



소아청소년 비만의 개요: 진단, 역학 및 중요성

김재현

서울대학교 의과대학 분당서울대학교병원 소아청소년과

Overview of pediatric obesity: diagnosis, epidemiology, and significance

Jae Hyun Kim, MD

Department of Pediatrics, Seoul National University Bundang Hospital, Seoul National University College of Medicine, Seongnam, Korea

Background: The prevalence of pediatric obesity has increased over the past several decades worldwide and in Korea. Childhood obesity has become a serious social problem.

Current Concepts: Diagnosis of obesity is based on body mass index (BMI) in children and adolescents aged ≥ 2 years. Overweight and obese are defined as BMI ≥ 85 th percentile to < 95 th percentile and BMI ≥ 95 th percentile, respectively, corresponding to sex and age. Obesity is further classified as Class I (BMI ≥ 95 th percentile to $< 120\%$ of 95th percentile), Class II (BMI $\geq 120\%$ of 95th percentile to $< 140\%$ of 95th percentile), and Class III (BMI $\geq 140\%$ of 95th percentile). Waist circumference and waist-height ratio are used to evaluate abdominal obesity. Pediatric obesity can cause childhood comorbidities, including type 2 diabetes, dyslipidemia, non-alcoholic fatty liver disease, and hypertension. Adult obesity, cardiovascular diseases, and other adult comorbidities, together with increased medical costs are additional consequences of pediatric obesity.

Discussion and Conclusion: Prevention, diagnosis, and proper management of pediatric obesity are important.

Key Words: Obesity; Child; Adolescent; Diagnosis; Epidemiology

서론

최근 수십 년간 전 세계적으로 비만은 증가하고 있으며, 이러한 현상은 우리나라에서도 마찬가지이다. 최근 40여 년간 전 세계적으로 소아청소년 비만은 약 8배 정도 증가하였다[1]. 우리나라의 경우도 지난 수십 년간 소아청소년 비만

의 유병률이 증가하는 추세를 보이고 있다[2-4]. 소아청소년 비만은 여러 가지 질환을 동반할 수 있고, 건강 관련 비용을 증가시킨다. 또한, 성인 비만으로 이어질 가능성이 많으며, 성인기에 심혈관 질환을 포함한 여러 질환의 원인이 되기도 한다. 이러한 이유로 소아청소년 비만은 사회적으로 중요한 건강문제가 되었다.

이러한 소아청소년 비만을 해결하기 위해서는 소아청소년 비만에 대한 적절한 진단과 함께, 비만의 동반 질환에 대한 평가도 이루어져야 한다. 하지만 비만이 발생한 후 조절하는 것이 쉽지 않기 때문에 무엇보다 소아청소년 비만을 예방하는 것이 중요하다. 소아청소년 비만을 해결하기 위해서, 비만한 소아청소년뿐 아니라 모든 소아청소년에게 성장 발달 과정에 맞는 교육과 상담이 권장되고 있다.

Received: May 1, 2021 Accepted: May 15, 2021

Corresponding author: Jae Hyun Kim
E-mail: pedendo@snuh.org

© Korean Medical Association

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

이 논문에서는 소아청소년 비만에서 가장 기본이 되는 진단과 평가, 역학, 중요성에 대해서 정리하였다.

소아청소년 비만의 진단과 평가

세계보건기구에 의하면 비만은 체내에 비정상적인 또는 과도한 지방의 축적으로 인해 건강에 위험을 초래할 수 있는 상태로 정의된다[5]. 소아청소년기에 에너지 섭취량이 에너지 소모량을 초과하는 열량 과잉 상태가 되면 과다한 지방이 축적된다. 이러한 상태는 과다한 에너지 섭취 또는 적은 에너지 소모를 유발하는 생활 습관에서 초래될 수 있으며, 여기에는 유전적, 호르몬, 환경 등 여러 가지 요소들이 관여한다. 잉여 에너지는 중성지방의 형태로 지방세포에 저장되는데, 이러한 상태가 만성적으로 지속되면 지방세포의 크기와 수가 증가되고, 임계치를 넘게 되면 이소성 지방 축적이 일어나게 된다[6]. 체내에 지방이 과다하게 축적될 경우에, 특히 내장지방이 증가하는 경우에는 근육, 간, 지방 조직에서 인슐린 저항성이 생기며, 이는 여러 가지 동반 질환의 원인이 된다[7].

비만을 진단하기 위해서는 체지방량을 기준으로 하는 것이 합당하지만, 소아청소년 연령에서 체지방량을 간편하고 정확하게 측정하는 방법은 아직 확립되어 있지 않다. 따라서, 체지방량을 잘 반영하는 체질량지수, 비만도 등을 비만의 진단도구로 사용한다.

1. 체질량지수

소아청소년 비만의 진단 방법으로 가장 보편적으로 사용되는 방법은 체질량지수이다. 체질량지수는 체중(kg)을 키(m)의 제곱으로 나눈 값이다. 비만이 체내에 과도한 지방의 축적된 상태라는 정의를 고려하면, 비만의 진단을 위해서는 체지방에 대한 평가가 포함되어야 한다. 이럼에도 불구하고 체질량지수가 비만의 진단기준으로 사용되는 이유는 체질량지수가 체지방량 또는 체지방률을 잘 반영하고[8], 심혈관 위험인자와 관련이 많기 때문이다[9]. 또한 키와 체중만 알면 쉽게 계산이 가능하기 때문에 임상 현장에서 쉽게

사용 가능하며, 성별, 연령별로 참고치 또는 표준치가 제시되어 있어 추적관찰 또는 비교하는 데 용이하다. 하지만, 체질량지수는 체성분에 따른 체중 차이를 반영할 수 없기 때문에, 근육량이 많은 경우도 비만으로 판정될 수 있는 단점이 있다.

소아청소년에서 체질량지수는 성, 연령, 인구집단에 다르기 때문에, 인구집단에 따른 참고치 또는 표준치를 사용하여 비교한다. 우리나라의 경우 2017년 대한소아청소년과학회와 질병관리본부에서 공동으로 제작한 표준성장도표를 사용한다(Figure 1) [10]. 새로운 성장도표는 기존 성장도표의 문제점을 보완하고, 증가하고 있는 비만을 감안하여 만들어졌다[11]. 2017 성장도표는 35개월까지는 세계보건기구 Growth Standards를 차용하였고, 36개월 이후로는 국내의 자료를 활용하여 만들어졌다[12]. 체질량지수는 2세 이상에서 비만 진단의 도구로 활용된다. 2세 미만의 경우에는 비만을 평가하기 위해서 체질량지수를 사용하지는 않는데, 이 연령대에서 체질량지수를 사용하지 않는 이유는 초기 영유아기 연령에서 체질량지수 및 체지방량의 임상적인 의미가 불분명하기 때문이다. 이 연령대에서는 체질량지수 대신 신장별 체중이 주로 사용된다(Figure 2).

체질량지수를 기준으로 성별, 연령별 기준의 5백분위수 미만이면 저체중, 5백분위수 이상 85백분위수 미만이면 정상, 85백분위수 이상 95백분위수 미만일 경우 과체중, 95백분위수 이상일 경우에 비만으로 정의한다. 체질량지수 85백분위수가 과체중의 절단값으로 사용되는 이유는 성인기의 비만을 예측하는 민감도가 좋기 때문이다[13]. 또한 사춘기 후기의 85백분위수와 95백분위수의 값이 성인기의 과체중과 비만의 기준과 비슷하기 때문이다. 백분위수는 인구집단에서 특정한 변수를 크기 순서대로 나열했을 때, 백분율로 위치를 나타내는 값이다. 즉 체질량지수가 85백분위수라는 것은 같은 성, 연령, 인구집단에서 100명 중 작은 값에서 큰 값의 순서로 나열하였을 때 85번째에 해당한다는 뜻이다. 가장 최근의 우리나라 체질량지수 성장도표는 성별에 따라 각각 제공되고 있으며, 3, 5, 10, 25, 50, 75, 85, 90, 95, 97 백분위수가 표시되어 있다(Figure 1) [10]. 예를 들어 만 9세 여아의 체질량지수가 20.5 kg/m²이라고 하면, 성장도표에

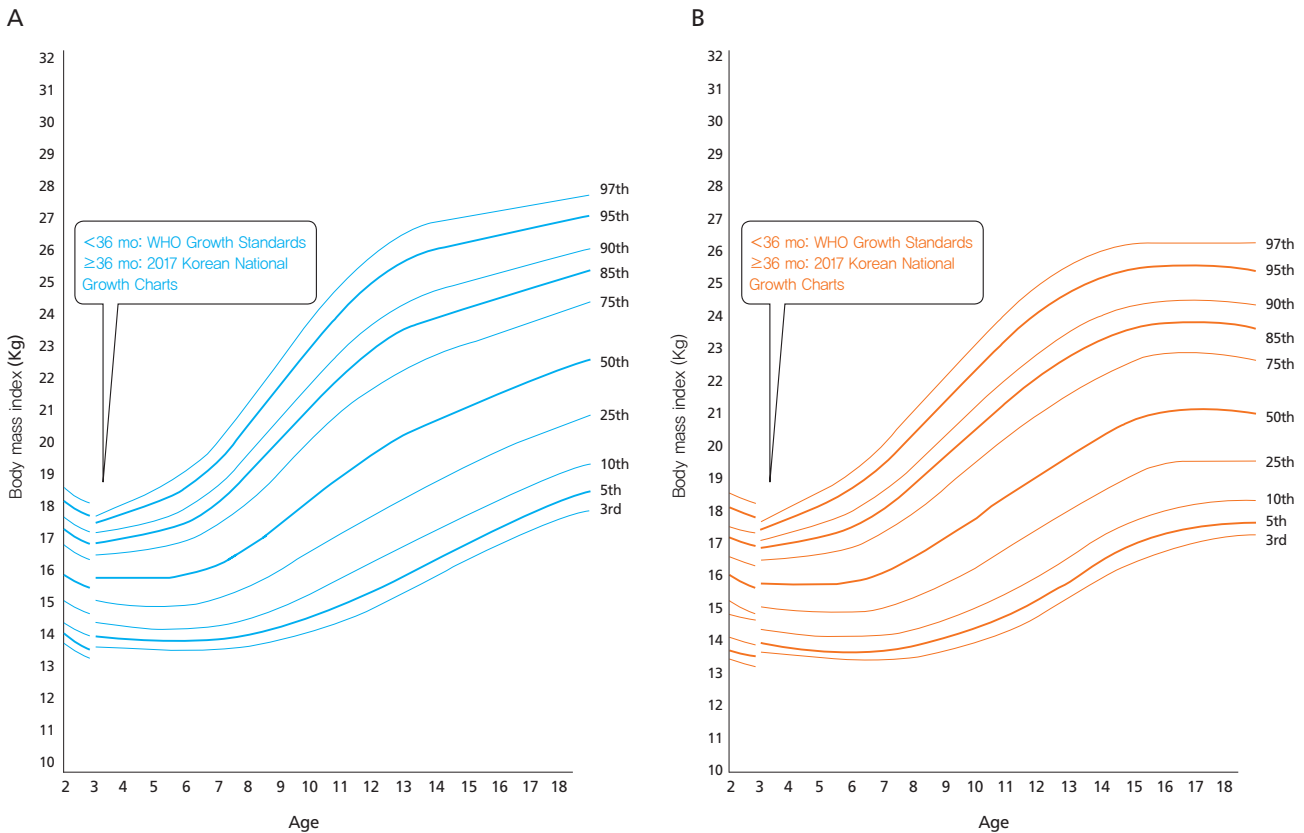


Figure 1. Body mass index percentile curves for sex and age from 2017 Korea National Growth Charts. (A) Boys, 2-18 years and (B) girls, 2-18 years. Adapted from Kim JH et al. Korean J Pediatr 2018;61:135-149, according to the Creative Commons license [10].

서 가로축의 연령 9세와 세로축의 체질량지수 20.5 kg/m² 이 만나는 점이 85백분위수와 95백분위수 사이에 위치하여 과체중이라고 판단할 수 있다. 최근 비만한 소아청소년이 증가하면서 95백분위수 이상의 비만을 세분화하기도 한다. 아직 명확한 분류 기준이 확립되지는 않았지만, 95백분위수 이상부터 95백분위수의 120% 미만까지를 1단계 비만, 95백분위수의 120% 이상부터 140% 미만까지를 2단계 비만, 95백분위수의 140% 이상을 3단계 비만으로 구분하기도 하며, 95백분위수의 120% 이상 또는 99백분위수 이상을 고도 비만이라고도 한다(Table 1) [11-16].

우리나라 성인의 경우에는 체질량지수 25 kg/m² 이상을 비만, 체질량지수 23 kg/m² 이상 25 kg/m² 미만을 비만 전 단계(과체중 또는 위험 체중)로 정의한다[17]. 소아청소년과 마찬가지로 체질량지수 25 kg/m² 이상 30 kg/m² 미만을 1단계 비만, 체질량지수 30 kg/m² 이상 35 kg/m² 미만을

2단계 비만, 체질량지수 35 kg/m² 이상을 3단계 비만으로 분류한다.

2. 비만도

비만도는 체중이 성별, 신장별 표준체중에 비해서 초과하는 정도를 백분율로 나타낸 것을 말한다. 비만도는 측정된 체중에서 표준체중을 뺀 값을 표준체중으로 나눈 값을 퍼센트(%)로 나타낸 것이며, 20% 이상 30% 미만이면 경도 비만, 30% 이상 50% 미만이면 중등도 비만, 50% 이상이면 고도 비만으로 분류한다. 2017년 성장도표에 따른 신장별 표준체중을 이용하며 비만도를 계산한다.

3. 체지방량 측정

체지방량을 직접 측정하는 방법도 있다. 여기에는 생체전기저항법과 이중에너지 X선흡수계측법이 있다. 생체전기저

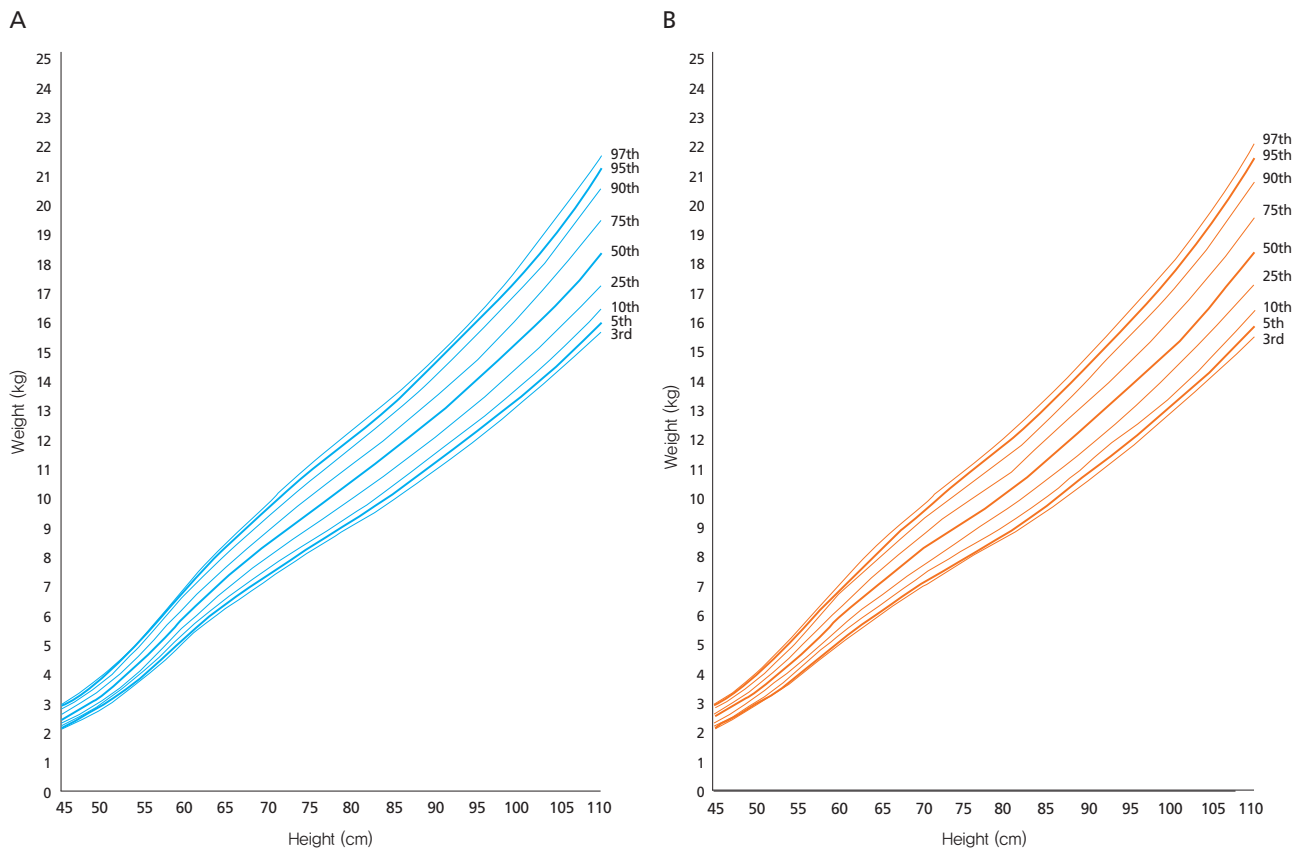


Figure 2. Weight-for-height percentiles for sex and age from 2017 Korea National Growth Charts. (A) Boys, 0-23 months and (B) girls, 0-23 months. Adapted from Kim JH et al. Korean J Pediatr 2018;61:135-149, according to the Creative Commons license [10].

Table 1. Diagnostic criteria for pediatric obesity

Weight status	Definition
Underweight	BMI <5th percentile
Normal weight	BMI ≥5th and <85th percentile
Overweight	BMI ≥85th and <95th percentile
Obesity	BMI ≥95th percentile (1) Class I obesity: ≥95th percentile and <120% of 95th percentile Class II obesity: ≥120% of 95th percentile and <140% of 95th percentile Class III obesity: ≥140% of 95th percentile [11] (2) Extreme obesity: ≥120% of 95th percentile [12] (3) Severe obesity: ≥99th percentile [13]

BMI, body mass index.

방법은 체내 조직의 저항에 따라 전류의 흐름이 다르다는 점을 이용하여 체성분을 분석하는 방법이다[18]. 지방 조직은 전류의 흐름이 좋지 않고, 체지방 조직은 전류의 흐름이 상

대적으로 좋기 때문에 이 차이를 이용하여 체성분을 분석한다. 이는 기본적으로 측정되는 체수분량으로부터 얻어지는 추정치이기 때문에 체내의 수분량이 변하게 되면 체지방량이 변할 수 있다. 하지만, 비침습적이고 측정이 간편하며 측정에 소요되는 시간이 짧고 비용이 저렴하기 때문에 비교적 널리 이용된다.

이에 반해 이중에너지 X선흡수계측법은 다른 에너지를 내는 두 개의 포톤 빔을 조사하였을 때, 조직의 종류에 따라 포톤 빔이 감소되는 정도가 달라지게 되는데 그 차이에 따라 조직의 종류를 파악하여 체성분을 분석하는 방법이다[19]. 현재 소아청소년 연령에서 체성분 분석의 최적 표준으로 여겨지고 있다. 방사선량은 일반적인 흉부 X선 사진보다 적으나, 촬영시간이 10분 이상 걸리는 편이고, 아직 우리나라에서는 급여가 되지 않고 있어서 제한적으로 사용되고 있다. 여러 국가에서 체성분에 대한 참고치가 제시되고 있으며, 우

리나라에서는 10세 이상의 소아청소년 연령에서 참고 데이터가 있다[20,21]. 하지만, 체성분 분석을 통한 측정치인 체지방량, 체지방률로 비만을 정의하는 것에 대한 공감대는 없기 때문에 추가적인 연구가 필요하다.

4. 허리둘레와 허리둘레/신장비

허리둘레를 측정하여 비만의 진단에 이용하기도 한다. 허리둘레는 내장 비만과 관련이 있어, 이를 이용하여 복부 비만의 진단에 이용한다. 우리나라 성인에서는 남자 90 cm, 여자 85 cm 이상일 경우 복부 비만으로 진단한다[17]. 소아청소년에서는 일반적으로 성별, 연령별 기준의 90백분위수 이상을 복부 비만으로 진단한다. 우리나라에서는 2007년 성장도표에서 제시된 기준을 활용한다. 최근의 연구에 의하면 최근 10여 년간 한국 소아청소년에서 허리둘레나 허리둘레/신장비(waist-height ratio, WHtR)가 크게 변하지 않았으나, 2007년 성장도표의 기준이 높은 편이어서 복부 비만이 적게 진단될 가능성이 있기 때문에 재검정이 필요할 것으로 판단된다[22].

WHtR도 복부 비만의 지표로 사용된다. 이는 허리둘레(cm)를 키(cm)로 나눈 값으로, 통상적으로 0.5 이상일 경우 복부 비만이라고 한다[23]. WHtR은 계산 방법이 간단하고, 연령, 성별에 무관하게 한가지 값만 활용하면 된다는 점에서 복부 비만을 진단하는 데 유용하게 사용될 수 있다[24]. 하지만, 최근의 국내 소아청소년에서 시행된 연구에 의하면 실제 복부 비만을 진단하는 WHtR의 절단값은 0.48로 기존의 0.5보다는 낮았다[22]. 반면 일본 9-11세 어린이들의 경우에는 남자 0.519, 여자 0.499가 복부 비만을 진단하는 적절한 WHtR이었다[25]. 또한 성인에서 주로 사용되는 WHtR 0.5를 사용하는 것은 성장기의 소아청소년에 적용하기는 무리이고, 연령, 성별에 따른 WHtR백분위수를 사용하는 것이 더 좋을 것이라는 외국 연구도 있었다[26]. 따라서, 소아청소년에서 WHtR이 0.5 이상이면 복부 비만의 가능성이 높으므로 이에 대한 추가적인 평가가 필요하지만, 소아청소년에서 WHtR 0.5가 최적의 값인지에 대해서는 추가적인 연구가 요구된다. 더불어 우리나라 소아청소년에서의 허리둘레, WHtR에 대한 참고치 개발 등을 포함한 추가

적인 연구도 시행되어야 한다.

허리둘레나 WHtR은 각각 복부 비만뿐 아니라 심장 대사 위험인자나 대사증후군과 관련이 있는 중요한 지표이다[27]. 두 지표 중 어느 것이 우월한지에 대해서는 분명하지 않다. 소아청소년에서 허리둘레/신장비가 허리둘레보다 체지방을 더 잘 반영한다는 연구가 있으며[28], 또한 허리둘레/신장비가 심장 대사 위험인자를 선별하는 데에 허리둘레보다 더 우월하지는 않아도 계산의 간편함 때문에 널리 사용될 수 있을 것이라는 연구도 있었다[29].

우리나라 소아청소년 비만의 역학

최근 수십 년간 전 세계적으로 비만은 증가하고 있으며, 이는 소아청소년 연령에서도 마찬가지이다. 최근 40여 년간 전 세계적으로 20세 미만의 소아청소년 비만은 약 8배 정도 증가하였다(1975년 남자 0.9%, 여자 0.7%; 2016년 남자 7.8%, 여자 5.6%) [1]. 이러한 현상은 우리나라 소아청소년에서도 마찬가지로 비만은 최근 수십 년간 증가 추세를 보였다. 1997년과 2005년에 전국적인 규모로 실시된 소아청소년 신체계측 사업의 자료에 따르면, 2-18세에서 비만은 5.8%에서 9.7%로 1.7배 증가하였고, 과체중을 포함하였을 때에는 13.0%에서 19.0%로 증가하였다[2]. 여자보다는 남자에서 비만이 더 많았고, 증가폭도 더 컸으며, 연령별로는 7-12세에서 비만의 증가폭이 가장 컸다.

최근 보고에 의하면 우리나라 소아청소년 비만의 경우, 자료에 따라 비만의 유병률에 차이를 보인다. 우리나라를 대표할 수 있는 자료원 중 하나인 국민건강영양조사에서는 2007년 이후로는 2-18세 소아청소년에서 비만과 과체중의 유병률이 크게 증가하지는 않아서, 2007년에는 비만은 8.6%, 과체중 9.7%였고, 2017년에 비만은 9.8%, 과체중은 8.8%였다[3]. 남자에서 여자보다 비만과 과체중이 더 많은 경향이였다. 또한, 전국의 초, 중, 고등학교를 표본 추출하여 시행한 학생건강검사 자료에 의하면 6-18세에서 비만과 과체중은 2007년에서 2017년까지 증가하는 양상을 보여 2007년에는 비만 8.7%, 과체중 6.6%에서, 2017년에는

비만 15.0%, 과체중 8.7%로 증가하였다[30]. 남자에서 비만과 과체중이 더 많았으며, 남자에서 비만의 증가속도가 더 빨랐다. 국민건강영양조사는 나라를 대표하는 자료이고, 측정 기기와 측정 방법이 동일하며 가장 최신의 성장도표를 활용하여 조사된 것이지만 매년 포함되는 2-18세 대상자수가 2,500명을 넘지 않는다. 반면 학생건강 표본조사의 경우는 매년 8만 명 이상의 6-18세 학생이 분석 대상이지만, 이전의 기준으로 비만을 평가하였으며[11], 측정 기기와 측정 방법이 다양하기 때문에 결과 해석에 주의가 필요하다.

국민건강영양조사를 이용한 다른 분석 연구에 의하면 최근 심한 비만은 더 증가하는 양상을 보였다, 2001년부터 2014년까지의 자료를 분석한 결과에 따르면 2-19에서 비만과 과체중은 크게 변화가 없었으나, 체질량지수 95백분위수의 120% 이상인 비만(2단계 비만 이상)은 1.2%에서 2.1%로 증가하였다[4].

우리나라 소아청소년 비만의 역학적인 특성을 파악하기 위하여 최신의 성장도표 자료를 이용한 전국적인 규모의 학생건강검사 자료를 통한 분석이 필요하며, 영유아 건강검진 자료를 이용한 더 어린 연령에서의 비만 유병률 조사도 필요하다.

소아청소년 비만의 중요성

1. 동반 질환의 발생

소아청소년비만은 대사증후군, 2형 당뇨병, 고혈압, 이상지질혈증, 비알코올지방간질환, 동맥경화, 관절질환, 기타질환, 정신, 심리적 문제를 동반할 수 있다[15,31-36]. 따라서, 동반 질환에 대한 선별 검사와 적절한 관리가 필요하다.

2. 성인 비만으로의 이행

소아청소년기의 비만은 성인으로 이행할 가능성이 높다. Simmonds 등[37]의 메타분석에 의하면 약 55%의 비만한 소아는 청소년기에도 비만이고, 약 80%의 비만한 청소년은 성인기에도 비만이며, 약 70%는 30세 이후에도 비만이었으나, 또한 비만한 성인의 70%는 소아청소년기에 비만하지 않

았다. 즉, 모든 소아청소년 비만이 성인 비만으로 이행하는 것은 아니며, 성인기에 비만하다고 해서 모두 소아청소년 비만이 있었던 것도 아니다. 하지만, 소아청소년기 비만이 있을 경우에는 성인기 비만이 생길 가능성이 높기 때문에 소아청소년기에 비만이 되지 않도록 주의하는 것이 필요하고, 비만일 경우에는 적극적으로 관리하는 것이 매우 중요하다. 또한, 우리나라 소아청소년의 장기 추적 조사도 필요하다.

3. 성인기에서의 심혈관 질환을 포함한 여러 질환 유발

소아청소년기의 비만이 성인 비만까지 지속될 경우에는 심혈관 질환의 위험이 높아지게 된다. 미국과 핀란드의 코호트 분석 결과 소아청소년기부터 성인까지 비만이었던 사람들은 소아청소년기부터 성인까지 정상체중이었던 사람들에 비해 2형 당뇨병 2.7배, 저밀도지단백 콜레스테롤 상승 1.8배, 고밀도지단백 콜레스테롤 상승 2.1배, 중성지방 상승 3.0배, 경동맥 내막 두께 증가 1.7배 높았다[38]. 또한 최근의 메타분석에서 37개의 연구를 종합한 결과 소아청소년기의 높은 체질량지수는 성인기의 당뇨병(교차비 1.7), 관상동맥질환(교차비 1.2), 일부 암의 증가와 관련이 있었다[39]. 성인기 당뇨병의 31%, 고혈압의 21%, 암의 20%만이 소아청소년기에 비만한 경우에 발생하였다[39].

4. 사회경제적 비용 유발

소아청소년기 비만이 중요한 이유는 소아청소년기로부터 성인으로 비만이 이행하며 소아청소년기뿐 아니라 성인기에 여러 질병을 유발하게 되어, 사회경제적인 영향을 미칠 수 있다는 점이다. 2010년 Jung 등[40]의 연구에 의하면 우리나라 소아청소년기의 비만으로 인한 장기적인 사회경제적 비용은 총 1조 3,638억 원으로 추산되었다. 비만 관련 질환 중 손실 규모가 큰 3개 질환은 당뇨병, 허혈성 심질환, 뇌혈관 질환이었으며, 남자가 여자보다 손실 규모가 컸다. 외국의 연구에서도 마찬가지로 소아청소년기에 비만이 있을 경우에 사회경제적인 비용이 직간접적으로 많이 소요되는 것으로 조사되었다[41-43].

반대로 소아청소년기에 비만을 예방하기 위한 조치를 취했을 때에는 사회경제적인 비용이 절감되는 효과가 있다. 호

주에서 시행된 연구에서는 2-5세 인구집단에서 체질량지수 z-score가 0.13 감소하게 되면, 36,496년의 건강보정수명이 증가하고, 의료비는 약 3억 달러가 감소하는 것으로 보고하였다[44].

결론

소아청소년기의 비만은 증가하는 추세를 보이고 있으며, 중요한 사회문제가 되고 있다. 소아청소년 비만은 소아청소년기에 동반 질환을 유발하고, 성인기의 비만으로 이행하며, 성인기에 심혈관 질환의 발생시켜, 당사자뿐만 아니라 사회경제적인 비용을 유발한다. 소아청소년 비만을 해결하기 위해서는 현재 비만의 현황과 추세, 비만의 정확한 진단과 평가, 비만의 문제점에 대해서 인지하여야 한다. 우리나라의 경우, 소아청소년으로부터 성인까지 아우르는 자료가 부족하기 때문에, 대규모 종단 연구가 필요하다. 또한 비만을 예방하는 것이 무엇보다 중요하기 때문에, 소아청소년을 진료할 때에는 항상 비만에 관심을 기울여야 한다.

찾아보기말: 비만; 소아; 청소년; 진단; 역학

ORCID

Jae Hyun Kim, <https://orcid.org/0000-0002-0203-7443>

Conflict of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

1. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. *Lancet* 2017;390:2627-2642.
2. Oh K, Jang MJ, Lee NY, Moon JS, Lee CG, Yoo MH, Kim YT. Prevalence and trends in obesity among Korean children and adolescents in 1997 and 2005. *Clin Exp Pediatr* 2008;51:950-955.
3. Kim JH, Moon JS. Secular trends in pediatric overweight and obesity in Korea. *J Obes Metab Syndr* 2020;29:12-17.
4. Nam HK, Kim HR, Rhie YJ, Lee KH. Trends in the prevalence of extreme obesity among Korean children and adolescents from 2001 to 2014. *J Pediatr Endocrinol Metab* 2017;30:517-523.
5. World Health Organization. Obesity [Internet]. Geneva: World Health Organization; 2021 [cited 2020 May 3]. Available from: https://www.who.int/health-topics/obesity#tab=tab_1.
6. Schwartz MW, Seeley RJ, Zeltser LM, Drewnowski A, Ravussin E, Redman LM, Leibel RL. Obesity pathogenesis: an Endocrine Society scientific statement. *Endocr Rev* 2017;38:267-296.
7. Castorani V, Polidori N, Giannini C, Blasetti A, Chiarelli F. Insulin resistance and type 2 diabetes in children. *Ann Pediatr Endocrinol Metab* 2020;25:217-226.
8. Javed A, Jumean M, Murad MH, Okorodudu D, Kumar S, Somers VK, Sochor O, Lopez-Jimenez F. Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. *Pediatr Obes* 2015;10:234-244.
9. Skinner AC, Perrin EM, Moss LA, Skelton JA. Cardiometabolic Risks and Severity of Obesity in Children and Young Adults. *N Engl J Med* 2015;373:1307-1317.
10. Kim JH, Yun S, Hwang SS, Shim JO, Chae HW, Lee YJ, Lee JH, Kim SC, Lim D, Yang SW, Oh K, Moon JS; Committee for the Development of Growth Standards for Korean Children and Adolescents; Committee for School Health and Public Health Statistics, the Korean Pediatric Society; Division of Health and Nutrition Survey, Korea Centers for Disease Control and Prevention. The 2017 Korean National Growth Charts for children and adolescents: development, improvement, and prospects. *Korean J Pediatr* 2018;61:135-149.
11. Moon JS, Lee SY, Nam CM, Choi JM, Choe BK, Seo JW, Oh K, Jang MJ, Hwang SS, Yoo MH, Kim YT, Lee CG. 2007 Korean National Growth Charts: review of developmental process and an outlook. *Korean J Pediatr* 2008;51:1-25.
12. de Onis M, Garza C, Onyango AW, Rolland-Cachera MF; le Comite de nutrition de la Societe francaise de pediatrie. WHO growth standards for infants and young children. *Arch Pediatr* 2009;16:47-53.
13. Field AE, Cook NR, Gillman MW. Weight status in childhood as a predictor of becoming overweight or hypertensive in early adulthood. *Obes Res* 2005;13:163-169.
14. Kelly AS, Barlow SE, Rao G, Inge TH, Hayman LL, Steinberger J, Urbina EM, Ewing LJ, Daniels SR; American Heart Association Atherosclerosis, Hypertension, and Obesity in the Young Committee of the Council on Cardiovascular Disease in the Young, Council on Nutrition, Physical Activity

- and Metabolism, and Council on Clinical Cardiology. Severe obesity in children and adolescents: identification, associated health risks, and treatment approaches: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation* 2013;128:1689-1712.
15. Styne DM, Arslanian SA, Connor EL, Farooqi IS, Murad MH, Silverstein JH, Yanovski JA. Pediatric Obesity-Assessment, Treatment, and Prevention: An Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2017;102:709-757.
 16. Barlow SE; Expert Committee. Expert committee recommendations regarding the prevention, assessment, and treatment of child and adolescent overweight and obesity: summary report. *Pediatrics* 2007;120 Suppl 4:S164-S192.
 17. Seo MH, Lee WY, Kim SS, Kang JH, Kang JH, Kim KK, Kim BY, Kim YH, Kim WJ, Kim EM, Kim HS, Shin YA, Shin HJ, Lee KR, Lee KY, Lee SY, Lee SK, Lee JH, Lee CB, Chung S, Cho YH, Choi KM, Han JS, Yoo SJ; Committee of Clinical Practice Guidelines, Korean Society for the Study of Obesity (KSSO). 2018 Korean Society for the Study of Obesity Guideline for the Management of Obesity in Korea. *J Obes Metab Syndr* 2019;28:40-45.
 18. Ward LC. Bioelectrical impedance analysis for body composition assessment: reflections on accuracy, clinical utility, and standardisation. *Eur J Clin Nutr* 2019;73:194-199.
 19. Bazzocchi A, Ponti F, Albisinni U, Battista G, Guglielmi G. DXA: Technical aspects and application. *Eur J Radiol* 2016; 85:1481-1492.
 20. Kang MJ, Hong HS, Chung SJ, Lee YA, Shin CH, Yang SW. Body composition and bone density reference data for Korean children, adolescents, and young adults according to age and sex: results of the 2009-2010 Korean National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). *J Bone Miner Metab* 2016;34:429-439.
 21. Lim JS, Hwang JS, Cheon GJ, Lee JA, Kim DH, Park KD, Yi KH. Gender differences in total and regional body composition changes as measured by dual-energy x-ray absorptiometry in Korean children and adolescents. *J Clin Densitom* 2009;12:229-237.
 22. Kim MS, Kim SY, Kim JH. Secular change in waist circumference and waist-height ratio and optimal cutoff of waist-height ratio for abdominal obesity among Korean children and adolescents over 10 years. *Korean J Pediatr* 2019;62:261-268.
 23. McCarthy HD, Ashwell M. A study of central fatness using waist-to-height ratios in UK children and adolescents over two decades supports the simple message: 'keep your waist circumference to less than half your height'. *Int J Obes (Lond)* 2006;30:988-992.
 24. Ashwell M, Gibson S. A proposal for a primary screening tool: 'Keep your waist circumference to less than half your height'. *BMC Med* 2014;12:207.
 25. Fujita Y, Kouda K, Nakamura H, Iki M. Cut-off values of body mass index, waist circumference, and waist-to-height ratio to identify excess abdominal fat: population-based screening of Japanese school children. *J Epidemiol* 2011;21:191-196.
 26. Sharma AK, Metzger DL, Daymont C, Hadjiyannakis S, Rodd CJ. LMS tables for waist-circumference and waist-height ratio Z-scores in children aged 5-19 y in NHANES III: association with cardio-metabolic risks. *Pediatr Res* 2015;78:723-729.
 27. Seo JY, Kim JH. Validation of surrogate markers for metabolic syndrome and cardiometabolic risk factor clustering in children and adolescents: a nationwide population-based study. *PLoS One* 2017;12:e0186050.
 28. Brambilla P, Bedogni G, Heo M, Pietrobella A. Waist circumference-to-height ratio predicts adiposity better than body mass index in children and adolescents. *Int J Obes (Lond)* 2013;37:943-946.
 29. Lo K, Wong M, Khalechelvam P, Tam W. Waist-to-height ratio, body mass index and waist circumference for screening paediatric cardio-metabolic risk factors: a meta-analysis. *Obes Rev* 2016;17:1258-1275.
 30. Ministry of Education; Korean Educational Development Institute. Analysis of 2017 National School Health Examination [Internet]. Cheongju: Student Health Information Center, Ministry of Education; 2018 [cited 2019 Dec 10]. Available from: <https://www.schoolhealth.kr/web/srs/selectPublicDataList.do;jsessionid=B009A268E5391BCF6E0B99F341840EB3?bbsTyCode=pData&shNum=22&pageIndex=1&pageUnit=10&dataType=&searchCnd=&searchWrd=>.
 31. Brar PC. Update on the current modalities used to screen high risk youth for prediabetes and/or type 2 diabetes mellitus. *Ann Pediatr Endocrinol Metab* 2019;24:71-77.
 32. Morales Camacho WJ, Molina Diaz JM, Plata Ortiz S, Plata Ortiz JE, Morales Camacho MA, Calderon BP. Childhood obesity: aetiology, comorbidities, and treatment. *Diabetes Metab Res Rev* 2019;35:e3203.
 33. Cho MH, Kim YM, Yoon JH, Kim DH, Lim JS. Serum uric acid in Korean children and adolescents: reference percentiles and association with metabolic syndrome. *Ann Pediatr Endocrinol Metab* 2020;25:104-111.
 34. Caprio S, Santoro N, Weiss R. Childhood obesity and the associated rise in cardiometabolic complications. *Nat Metab* 2020;2:223-232.
 35. Choi M, Lee S, Bae SH, Chung S. Application of body composition zones in boys with nonalcoholic fatty liver disease. *Ann Pediatr Endocrinol Metab* 2019;24:243-247.
 36. Song K, Kim HS, Chae HW. Prevalence and treatment of pediatric dyslipidemia. *J Korean Med Assoc* 2021;64:410-415.
 37. Simmonds M, Llewellyn A, Owen CG, Woolacott N. Predicting adult obesity from childhood obesity: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev* 2016;17:95-107.
 38. Juonala M, Magnussen CG, Berenson GS, Venn A, Burns TL, Sabin MA, Srinivasan SR, Daniels SR, Davis PH, Chen W, Sun C, Cheung M, Viikari JS, Dwyer T, Raitakari OT. Childhood adiposity, adult adiposity, and cardiovascular risk factors. *N*

Engl J Med 2011;365:1876-1885.

39. Llewellyn A, Simmonds M, Owen CG, Woolacott N. Childhood obesity as a predictor of morbidity in adulthood: a systematic review and meta-analysis. *Obes Rev* 2016;17:56-67.
40. Jung YH, Ko S, Lim HJ. The socioeconomic cost of adolescent obesity. *Health Soc Welf Rev* 2010;30:195-219.
41. Sonntag D, Ali S, Lehnert T, Konnopka A, Riedel-Heller S, König HH. Estimating the lifetime cost of childhood obesity in Germany: results of a Markov model. *Pediatr Obes* 2015;10:416-422.
42. Sonntag D, Ali S, De Bock F. Lifetime indirect cost of childhood overweight and obesity: a decision analytic model. *Obesity (Silver Spring)* 2016;24:200-206.
43. Trasande L, Chatterjee S. The impact of obesity on health service utilization and costs in childhood. *Obesity (Silver Spring)* 2009;17:1749-1754.
44. Brown V, Ananthapavan Brown V, Ananthapavan J, Sonntag D, Tan EJ, Hayes A, Moodie M. The potential for long-term cost-effectiveness of obesity prevention interventions in the early years of life. *Pediatr Obes* 2019;14:e12517.

Peer Reviewers' Commentary

소아청소년기 비만은 대사증후군을 포함한 심리적 문제가 동반될 수 있을 뿐 아니라, 제대로 조절이 되지 않으면, 성인기 비만으로 이행하여 심혈관계 질병을 유발할 가능성도 높다. 이 논문은 점차 증가하고 있는 소아청소년 비만에 대해 전반적인 개요, 진단, 역학에 대해 최신 논문들을 정리하여 이해하기 쉽게 설명하고 있다. 소아청소년 비만이 성인기 비만으로 얼마나 이행되는지와 함께, 성인기 심혈관계 질환 등의 합병증에 대해 자세히 기술하고 있어 소아청소년을 진료하는 임상 의에게 큰 도움이 될 것이다. 특히 사회경제적 비용 증가에 대해서도 논리적으로 정리하여 설명해 주고 있다. COVID-19 유행, 점차 감소하는 신체 활동, 식습관 변화 등으로 소아청소년 비만이 눈에 띄게 증가하고 있는 최근 상황에서 소아청소년 비만에 대한 임상 의의 관심과 정책 지원 등이 절실한 이 시기에 좋은 지침이 되는 논문으로 판단된다.

[정리: 편집위원회]