

# 世界卫生组织儿童生长标准

年龄别身高/身高、年龄别体重、身高别体重  
身高别体重以及年龄别体重指数

方法和制定过程



世界卫生组织

营养促进健康和发展司

## 概要

1993 年世界卫生组织(世卫组织)对人体测量学参考标准的使用与解释进行了一次全面审查, 结论认为自二十世纪七十年代末以来建议国际使用的美国国家卫生统计中心/世卫组织 (NCHS/WHO) 儿童生长参考标准不能充分反映幼儿期的生长情况, 必须绘制新的生长曲线。这一建议得到 1994 年世界卫生大会的支持。作为响应, 世卫组织于 1997 至 2003 年期间进行了多中心生长参考标准研究, 以制定新的曲线, 用以评估全世界儿童的生长发育情况。

多中心生长参考标准研究将一项从出生到 24 个月的纵向随访研究与一项对 18 至 71 个月幼儿的横断面调查结合起来。最初的生长数据和有关信息来自各种民族背景和文化环境(巴西、加纳、印度、挪威、阿曼和美国)的 8440 名健康的母乳喂养婴幼儿。多中心生长参考标准研究的独特之处在于它特意要通过挑选生活在可能有利于充分实现其遗传生长潜力的条件下的健康儿童来产生一种标准。而且, 为制定标准而挑选的儿童的母亲采取了促进健康的基本做法, 即进行母乳喂养并且不吸烟。

本报告提出了第一套世卫组织儿童生长标准(即年龄别身高/身高、年龄别体重、身长别体重、身高别体重以及年龄别体重指数)并陈述了制定这些标准时遵循的方法程序。这个程序中的第一步是对约 30 种生长曲线的作图方法, 包括分布类型和平滑技术进行一项专家咨商审查以便确定制定标准的最佳方法。下一步是挑选一个足够灵活的软件包以便能够对用以产生生长曲线的备选方法进行比较检验。然后, 有条理地运用选定的方法来寻找能拟合每项指标数据的最佳模型。

经过挑选, 决定用通过 cubic splines (三次样条函数)对曲线进行平滑处理的 Box-Cox-Power-Exponential (BCPE)方法来绘制世卫组织儿童生长曲线。BCPE 方法适用于从正态到偏态或峰态等各种分布类型。以出生年龄为基础的指标需要通过幂转换来改变年龄的幅度(x 轴), 作为拟合曲线的一个预备步骤。就每组曲线而言, 通过比较参数自由度的各种组合对中位数和方差的拟合以便寻找最佳模型。如果数据呈非正态分布, 则须在初始模型中加入参数模拟偏度和峰度的自由度并评价拟合优度。除了呈正态分布的年龄别身高/身高外, 其他指标则需要模拟偏度而不是峰度。为评价拟合的曲线中可能存在的拟合不好和偏倚情况, 可迭代使用一些诊断工具, 包括对局部和总体拟合优度的各种检验、worm plot (虫图)以及残差图。此外, 还检查了经验百分位数与拟合百分位数之间的差异模式, 以及观测到的测量结果低于选定百分位数儿童的百分比相对于期望百分比的比例。

遵循上述方法产生了 0 至 60 个月男女婴幼儿年龄别身高/身高、年龄别体重、身高别体重、身高别体重以及年龄别体重指数的百分位数曲线和 z 评分曲线。最后一项标准是以前所用的 NCHS/WHO 参考标准指标中所没有的新增内容。新标准对不同性别的每项标准的制定方法作了深入描述。此外，还将世卫组织的新标准与 NCHS/WHO 生长参考标准和美国疾病控制和预防中心 2000 生长曲线图作了比较。

要解释世卫组织标准与 NCHS/WHO 参考标准之间的差别，必须要明白它们之间的差别不只在所参照的人群不同，而且用来制定两组生长曲线的方法也不同。为处理 NCHS/WHO 定群样本年龄别体重和身高别体重的明显偏度，对这两项指标的每一项分别计算了小于中位数和大于中位数分布的标准差。这个方法只限于拟合偏态数据，特别是在分布的尾端，因为它只部分调整基于体重的指标中固有的偏度。另一方面，世卫组织的标准采用了以最小平均平方为基础的方法，能适当拟合偏态数据并产生准确反映经验数据的拟合曲线。与世卫组织标准一样，在构建美国疾病控制和预防中心 2000 生长曲线图时也以最小平均平方方法为基础，因此，这一参考标准与世卫组织标准之间的差别主要体现在两组曲线所参照的人群不同。

*年龄别身高/身高。*线性生长标准一部分以长度(年龄别身高，0 至 24 个月)，另一部分以高度(年龄别身高，2 至 5 岁)为基础。构建这两部分时使用了相同的模型，但最终的曲线反映了横卧长度与直立高度之间的平均差。按照设计，对多中心生长参考标准研究横断面调查部分中对 18 至 30 月幼儿的身长和身高都进行了测量。在这组总共 1625 名儿童中，身长与身高之间的平均差值为 0.73 厘米。为了给整个年龄段拟合一种单一的模型，在将横断面的身高数值与纵向定群样本的身长数据合并之前，给前者增加了 0.7 厘米。在模型拟合好后，2 岁以上的中位数曲线向下滑了 0.7 厘米，变异系数曲线能适应新的中位数数值从而构成年龄别身高生长曲线。在拟合 cubic splines (三次样条函数)以产生每个性别各自的生长曲线之前，使用了相同的年龄指数转换办法来拉长每个性别的年龄幅度。男童的曲线需要一种具有较高自由度，能拟合中位数曲线和变异系数曲线的模型。两个性别的数据都呈正态分布。

*年龄别体重。*对纵向和横断面定群样本的体重未作任何调整进行了合并，并拟合了一种单一的模型以产生一组连续的曲线构成针对每个性别的年龄别体重标准。在拟合曲线作模型之前，对男童和女童的年龄采取了相同的指数转换运算。两个性别的体重数据都呈偏态，因此在表达模型时，除中位数和近似变异系数之外，对与偏度有关的参数也作了拟合。在拟合偏度时，女童的曲线需要更多的自由度来为这个参数拟合一条曲线。

*身长/身高别体重*。制定身长别(45至110厘米)体重和身高别(65至120厘米)体重标准遵循了一种类似于制定年龄别身长/身高标准时应用的程序，即拟合一种单一模型，在横断面身高数值上增加0.7厘米，当模型拟合好后，65.7至120.7厘米身长长度区间内身长别体重的百分位数曲线后退了0.7厘米，从而得到与65至120厘米身高范围对应的身高别体重标准。身长别体重标准的下限(45厘米)指比女童出生时身长均值低约2个标准差。身高别体重标准的上限由于要适用于60个月时最高的儿童，所以120厘米指比60个月时男童身高均值高约2个标准差。身长别体重标准上限与身高别体重标准下限之间的重叠部分是为了便于将这些标准适用于营养严重不足人群和紧急情况下急性营养不良人群。

没有证据表明在制定身长/身高别体重标准时需要对手长/身高进行类似于上述对年龄的转换。拟合中位数和方差曲线时遵循了上述头两种标准的程序。女童身长/身高别体重最终模型的结果表明，有必要通过拟合峰度来查看曲线有无可能得到改进。但是，峰度方面的调整对最后的百分位数的影响微不足道。因此，考虑到拟合第四个参数可能使标准的应用更加复杂并造成性别之间的不一致，在产生最后的曲线时没有调整峰度。中位数和方差曲线的自由度在男童和女童的标准之间有差异。身长/身高别体重指标综合了重叠年龄段所涉及的两种衡量尺度(体重和身长/身高)的不同增长速度，这可能可以说明为什么在世卫组织的最后标准(包括男童和女童)中，与在其它参考标准中的情况一样，曲线有轻微的扭动。

*年龄别体重指数*。体重指数是体重(公斤)与横卧身长或直立身高(米)的平方之比。为处理身长与身高之间的差别，用于制定年龄别体重指数标准的方法与上述针对年龄别身长/身高的方法不同。由于体重指数这个比率以身长或身高的平方为分母，所以不可能在身高数值上增加0.7厘米，然后在拟合之后对它们进行回归转换。因此，采取的解决办法是根据24个月以下和以上的两组具有重叠年龄数据分别制定较年幼和较年长儿童的标准。在制定基于身长的年龄别体重指数标准(0到2岁)时，先在身高数值上增加0.7厘米，之后将纵向定群样本的身长数据与横断面定群样本的身高数据(18到30个月)组合起来。同样，在制定2到5岁的标准时，先从身长数值中减去0.7厘米，然后将横断面定群样本的身高与纵向定群样本的身长数据(18到24个月)组合起来。这样，通过18到30个月的一组共同数据产生了较年幼和较年长儿童的体重指数标准。两个标准之间由此产生的分离实质上反映了身长与身高之间相差的0.7厘米。但是，这不意味着处于某个特定年龄的儿童将具有相同的基于身长和基于身高的年龄别体重指数z值，因为鉴于体重指数比率的性质，从数学角度说这是不可能的。

在绘制以身长为基础的年龄别体重指数曲线之前，需要同构建其他基于年龄的标准时一样，进行年龄指数转换。但对于以身高为基础的年龄别体重指数来说则不必进

行这种转换。世卫组织以身长和身高为基础的年龄别体重指数标准不重叠，即基于身长的区间终止于第 730 天而基于身高的区间则从第 731 天开始。进行 cubic splines (三次样条函数)拟合时，基于身长和基于身高的标准使用了不同自由度参数；同样，男女童的最终曲线的自由度参数也是不同的。

*标准的技术方面。*用以制定世卫组织标准的方法大体上依赖 Box-Cox power exponential 分布，最终选定的模型被简化为最小平均平方模型。因此，在计算这些标准的百分位数和 z 评分时使用了以最小平均平方方法为基础的公式。但是，对所有指标施加了一种限制以便使百分位数的计算不超出与 z 评分相应的区间(-3 到 +3)。这样做的基本理由是超出 $\pm 3$  个标准差的百分位数不因等值的 z 评分中的变化而变化。这一限制之外的部分很小，范围相当于从第 0.135 到第 99.865 个百分位数。

基于体重的指标呈正偏态分布。如果拟合正确，右偏度使越远离中位数的正 z 评分之间的距离逐渐加大，而负 z 评分之间的距离则逐渐减小。最小平均平方方法通过一种准确反映经验数据的 Box-Cox 正态分布来适当拟合偏态数据。但缺点是分布的尾端受到极端数据点(即使很少)的严重影响。因此在运用最小平均平方方法制定世卫组织的体重指标时作了限制，使 Box-Cox 正态分布只限于与 z 值相当的具有现成经验数据的区间(即在-3 标准差到+3 标准差之间)。在这个范围以外，每个年龄(或身长/身高)的标准差被分别固定为 $\pm 2$  标准差和 $\pm 3$  标准差之间的距离。这种办法可避免对观测值范围以外数据的分布作出假设。

*标准的流行病学方面。*如所预料，这套标准与 NCHS/WHO 参考标准有显著差异，并且这些差异因年龄、性别、人体测量学尺度以及特定百分位数或 z 评分值曲线不同而有所不同。婴儿期的差异尤其大。与 NCHS/WHO 参考标准相比，用世卫组织新标准进行评估时，整个儿童期的生长迟缓率将更高。用以评价母乳喂养婴儿的生长模式结果为低体重率在婴儿期前半期大幅度上升并在此阶段之后下降。至于消瘦率，主要差别在婴儿期，用世卫组织新标准衡量，这个时期的消瘦率将高出很多。关于超重率，用世卫组织新标准衡量将使超重率更高并随目标人群的年龄、性别和营养状况而有所不同。

本报告介绍的生长标准提供了一种技术健全的工具，对五岁以下儿童的生理发育作了最佳描述。这些标准描绘了最优环境条件下幼儿期的正常生长情况并可用于对各地的儿童进行评估，不论其种族、社会经济状况和喂养形式。