

2007년 한국 소아 청소년 표준 성장곡선과 표의 적용

인제대학교 의과대학 일산백병원 소아청소년과학교실

문진수

Application of 2007 Korean National Growth Charts: Growth Curves and Tables

Jin Soo Moon, M.D.

Department of Pediatrics, Inje University Ilsan Paik Hospital, Inje University College of Medicine, Goyang, Korea

2007 Korean National Growth Charts were published by The Korean Pediatric Society and Korea Centers for Disease Control and Prevention in October, 2007. These Growth Charts are composed of Growth Curves and Tables, which are based on the principles such as pooling data of the different generations and application of LMS method. In this review, several tips of application using these new charts are summarized with points of view both in clinical and research fields. [Korean J Pediatr Gastroenterol Nutr 2009; 12(Suppl 1): 1~5]

Key Words: Korean National Growth Charts, Growth Curves, LMS method, Application

서론

성장도표는 개인의 성장과 영양을 평가하고, 집단의 영양상태 및 보건상태를 측정하는 도구로서 사용되는 중요한 기준이다. 우리나라에서는 1967년에 처음 성장도표를 제정하여 1975년, 1985년, 1997년에 개정하였으며, 최근 2007년에 완전 개정을 하였다. 새롭게 개정된 성장도표는 미국 질병관리본부(Centers for Disease Control and Prevention, 이하 CDC)나 WHO에서 발표한

최신의 성장도표의 방법론을 검토하여 적용되었으며, 이들 자료와의 비교 검토를 시행하여 국제적인 비교에 있어서 혼란이 적도록 하였다. 본 논문에서는 새로운 성장도표의 실제적인 이해와 더불어서 임상 적용 및 연구에서의 활용을 중심으로 검토를 하였다¹⁾.

본론

1. 정확한 측정

성장도표를 통하여 개인과 집단의 영양 상태와 성장을 평가하려면 무엇보다도 정확한 측정이 기본이 된다. 측정 장비는 공인된 장비를 사용하는 것이 권장되며, 표준화된 신체계측 방법을 사용할 것이 권장된다. 참고로 2005년도 신체계측 측정 장비로는 신장은 독일산

접수 : 2009년 10월 31일, 승인 : 2009년 11월 6일
책임저자 : 문진수, 411-706, 경기도 고양시 일산서구 대화동 2240
인제대학교 의과대학 일산백병원 소아청소년과
Tel: 031-910-7101, 7992, Fax: 031-910-7108
E-mail: jsmoon@paik.ac.kr

SECA 225 (연장아용)와 210 (영아용)을 사용하였으며, 체중은 국산 전자 체중계인 GL-6000-20을 사용하였다. 최근에 미국 CDC 및 미국 국민건강영양조사(NHANES)에서는 전자 신장계를 채택하고 있으며, 이는 우리나라에서도 점차 확대될 것으로 생각된다¹⁾.

2. 성장도표의 연령 기준

성장도표를 이해하고 적용하는데 있어서 가장 출발이 되는 것은 사용하고자 하는 성장도표의 연령기준이다. 해외의 성장도표에서도 WHO에서 발표한 2006년 성장도표의 경우와 미국 CDC의 2000년 발표 성장도표의 경우에 연령 기준이 다르다^{2,3)}. 우리나라의 성장도표는 전통적인 방식인 미국의 방식과 동일하여 연령급간의 대표연령을 사용하며, WHO에서 사용한 산술통계적인 방식을 사용하지는 않았다.

이러한 연령기준의 적용은 성장도표에서 성장곡선을 사용할 경우에 별 문제가 되지 않으나, 표를 사용할 경우에는 주의를 요한다. 전통적인 방식은 컴퓨터가 없던 시절의 성장도표 및 자료와 연속성을 유지할 수 있는 장점이 있으며, 예를 들면 2개월 20일 아이는 연령 코딩 2개월로 정의하여 표에서 자기 위치를 찾아야 한다. 새로운 2007년 한국 성장도표 표에서는 과거의 혼동을 막기 위해서 아예 구간으로 연령 표시를 하였다. 기존의 연령 정의의 2개월은 '2~3개월', 기존의 연령 정의의 3개월은 '3~4개월' 이런 식으로 표시되어 있다. 반면에 성장도표 그래프에서는 2~3개월 구간의 나이를 산술적으로 명확하게 2.5개월로 코딩하여 작업하여서 측정 대표값은 2.5개월에서 찾을 수 있다. 즉, 표와 같은 값을 찾기 원한다면, 해당 연령의 대표 연령값인 2개월 연령선이 아니라, 실제 작업 코딩값인 2.5개월에서 찍어야 같은 값을 확인할 수 있다. 그러나 불편하게도 작업 코딩 연령에는 연령 기준선이 보통 없다.

성장도표 그래프만을 사용할 경우에는 통계적으로 추정되어 있기 때문에 해당 연령에 맞는 중간 위치를 찍어서 읽어도 판독에 무리가 없다. 표나 공식을 사용하여 구한 값(특히 영유아 검진 프로그램 산출값)과 그래프를 비교할 경우에는 차이가 있을 수 있으며, 이런 차이는 이러한 연령 정의의 문제를 이해하는 것이 도움이 된다. 2007년 성장도표 그래프와 LMS 추정치는 연장아에서도 개월 단위로 추정되어 있으므로, 성장도표

그래프 상의 모든 연령 구분선을 활용하여도 무방하다.

WHO 성장도표 연령 코딩은 통계적인 산술 중앙값을 사용한다. 이는 컴퓨터 시대에 완전히 새롭게 구축한 자료이니만큼, 혼란이 없도록 코딩되어 있다. 즉, 연령코딩 3개월이면, 생후 70~99일, 4개월이면, 100~129일 이런 식으로 구간 중간값에 근사하도록 정의해 놓았다. 표에서 맞는 연령을 찾으려면, 표에서 측정치에 가장 가까운 값을 찾으면 된다.

3. 성장의 판정

1) LMS 공식의 활용^{4,5)}: LMS 법은 영국의 Cole 교수가 발표한 것으로 인구 집단 자료가 정규분포를 하지 않기 때문에 이를 통계적으로 추정하기 위하여 개발한 방식이다. 2007년도 성장도표에서는 표준과 표준편차를 이용하여 해당 측정값의 백분위수를 추정하는 것이 아니라, 실제 측정 자료에서 추정된 LMS 값을 이용하여 백분위수를 구하였다. 여기서 LMS값은 각각 L은 Box-cox Power를, M은 Median을, S는 Coefficient of Variation (CV)을 의미한다. $L > 1$ 이면 왼쪽으로 치우친 분포, $L = 1$ 은 치우침이 없는 분포, $L < 1$ 은 오른쪽으로 치우친 분포를 나타내며, $S > 1$ 은 평균에 비해 표준편차가 크다는 것을, $S = 1$ 은 표준편차가 평균과 크기가 같음을, $S < 1$ 은 평균에 비해 표준편차가 작음을 의미한다.

국제적인 논문에서 많이 요구하는 Z값을 구하려면 바로 이 LMS 공식을 이용하여야 하는데, 이는 다음 공식과 같다.

$$Z = ((x/M)^L - 1) / LS$$

여기서 x는 키, 체중 측정값 혹은 체질량지수 값이며, 각 남녀 월령별 L, M, S 자료는 질병관리본부 홈페이지 (<http://www.cdc.go.kr>)를 통해서 엑셀로 제공된다.

2) 임상에서의 판정: 2007 성장도표는 신체계측의 정상을 5~95백분위수로 규정하고 있으며, 이에 벗어나는 것을 "비정상"으로 규정하고 있다(Table 1). 이는 임상적인 의미가 아니며, 선별 참고 기준(screening reference)으로 제시되는 것이다. 성장도표로 판단하는 '정상'은 보건 통계적인 의미이며 신체 계측치 그 자체가 개인의 건강 상태를 보장하지는 못한다. 또한, 정상 범위에서 벗어난 '비정상'으로 판정되더라도 반드시 질

Table 1. Cutoff Criteria of 2007 Korean Growth Charts¹⁾

Growth charts category	Cutoff criteria		
Height for age	< 5 percentiles or > 95 percentiles		
Weight for age			
Head circumference for age			
BMI for age (kg/m ²)	Wasted	Overweight	Obesity
	< 5 percentiles	85 ~ 95 percentiles	≥ 95 percentiles or ≥ 25kg/m ²
	* Overweight in infancy: ≥ 95 percentiles		

Table 2. Cutoff Criteria of 2006 WHO Growth Standards¹⁴⁾

Z-score	Growth indicators			
	Length/height-for-age	Weight-for-age	Weight-for-length/height	BMI-for-age
Above 3	See note 1	See note 2	Obese	Obese
Above 2			Overweight	Overweight
Above 1			Possible risk of overweight (See note 3)	Possible risk of overweight (See note 3)
0 (median)				
Below -1				
Below -2	Stunted (See note 4)	Underweight	Wasted	Wasted
Below -3	Severely stunted (See note 4)	Severely underweight	Severely wasted	Severely wasted

1. A child in this range is very tall. Tallness is rarely a problem, unless it is so excessive that it may indicate an endocrine disorder such as a growth-hormone-producing tumor. Refer a child in this range for assessment if you suspect an endocrine disorder (e.g. if parents of normal height have a child who is excessively tall for his or her age). 2. A child whose weight-for-age falls in this range may have a growth problem, but this is better assessed from weight-for-length/height or BMI-for-age. 3. A plotted point above 1 shows possible risk. A trend towards the 2 z-score line shows definite risk. 4. It is possible for a stunted or severely stunted child to become overweight (Adapted from World Health Organization, Training Course on Child Growth Assessment, Version 1. Geneva, WHO, 2006. p14).

환이 있다는 것을 의미하는 것은 아니다. 성장 도표는 임상 현장에서 어린이의 전체적인 건강 상태를 평가하는 유용한 도구의 하나로서 다른 임상 정보와 함께 판단되어야 한다.

임상적으로 저성장을 진단할 때에 교과서 기준으로 3백분위수 미만 또는 -2 표준편차 미만을 주로 사용하며, 성장호르몬 분비 저하증과 같은 저성장이 특징적인 질환의 경우에는 더 엄격한 -3 표준편차(약 1백분위수) 미만을 진단 기준으로 삼기도 한다. 이와 같이 5백분위수 미만의 선별 기준에 들어가는 대상자 중에서 3백분위수 미만 또는 -2 표준편차 미만인 경우는 특별히 주의해야 한다. 연령별 신장도표는 주로 만성적인

영양 문제를 검색하는 목적에 유용하며 전 소아청소년 연령에서 사용한다. 연령별 체중도표 및 신장별 체중도표는 영유아 연령에서 급성 영양 부전을 검색하는 목적에 유용하다⁶⁾. Z값을 사용하는 경우에는 WHO 선별기준을 참고할 수 있다(Table 2).

2007년 성장도표에서 소아청소년 비만(obesity)은 주로 학령기와 사춘기 연령 이후에 적용되는 개념이며, 각 연령에 해당되는 체질량지수 95백분위수 이상으로 정의되, 아시아태평양 지역의 성인의 비만 기준인 체질량지수 25 kg/m² 이상인 경우는 백분위수와 무관하게 비만으로 정의된다⁷⁾. 같은 연령 군에서 과체중(overweight)의 기준은 85백분위수 이상에서 95백분위수 미

만으로 정의한다. 2007년 성장도표 산출 근거로 사용된 2005년 측정 자료가 인구 집단의 비만 급증 현상에 영향을 받은 것으로 판단되므로, 과체중 집단도 적극적인 건강관리가 필요하다고 판단된다. 특히 2007년 한국 성장도표에서 학동기 및 사춘기 연령을 해외의 주요 표준화된 자료 즉, 2000년 미국 CDC 성장도표와 2007년에 5세에서 19세를 대상으로 새롭게 발표된 WHO 성장참고도표(WHO Growth Reference)와 비교하여 볼 때에 체질량지수의 85백분위수 이상은 국제 기준으로도 명백히 관리의 대상이 된다.

최근 연구 결과에 의하면 출생체중과 영유아기의 체질량지수는 성인 지방량보다는 지방을 제외한 중량(lean mass)을 더 잘 반영한다는 보고가 있고, 초기 영유아기의 체질량지수는 산모의 산전요인의 영향이 더 큰 것으로 보인다⁸⁾. 따라서 만 2세 미만에서는 체질량지수의 표준화 자료가 발표되지 않았다. 하지만, 최근 해외 연구에서 24개월, 36개월, 54개월에 체질량지수가 85백분위수 이상인 경우에는 85백분위수 미만이었던 군에 비하여 12세에 과체중일 가능성이 5배 높다고 보고하고 있으며, 미국의 소아청소년 건강증진 프로그램인 Bright Future 가이드라인에서도 2~3세 이상에서는 체질량지수를 측정하여 건강상담에 활용하는 것을 권장하고 있다⁹⁾. 이에 우리나라 보건복지부, 국민건강보험공단 그리고 대한소아과학회의 주도로 2007년 11월부터 시행되는 영유아 건강검진은 30개월, 60개월 방문에서 체질량지수를 측정하여 평가하도록 하고, 과체중 및 비만에 관련된 영양 상담을 제공하도록 설계되었다. 일부 연구에서는 영유아기의 비만을 평가할 때에 신장별 체중의 Z값 등으로 평가하기도 하지만, 현재로서는 체질량지수가 다른 지표보다 이해가 쉽고, 적용 가능한 연구 자료가 많으며, 성인에 이르기까지 일관성 있게 임상과 연구 목적의 사용에 유용하기 때문에 무난하다¹⁰⁾.

시간적으로 연속적인 측정을 하면 성장 도표를 통해 신체 발육의 추이를 잘 관찰할 수 있으므로 연속적인 측정 관찰은 중요하다. 특히 성장 도표에서 정상이었던 어린이가 비교적 짧은 시간을 두고 한 두 급간(one or two major percentiles)의 하락이 있는 경우에는 비정상일 가능성이 높으며 주의를 요한다. 여기서 급간은 5, 10, 25, 50, 75, 90, 95백분위수로 정의된다. 예를 들어 한 어린이의 체중이 9개월에 75백분위수였다가 12~

15개월 검진에서 25백분위수로 떨어졌다면, 두 단계 급간 하락(75→50→25)이며, 이에 대한 원인 평가를 고려해보아야 한다. 최근의 코호트 자료 분석에 의하면 영유아에서 연령별 신장을 기준으로 할 경우에 약 20%가 짧은 추적 기간 동안에 두 급간 하락을 보였으며, 연령별 체중을 사용하는 경우에는 약 6%가 두 단계 급간 하락을 보여서 주의 깊은 관찰이 요구되었다. 이 연구에서 가장 많은 영유아가 선별된 지표는 신장별 체중으로서, 월령에 따라 6~62%의 영유아에서 두 단계 급간 하락을 보였고 어릴수록 많았다¹¹⁾. 이와 같이 신체계측의 추적 검사가 중요하지만, 빠른 성장을 보이는 어린 연령일수록 급격한 성장변화가 많이 관찰되며, 특히 신장별 체중으로 측정할 경우에는 정상일 가능성도 높음을 주지해야 한다.

본 종설에서 기술한 임상에서의 판정은 대한소아과학회와 질병관리본부에서 발간한 '2007년 소아 및 청소년 신체발육 표준치 해설'에 기술된 것과 크게 다르지 않고, 더불어 국민건강보험공단에서 발간한 '영유아 건강검진 매뉴얼'에 기술된 바와 다르지 않다^{12,13)}.

4. 학술적인 적용 및 국제 출판에 이용

성장도표는 각 국가간에 다양한 기준을 사용하고 있다. 전 세계적으로 20~30개국 이 자국의 자료를 바탕으로 한 성장도표를 만들어 사용하고 있으며, WHO와 미국 CDC의 성장도표가 국제적인 기준으로 통용된다. 따라서 우리나라의 성장도표를 기준으로 성장 평가를 한 경우에도 문헌으로 보고할 경우에는 반드시 근거를 인용하는 것이 권장된다.

대규모 인구 집단에 대한 성장도표의 적용의 결과를 해외에 보고하는 목적으로는 미국 CDC에서 제공하는 SAS 프로그램이나 WHO 성장도표에서 제공하는 SAS, STATA, SPSS 등의 프로그램 파일을 활용하는 것이 좋다. 이 경우에도 WHO 성장도표는 5세 미만과 5~19세의 제정 원칙이 다르고 제공 프로그램이 별도라는 것을 유의해야 한다. 우리나라 기준을 대규모 인구집단에서 적용하려면, 미국 CDC와 WHO에서 제공하는 프로그램의 LMS 값을 바꾸어 적용하면 가능하다.

결 론

새로운 한국 성장도표는 국제적인 기준에 맞추어 개정되었다. 이의 적절한 이해와 활용은 임상에서의 최적의 진료와 국제수준에 맞춘 학술연구의 발전에 필수적이며, 본 논문이 이에 대한 적절한 지침과 활용 방법을 제시하고자 하였다.

요 약

대한소아과학회와 질병관리본부는 2007년 10월에 새로운 성장도표를 개정 발표하였다. 새로운 성장도표는 1996년 전국 측정치와 2005년 전국 측정치를 병합하여 다른 세대 자료를 합친 것이며, LMS 법과 같은 새로운 기법을 도입한 것이다. 본 논문은 임상 적용과 학술 연구에 도움을 주기 위한 지침을 제시하였다.

참 고 문 헌

- 1) Moon JS, Lee SY, Nam CM, Choi JM, Choe BK, Seo JW, et al. 2007 Korean National Growth Charts: review of developmental process and an outlook. *Korean J Pediatr* 2008;51:1-25.
- 2) Kuczmarski RJ, Ogden CL, Guo SS, Grummer-Strawn LM, Flegal KM, Mei Z, et al. 2000 CDC Growth Charts for the United States: Methods and Development. *National Center for Health Statistics. Vital Health Stat* 11 2002;246:1-190.
- 3) WHO child growth standards: length/height-for-age, weight-for-age, weight-for-length, weight-for-height and body mass index-for-age: methods and development. *World Health Organization* 2006. Available from: URL://http://www.who.int/childgrowth/en.
- 4) Cole TJ. The LMS method for constructing normalized growth standards. *Eur J Clin Nutr* 1990;44:45-60.
- 5) Lee SY, Kim YN, Kang YJ, Jang MJ, Kim J, Moon JS, et al. The methodology for developing the 2007 Korean growth charts and blood pressure nomogram in Korean children and adolescents. *Korean J Pediatr* 2008;51:26-32.
- 6) Wang Y, Moreno LA, Caballero B, Cole TJ. Limitations of the current world health organization growth references for children and adolescents. *Food Nutr Bull* 2006;27(4 Suppl):175S-88S.
- 7) Inoue S, Zimmet P, Caterson I, Chunming C, Ikeda Y, Kim YS, et al. The Asia-Pacific perspective: redefining obesity and its treatment. *The International Diabetes Institute*, 2000. Available from: URL//http://www.diabetes.com.au/pdf/obesity_report.pdf.
- 8) Salsberry PJ, Reagan PB. Dynamics of early childhood overweight. *Pediatrics* 2005;116:1329-38.
- 9) Story M, Holt K, Sofka D, editors. *Bright Futures in Practice: Nutrition* (2nd ed.). Arlington, VA: National Center for Education in Maternal and Child Health, 2002.
- 10) Flegal KM, Wei R, Ogden C. Weight-for-stature compared with body mass index-for-age growth charts for the United States from the Centers for Disease Control and Prevention. *Am J Clin Nutr* 2002;75:761-6.
- 11) Mei Z, Grummer-Strawn LM, Thompson D, Dietz WH. Shifts in percentiles of growth during early childhood: analysis of longitudinal data from the California Child Health and Development Study. *Pediatrics* 2004;113: e617-27.
- 12) Korea Centers for Disease Control and Prevention, The Korean Pediatric Society, The Committee for Korean Children and Adolescents Growth Standard. 2007 Korean Children and Adolescents Growth Standard(commentary for the development of 2007 growth chart). Seoul: Division of Chronic Disease Surveillance in Korea Centers for Disease Control and Prevention; 2007 Nov.
- 13) *Physician's Manual for National Health Screening Program for Infants and Children*. Korea: National Health Insurance Corporation; 2008 Jan.
- 14) World Health Organization. *Training Course on Child Growth Assessment*. Geneva, WHO, 2008. Available at <http://www.who.int/childgrowth/training/en/>