

IMPLICAÇÕES BIOMECÂNICAS DECORRENTES DA OBESIDADE INFANTIL: REVISÃO SISTEMÁTICA

BIOMECHANICAL IMPLICATIONS ARISING FROM CHILD OBESITY: SYSTEMATIC REVIEW

Jenifer Sarine S de Souza¹, Mayana de Azevedo Bião de Souza²

1. Acadêmico do Curso de Fisioterapia da Bahiana – Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Bahia, Brasil. ORCID: 0000-0002-0831-9353
2. Graduada em Fisioterapia pela Universidade Católica de Salvador, Especialista em Fisioterapia em Neonatologia e Pediatria pela Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública, Mestre em Tecnologias em Saúde pela Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública e Doutoranda em Medicina e Saúde Humana. ORCID: 0000-0002-9298-4961

Autor para correspondência: jenifersouza19.1@bahiana.edu.br

RESUMO

Introdução: A obesidade em crianças e adolescentes favorece o desenvolvimento de comorbidades que comprometem diversos sistemas do corpo, dentre eles, destaca-se os distúrbios musculoesqueléticos. A identificação desses contribui para intervir precocemente, assim como para preveni-los e alertar para as consequências relacionadas ao sobrepeso e obesidade, minimizando danos futuros. **Objetivo:** Identificar as implicações biomecânicas decorrentes da obesidade infantil. **Metodologia:** Trata-se de um estudo de revisão sistemática. As bases de dados para realização da pesquisa eletrônica foram PubMed, SciELO e LILACS, no período de abril a agosto de 2022 e a estratégia de busca foi baseada no modelo PICO. A análise metodológica dos ensaios clínicos foi realizada pela escala Physiotherapy Evidence Database (PEDro). Foram incluídos artigos originais publicados na língua inglesa e portuguesa, publicados entre 2001 a 2020, que abordavam sobre os distúrbios biomecânicos decorrentes da obesidade infantil. Excluídos aqueles que tratavam de estudos experimentais, com resultados em animais e artigos duplicados nas bases de dados. **Resultados:** Foram identificados um total de 1098 artigos que abordavam sobre o tema, desses, 671 excluídos por estarem duplicados nas bases de dados, 355 pelo título e resumo, 57 após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 15 estudos foram incluídos. Há uma correlação entre o aumento do IMC e problemas musculoesqueléticos, principalmente nos membros inferiores, além de maior frequência de alterações posturais. **Considerações finais:** O excesso de peso infantil está associado a alterações estruturais, com implicações na biomecânica, principalmente em membros inferiores.

Palavras-chave: Crianças, Adolescentes, Obesidade, Biomecânico, Musculoesqueléticas.

Abstract

Introduction: Obesity in children and adolescents favors the development of comorbidities that compromise several body systems, among them, musculoskeletal disorders. The identification of these contributes to intervene early, as well as to prevent them and alert to the consequences related to overweight and obesity, minimizing future damage. **Objective:** To identify the biomechanical implications resulting from childhood obesity. **Methodology:** This is a systematic review study. The databases for conducting the electronic search were PubMed, SciELO and LILACS, from April to August 2022 and the search strategy was based on the PICO model. Methodological analysis of clinical trials was performed using the Physiotherapy Evidence Database (PEDro) scale. Original articles published in English and Portuguese, published between 2001 and 2020, which addressed the biomechanical disorders resulting from childhood obesity, were included. Those dealing with experimental studies, with results in animals and duplicate articles in the databases were excluded. **Results:** A total of 1098 articles were identified that addressed the subject, of which 671 were excluded because they were duplicated in the databases, 355 by title and abstract, 57 after applying the inclusion and exclusion criteria, 15 studies were included. There is a correlation between increased BMI and musculoskeletal problems, especially in the lower limbs, in addition to a higher frequency of postural changes **Final considerations:** Excess weight in children is associated with structural changes, with implications for biomechanics, especially in the lower limbs.

Keywords: Children, Adolescents, Obesity, Biomechanical, Musculoskeletal.

INTRODUÇÃO

A obesidade, de acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), é definida como o excesso de gordura no corpo, com risco à saúde, devido a uma ingestão calórica maior àquela necessária a manutenção do organismo, o que ocasiona um desequilíbrio energético¹. Para classificar o sobrepeso, a medida mais usada é o índice de massa corporal (IMC), calculado a partir da divisão do peso de uma pessoa em quilogramas pelo quadrado de sua altura em metros (kg/m^2)^{1,2,3}. O IMC elevado aumenta o risco para desenvolver doenças não transmissíveis como as cardiovasculares, diabetes, distúrbios musculoesqueléticos, dentre outras¹.

No que concerne às crianças e adolescentes, a obesidade é descrita baseando-se na referência de crescimento da OMS para essa população na fase escolar, considerando para idade e sexo como sobrepeso igual a 1 desvio padrão do IMC e obeso, 2 desvios padrão². Resulta da interação entre fatores genéticos, comportamentais e ambientais⁴ e está relacionada ao desenvolvimento de

incapacidades e permanência da obesidade na idade adulta e maior risco de óbito precoce^{1,2}. O Ministério da Saúde refere que, no Brasil, a estimativa é que 6,4 milhões de crianças tenham excesso de peso e 3,1 milhões apresentam obesidade⁴.

O excesso de peso infantil é considerado um problema social², atribuída principalmente a hábitos alimentares não saudáveis e tendência a níveis menores de atividade física, decorrentes da ingestão de alimentos ricos em gordura e açúcares, das formas de lazer mais sedentárias, mudança nos meios de locomoção e aumento da urbanização^{1,2,4}, que foi intensificada pela pandemia da COVID-19⁴. Um estudo descreve que durante 5 meses de quarentena crianças, com peso normal, passaram a ser obesas ou com sobrepeso, apresentando uma porcentagem aumentada de 27,5% para 44,8% de massa corporal⁵. Assim, passam a ter um potencial para comprometer a condição física, bem-estar social e emocional e autoestima das crianças, assim como um menor desempenho acadêmico⁶.

Dentre as diversas complicações ligadas à obesidade na infância e adolescência, há o comprometimento do aparelho locomotor tanto a nível estrutural como funcional⁷. Os distúrbios musculoesqueléticos estão entre as principais consequências^{1,2}, com ênfase para osteoartrite⁸. Além de alterações no formato do pé, diminuição do equilíbrio, funcionalidade e amplitude de movimento, quando comparado aos eutróficos⁹. Nesse contexto, este trabalho objetiva identificar as implicações biomecânicas decorrentes da obesidade infantil, a fim de promover uma conscientização acerca dessa condição, como também formas de prevenir, minimizando danos musculoesqueléticos e biomecânicos ao desenvolvimento infantil.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de revisão sistemática, no protocolo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA)¹⁰, no decorrer dos anos de 2021 e 2022, sobre as implicações biomecânicas em decorrência da obesidade infantil. A fim de guiar a busca foi estabelecido a estratégia PICO e PECO com *Population* relacionado a crianças obesas, *Intervention/Exposição* à obesidade, *Control* crianças com peso adequado e *Outcome* implicações biomecânicas.

As bases de dados para realização da pesquisa eletrônica foi a U.S National Library of Medicine (PubMed), Scientific Electronic Library Online (SciELO), Literatura Latino-americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS). Os descritores foram utilizados na língua portuguesa e inglesa, de acordo com a base de dados, sendo os seguintes Descritores em Ciência da Saúde (DeCS): Obesidade, Crianças, Distúrbios e Biomecânica com seus correlatos em inglês: Obesity, children, disturbances e biomechanics. No *Medical Subject Headings* (MeSH) foram utilizados os seguintes termos: “biomechanical disorders”, “Obesity”, “Children” e “systematicreview”. A estratégia de busca eletrônica foi organizada utilizando os operadores booleanos “OR” e “AND” na base de dados Pubmed da seguinte forma: ((Implications) OR (dysfunction)) AND (Biomechanics)) OR (skeletal muscle)) AND (obesity)) OR (adiposity)) AND (((child) OR (Children)) OR (kid))).

Em relação aos critérios de elegibilidade dos estudos, foram incluídos artigos originais publicados na língua inglesa e portuguesa, que abordavam sobre os distúrbios biomecânicos decorrentes da obesidade infantil. Excluídos aqueles que tratavam de estudos experimentais com resultados em animais e artigos duplicados nas bases de dados, incluído apenas um.

A busca dos artigos foi realizada por dois revisores de forma independente, através da estratégia de busca definida. A seleção se iniciou pela leitura dos títulos, resumos e critérios de inclusão, excluindo os duplicados. Em seguida, os artigos selecionados foram lidos na íntegra e analisados.

Os ensaios clínicos selecionados foram avaliados pela escala Physiotherapy Evidence Database (PEDro)¹¹ que avalia a qualidade metodológica de ensaios clínicos por meio de 11 itens preestabelecidos, com escores de 0 a 10. Para a avaliação da qualidade metodológica dos estudos transversais, foi utilizada a escala Newcastle-Ottawa¹², por meio de 9 itens preestabelecidos. Após a seleção, os resultados foram extraídos e dispostos em quadros para análise.

RESULTADOS

A busca nas bases de dados PubMed, SciELO e LILACS resultou em 1098 artigos que abordam, de acordo com o desfecho, “implicações biomecânicas”

publicados entre 2001 e 2020. Foram excluídos 1083 artigos: 671 por estarem duplicados nas bases de dados, 355 pelo título e resumo, 57 após aplicação dos critérios de elegibilidade; assim 16 estudos foram selecionados para a presente revisão sistemática (**Figura 1**).

Em seguida, a qualidade metodológica dos ensaios clínicos foi analisada através da escala PEDro, com exclusão de um estudo devido à baixa qualidade (score menor que 3). Nos estudos transversais, através da escala Newcastle Ottawa, com a variação dos escores de 7 a 9 pontos, nenhum foi excluído. Dessa forma, a seleção resultou em 15 estudos incluídos para essa revisão sistemática. As características desses estão descritas na **Tabela 1**.

Figura 1- Fluxograma da seleção dos estudos da revisão sistemática sobre implicações biomecânicas decorrentes da obesidade infantil, 2022

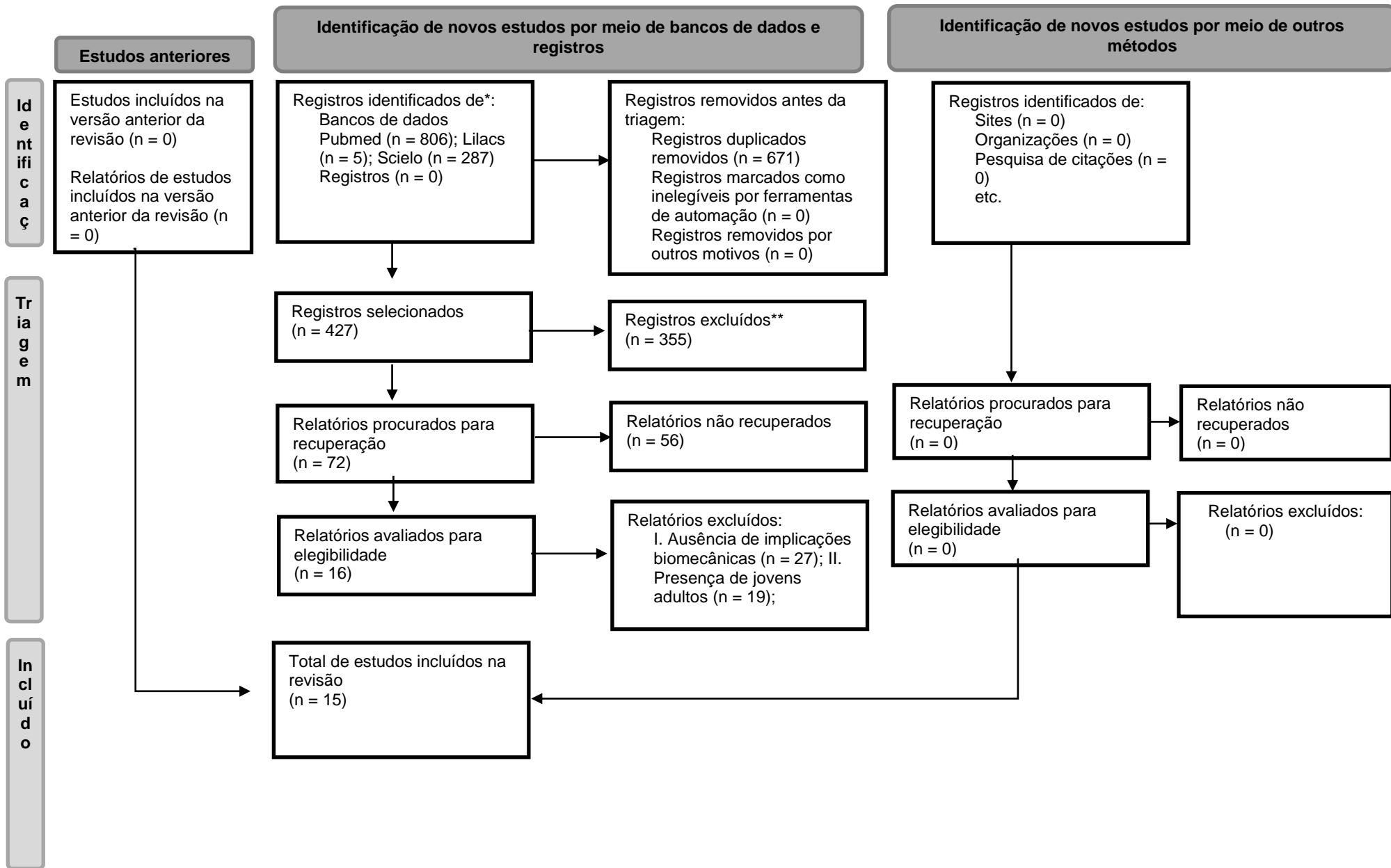


Tabela 1 - Características dos estudos incluídos na revisão sistemática sobre implicações biomecânicas decorrentes da obesidade infantil, 2022

ARTIGO	POPULAÇÃO	MÉTODO DE AVALIAÇÃO	ALTERAÇÕES BIOMECÂNICAS
Demet Merder-Coşkun et., 2017⁹	4246 crianças	Exame Regional Pediátrico do Sistema Musculoesquelético (pREMS).	Alterações no pé plano
Ana L de Sá Pinto et.,2006¹³	49 crianças (25 meninos e 24 meninas)	Testes qui-quadrado e exato de Fisher.	Alterações na lombar, geno valgo, geno recurvatum e quadríceps tenso
Sharon Bout-Tabaku et.,2015¹⁴	155 crianças	Composição corporal DEXA e medidas de alinhamento do joelho.	Alteração do alinhamento do joelho
Essraa A. Bataweel, Alaa I. Ibrahim, 2020¹⁵	150 crianças	Sistema de equilíbrio Biodex e o teste validado de sustentação de peso (WBLT)	Alteração do equilíbrio e da flexibilidade
Mariana Vieira Batista et.,2006¹⁶	1039 crianças	Nordic Musculoskeletal Questionnaire – QNSO e o Software de Avaliação Postural (PAS/ SAPo)	Alteração da postura e dor musculoesquelética
Larissa Rosa da Silva et., 2011¹⁷	33 crianças e adolescentes (16 meninos e 17 meninas)	IMC, avaliação da dor e fotometria	Alterações posturais
Julie Nantel et., 2006¹⁸	20 crianças	Modelo Polygon Plug-in Gait (VICON; Oxford Metrics Limited), câmeras optoeletrônicas (VI-CON; Oxford Metrics Limited), plataformas de força embarcadas (AMTI, modelo OR6 –5; Advanced Mechanical Technology)	Modificação do padrão da marcha
Sarah P. Shultz et., 2014¹⁹	40 crianças	Sistema de análise de movimento de onze câmeras (Vicon Nexus 1.8.2, Vicon Motion Systems, Ltd., Oxford,	Alteração do alinhamento articular estático.

Reino Unido).

Ryan Mahaffey et. , 2016 ²⁰	55 meninos	Gordura corporal medida pela pletismografia de deslocamento de ar e a análise tridimensional da marcha pelo Vicon Motion Systems (modelo 3DFoot).	Movimento do segmento do pé ao longo de todo o ciclo da marcha.
M. Adoración Villarroya et., 2008 ²¹	245 crianças (130 meninos e 115 meninas)	Índice de Chippaux-Smirak e o ângulo da pegada.	Alteração da estrutura do pé
Karen J. Mickle et., 2006 ²²	19 crianças (5 meninos e 14 meninas)	IMC, Antropômetro, fita métrica de metal, quadrado combinado e um estribo sob medida.	Estrutura externa e a altura do arco dos pés de cada criança.
Sarah P. Shultz et., 2012 ²³	20 crianças (14 meninos e 6 meninas)	Índice Temple University School of Podiatric Medicine, a relação antepé-rearfoot e o goniômetro (Fred Sammons Inc, Bissell Healthcare Corp, Brookfield, Illinois).	Altura do arco plantar, alinhamento do pé e dorsiflexão do tornozelo
Dowling AM et. 2001 ²⁴	13 crianças pré-púberes (7 meninas e 6 meninos)	IMC, pedógrafo Productos Suavepie,	Padrões de pressão plantar
Dowling AM et. 2004 ²⁵	10 crianças (4 meninas e 6 meninos)	IMC e as variáveis de pico de força, área de pico e pressão de pico para o pé total foram determinadas usando o Novelsemed-SFsProgramas.	Distribuição de pressão plantar
Marjolein Krul et., 2009 ²⁶	150 crianças	Classificação Internacional de Atenção Primária (ICPC)	Alterações musculoesqueléticas no membro superior e membro inferior

Foram selecionados 7 ensaios clínicos e 8 estudos transversais, sendo todos publicados na língua inglesa. A população dos artigos foram crianças e adolescentes com idades médias que variaram entre 2 a 20 anos (**Tabela 2**). Artigos publicados entre 2001 e 2021

Tabela 2- Resultados dos estudos incluídos na revisão sistemática sobre implicações biomecânicas decorrentes da obesidade infantil, 2022

AUTOR/ANO	RESULTADOS
Demet Merder-Coşkun et. 2017⁹	O pé plano foi o problema musculoesquelético mais comum, com taxa de 23,9%. Pé plano ($p = 0,000$), tempo em pé sobre uma perna menor ($p = 0,002$), tempo para completar o timed up and go test (TUG) maior ($p = 0,004$) e subescala “felicidade” os escores do PODCI foram menores ($p = 0,000$) em crianças com sobrepeso/ obesidade.
Ana L de Sá Pinto et..2006¹³	Maior frequência de pelo menos uma manifestação osteoarticular observada em pacientes obesos (55%) em comparação com o grupo controle (23%) ($P=0,001$). Associação estatisticamente significativa também foi encontrada entre obesidade e dor lombar, geno valgo, geno recurvatum e quadríceps tenso.
Sharon Bout-Tabaku et.,2015¹⁴	Sexo feminino apresentou maior variabilidade nos valores do ângulo metafisário-diafisário e do ângulo tibiofemoral anterior ($p <0,001$ e $p = 0,04$, respectivamente) em escores Z de IMC mais altos. Em comparação com controles de peso saudáveis, os indivíduos obesos apresentaram menos valgo do MDA antes do início da puberdade ($+ 2,0^\circ$; $p = 0,001$).
Essraa A. Bataweel, Alaa I. Ibrahim, 2020¹⁵	Todos os índices de estabilidade (sistema de equilíbrio e flexibilidade dos músculos) foram significativamente prejudicados em crianças com obesidade ($P \leq 0,05$). Em termos de flexibilidade musculoesquelética, menor nessas crianças ($P = 0,01$).
Mariana Vieira Batistão et.,2006¹⁶	Avaliação postural mostrou maior ângulo de valgo do joelho, maior incidência de cifose torácica e maior prevalência de hiperlordose lombar em alunos com sobrepeso e obesidade ($p \leq 0,05$).
Larissa Rosa da Silva et., 2011¹⁷	Os meninos obesos apresentaram maiores alterações posturais do que os não-obesos na região do joelho ($p < 0,01$). Entre as meninas, não houve diferença para nenhuma das regiões. A frequência de dor nas meninas obesas foi significativamente maior do que nas não-obesas ($p < 0,05$).
Julie Nantel et., 2006¹⁸	Queda significativa ($p < 0,01$) na duração do suporte único no grupo obeso. Crianças obesas são mecanicamente menos eficientes na transferência de energia entre as fases excêntrica (H2) e concêntrica

(H3) no quadril.

Sarah P. Shultz et., 2014¹⁹

Crianças obesas apresentaram maior pico de extensão de joelho e quadril durante a marcha ($P = 0,06$).

Ryan Mahaffey et., 2016²⁰

Maior altura e maior distância do passo foram positivamente associados à eversão do mediopé em relação ao calcâneo ao longo do ciclo da marcha. A regressão de modelo misto confirmou a associação significativa entre gordura corporal_{linear} e duração da fase de apoio_{linear} com PC1 ($F = 7,35, p = .009$ e $F = 23.71, p < .000$ para gordura corporal_{linear} e duração da fase de apoio_{linear} respectivamente).

M. Adoración Villarroya et., 2008²¹

Comparação entre os grupos mostrou uma diminuição do ângulo do pé ($p < 0,01$) e um aumento do índice de Chippaux-Smirak ($p < 0,01$) com peso crescente associado a um arco longitudinal medial mais baixo. Correlação baixa, mas significativa ($p < 0,0001$) foi encontrado entre o z-score IMC e os parâmetros da pegada.

Karen J. Mickle et., 2006²²

Crianças com sobrepeso/obesidade apresentaram altura do arco plantar significativamente menor em comparação as crianças sem excesso de peso ($p = 0,04$)

Sarah P. Shultz et., 2012²³

Testes revelaram diferenças significativas entre os grupos para dorsiflexão ativa do tornozelo ($p < 0,001$) e queda do arco ($p < 0,001$) e uma tendência para diferenças na relação do índice de rigidez do arco ($p < 0,001$). Os participantes obesos tiveram 33% menos dorsiflexão ativa do tornozelo e tiveram queda do arco 76% maior e índice de rigidez do arco 3% menor.

Dowling AM et. 2001²⁴

O pico médio de pressão dinâmica do antepé gerado pelos indivíduos obesos foram significativamente maiores, ($p < 0,001$).

Dowling AM et. 2004²⁵

O valor do IMC calculado para as crianças obesas ($25,873,8 \text{ kgm}^{-2}$) foi significativa. As variáveis de pico de força, área de pico e pressão de pico para o pé total foi significativo ($P > 0,05$) principal efeito do grupo (obesovsnão obeso). Apesar de distribuir essas forças mais altas em uma área do pé significativamente maior ao caminhar, as crianças obesas experimentaram pressões plantares.

Marjolein Krul et., 2009²⁶

Crianças com sobrepeso e obesidade em ambas as faixas etárias relataram significativamente mais problemas musculoesqueléticos nos membros superiores e inferiores (OR = 1,86; IC 95%, 1,18-2,93; e OR = 1,69; IC 95%, 1,08-2,65 , respectivamente) do que crianças com peso

normal.

A **Tabela 3** mostra os ensaios clínicos que cumpriram os critérios de inclusão, avaliados quanto à qualidade metodológica segundo a Escala PEDro, com a exclusão do estudo que teve escore menor que três pontos. Quanto a qualidade metodológica dos estudos transversais, através da escala Newcastle Ottawa, todos foram incluídos por estarem com escore entre 7 a 9 pontos. (**Tabela 4**).

Tabela 3 – Qualidade metodológica dos ensaios clínico - Escala PEDro

Escala PEDro/ Autor	Ryan mahaffe y et. (2018)	Larissa rosa da silva et. (2011) ¹⁶	Julie nantel et. (2006) ¹⁷	Ryan mahaffey et. (2016) ¹⁹	Karen j. Mickle et. (2006) ²¹	Sarah p. Shultz et. (2012) ²²	Owling am et. (2001) ²³	Dowling am et. (2004) ²⁴
1. Especificação dos critérios de inclusão	X	X	X	X	X	X	X	X
2. alocação aleatória								
3. sigilo na alocação								X
4. similaridade dos grupos na fase inicial ou basal				X			X	X
5. Cegamento dos sujeitos								X
6. Cegamento dos terapeutas							X	
7. Cegamento dos avaliadores							X	
8. Medida de pelo menos um desfecho primário em 85% dos sujeitos alocados			X	X	X	X	X	X
9. Análise de intenção de tratamento		X	X	X	X	X	X	X
10. Comparação de inter-grupos de pelo menos um desfecho primário		X	X	X	X	X	X	X
11. Medidas de precisão e variabilidade	X	X		X	X	X	X	X
Total	2	4	4	6	5	5	7	8

Tabela 4 – Qualidade metodológica dos estudos transversais

Autor	Critérios de seleção			Critérios de comparabilidade	Critérios de desfecho			Total	
	Representatividade da coorte (X)*	Seleção da coorte não exposta (X)*	Determinação da exposição (X)*	Desfecho de interesse não estava presente no início do estudo (X)*	Comparabilidade da coorte baseada no desenho do estudo ou análise (X)**	Determinação do desfecho (X)*	O seguimento foi suficiente para ocorrência dos desfechos (X)*		Adequação de acompanhamento das coortes (X)*
Demet Merder Coşkun et. 2017 ⁸	X	X	X	X	X	X	X	X	8
Ana L de Sá Pinto et. 2006 ¹²	X	X	X	X	X X	X	X	X	9
Sharon Bout-Tabaku et. 2015 ¹³	X		X		X X	X	X		6
Essraa A. Bataweel, Alaa I. Ibrahim 2020 ¹⁴	X	X	X	X	X X	X	X	X	9
Mariana Vieira Batista et. 2014 ¹⁵	X	X	X	X	X	X	X		7
Sarah P. Shultz et. 2014 ¹⁸	X	X	X	X	X	X	X	X	8
M. Adoración Villarroya et. 2008 ²⁰	X	X	X	X	X X	X	X	X	9
Marjolein Krul et. 2009 ²⁵	X	X		X	X X	X	X		7

Legenda: cada “X” é uma pontuação

DISCUSSÃO

O presente estudo verificou que crianças obesas podem apresentar diversas alterações estruturais, principalmente nos membros inferiores (MMII), constituindo-se em um desafio para um adequado alinhamento biomecânico²⁶. Em decorrência do excesso de peso, há um desalinhamento postural, o que pode levar a diversas alterações na função e estrutura dos MMII, tais como modificações estruturais nos pés, aumento da pressão plantar, desalinhamento do joelho e falta de equilíbrio e flexibilidade²⁶.

Variações fisiológicas na angulação do joelho ocorrem em crianças saudáveis, modificando-se de acordo com a faixa etária²⁷. Estas se caracterizam por valgismo com 1 ano, atingindo o máximo aos 4 anos de vida²⁷. O joelho em valgo diminui de 4 a 6 anos, com a angulação se estabilizando a partir desta idade²⁷.

Como a estrutura óssea se remodela a carga exercida sobre a mesma¹³, estudos evidenciam o desenvolvimento de alterações no alinhamento dos joelhos em decorrência do excesso de peso^{13, 14, 16, 17, 19}. Ao comparar crianças com IMC acima do percentil 95 com aquelas abaixo do percentil 80, Sá Pinto et al verificaram associação estatisticamente significativa entre obesidade e genu valgo e recurvatum, além de tensão em quadríceps¹³.

Em concordância, estudo descreve maior ângulo de valgo do joelho em indivíduos na fase escolar com sobrepeso e obesidade¹⁷, em relação aos eutróficos. Sharon Bout-Tabaku et al referiram que o aumento do IMC modifica o alinhamento do joelho em crianças, com prejuízo nas referidas estruturas, causando dor¹⁴. Além de genu valgo significativamente maior nas obesas, principalmente no sexo feminino¹⁴. Como osso e cartilagem articular respondem às forças mecânicas e podem ser remodelados em resposta a carga durante o desenvolvimento²⁹, observa-se maior variabilidade no alinhamento do joelho associada à obesidade.

Além do maior ângulo de valgo do joelho, a postura também pode ser comprometida pelo excesso de peso¹⁶. Ao realizar a avaliação postural entre estudantes eutróficos, com sobrepeso e obesos, autores identificaram maior prevalência de cifose torácica e hiperlordose lombar entre os que apresentavam excesso de peso¹⁵. Essas alterações posturais podem ser explicadas devido ao maior volume de gordura abdominal e deslocamento anterior do centro de gravidade³⁰.

O comprometimento em MMII relacionado ao sobrepeso e obesidade pode impactar no equilíbrio postural e flexibilidade musculoesquelética¹⁵. Estes, ao serem avaliados em escolares de 6 a 11 anos, verificou-se prejuízo do primeiro em crianças obesas em diferentes níveis de estabilidade e em todos os planos¹⁵. Em relação ao segundo, foi observado menor flexibilidade, principalmente nos músculos da panturrilha, comparado com as eutróficas¹⁵.

Alteração postural e do equilíbrio pode afetar a marcha quando associada a obesidade. As crianças obesas tendem a reduzir a fase de apoio único e tendem a ficar mais tempo na fase de apoio duplo, quando comparadas com os não obesos. Isso acontece para garantir uma melhor adaptação do equilíbrio a fim de melhorar estabilidade¹⁸, gerando menos energia durante a marcha¹⁹. A tentativa de

organização do equilíbrio promove desalinhamento dos planos frontal e transversal, fazendo com os pés e os joelhos se afastem mantendo uma posição de valgo dos joelhos¹⁹ e pés em eversão²⁰. As crianças obesas podem apresentar uma diminuição do arco levando a um aumento da pressão plantar durante a marcha²⁰.

As alterações estruturais com pegadas mais amplas relacionadas ao pé plano podem ser influenciadas negativamente pelo excesso de peso, levando à incapacidade funcional^{21, 22}. Estudos classificaram o pé plano quando as crianças apresentam um alinhamento varo do antepé e retropé e um alinhamento em valgo com o apoio do calcâneo²³. Quando o arco longitudinal medial do pé é baixo e há uma correlação com a pronação subtalar, causa um aumento da pressão plantar²³.

Crianças com pé plano têm como consequência o aumento da área de contato do pé, causada pelo aumento de massa corporal²⁴. As obesas geram picos maiores de força ao caminhar²⁴ devido a presença de uma pequena massa de gordura localizada no arco longitudinal medial. A pressão plantar pode apresentar deformidades estruturais no pé²⁵. Entretanto, fatores a serem considerados inclui a hiperfrouxidão ligamentar, que é mais frequente na idade menor que sete anos nas crianças que possuem pé plano²⁸, sendo assim, o pé não necessita do excesso de peso para se tornar plano.

Nesse contexto, estudos mostraram uma correlação entre o aumento do IMC e problemas musculoesqueléticos⁹, principalmente nos membros inferiores, além de maior frequência de alterações posturais. Além disso, em crianças com excesso de peso, os problemas no tornozelo e no pé são significativamente mais comuns em comparação com crianças com peso normal²⁶. O mesmo estudo mostrou que uma associação entre o excesso de peso e o baixo condicionamento físico resultam no aumento de problemas musculoesqueléticos²⁶. Como limitação, todos os estudos encontrados abordavam as implicações biomecânicas em uma faixa etária ampla, com idades entre 6 até 17 anos, sem especificar a alteração mais prevalente em cada idade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Implicações estruturais em crianças estão associadas ao aumento de peso, medida pelo IMC. Essa relação ocorre principalmente nos membros inferiores, com conseqüente problemas no joelho, tornozelo e pé, que são os mais afetados e levam a comprometimento no equilíbrio e na postura. No entanto, o excesso de gordura é considerado um fator principal para desenvolver alterações estruturais e posturais. Sugere-se que novos estudos sejam desenvolvidos para comparar e identificar as implicações biomecânicas que decorrem da obesidade ou de uma condição congênita.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization (Who) [Internet]. Obesity and Overweight. Fact sheet, 2021. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
2. World Health Organization (WHO) [Internet]. Noncommunicable diseases: Childhood overweight and obesity. Questions and answers, 2020. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/noncommunicable-diseases-childhood-overweight-and-obesity>
3. BRASIL. Ministério da Saúde. Biblioteca Virtual em Saúde. Obesidade. 2009. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/obesidade-18/>
4. BRASIL. Ministério da Saúde. Obesidade infantil afeta 3,1 milhões de crianças menores de 10 anos no Brasil. [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2021-1/junho/obesidade-infantil-afeta-3-1-milhoes-de-criancas-menores-de-10-anos-no-brasil>
5. BRAZENDALE, Keith; GARCIA, Jeanette; HUNT, Ethan T.; BLANKENSHIP, Michael; EISENSTEIN, Daniel; LEON, Ana. Preliminary Evidence of Children's Weight Gain From 5 Months of Home Quarantine During the COVID-19 Pandemic. *American Journal Of Lifestyle Medicine*, [S.L.], v. 16, n. 2, p. 197-202, 3 abr. 2021. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/15598276211006657>.
6. Sahoo K, Sahoo B, Choudhury AK, Sofi NY, Kumar R, Bhadoria AS. Childhood obesity: causes and consequences. *J Family Med Prim Care*. 2015 Apr-Jun;4(2):187-92. Doi: 10.4103/2249-4863.154628
7. Chan G, Chen CT. Musculoskeletal effects of obesity. *Curr Opin Pediatr* [Internet]. 2009 Feb [cited 2022 Sep 30];21(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19242242/>
8. Runhaar J, Koes BW, Clockaerts S, Bierma-Zeinstra SM. A systematic review on changed biomechanics of lower extremities in obese individuals: a possible role in development of osteoarthritis. *Obes Rev* [Internet]. 2011 Dec [cited 2022 Sep 30];12(12). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21812903/>
9. Merder-Coşkun D, Uzuner A, Keniş-Coşkun Ö, Çelenlioğlu AE, Akman M, Karadağ-Saygı E. Relationship between obesity and musculoskeletal system findings among children and adolescents. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2017 Jun;63(3):207 Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31453456/>.
10. PRISMA [Internet]. [cited 2022 Oct 3]. Available from: <https://prisma-statement.org/>
11. Escala [Internet]. PEDro. 2016 [cited 2022 Oct 3]. Available from: <https://staging-pedro.neura.edu.au/portuguese/resources/pedro-scale/>
12. Ottawa Hospital Research Institute [Internet]. [cited 2022 Oct 3]. Available from: https://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp

13. Sá Pinto AL, de Barros Holanda PM, Radu AS, Villares SM, Lima FR. Musculoskeletal findings in obese children. *J Paediatr Child Health* [Internet]. 2006 Jun [cited 2022 Oct 3];42(6). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16737474/> ¹³
14. Bout-Tabaku S, Shults J, Zemel BS, Leonard MB, Berkowitz RI, Stettler N, et al. Obesity is associated with greater valgus knee alignment in pubertal children, and higher body mass index is associated with greater variability in knee alignment in girls. *J Rheumatol* [Internet]. 2015 Jan [cited 2022 Oct 3];42(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25362652/> ¹⁴
15. Bataweel EA, Ibrahim AI. Balance and musculoskeletal flexibility in children with obesity: a cross-sectional study. *Ann Saudi Med* [Internet]. 2020 Mar [cited 2022 Oct 3];40(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32241174/> ¹⁵
16. Batistão MV, Carnaz L, Barbosa LF, Motta GC da, Sato T de O. Posture and musculoskeletal pain in eutrophic, overweighted, and obese students. A cross-sectional study. *Motriz: rev educ fis*. 2014;20(2):192–9. ¹⁶
17. Silva LR da, Felix Rodacki AL, Brandalize M, Lopes M de FA, Bento PCB, Leite N. Alterações posturais em crianças e adolescentes obesos e não-obesos. *Rev bras cineantropom desempenho hum*. 2011 Dec;13(6):448–54. ¹⁷
18. Nantel J, Brochu M, Prince F. Locomotor strategies in obese and non-obese children. *Obesity* [Internet]. 2006 Oct [cited 2022 Oct 3];14(10). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17062809/> ¹⁸
19. Shultz SP, D'Hondt E, Fink PW, Lenoir M, Hills AP. The effects of pediatric obesity on dynamic joint malalignment during gait. *Clin Biomech* [Internet]. 2014 Aug [cited 2022 Oct 3];29(7). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24889987/> ¹⁹
20. Mahaffey R, Morrison SC, Bassett P, Drechsler WI, Cramp MC. The impact of body fat on three dimensional motion of the paediatric foot during walking. *Gait Posture* [Internet]. 2016 Feb [cited 2022 Oct 3];44. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27004650/> ²⁰
21. Adoración VM, Manuel EJ, Tomás C, Buenafé A, Moreno L. Foot structure in overweight and obese children. *Int J Pediatr Obes* [Internet]. 2008 [cited 2022 Oct 3];3(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17852546/> ²¹
22. Mickle KJ, Steele JR, Munro BJ. The feet of overweight and obese young children: are they flat or fat? *Obesity* [Internet]. 2006 Nov [cited 2022 Oct 3];14(11). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17135610/> ²²
23. Shultz SP, Sitler MR, Tierney RT, Hillstrom HJ, Song J. Consequences of pediatric obesity on the foot and ankle complex. *J Am Podiatr Med Assoc* [Internet]. 2012 Jan [cited 2022 Oct 3];102(1). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22232315/> ²³
14. Dowling AM, Steele JR, Baur LA. Does obesity influence foot structure and plantar pressure patterns in prepubescent children? *Int J Obes Relat Metab Disord* [Internet]. 2001 Jun [cited 2022 Oct 3];25(6). Available from:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11439299/> ²⁴

25. Dowling AM, Steele JR, Baur LA. What are the effects of obesity in children on plantar pressure distributions? *Int J Obes Relat Metab Disord* [Internet]. 2004 Nov [cited 2022 Oct 3];28(11). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15303103/> ²⁵
26. Krul M, van der Wouden JC, Schellevis FG, van Suijlekom-Smit LWA, Koes BW. Musculoskeletal Problems in Overweight and Obese Children. *Ann Fam Med*. 2009 Jul;7(4):352. ²⁶
27. Volpon J. Modificações fisiológicas e patológicas do joelho durante o crescimento. *Rev Bras Ortop* [Internet]. 1995 [cited 2022 Oct 31];30(1/2). Available from: <https://www.rbo.org.br/detalhes/720/pt-BR/modificacoes-fisiologicas-e-patologicas-do-joelho-durante-o-crescimento> ²⁷
28. Falotico GG, Uyeda MT de L, Romão RAL, Freitas ASP de, Blumetti FC, Dobashi ET, et al. Frouxidão ligamentar e pé plano em crianças normais. *Rev bras ortop*. 2010 Dec;45:25–30.
29. Jones G, Ding C, Glisson M, Hynes K, Ma D, Cicuttini F. Knee articular cartilage development in children: a longitudinal study of the effect of sex, growth, body composition, and physical activity. *Pediatr Res* [Internet]. 2003 Aug [cited 2022 Nov 17];54(2). Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12736391/>
30. Arruda MF. Análise postural computadorizada de alterações musculoesqueléticas decorrentes do sobrepeso em escolares. *Motriz. Journal of Physical Education. UNESP*. 2009 Available from: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/motriz/article/view/1298/226>