

경기 일개 시 초등학교 5학년 전체에서 체질량지수 85백분위수와 95백분위수에 해당하는 체지방률과 허리둘레

아주대학교 의과대학 가정의학교실, *한림대학교성심병원 가정의학과, **산업의학과

김찬원 · 박경희*[†] · 주영수** · 송홍지* · 백유진* · 최종원* · 장혜미* · 조정진*

연구배경: 소아 비만은 성인비만으로 이어지며 여러 가지 합병증을 조기에 발현시키므로 정확한 평가와 관리가 매우 중요하다. 그러나 체질량지수를 사용하는 진단 이외에 허리둘레와 체지방률에 대한 절단점이 없는 상황이다. 본 연구에서는 동일 성별, 연령별 체질량지수의 95백분위수에 해당하는 체지방률과 허리 둘레의 절단점을 알아보고자 하였다.

방법: 경기도 군포시 전체 22개 초등학교 5학년 학생 총 4,242명(남 2,152 여 2,090)을 대상으로 2005년 4월부터 5월까지 키, 체중, 복부둘레 등의 신체계측 및 생체전기저항분석법(bioelectrical impedance analysis, BIA)의 원리를 이용하는 체성분분석기를 사용하여 체지방률을 측정하였다. 성별, 연령변화에 따른 체질량지수를 표준(Gold standard)으로 하였고 Receiver Operating Characteristics (ROC) curve를 통해 체지방률과 허리둘레의 비만과 과체중 진단에 대한 민감도와 특이도가 가장 높은 절단점을 구하였다.

결과: 연구 대상자의 평균 체지방률은 남학생 13.6±6.9%, 여학생 19.4±5.3%였으며 허리둘레의 평균값은 남학생이 68.0±9.1 cm, 여학생은 64.3±7.7 cm였다. 비만의 절단점은 체지방률의 경우 남학생 21.8%, 여학생 24.5%이고 이를 통한 비만학생비율은 남학생과 여학생이 각각 15.2%, 16.7%이며 허리둘레는 남학생 76.9cm, 여학생 70.7cm로 비만 학생비율은 남학생 19.7%, 여학생 20.0%로 허리둘레가 체지방률보다 더 많은 학생들을 비만으로 진단하였다.

결론: 경기도 일개시 초등학교 5학년의 체지방률과 허리둘레의 절단점은 이전의 연구들에서 제시한 값들보다 낮았다.

중심 단어: 소아비만, 체지방률, 복부 둘레, 절단점

서 론

성인의 비만은 고혈압, 당뇨, 이상지질혈증 등 여러 가지 심혈관 및 대사질환 발생의 위험인자이지만 장기간의 체중조절은 매우 어려운 상태이다. 따라서 근본적인 치료의 방법으로 성인기 비만의 예방에 관심이 모아졌고 많은 수의 비만한 소아들이 성인의 비만으로 이어진다는 것이 밝혀졌다.¹⁾ 그러나 단순히 성인의 비만을 예방하기 위해서뿐만 아니라 소아비만자체가 심혈관계 위험인자들을 높여서 향후에 조기 동맥경화로 진행될 위험성이 높으며^{2,3)} 심리적으로도 자존감이 낮아져서⁴⁾ 적극적인 진단과 관리가 필요하다. 성인에서는 비만의 진단에 국가마다 약간의 차이를 보이지만 대개 체질량지수 기준을 사용하고 있다. 동일한 나이와 성별의 체질량

지수 95 백분위수이상의 소아들이 성인비만으로 진행되는 비율이 유의하게 증가할 뿐만 아니라⁵⁾ 청소년에서는 95 백분위수 이상에 해당하는 군에서 비만과 관련된 질환과 사망률을 높일 수 있는 높은 혈압과 지질이상 비율이 의미 있게 높기 때문에⁶⁾ 현재 비만의 절단점으로 가장 많이 이용되며 동일 연령 및 성별의 체질량지수 85 백분위수이상을 과체중으로 정의하는 개념이 가장 널리 사용되고 있다. 국내에서도 1999년 대한소아과학회 영양위원회 및 보건 통계위원회의 분류에 따라 동일 연령대의 체질량지수 85~94백분위수 이상을 비만 위험군(과체중군), 95백분위수 이상을 비만군으로 정의한 기준을 보편적으로 사용하고 있다. 하지만 소아에서는 체질량지수가 성장단계에서 신장의 변화에 영향을 받을 뿐만 아니라 근육 및 체지방양 및 분포가 성숙속도 및 성별에 따라 다르다.⁷⁾ 그리고 이미 오래전부터 소아에서도 지방의 분포와 심혈관계 위험인자들과의 관계가 성인에서처럼 더 의미 있는 관련성이 있다고 제기된 바가 있었다.⁸⁾ 1999년의 소아비만 워크샵에서는 Mary C Bellizzi 등이 실제 임상에서 체질량지수 뿐만 아니라 다른 보조적인 측정 수단을 이용하여 소아의 과체중과 비만을 진단하도

접수일: 2007년 4월 4일, 승인일: 2008년 6월 13일

[†]교신저자: 박경희

Tel: 031-380-3805 Fax: 031-380-4118

E-mail: pkh71@dreamwiz.com

록 권고하였다.⁹⁾ 따라서 체지방률과 허리둘레를 측정하는 것은 체지방률과 체지방의 분포를 진단에 이용하는 좋은 수단이 될 것이다.

체지방률의 측정에서 Dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA)는 정확성이 뛰어나고 신뢰도가 높아^{10,11)} 체지방률 측정의 표준으로 타당성이 입증되었다.¹²⁾ 하지만 이러한 장점에도 불구하고 고비용이며 시간이 오래 걸리고 방사선을 이용하므로 측정에 제한이 있고 손쉽게 사용하기 어려워 실제 임상이나 연구에서 활용하는 것이 쉽지 않았다. 따라서 DEXA의 대안으로 생체전기저항 분석법을 이용하여 체지방률을 간접적으로 측정하는데 아직까지 소아비만진단에 있어서 심혈관계 위험인자들을 예측하는 타당한 절단점에 대한 연구가 부족한 실정이다. 허리둘레 역시 성인에서처럼 허리둘레가 클수록 대사적인 이상이 생길 위험이 높고 체질량지수보다 더 심혈관계 질환의 위험인자를 잘 예측한다고 알려져 있다.¹³⁾ 물론 성인처럼 허리둘레가 큰 것이 소아에서 얼마나 내장지방을 반영하는가에 관해서는 불명확하고 남아에 비하여 여아는 내장지방의 정도가 적지만 소아에서도 내장지방이 클수록 인슐린저항성이 높다는 보고가 있어서 소아에서 허리둘레를 진단에 이용하는 것은 간접적으로나마 지방의 분포를 고려하여 인슐린저항성을 반영하는 수단이 될 수 있을 것이다.¹⁴⁾ 그러나 아직까지 허리둘레의 기준이 다양하여 합의점을 찾지 못한 상태이다. 이에 본 연구에서는 군포시 초등학교 5학년을 대상으로 체질량지수를 이용하여 진단된 과체중 및 비만을 반영하는 민감도와 특이도가 가장 높은 체지방률과 허리둘레의 절단점을 알아보고자 한다.

방 법

1. 연구대상

본 연구는 경기도 군포시에 소재하고 있는 모든 초등학교에 재학 중인 5학년 학생 전체를 대상으로 2005년 4월 18일부터 5월 25일까지 시행되었다. 군포시 전체 초등학교 개수는 22개로 성별로 본 전체 연구 참가자 수는 남자 2,152명, 여자 2,090명, 총 4,242명을 대상으로 하였다.

2. 신체 계측 및 비만의 정의

조사 기간 동안 매주 오전 시간에 측정하였으며 신체 측정에 있어서 측정자간의 차이를 최소화하고 동일한 조건하에 측정할 수 있도록 신장, 체중 및 체지방률, 허리둘레 측정을 사전에 교육 받은 6명의 간호사들로 구성된 팀을 통해 학교를 방문하여 실시하므로 측정의 치우

침(Measurement bias)을 최소화하였다.

신장은 수동 신장계를 이용하여 센티미터 단위로 소수점 첫째 자리까지 측정하였다. 그리고 체중과 체지방률은 임피던스 측정방식에 의한 체성분분석기 Genius-220 (Jawon medical, Korea)을 이용하여 측정하였다. 체중 측정을 위해 학생들은 가능한 가벼운 옷차림으로 측정에 임하도록 사전에 통보하였고 측정오차를 최소화하기 위하여 아침식전 배뇨 후 측정하였다. 허리둘레는 정상 호기시 직립자세에서 늑골의 가장 아래부위와 골반장골릉(Iliac crest) 사이의 최소값을 센티미터 단위로 소수점 첫째자리까지 측정하였다.

1999년 대한소아과학회 영양위원회 및 보건 통계위원회의 분류에 따라 성별, 연령 변화에 따른 체질량 지수의 백분위 곡선을 이용하여 해당 성별과 체질량 지수의 85 백분위수 이상 94백분위수 이하를 비만 위험군(과체중군), 95백분위수 이상을 비만군으로 정의하였다.

3. 통계적 분석 방법

초등학교 5학년의 비만과 과체중을 가장 잘 발견할 수 있는 체지방률과 허리둘레의 절단점을 찾기 위해 Receiver Operating Characteristics (ROC) curve를 이용하였으며, 민감도와 특이도의 합이 가장 큰 지점을 그 절단점으로 선택하였다.¹⁵⁾ 이렇게 구한 절단점은 대상 집단에서 비만 내지 과체중을 분별하는 기준이 되는 중요성을 가지므로 이를 사용하여 남학생 군과 여학생 군 각각의 비만 및 과체중학생의 비율을 조사하여 비교하였다. 또한 각각의 성별에 따라 두 검사의 민감도와 특이도를 구하여 표에 정리하였다. The area under the curve (AUC)를 ROC curve의 전반적인 수행능력(Overall performance)평가의 지표로 사용하는데¹⁶⁾ 각각의 그래프에서 두 검사의 곡선이 하범위의 넓이를 통해 두 검사간 수행능력을 비교하였다. 통계 분석은 SPSS for window version 12.0를 이용하여 처리하였다.

결 과

1. 연구 대상

전체 연구 대상자는 총 4,242명으로 남학생이 2,152명(50.7%), 여학생이 2,090명(49.3%)으로 두 군의 연구 대상자의 수가 비슷하였다. 남학생평균 체질량지수는 19.4로 여학생평균 체질량지수 18.0에 비하여 유의하게 높았다. 이 밖에도 남학생의 평균 허리둘레는 68.0 cm, 여학생의 평균 허리둘레 64.3 cm에 비해 통계학적으로 의미 있게 높은 값을 보였다. 그러나 평균 체지방률에 있어서는 남학생이 13.6로 여학생의 평균 체지방률 19.4에 비해서 의

미 있게 낮은 수치를 나타내었다(표 1).

2. 비만의 절단점과 비만학생의 비율

본 연구의 정의를 기준으로 비만의 절단점으로 제시한 해당 성별, 연령별 체질량 지수 95백분위수에 해당하는 체지방률은 남학생에서 21.8%이고 여학생에서 24.5%이고 이 절단점으로 비만학생비율을 살펴보면 남학생이 15.2%, 여학생은 16.7%이었다. 허리 둘레의 절단점은 남학생에서 76.9 cm, 여학생에서 70.7 cm이며 이때의 비만학생비율은 남학생 19.7%, 여학생 20.0%로 체지방률을 기준으로 비만을 진단했을 때보다 더 높았다. Area under the curve (AUC)는 체지방률과 허리둘레의 경우 남학생에서 각각 0.99, 0.98, 여학생은 0.98, 0.97로서 체지방률이

Table 1. Subject characteristics (mean±SD).

	Boys (n=2,152)	Girls (n=2,090)	P
Age (year)	10.8±0.4	10.7±0.4	0.531
Body weight (kg)	40.1±8.9	37.7±8.0	<0.001
Height (m)	143.2±6.3	143.9±6.9	0.014
BMI (kg/m ²)	19.4±3.3	18.0±2.9	<0.001
WC (cm)	68.0±9.1	64.3±7.7	<0.001
Body fat percentage	13.6±6.9	19.4±5.3	<0.001
Muscle mass (kg)	31.7±4.6	27.9±4.6	<0.001
Body fat mass (kg)	6.0±4.3	7.6±3.6	<0.001

BMI: body mass index, WC: waist circumference.

약간 더 높은 수치를 나타내었다(표 2).

3. 과체중의 절단점과 비만학생의 비율

과체중을 진단하는 데 있어서 체지방률의 절단점은 남학생 군에서 17.2%, 여학생 군에서는 22.2%였으며 민감도와 특이도는 각각 남학생군에서 94.6%, 95.2% 여학생군에서 93.3%, 88.6%이었다(그림 1). 체지방률을 기준으로 구한 과체중학생비율은 남학생 군에서 30.0%, 여학생군에서 28.1%이었다. 허리둘레의 절단점은 남학생이 71.5 cm, 여학생은 68 cm이며 민감도, 특이도는 각각 남학생군에서 93.7%, 90.9% 여학생군에서 94.7%, 87.7%이었다. 허리둘레를 기준으로 본 과체중학생의 비율은 남학생 군이 32.9%, 여학생 군이 29.3%이었다. 과체중진단에 있어서 체지방률과 허리둘레의 AUC는 각각 남학생군이 각각 0.99, 0.98, 여학생군은 각각 0.97, 0.97이었다(표 3).

고찰

체성분 분석 및 체질량측정의 가장 정확한 측정법은 오래전부터 수중체밀도법으로 간주되어왔으나 실제 임상에서의 적용이 어려워 다른 측정법들이 개발되어왔다.¹⁷⁾ 그 가운데에서 생체 전기 저항 분석법(Bioelectrical impedance analysis, BIA)은 엄밀히 말해서 신체구성성분(Body composition)의 직접적인 측정수단은 아니지만 사용이 간편하고 비용이 저렴하며 신뢰도가 높아 실제 임상에서 쓰이고 있다.¹⁸⁾ 하지만 아직까지 소아비만을 진단

Table 2. Characteristics of diagnostic tests for obesity.

Variables		Cutoffs	AUC (95%CI)	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Prevalence (%)
Boys	%BF	21.8%	0.99 (0.98~0.99)	95.5	95.1	15.2
	WC	76.9 cm	0.98 (0.97~0.98)	95.9	90.0	19.7
Girls	%BF	24.5%	0.98 (0.98~0.99)	97.7	90.5	16.7
	WC	70.7 cm	0.97 (0.97~0.98)	97.7	86.8	20.0

AUC: area under the curve, %BF: percentage body fat, WC: waist circumference, Obesity: BMI ≥ 95th percentile.

Table 3. Characteristics of diagnostic tests for overweight.

Variables		Cutoffs	AUC* (95%CI)	Sensitivity (%)	Specificity (%)	Prevalence (%)
Boys	%BF	17.2%	0.99 (0.98~0.99)	94.6	95.2	30.0
	WC	71.5 cm	0.98 (0.97~0.98)	93.7	90.9	32.9
Girls	%BF	22.2%	0.97 (0.96~0.98)	93.3	88.6	28.1
	WC	68.0 cm	0.97 (0.96~0.97)	94.7	87.7	29.3

AUC: area under the curve, %BF: percentage body fat, WC: waist circumference, Overweight: BMI ≥ 85th percentile.

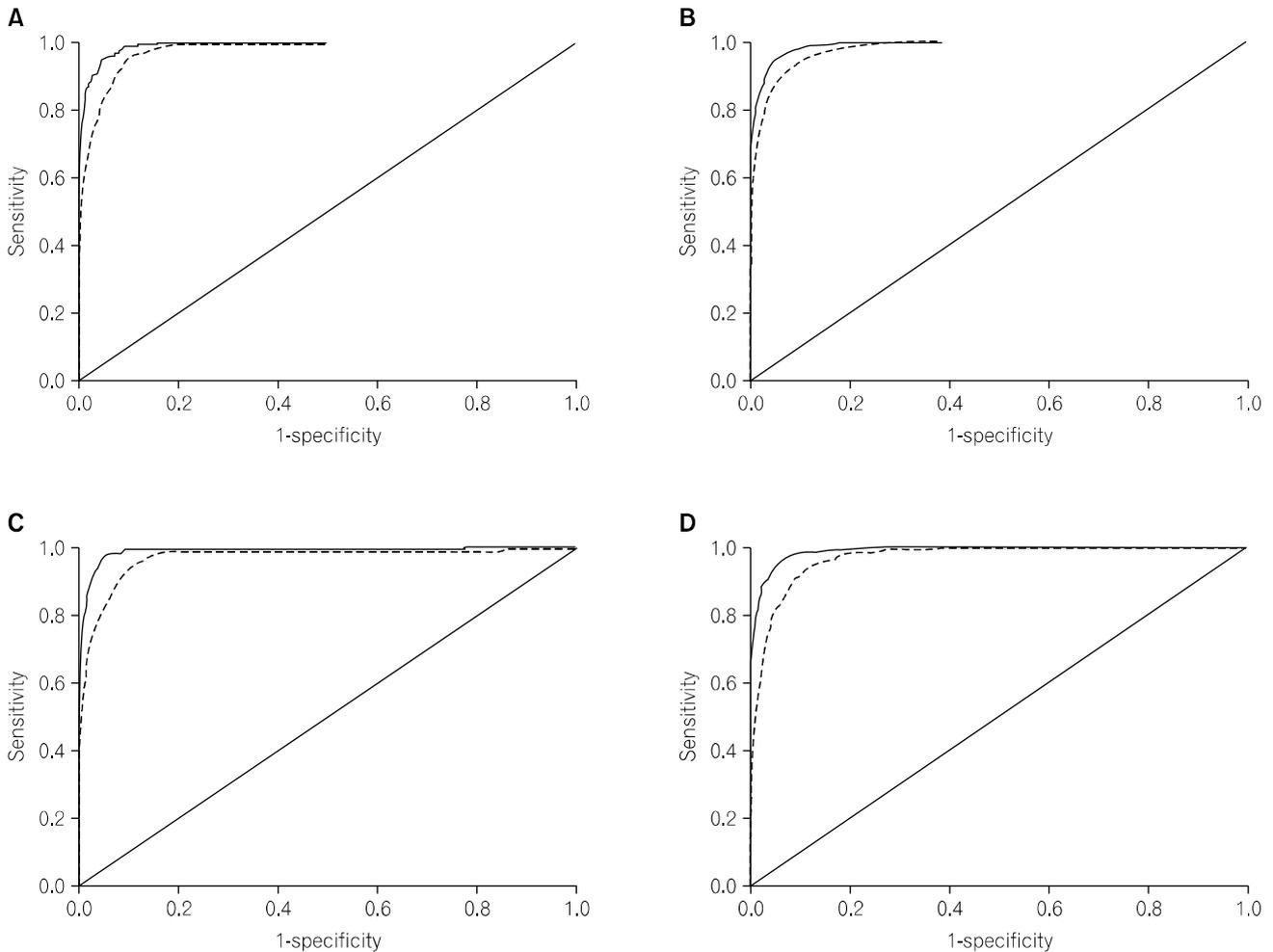


Figure 1. Receiver operating curves for obesity in boys (A) and girls (B). Receiver operating curves for overweight in boys (C) and girls (D) (Body fat percentage ———, Waist circumference -----).

하는데 있어서 아직까지 절단점이 없는 실정이다. 이에 본 연구에서는 한 지역의 전체 초등학교 5학년을 대상으로 1999년 소아과학회에서 제시한 동일성별, 연령별 체질량지수 85백분위수와 95백분위수에 해당하는 체지방률과 허리둘레의 절단점을 확인하였다. 특히 일개 지역 전체 동일 연령대의 소아를 대상으로 측정된 절단점이라는데 그 의의가 있다고 하겠다.

본 연구의 체지방률 절단점은 이전의 연구와 다소 차이를 보이고 있다. Williams 등은 5~18세 사이의 미국 소아 내지 청소년들 3,320명을 대상으로 DEXA를 이용하여 측정된 체지방률 가운데 높은 혈압 내지 고지혈증 등의 심혈관 위험 인자를 의미 있게 높이는 지점을 확인하였는데 체지방률이 남학생군에서는 25%, 여학생군에서는 30%라고 보고하였다.¹⁹⁾ 그러나 BIA가 DEXA보다 체

지방률을 과소평가하는 경향이 있어서 BIA로 체지방률을 측정할 때는 절단점이 DEXA의 것보다는 더 낮을 것이라는 추정이 가능하다.²⁰⁾ 국내에서 7~18세 소아 및 청소년 1,000여명을 대상으로 체지방률의 절단점을 연구한 결과를 살펴보면 남자는 24% 이상, 여자는 30% 이상을 비만의 절단점으로 보고하였다.²¹⁾ 이 수치는 본 연구 집단의 남학생 및 여학생의 체지방률 95백분위수와 유사한데 본 연구의 체질량지수 기준이 1999년의 것이어서 실제 본 연구집단의 체질량지수를 잘 반영하지 못할 수 있으므로 체지방률의 절단점이 실제보다 낮았을 가능성도 있다. 이가영 등은 비만의 기준을 IOTF (International Obesity Task Force)에서 제시한 정의로 했을 때 체지방률의 절단점이 성 및 연령별로 매우 다양하여 일관된 수치를 제시하기 어렵다고 하였다.

남학생과 여학생의 체지방률은 사춘기직전부터 그 차이를 보이기 시작한다. 연령이 증가하면 증가할수록 그 차이는 조금씩 두드러지는데 특이한 것은 사춘기가 진행하면서 체지방이 남아는 복부에 많이 분포하고 여아는 복부 이외에 허벅지와 피하에 많이 분포하게 된다.²²⁾ 본 연구에서도 체질량지수와 허리둘레는 남학생이 여학생보다 높음에도 체지방률의 평균 및 비만과 과체중 진단에서의 절단점이 남학생보다 높은 것은 그 때문으로 생각된다.

체지방률과 허리둘레를 비교해보면 체지방률의 AUC가 허리둘레의 것보다 약간 더 큰데 이것은 체질량지수로 비만을 진단 받은 소아가 허리둘레보다 체지방률을 통해 진단할 때 같은 진단을 받을 확률이 높다는 의미이다. 하지만 그 차이는 매우 작고 두 가지 방법 모두 소아 비만 진단시 체질량지수로 진단할 때처럼 비만을 잘 반영한다고 볼 수 있다.

결과에서 살펴보았듯이 본 연구에서 군포시 소아비만 학생비율은 체지방률을 진단 기준으로 삼았을 때 남학생에서 15.2%, 여학생에서 16.7%이고 허리둘레가 기준이 되면 비만학생비율이 남학생군은 19.7%, 여학생군은 20.0%였다. 이는 2006년 강희태 등²³⁾이 같은 집단을 대상으로 ‘도시지역 초등학교 비만 수준 및 관련 요인에 대한 연구’에서 발표한 비만학생비율과 약간의 차이를 보이는데 강희태 등은 성별, 연령 변화에 따른 체질량지수 95백분위수를 진단 기준으로 하였을 때 비만학생비율이 남학생 11.8%, 여학생은 9.4%라고 보고한 것에 비해 본 연구에서 제시한 비만학생비율은 그보다 다소 높은 수치를 보였으며 특히 허리 둘레를 기준으로 하면 약 2배의 학생들을 비만으로 진단하게 되었다. 이는 체질량지수를 본 연구의 표준(Gold standard)으로 삼은 결과로 보여지며 허리둘레보다는 체지방률이 더 비슷한 결과를 보여주었다. 체지방률을 진단 기준으로 사용하면 강희태 등의 연구와는 달리 여학생의 비만학생비율이 다소 높은 결과를 보이게 되는데 남학생에 비해 여학생이 체지방률이 많고 체중이 적은 것이 그 원인으로 추정된다. 체질량지수는 단지 키와 체중만 고려하여 체지방률을 따로 반영하지 못하지만 체지방률은 제지방을 제외한 체지방량을 반영하므로 남학생에 비해서 상대적으로 지방의 양이 많은 여학생에서 비만학생비율이 약간 증가한 것으로 생각되어진다.

이전의 연구들 가운데에서 유선미 등²⁴⁾이 2006년도에 발표한 논문에서는 8~12세 소아 938명(남학생484명, 여학생454명)을 대상으로 1999년 대한소아과학회 영양위원회 및 보건 통계위원회의 분류에 따라 성별, 연령 변화에 따른 체질량지수의 백분위 곡선을 이용하여 해당 성

별과 체질량 지수 95백분위수 이상을 비만으로 정의하였을 때 유병률은 남학생군에서 18.8%, 여학생군에서는 18.7%로 본 연구보다 약간 높은 경향을 보였다. 한편 김은경 등²⁵⁾이 2005년에 발표한 한국 여학생들의 체질량지수의 비만 절단점을 살펴보면 김은경 등은 8~18세 1229명의 여학생을 대상으로 각 연령에 해당하는 체질량지수의 백분위수 곡선(Percentile curve)를 이용하여 동일 연령의 체질량지수 95백분위수 이상을 비만으로 정의하여 측정된 유병률에서 초등학생의 비만 유병률을 11.5%로 보고하여 본 연구에서 보고한 여학생의 비만 유병률인 11.3%와 유사한 결과를 나타내었다. 그 밖에 체질량지수를 기준으로 소아비만의 유병률을 확인한 다른 연구들을 보면 심수정 등²⁶⁾이 강릉지역 초등학교 7~12세 소아 1,326명을 대상으로 체질량지수 85백분위수의 과체중군의 유병률을 조사한 결과를 보면 남아가 18.9%, 여아가 20.6%로 본 연구보다 다소 낮은 결과를 보였으며 강희태 등²⁷⁾이 천식으로 방문한 소아 525명을 대상으로 살펴본 연구에서는 연령대가 본 연구와 유사한데 동일 성별, 연령별 체질량지수 95백분위수 이상을 기준으로 했을 때의 유병률이 전반적으로 11%정도로 본 연구와 유사한 결과를 보여주었다. 체지방률을 기준으로 비만의 유병률을 구한 연구는 이가영 등²¹⁾의 연구가 유일한데 체지방률의 측정 방법이 달라서 비교는 어려우나 과체중으로 진단한 비만의 유병률이 본 연구의 비만 유병률과 유사하며 이가영 등이 사용한 과체중에 대한 체지방률 기준이 본 연구의 비만에 사용한 것과 비슷하여 측정 방법을 통일한다면 소아에서도 성인처럼 체지방률을 진단 도구로서 적용할 수 있는 가능성이 있으나 이에 대해서는 좀 더 많은 연구가 필요할 것이다. 만일 대표성을 갖는 체지방률 값이 있고 그 값에서 체지방률의 95백분위수 이상을 기준으로 비만을 진단하게 된다면 비만학생비율은 달라질 수도 있다. 각 연구에서 사용한 기준이 상이하며 그 기준 자체가 표준(Gold standard)이 될 수 없기 때문에 체질량지수, 허리둘레, 체지방률 간에 직접 진단 능력을 비교하는 것은 어렵다. 단지 이가영 등도 체질량지수로 진단한 비만의 유병률보다 체지방률을 사용했을 때의 비만의 유병률이 더욱 높았고 Pietrobelli 등²⁸⁾이 같은 체질량지수라고 하더라도 지방분포(Regional adiposity)에 차이가 컸으며 Savva 등²⁹⁾이 소아에서 체질량지수보다 허리둘레가 심혈관 질환 위험인자를 더 잘 반영하였다는 보고 등을 미루어 볼 때 허리둘레와 체지방률의 측정은 진단력을 더욱 높일 수 있다고 생각된다.

본 연구는 단면 연구이므로 시간적인 선후 인과관계를 규명하지 못하며 특히 심혈관계 위험인자를 어느 정도 반영할 수 있을 지에 대한 근거가 부족한 제한점이

있다. 그리고 초등학생 5학년생만을 대상으로 하여 전체 소아로 일반화할 수 없다. 과연 어떤 절단점이 가장 의미 있는가에 관해서는 오랜 기간 동안 연구 대상자들을 추적해야 하나 비용 및 시간의 제약이 따르게 되므로 심혈관질환의 위험 인자로 제시되는 혈압, 저밀도 단백 콜레스테롤 수치 등의 차이가 어떤 지점에서 통계적으로 의미 있게 보이는 지에 관한 연구가 더 현실 적일 것이며 향후 이러한 심혈관계 위험인자들의 발생 위험도를 예측할 수 있는 절단점에 관한 연구가 필요하다.

ABSTRACTS

Percent Body Fat and Abdominal Circumference Cutoff Points Accounted for 85th and 95th Percentile of Body Mass Index in One City of Gyeonggi Province

Chan Won Kim, M.D., Kyung Hee Park, M.D.*, Young Su Ju, M.D.**, Hong Ji Song, M.D.*, Yu Jin Paek, M.D.*, Jong Won Choi, M.D.*, He Mi Chang, M.D.*, Jung Jin Cho, M.D.*

Department of Family Medicine, College of Medicine, Ajou University, Suwon, *Departments of Family Medicine, **Occupational and Environmental Medicine, Hallym Sacred Heart Hospital, College of Medicine, Hallym University, Anyang, Korea

Background: Childhood obesity is becoming more prevalent, associated with a variety of adverse consequences which leads to adulthood obesity. Although diagnosis is usually made by body mass index, there is neither a cutoff point for the percentage body fat nor abdominal circumference. The aim of this study was to identify each cutoff point for both measures.

Methods: The measurement of height, weight, abdominal circumference and percentage body fat was performed through manual assessment and bioelectrical impedance analysis for 4,242 subjects aged 11 in Gunpo City, South Korea. The cutoff point for body fat percentage and abdominal circumference is set to maximize the sum of sensitivity and specificity for detecting obesity and overweight using the Receiver Operating Characteristics (ROC) curve.

Results: The mean percentage body fat was 13.6±6.9% for boys and 19.4±5.3% for girls. The mean abdominal circumference of boys was 68.0±9.1 cm, and that of girls was 64.3±7.7 cm. The cutoff point of percentage body fat

for obesity was 21.8% in boys and 24.5% in girls. The prevalence of obesity was 15.2%, 16.7% for males and females, respectively. The abdominal circumference cutoff for obesity was 76.9 cm in boys and 70.7cm in girls. Based on that, the prevalence of obesity was 19.7% for boys and 20.0% for girls, which was higher than what was identified by body mass index, as in the case of body fat percentage.

Conclusion: The cutoffs of body fat percentage and abdominal circumference in one city of Gyeonggi Province were lower than those suggested in the previous studies. (J Korean Acad Fam Med 2008;29:492-498)

Key words: childhood obesity, percentage body fat, abdominal circumference, cutoff point

참 고 문 헌

1. Serdula MK, Ivery D, Coates RJ, Freedman DS, Williamson DF, Byers T. Do obese children become obese adults? A review of the literature. *Prev Med* 1993;22:167-77.
2. Li S, Chen W, Srinivasan SR, Bond MG, Tang R, Urbina EM, et al. Childhood cardiovascular risk factors and carotid vascular changes in adulthood: the Bogalusa Heart Study. *JAMA* 2003;290:2271-6.
3. 성은주, 신태수. 한국 청소년비만이 심혈관질환 위험인자에 미치는 영향. *대한가정의학회* 2003;24:1017-25.
4. Zametkin AJ, Zoon CK, Klein HW, Munson S. Psychiatric aspects of child and adolescent obesity: a review of the past 10 years. *J Am Acad Child Adolesc Psychiatry* 2004;43:134-50.
5. Guo SS, Roche AF, Chumlea WC, Gardner JD, Siervogel RM. The predictive value of childhood body mass index values for overweight at age 35 y. *Am J Clin Nutr* 1994;59:810-9.
6. Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. *Pediatrics* 1999;103:1175-82.
7. Veldhuis JD, Roemmich JN, Richmond EJ, Rogol AD, Lovejoy JC, Sheffield-Moore M, et al. Endocrine control of body composition in infancy, childhood, and puberty. *Endocr Rev* 2005;26:114-46.
8. Caprio S, Hyman LD, McCarthy S, Lange R, Bronson M, Tamborlane WV. Fat distribution and cardiovascular risk factors in obese adolescent girls: importance of the intraabdominal fat depot. *Am J Clin Nutr* 1996;64:12-7.
9. Bellizzi MC, Dietz WH. Workshop on childhood obesity:

- summary of the discussion. *Am J Clin Nutr* 1999;70 Suppl: 173-5.
10. Mei Z, Grummer-Strawn LM, Pietrobelli A, Goulding A, Goran MI, Dietz WH. Validity of body mass index compared with other body-composition screening indexes for the assessment of body fatness in children and adolescents. *Am J Clin Nutr* 2002;75:978-85.
 11. Jensen MD, Kanaley JA, Roust LR, O'Brien PC, Braun JS, Dunn WL, et al. Assessment of body composition with use of dual-energy x-ray absorptiometry: evaluation and comparison with other methods. *Mayo Clin Proc* 1993;68: 867-73.
 12. Francis KT. Body-composition assessment using underwater weighing techniques. *Phys Ther* 1990;70:657-62.
 13. Savva SC, Tornaritis M, Savva ME, Kourides Y, Panagi A, Silikiotou N, et al. Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24:1453-8.
 14. Gower BA, Nagy TR, Goran MI. Visceral fat, insulin sensitivity, and lipids in prepubertal children. *Diabetes* 1999; 48:1515-21.
 15. Altman DG, Bland JM. Diagnostic tests 3: receiver-operating characteristic plots. *BMJ* 1994;309:188.
 16. Hulley SB, Cummings SR. *Designing clinical research: an epidemiologic approach*. 1st ed. Baltimore:Willams & Wilkins; 1988. p. 90.
 17. Mattsson S, Thomas BJ. Development of methods for body composition studies. *Phys Med Biol* 2006;51:R203-28.
 18. Ellis KJ. Human body composition: in vivo methods. *Physiol Rev* 2000;80:649-80.
 19. Williams DP, Going SB, Lohman TG, Harsha DW, Srinivasan SR, Webber LS, et al. Body fatness and risk for elevated blood pressure, total cholesterol, and serum lipoprotein ratios in children and adolescents. *Am J Public Health* 1992;82: 358-63.
 20. Eisenkölbl J, Kartasurya M, Widhalm K. Underestimation of percentage fat mass measured by bioelectrical impedance analysis compared to dual energy X-ray absorptiometry method in obese children. *Eur J Clin Nutr* 2001;55:423-9.
 21. Lee K, Lee S, Kim SY, Kim SJ, Kim YJ. Percent body fat cutoff values for classifying overweight and obesity recommended by the International Obesity Task Force (IOTF) in Korean children. *Asia Pac J Clin Nutr* 2007;16(4):649-55.
 22. Forbes GB, Falkner F, Tanner JM. *Growth of body fat*. vol. II. New York:Plenum Press;1978. p. 239-72.
 23. 강희태, 주영수, 박경희, 권형준, 임형준, 백도명 등. 도시지역 초등학생 비만 수준 및 관련 요인에 대한 연구: 사회경제적 요인을 중심으로. *예방의학회지* 2006;39(5):371-8.
 24. Yoo SM, Lee SY, Kim KN, Sung E. Obesity in Korean pre-adolescent school children: comparison of various anthropometric measurements based on bioelectrical impedance analysis. *Int J Obes Lond* 2006;30:1086-90.
 25. Kim E, Hwang JY, Woo EK, Kim SS, Jo SA, Jo I. Body mass index cutoffs for underweight, overweight, and obesity in South Korean schoolgirls. *Obes Res* 2005;13(9):1510-4.
 26. 심수정, 천경수, 박혜순. 강릉지역 소아에서 비만도와 혈청 지질과의 관련성. *대한비만학회지* 2003;12:146-53.
 27. 강 희, 강은경, 나규민, 유 영, 고영률. 천식 환아와 정상 소아에서 비만에 대한 비교. *소아알레르기 및 호흡기* 2003;13:17-25.
 28. Pietrobelli A, Faith MS, Allison DB, Gallagher D, Chiumello G, Heymsfield SB. Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: a validation study. *J Pediatr* 1998;132:204-10.
 29. Savva SC, Tornaritis M, Savva ME, Kourides Y, Panagi A, Silikiotou N, et al. Waist circumference and waist-to-height ratio are better predictors of cardiovascular disease risk factors in children than body mass index. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000;24:1453-8.