DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2025105

· 疾病控制 ·

新疆农牧区青少年肌肉质量指数及其与心血管危险因素的关联

赵亚莉[1],刘玮琛[2],刘圣泽[3],阿力木江[4]

1.喀什大学体育学院,新疆 844000;2.新疆职业大学公共教学部(体育教学部);
3.新疆师范大学体育学院;4.新疆伊犁州儿童医院保健科

【摘要】 **目的** 探究新疆农牧区青少年肌肉质量指数(MMI)及其与心血管危险因素之间存在的关联,为农牧区青少年心血管疾病的预防和干预提供参考和依据。**方法** 2023 年 3—7 月,采用分层整群随机抽样方法选取新疆伊犁农牧区 4 所中学 1 842 名 13~18 岁中学生,进行肌肉质量、体格指标、调查问卷和血液样本的检测与分析。采用单因素方差分析、Kruskal-Wallis H 检验、Mann-Whitney U 检验及 Logistic 回归进行统计学分析。**结果** 新疆农牧区 MMI 严重不足、不足、良好、充足的青少年体重、体质量指数(BMI)、腰围、肌肉质量、收缩压、舒张压、总胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、空腹血糖组间差异均有统计学意义(F 值分别为 326.78,634.76,261.67,134.56,80.14,16.78,5.84,21.67,3.42,P 值均<0.01)。Logisitc 回归分析结果显示,调整年龄、BMI 因素后,总体上 MMI 良好(OR=0.55~0.62)和充足(OR=0.52~0.57)青少年发生心血管危险因素聚集的风险均低于 MMI 不足的青少年(P 值均<0.05);按性别分层后,男生 MMI 良好(OR=0.48~0.62)和女生 MMI 良好(OR=0.61)青少年发生心血管危险因素聚集的风险也均低于 MMI 不足的青少年(P 值均<0.05)。**结论** 新疆农牧区青少年 MMI 与心血管健康呈正相关。应注重农牧区青少年肌肉力量锻炼,提高 MMI 对促进青少年心血管健康具有积极作用。

【关键词】 肌肉质量指数;心血管疾病;回归分析;青少年;少数民族

【中图分类号】 R 179 R 714.252 G 804.49 【文献标识码】 A 【文章编号】 1000-9817(2025)04-0588-05

Exploration of muscle mass index and its association with cardiovascular risk factors among adolescents in Xinjiang's agricultural and pastoral areas

ZHAO Yali, LIU Weichen, LIU Shengze, Alimujiang. *College of Physical Education, Kashi University, Kashi* (844000), *Xinjiang Uygur Autonomous Region, China*

【**Abstract**】 **Objective** To explore the muscle mass index (MMI) among adolescents in Xinjiang's agricultural and pastoral areas and its association with cardiovascular risk factors, providing references and basis for the prevention and intervention of cardiovascular diseases among adolescents in these regions. **Methods** From March to July 2023, a total of 1 842 students aged 13-18 years from four middle schools in Yili agricultural and pastoral areas of Xinjiang were selected using cluster random sampling. Measurements of muscle mass, physical indicators, questionnaires, and blood samples were conducted and analyzed. Statistical analyses were performed using one-way analysis of variance, Kruskal-Wallis H test, Mann-Whitney U test, and Logistic regression analysis. **Results** There were significant differences in weight, body mass index (BMI), waist circumference, muscle mass, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, total cholesterol, high-density lipoprotein cholesterol and fasting blood glucose among adolescents with severe, insufficient, good, and sufficient MMI in Xinjiang's agricultural and pastoral areas (F = 326.78, 634.76, 261.67, 134.56, 80.14, 16.78, 5.84, 21.67, 3.42, P<0.01). Logistic regression analysis showed that, after adjusting age and BMI, the risk of cardiovascular risk factors aggregation in adolescents with good (OR=0.55-0.62) and adequate (OR=0.52-0.57) MMI were lower than that in adolescents with insufficient MMI (P<0.05). After gender stratification, the risk of cardiovascular risk factors aggregation in adolescents with good MMI for boys (OR=0.48-0.62) and with good MMI for girls (OR=0.61) were also lower than that in adolescents with insufficient MMI (P<0.05). **Conclusions** MMI in adolescents from agricultural and pastoral areas of Xinjiang are positively correlated with cardiovascular health. Future efforts should focus on muscle strength training for adolescents in these areas, as improving MMI can play a positive role in promoting cardiovascular health in adolescents.

【**Keywords**】 Muscle mass index; Cardiovascular diseases; Regression analysis; Adolescent; Minority groups

研究表明,心血管危险因素聚集问题在青少年中高发,并且早期暴露于某个或多个心血管危险因素会导致成年期心血管疾病发生风险的急剧增高,对健康发展带来严重威胁[1-4]。研究发现,身体成分中的肌肉质量较低可能是青少年代谢失调的一个重要因素[5-7]。青少年肌肉量较高者与胰岛素抵抗水平较高有关,对保持机体稳定状态具有积极作用,而较低的肌肉量会导致代谢紊乱,对健康产生负面影响[8];青少年肌肉量与代谢综合征的发生也存在关联[9-10]。考虑到身高对肌肉质量的影响,本研究采用肌肉质量

【作者简介】 赵亚莉(1991-),女,陕西省人,硕士,讲师,主要研究方向为体育教学与健康促进。

【通信作者】 刘玮琛,E-mail:weihe88yi@sina.com

指数(muscle mass index, MMI)使评价更为客观准确[11],通过探究新疆农牧区青少年 MMI 及其与心血管危险因素之间的关联,为农牧区青少年心血管疾病的预防和干预提供参考和依据。

1　对象与方法

1.1　对象　采用分层整群随机抽样方法,于 2023 年 3—7 月抽取新疆伊犁农牧区的 4 所初中,以年级分层,每个年级采用随机数字表法抽取 2 个教学班级,以班级为抽样单位,共抽取初一至高三年级 48 个班级 1 917名 13~18 岁中学生进行测评。排除标准为青少年患有较为严重的慢性疾病,如血液疾病、肾脏疾病等;有先天心脏病者;近半年患有各类急性疾病者。剔除无效数据后,最终获得有效数据 1 842 份(96.09%)。其中男生 1 135 名,女生 707 名;平均年龄(15.62±1.41)岁。调查前得到监护人的知情同意,并签订书面知情同意书。本研究获得新疆伊犁哈萨克自治州儿童医院人类受试者保护委员会的审批(批号:3478218)。

1.2　调查方法

1.2.1　问卷及体格项目　问卷调查主要涉及学生的学校、班级、编号、性别、年龄等基本人口学信息等,体格项目的调查主要包括身高、体重、腰围、血压等。身高、体重、腰围使用全国学生体质健康调研要求的仪器和设备进行测评[12],身高和腰围精确到 0.1 cm,体重精确到 0.1 kg。血压采用欧姆龙电子血压计(HEM-7012 型)进行测试,依据全国学生体质健康调研要求的方法测试 3 次,以后 2 次测试结果的均值作为被试最终的血压值。血压偏高的判定标准依据“中国儿童青少年血压参照标准”,即收缩压或舒张压高于同年龄性别和身高的 P_{95}[13]。

1.2.2　身体成分　采用韩国产的 InBody 370 身体成分测试仪对被试瘦体重、骨量进行测试。全身肌肉质量=瘦体重-骨量,MMI=全身肌肉质量(kg)/[身高(m)]^2[14]。依据有关研究参考标准[15],本研究将农牧区青少年 MMI 分为充足、良好、不足和严重不足 4 个等级;充足和良好为高 MMI,不足和严重不足为低 MMI。体质量指数(body mass index, BMI)=体重(kg)/[身高(m)]^2,本研究依据《学龄儿童青少年超重与肥胖筛查》(WS/T 586—2018)判定青少年的超重和肥胖[16]。

1.2.3　血液生化指标　检测分析设备为美国 AU480 型分析仪,分析指标包括空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG)、三酰甘油(total cholesterol, TG)、高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、总胆固醇(triglyceride, TC)等。要求青少年于早晨空腹抽取肘部静脉血约 3 mL 于促凝管中,采用 TDL-5 型离心机离心 10 min,3 000 r/min,离心半径为 17.9 cm,将留取血清放置于医用冰箱中。异常判定标准依据美国儿科学会标准[17],即 FPG>5.6 mmol/L 为异常;TG≥1.47 mmol/L 判定为高三酰甘油血症;HDL-C≤1.04 mmol/L 为低 HDL-C 血症;LDL-C≥3.37 mmol/L 为高 LDL-C 血症;TC≥5.18 mmol/L 为高 TC 血症。青少年心血管危险因素的聚集为高血压、FPG 异常、高 TG、低 HDL-C 血症、高 LDL-C 血症、高 TC 血症的个数(1~2, ≥3 组)。

1.3　质量控制　问卷调查要求学生依据自身实际自行填写调查问卷,问卷填写后立即收回。体格测试时要求学生尽量穿轻薄衣物,以保障测试结果的准确性。血压测试前要求学生静坐 10 min 后进行测试。

1.4　统计学分析　数据采用 EpiData 3.1 软件进行录入,SPSS 25.0 软件进行分析。正态分布的计量资料采用($\bar{x}\pm s$)表示,非正态分布采用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示。不同 MMI 青少年间各变量的比较采用单因素方差分析或 Kruskal-Wallis H 检验、Mann-Whitney U 检验。计数资料采用频数和率描述,组间比较采用 χ^2 检验。以心血管危险因素是否聚集作为因变量,以 MMI 作为自变量进行 Logistic 回归分析。双侧检验水准 $\alpha=0.05$。

2　结果

2.1　新疆农牧区不同性别、年龄段青少年 MMI 分布特征　新疆农牧区不同性别青少年 MMI 分布差异有统计学意义($\chi^2=26.47$, $P<0.01$),其中男生严重不足、不足、良好、充足占比分别为 4.93%(56/1 135),28.19%(320/1 135),44.05%(500/1 135),22.82%(259/1 135);女生分别为 3.39%(24/707),20.79%(147/707),43.99%(311/707),31.82%(225/707)。男生和女生不同年龄组 MMI 人数分布相比较,差异均有统计学意义(χ^2 值分别为 530.75, 343.66, P 值均<0.01)。见表 1。

表 1　新疆农牧区不同年龄段青少年 MMI 分布

Table 1　MMI distribution among adolescents of different age groups in agricultural and pastoral areas of Xinjiang

性别	年龄/岁	人数	严重不足	不足	良好	充足
男	13~15	329	12(3.65)	61(18.54)	142(43.16)	114(34.65)
	16~18	806	44(5.46)	259(32.13)	358(44.42)	145(17.99)
女	13~15	316	6(1.90)	57(18.04)	151(47.78)	102(32.28)
	16~18	391	18(4.60)	90(23.02)	160(40.92)	123(31.46)

注:()内数字为构成比/%。

2.2　新疆农牧区不同 MMI 青少年基本特征比较　新疆农牧区不同 MMI 组别青少年体重、BMI、腰围、收缩压、TG、舒张压、TC、HDL-C 和 FPG,组间差异均有统计学意义(P 值均<0.01)。见表 2。

2.3　新疆农牧区青少年 MMI 与心血管危险因素聚集的 Logistic 回归分析　模型 1 未调整协变量,分析结果

显示,MMI 与心血管危险因素个数 1~2 组和≥3 组均呈正相关(P 值均<0.01)。模型 2 调整年龄、性别和 BMI 后,MMI 与心血管危险因素个数 1~2 组呈负相关(P<0.01)。模型 3 以正常体重和低 MMI 组为参照,超重肥胖和高 MMI 组与心血管危险因素个数 1~2 组(OR=2.92,95%CI=2.14~3.94)和≥3 组(OR=3.08,95%CI=2.13~4.39)均呈正相关(P 值均<0.01)。见表 3。

2.4 新疆农牧区不同性别青少年 MMI 与心血管危险因素聚集的关联 以是否存在心血管危险因素聚集(否=0,是=1)作为因变量,以 MMI 各组作为自变量,进行 Logisitc 回归分析,因 MMI 严重不足的人数较少,因此并入不足组作为参照。模型调整年龄、BMI 因素后,结果显示,总体上 MMI 良好和充足青少年发生心血管危险因素聚集的风险均低于 MMI 不足的青少年;按性别分层后,男生 MMI 良好和女生 MMI 良好青少年发生心血管危险因素聚集的风险也均低于 MMI 组别不足的青少年(P 值均<0.05)。见表 4。

表 2 新疆农牧区不同 MMI 青少年各指标比较($\bar{x}\pm s$)

Table 2 Comparison of each index in adolescents with different muscle mass indices in agricultural and pastoral areas of Xinjiang ($\bar{x}\pm s$)

MMI 分组	人数	年龄/岁	身高/cm	体重/kg	BMI/(kg·m^{-2})	腰围/cm	收缩压/mmHg	舒张压/mmHg	TC/(mmol·L^{-1})	HDL-C/(mmol·L^{-1})	LDL-C/(mmol·L^{-1})	FPG/(mmol·L^{-1})	TG/(mmol·L^{-1})[a]
严重不足	80	16.03±1.12	167.03±8.81	46.12±5.32	17.24±1.23	67.82±4.76	107.82±9.12	70.12±8.56	4.06±1.02	1.54±0.47	2.16±0.83	5.02±0.78	1.02(0.94,1.11)
不足	467	16.05±1.14	168.02±8.51	51.21±6.51	18.16±1.87	69.37±5.03	108.67±11.27	68.56±7.89	4.11±0.94	1.55±0.42	2.21±0.79	4.86±0.82	0.97(0.91,1.02)
良好	811	16.04±1.12	168.08±8.49	56.08±9.27	21.42±2.35	73.67±7.42	112.56±11.23	67.35±7.56	3.95±0.92	1.42±0.37	2.11±0.84	4.76±0.76	0.98(0.92,1.03)
充足	484	16.03±1.15	168.05±8.43	70.16±9.32	25.68±2.89	84.37±10.32	119.52±11.87	68.72±8.56	3.96±0.97	1.36±0.36	2.24±0.85	4.81±0.61	1.19(1.09,1.25)
F/H 值		17.12	1.57	326.78	634.76	261.67	80.14	16.78	5.84	21.67	2.49	3.42	25.47
P 值		<0.01	0.19	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	0.02	<0.01

注:[a]采用 $M(P_{25},P_{75})$ 描述;1 mmHg=0.133 kPa。

表 3 新疆农牧区青少年 MMI 与心血管聚集危险因素 Logistic 回归分析[OR 值(95%CI)]

Table 3 Logistic regression analysis of MMI and cardiovascular aggregation risk factors in adolescents in agricultural and pastoral areas of Xinjiang [OR(95%CI)]

模型	自变量	心血管危险因素个数 1~2	心血管危险因素个数≥3
模型 1	MMI	1.39(1.23~1.55)**	1.59(1.38~1.83)**
模型 2	MMI	0.75(0.64~0.91)**	0.86(0.69~1.09)
模型 3	正常体重和低 MMI	1.00	1.00
	正常体重和高 MMI	0.91(0.72~1.18)	0.87(0.61~1.24)
	超重肥胖和低 MMI	6.77(0.74~58.86)	5.58(0.86~35.07)
	超重肥胖和高 MMI	2.92(2.14~3.94)**	3.08(2.13~4.39)**

注:** P<0.01;模型 3 排除 2 名消瘦青少年。

表 4 新疆农牧区不同性别青少年 MMI 与心血管危险因素聚集关联[OR 值(95%CI)]

Table 4 Association between MMI and cardiovascular aggregation risk factors in adolescents of different genders in agricultural and pastoral areas of Xinjiang[OR(95%CI)]

性别	MMI 分组	人数	心血管危险因素个数 1~2	心血管危险因素个数≥3
男	不足	376	1.00	1.00
	良好	500	0.62(0.44~0.85)**	0.48(0.31~0.82)**
	充足	259	0.57(0.34~0.97)*	0.57(0.29~1.19)
女	不足	171	1.00	1.00
	良好	311	0.61(0.39~0.92)*	0.63(0.36~1.13)
	充足	225	0.59(0.32~1.08)	0.47(0.22~1.04)
合计	不足	547	1.00	1.00
	良好	811	0.62(0.47~0.81)**	0.55(0.38~0.81)**
	充足	484	0.57(0.38~0.86)**	0.52(0.31~0.88)*

注:* P<0.05,** P<0.01。

3 讨论

既往研究结果显示,高肌肉质量对降低成年人骨质疏松具有积极作用,并对心血管健康起到积极影响[18-20]。本研究结果显示,对新疆农牧区青少年的年龄、性别和 BMI 调整后分析发现,MMI 良好和充足的青少年心血管危险因素聚集的发生风险均降低。可见在青少年时期保持较好的肌肉质量对心血管危险因素聚集的发生及未来成年期心血管健康具有积极的影响。一项针对西藏地区青少年的调查结果显示,男生骨骼肌质量及骨骼肌增长速度均高于女生,与本研究结论一致[21]。本研究中,新疆农牧区青少年男生的 MMI 高于女生,可能与性别差异带来的激素分泌水平不同有关,随着青春期的到来,男生雄性激素的分泌使得肌肉快速增长,而女生相对滞后[22]。本研究结果还显示,农牧区 16~18 岁男生 MMI 不足的比例高于 13~15 岁男生,可能因为随着年龄的增长,青少年主要以身高的增长为主,加之能量消耗较大、营养不均衡等问题的发生,导致肌肉质量与身高的增长不相适应,从而导致高年龄段青少年 MMI 不足的比例较高。

本研究结果显示,新疆农牧区青少年 MMI 水平与心血管危险因素聚集之间为正相关,然而在调整 BMI 以后,两者的关系转变为负相关。可能因为 BMI 也是心血管危险因素聚集的危险因素,BMI 与 MMI 呈正相关,因此未调整 BMI 时,MMI 与心血管危险因素聚集呈现正相关[23];校正相关协变量后,MMI 越高的青少年心血管危险因素聚集的风险越低。

本研究结果还发现,与 MMI 不足的青少年相比,MMI 良好及充足的青少年发生心血管危险因素聚集的风险均降低。有关研究发现,与肌肉质量正常者相比,肌肉质量较低者更易发生肥胖及各类代谢疾病,从而导致慢性心血管疾病的发生[24]。一项对西班牙

青少年的调查结果显示,肌肉健康与心血管代谢危险因素的聚集呈负相关,表明保持一定的肌肉质量对预防心血管疾病的发生具有积极作用[25]。针对青少年肌肉质量对心血管健康的积极作用机制,还可能因为肌肉质量的增加往往与积极的体育锻炼存在关联。而积极的体育锻炼能够促进身体的健康发展,降低各类心血管疾病的发生[26]。相反,有些青少年在成长过程中受到饮食行为不良、作息不规律影响,体内激素分泌失调,也会导致肌肉质量不足或肌肉受损情况的发生,对血脂、血糖产生不利影响,从而引起心血管危险因素的聚集[27]。本研究中新疆农牧区青少年 MMI 水平与心血管危险因素聚集之间的关系在性别之间存在差异。可能因为男生与女生相比,其身体脂肪的分布不同,而腹部脂肪的堆积更易导致心血管疾病的发生,是其重要的危险性因素[28]。

本研究也存在一定的局限性:首先,研究为横断面研究,无法确定因果,未来应进行队列研究,以更好地分析因果关联。其次,仅对农牧区中学生进行了评估,年龄和参与者测试范围有限,推广至其他年龄段或群体时需谨慎。最后,调整的协变量有限,未来应增加体力活动、生活方式、饮食行为等变量,以更为准确地分析结果。

综上所述,新疆农牧区青少年在调整 BMI 后,MMI 较低者可能会导致心血管危险因素聚集风险的增加。未来应加强农牧区青少年体育锻炼,尤其以抗阻锻炼为主,提高肌肉质量水平,对降低心血管危险因素的聚集、提高青少年心血管健康水平具有积极帮助。

利益冲突声明　所有作者声明无利益冲突。

参考文献

[1] 张慧.宁夏地区儿童青少年心血管疾病危险因素及其交互作用对心血管结构和功能的影响[D].银川:宁夏医科大学, 2022.
ZHANG H.Effects of cardiovascular disease risk factors and their interaction on cardiovascular structure and function in children and adolescents in Ningxia[D].Yinchuan:Ningxia Medical University, 2022.(in Chinese)

[2] 李双双,马传伟,席波.中国 7~17 岁儿童青少年 1993-2011 年血压偏高变化趋势分析[J]. 中国学校卫生,2016,37(10):1449-1452.
LI S S,MA C W,XI B.Trends in elevated blood pressure among Chinese children and adolescents,1993-2011[J].Chin J Sch Health,2016,37(10):1449-1452.(in Chinese)

[3] 马玲.不同身体活动量儿童青少年心血管疾病危险因素研究及风险评价[D].银川:宁夏医科大学, 2021.
MA L. Research on cardiovascular disease risk factors and risk evaluation of children and adolescents with different levels of physical activity[D].Yinchuan:Ningxia Medical University, 2021.(in Chinese)

[4] 席波.重视儿童肥胖与近期亚临床心血管损害[J]. 中国学校卫生, 2019, 40 (6):803-804.
XI B.Children obesity and short-term subclinical cardiovascular damage[J].Chin J Sch Health, 2019, 40 (6):803-804.(in Chinese)

[5] IDA S, KANEKO R, IMATAKA K, et al.Effects of antidiabetic drugs on muscle mass in type 2 diabetes mellitus[J].Curr Diabetes Rev, 2021,17(3):293-303.

[6] KIM H J, JUNG D W, WILLIAMS D R.Age is just a number:progress and obstacles in the discovery of new candidate drugs for sarcopenia[J].Cells,2023,12(22):2608.

[7] MERZ K E, THURMOND D C.Role of skeletal muscle in insulin resistance and glucose uptake[J].Compr Physiol,2020,10(3):785-809.

[8] LIU J T,YAN Y K,XI B,et al. Skeletal muscle reference for Chinese children and adolescents[J]. J Cachexia Sarcopenia Muscle,2018,10(1):155-164.

[9] KIM J H,PARK Y S.Low muscle mass is associated with metabolic-syndrome in Korean adolescents:the Korea national health and nutrition examination survey 2009-2011[J].Nutr Res,2016,36(12):1423-1428.

[10] GRACIA-MARCO L,MORENO L A,RUIZ J R,et al. Body composition indices and single and clustered cardiovascular disease risk factors in adolescents:providing clinical-based cut-points[J]. Prog Cardiovasc Dis,2016,58(5):555-564.

[11] WENG L, XU Z, CHEN Y, et al.Associations between the muscle quality index and adult lung functions from NHANES 2011-2012[J].Front Public Health,2023,11:1146456.

[12] 全国学生体质与健康调研组. 2014 年全国学生体质与健康调研手册[M].北京:高等教育出版社,2014:41-47.
Group National Student Physical Fitness and Health Survey. 2014 national student physical fitness and health survey handbook[M].Beijing:Higher Education Press,2014:41-47.(in Chinese)

[13] 范晖,闫银坤,米杰.中国 3~17 岁儿童性别、年龄别和身高别血压参照标准[J].中华高血压杂志,2017,25(5):428-435.
FAN H,YAN Y K,MI J.Updating blood pressure references for Chinese children aged 3-17 years[J].Chin J Hypertens,2017,25(5):428-435.(in Chinese)

[14] GUO B, XU Y, GONG J, et al.Reference data and percentile curves of body composition measured with dual energy X-ray absorptiometry in healthy Chinese children and adolescents[J]. J Bone Miner Metab,2015,33(5):530-539.

[15] GUO B, WU Q, GONG J, et al.Relationships between the lean mass index and bone mass and reference values of muscular status in healthy Chinese children and adolescents[J]. J Bone Miner Metab,2016,34(6):703-713.

[16] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.学龄儿童青少年超重与肥胖筛查:WS/T 586—2018[S].北京:中国标准出版社,2018.
National Health and Family Planning Commission of the PRC. Screening for overweight and obesity in school-age children and adolescents:WS/T 586-2018[S].Beijing:Standards Press of China,2018.(in Chinese)

[17] Expert Panel on Integrated Guidelines for Cardiovascular Health and Risk Reduction in Children and Adolescents,National Heart Lung and Blood Institute.Expert panel on integrated guidelines for cardiovascular health andrisk reduction in children and adolescents:summary report[J].Pediatrics,2011,128(Suppl 5):S213-S256.

(下转第 596 页)

tics of scarlet fever cases in Songjiang District, Shanghai, 2017-2021 [J]. South China J Prev Med, 2023, 49(6): 747-750. (in Chinese)

[13] 崔瑾钰, 张业武, 苏雪梅. 2010—2019 年中国猩红热发病时空扫描分析[J]. 疾病监测, 2023, 38(3): 287-293.
CUI J Y, ZHANG Y W, SU X M. Spatiotemporal scan statistic of scarlet fever in China, 2010-2019[J]. Dis Surveill, 2023, 38(3): 287-293. (in Chinese)

[14] 向媛媛. 全国猩红热发病空间分布特征及贝叶斯时空建模研究[D]. 兰州: 兰州大学, 2023.
XIANG Y Y. Spatial distribution characteristics and Bayesian spatiotemporal modeling of scarlet fever incidence in China[D]. Lanzhou: Lanzhou University, 2023. (in Chinese)

[15] 孙立昆, 蔡旺林, 任丽君. 2012—2021 年北京市石景山区细菌性痢疾流行病学特征分析[J]. 预防医学情报杂志, 2023, 39(7): 747-752.
SUN L K, CAI W L, REN L J. The epidemiological characteristics of bacillary dysentery cases in Shijingshan District of Beijing from 2012 to 2021[J]. J Prev Med Inf, 2023, 39(7): 747-752. (in Chinese)

[16] 卢欣荣, 吕波, 栾博, 等. 2010—2019 年吉林省细菌性痢疾流行特征分析[J]. 实用预防医学, 2021, 28(4): 439-441.
LU X R, LÜ B, LUAN B, et al. Epidemic characteristics of bacillary dysentery in Jilin Province, 2010-2019[J]. Pract Prev Med, 2021, 28(4): 439-441. (in Chinese)

[17] 郝彩霞, 刘雅琼, 袁珩, 等. 2011—2020 年四川省细菌性痢疾流行病学特征分析[J]. 预防医学情报杂志, 2022, 38(7): 906-911.
HAO C X, LIU Y Q, YUAN H, et al. Analysis on the epidemiological characteristics of bacillary dysentery in Sichuan Province from 2011 to 2020[J]. J Prev Med Inf, 2022, 38(7): 906-911. (in Chinese)

[18] 田祎, 黄瑛, 陈艳伟, 等. 2016—2019 年北京市细菌性痢疾流行病学特征分析[J]. 首都公共卫生, 2022, 16(4): 244-248.
TIAN Y, HUANG Y, CHEN Y W, et al. Epidemiological characteristics analysis of bacillary dysenteric cases in Beijing, 2016-2019[J]. Cap J Public Health, 2022, 16(4): 244-248. (in Chinese)

[19] 王前, 李涛, 杜昕, 等. 2015—2019 年全国肺结核报告发病情况分析[J]. 中国防痨杂志, 2021, 43(2): 107-112.
WANG Q, LI T, DU X, et al. The analysis of national tuberculosis reported incidence and mortality, 2015-2019[J]. Chin J Antituberc, 2021, 43(2): 107-112. (in Chinese)

[20] REUTER A, HUGHES J, FURIN J. Challenges and controversies in childhood tuberculosis[J]. Lancet, 2019, 394(10202): 967-978.

[21] 张正斌, 余爱平, 鲁周琴, 等. 武汉市 2017—2020 年学校肺结核聚集性疫情特征及影响因素分析[J]. 中国学校卫生, 2021, 42(9): 1418-1422.
ZHANG Z B, YU A P, LU Z Q, et al. Epidemic characteristics and associated factors of pulmonary tuberculosis aggregation in school in Wuhan during 2017-2020[J]. Chin J Sch Health, 2021, 42(9): 1418-1422. (in Chinese)

[22] 中华人民共和国国务院办公厅关于印发中国遏制与防治艾滋病"十三五"行动计划的通知[EB/OL]. (2017-01-19)[2025-03-25]. https://www.gov.cn/zhengce/content/2017-02/05/content_5165514.htm.

[23] 中华人民共和国国家卫生健康委, 中央宣传部, 中央政法委, 等. 关于印发遏制艾滋病传播实施方案(2019—2022 年)的通知(国卫疾控发[2019]54 号)[EB/OL]. (2019-09-11)[2025-03-25]. https://hivpreventioncoalition.unaids.org/sites/default/files/attachments/implementation_plan_to_curb_the_spread_of_aids_2019-2022_-_china.pdf.

收稿日期: 2024-11-14 **修回日期**: 2025-01-27 **本文编辑**: 汤建军

(上接第 591 页)

[18] MOMMA H, KAWAKAMI R, HONDA T, et al. Muscle-strengthening activities are associated with lower risk and mortality in major noncommunicable diseases: a systematic review and Meta-analysis of cohort studies[J]. Br J Sports Med, 2022, 56(13): 755-763.

[19] LI G, LI J, GAO F. Exercise and cardiovascular protection[J]. Adv Exp Med Biol, 2020, 1228: 205-216.

[20] PASCHOU S A, BLETSA E, STAMPOULOGLOU P K, et al. Thyroid disorders and cardiovascular manifestations: an update[J]. Endocrine, 2022, 75(3): 672-683.

[21] 高逸远, 果吉尔锑, 张树成, 等. 西藏曲水县 6~15 岁藏族儿童青少年 LMS 法骨骼肌和脂肪相关指标分析[J]. 中国计划生育学杂志, 2020, 28(10): 1529-1534.
GAO Y Y, GUOJI E T, ZHANG S C, et al. LMS analysis of muscle, fat and other related indicators of 6-15 years old Tibetan children and adolescents in Qushui County of Lhasa[J]. Chin J Fam Plann, 2020, 28(10): 1529-1534. (in Chinese)

[22] NUZZO J L. Sex differences in skeletal muscle fiber types: a Meta-analysis[J]. Clin Anat, 2024, 37(1): 81-91.

[23] 丁文清, 董虹孛, 米杰. 中国儿童青少年血脂异常流行现状 Meta 分析[J]. 中华流行病学杂志, 2015, 36(1): 71-77.
DING W Q, DONG H B, MI J. Prevalenee of dyslipidemia in Chinese children and adolescents: a Meta-analysis[J]. Chin J Epidemiol, 2015, 36(1): 71-77. (in Chinese)

[24] SWALSINGH G, PANI P, BAL N C. Structural functionality of skeletal muscle mitochondria and its correlation with metabolic diseases[J]. Clin Sci (Lond), 2022, 136(24): 1851-1871.

[25] ARTERO E G, RUIZ J R, ORTEGA F B, et al. Muscular and cardiorespiratory fitness are independently associated with metabolic risk in adolescents: the HELENA study[J]. Pediatr Diabetes, 2011, 12(8): 704-712.

[26] 杨雪雪. 人体成分相关指标与动脉硬化的相关性研究[D]. 武汉: 华中科技大学, 2019.
YANG X X. Study on the correlation between body composition and arteriosclerosis[D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2019. (in Chinese)

[27] 王政和, 董彦会, 阳益德, 等. 多频生物电阻抗法与双能 X 线吸收法测量成年超重、肥胖人群全身肌肉含量的一致性分析[J]. 中华预防医学杂志, 2017, 51(3): 215-219.
WANG Z H, DONG Y H, YANG Y D, et al. Comparison of whole-body muscle mass assessed by dual-energy X-ray absorptiometry and multifrequency bioelectrical impedance in overweight and obese adults[J]. Chin J Prev Med, 2017, 51(3): 215-219. (in Chinese)

[28] CHENG S, WIKLUND P. The effects of muscle mass and musclequality on cardio-metabolic risk in peripubertal girls: a longitudinalstudy from childhood to early adulthood[J]. Int J Obes, 2018, 42(4): 648-654.

收稿日期: 2024-10-22 **修回日期**: 2025-02-07 **本文编辑**: 汤建军