

藏汉儿童青少年体质量指数和心肺耐力的关系

胡正春¹, 曾祝平², 柴小江³, 尹小俭⁴

(1. 宁波大学科学技术学院 生命科学与材料化学学院, 浙江 宁波 315300;
2. 上海应用技术大学 经济与管理学院, 上海 201418; 3. 华东师范大学 体育与健康学院,
上海 200261; 4. 上海应用技术大学 体育教育部, 上海 201418)

摘 要: 分析藏汉儿童青少年在体质量指数(BMI)和心肺耐力上的异同点、变化规律及分布特征, 探讨藏汉儿童青少年 BMI 与心肺耐力之间的关系。采用随机个案法抽取我国 4 443 名 7~18 岁藏汉儿童青少年(汉族 2 400 名; 藏族 2 043 名)为研究对象, 对其进行身高、体质量和 20 m 往返跑(20 m SRT)的评定。运用 LMS 法构建藏汉儿童青少年 BMI 主要 SD 分布值和心肺耐力主要百分位分布特征; 采用线性回归探讨藏汉儿童青少年 BMI-Z 和 20 m SRT-Z 分之间的关系。结果: 15 岁前藏族男女生在 P_{50} 的 20 m SRT 成绩低于汉族男女生, 15 岁后藏族男女生在 P_3 、 P_{50} 和 P_{97} 的 20 m SRT 成绩均高于汉族男女生; 藏汉正常体质量儿童青少年的 20 m SRT 成绩高于超重肥胖儿童。藏汉儿童青少年 BMI-Z 分的范围是 -3.0~8.0, 除藏族男生外, 其他不同 BMI-Z 分组 20 m SRT-Z 的差异有统计学意义($P < 0.05$)。藏汉儿童青少年 20 m SRT-Z 分随 BMI-Z 分先升后降, BMI-Z 分较高或较低时, 20 m SRT-Z 分均较低。结论: 15 岁前藏族儿童心肺耐力低于汉族儿童, 而 15 岁后高于汉族儿童。正常体质量的藏汉儿童青少年心肺耐力高于超重肥胖儿童, 且藏汉儿童青少年 BMI 和心肺耐力之间大体呈“抛物线”变化关系。

关 键 词: 体质健康; 体质量指数; 心肺耐力; 儿童青少年; 藏族; 汉族;

中图分类号: G807 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7116(2020)03-0124-07

The relationship between the body mass index and cardiorespiratory fitness of Tibetan and Han children and teenagers

HU Zheng-chun¹, ZENG Zhu-ping², CHAI Xiao-jiang³, YIN Xiao-jian⁴

(1. School of Life Science and Material Chemistry, College of Science & Technology Ningbo University, Ningbo 315300, China; 2. School of Economics and Management, Shanghai Institute of Technology, Shanghai 201418, China; 3. School of Physical Education & Health, East China Normal University, Shanghai 200241, China; 4. Department of Physical Education, Shanghai Institute of Technology, Shanghai 201418, China)

Abstract: The authors analyzed the similarities and differences, changing patterns and distribution characteristics with respect to the body mass index (BMI) and cardiorespiratory fitness (CRF) of Tibetan and Han children and teenagers, so as to probe into the relationship between the BMI and CRF of Tibetan and Han children and teenagers. By using the random case method, the authors sampled 4 443 Tibetan and Han children and teenagers aged 7~18 in China (Han nationality: 2 400, Tibetan nationality: 2 043) as the research objects, evaluated their height, weight and 20m shuttling run (SRT), used the LMS method to establish the main SD distribution values of BMI and the main percentile distribution characteristics of Tibetan and Han children and teenagers, and used linear regression to probed into the relationship between the BMI-Z and 20m SRT-Z scores of Tibetan and Han children and teenagers. Results: before the age of 15, the 20m SRT scores at P_{50} of Tibetan boys and girls were lower than those of Han

收稿日期: 2019-12-16

基金项目: 全国教育科学“十三五”规划课题(DLA170389)。

作者简介: 胡正春(1978-), 男, 讲师, 硕士, 研究方向: 体质与健康科学。E-mail: huzhengchun@nbu.edu.cn 通讯作者: 尹小俭

boys and girls, after the age of 15, the 20m SRT scores at P_3 , P_{50} and P_{97} of Tibetan boys and girls were all higher than those of Han boys and girls; the 20m SRT scores of Tibetan and Han children and teenagers with a normal weight were higher than those of overweigh or obesity children. The range of BMI-Z scores of Tibetan Han children and teenagers was -3.0~8.0; except Tibetan boys, the differences in the 20m SRT-Z scores of other different BMI-Z groups were statistically significant ($P<0.05$). Together with BMI-Z scores, the 20m SRT-Z scores of Tibetan children and teenagers increased first and then decreased; when BMI-Z scores were relatively high or low, 20m SRT-Z scores were relatively low. Conclusions: the CRF of Tibetan children was lower than that of Han children before the age of 15, but higher than that of Han children after the age of 15. The CRF of Tibetan and Han children and teenagers with a normal weight was higher than that of overweigh or obesity children, and there was a roughly “parabolic” changing relationship between the BMI and CRF of Tibetan and Han children and teenagers.

Key words: physical health; BMI; cardiorespiratory fitness; children and teenagers; Tibetan nationality; Han nationality

近年来国内外已有学者对不同种族人群在体质量指数(BMI)与心肺耐力(CRF)进行了研究。在 BMI 方面,研究发现高原地区儿童青少年发育水平低、生长发育指标低于 WHO 和汉族及其他低海拔民族^[1]。在心肺耐力方面,国外研究发现儿童青少年时期心肺耐力在不同种族、不同地区、不同年龄上存在差异性^[2-4]。国内相关研究表明,汉族与壮族、瑶族、塔吉克族等民族儿童青少年心肺耐力存在差异,且不同年龄段、不同性别等方面表现不同^[5-6],藏族成年人具有更好的运动能力,但心肺耐力略低或相似于汉族^[7-8]。不过,也有研究显示,种族差异对儿童青少年心肺耐力水平不产生显著性影响^[9]。因此,在儿童青少年时期,汉族和藏族在 BMI 与心肺耐力上是否存在差异性将有待于进一步研究。

本研究以 4 443 名藏汉 7~18 岁儿童青少年为研究对象,分析藏汉儿童青少年 BMI、心肺耐力差异性、变化规律及分布特征,同时探讨藏汉儿童青少年 BMI 和 CRF 的关系,从而为促进我国儿童青少年健康成长提供理论与实践依据。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

本研究于 2016 年采用立意抽样法在全国选择 92 477 名汉族和 2 428 名拉萨藏族儿童青少年进行身高、体质量和 20 m SRT 测试。全国汉族儿童青少年所测地区包括黑龙江、吉林、辽宁、北京、河北、河南、山西、内蒙古、甘肃、新疆、陕西、江苏、江西、山东、上海、四川、云南、浙江、安徽、福建、贵州、湖南、广西、海南、广东等,涵盖华东、华北、华中、华南、东北、西北、西南七大行政区。在此基础上采用 SPSS 随机个案法随机抽取全国汉族学生 2 400 名(男 1 200 名,女 1 200 名)和拉萨藏族 2 043 名(男 1 015 名,女 1 028 名)7~18 岁儿童青少年作为研究对象。

1.2 测试方法

身高、体质量测量按照“全国学生体质调研工作手册实施细则”进行,要求学生穿戴轻便衣物、脱鞋进行测试,测试数值保留 1 位小数^[10]。BMI=体重(kg)/身高²(m²),依据《WHO 2007 年龄别儿童青少年生长发育标准》划分为消瘦、正常、超重和肥胖 4 类^[11]。

已有研究显示,全球有 50 多个国家采用 20 m SRT 评定儿童青少年心肺耐力,在评定心肺耐力上,20 m SRT 具有较高的测试效度^[12]。因而本研究采用 20 m SRT 评定藏汉儿童青少年的心肺耐力。具体 20 m SRT 测试方法为:测试者热身站后站在相隔 20 m 的 2 条横线其中 1 条,按音乐节奏以每分钟为 1 级,由慢到快的 20 m 往返直线跑,初始级的速度为 8.0 km/h,第 2 级为 9.0 km/h,随后每升高 1 级跑速增加 0.5 km/h,当测试者不能维持音乐所设定的速度而中途停止跑步,或连续 2 次不能在音乐响起前到达端线,终止测试,以往返跑总次数记为最终成绩。对测试过程中可能影响测试结果可控因素(受试者测试动机、测试环境条件等)进行严格控制^[13]。

1.3 统计方法

依据汉族儿童青少年年龄-性别 BMI 和 20 m SRT 的均值与标准差,对相应年龄-性别藏族儿童青少年上述指标进行标准化转换^[14]。利用 LMS 法构建藏汉族 7~18 岁儿童青少年 BMI 和 20 m SRT 成绩主要百分位分布值^[15];采用单因素方差分析比较不同营养状况藏汉儿童青少年 20 m SRT 成绩及不同 BMI-Z 分分组 20 m SRT-Z 分;构建线性回归模型探讨 BMI-Z 和 20 m SRT-Z 的关系;检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果与分析

2.1 藏汉儿童青少年 BMI 和 CRF 变化规律及分布特征

1) 藏汉儿童青少年 BMI 主要 SD 分布值变化规律。

图 1 比较了藏汉 7~18 岁儿童青少年 BMI 主要 SD 分布值(-2SD、M、1SD)。男生方面,藏汉 7~18 岁儿

童青少年 BMI 主要 SD 分布值呈现随着年龄增长逐步增长的趋势,汉族各年龄段 BMI 主要 SD 分布值均高于同年龄藏族;女生方面,除 7~8 岁藏族女生外,在

15 岁之前, BMI 主要 SD 分布值呈现快速增长趋势,而 15 岁之后, BMI 主要 SD 分布值增幅放缓,汉族 8~18 岁 BMI 主要 SD 分布值均略高于同年龄藏族。

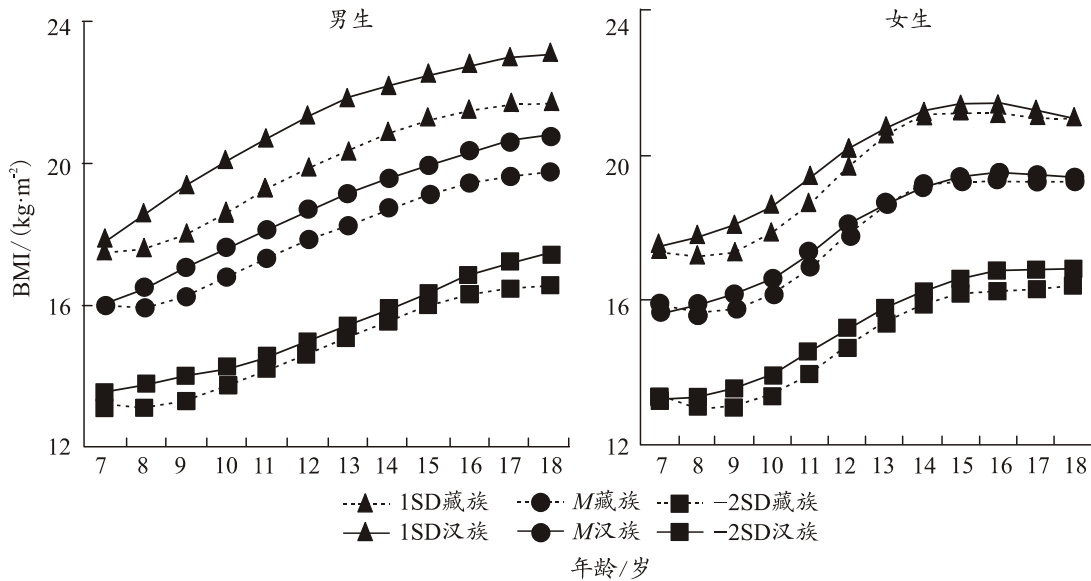


图 1 藏汉 7~18 岁儿童青少年 BMI 主要 SD 分布值变化规律

2)藏汉儿童青少年 20 m SRT 主要百分位分布值变化规律。

图 2 比较了藏汉 7~18 岁儿童青少年 20 m SRT 百分位数值(P_3 、 P_{50} 、 P_{97})。15 岁之前藏族儿童 P_{50} 的 20 m SRT 成绩低于汉族儿童; 15 岁之后, 藏族儿童的 P_3 、 P_{50} 、 P_{97} 的 20 m SRT 成绩均高于汉族儿童。男生方面,

藏汉 7~18 岁儿童青少年 20 m SRT 呈现随着年龄增长均逐步增加的趋势,汉族 15 岁之前增长较快, 15 岁之后增速放缓;藏族 15 岁之前增长较慢, 15 岁之后增速加快。女生方面,藏族 7~18 岁儿童青少年 20 m SRT 呈现随着年龄增长逐渐增加的趋势,汉族 7~15 岁逐渐增长, 15 岁之后略有降低。

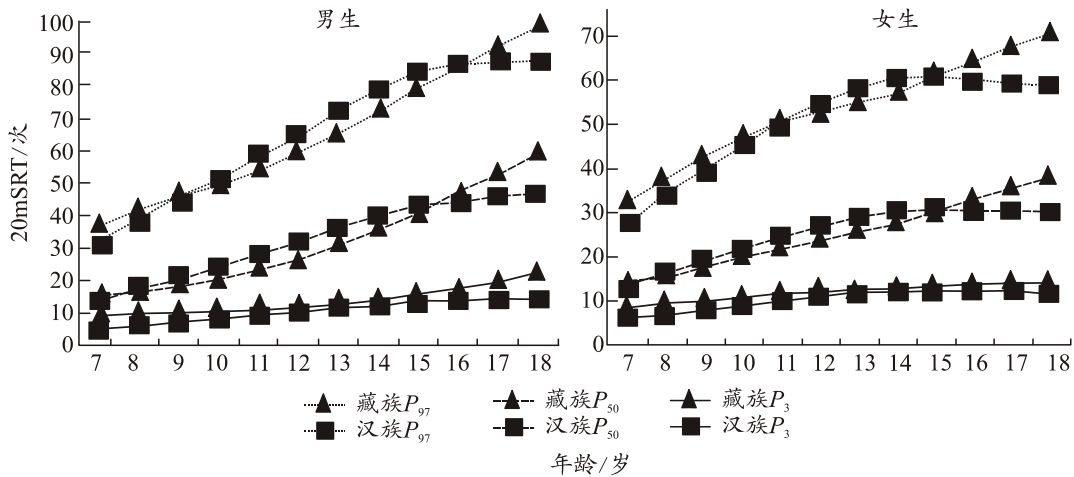


图 2 藏汉 7~18 岁儿童青少年 20 m SRT 主要百分位分布值变化规律

2.2 藏汉儿童青少年 BMI 与 CRF 相关性分析

1)藏汉儿童青少年超重、肥胖、正常和消瘦组 20 m SRT 比较。

表 1 显示不同营养状况藏汉男生 20 m SRT 成绩。总体而言,汉族消瘦、正常、超重和肥胖组 20 m SRT

分别为 35.08、36.06、31.68 和 24.38 次,差异有统计学意义($P < 0.01$);藏族消瘦、正常、超重和肥胖组分别为 35.73、35.25、27.58 和 22.36 次,差异有统计学意义($P < 0.01$)。结果显示,正常组男生 20 m SRT 成绩明显高于超重肥胖组。

表1 藏汉男生各年龄段不同营养状况 20 m SRT 成绩比较 ($\bar{x} \pm s$)

年龄/岁	民族					次(人数)	
		消瘦	正常	超重	肥胖	F	P
7~12	汉族	23.6±11.29(35)	23.79±11.36(355)	24.10±10.23(110)	19.69±9.51(100)	5.392	0.001
	藏族	24.59±9.85(44)	21.99±10.75(400)	21.27±9.24(63)	19.74±8.72(35)	2.018	0.110
13~15	汉族	42.38±17.44(21)	45.35±18.00(203)	40.35±15.86(53)	37.48±16.53(23)	2.301	0.077
	藏族	30.36±13.62(22)	40.84±18.86(153)	35.38±15.98(24)	20.86±8.47(7)	4.506	0.004
16~18	汉族	48.89±22.3(18)	46.38±18.60(239)	44.17±14.34(30)	37.31±8.96(13)	1.337	0.262
	藏族	54.75±18.9(32)	55.48±18.72(220)	48.60±12.74(10)	42.80±7.73(5)	0.956	0.414
合计	汉族	35.08±19.6(74)	36.06±19.09(797)	31.68±15.38(193)	24.38±13.40(136)	5.989	0.000
	藏族	35.73±19.48(98)	35.25±21.05(773)	27.58±14.79(97)	22.36±11.03(47)	4.752	0.003

表2显示不同营养状况藏汉女生20 m SRT成绩。总体而言,汉族消瘦、正常、超重和肥胖组20 m SRT成绩分别为26.27、27.58、24.26和18.29次,差异有统计学意义($P < 0.01$);藏族消瘦、正常、超重和肥胖

组分别为28.23、27.96、20.81和17.06次,差异有统计学意义($P < 0.01$)。结果显示,正常组女生20 m SRT成绩明显高于超重肥胖组。

表2 藏汉女生各年龄段不同营养状况 20 m SRT 成绩比较 ($\bar{x} \pm s$)

年龄/岁	民族					次(人数)	
		消瘦	正常	超重	肥胖	F	P
7~12	汉族	21.35±10.24(23)	21.76±9.82(443)	21.63±10.95(95)	16.72±8.13(39)	3.148	0.025
	藏族	23.68±9.56(37)	20.80±10.31(420)	19.24±7.85(51)	15.73±5.78(11)	2.018	0.110
13~15	汉族	33.86±16.14(14)	33.94±14.22(246)	31.97±14.72(31)	25.89±6.03(9)	1.062	0.366
	藏族	30.36±13.62(22)	40.84±18.86(153)	35.38±15.98(24)	20.86±8.47(7)	1.129	0.338
16~18	汉族	26.67±6.94(18)	31.40±12.30(267)	25.27±6.90(11)	16.50±4.65(4)	3.682	0.012
	藏族	33.11±13.22(28)	38.62±14.38(248)	21.56±17.02(9)	22.00±2.83(2)	6.010	0.001
合计	汉族	26.27±12.08(55)	27.58±12.99(956)	24.26±12.35(137)	18.29±8.28(52)	4.889	0.002
	藏族	28.23±12.09(78)	27.96±14.20(853)	20.81±9.70(80)	17.06±6.37(17)	5.335	0.001

2)藏汉儿童青少年不同BMI-Z分分组20 m SRT-Z分比较。

表3显示,藏汉儿童青少年BMI-Z分范围介于-3.0~8.0之间。根据BMI-Z分布情况对20 m SRT-Z分进行分组,以0.5个单位为1组,共分为14组。分别计算各BMI-Z分分组20 m SRT-Z分。结果显示,除藏族男生外,不同BMI-Z分分组20 m SRT-Z分差

异均具有统计学意义($P < 0.05$)。结果显示,藏汉儿童青少年20 m SRT-Z分呈先上升后下降的变化趋势。据此,提出BMI-Z和20 m SRT-Z间存在二次函数关系假设。为验证这种假设是否成立,建立以BMI-Z和BMI-Z²为自变量,20 m SRT-Z为因变量的线性回归模型: $20\text{ m SRT-Z} = a \times \text{BMI-Z}^2 + b \times \text{BMI-Z} + c$,其中a为方程的二次项系数,b为一次项系数,c为常数。

表3 藏汉儿童青少年不同BMI-Z分分组 20 m SRT-Z分比较 ($\bar{x} \pm s$)

BMI-Z 分分组	汉族			藏族		
	男生	女生	合计	男生	女生	合计
-3.0~-2.5	-0.99±0.27	-	-0.99±0.34	-1.51±0.33	-1.16±0.15	-1.33±0.18
-2.5~-2.0	-0.91±0.72	-	-0.91±0.73	-0.24±0.43	-0.18±0.21	-0.21±0.25
-2.0~-1.5	-0.28±0.16	-0.14±0.11±	-0.20±0.18	0.22±0.27	0.18±0.12	0.19±0.17
-1.5~-1.0	0.17±0.10	-0.06±0.07	0.07±0.08	-0.04±0.08	0.24±0.07	0.08±0.08
-1.0~-0.5	0.06±0.04	-0.001±0.05	0.03±0.04	0.14±0.07	0.39±0.06	0.26±0.06
-0.5~-0.0	0.11±0.07	0.10±0.06	0.10±0.04	-0.001±0.06	0.06±0.04	0.03±0.04
-0.0~0.5	0.02±0.03	0.07±0.07	0.05±0.05	0.05±0.07	0.10±0.08	0.08±0.06
0.5~1.0	-0.05±0.02	-0.05±0.08	-0.05±0.07	-0.11±0.09	-0.02±0.07	-0.06±0.08
1.0~1.5	-0.23±0.06	-0.04±0.12	-0.14±0.07	-0.20±0.19	0.11±0.11	-0.02±0.13
1.5~2.0	-0.37±0.15	-0.16±0.12	-0.27±0.10	-0.70±0.22	-0.37±0.19	-0.47±0.15
2.0~2.5	-0.37±0.17	-0.22±0.16	-0.30±0.12	-0.48±0.23	-0.90±0.17	-0.72±0.15
2.5~3.0	-0.64±0.21	-0.53±0.31	-0.61±0.19	-0.51±0.23	-0.81±0.24	-0.64±0.20
3.0~3.5	-0.50±0.29	-0.55±0.22	-0.51±0.26	-0.54±0.00	-0.94±0.27	-0.80±0.25
3.5~8.0	-0.88±0.19	-0.83±0.12	-0.84±0.10	-1.00±0.00	-1.01±0.00	-1.01±0.00
F	3.053	2.195	4.443	1.617	2.969	4.078
P	<0.001	0.013	<0.001	0.074	<0.001	<0.001

3)藏汉儿童青少年 BMI-Z 与 20 m SRT-Z 的曲线拟合。

表 4 显示,除汉族男生 BMI-Z 和汉族女生 BMI-Z² 外,其他自变量的回归系数均有统计学意义($P < 0.05$),

20 m SRT-Z 与 BMI-Z 和 BMI-Z² 构成开口朝下的二次函数,即 20 m SRT-Z 随着 BMI-Z 分呈先升高后下降变化趋势(如图 3、4)。

表 4 不同性别藏汉儿童青少年 BMI-Z 与 20 m SRT-Z 线性回归分析

性别	民族	变量	β	标准误	t	P
男生	汉族	BMI-Z	-0.101	0.035	-2.859	0.004
		BMI-Z ²	-0.026	0.104	-1.782	0.075
	藏族	BMI-Z	-0.099	0.044	-2.243	0.025
		BMI-Z ²	-0.058	0.026	-2.192	0.029
女生	汉族	BMI-Z	-0.015	0.039	-0.400	0.689
		BMI-Z ²	-0.046	0.014	-3.212	0.001
	藏族	BMI-Z	-0.159	0.045	-3.543	<0.001
		BMI-Z ²	-0.049	0.024	-2.088	0.037
合计	汉族	BMI-Z	-0.062	0.026	-2.375	0.018
		BMI-Z ²	-0.035	0.010	-3.433	0.001
	藏族	BMI-Z	-0.124	0.031	-3.950	<0.001
		BMI-Z ²	-0.054	0.018	-3.090	0.002

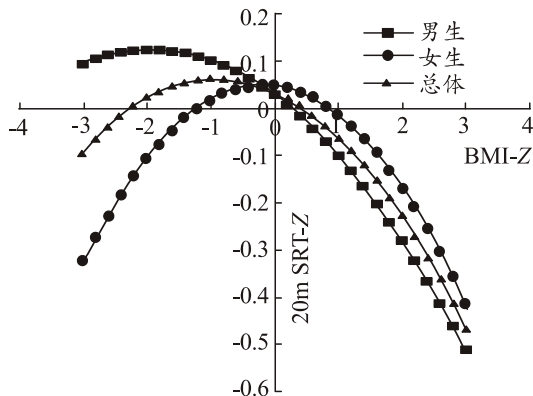


图 3 汉族 7~18 岁儿童青少年 BMI-Z 和 20 m SRT-Z 变化趋势

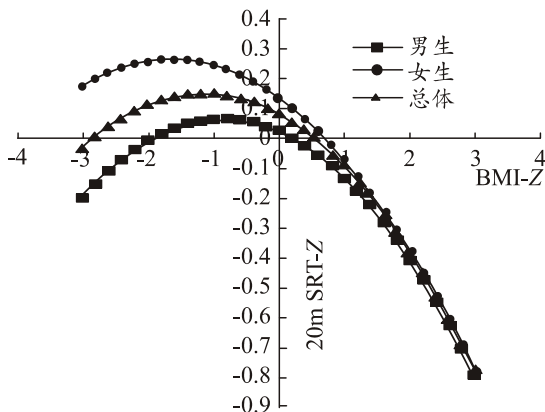


图 4 藏族 7~18 岁儿童青少年 BMI-Z 和 20 m SRT-Z 变化趋势

3 讨论

本研究表明,15 岁前藏族儿童心肺耐力低于汉族儿童,而 15 岁后,藏族男女生心肺耐力呈现“迅猛追赶式”增长,藏族男女生心肺耐力显著高于汉族男女

生。究其原因可能与遗传、环境因素以及饮食结构等因素有关。在遗传方面,多项研究发现与心肺耐力有关的身体机能的生长发育受到遗传因素影响^[16-18],因而藏族儿童心肺耐力增长高峰期晚于全国汉族儿童青少年。在环境因素方面,高原缺氧的环境可能影响藏族儿童的生长发育。已有研究发现,高原地区儿童青少年比低海拔地区有轻、矮、发育水平低、生长迟缓、胸径较大等特点^[19-20]。在饮食结构上,有研究证实,藏族人群长期身处青藏高原高寒的特殊气候环境,藏族人群与全国汉族人群在膳食结构上存在较大差异。藏族人群饮食结构呈现出高热量、高蛋白膳食、少蔬菜水果和海产,长期缺乏微量营养元素如无机盐、维生素等特点。藏族人群不均衡的饮食结构可能影响其机体机能的发展,因而致使藏族儿童青少年心肺耐力的突增期滞后于全国汉族^[21]。

本研究发现,正常体重藏汉儿童青少年的心肺耐力高于超重和肥胖藏汉儿童青少年,可能与体力活动水平、体脂率有关。在体力活动水平方面,Palomäki 等^[22]对芬兰 15~16 岁儿童进行的研究发现,超重儿童心肺耐力低于正常体重儿童,其原因在于超重儿童体力活动水平低于正常体重儿童。一项对英国 9~11 岁儿童进行 6 年跟踪的研究发现,6 年期间儿童 BMI 呈现上升趋势,心肺耐力呈下降趋势。该研究认为超重肥胖影响儿童参与体育锻炼的运动量,体力活动水平下降和心肺耐力的下降密切相关^[23]。在体脂率方面,Huang 等^[24]研究证实,体脂率较高、瘦体重不足、腹部脂肪堆积严重等现象对儿童青少年心肺耐力产生负

面效应。超重肥胖可能通过改变人体循环系统、呼吸系统的结构和机能,进而影响心肺耐力。如单纯性肥胖儿童青少年在无左心室肥大及临床症状前已有左心室舒张功能不全^[25],肥胖儿童患高血压的风险是正常体重儿童的3倍^[26]。超重肥胖儿童心肺耐力也可能受运动能力差、体育锻炼兴趣、动机不足、挫败感强等负性情绪的影响^[27]。

本研究发现,藏汉儿童青少年BMI-Z分和20 m SRT-Z分之间大体呈“抛物线”变化趋势,即随BMI-Z分增加,20 m SRT-Z分呈先上升后下降的趋势。目前国内国外身体成分和心肺耐力关系的研究,主要集中于BMI、体脂率、腰围和心肺耐力的关系。诸多研究证实,BMI与儿童心肺耐力呈负相关^[28-29]。也有研究通过线性模型进一步探讨BMI和心肺耐力的关系。赵玉秋等^[30]研究证实,儿童青少年BMI和体能呈二次函数关系,即随着BMI上升,体能呈先上升后下降的抛物线趋势。李明等^[31]对我国汉族儿童青少年进行研究发现,20 m SRT-Z随着BMI-Z分增加而呈现出先上升后降低的近似抛物线趋势。国外学者Alasiri等^[27]、Huang等^[32]的研究结果与本研究均具有相似之处。为了进一步揭示我国不同民族儿童青少年BMI和心肺耐力的关联性,促进我国儿童青少年心肺耐力的提高,本研究建立了藏汉儿童青少年BMI和心肺耐力之间线性方程模型。本研究结果提示,不仅超重和肥胖影响我国藏汉儿童青少年心肺耐力,消瘦也对我国藏汉儿童青少年的心肺耐力产生负面作用。我国政府、学校和家庭应采取相应措施,将儿童体重控制在正常范围,降低儿童消瘦、超重与肥胖的发生率。

本研究中汉族样本的选取来自全国七大行政区,而非拉萨的汉族。如前所述,心肺耐力和BMI可能受遗传、环境、体力活动、饮食结构等因素的影响,因此,今后应进一步探讨同一地区即拉萨藏族与汉族儿童青少年心肺耐力、BMI分布特征及两者之间的关系,从而为促进我国儿童青少年体质健康水平的发展提供理论与实践依据。

参考文献:

[1] 席焕久,温有锋,张海龙,等. 青藏高原与安第斯高原地区儿童青少年的身高、体重和胸围的对比[J]. 人类学学报, 2014, 33(2): 198-213.
[2] WILLIG A L, HUNTER G R, CASAZZA K, et al. Body fat and racial genetic admixture are associated with aerobic fitness levels in a multiethnic pediatric population[J]. *Obesity*, 2011, 19(11): 2222-2227.
[3] BOWSER J, MARTINEZ-DONATE A P, CARREL

A, et al. Disparities in fitness and physical activity among Children[J]. *WMJ*, 2016, 115(5): 245-250.
[4] GAMMON C, PFEIFFER K A, KAZANIS A, et al. Cardiorespiratory fitness in urban adolescent girls: Associations with race and pubertal status[J]. *J Sports Sci*, 2017, 35(1): 29-34.
[5] 郝文亭. 塔吉克族中小学生的体质的调查与研究[D]. 北京: 北京体育大学, 2014.
[6] 黄柳倩. 1985—2010年广西瑶、壮、汉族7~18岁学生体质状况的比较研究[J]. *体育科学*, 2013, 33(3): 62-70.
[7] NIU W, WU Y, LI B, et al. Effects of long-term acclimatization in lowlanders migrating to high altitude: Comparison with high altitude residents[J]. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 1995, 71(6): 543-548.
[8] GE R L, CHEN Q H, WANG L H, et al. Higher exercise performance and lower Vo_{2max} in Tibetan than Han residents at 4700 m altitude[J]. *Journal of Applied Physiology.*, 1994, 77(2): 684-691.
[9] GACHE J, FAKHOURI T, CARROLL D D, et al. Cardiorespiratory fitness levels among U.S. youth aged 12-15 years: United States, 1999-2004 and 2012[J]. *NCHS Data Brief*, 2014, 153: 1-8.
[10] 徐荣彬,宋逸,马军,等. 西藏藏族中小学生的1991—2014年超重与肥胖变化趋势分析[J]. *中国公共卫生*, 2017, 38(12): 1712-1716.
[11] YIN X J, XU Y T, JI L, et al. Nutrition in Chinese-Korean Children and Adolescents[J]. *Biomedical and Environmental Sciences*, 2016, 29(1): 24-40.
[12] TOMKINSON G R, LANG J J, TREMBLAY M S, et al. International normative 20 m shuttle run values from 1, 142, 026 children and youth representing 50 countries[J]. *Br J Sports Med*, 2017, 51: 1545-1554.
[13] 吴慧攀,尹小俭,李玉强,等. 中国汉族中学生20 m往返跑与心理亚健康的相关性[J]. *中国学校卫生*, 2017, 38(12): 1781-1784.
[14] 陈妍君,董彦会,杨忠平,等. 中国五大少数民族2014年7~18岁学生耐力素质现状[J]. *中国学校卫生*, 2018, 39(1): 32-34.
[15] 韩琳,武文宏,魏秋霞,等. 生长曲线偏度系数-中位数-变异系数法不同软件实现方法的比较[J]. *卫生研究*, 2015, 44(2): 317-320.
[16] WU T, KAYSER B. High altitude adaptation in Tibetans[J]. *High Altitude Medicine & Biology*, 2006, 7(3): 193-208.

- [17] 陈秋红, 格日力, 吴天一, 等. 海拔 3 417 m 地区藏汉少年运动负荷下心肺功能的变化[J]. 高原医学杂志, 1993, 9(3): 40-43.
- [18] XU S, LI S, YANG Y, et al. A genome-wide search for signals of high-altitude adaptation in Tibetans[J]. *Molecular Biology & Evolution*, 2011, 28(2): 1003-1014.
- [19] SCHEINFELDT L B, TISHKOFF S A. Living the high life: high-altitude adaptation[J]. *Genome Biology*, 2010, 11(9): 1-3.
- [20] CAMELO J S L, CAMPAÑA H, SANTOS R, et al. Effect of the interaction between high altitude and socioeconomic factors on birth weight in a large sample from South America[J]. *American Journal of Physical Anthropology*, 2006, 129(2): 305-310.
- [21] 肖艳杰, 席焕久. 西藏 7~18 岁藏族学生皮褶厚度与体成分研究[J]. *现代预防医学*, 2009, 36(7): 1236-1238.
- [22] PALOMÄKI S, HEIKINARO-JOHANSSON P, HUOTARI P. Cardiorespiratory performance and physical activity in normal weight and overweight Finnish adolescents from 2003 to 2010[J]. *J Sports Sci*, 2015, 33(6): 588-96.
- [23] STRATTON G, CANOY D, BODDY L M, et al. Cardiorespiratory fitness and body mass index of 9 to 11-year-old English children: a serial cross-sectional study from 1998 to 2004[J]. *Int J Obes*, 2007, 31(7): 1172-1178.
- [24] Huang Y C, MALINA R M. Body mass index and individual physical fitness tests in Taiwanese youth aged 9 - 18 years[J]. *International Journal of Pediatric Obesity Ijpo An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 2010, 5(5): 40-44.
- [25] 李红娟, 高宇, 王艳, 等. 不同体质量指数初一年级女生心肺功能发育水平比较[J]. *中国学校卫生*, 2014, 35(6): 803-805.
- [26] JONATHAN M S, TIM P, KATHY F, et al. Isolated systolic hypertension, obesity, and hyperkinetic hemodynamic states in children [J]. *J Pediatr*, 2002, 140(6): 660-666.
- [27] ALASIRI Z A, SHAHEEN A A M. Body mass index and health related physical fitness in Saudi girls and adolescents aged 8-15 years[J]. *Open Journal of Therapy & Rehabilitation.*, 2015, 3(4): 116-125.
- [28] ARAUJO S S D, MIGUEL-DOS-SANTOS R, SILVA R J S, et al. Association between body mass index and cardiorespiratory fitness as predictor of health status in schoolchildren[J]. *Revista Andaluza De Medicina Del Deporte*, 2015, 8(2): 73-78.
- [29] MORAN C A, PECCIN M S, BOMBIG M T, et al. Performance and reproducibility on shuttle run test between obese and non-obese children: A cross-sectional study[J]. *Bmc Pediatrics*, 2017, 17(1): 68.
- [30] 赵玉秋, 王法艳, 朱鹏, 等. 体重指数与儿童青少年体能指数关联性研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2012, 33(3): 265-268.
- [31] 李明, 尹小俭, 李玉强, 等. 中国汉族儿童青少年体质量指数与 20 m 往返跑的相关性[J]. *中国学校卫生*, 2017, 38(12): 1773-1776.
- [32] HUANG Y C, MALINA R M. BMI and health-related physical fitness in Taiwanese youth 9-18 years[J]. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2007, 39(4): 701-713.

