

## IMPLICAÇÕES ORTOPÉDICAS DA OBESIDADE NA IDADE PEDIÁTRICA

## ORTHOPAEDIC IMPLICATIONS OF OBESITY IN THE PAEDIATRIC AGE GROUP

Nuno Alegrete, João Filipe Figueiredo  
Serviço de Ortopedia, Hospital de São João  
Faculdade de Medicina da Universidade do Porto  
*Acta Paediatr Port 2014;45:295-301*

## ABSTRACT

The various orthopaedic complications of obesity and overweight can affect all age groups. However, some consequences are exclusive to children, ranging from minor musculoskeletal differences of unknown significance to major anomalies such as slipped capital femoral epiphysis (SCFE) and Blount's disease. The objective of this work was to conduct a literature review on the orthopaedic implications of obesity for the growing musculoskeletal system. A literature search using the terms "orthopedics" and "pediatric obesity" was performed in PubMed covering the last 15 years. Of the 63 articles found in the search, all abstracts were read and 43 articles containing the most relevant information on the topic were selected. It was noted that orthopaedic complications can be divided into minor complications, of unknown significance, and major complications such as fractures, SCFE, and Blount's disease.

**Keywords:** Paediatric obesity; Orthopaedics.

## RESUMO

As várias complicações ortopédicas derivadas da obesidade e do excesso de peso podem afetar todos os grupos etários. No entanto, algumas consequências são exclusivas de crianças – desde pequenas diferenças músculo-esqueléticas de significado desconhecido, até grandes anomalias como epifisiólise femoral proximal e a doença de Blount. O objetivo deste trabalho foi realizar uma revisão bibliográfica sobre as implicações ortopédicas da obesidade no sistema músculo-esquelético em crescimento. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica na Pubmed referente aos últimos 15 anos utilizando as palavras "ortopedia", "obesidade pediátrica", "pediatric obesity" e "orthopaedic". Dos 63 artigos resultantes da pesquisa, foi realizada uma leitura de todos os resumos, tendo sido selecionados 43 artigos, que continham informação mais relevante acerca do tema. As complicações ortopédicas podem dividir-se em complicações *minor*, de significado desconhecido, e em complicações *major*, como fraturas, epifisiólise femoral proximal e doença de Blount.

**Palavras-chave:** Obesidade pediátrica; Ortopedia.

## INTRODUÇÃO

A obesidade é hoje considerada uma epidemia, causando graves problemas de saúde pública e contribuindo anualmente para 2,6 milhões de mortes em todo o mundo. O crescente número de crianças obesas e com excesso de peso constitui um grave problema de saúde

pública<sup>1</sup>. Na idade pediátrica, define-se como excesso (pré-obesidade e obesidade) um índice de massa corporal (IMC) para a idade (IMC-idade) igual ou superior a +1 desvio padrão (DP) da mediana de referência, equivalente ao percentil (p) 85 e coincidente com o IMC de 25 kg/m<sup>2</sup> na idade adulta. Igualmente, o IMC-idade igual ou superior a +2DP (equivalente ao p97), coincidente aos 19 anos com o IMC de 30 kg/m<sup>2</sup> é considerado o ponto de corte para obesidade. Já o baixo peso é definido através do ponto de corte de IMC-idade igual ou inferior a -2DP<sup>2</sup>.

Nos adultos, as consequências da obesidade estão bem identificadas<sup>3</sup>. No entanto, nas crianças, o impacto da obesidade na função global e no desenvolvimento ainda não está exaustivamente estudado<sup>4</sup>.

Atualmente, 17% das crianças e adolescentes são obesos<sup>5</sup> e 15% apresentam excesso de peso<sup>6</sup>. A prevalência da obesidade tem aumentado rapidamente nos últimos anos, tornando-se uma preocupação global de saúde<sup>4,7,8</sup>. Nas crianças com idade entre 6 e 11 anos, a prevalência de obesidade evoluiu de 5% para 11% e na faixa etária dos 12 a 17 anos, a prevalência de obesidade mais do que duplicou para os rapazes (5% para 13%) e quase duplicou para as raparigas (5% para 9%)<sup>7,8</sup>, tornando a idade pediátrica o subgrupo de população em que a prevalência de obesidade mais aumentou<sup>5</sup>. Este aumento foi mais significativo entre os afro-americanos e os hispânicos<sup>9</sup>. De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), em Portugal, o excesso de peso observado foi de 37,9% e a obesidade foi de 15,3%, sendo a prevalência maior no sexo masculino (à exceção do grupo etário dos 6 anos)<sup>2</sup>. Portugal é um dos cinco países da Europa com maior prevalência de obesidade

infantil, com mais de 30% de crianças entre os 7 e 9 anos a apresentar excesso de peso e cerca de 11% a apresentar obesidade<sup>10</sup>. Nos Estados Unidos, as crianças obesas e com excesso de peso atingem os 37% da população pediátrica<sup>11</sup>, valores que atualmente são inferiores aos observados em Portugal, aspeto que também justifica o interesse desta revisão bibliográfica.

Quarenta por cento das crianças com excesso de peso vão continuar a ter aumento de peso durante a adolescência e 75 a 80% dos adolescentes obesos manter-se-ão obesos na idade adulta. Uma criança com um IMC elevado tem um alto risco de apresentar excesso de peso ou obesidade ao fim de 35 anos de vida e este risco aumenta com a idade<sup>8</sup>.

Muitas são as consequências do excesso de peso e obesidade, que podem envolver quase todos os órgãos ou sistemas<sup>8,12</sup>. Os adolescentes obesos registam aumento da morbidade, das taxas de maturação precoce, anormalidades ortopédicas no crescimento, problemas cardiovasculares, diabetes mellitus, apneia obstrutiva do sono, hipertensão arterial, esteatose e síndrome do ovário poliquístico, o que os coloca numa situação de risco para a saúde a longo prazo<sup>4,13</sup>. Foi sugerido que, no século XXI, as crianças obesas podem falecer antes dos seus pais, devido à diminuição da esperança média de vida<sup>14</sup>.

O impacto da obesidade sobre o sistema músculo-esquelético em crescimento não está totalmente compreendido<sup>4</sup>. As complicações ortopédicas do excesso de peso são, em grande parte, de natureza mecânica<sup>8</sup> e ocorrem devido ao *stress* e à tensão sobre ossos, cartilagens e articulações, que não foram concebidos para suportar o excesso de peso<sup>4,15</sup>. Mais recentemente, foi demonstrado que a obesidade afeta o sistema músculo-esquelético como um todo, interferindo no normal funcionamento do indivíduo<sup>4</sup>. Nos adultos pode ocorrer artrose<sup>16</sup>, declínio na capacidade física<sup>17</sup>, pior prognóstico após cirurgia ortopédica<sup>18</sup> e dor músculo-esquelética. Apesar da partilha de diversas destas complicações, algumas são, porém, exclusivas das crianças e adolescentes e vão desde alterações músculo-esqueléticas de significado indeterminado, até anomalias relevantes como epifisiólise femoral proximal e a doença de Blount<sup>4,15,18</sup>.

## ALTERAÇÕES SEM SIGNIFICADO PATOLÓGICO EVIDENTE

### Força muscular, mobilidade e equilíbrio

O aumento da massa corporal que se observa em crianças obesas leva a que elas adquiram determina-

das adaptações específicas para conseguirem mover o excesso de peso nas atividades do seu dia-a-dia.

Investigaram-se, em crianças pré-púberes obesas e não obesas, os efeitos da obesidade relativamente à sua força e potência. Na execução de testes de resistência absoluta do membro superior, nomeadamente o ato de puxar e empurrar, as crianças obesas mostraram possuir uma força significativamente maior do que os seus pares não obesos<sup>19</sup>. Já no funcionamento do membro inferior, ao nível do desempenho no salto em comprimento, salto vertical, corrida, subir escadas e ciclismo, estão em desvantagem<sup>19,20</sup>. Quando foram feitas adaptações para o peso corporal de adolescentes obesos verificou-se menor força extensora do joelho e flexora do cotovelo<sup>20</sup>. Afigura-se, portanto, que a obesidade é caracterizada pela diminuição relativa da força muscular. A estabilidade, o equilíbrio postural e o desempenho dos movimentos finos, foram documentados como possíveis problemas para os obesos<sup>12,21</sup>. A obesidade parece ter um impacto reduzido sobre o controlo do equilíbrio estático em condições normais, mas em situações difíceis ou inesperadas pode prejudicar o desempenho e resultar numa maior oscilação postural<sup>22</sup>, presumivelmente por alteração do contacto articular necessário para estabilizar o corpo<sup>23</sup>.

### Alinhamento dos membros inferiores e alterações na postura e na marcha

Investigou-se a relação entre peso corporal e anteversão femoral. A média do ângulo de anteversão femoral de crianças obesas foi significativamente menor do que a de crianças de peso normal, indicando que, na ausência de outras deformidades rotacionais, as crianças obesas exibem uma rotação lateral do membro inferior. Ainda não é claro se estes sinais têm significado clínico, mas foram encontrados ângulos de joelho valgo significativamente maiores em crianças com excesso de peso<sup>4,12,24</sup>, levantando-se a hipótese de que a combinação de um ligeiro desalinhamento com o excesso de peso possa resultar numa menor apetência para realização de atividades desportivas, perpetuando assim o aumento de peso ao longo do tempo<sup>12</sup>. O reconhecimento precoce da deformidade em valgo do joelho pode permitir a correção e restauração da biomecânica normal dos membros inferiores.

Encontrou-se uma maior frequência de alterações posturais como hiperlordose lombar, joelho valgo e joelho recurvado num grupo de obesos relativamente a um grupo controlo. Verificou-se que deformidades do joelho em valgo podem predispor a anormalidades cinéticas na articulação do joelho, bem como ao aumento da abdução da anca. O significado clínico destas alterações

na coluna e na estrutura dos membros inferiores continua a ser especulativo<sup>24</sup>. Sabe-se, contudo, que as crianças obesas têm tendência tanto para evitar o apoio de perna individual quanto para o apoio duplo<sup>25</sup>.

Parece claro que a obesidade produz alterações nos padrões normais da marcha. As crianças obesas exibem desvios da marcha devido ao tamanho das suas coxas. Estas adaptações acabam por resultar na sobrecarga mecânica do compartimento medial, no aumento da rotação e no balancear do joelho<sup>26</sup>.

### Estrutura do pé

Verificou-se que existem alterações antropométricas relacionadas com a maior largura, altura e volume do tornozelo, pé e dedos<sup>27</sup>. Curiosamente, não se identificaram diferenças significativas entre o comprimento dos pés das crianças obesas e não obesas. Não está claro, ainda, se as maiores dimensões do pé em obesos são representativas de um alargamento ósseo do pé, secundário a uma maior massa corporal, ou simplesmente a um aumento das dimensões dos tecidos moles devido a uma maior massa gorda, ou uma combinação de ambos. Desconhece-se ainda se o aumento do contacto do médio-pé em crianças obesas representa um aumento do risco de ferimento, uma distorção relativa da marcha devido ao aumento da adiposidade, ou um colapso “verdadeiro” do arco longitudinal medial<sup>23</sup>.

É provável que as maiores dimensões do pé se traduzam numa maior dificuldade na obtenção de calçado confortável, o que, por sua vez poderá trazer aumento da incidência de dor<sup>28</sup>. É ainda especulativo se mudanças antropométricas registadas na obesidade infantil irão evoluir para se tornarem sintomáticas dificultando a participação na atividade física<sup>23</sup>.

### Artrose

Embora seja rara nas crianças, o desenvolvimento de artrose tem sido tradicionalmente associado com a obesidade<sup>29</sup> e quando esta perdura na vida adulta pode levar ao desenvolvimento de osteoartrose, particularmente ao nível do joelho<sup>30</sup>. Existem outros fatores de risco, para além da obesidade, envolvidos no desenvolvimento de osteoartrose, nomeadamente o alinhamento articular, lesão anterior e a fraqueza muscular. Nos obesos, o mau alinhamento articular e o excesso de massa provocam um aumento do *stress* articular com posterior deterioração da articulação.

Foi determinada uma forte correlação entre um IMC elevado e o uso de próteses totais, especialmente em adultos jovens, sugerindo que o IMC elevado impõe um maior risco de artrose, especialmente no joelho e anca, mas, curiosamente, não nos tornozelos<sup>31</sup>.

## ALTERAÇÕES COM SIGNIFICADO PATOLÓGICO EVIDENTE

### Fraturas

Sabe-se que um IMC excessivo é um fator de risco independente para a ocorrência de fraturas na infância<sup>12,32</sup>, ao contrário dos adultos, nos quais a obesidade revela ter alguns efeitos protetores nomeadamente pelo aumento da densidade mineral óssea<sup>33</sup>. O aumento do peso corporal tem sido associado a um aumento de 1,7 vezes do risco de fraturas, em especial nas fraturas decorrentes de mecanismos de baixa energia<sup>34</sup>.

Embora as crianças com excesso de peso tenham uma maior densidade mineral óssea em termos absolutos<sup>7</sup>, a prevalência de fraturas foi significativamente maior do que nos casos de crianças e adolescentes de peso normal<sup>12</sup>, pois esse aumento perde efeito quando ajustado ao IMC, não sendo pois suficiente para superar as forças significativamente maiores que são geradas quando uma criança obesa cai<sup>35</sup>.

O aumento da massa corporal pode aumentar o impacto na queda, diminuir a resposta protetora e o equilíbrio e até alterar o padrão de marcha, contribuindo tudo isto para o aumento do risco de queda e fratura durante as atividades diárias<sup>4,21,34</sup>.

Por razões ainda mal compreendidas, sabe-se que, em comparação com crianças de peso normal, as crianças obesas têm maior suscetibilidade de lesão dos membros<sup>36-39</sup>, verificando-se maior percentagem de fraturas ao nível do membro inferior. Quando as apresentam, resultado de traumas contundentes, elas são também mais graves, pois verifica-se uma maior distribuição de energia e força para os membros inferiores<sup>36,38,40</sup>.

Quando a lesão se verifica ao nível do membro superior, há um maior risco de fratura do côndilo lateral do úmero, lesão que muitas vezes é mais grave em comparação com a que ocorre em crianças não obesas<sup>41</sup>.

As crianças obesas apresentam ainda uma maior taxa de intervenções cirúrgicas ortopédicas por fraturas dos membros, sendo menos frequente o tratamento conservador<sup>37</sup>.

### Dor músculo-esquelética

A dor músculo-esquelética é uma queixa bastante comum na clínica pediátrica<sup>4</sup>. A prevalência de dor músculo-esquelética foi significativamente maior em indivíduos com excesso de peso<sup>3,12,24,42</sup>, sendo a prevalência de dor no joelho quase três vezes maior do que nos jovens não obesos<sup>3</sup>. Os locais mais frequentes de dor músculo-esquelética em obesos variam nos diferentes estudos, sendo mencionadas a dor de costas<sup>42</sup>, membros inferiores<sup>24</sup> e joelhos<sup>12</sup> como as mais frequentes. As

crianças obesas apresentam, para além da elevada carga mecânica, alterações biomecânicas resultantes de um mecanismo de compensação para o excesso de peso, podendo resultar no desalinhamento das articulações e consequentemente levar ao aumento da incidência da dor<sup>4</sup>.

### Problemas na coluna

Durante muitas décadas, acreditou-se que a dor lombar era um problema relativamente raro entre as crianças e os adolescentes, mas estudos recentes têm relatado uma prevalência de 26 a 54% nas crianças em idade escolar, apesar de este valor subir para 85% na população adulta<sup>43</sup>. Vários fatores têm sido descritos como fatores de risco para o desenvolvimento de dor lombar nas crianças e, entre eles, destaca-se a obesidade e o sedentarismo<sup>44</sup>. Estudos epidemiológicos mostraram uma associação positiva com o peso excessivo<sup>45</sup> podendo especular-se sobre a inatividade física como fator causal. Apesar da falta de informação sobre a forma como a obesidade afeta o estado funcional da coluna<sup>23</sup>, observou-se que as crianças que apresentam excesso de peso ou obesidade não conseguem aumentar o seu conteúdo mineral ósseo proporcionalmente ao seu acréscimo ponderal<sup>46</sup>.

### Epifisiólise femoral proximal (EFP)

A EFP é uma alteração anatómica em que o colo femoral se desvia anterior e superiormente em relação à cabeça, verificando-se uma rotação lateral e um encurtamento do membro inferior, como consequência de uma lesão por deslizamento na placa epifisária. É um distúrbio que normalmente ocorre em adolescentes entre 12 e 15 anos de idade, sendo a média da idade de início mais tardia para o sexo masculino<sup>47</sup>. A EFP é uma das principais causas de incapacidade funcional nos jovens<sup>47</sup> e normalmente ocorre durante o surto de crescimento<sup>4</sup>. Um estudo epidemiológico recente descreveu-a como sendo o distúrbio da anca mais comum nos adolescentes nos Estados Unidos e nos países ocidentais<sup>4,47</sup>.

Foi avaliado o aumento da incidência de EFP na Escócia e identificada uma correlação com o aumento da prevalência da obesidade<sup>48</sup>. Os mesmos achados foram mostrados na reavaliação de uma população no Novo México<sup>47</sup>. Neste local, a taxa de incidência nacional de EFP era de 10,8 por cada 100000 crianças. Verificou-se que os adolescentes com EFP têm maior incidência de obesidade do que a população geral da mesma idade<sup>49</sup> e que o aumento da obesidade nas crianças, além da melhoria no acesso a ortopedistas pediátricos e a maior precisão no diagnóstico, pode ter contribuído para um aumento significativo no número de diagnósticos de EFP<sup>47</sup>.

Embora se tenha afirmado que o aumento do IMC está relacionado com a EFP, outros autores não encontraram diferenças significativas entre os IMC de pacientes com envolvimento unilateral e com envolvimento bilateral<sup>49</sup>. Foram comparados 106 pacientes diagnosticados com EFP, verificando-se que 81,1% das crianças com diagnóstico de EFP eram obesas (com IMC no percentil 95)<sup>50</sup>. Embora o excesso de peso corporal e o aumento do IMC em adolescentes possam estar fortemente associados com a ocorrência de EFP, não está claro se a redução da anteversão femoral observada nas crianças obesas representa um atraso no desenvolvimento ontogénico normal ou uma mudança patológica induzida pela obesidade<sup>23</sup>.

Foi proposto que a combinação da redução da anteversão femoral e o aumento de peso associado com obesidade induz uma força de cisalhamento suficiente para ultrapassar a resistência da placa de crescimento<sup>51</sup>. O deslizamento da epífise e algumas das complicações associadas, incluindo necrose avascular e condrólise, poderão causar limitação do movimento, dor e artrose precoce.

### Doença de Blount

A doença de Blount é um distúrbio esquelético que atinge o lado medial da epífise tibial proximal, causando uma deformidade tridimensional não fisiológica em varo da tibia<sup>26</sup>. Esta deformação é caracterizada por desenvolvimento de pernas arqueadas e torção tibial medial e pode ser difícil de identificar, principalmente quando se trata de crianças com menos de dois anos de idade<sup>4</sup>. Existem duas formas de doença de Blount: a infantil e a do adolescente<sup>26</sup>. Relativamente à primeira, afeta crianças de 1 a 3 anos de idade e verifica-se um atingimento bilateral em 60 a 80% dos casos. A doença de Blount do adolescente, menos comum, tem sido associada a trauma oculto, a infeção e uma forma infantil lentamente progressiva, que não se torna aparente até à adolescência<sup>26</sup>.

Esta doença tem sido associada ao excesso de peso e à obesidade na infância, subpopulação em que a prevalência da doença é maior<sup>26</sup>. Verificou também uma forte associação entre a magnitude da deformidade e o excesso de peso<sup>52</sup>. Constatou-se que, tanto uma deformidade de 10 graus em varo como uma compressão sustentada na epífise proximal tibial interna em crianças obesas, podem levar a diminuição do crescimento e a alterações estruturais do joelho<sup>53</sup>. Apesar da casualidade da obesidade na génese da doença, é pouco provável que esta seja a única causa que despolette a deformidade<sup>4</sup>.

Tal como na epifisiólise femoral proximal, na doença de Blount (do adolescente, já que na forma infantil não está descrita qualquer associação com obesidade), o excesso ponderal será apenas e só um fator predisponente, não tendo qualquer papel na etiologia das lesões.

Esta doença pode ser facilmente diferenciada da curvatura fisiológica da perna, pois nesta última a deformidade em varo resolve-se espontaneamente com o crescimento da criança. Outra forma de as diferenciar é através das estruturas envolvidas. Assim, a doença de Blount envolve apenas a tibia, enquanto na curvatura fisiológica da perna, a tibia e o fémur apresentam ambos uma curvatura em arco<sup>26</sup>.

### Complicações peri e pós-operatórias

Verificou-se, nos indivíduos obesos, um aumento da incidência de complicações da via aérea, de obstrução das vias aéreas superiores e de estadias mais longas na unidade de recuperação pós-anestésica<sup>39</sup>, bem como um maior consumo de antieméticos no pós-operatório<sup>54</sup>. Além destas complicações operatórias, a obesidade também aumenta a probabilidade de complicações pós-operatórias<sup>37,39</sup> incluindo úlceras de decúbito, trombose venosa profunda<sup>37,55</sup>, refratura, infeção e deiscência da ferida cirúrgica após correção de fraturas. Existem determinadas situações em que os procedimentos cirúrgicos exigem técnicas cirúrgicas específicas para a obesidade<sup>56</sup>. Sendo a obesidade um fator de risco para complicações, essas pessoas vão ter maior morbidade hospitalar durante os seus episódios de internamento<sup>37,39</sup>.

## CONCLUSÃO

A obesidade constitui um grave problema de saúde e exerce um forte impacto negativo no desenvolvimento do sistema músculo-esquelético da criança. Geralmente só lhe é atribuída importância quando associada a uma

comorbidade<sup>57</sup>. Apesar da escassez de estudos sobre esta temática, dados recentes sugerem que a obesidade afeta o sistema locomotor da criança tanto a nível funcional como estrutural. Embora existam dados indiretos de que o alinhamento e a estrutura da anca, joelhos e pés possam ser influenciados pelo excesso de peso e obesidade em crianças, o impacto de tais mudanças na função músculo-esquelética e da sua progressão na idade adulta é ainda mal compreendido. À medida que a epidemia de obesidade cresce, serão necessários estudos mais recentes e aprofundados, de forma a compreender o real impacto da obesidade sobre o sistema músculo-esquelético em crescimento<sup>4</sup>.

Apesar das imensas implicações ortopédicas da obesidade, há algumas que são consequências ortopédicas exclusivas das crianças, nomeadamente a EFP e doença de Blount<sup>58</sup>.

É necessário continuar a realizar esforços a fim de aumentar a conscientização sobre esta epidemia na população pediátrica, de modo a que a intervenção precoce possa ser instituída e os pacientes e suas famílias possam ser devidamente orientados<sup>59</sup>.

### CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram a inexistência de conflitos de interesse na realização do presente trabalho.

### FONTES DE FINANCIAMENTO

Não existiram fontes externas de financiamento para a realização deste artigo.

### CORRESPONDÊNCIA

Nuno Alegrete  
nunoalegrete@gmail.com

**Recebido:** 14/06/2014

**Aceite:** 17/10/2014



## REFERÊNCIAS

1. Gettys FK, Jackson JB, Frick SL. Obesity in pediatric orthopaedics. *Orthop Clin North Am* 2011;42:95-105.
2. World Health Organization. WHO child growth standards/growth reference data for 5 -19 years. Geneva: World Health Organization; 2007. <http://www.who.int/growthref/en/>
3. Raj M, Kumar RK. Obesity in children & adolescents. *Indian J Med Res* 2010;132:598-607.
4. Chan G, Chen CT. Musculoskeletal effects of obesity. *Curr Opin Pediatr* 2009;21:65-70.
5. Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, McDowell MA, Tabak CJ, Flegal KM. Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1999-2004. *JAMA* 2006;295:1549-1555.
6. Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, Lamb MM, Flegal KM. Prevalence of high body mass index in US children and adolescents, 2007-2008. *JAMA* 2010;303:242-249.
7. Nettle H, Sprogis E. Pediatric exercise: truth and/or consequences. *Sports Med Arthros* 2011;19:75-80.
8. Lifshitz F. Obesity in children. *J Clin Res Pediatr Endocrinol* 2008;1:53-60.
9. Hedley AA, Ogden CL, Johnson CL, Carroll MD, Curtin LR, Flegal KM. Prevalence of overweight and obesity among US children, adolescents, and adults, 1999-2002. *JAMA* 2004;291:2847-2850.
10. Wijnhoven TM, van Raaij JM, Spinelli A, Starc G, Hassapidou M, Spiroski I, et al. WHO European Childhood Obesity Surveillance Initiative: body mass index and level of overweight among 6-9-year-old children from school year 2007/2008 to school year 2009/2010. *BMC Public Health* 2014;14:806.
11. Troiano RP, Flegal KM, Kuczmarski RJ, Campbell SM, Johnson CL. Overweight prevalence and trends for children and adolescents. The National Health and Nutrition Examination Surveys, 1963 to 1991. *Arch Pediatr Adolesc Med* 1995;149:1085-1091.
12. Taylor ED, Theim KR, Mirch MC, Ghorbani S, Tanofsky-Kraff M, Adler-Wailes DC, et al. Orthopedic complications of overweight in children and adolescents. *Pediatrics* 2006;117:2167-2174.
13. Wang G, Dietz WH. Economic burden of obesity in youths aged 6 to 17 years: 1979-1999. *Pediatrics* 2002;109:E81-1.
14. Olshansky SJ, Passaro DJ, Hershov RC, Layden J, Carnes BA, Brody J, et al. A potential decline in life expectancy in the United States in the 21st century. *N Engl J Med* 2005;352:1138-1145.
15. Schuster DP. Changes in physiology with increasing fat mass. *Semin Pediatr Surg* 2009;18:126-135.
16. Visscher TL, Seidell JC. The public health impact of obesity. *Annu Rev Public Health* 2001;22:355-375.
17. He XZ, Baker DW. Body mass index, physical activity, and the risk of decline in overall health and physical functioning in late middle age. *Am J Public Health* 2004;94:1567-1573.
18. Morris CD, Sepkowitz K, Fonshell C, Margetson N, Eagan J, Miransky J, et al. Prospective identification of risk factors for wound infection after lower extremity oncologic surgery. *Ann Surg Oncol* 2003;10:778-782.
19. Riddiford-Harland D, Steele JR, Baur LA. Upper and lower limb functionality: are these compromised in obese children? *Int J Pediatr Obes* 2006;1:42-49.
20. Duché P, Ducher G, Lazzer S, Dore E, Tailhardat M, Bedu M. Peak power in obese and nonobese adolescents: effects of gender and braking force. *Med Sci Sports Exerc* 2002;34:2072-2078.
21. Goulding A, Jones IE, Taylor RW, Piggot JM, Taylor D. Dynamic and static tests of balance and postural sway in boys: effects of previous wrist bone fractures and high adiposity. *Gait Posture* 2003;17:136-141.
22. Bernard PL, Geraci M, Hue O, Amato M, Seynnes O, Lantieri D. [Influence of obesity on postural capacities of teenagers. Preliminary study]. *Ann Readapt Med Phys* 2003;46:184-190.
23. Wearing SC, Hennig EM, Byrne NM, Steele JR, Hills AP. The impact of childhood obesity on musculoskeletal form. *Obes Rev* 2006;7:209-218.
24. de Sa Pinto AL, de Barros Holanda PM, Radu AS, Villares SM, Lima FR. Musculoskeletal findings in obese children. *J Paediatr Child Health* 2006;42:341-344.
25. McGraw B, McClenaghan BA, Williams HG, Dickerson J, Ward DS. Gait and postural stability in obese and nonobese prepubertal boys. *Arch Phys Med Rehabil* 2000;81:484-489.
26. Davids JR, Huskamp M, Bagley AM. A dynamic biomechanical analysis of the etiology of adolescent tibia vara. *J Pediatr Orthop* 1996;16:461-468.
27. Dowling AM, Steele JR, Baur LA. Can static plantar pressures of prepubertal children be predicted by inked footprints? *J Am Podiatr Med Assoc* 2004;94:429-33.
28. Mundermann A, Stefanyshyn DJ, Nigg BM. Relationship between footwear comfort of shoe inserts and anthropometric and sensory factors. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33:1939-1945.
29. Calza S, Decarli A, Ferraroni M. Obesity and prevalence of chronic diseases in the 1999-2000 Italian National Health Survey. *BMC Public Health* 2008;8:140. <http://dx.doi.org/10.1186/1471-2458-8-140>
30. Grotle M, Hagen KB, Natvig B, Dahl FA, Kvien TK. Obesity and osteoarthritis in knee, hip and/or hand: an epidemiological study in the general population with 10 years follow-up. *BMC Musculoskelet Disord* 2008;9:132.
31. Harms S, Larson R, Sahmoun AE, Beal JR. Obesity increases the likelihood of total joint replacement surgery among younger adults. *Int Orthop* 2007;31:23-26.
32. Bazelmans C, Coppieters Y, Godin I, Parent F, Berghmans L, Dramaix M, et al. Is obesity associated with injuries among young people? *Eur J Epidemiol* 2004;19:1037-1042.
33. Kato I, Toniolo P, Zeleniuch-Jacquotte A, Shore RE, Koenig KL, Akhmedkhanov A, et al. Diet, smoking and anthropometric indices and postmenopausal bone fractures: a prospective study. *Int J Epidemiol* 2000;29:85-92.
34. Davidson PL, Goulding A, Chalmers DJ. Biomechanical analysis of arm fracture in obese boys. *J Paediatr Child Health* 2003;39:657-664.
35. Leonard MB, Shults J, Wilson BA, Tershakovec AM, Zemel BS. Obesity during childhood and adolescence augments bone mass and bone dimensions. *Am J Clin Nutr* 2004;80:514-523.

36. Pomerantz WJ, Timm NL, Gittelman MA. Injury patterns in obese versus nonobese children presenting to a pediatric emergency department. *Pediatrics* 2010;125:681-685.
37. Rana AR, Michalsky MP, Teich S, Groner JI, Caniano DA, Schuster DP. Childhood obesity: a risk factor for injuries observed at a level-1 trauma center. *J Pediatr Surg* 2009;44:1601-1605.
38. Zonfrillo MR, Nelson KA, Durbin DR, Kallan MJ. The association of weight percentile and motor vehicle crash injury among 3 to 8 year old children. *Ann Adv Automot Med* 2010;54:193-199.
39. Brown CV, Neville AL, Salim A, Rhee P, Cologne K, Demetriades D. The impact of obesity on severely injured children and adolescents. *J Pediatr Surg* 2006;41:88-91.
40. Haricharan RN, Griffin RL, Barnhart DC, Harmon CM, McGwin G. Injury patterns among obese children involved in motor vehicle collisions. *J Pediatr Surg* 2009;44:1218-1222.
41. Fornari ED, Suszter M, Roorcroft J, Bastrom T, Edmonds EW, Schlechter J. Childhood obesity as a risk factor for lateral condyle fractures over supracondylar humerus fractures. *Clin Orthop Relat Res* 2013;471:1193-1198.
42. Stovitz SD, Pardee PE, Vazquez G, Duval S, Schwimmer JB. Musculoskeletal pain in obese children and adolescents. *Acta Paediatr* 2008;97:489-493.
43. Salminen JJ, Erkintalo M, Laine M, Pentti J. Low back pain in the young. A prospective three-year follow-up study of subjects with and without low back pain. *Spine (Phila Pa 1976)* 1995;20:2101-2107.
44. Malleson P, Clinch J. Pain syndromes in children. *Curr Opin Rheumatol* 2003;15(5):572-580.
45. Leboeuf-Yde C. Body weight and low back pain. A systematic literature review of 56 journal articles reporting on 65 epidemiologic studies. *Spine (Phila Pa 1976)* 2000;25:226-237.
46. Goulding A, Taylor RW, Jones IE, Manning PJ, Williams SM. Spinal overload: a concern for obese children and adolescents? *Osteoporos Int* 2002;13:835-840.
47. Benson EC, Miller M, Bosch P, Szalay EA. A new look at the incidence of slipped capital femoral epiphysis in New Mexico. *J Pediatr Orthop* 2008;28:529-533.
48. Murray AW, Wilson NI. Changing incidence of slipped capital femoral epiphysis: a relationship with obesity? *J Bone Joint Surg Br* 2008;90:92-94.
49. Song KS, Oh CW, Lee HJ, Kim SD. Epidemiology and demographics of slipped capital femoral epiphysis in Korea: a multicenter study by the Korean Pediatric Orthopedic Society. *J Pediatr Orthop* 2009;29:683-686.
50. Manoff EM, Banffy MB, Winell JJ. Relationship between Body Mass Index and slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop* 2005;25:744-746.
51. Pritchett JW, Perdue KD. Mechanical factors in slipped capital femoral epiphysis. *J Pediatr Orthop* 1988;8:385-388.
52. Sabharwal S, Zhao C, McClemens E. Correlation of body mass index and radiographic deformities in children with Blount disease. *J Bone Joint Surg Am* 2007;89:1275-1283.
53. Stokes IA, Gwadera J, Dimock A, Farnum CE, Aronsson DD. Modulation of vertebral and tibial growth by compression loading: diurnal versus full-time loading. *J Orthop Res* 2005;23:188-195.
54. Nafiu OO, Reynolds PI, Bamgbade OA, Tremper KK, Welch K, Kasa-Vubu JZ. Childhood body mass index and perioperative complications. *Paediatr Anaesth* 2007;17:426-430.
55. Weiss JM, Choi P, Ghatan C, Skaggs DL, Kay RM. Complications with flexible nailing of femur fractures more than double with child obesity and weight >50 kg. *J Child Orthop* 2009;3:53-58.
56. Backstrom IC, MacLennan PA, Sawyer JR, Creek AT, Rue LW, 3rd, Gilbert SR. Pediatric obesity and traumatic lower-extremity long-bone fracture outcomes. *J Trauma Acute Care Surg* 2012;73:966-971.
57. Silva F, Ferreira E, Goncalves R, Cavaco A. [Pediatric obesity: the reality of one consultation]. *Acta Med Port* 2012;25:91-96.
58. Nantel J, Brochu M, Prince F. Locomotor strategies in obese and non-obese children. *Obesity (Silver Spring)* 2006;14:1789-1794.
59. Setayeshgar S, Whiting SJ, Vatanparast H. Metabolic syndrome in Canadian adults and adolescents: prevalence and associated dietary intake. *ISRN Obes* 2012;2012:816846.