

우리나라 양산지역 학동전기 아동에서 비만 진단을 위한 체지방률의 절단값

정민정 · 김기봉*

부산대학교 한방병원 한방소아과
*부산대학교 한방병원 한방소아과
*부산대학교 한의학전문대학원 한방소아과학 교실

Abstract

The Cut Off Values of Body Fat Percentage for Diagnose Obese among Selected Number of Preschool Children in Yangsan

Jeong Min Jeong, Kim Ki Bong*

Department of Pediatrics, Pusan National University Korean Medicine Hospital

**Department of Pediatrics, Pusan National University Korean Medicine Hospital*

**Department of Pediatrics, Pusan National University School of Korean Medicine*

Objectives

The objectives of this study were to evaluate the correlations between the indices of obesity and percentage body fat by bioelectrical impedance analysis(BIA). Also, this study was designed to define the cut off values of percentage body fat by BIA which would represent BMI and degree of obesity in order to detect overweight and obesity in preschool children.

Methods

The height and weight of 683 children aged four to six years old were measured. Also, percentages of body fat were measured by BIA.

Results

There were high correlations between the boy's body fat percentages and degree of obesity($r=790$). Also, there were high correlations between the girl's body fat percentages and BMI($r=778$).

The cut off values of body fat percentage, which would correspond to those of BMI percentiles, were calculated by ROC curve analysis. To classify as an overweight, the correspondent cut off values of body fat percentage were 19.55% in boys and 22.35% in girls. For obesity, the cut off values were 28.80% in boys and 27.60% in girls. The cut off values of body fat percentage, which would correspond to degree of obesity were calculated by ROC curve analysis. To classify as an overweight, the correspondent cut off values of body fat percentage were 19.75% in boys and 22.35% in girls. For obesity, the cut off values were 29.05% in boys and 28.75% in girls.

Conclusions

According to the BMI criteria by the Korean pediatrics society in 2007, the most appropriate cut off values of body fat percentage in for four to six years old children were follows; for boys, 19.55% considered as overweight, and 28.80% as obese while for girls, 22.35% considered as overweight and 27.60% as obese.

According to suggested degree of obesity criteria, the most appropriate cut off values of body fat percentage in for four to six old children were were follows; For boys, 19.75% was considered as overweight, and 29.05% as obesity. For girls, 22.35% was considered as overweight, and 28.75% as obese.

Key words : Obesity, Body fat percentage, BIA, BMI, Degree of Obesity, Cut off values

I. 緒 論

한국사회는 80년대 이후 산업발전과 그로 인한 경제 수준의 향상 및 식생활의 서구화로 비만이 사회적, 의학적으로 중요한 사안으로 대두되고 있다. 또한 소아 및 청소년 비만의 이환율도 급격히 증가하고 있다¹⁾. 우리나라에서 소아청소년의 비만의 유병율에 관한 연구는 많이 행하여졌으나, 비만을 진단하는 기준과 연구 대상이 일치 하지 않아 정확하게 비교할 수는 없다. 표준체중의 120% 이상을 기준으로 하였을 때 서울지역에서의 비만은 1979년, 1988년과 2002년을 비교하였을 때 남아 1.7%에서 6.2%, 17.9%로(10배), 여아는 2.4%에서 6.5%, 10.9%(4.5배)로 증가하였다¹⁾. 체질량 지수를 기준으로 2007년 소아청소년 성장발육표준치를 이용하여 1998년과 비교하면 과체중 13%에서 19%, 비만 5.8%에서 9.7%로 1.5배 증가하였다. 또한 비만과 관련된 대사증후군의 유병율 역시 증가하고 있으며^{2,3)}, 2001년 국민건강영양조사를 바탕으로 한 서⁴⁾의 연구에서는 우리나라 소아청소년에서 대사증후군의 유병율을 5.3에서 14.0%까지 다양하게 보고하고 있다.

소아청소년 비만은 특히 성인비만으로 이행할 가능성이 많고, 대사증후군, 심혈관 질환, 위장질환, 폐질환, 골관절 질환, 인슐린 저항성 등의 합병증으로 성인기 건강에도 영향을 미친다⁵⁻⁸⁾. 뿐만 아니라, 소아와 청소년 비만은 사회적, 심리적 위축, 우울증, 학습 성취도 저하 등의 정신적 사회적 문제도 일으킨다⁸⁻¹³⁾.

따라서, 소아청소년 비만 환자들을 적절히 진단하고 분류해 내는 것은 관련 질병의 예방 및 관리를 위한 매우 중요한 출발점이다. 현재 우리나라에서는 2007년 대한소아과학회에서 발표한 성별, 연령별 체질량 지수 분포 기준에 따라 소아비만을 진단하고 있다¹⁴⁾. 하지만, 소아청소년의 경우 국제적으로 통용되는 비만 지표는 없는 실정인데, 이유는 소아청소년이 성장 시기에 있기 때문에 연령에 따른 변수가 중요하게 작용하고, 단계별 성장 부위의 양상 또한 다르기 때문에 적절한 비만 측정법이 무엇이나 하는 논란이 이어지고 있기 때문이다¹⁵⁾.

소아 비만의 진단방법에는 연구 분야 측정 방법과 임상 분야 측정 방법이 있는데, 연구 분야 측정 방법에는 수중 체밀도법, CT, MRI, Dual energy X-ray absorptiometry (DEXA) 등이 있으며 임상 분야 측정방법에는 비만도 (Degree of Obesity), 신장별 체중, 체질량 지수(Body Mass Index, BMI), 뮐러지수(Rohrer Index, RI), 표준비

체중지수(WEIGHT-Length INDEX, WLI), 피부두께 측정, 생체 전기저항 분석법(Bioelectrocal impedance analysis, BIA) 등이 있다. 이중 생체 전기 저항 분석법은 장치가 간단하고 특별한 기술을 필요로 하지 않으며, 측정치가 객관적이고 정확하다는 장점이 있으며¹⁶⁾, 국내에서도 성인¹⁷⁾ 및 소아¹⁸⁾에서 체지방량을 비교적 정확히 추정한다는 것이 보고된 바 있으며, 이미 실제 임상에서 널리 사용되고 있다.

하지만, 비만의 진단에 있어 BIA에 의해 측정된 체지방량의 적절한 절단값(cut off value)산정에 대한 연구는 아직까지 부족한 실정이며, 황¹⁹⁾에 의한 10세에서 12세 사이의 소아에서, 과체중의 경우 남학생은 29% 여학생은 26%, 비만의 경우 남녀 모두 31%를 체지방률 기준점으로 선정한 연구가 보고된 바 있다.

이에 본 연구에서는 학동전기 아동을 대상으로, 비만 지표 간 상관관계 분석을 통해 학동전기 아동의 비만의 진단방법에 있어 적절한 비만 측정법을 알아보고, 비만 진단 결과에 부합하는 체지방률의 절단값이 얼마인지 알아보고자 한다.

II. 對象 및 方法

1. 연구대상

2010년 4월부터 2010년 7월까지 경상남도 양산시에 위치한 21개의 어린이집과 유치원의 만 4~6세 아동 683명을 대상으로 연구를 진행하였다.

2. 연구방법

1) 신체 계측

키와 체중은 신을 벗고 가벼운 옷차림인 상태에서 신장 체중 자동 측정기(GL-150P, G-tech international, Korea)을 이용하여 키, 몸무게를 측정하였다. 키는 0.1cm, 몸무게는 0.1kg까지 측정하였다.

2) BIA를 이용한 체지방률의 측정

신을 벗고 가벼운 옷차림인 상태에서 Inbody 720 (Biospace Co. Ltd., Korea)를 이용하여 체지방률, 체지방량, 체수분량 등을 측정하였다. 피험자가 양팔을 벌리고 하지를 벌리는 올바른 측정 자세를 취한 상태에서 측정하였다.

3) 비만 지표 계산

① 체질량지수

(Body Mass Index, 이하 BMI); $\text{체중Kg}/(\text{신장m})^2$

2007년 대한소아과학회에서 발표한 성별, 연령별 체질량 지수를 이용하여 85백분위수 이상 95백분위수 미만을 과체중, 95백분위수 이상을 비만으로 정의하였다¹⁴⁾.

② 뿔러지수

(Rohrer Index, 이하 RI); {체중Kg/(신장m)⁵}×107

③ 표준비체중지수

(Weight-Length Index, 이하 WLI); (A/B)×100

A=실제 체중(kg)/실제 키(cm)

B=연령별 50분위수 체중(Kg)/연령별 50분위수 키(Cm)

2007년 대한소아과학회에서 발표한 연령별 50분위수의 체중과 키를 이용하여 계산하였다¹⁴⁾.

④ 비만도

(Degree of Obesity); {(실제 체중-신장별 표준 체중)/신장별 표준 체중}×100

신장별 표준 체중은 2007년 대한소아과학회에서 발표한 신장별 체중의 50분위수를 표준체중으로 이용하여 계산하였다¹⁴⁾.

4) 분석방법

자료의 입력과 분석은 SPSS 18.0(SPSS Inc. Chicago, USA)를 이용하였으며, 각 항목별로 평균값과 표준편차를 구하였다. 각 변수별 남녀 간의 차이의 유의성은 t-test, 연령별 차이의 유의성 및 BMI 및 비만도 기준의 분류에 의한 정상군, 과체중군, 비만군의 체지방률 차이의 유의성은 ANOVA(post hoc test by Scheffe-test)를 이용하였으며, 체지방률과 제 비만지표들 간의 상관성은 Pearson 상관계수로 분석하였다.

과체중과 비만의 진단을 위한 체지방률의 절단값을 구하기 위해, 체지방률 분포에서 ROC(received operating

characteristic) 커브를 구하고 그 커브에서 AUC(area under the curve)가 최대가 되는 체지방률의 절단값을 산정하였다. 산정한 체지방률의 절단값을 이용하여 진단한 과체중 및 비만 분류와 기존의 체질량 지수를 이용한 과체중 및 비만 분류의 상호일치도를 살펴보기 위해서 κ 통계를 이용하였다.

III. 結果

1. 신체 계측 결과 (Table 1)

신체계측을 받은 만 4~6세 아동 총 693명 중 생년월일이 정확치 않은 10명을 제외한 683명의 자료를 이용하였다.

성별분포는 남아 351명, 여아 332명이었다. 남아의 키의 평균은 111.6±6.2cm, 여아의 키의 평균은 110.8±6.4cm였으며, 성별 키 평균의 차이는 통계학적 유의성이 없었다(p<0.05).

남아의 체중의 평균은 20.6±3.5kg, 여아의 체중의 평균은 19.8±3.8kg으로 남아의 체중의 평균이 여아보다 높았으나 유의한 차이는 없었다(p<0.05).

남아, 여아에서 모두 연령별 신장과 체중의 평균값은 나이가 많을수록 의미있게 커졌다(p<0.001).

2.연령 및 성별에 따른 제 비만 지표 (Table 2)

남아의 체지방률의 평균은 18.0±6.6%, 여아의 체지방률의 평균은 19.6±6.5%였으며 여아의 체지방률이 남아에 비하여 유의하게 높았다(p<0.05).

남아의 BMI 평균은 16.1±1.7, 여아의 BMI 평균은 16.0±1.7이었으며, 남아가 여아에 비하여 유의하게 높

Table 1. Height & Weight Grouped by Sex and Age

	Male							
	4years N=100		5years N=163		6years N=88		Total N=351	
Height(cm)	105.5	±4.8*	113.1	±4.7*	115.8	±4.8*	111.6	±6.2
Weight(kg)	18.0	±2.3*	21.1	±3.6*	21.6	±3.1*	20.6	±3.5
	Female							
	4years N=102		5years N=143		6years N=88		Total N=332	
Height(cm)	104.7	±4.4*	112.5	±4.9*	115.3	±4.9*	110.8	±6.4
Weight(kg)	17.3	±2.2*	20.3	±3.2*	22.0	±4.4*	19.8	±3.8

*P<0.001 by ANOVA, post hoc test by Scheffe-test

Table 2. Obesity Indices Grouped by Sex and Age

	Male							
	4years N=100		5years N=163		6years N=88		Total N=351	
	%BF*	18.6	±6.2	18.1	±6.8	17.0	±6.5	18.0
BMI	16.2	±1.5	16.4	±2.0	16.3	±1.8	16.3	±1.8 ⁺
WLI	102.8	±10.3 [†]	104.8	±14.7 [†]	100.6	±12.0 [†]	103.2	±13.0
Degree of Obesity	2.6	±9.4	3.7	±12.5	0.7	±10.1	2.6	±11.1
Rohrer Index	153.5	±16.2 [†]	145.3	±17.3 [†]	139.0	±14.3 [†]	146.1	±17.1
	Female							
	4years N=102		5years N=143		6years N=88		Total N=332	
	%BF	19.2	±4.8	19.2	±6.4	20.9	±8.2	19.6
BMI	15.7	±1.3	16.0	±1.8	16.0	±1.7	16.0	±1.7 ⁺
WLI	102.0	±9.8	104.6	±13.6	105.8	±17.9	104.1	±14.0
Degree of Obesity	0.5	±8.2	2.8	±11.8	5.1	±15.0	2.7	±12.0
Rohrer Index	150.2	±12.5 [§]	142.3	±16.3 [§]	142.6	±19.4 [§]	144.8	±16.5

*Percentage body fat by bioelectrical impedance analysis
⁺p<0.05 by t-test
[†]p<0.001 by ANOVA, p<0.05 by Scheffe-test
[‡]p<0.05 by ANOVA, p<0.5 by Scheffe-test
[§]p<0.001 by ANOVA

Table 3. Pearson's Correlation Coefficient between Percentage Body Fat* and Other Parameters by Age and Sex

Sex	Age	BMI	WLI	Degree of Obesity	Rohrer Index
Male	4	.745 ⁺	.608 ⁺	.744 ⁺	.719 ⁺
	5	.816 ⁺	.766 ⁺	.810 ⁺	.777 ⁺
	6	.794 ⁺	.766 ⁺	.810 ⁺	.777 ⁺
	Total	.789 ⁺	.714 ⁺	.790 ⁺	.744 ⁺
Female	4	.678 ⁺	.593 ⁺	.675 ⁺	.613 ⁺
	5	.821 ⁺	.787 ⁺	.804 ⁺	.753 ⁺
	6	.774 ⁺	.757 ⁺	.787 ⁺	.769 ⁺
	Total	.778 ⁺	.742 ⁺	.777 ⁺	.703 ⁺

*Percentage body fat by bioelectrical impedance analysis
⁺p<0.01

있었다(p<0.05). 체지방률과 BMI를 제외한 다른 비만지표들은 남녀 간의 차이는 유의하지 않았다(p<0.05).

남아에서 WLI와 RI는 연령별로 평균이 의미있게 차이가 났는데, WLI는 5세에서 가장 큰 값을 나타냈고 4세 평균이 6세 보다 높았다(p<0.001 by ANOVA, p<0.05 by Scheffe-test). RI는 4세의 평균이 가장 높았고, 연령이 높을수록 낮아졌다(p<0.05 by ANOVA, p<0.5 by Scheffe-test). BMI와 비만도(Degree of Obesity)는 WLI와 마찬가지로 5세에서 가장 큰 값을 나타냈고 4세 평균이 6세 보다 높았으나 통계학적 유의성은 없었다.

여아에서는 BMI, WLI, 비만도, RI가 연령별로 평균

의 차이가 나타났다(p<0.05). BMI와 비만도는 4세가 가장 낮은 값을 나타내었고 연령이 높아질수록 평균값이 커진 반면, RI는 4세에서 가장 높은 값을 보였다. RI의 경우, Scheffe-test에서는 5세와 6세간의 평균차이는 유의하지 않았다. 체지방률과 WLI는 BMI와 비만도와 마찬가지로 연령이 높아질수록 평균값이 크게 나타났지만, 유의한 차이는 보이지 않았다.

3. 연령 및 성별에 따른 체지방률과 체 비만지표들 간의 상관성(Table 3)

체지방률과 체 비만 지표들 간의 상관관계는 모두 높게 나타났는데, 4세와 5세에서는 남아와 여아 모두

Table 4. Distribution of Percentage Body Fat by Criterion of Body Mass Index

Sex	BMI*	No(%)	%BF [†]	P-VALUE [‡]
M	Normal	277(78.9)	15.9±4.7	<0.001
	Overweight	43(12.3)	22.3±5.1	
	Obesity	31(8.8)	30.7±5.5	
F	Normal	259(77.8)	17.5±4.9	<0.001
	Overweight	48(14.4)	24.2±3.8	
	Obesity	26(7.8)	31.9±6.4	

*BMI=Body Mass Index, Announced by the Korean Pediatrics Society in 2007.

BMI<85%,normal; 85%≤BMI<95%,Overweight; BMI≥95%,Obesity.

+Percentage body fat by bioelectrical impedance analysis

‡ ANOVA, post hoc test by Scheffe-test

Table 5. Distribution of Percentage Body Fat by Criterion of Degree of Obesity

Sex	Degree of Obesity	No(%)	%BF	P-VALUE
M	Normal	283(80.6)	16.0±4.7	<0.001
	Overweight	44(12.5)	23.1±5.7	
	Obesity	24(6.8)	32.1±5.0	
F	Normal	262(78.7)	17.6±4.8	<0.001
	Overweight	53(15.9)	24.76±4.4	
	Obesity	18(5.4)	33.6±7.0	

BMI가 가장 체지방률과 상관관계가 높게 나타났으며, 6세에서는 남아와 여아 모두 비만도가 가장 체지방률과 상관관계가 높게 나타났다.

남아전체에서는 체지방률과 비만도가 가장 상관관계가 높게 나타났으며(r=790), 여아전체에서는 BMI가 체지방률과 가장 상관관계가 높았다(r=778).

4. BMI기준 정상, 과체중, 비만군별 체지방률의 평균 (Table 4)

2007년 대한소아과학회에서 발표한 성별, 연령별 체질량 지수를 이용하여 85백분위수 이상 95백분위수 미만을 과체중, 95백분위수 이상을 비만으로 나누어서, 각 군별 체지방률의 평균을 계산하였다. 남녀 모두 정상군, 과체중군, 비만군의 체지방률의 평균은 유의한 차이를 보였다(p<0.001). 남아에서 정상군은 277명(78.9%), 과체중군은 43명(12.3%), 비만군은 31명(8.8%)이었고, 각 군의 체지방률은 15.9±4.7%, 22.3±5.1%, 30.7±5.5%로 군별 약 7%정도의 상승을 보였다.

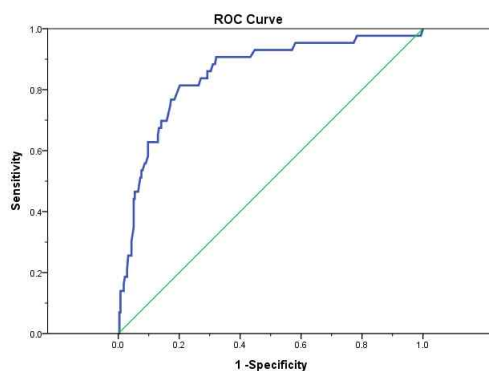
여아에서 정상군은 259명(77.8%), 48명(14.4%), 26명(7.8%)이었고, 각 군의 체지방률은 17.5±4.9%, 24.2±3.8%, 31.9±6.4%로 남아와 마찬가지로 각 군별 약 7%정도의 상승을 보였다.

5. 비만도(Degree of Obesity) 기준 정상, 과체중, 비만군별 체지방률의 평균(Table 5)

비만도를 계산하여 10%이상 20%미만을 과체중, 20%이상을 비만으로 나누어서, 각 군별 체지방률의 평균을 계산하였다. 남녀 모두 정상군, 과체중군, 비만군의 체지방률의 평균은 유의한 차이를 보였다(p=0.001). 남아에서 정상군은 283명(80.6%), 과체중군은 44명(12.5%), 비만군은 24명(6.8%)이었고, 각 군의 체지방률은 16.0±4.7%, 23.1±5.7%, 32.1±5.0%로 과체중군과 비만군의 평균의 차이가 정상군과 과체중군의 평균차이보다 크게 나타났다.

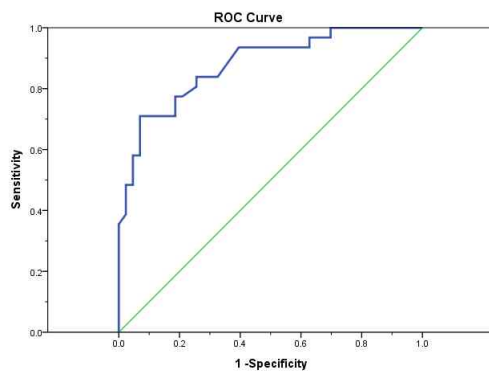
여아에서 정상군은 262명(78.7%), 53명(15.9%), 18명(5.4%)이었고, 각 군의 체지방률은 17.6±4.8%, 24.76±4.4%, 33.6±7.0%로 각 군별 약 7%정도의 상승을 보였다.

6. 체질량 지수를 기준으로한 체지방률의 절단값 산정
체질량 지수의 백분위수에 따른 과체중 및 비만의 여부에 대한 체지방률 분포의 ROC 커브는 Fig.1~4와 같다. 남아의 경우 정상과 과체중을 구분하는 체지방률의 절단값은 19.55%, 과체중과 비만을 구분하는 절단값은 28.80%가 적합한 것으로 추정되었다(Fig.1, 2). 여학생의 경우 정상과 과체중을 구분하는 체지방률의



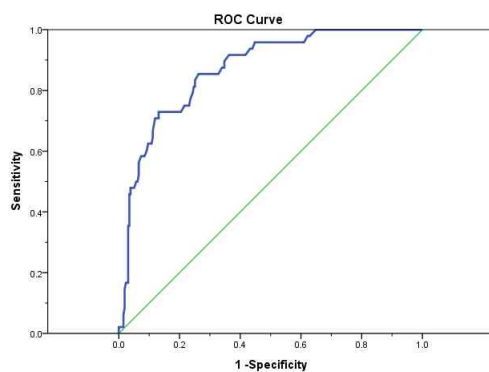
%BF	sensitivity	1 -specificity	specificity	sensitivity+specificity
19.55	0.814	0.202	0.798	1.612

Fig. 1. This analysis is accomplished using 85% of body mass index distribution for determination of overweight. $\leq 19.55\%$ of percentage body fat is recommended as the cut off point between normal and overweight in Male according to the sensitivity and specificity.



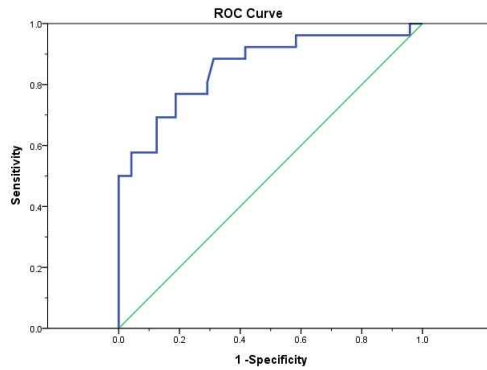
%BF	sensitivity	1 -specificity	specificity	sensitivity+specificity
28.80	0.710	0.070	0.930	1.640

Fig. 2. This analysis is accomplished using 95% of body mass index distribution for determination of obesity. $\leq 28.80\%$ of percentage body fat is recommended as the cut off point between overweight and obesity in Male according to the sensitivity and specificity.



%BF	sensitivity	1 -specificity	specificity	sensitivity+specificity
22.35	0.729	0.131	0.869	1.598

Fig. 3. This analysis is accomplished using 85% of body mass index distribution for determination of overweight. $\leq 22.35\%$ of percentage body fat is recommended as the cut off point between normal and overweight in Female according to the sensitivity and specificity.



%BF	sensitivity	1 -specificity	specificity	sensitivity+specificity
27.60	0.769	0.188	0.813	1.582

Fig. 4. This analysis is accomplished using 95% of body mass index distribution for determination of obesity. $\leq 27.60\%$ of percentage body fat is recommended as the cut off point between overweight and obesity in Female according to the sensitivity and specificity.

Table 6. Mutual Distribution of BMI and Percentage Body Fat

Sex	Grouping by %BF ⁺	BMI [*]						Total(%)	κ value	P value	
		Normal(%)		Overweight(%)		Obesity(%)					
M	Normal(%)	221	(63.0)	8	(2.3)	0	(0)	229	(65.2)	0.514	<0.001
	Overweight(%)	54	(15.4)	32	(9.1)	9	(2.6)	95	(27.1)		
	Obesity(%)	2	(0.6)	3	(0.9)	22	(6.3)	27	(7.7)		
	Total(%)	277	(78.9)	43	(12.3)	31	(8.8)	351	(100)		
F	Normal(%)	226	(67.9)	13	(3.9)	1	(0.3)	240	(72.1)	0.549	<0.001
	Overweight(%)	26	(7.8)	26	(7.8)	5	(1.5)	57	(17.1)		
	Obesity(%)	7	(2.1)	9	(2.7)	20	(6.0)	36	(10.8)		
	Total	259	(77.8)	48	(14.4)	26	(7.8)	333	(100.0)		

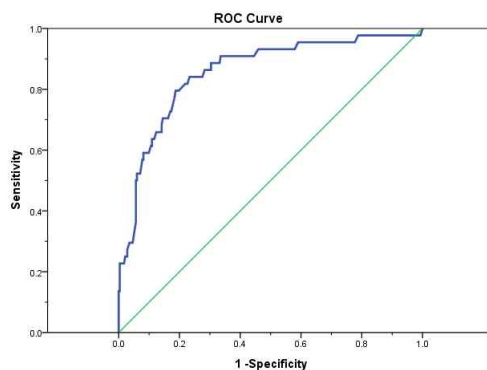
*BMI=Body Mass Index, Announced by the Korean Pediatrics Society in 2007.

BMI < 85%, normal; 85% ≤ BMI < 95%, Overweight; BMI ≥ 95%, Obesity.

+Classified by the voluntary cutoff value percentage body fat.

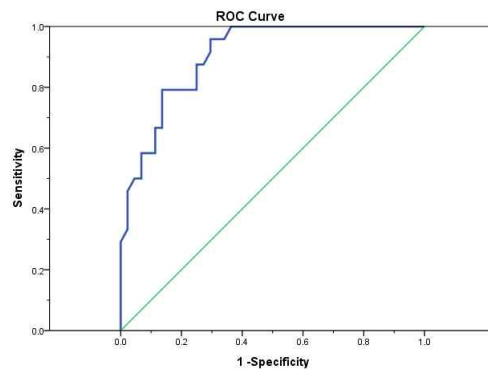
Male: %BF < 19.55%, normal; 19.55% ≤ %BF < 28.80%, Overweight; %BF ≥ 28.80%, Obesity.

Female: %BF < 22.35%, normal; 22.35% ≤ %BF < 26.30%, Overweight; %BF ≥ 27.60%, Obesity.



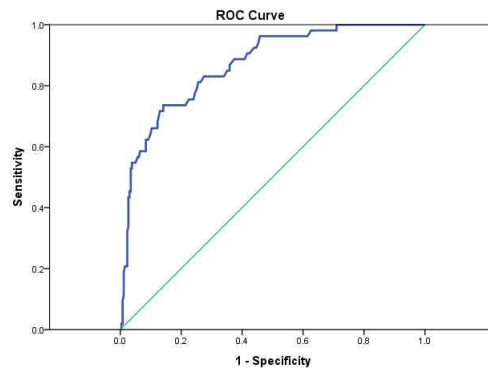
%BF	sensitivity	1 -specificity	specificity	sensitivity+specificity
19.75	0.795	0.187	0.813	1.608

Fig. 5. This analysis is accomplished using 10% of degree of obesity distribution for determination of overweight. $\leq 19.75\%$ of percentage body fat is recommended as the cut off point between normal and overweight in Male according to the sensitivity and specificity.



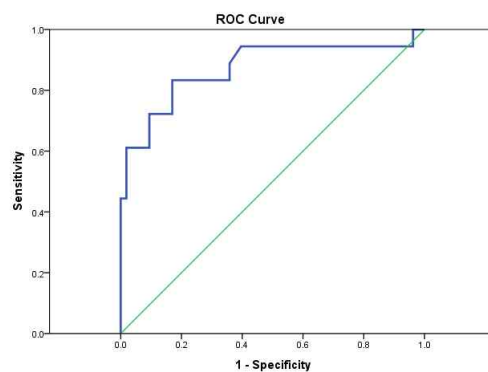
%BF	sensitivity	1 -specificity	specificity	sensitivity+specificity
29.05	0.792	0.136	0.864	1.655

Fig. 6. This analysis is accomplished using 20% of degree of obesity distribution for determination of overweight. $\leq 29.05\%$ of percentage body fat is recommended as the cut off point between overweight and obesity in Male according to the sensitivity and specificity.



%BF	sensitivity	1 -specificity	specificity	sensitivity+specificity
22.35	0.736	0.141	0.859	1.595

Fig. 7. This analysis is accomplished using 10% of degree of obesity for determination of overweight. $\leq 22.35\%$ of percentage body fat is recommended as the cut off point between normal and overweight in Female according to the sensitivity and specificity.



%BF	sensitivity	1 -specificity	specificity	sensitivity+specificity
28.7500	0.833	0.170	0.830	1.664

Fig. 8. This analysis is accomplished using 20% of degree of obesity distribution for determination of obesity. $\leq 28.75\%$ of percentage body fat is recommended as the cut off point between overweight and obesity in Female according to the sensitivity and specificity.

Table 7. Mutual Distribution of Degree of Obesity and Percentage Body Fat

Sex	Grouping by %BF ⁺	Degree of Obesity [*]					Total(%)	κ value	P value		
		Normal(%)	Overweight(%)	Obesity(%)							
M	Normal(%)	230	(65.5)	9	(2.6)	0	(0)	239	(68.1)	0.499	<0.001
	Overweight(%)	52	(14.8)	29	(8.3)	5	(1.4)	86	(24.5)		
	Obesity(%)	1	(0.3)	6	(1.7)	19	(5.4)	26	(7.4)		
	Total(%)	283	(80.6)	44	(12.5)	24	(6.8)	351	(100.0)		
F	Normal(%)	225	(67.6)	14	(4.2)	1	(0.3)	240	(72.1)	0.523	<0.001
	Overweight(%)	34	(10.2)	30	(9.0)	2	(0.6)	66	(19.8)		
	Obesity(%)	3	(0.9)	9	(2.7)	15	(4.5)	27	(8.1)		
	Total	262	(78.7)	53	(15.9)	18	(5.4)	333	(100.0)		

*Degree of Obesity <10%, normal; 10%≤Degree of Obesity<20%, Overweight; Degree of Obesity≥20%, Obesity.

+Classified by the voluntary cutoff value percentage body fat.

Male: %BF <19.75%,normal; 19.75%≤%BF<29.05%,Overweight; %BF≥29.05%,Obesity.

Female: %BF <22.35%,normal; 22.35%≤%BF<26.30%,Overweight; %BF≥28.75%,Obesity.

절단값은 22.35%, 과체중과 비만을 구분하는 절단값은 27.6%가 적합한 것으로 추정되었다(Fig. 3,4).

이들 절단값을 토대로 하여 진단한 과체중 및 비만과, 기존의 체질량지수에 의해 진단한 과체중 및 비만의 상호관계를 보았을 때, 남녀 각각 κ 값이 0.514, 0.549였다(p<0.001, Table 6).

7. 비만도를 기준으로한 체지방률의 절단값의 선정

비만도의 기준에 따른 과체중 및 비만의 여부에 대한 체지방률의 분포의 ROC 커브는 Fig.5-8과 같다. 남아의 경우 정상과 과체중을 구분하는 체지방률의 절단값은 19.75%, 과체중과 비만을 구분하는 절단값은 29.05%가 적합한 것으로 추정되었다(Fig. 5,6). 여학생의 경우 정상과 과체중을 구분하는 체지방률의 절단값은 22.35%, 과체중과 비만을 구분하는 절단값은 28.75%가 적합한 것으로 추정되었다(Fig. 7,8).

이들 절단값을 토대로 하여 진단한 과체중 및 비만과, 기존의 비만도에 의해 진단한 과체중 및 비만의 상호관계를 보았을 때, 남녀 각각 κ 값이 0.499, 0.523였다(p<0.001, Table 7).

IV. 考 察

소아청소년비만은 성인 비만과 마찬가지로 체내 지방의 양이 필요이상으로 과다하게 축적되어 있는 상태를 말한다¹⁵⁾. 생활 수준의 향상과 식생활의 서구화로 인하여 우리나라의 소아 및 청소년 비만은 꾸준히 증가하는 추세에 있으며 새로운 건강 문제 및 사회문제로 대두되고 있다²⁰⁾. 특히, 소아 비만의 30~60%가 성

인기의 과체중 또는 비만으로 이행될 뿐 아니라, 소아기부터 시작된 비만은 특히 나쁜 예후를 보이기 때문에 소아 및 청소년기의 비만은 성인기 건강에 심각한 영향을 미칠 수 있는 중요한 지표가 될 수 있다^{21,22)}. 따라서, 소아청소년 비만 환자들을 적절히 진단하고 분류해 내는 것은 관련 질병의 예방 및 관리를 위한 매우 중요한 출발점이다.

이에 본 연구에서는 학동전기 아동을 대상으로, 비만 지표 간 상관관계 분석을 통해 학동전기 아동의 비만의 진단방법에 있어 적절한 비만 측정법을 알아보고, 비만 진단 결과에 부합하는 체지방률의 절단값이 얼마인지 알아보하고자 하였다.

연구대상인 만 4~6세 아동 683명 중 남자는 351명, 여자는 332명이었다. 남아의 키의 평균은 111.6±6.2cm, 여아의 키의 평균은 110.8±6.4cm였으며, 성별 키 평균은 유의한 차이는 없었다(p<0.05, Table 1). 남아의 체중의 평균은 20.6±3.5kg, 여아의 체중의 평균은 19.8±3.8kg으로 남아의 체중의 평균이 여아보다 높았으나 유의한 차이는 없었다(p<0.05, Table 1). 남아와 여아의 키와 체중값은 2006년 경주지역 4~6세 아동을 대상으로 한 최²³⁾의 연구, 2005년 아산시의 유치원 아동을 대상으로 한 김²⁴⁾의 연구와 유사한 수치를 나타내어, 지역적 차이를 살펴보기 어려웠다. 남아의 체지방률의 평균은 18.0±6.6%, 여아의 체지방률의 평균은 19.6±6.5%였으며 여아의 체지방률이 남아에 비하여 유의성 있게 높았다(p<0.05, Table 2). 남아의 BMI 평균은 16.1±1.7, 여아의 BMI 평균은 16.0±1.7이었으며, 남아가 여아에 비하여 유의성 있게 높았다(p<0.05, Table 2). 여아가 남아보다 체지방률이 유의성 있게 높았던 반면에, BMI는 남아보다 낮게 나왔다. 남아와 여

아의 체중에서, 유의한 차이는 없었으나, 남아가 여아보다 체중의 평균이 높게 나왔고, 골격과 근육량이 높아 체중이 많이 나갈 때 수치가 높게 나올 수 있는 BMI의 한계를 고려해볼 때, 남아가 여아에 비해 골격과 근육량이 많아 이와 같은 결과가 나온 것으로 생각되어진다. 따라서 성별 간의 비만율의 비교에 있어서 BMI는 다른 지표보다 적절하지 않을 가능성을 시사하고 있었다. 체지방률과 BMI를 제외한 다른 비만지표들은 남녀 간의 의미있는 차이를 나타나지 않았다(Table 2).

남아, 여아에서 모두 연령별 신장과 체중의 평균값은 나이가 많을수록 의미있게 커졌는데(ANOVA, post hoc test by Scheffe-test, $p < 0.001$, Table 1), 남아에서 키는 $105.5 \pm 4.8\text{cm}$, $113.1 \pm 4.7\text{cm}$, $115.8 \pm 4.8\text{cm}$, 체중은 $18.0 \pm 2.3\text{kg}$, $21.1 \pm 3.6\text{kg}$, $21.6 \pm 3.1\text{kg}$ 로 증가하였다. 여아의 경우 키는 $104.7 \pm 4.4\text{cm}$, $112.5 \pm 4.9\text{cm}$, $115.3 \pm 4.9\text{cm}$, 체중은 $17.3 \pm 2.2\text{kg}$, $20.3 \pm 3.2\text{kg}$, $22.0 \pm 4.4\text{kg}$ 로 증가하였다($p < 0.001$, Table 1).

남아에서 WLI와 RI는 연령별로 평균의 차이가 유의했는데, WLI는 5세, 6세, 4세 순으로 평균의 값이 높게 나타났다($p < 0.001$ by ANOVA, $p < 0.05$ by Scheffe-test, Table 1). 유의한 차이는 없었으나 BMI와 비만도도 이와 유사한 경향을 나타냈다. RI는 4세의 평균이 가장 높았고, 연령이 높을수록 낮아졌고($p < 0.05$ by ANOVA, $p < 0.5$ by Scheffe-test), 유의한 차이는 없었으나 체지방률도 이와 유사한 경향을 나타냈다(Table 2).

여아에서는 BMI, WLI, 비만도, RI가 연령별로 평균이 유의한 차이를 나타냈다($p < 0.05$ by ANOVA). BMI와 비만도, WLI는 4세가 가장 낮은 값을 나타내었고 연령이 높아질수록 평균값이 커졌으나, RI는 반대되는 경향을 보여, 4세에서 가장 높은 평균값을 나타내고 연령이 올라갈수록 낮아졌다. 체지방률과 WLI의 경우 BMI와 비만도와 마찬가지로 연령이 높아질수록 평균값이 크게 나타났지만, 유의한 차이는 없었다. 여아에서 연령별 체지방률, WLI, BMI, 비만도는 비슷한 경향을 보였으나, RI는 이들 지표와는 상반된 경향을 보였다. RI는 체중을 신장의 세제곱으로 나눈 값이므로, 신장의 영향을 많이 받아 신장이 클수록 작아지고 신장이 작을수록 커지는 경향을 가지고 있어, 신장이 가장 작은 4세에서 높은 값을 보인 것으로 사료된다(Table 2).

여아에서, 연령이 증가할수록 체중을 비롯한 비만도의 평균이 나이가 많을수록 의미있게 커지고, 유의한 차이는 없지만 체지방률과 WLI역시 상승하는 경향을 보인 것과 다르게, 남아의 경우 5세와 6세의 체중은 크

게 증가하지 않았다. 이와 같은 결과는 김²⁴⁾의 연구와도 유사하였다. 남아 5세와 6세에서 키 평균의 차이가 유의성 있게 증가한 반면에, WLI, RI는 유의성 있게 낮아지고, 유의한 차이는 없으나, 체지방률, BMI, 비만도가 5세보다 6세 낮은 경향을 보았을 때, 남아의 경우 여아에 비해 상대적으로 약간 마르면서 키가 증가하는 것으로 보인다.

WLI, BMI, 비만도, RI 등 신체계측지수에 의한 비만의 평가가 타당하기 위해서는 체지방률과 상관성이 높아야한다²⁵⁾. 최근 임상에서 많이 사용되는 BIA는 소아¹⁸⁾에서 체지방량을 비교적 정확히 추정한다는 것이 보고된 바 있기에, BIA로 측정된 체지방률과 체 비만지표들과 Pearson상관관계를 이용하여 분석해보았다.

체지방률과 체 비만지표들간의 상관관계는 Table 3에 제시하였듯이 모두 높게 나타났다. 4세와 5세에서는 남아와 여아 모두 BMI가 가장 체지방률과 상관관계가 높게 나타났으며, 6세에서는 남아와 여아 모두 비만도가 가장 체지방률과 상관관계가 높게 나타났다. 남아전체에서는 체지방률과 비만도가 가장 상관관계가 높게 나타났으며($r = 0.790$), 여아전체에서는 BMI가 체지방률과 가장 상관관계가 높았다($r = 0.778$). 만7세부터 18세까지의 소아를 대상으로 한 김²⁶⁾의 연구를 살펴보면, 남아에서는 BIA로 측정된 체지방률과 RI가 가장 높은 상관관계를 나타내었고($r = 0.641$), 다음으로 비만도($r = 0.576$), BMI ($r = 0.556$) 순으로 나타났었다. 여아의 경우 BIA로 측정된 체지방률과 BMI($r = 0.812$)가 가장 높은 상관관계를 나타내었고, 비만도($r = 0.735$), RI($r = 0.723$) 순이었다. 초등학교 아동을 대상으로한 최²⁷⁾의 연구에서는 BIA로 측정된 체지방률이 남아 여아 모두 BMI가 RI보다 높은 상관관계를 나타내었으며, 비만도와는 상관관계를 분석하지 않았다. 6세 이상의 소아 비만환자를 대상으로 한 임²⁸⁾의 연구에서는 비만도가 BMI보다 높은 상관관계를 보였다. 기존의 연구들은 연구대상이 다양하여, 동일한 결과를 도출하고 있지 않았다.

4~6세 아동을 대상으로 한 본 연구에서는 BMI와 비만도가 BIA로 측정된 체지방률과 상관관계가 가장 높게 나타나, 비만지표로 의미가 있다 정하고, BMI와 비만도의 기준으로 나누어 각 군의 체지방률을 살펴보고, 체지방률의 절단값을 구해보았다.

2007년 대한소아과학회에서 발표한 성별, 연령별 BMI를 기준으로하여 85백분위수 이상 95백분위수 미만을 과체중, 95백분위수 이상을 비만으로 나누어서,

각 군별 체지방률의 평균을 계산하였다(Table 4). 남녀 모두 정상군, 과체중군, 비만군의 체지방률의 평균은 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$). 남아에서 정상군은 277명(78.9%), 과체중군은 43명(12.3%), 비만군은 31명(8.8%)이었고, 각 군의 체지방률은 $15.9 \pm 4.7\%$, $22.3 \pm 5.1\%$, $30.7 \pm 5.5\%$ 로 군별 약 7% 정도의 상승을 보였다. 여아에서 정상군은 259명(77.8%), 48명(14.4%), 26명(7.8%)이었고, 각 군의 체지방률은 $17.5 \pm 4.9\%$, $24.2 \pm 3.8\%$, $31.9 \pm 6.4\%$ 로 남아와 마찬가지로 각 군별 약 7% 정도의 상승을 보였다. 남아가 여아에 비해 비만 유병률이 높게 나타났지만, 과체중군은 여아가 더 많아, 정상군의 비율은 여아가 남아에 비해 더 낮았다. 7세의 과체중이 12세까지 이어질 가능성이 크다는 이²⁰⁾의 연구를 참고해볼 때, 비만군 뿐만 아니라 과체중군에 대한 적극적인 중재가 필요하다고 사료된다.

비만도(Degree of Obesity)를 계산하여 10% 이상 20% 미만을 과체중, 20% 이상을 비만으로 나누어서, 각 군별 체지방률의 평균을 계산하였다(Table 5). 남녀 모두 정상군, 과체중군, 비만군의 체지방률의 평균은 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$). 남아에서 정상군은 283명(80.6%), 과체중군은 44명(12.5%), 비만군은 24명(6.8%)이었고, 각 군의 체지방률은 $16.0 \pm 4.7\%$, $23.1 \pm 5.7\%$, $32.1 \pm 5.0\%$ 로 과체중군과 비만군의 평균의 차이가 정상군과 과체중군의 평균차이보다 크게 나타났다. 여아에서 정상군은 262명(78.7%), 53명(15.9%), 18명(5.4%)이었고, 각 군의 체지방률은 $17.6 \pm 4.8\%$, $24.76 \pm 4.4\%$, $33.6 \pm 7.0\%$ 로 각 군별 약 7% 정도의 상승을 보였다.

비만도를 기준으로 분류해보았을 때, 남녀에서 모두 정상군이 BMI 기준의 정상군보다 많고, 비만군은 BMI 군의 비만군보다 적게 나타났다. 이는 BMI에 의한 유병률이 비만도에 의한 것에 비해 빈도가 적은 것으로 알려져 있는 점²⁵⁾과 상반되는 것으로, 청소년을 대상으로 한 김²⁹⁾과 만 10세 이상 소아청소년을 대상으로 한 서³⁰⁾의 연구와도 일치하지 않는 결과를 보였다. 4~6세의 소아에서는 비만도가 BMI에 비해 상대적으로 비만과 과체중을 선정하는 기준이 높은 것으로 생각되어진다.

체지방률 분포에서 ROC(received operating characteristic) 커브를 구하고 그 커브에서 AUC(area under the curve)가 최대가 되는 체지방률의 절단값을 산정하였다. 남아의 경우 정상과 과체중을 구분하는 체지방률의 절단값은 BMI 기준 19.55%, 비만도 기준 19.75%, 과체중과 비만을 구분하는 절단값은 BMI 기준 28.8%, 비만도 기준 29.05%로 추정되었다. 여아의 경우 정상과 과체

중을 구분하는 체지방률의 절단값은 BMI, 비만도 기준 모두 22.35%로 추정되었고, 과체중과 비만을 구분하는 절단값은 BMI 기준 27.6%, 비만도 기준 28.75%로 추정되었다. 황¹⁹⁾의 연구에 의하면 10세에서 12세 사이의 소아에서, 과체중의 경우 남학생은 29%, 여학생은 26%, 비만의 경우 남녀 모두 31%를 체지방률 기준점으로 선정하였는데, 본 연구와는 큰 차이를 보였다. 연구대상의 연령이 달라서 나타나는 결과로 추정되며, 추가 연구가 필요하다 사료된다. 또한, 비만도를 기준으로 나눈 체지방률의 절단값이 BMI 기준으로 나눈 체지방률의 절단값보다 높게 선정되었는데(Fig.1~8), 앞에서 제시한 4~6세의 소아에서는 비만도가 BMI에 비해 상대적으로 비만과 과체중을 선정하는 기준이 높은 것으로 생각되어지는 점과 일치하는 결과를 나타냈다. 비만도의 경우 남아에서 기존의 정상, 과체중, 비만의 분류군과 새로운 체지방률 절단값으로 분류한 군과의 교차분석에서 κ 값이 0.499로 나와서 낮은 일치도를 보여주었다(Table 7). 10% 이상 20% 미만을 과체중, 20% 이상을 비만으로 나누는 비만도의 기준이 4~6세 소아에서는 하향 조정될 필요가 있다고 사료된다.

본 연구의 한계점으로는 특정 연령대의 한정된 인원을 대상으로 시행함으로써 다른 연령대의 대상자에게 본 연구의 결과를 적용할 수 없다는 점과 체지방 측정기에 있어 표준 측정으로 알려진 DEXA과의 직접적인 비교가 없었다는 점이다.

하지만 4~6세 학동전기 아동에 있어서 각 비만 지표와 체지방률과의 상관성 분석연구와 체지방률 절단값 선정의 연구가 드문 시점에서 본 연구는 새로운 기준을 제시하고자 하였으며, 향후 질병과의 연관성, 성인 비만과의 연계 등 자료의 충분한 보충을 통하여 보다 실용적이고 정확한 소아청소년 비만의 진단 기준을 제시하는 다양한 노력이 이루어져야 할 것이다.

V. 結 論

2010년 4월부터 2010년 7월까지 경상남도 양산시에 위치한 21개의 어린이집과 유치원의 만 4~6세 아동 683명을 대상으로 비만진단을 위한 체지방률의 절단값을 산정하기 위한 연구 결과는 다음과 같다.

1. 남아에서는 BIA로 측정된 체지방률과 비만도가 가장 상관관계가 높게 나타났으며($r = 0.790$), 여아에서는 BIA로 측정된 체지방률과 BMI가 가장 상관관계

- 가 높았다($r=0.778$).
2. 남아에서 BMI를 기준으로 한 정상군, 과체중군, 비만군의 체지방률은 $15.9\pm 4.7\%$, $22.3\pm 5.1\%$, $30.7\pm 5.5\%$ 였다 ($p<0.001$).
 3. 여아에서 정상군은 BMI를 기준으로 한 정상군, 과체중군, 비만군의 체지방률은 $17.5\pm 4.9\%$, $24.2\pm 3.8\%$, $31.9\pm 6.4\%$ 였다($p<0.001$).
 4. 남아에서 비만도를 기준으로 한 정상군, 과체중군, 비만군의 체지방률은 $16.0\pm 4.7\%$, $23.1\pm 5.7\%$, $32.1\pm 5.0\%$ 였다($p<0.001$).
 5. 여아에서 비만도를 기준으로 한 정상군, 과체중군, 비만군의 체지방률은 $17.6\pm 4.8\%$, $24.76\pm 4.4\%$, $33.6\pm 7.0\%$ 였다($p<0.001$).
 6. 남아에서 BMI의 기준에 따른 정상과 과체중을 구분하는 체지방률의 절단값은 19.55%, 과체중과 비만을 구분하는 절단값은 28.80%가 적합한 것으로 추정되었다.
 7. 여아에서 BMI의 기준에 따른 정상과 과체중을 구분하는 체지방률의 절단값은 22.35%, 과체중과 비만을 구분하는 절단값은 27.6%가 적합한 것으로 추정되었다.
 8. 남아에서 비만도의 기준에 따른 정상과 과체중을 구분하는 체지방률의 절단값은 19.75%, 과체중과 비만을 구분하는 절단값은 29.05%가 적합한 것으로 추정되었다.
 9. 여아에서 비만도의 기준에 따른 정상과 과체중을 구분하는 체지방률의 절단값은 22.35%, 과체중과 비만을 구분하는 절단값은 28.75%가 적합한 것으로 추정되었다.

VI. 感謝의 글

본 논문은 2010학년도 부산대학교 교내학술연구비(신임교수연구정착금)에 의한 연구임.

參考文獻

1. Park YS, Lee DH, Choi JM, Kang YJ, Kim CH. Trend of obesity in school age children in seoul over 23 years. *Korean J Pediatrics*. 2004;47:247-57.
2. Kim HM, Park J, Kim HS, Kim DH. Prevalence of the metabolic syndrome in Korean adolescents aged 12-19 years from the Korean National Health and Nutrition Examination Survey 1988 and 2001. *Diabetes Res Clin Pract*. 2007;75:111-4.
3. Lim S, Park KS, Lee HK, Cho SI. Changes in the characteristics of metabolic syndrome in Korean over the period 1998-2001 as determined by Korean National Health and Nutrition Examination Surveys. *Diabetes Care*. 2005;28:1810-2.
4. Seo SJ, Lee HY, Lee SW. The prevalence of the metabolic syndrome in Korean children and adolescents: comparisons of the criteria of Cool et al., Cruz and Goran, and Ferranti et al. *Yonsei Med J*. 2008;49:563-72.
5. Wolfenden L, Wiggers J, Tursan d'Espaignet E, Bell AC. How useful are systematic reviews of child obesity interventions? *Obes Rev*. 2009 Jun 1. [Epub ahead of print]
6. Deitel M. Overweight and obesity worldwide now estimated to involve 1.7 billion people. *Obes Surg*. 2003;13:329-30.
7. World Health Organisation. Comparative Quantification of Health Risks: Global and Regional Burden of Disease Attributable to Selected Major Risk Factors. WHO: Geneva. 2004.
8. 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:S164-92.
9. Anderson SE, Cohen P, Naumova EN, Must A. Association of depression and anxiety disorders with weight change in a prospective community-based study of children followed up into adulthood. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2006;160(3):285-91.
10. Janssen I, Craig WM, Boyce WF, Pickett W. Associations between overweight and obesity with bullying behaviors in school-aged children. *Pediatrics*. 2004;113(5):1187-94.
11. 조성민, 장규태, 김덕근. 중학생에서 비만과 생활습관, 우울 성향의 상관관계. *대한한방소아과학회지*. 2007;21(3):157-76.
12. 박선미, 김은영, 노영일, 박상기, 박영봉, 문경래, 등. 학동기 소아에서 비만과 우울 성향과의 관계. *소아과*. 2002;45:10-5.

1. Park YS, Lee DH, Choi JM, Kang YJ, Kim CH. Trend of obesity in school age children in seoul over 23 years. *Korean J Pediatrics*. 2004;47:247-57.
2. Kim HM, Park J, Kim HS, Kim DH. Prevalence of

13. 심재용, 강윤주, 이해리, 오희철. 비만청소년의 정신 사회학적 특성. 가정의학회지. 1998;19:337-52.
14. 대한 소아과학회 보건통계위원회. 2007년 한국 소아 및 청소년 신체 발육표 표준치 세부자료. 2007.
15. 오상우. 소아청소년 비만의 wls단. 대한비만학회지. 2008;17(4):188-90.
16. Kotler DP, Burastero S, Wang J, Pierson RN Jr. Prediction of body cell mass, fat-free mass, and total body water with bioelectrical impedance analysis : effects of race, sex, and disease. *Am J Clin Nutr.* 1996;64(3 Suppl):489S-97S.
17. 김현수, 박혜순. 생체전기 저항 신체 구성 분석기의 재현성 및 타당도. *Korean J Obes.* 2002;11(4):389-97.
18. 조병기, 강지현, 이정석, 유병연. 초중학생에서 이중 에너지 방사선 흡수법을 기준으로 한 InBody 720 및 신체계측치를 이용한 소아비만진단의 유용성. *J Korean AcadFam Med.* 2007;28(7):523-31.
19. 황인철, 김경곤, 서동훈, 이규래. 우리나라 서울지역 일부 초등학생에서 비만 진단을 위한 체지방률의 절단값. *대한비만학회지.* 2008;17(4):169-74.
20. 이승훈, 황정숙, 박혜순. 소아기 체중의 청소년기 비만에 대한 예측-7년간의 후향적 추적을 통해-. 가정의학회지. 2008;24:642-7.
21. Dennis M, Styne DM. Childhood and adolescent obesity: prevalence and significance. *Pediatr Clin North Am.* 2001;48(4):823-54.
22. Maffei C. Aetiology of overweight and obesity in children and adolescents. *Eur J Pediatr.* 2000;159 Suppl 1:S35-44.
23. 최미자, 정연수. 경주지역 유치원 아동들의 식습관 과 영양소 섭취상태. *대한지역사회영양학회지.* 2006; 11(1):3-13.
24. 김희선, 이현옥. 아산시 거주 미취학 아동들의 신체 계측 및 영양상태 조사. *대한영양사협회 학술지.* 2005;11(1):114-24.
25. 성태정, 김달현, 홍영진, 송병관, 장경자, 박준영, 김순기. 청소년에서 유용한 비만의 선별검사와 비만도, BMI 및 혈청지질과의 관계. *소아과.* 2003;46(3): 217-23.
26. 김수진, 김수영. 소아에서 생체 전기저항 분석법에 의한 체지방률과 다른 비만 지표들 간의 상관성. *Korean Journal of Pediatrics.* 2004;47(5):491-6.
27. 최기철, 안영준, 양은석, 박상기, 박종, 문경래. 초등학교 아동의 비만 진단에 있어서 생체 전기저항 분석 법의 의의. *대한소아소화기영양학회지.* 1998;1(1): 107-14.
28. Lim IS, Yun KW. Relationship between the Body Fat Mass Measured by Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) and Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA), and by the Indices of Insulin Sensitivity. *Korean J Pediatr.* 2005;48(8):857-64.
29. 김명현, 김태완, 홍연진, 송병관, 배수환, 장경자, 김순기. 인천지역 청소년의 비만도와 혈청 콜레스테롤 치와의 관계. *소아과.* 2002;45(2):174-82.
30. 서정호. 제주 지역 소아, 청소년의 비만의 유병률 및 비만도에 따른 임상적 특성. *Korean Journal of Pediatrics.* 2004;47(4):362-7.