

• 科研论著 •

我国 3~6 岁儿童体脂率百分位数参考值的构建及应用

甄志平, 把懿, 薛亚奇, 马德, 陈朔

北京师范大学体育与运动学院, 北京 100875

摘要: **目的** 建立我国 3~6 岁儿童体脂率百分位数的参考标准, 并确定用于辅助体质量指数(BMI)进行肥胖筛查的体脂率阈值, 为我国儿童肥胖早期识别提供科学的参考依据。**方法** 2020—2023 年, 采用分层随机抽样, 从全国 27 个省份的 120 所幼儿园中抽取 25 604 名 3~6 岁儿童进行体格和体成分测试。利用基于位置、尺度和形状的广义加性模型建立儿童体脂率百分位数参考值。通过受试者工作特征曲线(ROC)比较不同形态指标反映体脂率的敏感性; 通过 ROC 对比不同体脂率百分位数识别肥胖的表现, 优选出适用于 3~6 岁儿童肥胖识别的最佳百分位数。**结果** 1) 男童的身高、体重、BMI 和腰围均高于女童($P<0.01$), 而体脂率低于女童($P<0.01$)。身高、体重、腰围随着年龄增长而增加, 体脂率和腰围身高比整体呈下降趋势, BMI 则波动较小。2) 与身高、体重、腰围相比, BMI 和身高别体重(WFH)能更为敏感的反映 3~6 岁儿童体脂率水平。3) 体脂率 P_{90} 在特异度和敏感度之间取得了平衡, 是最适宜的肥胖识别阈值。**结论** BMI 和 WFH 是反映儿童体脂水平的敏感指标; 建立了适用于我国 3~6 岁儿童的体脂率百分位数参考值; 体脂率 P_{90} 在 3~6 岁儿童肥胖筛查中表现最佳, 推荐使用该阈值辅助 BMI 进行儿童肥胖的筛查, 避免误诊/漏诊。

关键词: 3~6 岁; 肥胖; 评价标准; 体脂率

中图分类号: G804

文献标识码: A

文章编号: 1008-6579(2025)10-1121-06

doi: 10.11852/zgetbjzz2024-1098

Construction and application of percentile reference values of body fat percentage in Chinese children aged 3 - 6 years

ZHEN Zhiping, BA Yi, XUE Yaqi, MA De, CHEN Shuo

Department of Physical education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

Abstract: **Objective** To establish percentile reference standards for body fat percentage (BFP) in Chinese children aged 3 - 6 years, and to determine BFP thresholds to complement BMI in obesity screening, so as to provide a scientific reference for the early identification of childhood obesity in China. **Methods** From 2020 to 2023, a stratified random sampling method was used to select 25 604 children aged 3 - 6 years from 120 kindergartens across 27 provinces in China. Physical and body composition measurements were conducted. The generalized additive model for location, scale, and shape (GAMLSS) was applied to establish percentile references for BFP. Receiver operating characteristic (ROC) curves were used to compare the sensitivity of different anthropometric indicators in reflecting BFP and to evaluate the performance of different BFP percentiles in identifying obesity. The optimal percentile for obesity screening in children aged 3 - 6 years was selected. **Results** 1) Boys had significantly greater height, weight, body mass index (BMI), and waist circumference than girls ($P<0.01$), while BFP was lower in boys ($P<0.01$). Height, weight, and waist circumference increased with age, whereas BFP and waist-to-height ratio generally decreased, and BMI showed minor fluctuations. 2) Compared to height, weight, and waist circumference, BMI and weight-for-height (WFH) were more sensitive indicators of BFP in children aged 3 - 6 years. 3) The 90th percentile of BFP (P_{90}) achieved the best balance between sensitivity and specificity and was identified as the most suitable threshold for obesity screening. **Conclusions** BMI and WFH are sensitive indicators of body fat levels in children. Percentile reference values for BFP specific to Chinese children aged 3 - 6 years were established. The P_{90} percentile of BFP demonstrated the best performance in obesity screening for this age group and is recommended as a complementary threshold to BMI to improve screening accuracy and reduce misdiagnosis/underdiagnosis.

Keywords: 3 - 6 years; obesity; evaluation standards; body fat percentage

基金项目: 国家社会科学基金项目(21BTY023)

作者简介: 甄志平(1974—), 女, 博士生导师, 博士学位, 主要研究方向为运动与体质健康促进。

近年来,我国学龄前儿童的超重和肥胖率持续上升,已成为一项严峻的公共卫生挑战。《中国居民营养与慢性病状况报告(2020 年)》显示,6 岁以下儿童的超重率和肥胖率分别达到了 6.8% 和 3.6%^[1]。儿童肥胖不仅会影响其正常的生长发育,41%~80% 的肥胖可能会延续至成年时期^[2],从而显著增加罹患糖尿病、高血脂及心血管疾病的风险。因此,尽早识别儿童肥胖并对其进行针对性干预,对于减轻肥胖带来的长期健康危害至关重要。科学的评价指标是识别儿童肥胖程度的前提。在评价指标方面,体质量指数(body mass index, BMI)、体重(weight, WT)、腰围(waist circumference, WC)、腰围身高比(waist-to-height ratio, WHtR)和身高别体重(weight-for-height, WFH)是当前最常用的儿童肥胖评价指标^[3],但各自的适用性和准确性存在差异。此外 3~6 岁儿童处于脂肪重聚时期,体成分波动大,单纯使用形态指标无法准确反映儿童脂肪、肌肉实际总量和分布情况,可能会导致肌肉型肥胖/隐性肥胖的漏诊和误诊^[4]。体脂率(body fat percentage, BF%)反映了身体的实际脂肪含量^[5],与身体形态指标配合使用可以有效避免上述问题,但目前尚缺乏能广泛代表我国 3~6 岁儿童的体脂率评价标准。因此,明确 3~6 岁儿童筛查肥胖的最佳指标,并建立适用于我国 3~6 岁儿童的体脂率百分位数评价标准,对于提高儿童肥胖筛查的准确性具有重要意义。基于此,本研究采集了我国 27 个省市 25 604 名 3~6 岁儿童的身高、体重、BMI、腰围和体脂率数据。计算体脂率百分位数后,将体脂率 P_{97} 作为 3~6 岁儿童肥胖评价的金标准,比较五项常用形态指标在儿童肥胖识别中的表现,并通过受试者操作特征曲线(receiver operating characteristic curve, ROC)初步探索用于识别儿童肥胖的最佳体脂率阈值,为我国儿童肥胖的预防和控制提供参考依据。

1 对象和方法

1.1 对象 于 2020—2023 年期间,参考《中国地理》中七大自然地理区域的划分标准,进行分区抽样。按照每个大区抽取 3~5 个省区市,每个省区市抽取 4~6 个幼儿园的标准进行分层随机整群抽样。共抽取全国 27 个省区市内 120 所幼儿园,对 25 604 名 3~6 岁儿童(其中男 13 500 人,女 12 104 人)进行身高、体重、腰围、体脂率测试。排除标准:1) 具有语言或智力障碍,且缺乏主动社交语言能力的儿童;2) 存在神经系统器质性疾病、广泛性发育障碍或其他原发性精神障碍的儿童;3) 患有某些代谢性疾

病、先天性遗传病或由神经及内分泌疾病引起的继发性病理性肥胖的儿童。在测试前,已与儿童家长或监护人签署知情同意书。本研究已通过北京师范大学运动与健康促进研究中心伦理委员会伦理审批(批号:ty202404002)。

1.2 方法

1.2.1 测量方法 儿童的身高、体重、体脂率和腰围均由经过统一培训的工作人员采用标准化方法进行测量。体成分测量使用 InBody 儿童体成分分析仪 J30 完成。腰围测量采用软尺,读数精确至 0.1cm,测量位置为腋中线肋弓下缘与髂嵴连线的中点。在测量时,软尺水平环绕儿童身体一周,并在平静呼气末进行读数记录。

1.2.2 肥胖判别标准 参照 2022 年国家卫健委发布的《7 岁以下儿童生长标准》WS/T 423-2022 评价儿童肥胖水平。将 BMIZ 评分 ≥ 2 定义为肥胖(包含重度肥胖)。Plachta-Danielzik 等的研究表明,当 3~16 岁儿童青少年的体脂率超过其同年龄同性别的 P_{97} 时,心血管疾病以及血压、血脂异常的风险会显著增加^[9]。因此本研究将 P_{97} 用于比较不同形态指标反映体脂率的敏感性。

1.3 质量控制 所有参加测试人员均提前进行培训;测试结束后有专人进行数据收集、录入;建立数据库后有专人对数据进行核对,查漏补缺,对异常值进行剔除。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 24.0 对数据进行描述性统计和差异分析,连续变量以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组之间比较采用 t 检验;非正态分布两组连续变量之间的比较采用非参数检验。使用 R 4.2.2 软件进行肥胖指标的筛选和评价标准的构建。儿童体脂率百分位数的计算采用基于位置、尺度和形状的广义可加模型,GA MLSS(版本号 4.2.3);指标筛选和最佳百分位数的选取则通过 ROC 曲线分析进行。模计算模型 4 个参数拟合的残差 Z 分数,检验模型可能存在的自由度问题,最终通过检验的模型用于评价标准的建立。检验水准 $\alpha=0.05$ (双侧)。

2 结果

2.1 研究对象的基本特征 男童身高、体重、BMI 和腰围均高于女童,差异有统计学意义($P<0.01$)。WHtR 男童女童之间的差异无统计学意义($P>0.05$)。不同年龄阶段的儿童在身高、体重、BMI、腰围、WHtR、体脂率之间差异有统计学意义($P<0.01$)。具体来说,身高、体重和腰围随着年龄的增高而升高;体脂率和 WHtR 则总体呈现出下降趋势;BMI 波动较小,在整个年龄阶段相对稳定。见表 1。

表 1 研究对象基本特征 ($\bar{x} \pm s$)

Tab. 1 Basic characteristics of the study subjects ($\bar{x} \pm s$)

变量	分组	样本量	身高(cm)	体重(kg)	BMI(kg/m ²)	腰围(cm)	WHtR	体脂率(%)
性别	男	13 500	112.55±8.5	19.72±4.21	15.44±1.85	53.27±5.10	0.47±0.44	17.75±2.88
	女	12 104	110.95±8.4	18.90±3.85	15.25±1.77	52.35±5.81	0.46±0.53	18.06±3.01
	t 值		15.022	16.217	8.451	13.372	1.885	8.395
	P 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.059	<0.001
年龄(岁)	3	1 417	100.34±6.35	15.64±2.37	15.50±1.44	50.28±5.13	0.50±0.05	19.01±2.9
	3.5	2 678	102.44±5.63	16.25±2.52	15.44±1.56	51.48±5.58	0.50±0.05	18.56±2.99
	4	3 458	105.84±5.62	17.14±2.75	15.24±1.59	51.64±5.23	0.48±0.04	17.97±2.84
	4.5	3 675	109.05±5.23	18.21±2.98	15.25±1.66	52.16±5.33	0.47±0.04	17.70±2.74
	5	3 794	112.76±5.67	19.58±3.45	15.33±1.90	52.86±5.28	0.46±0.04	17.71±2.92
	5.5	4 151	115.53±5.26	20.55±3.52	15.33±1.89	53.54±5.29	0.46±0.04	17.63±2.89
	6	3 786	118.80±5.49	21.85±4.0	15.40±2.01	54.52±5.37	0.45±0.04	17.71±3.07
	6.5	2 645	121.73±5.58	23.02±4.33	15.45±2.13	54.53±5.25	0.44±0.040	17.79±3.07
	F 值		4 989.800	1 662.243	7.643	207.425	495.916	61.625
	P 值		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
总体		25 604	111.80±8.53	15.50±1.4	15.35±1.81	52.84±5.47	0.47±0.04	17.90±2.95

2.2 GAMLSS 建模过程及拟合优度检验 初步完成模型构建后,通过绘制模型 4 个参数拟合残差的 Q 统计量图,识别各模型可能存在的自由度问题,见图 1、2。Q 统计量图中的 Z1、Z2、Z3、Z4 分别表示 4 个参数 μ 、 σ 、 ν 和 τ 的拟合残差。

结果表明,除了 4.5 岁阶段中峰度系数 τ 出现

大于 $|Z| > 1.96$ 外,其余年龄阶段各参数标准化残差均服从 $|Z| > 1.96$,说明所建立模型对样本数据信息提取较为完整,模型拟合优度较高。

2.3 3~6 岁儿童体脂率百分位数 以 0.5 岁为间隔,分别计算了 3~6 岁男女童的体脂率百分位数 (P_3 、 P_{10} 、 P_{25} 、 P_{50} 、 P_{75} 、 P_{90} 、 P_{97})。见表 3、图 3、4。

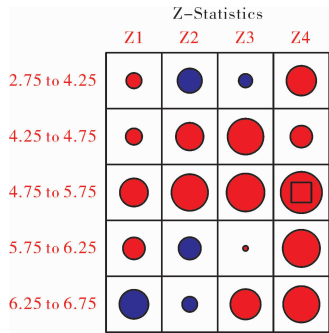


图 1 男童模型拟合残差 Z 分数图

Fig. 1 Residual Z-score plot of model fit for boys' body fat percentage

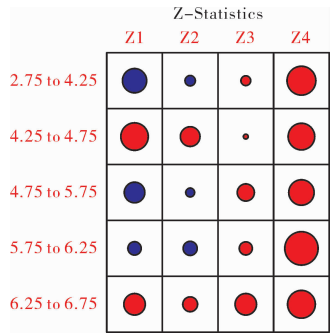


图 2 女童模型拟合残差 Z 分数图

Fig. 2 Residual Z-score plot of model fit for girls' body fat percentage

表 3 3~6 岁男女童体脂率百分位数

Tab. 3 Percentiles of body fat percentage in children aged 3 - 6 years

性别	年龄(岁)	P_3	P_{10}	P_{25}	P_{50}	P_{75}	P_{90}	P_{97}
男	3.0~	15.09	15.87	16.84	18.22	20.13	22.68	26.82
	3.5~	14.75	15.51	16.46	17.81	19.68	22.16	26.22
	4.0~	14.46	15.21	16.14	17.46	19.29	21.73	25.71
	4.5~	14.31	15.05	15.97	17.28	19.10	21.51	25.45
	5.0~	14.29	15.03	15.94	17.25	19.06	21.47	25.40
	5.5~	14.28	15.02	15.93	17.24	19.05	21.46	25.38
	6.0~	14.26	15.00	15.92	17.22	19.03	21.44	25.36
	6.5~<7	14.23	14.97	15.89	17.19	18.99	21.39	25.31
女	3.0~	14.63	15.83	17.02	18.39	19.94	21.68	23.99
	3.5~	14.62	15.47	16.47	17.81	19.46	21.35	23.79
	4.0~	14.42	15.15	16.04	17.30	19.02	21.25	24.75
	4.5~	14.41	15.02	15.80	16.96	18.67	21.18	25.74
	5.0~	14.43	14.98	15.68	16.76	18.41	20.91	25.35
	5.5~	14.44	14.96	15.63	16.67	18.29	20.74	24.91
	6.0~	14.42	14.94	15.63	16.70	18.37	20.88	25.08
	6.5~<7	14.45	14.99	15.71	16.83	18.59	21.25	25.68

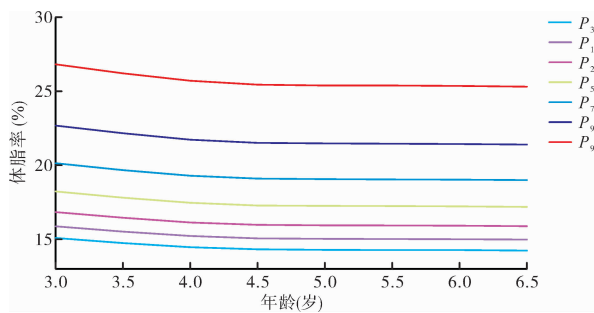


图 3 男童体脂率百分位数曲线图

Fig. 3 Percentile curves of body fat Percentage for boys

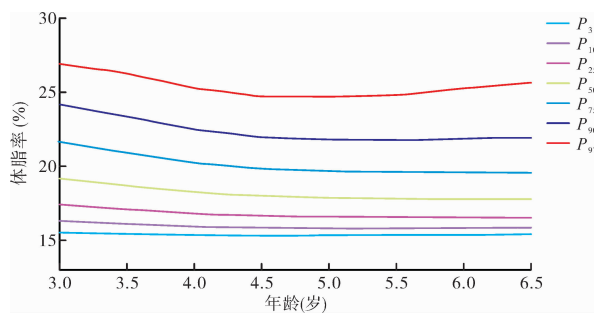


图 4 女童体脂率百分位数曲线图

Fig. 4 Percentile curves of body fat percentage for girls

2.4 不同指标反映儿童体脂率水平的敏感性分析

将各项形态指标的数据进行标准化后,比较不同形态指标对于体脂率的敏感性表现,见图 5、6。结果表明,BMI 和 WFH 是敏感性的指标,在男女童中 AUC 值均相对较高,男童为 0.96 和 0.95,女童为 0.92 和 0.91。

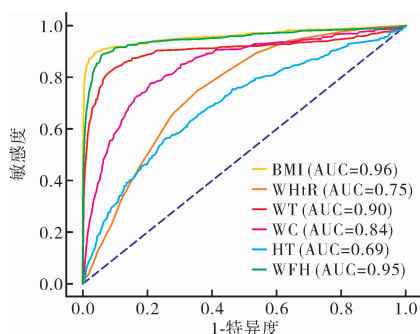


图 5 男童受试者工作特征曲线

Fig. 5 Receiver operating characteristic curve for boys

2.5 不同体脂率百分位数评价肥胖的准确性比较

为了方便实践中将体脂率应用于儿童肥胖检测,根据《7 岁以下儿童生长标准》WS/T 423-2022 将 $BMIZ \geq 2$ 义为肥胖(包含重度肥胖),使用 ROC 曲线计算不同体脂率百分位数在儿童肥胖识别中的 AUC、敏感度、特异度和约登指数。见表 5。

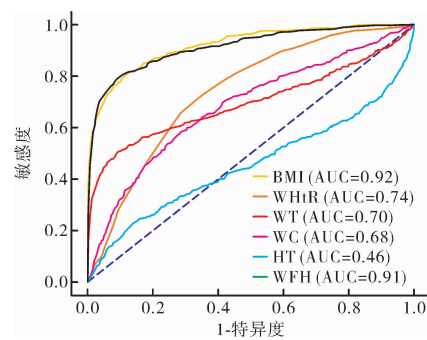


图 6 女童受试者工作特征曲线

Fig. 6 Receiver operating characteristic curve for girl

表 5 不同体脂率百分位数评估肥胖的表现

Tab. 5 Performance of obesity assessment at different body fat percentage

性别	百分位数	AUC	敏感度	特异度	Youden 指数
男	P_3	0.55	1.00	0.10	0.10
	P_{10}	0.64	0.99	0.28	0.27
	P_{25}	0.75	0.99	0.50	0.50
	P_{50}	0.83	0.99	0.66	0.65
	P_{75}	0.93	0.95	0.92	0.87
	P_{90}	0.94	0.91	0.98	0.88
	P_{97}	0.71	0.42	1.00	0.41
女	P_3	0.52	1.00	0.05	0.05
	P_{10}	0.62	0.99	0.24	0.23
	P_{25}	0.74	0.99	0.49	0.48
	P_{50}	0.79	0.96	0.62	0.59
	P_{75}	0.86	0.87	0.84	0.71
	P_{90}	0.89	0.86	0.92	0.78
	P_{97}	0.84	0.71	0.98	0.69

结果表明, P_{90} 在 AUC、敏感度和特异度方面均表现出色,因此推荐 P_{90} 作为用于我国 3~6 岁儿童肥胖筛查的最佳体脂率阈值。

3 讨论

3.1 3~6 岁儿童生长发育规律 性别差异方面,3~6 岁男童的体格发育总体上快于女童,具体表现为男童的身高、体重和腰围均高于女童,而体脂率则低于女童。该结果与以往的研究一致^[6],可能与男女童在体成分、营养摄入、体力活动和代谢水平方面的差异有关。3~6 岁儿童的身高、体重和腰围随年龄增长均表现出明显的增长趋势;而 BMI 和 WHtR 在整个阶段中则相对稳定。3~6 岁儿童体脂率呈现先下降后上升的特点,与以往研究一致,儿童的脂肪含量通常在出生后 9~12 个月内达到峰值,随后随着身体结构和代谢的发展逐渐下降,并在 3~8 岁某一年龄点达到最低值,此后脂肪含量再次增加,这一现象被称为脂肪重聚^[7]。脂肪重聚的起始时间越早,越容易导致脂肪堆积,增加儿童期及成年期肥胖和慢性代谢性疾病的发病风险^[8]。本研究结果显

示,我国儿童在 3~5 岁期间的体脂率持续下降,但在 5 岁时体脂率开始缓慢上升,提示我国儿童脂肪重聚的起始年龄大约在 5 岁,相较于 2008 年全国儿童期单纯肥胖症研究协作组研究发现的 5.5 岁提前半年^[9]。因此,应重点关注 5 岁前儿童的健康教育,培养良好的生活习惯,从而及时遏制我国儿童青少年肥胖率持续上升的趋势。

3.2 3~6 岁儿童肥胖诊断工具的选择 体脂率直接反映了体内脂肪的数量,是诊断肥胖必不可少的检测手段^[10]。然而,由于体脂率的测量依赖于专业设备,在实践中难以大规模推广,因此使用简便且能有效反映儿童体脂率的人体形态测量指标尤为重要。本研究结果显示,BMI、WFH 在 3~6 岁儿童肥胖识别中的表现最佳,其次为体重、腰围、WHtR,这些指标在肥胖识别中也表现出较好的效果。大量研究表明,除了体脂的总质量外,体脂的分布与健康之间的关系同样密切,尤其是腹部脂肪堆积引发的腹型肥胖^[11]。腹型肥胖会增加慢性代谢性和心血管代谢性疾病的风险^[12],其机制可能与内脏脂肪过度堆积导致的脂代谢和胰岛素代谢异常有关。近年来的研究结果显示,许多代谢性疾病和心血管疾病的风险源自童年时期^[13]。因此,对儿童进行肥胖评估除了对脂肪总量进行评估外,还应关注脂肪的具体分布情况,在实践中优先使用 BMI、WFH 和体脂率进行评价外,还应结合腰围、WHtR 等能反映腹部脂肪堆积情况的指标,从而全面了解儿童肥胖的健康风险。

3.3 制定我国 3~6 岁儿童体脂率评价标准的必要性 传统儿童肥胖评价一般仅选用形态指标进行,因此和体成分和健康风险关系较弱,也无法区分肌肉、骨骼和脂肪的含量,可能会导致肌肉型肥胖和隐性肥胖的误诊和漏诊^[14],实践中将体脂率联合传统形态指标能有效解决上述问题^[10]。因此本研究基于世卫组织推荐的 GAMLSS 模型建立适用于我国 3~6 岁儿童体脂率的评价标准,对比了不同百分位数对于肥胖识别的准确性后,推荐使用体脂率 P_{90} 作为我国 3~6 岁儿童肥胖识别的阈值。不同国家之间由于民族、饮食和生活习惯等不同,在体格、体型和体成分等方面也会存在差异,对比不同国家之间儿童体质的差异,有助于深入了解不同环境因素对儿童生长发育的影响,进而为制定更加针对性的公共健康政策和干预措施提供科学依据。但目前对于 3~6 岁儿童体脂异常阈值的相关研究较为匮乏,Plachta-Danielzik 等^[7]基于 LMS 构建了德国 3~16

岁儿童体脂率标准,根据儿童和青少年的疾病相关风险评估后,同样将 P_{90} 定义为过度脂肪的临界值,未来应进一步验证不同百分位数体脂率对于疾病和健康状态的诊断价值,完善体脂率评价标准。本研究的局限在于采用多频段抗电阻方法来测量体脂含量,并未使用更为精准的双能 X 射线吸收测量法、磁共振成像等测量方法,结果可能与实际体脂率存在差异^[15]。在今后的研究中可结合更加准确的体质测量方法(同位素稀释法、影像学技术等)进一步拟合出判断学龄儿童超重肥胖的更合理的诊断参考值。

参考文献

- [1] 中国居民营养与慢性病状况报告(2020 年)[J]. 营养学报, 2020, 42(6): 521.
Report on nutrition and chronic disease status of chinese residents (2020)[J]. Journal of Nutrition, 2020, 42(6): 521. (in Chinese)
- [2] 马冠生,张玉. 中国儿童肥胖防控面临的挑战和机遇[J]. 中国儿童保健杂志, 2020, 28(2): 117-119.
Ma GS, Zhang Y. Challenges and opportunities in the prevention and control of childhood obesity in China[J]. Chin J Child Health Care, 2020, 28(2): 117-119. (in Chinese)
- [3] Chooi YC, Ding C, Magkos F. The epidemiology of obesity [J]. Metabolism-Clinical and Experimental, 2019, 92: 6-10.
- [4] Zhao Y, Gong JX, Ji YT, et al. Cross-sectional study of characteristics of body composition of 24 845 children and adolescents aged 3-17 years in Suzhou[J]. BMC Pediatr, 2023, 23(1): 358.
- [5] Hampl SE, Hassink SG, Skinner AC, et al. Clinical practice guideline for the evaluation and treatment of children and adolescents with obesity[J]. Pediatrics, 2023, 151(2).
- [6] 王伊敏,王蜜源,韦梦娜,等. 不同人体测量指标评价学龄前儿童肥胖的比较[J]. 华中科技大学学报(医学版), 2024, 53(2): 214-219,228.
Wang YM, Wang MY, Wei MN, et al. Comparison of different anthropometric indicators in evaluating obesity among preschool children[J]. Acta Med Univ Sci Technol Huazhong, 2024, 53(2): 214-219,228. (in Chinese)
- [7] Plachta-Danielzik S, Gehrke MI, Kehden B, et al. Body fat percentiles for German children and adolescents[J]. Obes Facts, 2012, 5(1): 77-90.
- [8] Koyama S, Sairenchi T, Shimura N, et al. Association between timing of adiposity rebound and body weight gain during infancy[J]. J Pediatr, 2015, 166(2): 309-12.
- [9] 全国儿童期单纯肥胖症研究协作组, 中国疾病预防控制中心妇幼保健中心. 全国 0~6 岁儿童单纯性肥胖流行病学研究[J]. 中华儿科杂志, 2008, 46(3): 179-184.
National Collaborative Group for the Study of Simple Obesity in Childhood, Center for Maternal and Child Health, Chi-

nese Center for Disease Control and Prevention. Epidemiologic study of simple obesity in children aged 0-6 years[J]. Chin J Pediatr 2008, 46(3):179-184. (in Chinese)

- [10] 张婷, 孟浩然, 张莉, 等. 体脂率、身长别体重及体质量指数评价婴幼儿超重/肥胖的一致性分析[J]. 中国儿童保健杂志, 2023, 31(10): 1054-1057, 1064.
- Zhang T, Meng HR, Zhang L, et al. Consistency analysis of fat mass percentage, weight for length and body mass index in evaluating overweight/obesity in infants[J]. Chin J Child Health Care, 2023, 31(10): 1054-1057, 1064. (in Chinese)
- [11] 范冬梅, 吴广飞, 王星, 等. 早期糖代谢异常对青年男性骨骼肌含量影响的研究[J]. 中国糖尿病杂志, 2024, 32(10): 746-749.
- Fan DM, Wu GF, Wang X, et al. The impact of early abnormal glucose metabolism on skeletal muscle mass in young men[J]. Chin J Diabetes Mellitus, 2024, 32(10): 746-749. (in Chinese)
- [12] 余波, 石坤, 周小娟, 等. 正常体重肥胖儿童青少年的心率变异性, 心率减速度与心血管代谢性疾病的关系[J]. 中华实用儿科临床杂志, 2024, 39(6): 450-454.

Yu B, Shi K, Zhou XJ, et al. Relationship between heart rate variability, deceleration capacity, and cardiometabolic diseases in children and adolescents with normal-weight obesity[J]. Chin J Pediatr Clin Med, 2024, 39(6): 450-454. (in Chinese)

- [13] Tekola-Ayele F, Lee A, Workalemahu T, et al. Shared genetic underpinnings of childhood obesity and adult cardiometabolic diseases[J]. Hum Genomics, 2019, 13(1): 17.
- [14] Chrysant SG, Chrysant GS. The single use of body mass index for the obesity paradox is misleading and should be used in conjunction with other obesity indices[J]. Postgrad Med, 2019, 131(2): 96-102.
- [15] Bellafronte NT, Diani LM, Vega-piris L, et al. Comparison between dual-energy X-ray absorptiometry and bioelectrical impedance for body composition measurements in adults with chronic kidney disease: A cross-sectional, longitudinal, multi-treatment analysis [J]. Nutrition, 2021, 82: 111059.

收稿日期: 2024-09-12 修回日期: 2025-08-18 本文编辑: 王悦

(上接第 1100 页)

- [14] 刘军廷, 么鸿雁, 于石成, 等. 中国六省学龄儿童体重指数、体脂百分比评价肥胖与心血管代谢危险因素的相关性[J]. 中国儿童保健杂志, 2022, 30(5): 469-474.
- Liu JT, Yao HY, Yu SC, et al. Association of obesity classified by body mass index and fat mass percentage with cardiometabolic risk factors among school-age children in 6 provinces, China[J]. Chin J Child Health Care, 2022, 30(5): 469-474. (in Chinese)
- [15] Dong H, Yan Y, Liu J, et al. Reference centiles for evaluating total body fat development and fat distribution by dual-energy X-ray absorptiometry among children and adolescents aged 3-18 years [J]. Clin Nutr, 2021, 40(3): 1289-1295.
- [16] Han JM, Lee MY, Lee KB, et al. Low relative skeletal muscle mass predicts incident hypertension in Korean men: A prospective cohort study [J]. J Hypertens, 2020, 38(11): 2223-2229.
- [17] 邹亦飞, 杨一卓, 郭建军. 儿童肌少症评估方法研究进展

[J]. 中国儿童保健杂志, 2024, 32(8): 891-896.

Zhou YF, Yang YZ, Guo JJ. Assessment methods of children with sarcopenia[J]. Chin J Child Health Care, 2024, 32(8): 891-896. (in Chinese)

- [18] Feraco A, Gorini S, Armani A, et al. Exploring the role of skeletal muscle in insulin resistance: Lessons from cultured cells to animal models [J]. Int J Mol Sci, 2021, 22(17): 9327.
- [19] Severinsen MCK, Pedersen BK. Muscle-organ crosstalk: The emerging roles of myokines[J]. Endocr Rev, 2020, 41(4): 594-609.
- [20] 何璐, 赵焱, 龚金鑫, 等. 基于体成分探索儿童体脂状况及适宜的肥胖界值点[J]. 中国儿童保健杂志, 2025, 33(2): 160-165.
- He L, Zhao Y, Gong JX, et al. Exploration of body fat status and appropriate obesity cut-offs in children based on body composition[J]. Chin J Child Health Care, 2025, 33(2): 160-165. (in Chinese)

收稿日期: 2025-02-25 修回日期: 2025-07-15 本文编辑: 王悦