

• 科研论著 •

用 LMS 法建立西安市 0~18 岁儿童青少年身高百分位数曲线*

尚磊¹ 周引荣² 张水平² 徐勇勇¹ 侯茹兰³

【摘要】目的 年龄别百分位数曲线是生长标准的最科学的表现形式, 本文研究一种适用于各种分布, 能更精确描述这些基本参数随年龄变化的曲线平滑方法。 **方法** 采用 LMS(λ -中位数-变异系数)法对西安市 0~18 岁儿童青少年身高百分位数进行拟合。 **结果** 计算了城男、城女、乡男、乡女的年龄别 $\lambda(L)$, 中位数(M), 变异系数(S)值, 给出了各组的百分位数曲线图。 **结论** LMS 法用于拟合身高百分位数, 结果非常满意。

【关键词】 Box-Cox 转换 身高 偏度 百分位数 正态分布

Using LMS Method Fitting Height Centile Curve for Children Aged 0~18 Years in Xi'an. Shang Lei, Zhou Yinrong, Zhang Shuiping, et al. Department of Health Statistics, The Fourth Military Medical University, Xi'an 710032

【Abstract】 Objective Age-related centile is the most scientific form for growth standard. This study was to construct age-related centile curve which can be read off as clinical reference by a more flexible and more precise smoothing method to describe the numerical change with age. **Methods** Using LMS(λ -median-coefficient of variation) method fitting height centile curve for children and adolescence aged 0~18 years. **Results** Age-related $\lambda(L)$, median(M), coefficient of variation(S) for urban boys, urban girls, rural boys, rural girls in Xi'an were calculated, centile charts for height in Xi'an children and adolescence are presented. **Conclusions** LMS method is a useful and satisfactory method both for construction and application of growth standards.

【Key words】 Box-Cox transformation Height Skewness Centile Normal distribution

生长发育是儿童青少年的基本特征, 儿童生长发育水平是反映社会发展、经济及卫生保健水平的一项重要综合指标, 儿童生长发育评价具有重要的社会意义, 生长发育评价需要生长标准。目前, 国内的生长标准大多为标准差法或百分位数等级法。而生长标准科学的表达方法是以精确年龄为协变量绘制百分位数曲线图或列表, 这在欧美等国已广泛采用。虽然, 1985 年以来我国出版了第一个儿童生长百分位数图, 但拟合方法较为简单, 多采用多项式法, 百分位数的产生大多假设正态分布或对数正态分布为主。因此, 关于生长曲线建立方法的应用及理论研究有着极为重要的作用。本文采用 LMS 法拟合西安市 0~18 岁儿童青少年身高百分位数曲线。

1 资料和方法

1.1 资料来源 资料取自 1995 年西安市 0~6 岁正常儿童体格发育调查和 1995 年西安市学生体质与健康调研数据。将 0、1、2、3、4、5、6、8、10、12、15、18、21、24 月、2.5、3、3.5、4、4.5、5、

5.5、6、7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18 岁作为各年龄分组的中心年龄, 0~6 岁每组 200 人, 7 岁以后每组 100 人, 男女一致。

1.2 方法 LMS 法是用中位数(M)、变异系数(S)及将资料转换成正态所需要的度量偏度的 Box-Cox 转换的幂(L)概括资料在每个年龄的分布。这三个数值随年龄变化, 特别是 M 随年龄变化的曲线就是资料的中位数曲线。其它百分位数可用下式获得:

$$C_{100\alpha}(t) = M(t) [1 + L(t)S(t)Z_{\alpha}]^{1/L(t)} \quad (1)$$

其中 Z_{α} 为尾部面积 α 的正态离差, $C_{100\alpha}$ 为 Z_{α} 所对应的百分位数 (如第 25 个百分位数 $\alpha = 0.25$, $Z_{\alpha} = -0.67$), t 为年龄, $L(t)$ 、 $S(t)$ 、 $M(t)$ 和 $C_{100h}(t)$ 为年龄为 t 时所对应的每条曲线的相应值^[1,2]。

$L(t)$ 、 $S(t)$ 、 $M(t)$ 曲线采用三次自然光滑样条拟合^[3], 计算过程用 SPLM, SAS 软件实现。

2 结果

2.1 $L(t)$ 、 $M(t)$ 、 $S(t)$ 曲线的三次光滑样条拟合结果见表 1, 图 1~图 3。表 1 可见, 各组的三条曲线拟合结果均较为满意。用获得的 L 值对资料进行正态性转换后, 各年龄组资料均服从正态分布。从 L 曲线可见各组的曲线走势明显不同, 但各年龄组大部分在 0.5 附近波动。可见, 各组身高的偏度不大, 但各有特点。 M 曲线走势各组基本相同, 差别在于城市青春期

* 本课题由全军医药卫生科研基金资助(96M0987)

1 第四军医大学卫生统计学教研室 陕西 西安 710032

2 西安市妇幼保健医院

3 西安医科大学儿少卫生学教研室

生长突增比乡村快, 乡村的生长突增期较城市长, 在青春期末, 乡村赶上了城市。S 曲线走势大体相同, 男女生, 城乡达到高峰的时间不同, 女生比男生早, 城市比

乡村早, 这个时间反映了青春期生长突增开始时间的差异, 即女生比男生早, 城市比乡村早。

表 1 L(t)、M(t)、S(t) 的三次样条拟合结果

	男生						女生					
	城市			乡村			城市			乡村		
	α	R^2	MSE	α	R^2	MSE	α	R^2	MSE	α	R^2	MSE
L(t)	5	0.8011	0.1203	3	0.8214	0.0989	3	0.7987	0.1456	5	0.8406	0.1705
M(t)	1	0.9345	0.2034	0.1	0.9765	0.1970	0.1	0.8769	0.2576	1	0.9440	0.1878
S(t)	1	0.7793	0.1076	3	0.9038	0.0890	1	0.8881	0.1164	0.5	0.8455	0.1433

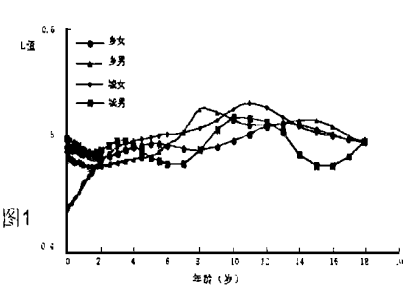


图 1 各组身高 L(t) 曲线图

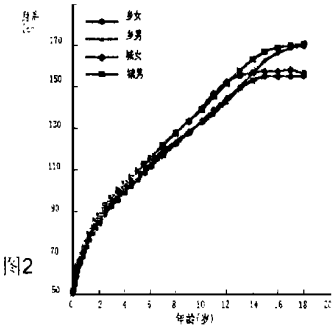


图 2 各组身高 M(t) 曲线图

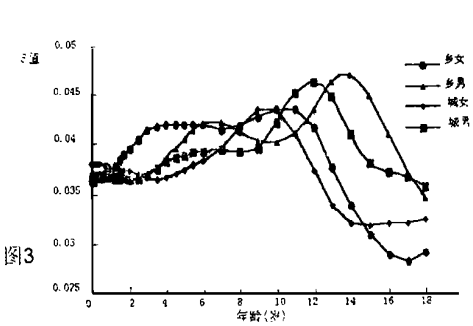


图 3 各组身高 S(t) 曲线图

2.2 百分位数的获得 获得年龄别光滑的 L、M、S 估 数值, 所计算的年龄别百分位数曲线自然是光滑的。计值后, 可依据公式 (1) 计算年龄别任何需要的百分位 身高主要年龄百分位数拟合值与实际值比较见表 2。

表 2 身高 (cm) 百分位数拟合值与实际值的比较

年龄 (岁)		第 97 百分位数				第 50 百分位数				第 3 百分位数			
		拟合值	实际值	身高误差	比例误差	拟合值	实际值	身高误差	比例误差	拟合值	实际值	身高误差	比例误差
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
男 城	0	53.9	53.5	0.4	-1.0	51.9	51.4	0.5	13.5	46.9	47.0	-0.1	-1.5
	2	94.4	94.9	-0.5	-1.5	88.3	88.5	-0.2	-3.0	82.3	82.4	-0.1	-1.5
	5	118.4	118.4	0.0	-0.5	110.2	109.8	0.4	3.5	102.3	102.5	-0.2	-1.5
	11	158.2	159.6	-1.4	-4.0	143.6	143.7	-0.1	-1.0	133.5	133.4	0.1	0.0
	16	179.6	179.0	0.6	-3.0	169.6	169.3	0.3	-2.0	158.0	158.2	-0.2	1.0
	18	182.6	182.0	0.6	1.0	171.1	170.6	0.5	9.0	159.8	160.0	-0.2	-1.0
男 乡	0	54.0	53.8	0.2	-0.5	50.1	50.1	0.0	-2.0	47.8	47.8	0.0	-0.5
	2	92.1	92.5	-0.4	-1.5	86.0	86.5	-0.5	-9.0	80.2	80.5	-0.3	-1.0
	5	114.9	114.5	0.4	1.5	106.6	107.0	-0.4	-2.0	97.7	97.8	-0.1	1.5
	11	148.6	148.4	0.2	0.0	137.8	137.8	0.0	-1.0	127.3	127.1	0.2	3.0
	16	176.8	176.6	0.2	0.0	166.7	167.2	-0.5	-3.0	154.2	155.0	-0.8	-2.0
	18	179.2	178.8	0.4	0.0	170.0	169.8	0.2	14.0	159.2	159.6	-0.4	3.0
女 城	0	53.6	53.5	0.1	0.0	50.6	50.3	0.3	4.0	47.8	47.4	0.4	3.5
	2	95.6	96.1	-0.5	-5.5	88.4	88.1	0.3	-2.0	81.3	81.5	-0.2	1.5
	5	116.9	117.2	-0.3	-1.0	109.1	109.3	-0.2	-2.5	101.5	101.0	0.4	1.5
	11	158.4	159.5	-1.1	-1.0	147.9	148.0	-0.1	-5.0	134.8	134.5	0.3	3.0
	16	167.8	168.5	-0.7	-4.0	158.2	158.2	0.0	-1.0	148.9	147.9	1.0	4.0
	18	169.3	170.2	-0.9	-3.0	159.6	159.3	0.3	2.0	148.3	150.1	-1.8	0.0
女 乡	0	53.5	53.0	0.5	1.5	50.6	50.3	0.3	10.0	46.9	47.0	-0.1	-2.0
	2	91.6	92.0	0.6	-2.5	84.6	84.5	0.1	1.5	78.4	79.1	-0.7	-1.5
	5	113.8	114.1	-0.3	-2.0	105.3	105.4	-0.1	-1.0	97.2	96.3	0.9	1.0
	11	150.7	150.8	-0.1	-2.0	139.2	139.2	0.0	0.0	128.0	127.2	0.8	0.0
	16	165.3	166.1	-0.8	-3.0	154.8	154.8	0.0	6.0	147.5	145.8	1.7	-2.0
	18	167.3	167.8	-0.5	-7.0	155.7	155.8	-0.1	-2.0	147.4	148.1	-0.7	3.0

表 2 列出了各组主要年龄段部分百分位数拟合值 与实际值的比较结果。在体质调研中规定身高的重复

测量误差为 0.5cm, 以上各组的拟合残差的中位数均在重复测量的容许误差内; 比例误差为低于拟合值的个体测量值的比例与期望比例的差, 各组比例误差较小, 说明拟合后的分布与实际分布很接近。因此拟合结果满意。各组七条百分位数曲线拟合优度检验结果见表 3。

各条曲线拟合优度检验均无统计学意义(0.75<

$P < 0.9$), 即拟合后的理论分布与实际分布一致。

表 3 各组百分位数拟合优度检验结果(χ^2)

分组	97th	90th	75th	50th	25th	10th	3rd
城男	1.485	3.116	8.707	5.250	9.84	8.625	4.083
城女	1.232	3.161	5.590	6.200	6.12	9.600	8.250
乡男	2.657	3.942	5.507	6.150	5.18	6.875	4.250
乡女	1.690	2.990	5.320	6.295	6.19	6.650	4.460

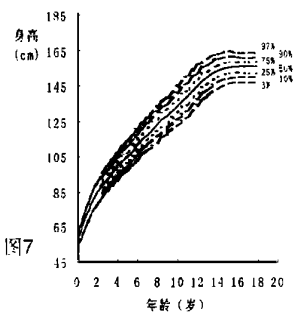
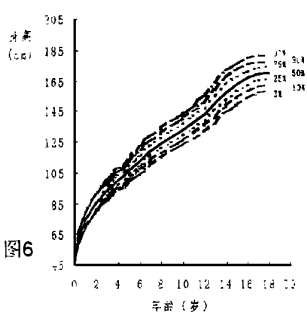
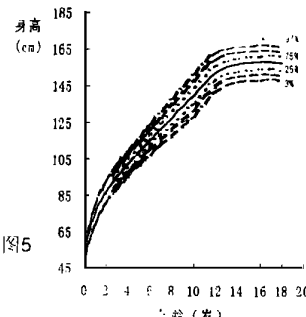
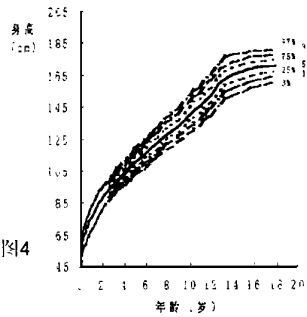


图 4 城男身高百分位数曲线图 图 5 城女身高百分位数曲线图 图 6 乡男身高百分位数曲线图 图 7 乡女身高百分位数曲线图

图 4~ 图 7 为 LMS 法拟合的各组分身高百分位数曲线图。七条曲线反映了西安市 0~ 18 岁儿童身高发育规律, 各组百分位数曲线光滑, 经拟合优度检验及残差分析, 总体拟合效果较好。

3 讨论

目前, 我国儿童青少年生长发育评价多采用 WHO 标准和 1985 年全国标准。由于 WHO 标准具有历史悠久、样本数量少、曲线在两岁处不衔接、不适合于评价青春早期儿童的发育状况的缺点, 因此不适合我国儿童生长发育的评价。我国 1985 年的标准与 WHO 标准相比具有数据比较新、样本量大、曲线没有不衔接的情况, 因此自出版以来在国内得到广泛采用, 但由于改革开放以来, 尤其是近 10 年来我国经济得到了飞速发展, 儿童青少年生长发育水平也有了明显改善, 因此基于 1995 年全国调研数据建立新的标准很有必要^[4, 5]。

采用百分位数图表示生长标准是由于: 有些指标不服从正态分布, 百分位数适用于任意分布资料。评价结果易于理解, 计算简单, 曲线光滑, 年龄连续, 可用作动态评价^[6]。1985 年我国出版了第一个从出生到 18 岁的百分位数曲线图, 但目前我国大部分生长标准仍以离差法表示。

国内以往制定生长发育标准曲线多采用曲尺手工连接而成的方法, 也有采用 Count 等简单模型和对数转换后的平方模型。虽然近年来国内对三次样条、倒数模型、JPA2 模型、多项式模型进行了研究和应用, 但与国外相比差距很大。

LMS 法能保证通过 Box - Cox 转化使资料达到正

态, L 曲线是该法的核心, 这种在偏度上的信息, 其它产生的百分位数的方法并未提到。LMS 法有以下优点: ①处理了资料分布的偏态问题, 估计极端的百分位数比简单的‘排序和计数’法更好, 每个百分位数估计的标准误很小。④强调曲线的形状由 L、M、S 三个参数决定, 而这三个参数遵循了儿童期各自的变化特点, 适合于各种人体测量资料。⑤个体测量值可以转换成标准离差, 能产生任何需要的百分位数。⑥应用简单。L、M、S 值可通过计算器获得, L(t)、M(t)、S(t) 曲线可用视觉或任何平滑方法进行修匀。⑦拟合的曲线光滑, 与资料接近, 能保证邻近百分位数间的距离。LMS 法的唯一缺点是需要进行年龄分组, 在选择年龄分组的节点时是人为的, 在理论上, 这可以影响最后的结果。

参 考 文 献

- 1 Cole TJ, Fteeman JV, et al. Body mass index reference curves for the UK, 1990. Arch Dis Child, 1995, 73(1): 25.
- 2 Cole TJ. The LMS method for constructing normalized growth standards. Eur J Clin Nutr, 1990, 44(1): 45.
- 3 陈长生, 徐勇勇, 尚 磊. 儿童生长曲线的光滑样条和核估计拟合. 中国卫生统计, 1997, 14(4): 1.
- 4 林良明. WHO 标准参照人群及标准参照曲线. 中华儿童保健杂志, 1996, 4(2): 103.
- 5 庞汝彦. WHO 儿童人体测量参照值的制定及应用. 中华儿童保健杂志, 1996, 4(2): 100.
- 6 潘建平, 主编. 儿童保健学. 西安: 陕西省科技出版社, 1998: 20~ 80.

(1999-07-08 收稿 1999-09-06 修回)