar minuciosamente os efeitos do exercício durante o curso da vida dos indivíduos com PC.

CONCLUSÃO

A utilização do cicloergômetro como intervenção no tratamento da paralisia cerebral não traz melhores benefícios na função motora grossa quando comparada à dos grupos que realizaram atividade física habitual, como caminhada, corrida, exercícios recreativos na escola e em casa, ou até mesmo em relação à fisioterapia convencional. A sensibilidade da escala GMFM para avaliar o tratamento com cicloergômetro parece estar diretamente relacionada aos resultados encontrados neste estudo, visto que não houve uma mudança significativa dos valores apresentados. Além disso, a análise nesta revisão mostrou uma alta heterogeneidade entre os estudos, possivelmente pelos diferentes tipos de topografia que essa patologia oferece, além da faixa etária, que é bastante ampla nos estudos com paralisia cerebral. Contudo, sugerem-se novos estudos na área abordando um maior tempo de intervenção e número de sessões, frente ao comprometimento motor crônico causado pela paralisia cerebral.

REFERÊNCIAS

1. Colver A, Fairhurst C, Pharoah PO. Cerebral palsy. *Lancet*. 2014;383(9924):1240-9. doi: 10.1016/S0140-6736(13)61835-8
2. Guimarães CL, Pizzolatto TO, Coelho AS, Freitas ST. Aspectos clínicos epidemiológicos de crianças com paralisia cerebral assistidas pela clínica escola de Fisioterapia Unip – São José dos Campos. *J Health Sci Inst*. 2014;32(3):281-5.

3. Trønnes H, Wilcox AJ, Lie RT, Markestad T, Moster D. Risk of cerebral palsy in relation to pregnancy disorders and preterm birth: a national cohort study. *Dev Med Child Neurol*. 2014;56(8):779-85. doi: 10.1111/dmcn.12430
4. Reddihough, DS, Collins, KJ. The epidemiology and causes of cerebral palsy. *Aust J Physiother*. 2003;49(1):7-12. doi: 10.1016/S0004-9514(14)60183-5
5. Nooijen C, Slaman J, van der Slot W, Stam H, Roebroek M, van den Berg-Emons R, et al. Health-related physical fitness of ambulatory adolescents and young adults with spastic cerebral palsy. *J Rehabil Med*. 2014;46 (7):642-7. doi: 10.2340/16501977-1821
6. 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. doi: 10.1111/j.1469-8749.2007.tb12610.x
7. García CC, Alcocer-Gamboa A, Ruiz MP, Caballero IM, Faigenbaum AD, Esteve-Lanao J, et al. Metabolic, cardiorespiratory, and neuromuscular fitness performance in children with cerebral palsy: a comparison with healthy youth. *J Exerc Rehabil*. 2016;12(2):124-31. doi: 10.12965/jer.1632552.276
8. Santos LJ, Aguiar Lemos F, Bianchi T, Sachetti A, Dall'Acqua AM, Naue WS, et al. Early rehabilitation using a passive cycleergometer on muscle morphology in mechanically ventilated critically ill patients in the Intensive Care Unit (MoVe-ICU study): study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2015;16:383. doi: 10.1186/s13063-015-0914-8
9. Williams H, Pountney T. Effects of a static bicycling programme on the functional ability of young people with cerebral palsy who are non-ambulant. *Dev Med Child Neurol*. 2007;49(7):522-7. doi: 10.1111/j.1469-8749.2007.00522.x
10. Sandberg K, Kleist M, Falk L, Enthoven P. Effects of twice-weekly intense aerobic exercise in early subacute stroke: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2016;97(8):1244-53. doi: 10.1016/j.apmr.2016.01.030
11. Harvey AR. The Gross Motor Function Measure (GMFM). *J Physiother*. 2017;63(3):187-91. doi: 10.1016/j.jphys.2017.05.007
12. Alotaibi M, Long T, Kennedy E, Bavishi S. The efficacy of GMFM-88 and GMFM-66 to detect changes in gross motor function in children with cerebral palsy (CP): a literature review. *Disabil Rehabil*. 2014;36(8):617-27. doi: 10.3109/09638288.2013.805820
13. Almeida KM, Albuquerque KA, Ferreira ML, Aguiar SKB, Mancini MC. Reliability of the Brazilian Portuguese version of the Gross Motor Function Measure in children with cerebral palsy. *Braz J Phys Ther*. 2016;20(1):73-80. doi: 10.1590/bjpt-rbf.2014.0131
14. Palisano RJ, Rosenbaum P, Barlett D, Livingston MH. Content validity of the expanded and revised Gross Motor Function Classification System. *Dev Med Child Neurol*. 2008;50(10):744-50. doi: 10.1111/j.1469-8749.2008.03089.x
15. Carvalho APV, Silva V, Grande AJ. Avaliação do risco de viés de ensaios clínicos randomizados pela ferramenta da colaboração Cochrane. *Diagn Tratamento*. 2013;18(1):38-44.
16. Chen CL, Chen CY, Liaw MY, Chung CY, Wang CJ, Hong WH. Efficacy of home-based virtual cycling training on bone mineral density in ambulatory children with cerebral palsy. *Osteoporos Int*. 2013;24(4):1399-406. doi: 10.1007/s00198-012-2137-0.
17. Bryant E, Pountney T, Williams H, Edelman N. Can a six-week exercise intervention improve gross motor function for non-ambulant children with cerebral palsy? A pilot randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2013;27(2):150-9. doi: 10.1177/0269215512453061
18. Fowler EG, Knutson LM, Demuth SK, Siebert KL, Simms VD, Sugi MH, et al. Pediatric endurance and limb strengthening (PEDALS) for children with cerebral palsy using stationary cycling: a randomized controlled trial. *Phys Ther*. 2010;90(3):367-81. doi: 10.2522/ptj.20080364
19. Wang HY, Yang YH. Evaluating the responsiveness of 2 versions of the gross motor function measure for children with cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87(1):51-6. doi: 10.1016/j.apmr.2005.08.117
20. Bartlett DJ, Palisano RJ. A multivariate model of determinants of motor change for children with cerebral palsy. *Phys Ther*. 2000;80(6):598-614. doi: 10.1093/ptj/80.6.598
21. Chen CL, Lin KC, Wu CY, Ke JY, Wang CJ, Chen CY. Relationships of muscle strength and bone mineral density in ambulatory children with cerebral palsy. *Osteoporos Int*. 2012;23(2):715-21. doi:10.1007/s00198-011-1581-6
22. Russell DJ, Avery LM, Rosenbaum PL, Raina PS, Walter SD, Palisano RJ. Improved scaling of the Gross Motor Function Measure for children with cerebral palsy: evidence of reliability and validity. *Phys Ther*. 2000;80(9):873-85. doi: 10.1093/ptj/80.9.873
23. Dodd KJ, Taylor NF, Graham HK. A randomized clinical trial of strength training in young people with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2003;45(10):652-7. doi: 10.1017/S0012162203001221
24. Taylor NF, Dodd KJ, Baker RJ, Willoughby K, Thomason P, Graham HK. Progressive resistance training and mobility related function in young people with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Dev Med Child Neurol*. 2013;55(9):806-12. doi: 10.1111/dmcn.12190
25. Ryan JM, Cassidy EE, Noorduyn SG, O'Connell NE. Exercise interventions for cerebral palsy. *Cochrane Database Syst Rev*. 2017;6:CD011660. doi: 10.1002/14651858.CD011660.pub2
26. Verschuren O, Ada L, Maltais DB, Gorter JW, Scianni A, Ketelaar M. Muscle strengthening in children and adolescents with spastic cerebral palsy: considerations and future resistance training protocols. *Phys Ther*. 2011;91(7):1130-9. doi: 10.2522/ptj.20100356