연 수 강 좌

09:00~17:00　　2004년 5월 9일 (일) 코엑스1층 그랜드볼룸

[연수강좌]

oys1 `zšoy_1s½o l1g¹a±uE •¶Yíw-|U

u o iå

인제의대 상계백병원 가정의학과

비만은 체지방의 과잉 상태라고 간단하게 정의할 수 있다. 지방의 과잉 상태는 지방의 절대량(fat mass, kg)이나 전체 체중에서 지방이 차지하는 비율(%)로 표현한다. 성인에서는 지방의 양과 함께 그 분포도 중요하다. 지방이 주로 허리 부위, 특히 복강 내에 많이 있으면 비만의 합병증 발생이 증가하기 때문이다.

따라서 비만을 올바르게 정의하려면 체지방을 어떻게 측정할 것인지, 어느 정도로 많을 때 과잉이라고 할 수 있는지 즉 그 기준값은 얼마인지 결정해야 한다. 이 글에서는 성장과 발달을 계속하는 소아와 청소년에서 이 두 가지 문제를 중점적으로 다룰 것이다. 소아에서 지방의 분포에 대해서는 아직 일관된 지침이 없으므로 논의에서 제외한다.

z¡w-ju1 s¡c˙Zy |vƒM ZpueYí

소아는 계속 성장하기 때문에 비만도를 평가하기 위한 신체측정치는 연령에 따라 달라야 한다. 사춘기가 되면서 신체 구성이 변화하는 것도 역시 고려해야 한다. 따라서 소아와 청소년기의 비만도 측정방법은 성인과 다르다.

1) 직접 측정법

(1) 수중밀도법

인체가 지방조직과 제지방조직으로 이루어졌다고 보는 2-compartment model에 근거하여 두 분획의 밀도 차이를 이용하여 측정한다. 1940년대에 개발된 이후 지방량을 측정하는 절대표준(gold standard)으로 이용되었다. 기계 유지가 어렵고, 검사를 받을 때 수검자가 물속에서 완전히 숨을 내쉬어 residual lung volume을 보정해야 한다. 또 성별, 성장, 노화, 인종, 성적 성숙도, 운동량 등에 따라 제지방조직의 구성 성분이 달라지므로 제지방조직의 밀도가 일정하다는 가정에 위배되어 정확도의 문제도 있다.

최근에는 검사자의 편의를 고려한 Air-displacement plethysmography (ADP)가 대신 사용된다.

(2) 이중에너지방사선흡수법(Dual energy X-ray absorptiometry: DEXA, DXA)

골밀도 측정용으로 많이 사용된다. 서로 다른 에너지를 가진 두 개의 저에너지 방사선을 몸에 투사시켜서 제지방조직, 지방조직, 골밀도에 따른 차이를 계산한다. 측정의 재현성은 골 0.8%, 지방 1.7%, 체중 2%로 매우 높아 성인과 소아 청소년에서 체지방측정의 절대표준으로 사용된다. 방사선 노출도 흉부사진을 찍을 때 노출되는 용량보다 적다. 그러나 검사 비용이 비싸고, 전신측정을 할 경우 측정에 소요되는 시간이 길다. 우리나라에서는 주로 골밀도 측정용으로 사용되었고 지방 측정 목적으로는 거의 사용되지 않아 우리나라 사람에 대한 기본자료가 부족하다.

(3) CT or MRI

X-ray source와 detect assembly가 수검자를 360도 돌면서 수검자의 몸을 통과한 X-ray 강도를 측정하여 픽셀 정보를 전달한다. 재구성한 이미지에서 지방조직을 피하지방과 내장지방으로, 제지방조직도 근육과 내장으로 구분할 수 있다. CT가 MRI보다 내장지방을 정확하게 구분하며, 검사에 걸리는 시간이 짧다. 그러나 한 이미지를 얻는데 필요한 방사선 노출이 많아 요추부위 일부에만 주로 사용한다. 일반적으로 사용되는 CT보다 해상도를 줄이면 방사선 노출을 줄일 수 있다. 비만한 사람에서 체중조절을 하기 전후에 측정하여 피하지방과 내장지방의 변화를 비교할 수 있다.

2) 간접 측정법

(1) 생체전기저항법 (Bioelectrical Impedance Analysis: BIA)

인체에 낮은 교류전압을 통과시키면 주파수에 따라 일정한 저항이 발생하는데, 이 때 생긴 임피던스가 체성분 구성과 일정한 연관성을 보이는 것을 이용한 방법이다. 저주파에서

는 세포외액을 통해 전류가 흐르고, 고주파에서는 모든 종류의 체액을 통해 전류가 흐르는데 이 차이에 의해 생긴 임피던스를 측정한다. 그러나 지방을 직접 측정하는 것은 아니고 체수분을 측정하여 지방으로 환산하는 값이므로 환자의 수분상태, 측정시간에 따라 오차가 생길 수 있다. 인체를 실린더 모양의 원통형으로 가정하고 측정하므로 복부 비만이 있는 사람에서는 측정의 오차가 커질 수 있다. 측정 4시간 전에 중등도 이상의 운동을 하거나 술을 마시거나 땀을 많이 흘리면 측정의 오차가 생길 수 있다. 현재 사용중인 대부분의 기계는 50KHz의 전류를 이용하는데, 이 중에서 어느 정도가 세포를 통과하는지는 알려진바 없다.

프랑스에서 비만한 청소년을 대상으로 BIA를 이용하여 측정한 지방량은 DXA를 이용하여측정한 지방량보다 적었고, 허리-엉덩이 둘레비가 크거나 남아에서 이 차이가 더 컸다.[1] 유럽의 다른 연구에서도 BIA로 측정한 지방량은 DXA로 측정한 값보다 12%정도 적었고, 그 차이는 남아에서 더 컸다.[2] 호주에 사는 중국인 여성(청소년 포함)을 대상으로 한 연구에서는 BIA로 추정한 지방량은 마른 사람에서는 과대평가를, 비만한 사람에서는 과소평가하는 경향이 있었다.[3] 따라서 BIA로 체지방을 측정하여 비만한 소아나 청소년에 적용할 때는 개인간의 차이가 있음을 고려해야 한다.

(2) 신체측정법 (Anthropometry)

BMI (body mass index, Quetelet's index)

성인에서 비만도를 측정하는데 사용되는 방법으로 체중(kg)/신장^2(m)으로 계산한다. BMI는 DXA로 측정한 체지방율과 높은 상관성을 보인다.[4] 키가 거의 일정한 성인에서는 BMI가 변하면 주로 지방량이 변하는 것이므로 BMI의 변화가 지방량의 변화를 잘 반영한다. 그러나 소아와 청소년에서는 같은 BMI에서도 연령, 성별, 인종에 따라 adiposity가 달라지므로 주의해서 해석해야 한다.[5]

Weight for height

통상적으로 많이 사용된 신장-체중 지수중에서 상대체중법이 가장 간단한 방법이다. 성별 신장별 체중의 중앙값(50 백분위수)을 표준체중으로 보고 표준체중의 120%를 비만이라고 정의한다. 연령을 고려하지 않으므로 생년월일이 정확하지 않은 경우에도 사용할 수 있지만, 연령에 비해 크거나 작은 소아와 청소년에서는 정확한 평가를 하기 어렵다.

피부두께법

삼두박근 부위나 견갑하부의 피하지방을 측정하여 비만정도를 평가하는 방법이다. 캘리퍼를 이용하므로 비용이 많이 들지 않고 간단한 방법이라 많이 사용되었다. 소아에서 삼두박근 피부두께는 견갑하부보다 체지방률과 연관성이 높다고 알려져 있다. 그러나 측정자에 따라 측정값 차이가 많이 나고 같은 측정자가 재도 차이가 나기 때문에 재현성이 낮다. 과거에는 측정한 피부두께를 이용하여 총지방량을 추정하는 여러가지 회귀식을 이용하였으나 정확도가 낮고 대치할 수 있는 정확한 방법이 있기 때문에 최근에는 많이 사용되지 않는 추세이다.

삼두박근 피부두께는 팔중간부위의 뒤쪽에서 엄지와 검지를 이용하여 근육으로부터 피부를 분리시킨 뒤 캘리퍼로 3-5초간 잡았다가 캘리퍼의 눈금을 읽는다. 팔중간부위는 수검자의 어깨를 충분히 이완시킨뒤 오른 팔을 90° 구부리게 한 뒤, 봉우리돌기(acromion process)에서 팔꿈치머리(olecranon process)까지 직선 거리의 중간에 해당한다. 보통 2-3회 측정하여 평균한 값을 이용한다 (그림 1, 2).

견갑골하 피부두께는 수검자에게 웃옷을 올리게 한 뒤 어깨를 충분히 이완시킨 뒤 우측 견갑골 꼭대기의 안쪽에서 측정한다. 견갑골 아래로 한 손가락 두께정도 떨어진 부위에서 측정자의 왼손 엄지와 검지를 이용하여 근육으로부터 피부를 분리시킨다. 견갑골 내부 경계와 직각 방향으로 근육을 잡은 상태로 캘리퍼를 이용하여 눈금을 읽는다. 비만한 아동에서는 자연적으로 생긴 피부주름을 잡으면 된다. 역시 2-3회 반복 측정하고 평균값을 이용한다 (그림 1).

[åg©1. n©b=j[éZé Z™YþZÕƒEkm ƒ)kmb=Å u™`• kmtñ

[åg©2. n©b=j[é ƒ)kmb=Å |vu1 tñƒa •vþYñkmtñgi u™`• kmtñ

허리둘레와 팔둘레 (mid-upper arm circumference)

간단하게 측정할 수 있고 측정의 재현성도 높은 방법이다. 성인에서처럼 복부비만을 정의하는 기준은 없지만 소아에서도 허리 둘레는 복부비만의 좋은 예측인자이다. 같은 사람에서 연속적으로 측정하면 발육상태나 체중 조절의 효과를 평가할 수 있다.

허리/엉덩이둘레 비, 몸통/사지 피부두께비 등 다양한 신체측정값의 비(ratio)가 심혈관질환 위험요인이나 인슐린 저항성 등과 연관성을 보였던 연구가 있었다.

oys1 ` zšoy_1 l1g¹uE vuE

아직까지는 국제적인 동의를 얻은 소아와 청소년 비만에 대한 정의는 없다. 여기서는 세계보건기구(WHO), 미국 CDC, 국제비만학회의 기준을 중심으로 소개한다.

1) WHO

WHO는 소아에서 미국 National Center for Health Statistics(NCHS)/WHO 표준값을 기준으로 연령별 체중 또는 신장별 체중이 +2 Z-score 이상을 과체중(overweight)이라고 표현하도록 권장하였다. 청소년의 경우 BMI 85 백분위수 이상이면 과체중, BMI 85 백분위수 이상이면서 삼두박근과 견갑하 피부두께가 90 백분위수 이상이면 비만이라고 하였다.[6] 피하지방의 분포가 다를 수 있으므로 양쪽 팔과 견갑하부에서 측정하여 평균하는 것이 좋다.

그러나 이 기준은 미국 소아의 자료를 근거로 한 것이므로 국제적으로 대표성이 있는 자료는 아니고, 여기서 제시된 절단값(cut-off value)을 정당화하는 근거는 없다. 특히 체질량지수와 피부두께로 측정한 비만도는 반드시 일치하지 않으므로, 두 지표를 동시에 이용하는 청소년의 경우 진단이 달라질 수 있다.

2) 미국 CDC/NIH

미국 질병통제센터에서는 미국 건강진단자료를 이용하여 20세까지 소아와 청소년의 성장곡선을 제시하였고, 여기서 얻은 연령별 성별 BMI를 가지고 비만의 진단기준을 삼는다. 연령별 성별 BMI가 85-94 백분위수일 때 '과체중의 위험(at risk for overweight)', 95 백분위수 이상일 때 '과체중(overweight)'라고 정의하였다.[7] 95백분위수 이상은 성인의 비만 기준인 BMI 30에 해당하여 성인이 된 뒤에도 비만이 지속될 가능성이 높아 의학적 진찰과 치료가 필요한 수준이다. 85-94 백분위수는 성인의 과체중인 BMI 25에 해당한다.

청소년기의 BMI는 성인 사망률을 예측할 수 있다. 노르웨이 청소년 코호트를 이용하여 14-19세였던 1963-1975년부터 31년간 추적관찰한 결과 청소년기의 BMI가 85-94 백분위수였던 남아는 25-75 백분위수 남아에 비해 총사망률이 30% 높았고 95백분위수 이상이었던 남아는 80% 높았다. 여아에서도 BMI 85-94 백분위수인 경우 총사망률이 30%, 95 백분위수 이상인 경우는 100% 높았다.[8]

3) 국제비만특별위원회 (International Obesity Task Force: IOTF)

IOTF에서는 브라질, 영국, 홍콩, 네덜란드, 싱가포르, 미국 등 6개국으로부터 대표성이 있는 표본의 BMI 값을 얻은 뒤 이를 합하여 표준집단으로 하고, 이 집단의 centile을 구하였다. 여기서 18세의 체질량지수 25와 30에 해당하는 BMI 값을 성별 연령별로 제시하였다.[9](표 1) 체질량지수 25와 30은 성인의 과체중과 비만에 해당하는 값이고, 18세는 성인과 청소년의 경계에 해당한다. IOTF의 기준을 우리나라 소아 및 청소년의 BMI 곡선에 대입해보면 남녀 모두 85 백분위수가 18세의 체질량지수 25에 해당한다.

,l **1.** 2-18o%uE Zéz¡vþZé l1g¹uE \víua b`• z¡wµe¶w-p . 6Z [ZuE u}fªgi •¢ƒVƒEsÙ 18o%uEBMI 25t- 30u)fl vuEƒU .

	Body mass index 25 kg/m²		Body mass index 30 kg/m²	
Age (years)	Males	Females	Males	Females
2	18.41	18.02	20.09	19.81
2.5	18.13	17.76	19.80	19.55
3	17.89	17.56	19.57	19.36
3.5	17.69	17.40	19.39	19.23
4	17.55	17.28	19.29	19.15
4.5	17.47	17.19	19.26	19.12
5	17.42	17.15	19.30	19.17
5.5	17.45	17.20	19.47	19.34
6	17.55	17.34	19.78	19.65
6.5	17.71	17.53	20.23	20.08
7	17.92	17.75	20.63	20.51
7.5	18.16	18.03	21.09	21.01
8	18.44	18.35	21.60	21.57
8.5	18.76	18.69	22.17	22.18
9	19.10	19.07	22.77	22.81
9.5	19.46	19.45	23.39	23.46
10	19.84	19.86	24.00	24.11
10.5	20.20	20.29	24.57	24.77
11	20.55	20.74	25.10	25.42
11.5	20.89	21.20	25.58	26.05
12	21.22	21.68	26.02	26.67
12.5	21.56	22.14	26.43	27.24
13	21.91	22.58	26.84	27.76
13.5	22.27	22.98	27.25	28.20
14	22.62	23.34	27.63	28.57
14.5	22.96	23.66	27.98	28.87
15	23.29	23.94	28.30	29.11
15.5	23.60	24.17	28.60	29.29
16	23.90	24.37	28.88	29.43
16.5	24.19	24.54	29.14	29.56
17	24.46	24.70	29.41	29.69
17.5	24.73	24.85	29.70	29.84
18	25	25	30	30

Cole TJ et al. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide; international survey. BMJ 2000;320:1240-3.

4) 대한소아과학회

1999년 대한소아과학회 영양위원회에서 발표한 '소아비만의 진단과 치료지침'에서는 비만의 진단기준으로 상대체중법을 이용한 비만도, 체질량지수, 피부두께, 신장별 체중을 제시하였다.[10] 각 방법의 기준치는 1998년 조사한 한국소아의 발육기준치이다.

비만도=(실제체중 신장별 표준체중)/신장별 표준 체중 ×100(%)

여기서 신장별 표준체중은 성별 신장별 50 백분위수이다. 비만도 20% 이상을 비만으로 분류하고, 20-30%는 경도비만, 30-50%는 중등도비만, 50% 이상을 고도비만으로 세부분류하였다.

체질량지수=체중/신장^2 (kg/m^2)

성별 연령별 체질량지수 95 백분위수 이상을 비만, 84-95 백분위수이면 비만위험군으로 분류하였다. 관리에 대한 권고는 미국 CDC/NIH의 안을 이용하였다.

피부두께 삼두박근과 견갑골 하부의 피부두께가 성별 연령별 95백분위수 이상일 때 비만으로 정의하였다.

신장별 체중 성별 신장별 체중이 95백분위수 이상일 때 비만으로 정의하였다.

여기에서 제시된 4가지 기준 중에서 BMI와 상대체중법을 이용한 비만도를 주로 사용하는 추세이다. 그러나 외국에서 사용되는 기준이 우리나라 소아에서 체지방과 연관성이 좋은지, 성인이 되었을 때 건강위험을 높이는지에 대해서는 추후 더 연구가 필요하다.

si`} \víua Yíu' uíuõƒlYí

어느 값 이상의 신체측정치를 비만으로 정의하는가에 따라 비만의 유병률과 향후 건강문제와의 연관성이 달라질 수 있다. 미국에서 5-18세 소아 및 청소년 596명을 대상으로 체질량지수를 구하고 DXA에서 얻은 체지방량과 비교한 연구에서는 BMI û20 kg/m2, BMI z-score û1, BMI 백분위수 û85 이 민감도와 특이도가 가장 높은 값이라고 밝혀졌다.[11] 싱가포르에 거주하는 6-11세 중국인 어린이 623명의 BMI를 구하고 BIA에서 얻은 체지방률과 비교하였을 때, IOTF의 BMI 기준을 이용하면 민감도가 남아 83.3%, 여아 66.7%로 낮은 편이었고 특이도는 93.9%, 97.9%로 높았다. 이에 비하면 성별 신장별 표준체중의 120% 이상을 비만으로 정의한 경우 민감도는 남녀 모두 91.7%, 특이도는 남아 84.8%, 여아 88.6%였다.[12] 따라서 IOTF의 기준을 이용하면 비만 유병률을 과소평할 가능성이 있다.

우리나라 소아청소년에서는 신장과 체중을 측정한 뒤 성별 신장별 표준체중의 120%를 넘을 때 또는 성별 BMI 백분위수 85 이상일 때를 비만으로 보고 관리를 시작하는 것이 현실적이라고 생각된다. 신체측정법과 함께 최근 임상에서 많이 사용되는 BIA에서 체지방량 또는 체지방률을 같이 평가하는 것이 도움이 되나 우리나라 소아 및 청소년에서의 정확도 평가가 이루어지지 않았음을 고려해야 한다.

BMI 95 백분위수를 넘는 확실한 비만의 경우 어떤 기준을 이용해도 상관은 없으나, 소아 및 청소년 비만이 건강에 미치는 영향이나 치료의 용이성을 고려할 때 조기 발견과 중재가 중요하므로 비만의 기준은 민감도가 높아야 한다. 또 이 기준이 건강위험도의 상승을 잘 반영하는지에 대한 고려도 필요하다. 우리나라 소아 및 청소년의 발육표준치를 이용할 것인지, 국제적인 표준치가 우리나라 소아 및 청소년에게 잘 맞는지에 대한 연구가 필요하다. 소아 및 청소년의 발육상태가 좋아진다고 해서 계속 표준체중을 높게 책정한다면 과거에 비해 비만의 유병률을 낮추는 결과를 낳을 수 있다는 것도 고려해야 한다.

z%Zíi%ƒ¹

1. Lazzer S, Boirie Y, Meyer M, Vermorel M. Evaluation of two foot-to-foot bioelectrical impedance analysers to assess body composition in overweight and obese adolescents. *Br J Nutr* 2003;**90**(5):987-92.
2. Eisenkolbl 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**(6):423-9.
3. Lanham DA, Stead MA, Tsang K, Davies PS. The prediction of body composition in Chinese Australian females. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001;**25**(2):286-91.
4. 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**(2):204-10.
5. Daniels SR, Khoury PR, Morrison JA. The utility of body mass index as a measure of body fatness in children and adolescents: differences by race and gender. *Pediatrics* 1997;**99**(6):804-7.

6. WHO. Physical status: the use of and interpretation of anthropometry. Report of a WHO expert committee. Geneva: World Health Organization, 1995: 452.
7. Barlow SE, Dietz WH. Obesity evaluation and treatment: Expert Committee recommendations. The Maternal and Child Health Bureau, Health Resources and Services Administration and the Department of Health and Human Services. *Pediatrics* 1998;**102**(3)**:**E29.
8. Engeland A, Bjorge T, Sogaard AJ, Tverdal A. Body mass index in adolescence in relation to total mortality: 32-year follow-up of 227,000 Norwegian boys and girls. *Am J Epidemiol* 2003;**157**(6)**:**517-23.
9. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *Bmj* 2000;**320**(7244)**:**1240-3.
10. 대한소아과학회. 소아 비만의 진단과 치료지침. 소아과 1999;42(10): 1338-45.
11. Fi**el**d AE**,** Laird N, Steinberg E, Fallon E, Semega-Janneh M, Yanovski JA. Which metric of relative weight best captures body fatness in children? Obes Res 2003;11(11):1345-52.
12. Fu **W**P, L**e**e HC, Ng CJ, et al. Screening for childhood obesity: international vs population-specific definitions. Which is more appropriate? Int J Obes Relat Metab *Disord 2003;27(9):1121-6.*