

广州市 6~9 岁儿童骨骼肌含量指标正常参考值研究

曾智聪¹, 黄高培¹, 梁晶晶², 郭仰峰³, 韦远欢¹, 王珏¹, 张喆庆¹

1. 南方医科大学公共卫生学院营养与食品卫生学系, 广东 广州 510515;

2. 中山大学公共卫生学院妇幼卫生系; 3. 广州市中小学卫生健康促进中心常见病防治室

【摘要】 目的 建立广州市 6~9 岁儿童肌肉含量的参考值, 为评价儿童肌肉发育情况提供依据。**方法** 在广州市小学及幼儿园招募 456 名 6~9 岁儿童, 采用双能 X 线吸收法 (DXA) 测量儿童全身及四肢肌肉含量 (ASM), 并测量身高、体重, 计算体质量指数 (body mass index, BMI) 及四肢肌肉含量指数 (如 ASM/体重, ASM/身高² 及 ASM/BMI)。应用 LMS 曲线法建立男女童各部位肌肉含量及四肢肌肉含量指数的百分位曲线。**结果** 随着年龄增加, 不论男生还是女生各肌肉含量指标均增大; 除 6 岁年龄段上下肢及四肢肌肉含量、ASM/体重、ASM/BMI, 以及 9 岁年龄段的 ASM/体重和 ASM/BMI 外, 其余各年龄段指标男生均大于女生 (P 值均 <0.05)。**结论** 初步建立了 6~9 岁学龄儿童肌肉含量及肌肉指数的参考值, 且随着年龄的增大, 相应参考值也逐渐增大。可为评估儿童肌肉发育提供较为准确的参考。

【关键词】 肌, 骨骼; 人体质量指数; 生长和发育; 儿童

【中图分类号】 R 179 G 478.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2018)02-0239-06

Reference values of skeletal muscle mass indices in Chinese children aged 6–9 years in Guangzhou/ZENG Zhicong^{*}, HUANG Gaopei, LIANG Jingjing, GUO Yangfeng, WEI Yuanhuan, WANG Jue, ZHANG Zheqing. ^{*} Department of Nutrition and Food Hygiene, School of Public Health, Southern Medical University, Guangzhou(510515), China

【Abstract】 Objective To establish the reference values of skeletal muscle indices of children aged 6–9 in Guangzhou, China, and to provide reference for their muscle development. **Methods** A total of 456 children aged 6–9 years old were enrolled in urban area of Guangzhou. Dual-energy X-ray absorptiometry (DXA) was applied to determine whole body muscle mass (WBM), arms muscle mass, legs muscle mass, appendicular skeletal muscle mass (ASM). Weight and height were measured. BMI and skeletal muscle mass indices including ASM/height, ASM/weight, and ASM/BMI were calculated. LMS regression analysis was used to construct age-and gender-specific smooth percentile curve of the above-mentioned indices. **Results** All of the skeletal muscle mass measurements increased significantly with age in both genders. Apart from the indexes of ASM, ASM/weight, ASM/BMI in the group of 6 years old and ASM/weight, ASM/BMI in the group of 9 years old, the measures of boys were generally significantly higher than those of girls ($P < 0.05$). **Conclusion** The reference values for skeletal muscle mass in children aged 6–9 years in Guangzhou can provide a correct reference for evaluating children's muscle development.

【Key words】 Muscle, skeletal; Body mass index; Growth and development; Child

肌肉发育状况是人体重要的生理健康指标之一^[1]。骨骼肌作为重要的氨基酸池, 不仅支持其他器官和组织蛋白质的合成^[2], 还参与身体血糖的调控, 在人体代谢过程中扮演着非常重要的角色^[3-4]。儿童青少年时期的肌肉含量不仅影响儿童期的健康, 还决定个体老年后少肌症的发病与否^[5]。因此, 建立儿童肌肉含量的正常值对于评估儿童发育及健康状况至关重要。

目前虽有少量研究使用生物电阻抗法 (BIA) 进行人体成分的测量并建立了均值参考值^[6-7]。BIA 法在

检测体成分中的准确性远不如电子计算机断层扫描 (CT)、磁共振成像法 (MRI) 和双能 X 线吸收法 (DXA) 等, 但 CT、MRI 所需设备价格昂贵, 作为临床常规测量方法时受到一定的限制。DXA 相对轻便、便宜、快速、易于使用且具有较高的精确度, 不仅可区分脂肪和瘦组织, 还可以测量特定区域的脂肪和瘦组织含量, 是目前评价肌肉含量最佳的方法^[8-9]。Kim 等^[10]利用 DXA 检测了韩国儿童体成分, 并通过 LMS 法建立肌肉含量的参考值。然而, Kim 等^[6]的研究并未覆盖青春前期儿童。考虑不同种族间肌肉含量的差异, 建立中国儿童肌肉参考值是极其必要的。目前, 中国仅廖新^[11]以沈阳市 1 533 名 5~11 岁儿童为研究对象, 通过双能 X 线法建立了该年龄段儿童全身、躯干及四肢肌肉的中位数值, 但仅以中位数来评价儿童肌肉发育状况局限性较大。LMS 方法是被广泛用于建立生长参考曲线的一种统计学方法^[12]。因

【基金项目】 广州市合生元营养与护理研究院“母婴营养与护理研究基金项目” (BINC MYF15006)。

【作者简介】 曾智聪 (1992–), 男, 广东梅州人, 在读本科。

【通讯作者】 张喆庆, E-mail: zzqaa501@smu.edu.cn。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2018.02.024

此,本研究拟采用 DXA 法测量广州市 6~9 岁儿童各部位肌肉含量,并通过 LMS 法拟合百分位曲线建立参考值,为评价该年龄段儿童肌肉发育情况提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象 于 2015 年 12 月至 2017 年 3 月期间,采用志愿者报名的方式,在广州市多所幼儿园及小学招募 6~9 岁的儿童,排除患有肢体残疾、智力或精神障碍者;身体处于应激状态如创伤、严重感染者;心脏病及肝、肾等疾病患者和有重大手术史者;早产及双胞胎者。共招募 456 名儿童,其中男童 256 名(56%),女童 200 名(44%)。本研究已通过医学伦理委员会批准,所有参与者均由其监护人代为签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 身高及体重测量 本研究所有执行检测工作人员均接受统一培训,检测过程要求受检者脱去鞋帽,仅穿单衣。采用机械式身高计,受试者背向立柱站立在身高计的底板上,躯干自然挺直,头部正直,两眼平视前方(耳屏上缘与眼眶下缘最低点呈水平位)。上肢自然下垂,两腿伸直。两足跟并拢,足尖分开约 60°,足跟、骶骨部及两肩胛与立柱相接触,呈“三点一线”站立姿势。记录数据精确至 0.1 cm。应用 TANI-TAMC-780 型体成分仪测定体重,精确至 0.1 kg。根据身高及体重的测量值,计算体质量指数(body mass index, BMI)=体重(kg)/身高²(m²)。

1.2.2 肌肉含量测定 利用 DXA 进行肌肉含量的测量。在扫描前要求受试者脱去鞋袜、手套,尽量穿着轻便,不佩戴或携带任何金属物品及其他高密度物

体。检测时嘱受检儿童平卧于检查床上,DXA 使用儿童模式进行全身扫描。检测期间叮嘱受检儿童保持全身静止,并通过观察窗随时查看检测情况。记录每名测试者全身肌肉含量(whole body muscle mass, WBMM)、上肢肌肉含量(arms muscle mass, AMM)、下肢肌肉含量(legs muscle mass, LMM)、计算四肢肌肉含量(appendicular skeletal muscle mass, ASM)及肌肉含量指数(如 ASM/身高²^[13], ASM/体重^[14], ASM/BMI^[15])。本研究随机选取志愿者 38 名进行重复测量,全身及四肢肌肉含量的变异系数分别为 0.77%和 1.56%。

1.3 数据处理 采用 EpiData 3.1 进行数据录入,SPSS 20.0 进行数据分析,计量资料使用均值±标准差,两组间比较采用独立样本 *t* 检验,各年龄间比较采用方差分析。以 *P*<0.05 为差异有统计学意义。应用 LMS chartmaker 软件进行儿童肌肉含量参考曲线拟合,建立不同年龄段男、女童各肌肉含量指标百分位数。

2 结果

2.1 一般情况 由表 1 可见,随着年龄增加,不论男生还是女生各指标均增大(*P* 值均<0.05)。除 6 岁年龄段的 AMM, LMM, ASM, ASM/体重和 ASM/BMI, 9 岁年龄段的 ASM/体重和 ASM/BMI 外,其余各年龄段指标均为男生大于女生(*P* 值均<0.05)。

2.2 各年龄段男女生全身及局部肌肉含量指标的百分位值 见表 2,图 1~14。

表 1 广州市 6~9 岁男女生各肌肉含量指标比较

指标	年龄/岁	统计值	男生			女生			<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
			人数	$\bar{x}\pm s$	范围	人数	$\bar{x}\pm s$	范围		
WBMM/kg	6		40	15.45±1.78	12.37~20.35	30	14.29±1.83	10.64~17.41	-2.656	0.010
	7		83	17.29±2.67	12.24~28.29	61	15.83±1.98	12.19~20.58	-3.612	<0.01
	8		94	20.32±3.52	12.88~29.50	70	17.88±2.40	11.87~24.40	-5.275	<0.01
	9		39	22.21±4.45	15.54~35.62	39	18.96±3.61	11.77~30.89	-3.537	<0.01
		<i>F</i> 值		42.064			270.056			
		<i>P</i> 值		<0.01			<0.01			
AMM/kg	6		40	1.38±0.19	1.01~1.81	30	1.29±0.20	0.98~1.69	-1.974	0.052
	7		83	1.59±0.27	0.85~2.54	61	1.41±0.22	0.92~1.99	-4.392	<0.01
	8		94	1.88±0.34	1.03~2.67	70	1.60±0.23	1.12~2.22	-6.263	<0.01
	9		39	1.99±0.38	1.32~3.15	39	1.71±0.31	1.16~2.79	-3.589	<0.01
		<i>F</i> 值		40.700			23.615			
		<i>P</i> 值		<0.01			<0.01			
LMM/kg	6		40	4.71±0.67	3.50~6.71	30	4.40±0.75	2.92~5.65	-1.836	0.071
	7		83	5.48±1.00	3.82~9.40	61	4.99±0.77	3.63~6.85	-3.174	<0.01
	8		94	6.73±1.34	4.09~10.17	70	5.83±0.94	3.65~8.25	-5.039	<0.01
	9		39	7.45±1.74	4.85~12.37	39	6.21±1.32	3.40~9.55	-3.540	<0.01
		<i>F</i> 值		48.052			29.091			
		<i>P</i> 值		<0.01			<0.01			
ASM/kg	6		40	6.09±0.83	4.56~8.52	30	5.68±0.91	3.91~7.34	-1.936	0.057
	7		83	7.07±1.23	5.01~11.94	61	6.40±0.97	4.70~8.68	-3.529	<0.01
	8		94	8.61±1.65	5.12~12.67	70	7.43±1.15	4.76~10.46	-5.371	<0.01
	9		39	9.44±2.09	6.16~15.52	39	7.92±1.61	4.60~12.33	-3.595	<0.01
		<i>F</i> 值		48.174			29.024			
		<i>P</i> 值		<0.01			<0.01			

续表 1

指标	年龄/岁	统计值	男生			女生			t 值	P 值
			人数	$\bar{x}\pm s$	范围	人数	$\bar{x}\pm s$	范围		
ASM 与身高 ² 的比值/(kg·m ⁻²)	6		40	4.21±0.40	3.32~5.26	30	3.99±0.44	3.23~4.81	-2.197	0.031
	7		83	4.50±0.47	3.58~6.35	61	4.06±0.40	3.32~5.07	-5.947	<0.01
	8		94	4.84±0.62	3.59~7.07	70	4.30±0.47	3.53~5.85	-6.438	<0.01
	9		39	5.03±0.82	3.76~6.92	39	4.25±0.55	3.34~5.42	-4.900	<0.01
		F 值		18.280			4.795			
ASM 与体重的比值	6		40	0.28±0.02	0.22~0.32	30	0.27±0.03	0.22~0.33	-1.806	0.075
	7		83	0.29±0.03	0.23~0.34	61	0.27±0.03	0.23~0.33	-3.942	<0.01
	8		94	0.30±0.03	0.21~0.35	70	0.28±0.03	0.20~0.34	-2.781	<0.01
	9		39	0.29±0.03	0.22~0.34	39	0.28±0.03	0.22~0.33	-1.062	0.291
		F 值		3.981			2.647			
ASM 与 BMI 的比值/m ²	6		40	0.40±0.04	0.31~0.48	30	0.38±0.05	0.29~0.46	-1.983	0.051
	7		83	0.45±0.06	0.35~0.61	61	0.43±0.06	0.32~0.60	-2.528	0.013
	8		94	0.52±0.07	0.36~0.67	70	0.49±0.07	0.34~0.66	-3.214	<0.01
	9		39	0.54±0.07	0.40~0.67	39	0.52±0.07	0.36~0.65	-1.143	0.257
		F 值		55.209			38.305			
		P 值		<0.01			<0.01			

表 2 广州市 6~9 岁男女生各肌肉含量指标百分位数

指标	年龄/岁	男生								女生							
		P ₅	P ₁₀	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	P ₈₅	P ₉₀	P ₉₅	P ₅	P ₁₀	P ₂₅	P ₅₀	P ₇₅	P ₈₅	P ₉₀	P ₉₅
WBMM/kg	6	12.36	12.75	13.47	14.35	15.34	15.92	16.34	16.99	11.24	11.84	12.87	14.04	15.25	15.91	16.37	17.05
	7	13.51	14.02	15.00	16.27	17.82	18.79	19.53	20.74	12.04	12.61	13.61	14.78	16.01	16.70	17.18	17.91
	8	14.45	15.10	16.33	17.99	20.04	21.36	22.37	24.06	13.52	14.15	15.30	16.70	18.24	19.14	19.77	20.76
	9	16.84	17.64	19.20	21.33	24.07	25.89	27.31	29.76	14.48	15.22	16.58	18.34	20.42	20.70	22.64	24.15
AMM/kg	6	1.04	1.09	1.18	1.29	1.40	1.46	1.50	1.56	1.01	1.05	1.13	1.24	1.37	1.45	1.51	1.62
	7	1.15	1.22	1.35	1.50	1.67	1.77	1.83	1.93	1.04	1.10	1.19	1.31	1.45	1.53	1.59	1.68
	8	1.26	1.35	1.50	1.69	1.90	2.03	2.11	2.25	1.15	1.22	1.34	1.49	1.64	1.73	1.79	1.89
	9	1.49	1.58	1.74	1.95	2.19	2.34	2.45	2.62	1.29	1.36	1.49	1.66	1.86	1.97	2.06	2.19
LMM/kg	6	3.49	3.63	3.89	4.22	4.58	4.80	4.95	5.19	3.13	3.40	3.84	4.34	4.83	5.10	5.28	5.55
	7	4.03	4.22	4.58	5.06	5.64	6.01	6.29	6.75	3.48	3.71	4.11	4.57	5.07	5.34	5.53	5.82
	8	4.45	4.70	5.16	5.79	6.56	7.06	7.44	8.08	4.17	4.40	4.81	5.32	5.91	6.26	6.51	6.90
	9	5.30	5.63	6.28	7.15	8.23	8.94	9.47	10.39	4.51	4.81	5.35	6.04	6.83	7.31	7.65	8.19
ASM/kg	6	4.58	4.76	5.09	5.50	5.95	6.22	6.41	6.71	4.19	4.47	4.97	5.55	6.17	6.51	6.75	7.11
	7	5.26	5.51	5.96	6.56	7.28	7.74	8.08	8.64	4.57	4.84	5.31	5.88	6.50	6.85	7.10	7.48
	8	5.78	6.09	6.68	7.46	8.43	9.04	9.51	10.28	5.36	5.65	6.16	6.80	7.53	7.97	8.27	8.76
	9	6.82	7.24	8.03	9.10	10.42	11.26	11.09	12.96	5.84	6.20	6.86	7.70	8.67	9.25	9.67	10.34
ASM 与身高 ² 的比值/(kg·m ⁻²)	6	3.56	3.70	3.93	4.17	4.40	4.51	4.59	4.70	3.42	3.60	3.90	4.21	4.51	4.67	4.78	4.93
	7	6.74	3.87	4.09	4.37	4.67	4.84	4.96	5.15	3.38	3.50	3.71	3.96	4.23	4.39	4.50	4.66
	8	3.86	3.98	4.22	4.53	4.91	5.15	5.33	5.64	3.61	3.72	3.92	4.17	4.46	4.64	4.77	4.98
	9	4.03	4.19	4.49	4.89	5.38	5.69	5.93	6.32	3.53	3.65	3.88	4.17	4.53	4.75	4.92	5.19
ASM 与体重的比值	6	0.24	0.25	0.26	0.28	0.29	0.30	0.30	0.31	0.23	0.24	0.26	0.27	0.29	0.30	0.31	0.32
	7	0.24	0.25	0.27	0.29	0.30	0.31	0.32	0.32	0.23	0.23	0.25	0.27	0.28	0.29	0.30	0.31
	8	0.25	0.26	0.27	0.29	0.31	0.32	0.32	0.33	0.23	0.24	0.26	0.28	0.30	0.31	0.31	0.32
	9	0.24	0.25	0.27	0.29	0.31	0.32	0.32	0.34	0.24	0.25	0.26	0.28	0.30	0.31	0.32	0.33
ASM 与 BMI 的比值/m ²	6	0.30	0.32	0.34	0.37	0.40	0.41	0.42	0.43	0.30	0.31	0.33	0.37	0.40	0.42	0.43	0.46
	7	0.36	0.37	0.40	0.43	0.47	0.48	0.50	0.52	0.32	0.34	0.36	0.39	0.43	0.45	0.47	0.49
	8	0.39	0.41	0.44	0.48	0.52	0.54	0.56	0.58	0.37	0.39	0.42	0.45	0.49	0.51	0.53	0.55
	9	0.43	0.46	0.50	0.54	0.58	0.61	0.62	0.65	0.41	0.43	0.47	0.52	0.57	0.59	0.61	0.64

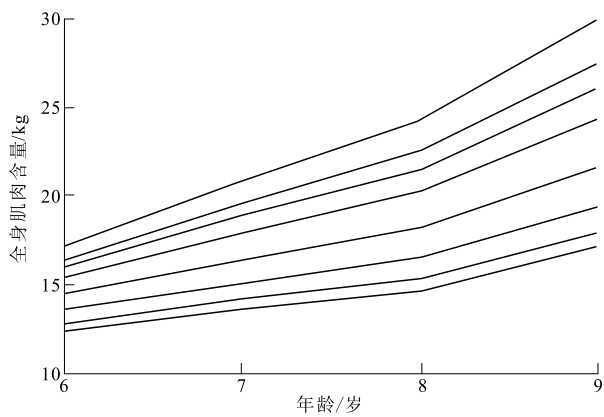


图 1 广州市 6~9 岁男生全身肌肉含量百分位数曲线

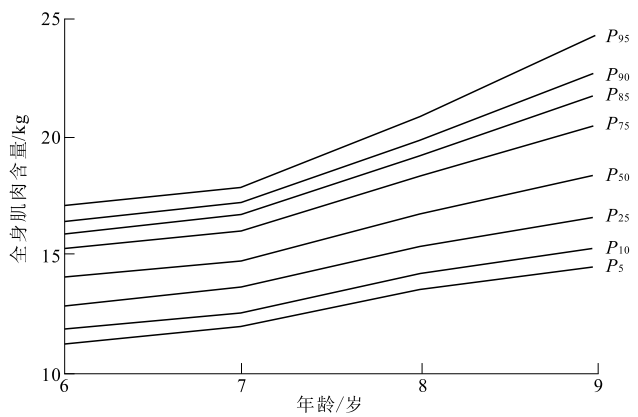


图 2 广州市 6~9 岁女生全身肌肉含量百分位数曲线

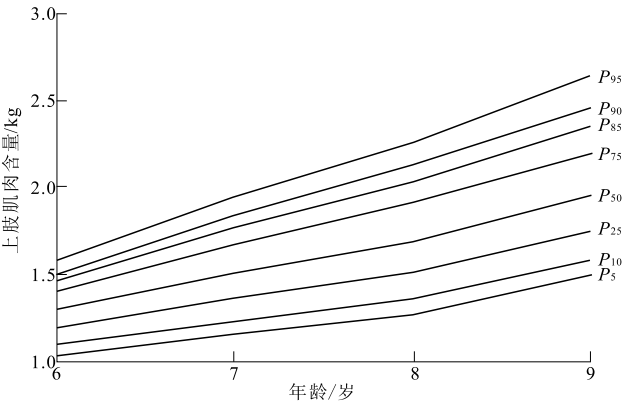


图3 广州市6~9岁男生上肢肌肉含量百分位数曲线

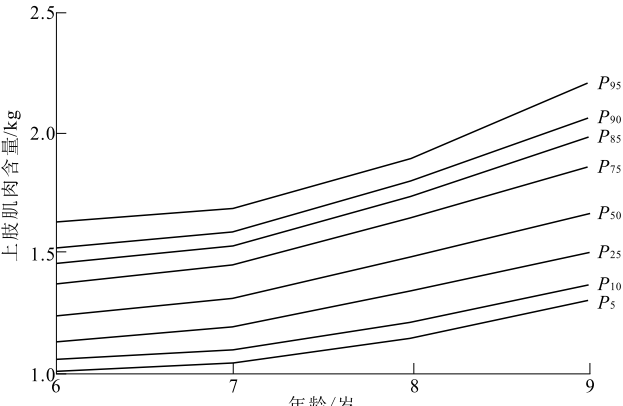


图4 广州市6~9岁女生上肢肌肉含量百分位数曲线

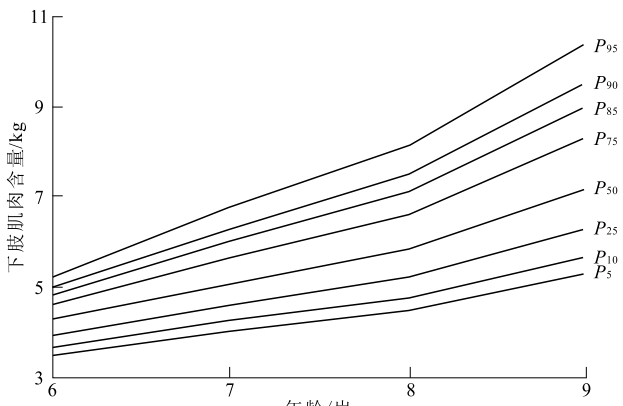


图5 广州市6~9岁男生下肢肌肉含量百分位数曲线

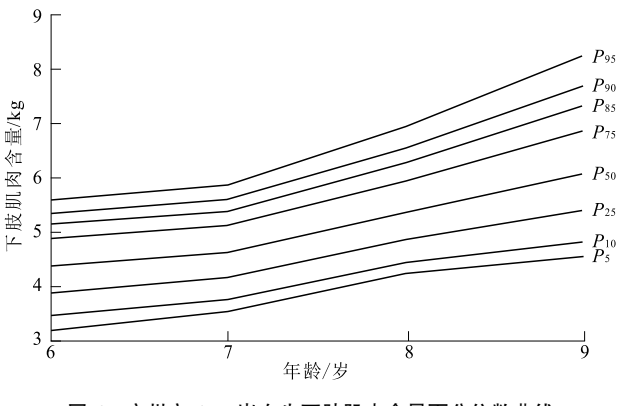


图6 广州市6~9岁女生下肢肌肉含量百分位数曲线

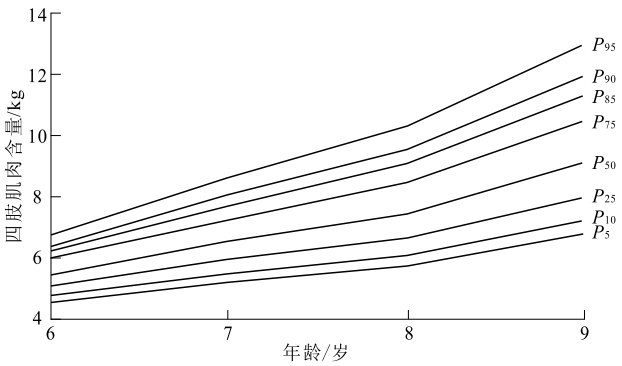


图7 广州市6~9岁男生四肢肌肉含量百分位数曲线

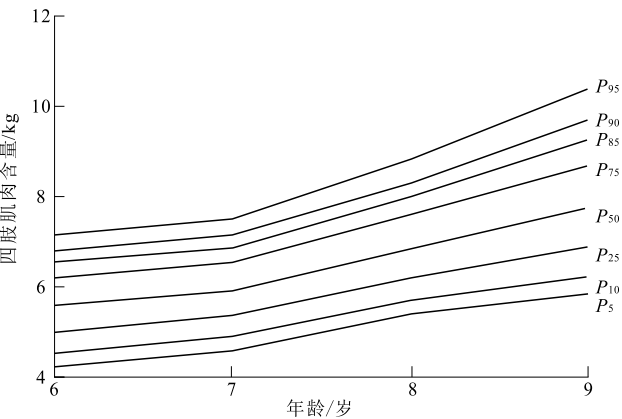


图8 广州市6~9岁女生四肢肌肉含量百分位数曲线

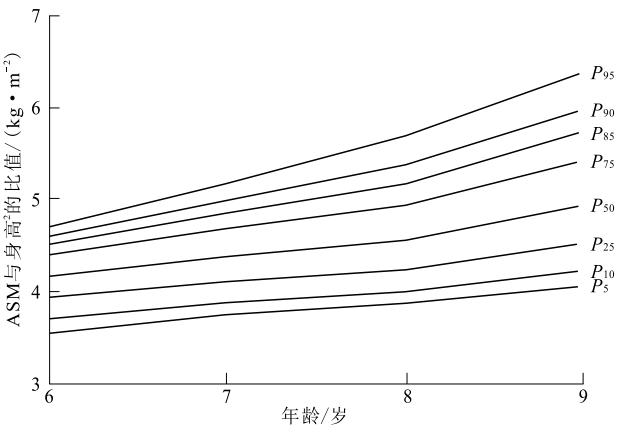


图9 广州市6~9岁男生ASM/身高²百分位数曲线

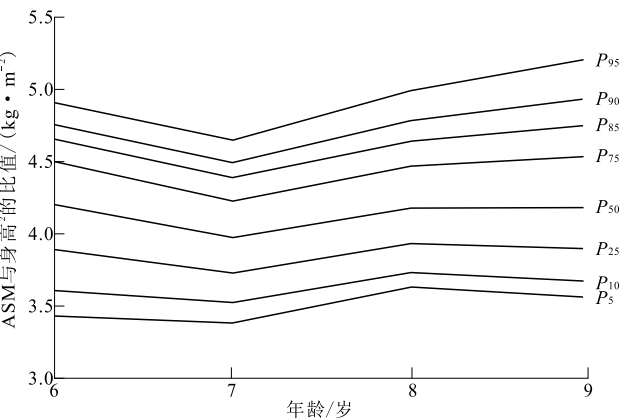


图10 广州市6~9岁女生ASM/身高²百分位数曲线

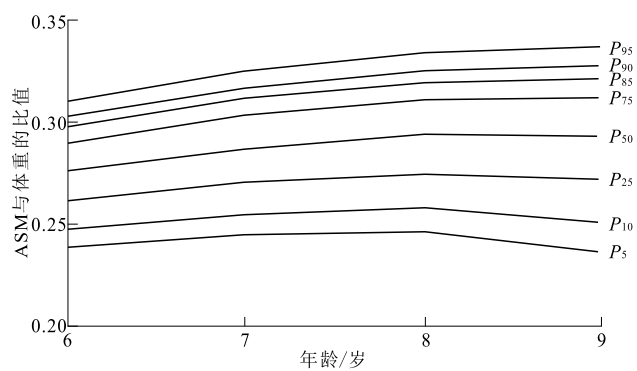


图 11 广州市 6~9 岁男生 ASM/体重百分位数曲线

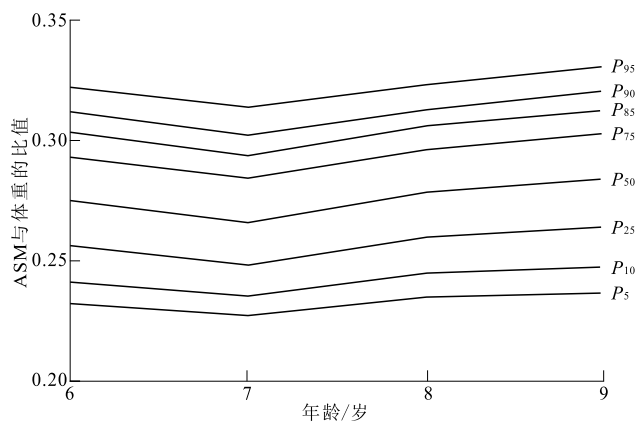


图 12 广州市 6~9 岁女生 ASM/体重百分位数曲线

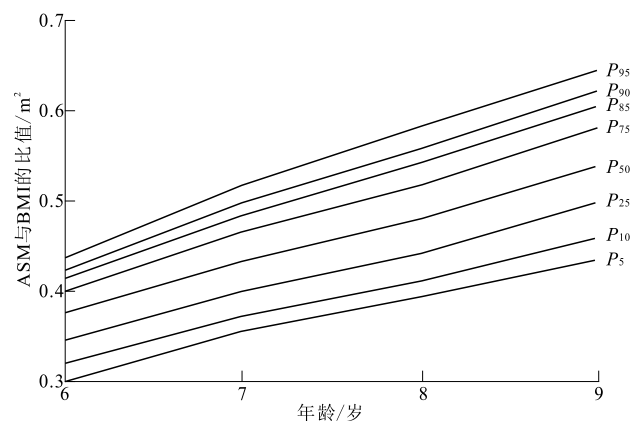


图 13 广州市 6~9 岁男生 ASM/BMI 百分位数曲线

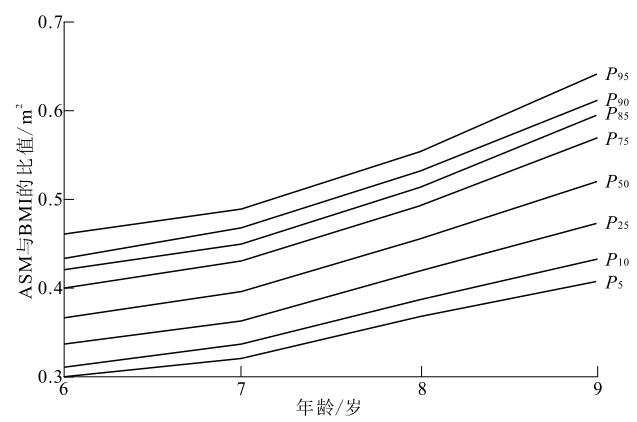


图 14 广州市 6~9 岁女生 ASM/BMI 百分位数曲线

由图 1~14 可见,6~9 岁男(女)童各年龄段

WBMM 的 P_{50} 分别为 14.35 (14.04), 16.27 (14.78), 17.99 (16.70), 21.33 (18.34) kg; ASM 的 P_{50} 分别为 5.50 (5.55), 6.56 (5.88), 7.46 (6.80), 9.10 (7.70) kg; ASM/身高² 的 P_{50} 分别为 4.17 (4.21), 4.37 (3.96), 4.53 (4.17), 4.89 (4.17); ASM/体重的 P_{50} 分别为 0.28 (0.27), 0.29 (0.27), 0.29 (0.28), 0.29 (0.28); ASM/BMI 的 P_{50} 分别为 0.37 (0.37), 0.43 (0.39), 0.48 (0.45), 0.54 (0.52)。

3 讨论

本研究通过双能 X 线吸收法对 456 名 6~9 岁男女生全身及四肢肌肉含量进行检测和相关指标的计算,建立了该年龄段儿童肌肉发育的参考值。研究显示,整体上男童全身及四肢肌肉含量指数值均随年龄增加而增大,各年龄段男童测量值均大于女童。

男女生在基因及其表达上的不同造成两性间体成分的差异^[16-17]。而大量研究表明,在青春期前其性别差异就已经表现出来^[18-19]。本研究发现在 6~9 岁儿童中,各肌肉含量指标也具有明显的性别特征。年龄是影响人体肌肉含量的另一重要因素。Kim 等^[10]研究发现,韩国儿童青少年骨骼肌含量随年龄增大而增加,其中男童随年龄增加到 10 岁,女童随年龄增加到 13 岁后趋于稳定,与本研究的结果类似。廖新^[11]的研究结果亦显示,5~11 岁儿童全身及局部肌肉含量随年龄的增长而增加。

张美芝^[6]采用 BIA 法测量了拉萨市藏族 1 360 名 7~19 岁儿童青少年各部位肌肉含量,与研究相比,本研究中男生各年龄段 AMM 降低 0.08~0.49 kg,而男女生 WBMM 则分别提高 0.23~1.11 和 1.32~2.11 kg,女生 AMM 提高 0.08~0.14 kg,男女生 LMM 分别提高 0.56~0.71 和 0.83~1.26 kg,四肢肌肉含量分别提高 3.19~3.73 和 3.51~3.94 kg。而与廖新^[11]研究相比,本研究男生各年龄段和女生 7 岁组 AMM 分别降低 0~0.03 和 0.09 kg,而男女生 WBMM 则分别提高 0.27~1.26 kg 和 1.05~1.70 kg,女生 9 岁组 AMM 提高 0.09 kg,男女生 LMM 分别提高 0.11~0.15 和 0.27~0.58 kg,四肢肌肉含量分别提高 0.74~1.3 和 1.23~1.30 kg。不同的测量方法(BIA 或 DXA)、仪器型号(Hologic 或 Lunar)以及不同地域间遗传背景及饮食习惯、运动等方面的不同可能是造成这些差异的原因。

本研究采用的 DXA 法具有较高的精确度,保证了测量结果的可靠性^[9]。所有测量均由同一人员负责,并使用标准语言引导被测者进行测量,减少了因测量操作不当产生的误差。然而,本研究亦存在不足之处:通过志愿者报名方式招募而非随机抽样,样本来源主要为广州城市儿童,不论是营养状况还是体力活动等影响骨骼肌因素的异质性较小,且不论男女童各年龄段样本量均较少,特别是 6 岁和 9 岁组儿童样本量均小于 50 人,因此结果外推至营养状况较差或运动量较大的儿童时有一定的局限性。采用多中心

大样本量随机抽样方式建立的中国儿童骨骼肌含量参考值可为评估儿童肌肉发育提供更加准确的参考。

4 参考文献

- [1] 李山, 陈信芝. 青少年儿童肌肉力量发育特征与促进研究进展[J]. 南京体育学院学报(自然科学版), 2016, 15(6): 24-28.
- [2] WOLFE R R. The underappreciated role of muscle in health and disease[J]. Am J Clin Nutr, 2006, 84(3): 475-482.
- [3] LEE S, KIM Y, WHITE D A, et al. Relationships between insulin sensitivity, skeletal muscle mass and muscle quality in obese adolescent boys[J]. Eur J Clin Nutr, 2012, 66(12): 1366-1368.
- [4] BURROWS R, CORREABURROWS P, REYES M, et al. Low muscle mass is associated with cardiometabolic risk regardless of nutritional status in adolescents: a cross-sectional study in a Chilean birth cohort[J]. Pediatr Diabetes, 2017, 18(8): 895-902.
- [5] SAYER A A, SYDDALL H, et al. The developmental origins of sarcopenia[J]. J Nutr Health Ag, 2008, 12(7): 427-432.
- [6] 张美芝. 拉萨市藏族儿童青少年体成分现状研究[D]. 沈阳: 辽宁医学院, 2012.
- [7] MCCARTHY H D, SAMANIRADIA D, JEBB S A, et al. Skeletal muscle mass reference curves for children and adolescents[J]. Pediatr Obes, 2014, 9(4): 249-259.
- [8] ELLIS K J. Human body composition: in vivo methods[J]. Physiol Rev, 2000, 80(2): 649-680.
- [9] HELBA M, BINKOVITZ L A. Pediatric body composition analysis with dual-energy X-ray absorptiometry[J]. Pediatr Radiol, 2009, 39(7): 647-656.
- [10] KIM K, HONG S, KIM E Y. Reference values of skeletal muscle mass for Korean children and adolescents using data from the Korean national health and nutrition examination survey 2009-2011[J]. PLoS One, 2016, 11(4): e153383.
- [11] 廖新. 5~11 岁儿童体成分分析及脂肪、肌肉含量、体脂比与骨密度关系的研究[D]. 沈阳: 中国医科大学, 2012.
- [12] 江梅. LMS 法: 一种适用建立肺功能全年龄段正常参考值曲线方法[J]. 中国卫生统计, 2013, 30(5): 766-768.
- [13] BAUMGARTNER R N, KOEHLER K M, GALLAGHER D, et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico[J]. Am J Epidemiol, 1998, 147(8): 755-763.
- [14] JANSSEN I, HEYMSFIELD S B, ROSS R. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability[J]. J Am Geriatr Soc, 2002, 50(5): 889-896.
- [15] CAWTHON P M, PETERS K W, SHARDELL M D, et al. Cutpoints for low appendicular lean mass that identify older adults with clinically significant weakness[J]. J Gerontol A Biol Sci Med Sci, 2014, 69(5): 567-575.
- [16] KHAN, ASGHAR N, RICHEY, et al. Gender and race differences in bone mineral density, fat, and lean mass among black and white prepubertal children[J]. FASEB J, 2011, 25(12): 338-344.
- [17] WELLS J C. Sexual dimorphism of body composition[J]. Best Pract Res Clin En, 2007, 21(3): 415-430.
- [18] ARFAI K, PITUKCHEEWANONT P D, GORAN M I, et al. Bone, muscle, and fat: sex-related differences in prepubertal children[J]. Radiology, 2002, 224(2): 338-344.
- [19] HATTORI K, TAHARA Y K, AOYAGI K, et al. Chart analysis of body composition change among pre- and postadolescent Japanese subjects assessed by underwater weighing method[J]. Int J Obes (Lond), 2004, 28(4): 520-524.
- [20] 梁德清. 高校学生应激水平及其与体育锻炼的关系[J]. 中国心理卫生杂志, 1994, 8(1): 5-6.
- [21] 唐闻捷, 郭怡, 王小同, 等. 体育锻炼与大学生抑郁水平、身体自我概念的研究[J]. 北京体育大学学报, 2009(4): 99-101.
- [22] 张连成, 窦皓然, 高淑青. 体育锻炼提高身体自我概念的心理机制[J]. 天津体育学院学报, 2015, 30(3): 190-194.
- [23] 教育部. 关于印发《国家学生体质健康标准(2014 年修订)》的通知[Z]. 2014-07-07.
- [24] 温忠麟, 侯杰泰, 张雷. 调节效应与中介效应的比较和应用[J]. 心理学报, 2005, 37(2): 268-274.
- [25] DEARING E, HAMILTON L C V. Contemporary advances and classic advice for analyzing mediating and moderating variables[J]. Monogr Soc Res Child Devel, 2006, 71(3): 88-104.
- [26] 王银. 女大学生进食障碍倾向及其与完美主义、家庭教养方式的关系研究[D]. 开封: 河南大学, 2016.
- [27] JOINER J T, HEATHERTON T F, RUDD M D, et al. Perfectionism, perceived weight status, and bulimic symptoms: two studies testing a diathesis stress model[J]. J Abn Psychol, 1997, 106(1): 145-153.
- [28] FREDRICKSON B L, ROBERTS T A. Objectification theory: Towards understanding women's lived experience and mental health risks[J]. Psychol Women Quart, 1997, 21(2): 173-206.
- [29] 任未多. 身体活动与运动锻炼的心理效应[J]. 体育科学, 1997, 17(3): 75-81.
- [30] SNYDER E E, SPREITZER E. High school athletic participation as related to college attendance among Black, Hispanic, and White males: a research note[J]. Youth Soc, 1990, 21(3): 390-398.

收稿日期: 2017-08-11; 修回日期: 2017-09-30

收稿日期: 2017-09-09; 修回日期: 2017-12-02

(上接第 238 页)

- [2] JOHNSON J G, COHEN P, KASEN S. Eating disorders during adolescence and the risk for physical and mental disorders during early adulthood[J]. Arch General Psychiatry, 2002, 59(6): 545-552.
- [3] 钱铭怡, 刘鑫. 北京女大学生节食状况及进食障碍状况的初步调查[J]. 中国心理卫生杂志, 2002, 16(11): 753-757.
- [4] 钱铭怡, 牛婧, 聂晶. 对北京市女中学生进食行为及相关心理因素的调查[J]. 中国心理卫生杂志, 2004, 18(9): 638-640.
- [5] GUSTAFSSON S A, EDLUND B, KJELLIN L, et al. Personal standards, self-evaluation and perceived benefits of thinness in girls and young women with disturbed eating[J]. Eur Eating Disorders Rev, 2008, 16(6): 463-471.
- [6] PINTODE M H, SOARES M J, BOSS C, et al. Perfectionism and sleep disturbance[J]. World J Biol Psychiatry, 2009, 10(3): 225-233.
- [7] DALLY P J. Anorexia nervosa long-term follow up and effects of treatment[J]. J Psychos Res, 1967, 11(1): 151-155.
- [8] HALMI K A, GOLDENBERG S C, ECKERT E, et al. Unique features associate with age of onset of anorexia nervosa[J]. Psych Res, 1979, 1(2): 209-215.
- [9] 陈贵, 郭桂平, 肖水源, 等. 超重/肥胖青少年的负性情绪与进食障碍倾向[J]. 中国心理卫生杂志, 2015, 29(1): 16-21.
- [10] 褚成静, 周凌峰, 杨敏. 不同性别中学生进食障碍及危险因素分析[J]. 中国公共卫生, 2014, 30(10): 1244-1246.
- [11] 张大荣, 孔庆梅. EDI-1 量表对神经性厌食症患者的初步测试[J]. 中国心理卫生杂志, 2004, 18(1): 48-50.
- [12] 瞿非, 周旭. 中文 Frost 多维度完美主义问卷的信效度检验[J]. 中国临床心理学杂志, 2006, 14(6): 560-563.
- [13] 王美芳, 冯琳琳, 张朋云. 父母控制与青少年问题行为的关系: 完美主义的中介作用[J]. 中国临床心理学杂志, 2013, 21(5): 811-

814.

- [14] 梁德清. 高校学生应激水平及其与体育锻炼的关系[J]. 中国心理卫生杂志, 1994, 8(1): 5-6.
- [15] 唐闻捷, 郭怡, 王小同, 等. 体育锻炼与大学生抑郁水平、身体自我概念的研究[J]. 北京体育大学学报, 2009(4): 99-101.
- [16] 张连成, 窦皓然, 高淑青. 体育锻炼提高身体自我概念的心理机制[J]. 天津体育学院学报, 2015, 30(3): 190-194.
- [17] 教育部. 关于印发《国家学生体质健康标准(2014 年修订)》的通知[Z]. 2014-07-07.
- [18] 温忠麟, 侯杰泰, 张雷. 调节效应与中介效应的比较和应用[J]. 心理学报, 2005, 37(2): 268-274.
- [19] DEARING E, HAMILTON L C V. Contemporary advances and classic advice for analyzing mediating and moderating variables[J]. Monogr Soc Res Child Devel, 2006, 71(3): 88-104.
- [20] 王银. 女大学生进食障碍倾向及其与完美主义、家庭教养方式的关系研究[D]. 开封: 河南大学, 2016.
- [21] JOINER J T, HEATHERTON T F, RUDD M D, et al. Perfectionism, perceived weight status, and bulimic symptoms: two studies testing a diathesis stress model[J]. J Abn Psychol, 1997, 106(1): 145-153.
- [22] FREDRICKSON B L, ROBERTS T A. Objectification theory: Towards understanding women's lived experience and mental health risks[J]. Psychol Women Quart, 1997, 21(2): 173-206.
- [23] 任未多. 身体活动与运动锻炼的心理效应[J]. 体育科学, 1997, 17(3): 75-81.
- [24] SNYDER E E, SPREITZER E. High school athletic participation as related to college attendance among Black, Hispanic, and White males: a research note[J]. Youth Soc, 1990, 21(3): 390-398.