

· 儿童期心血管病危险因素 ·

2014年中国13~18岁汉族学生耐力素质与血压状况的关联研究

闫晓晋 马宁 董彦会 刘云飞 张京舒 罗冬梅 胡佩瑾 宋逸 马军

北京大学公共卫生学院/北京大学儿童青少年卫生研究所 100191

通信作者:宋逸, Email:songyi@bjmu.edu.cn

【摘要】 目的 分析中国13~18岁汉族学生耐力素质与血压状况的关联。方法 利用2014年中国学生体质与健康调研报告中13~18岁汉族学生数据,依据《7岁~18岁儿童青少年血压偏高筛查界值》判定血压偏高及其各组分(单纯性SBP偏高、单纯性DBP偏高与混合性血压偏高),依据《国家学生体质健康标准(2014年修订)》对学生耐力素质进行评分,并按百分位划分为 P_0 ~、 P_{25} ~、 P_{50} ~、 P_{75} ~、 P_{100} 4组。采用趋势 χ^2 检验分析随着耐力素质的提高学生血压偏高及其组分检出率的变化趋势;采用logistic回归模型分析血压偏高在不同耐力素质水平的患病风险;采用分位数回归模型,分析不同血压水平与耐力素质水平的关系。结果 2014年中国13~18岁汉族学生血压偏高的检出率为9.2%。血压偏高及其各组分检出率随着耐力素质的提升而降低($P<0.001$)。以耐力素质 P_0 ~组学生为参照, P_{25} ~、 P_{50} ~和 P_{75} ~ P_{100} 3组学生发生血压偏高的OR值分别为0.89(95%CI: 0.84~0.95)、0.81(0.76~0.86)和0.79(0.74~0.84)。在超重/肥胖和营养正常的学生中耐力素质与血压偏高呈负相关,而在营养不良的学生中无相关性。分位数回归结果显示,在超重/肥胖的学生中, P_{10} 、 P_{25} 、 P_{50} 、 P_{75} 、 P_{90} 、 P_{95} 水平的SBP均与耐力素质呈负相关; P_{25} 及以上水平的DBP均与耐力素质呈负相关。在营养不良及营养正常的学生中,仅有部分水平的DBP与耐力素质呈负相关。结论 中国13~18岁汉族学生耐力素质与血压偏高呈负相关。在超重/肥胖的学生中,耐力素质与血压状况的关联性更强。提高学生耐力素质,可能有助于预防或改善血压偏高的发生。

【关键词】 血压偏高;耐力素质;汉族学生;分位数回归;营养状况**基金项目:**教育部人文社会科学研究规划基金(19YJA890022)

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200225-00176

Association between endurance quality and blood pressure levels in Han students aged 13-18 years in China, 2014

Yan Xiaojin, Ma Ning, Dong Yanhui, Liu Yunfei, Zhang Jingshu, Luo Dongmei, Hu Peijin, Song Yi, Ma Jun
School of Public Health, Peking University; Institute of Child and Adolescent Health, Peking University, Beijing 100191, China

Corresponding author: Song Yi, Email: songyi@bjmu.edu.cn

【Abstract】 Objective To analyze the association between the endurance quality and blood pressure levels in Han students aged 13-18 years in China. **Methods** We used the data of Han students aged 13-18 years from 2014 Chinese National Survey on Students' Constitution and Health. Elevated blood pressure and its components, including isolated elevated SBP, isolated elevated DBP, and mix elevated blood pressure, were evaluated according to the reference of screening for elevated blood pressure among children and adolescents aged 7-18 years. The students' endurance quality was scored according to the National Standards for Students' Physical Health (2014 revision) and categorized based on their percentiles into four groups as follows: P_0 -, P_{25} -, P_{50} -, and P_{75} - P_{100} . Trend χ^2 test was used to analyze the trend of the detection rates of elevated blood pressure and its components in different groups of endurance quality. Logistic regression model was used to estimate the odds ratio (OR) for elevated blood pressure and its components in different endurance quality groups and P_0 -group was set as reference group. Quantile regression model was used to analyze the association between different blood pressure levels and endurance quality. **Results** The detection rate of elevated blood pressure in the students aged 13-18 years in China in 2014 was 9.2%. The detection rate of elevated blood pressure and its components decreased with the improvement of endurance quality ($P<0.001$). With the P_0 - endurance quality group as reference, the OR(95% CI) were 0.89(0.84-0.95), 0.81(0.76-0.86) and 0.79(0.74-0.84) respectively in P_{25} -, P_{50} - and P_{75} - P_{100} endurance quality groups

respectively. The negative association existed between endurance quality and elevated blood pressure in overweight, obese and normal students, but not in malnourished students. The quantile regression analysis results showed that in overweight and obese students, the SBP levels at the P_{10} , P_{25} , P_{50} , P_{75} , P_{90} and P_{95} groups were negatively associated with the endurance quality, and the DBP levels at the P_{25} and above group were negatively associated with the endurance quality. In malnourished and normal students, only some levels of DBP were negatively associated with the endurance quality.

Conclusions The negative association existed between endurance quality and elevated blood pressure in Han students aged 13–18 years in China. In overweight and obese students, the association between endurance quality and blood pressure level was stronger. Improving students' endurance quality may facilitate the prevention of elevated blood pressure.

【Key words】 Elevated blood pressure; Endurance quality; Han students; Quantile regression; Nutritional status

Fund program: Humanities and Social Sciences Planning Fund Project, Ministry of Education (19YJA890022)

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200225-00176

高血压是指动脉 SBP 或 DBP 异常升高的一组临床症候群,是心脑血管疾病的重要危险因素^[1]。根据 2018 年中国心血管报告,中国儿童青少年高血压患病率呈持续上升趋势^[2]。研究显示,儿童青少年高血压的发展存在明显的“轨迹现象”,即儿童青少年时期的高血压容易延续至成年^[3],且易造成动脉粥样硬化、原发性左心室肥厚、肾功能损害及认知功能障碍等多种靶器官损伤^[4-7]。在不同人群中的研究都表明,成年人身体素质越好,患高血压的风险越低^[8-11],并且相比于力量素质,耐力素质与高血压的关联性更强^[12]。然而,目前较少有研究分析青少年耐力素质与血压状况的关系。本研究利用 2014 年中国学生体质与健康调研报告数据,分析中国 13~18 岁汉族学生耐力素质与血压状况的关联性,为成年期疾病早期预防干预措施的制定提供科学依据。

资料与方法

1. 资料来源:来源于 2014 年中国学生体质与健康调研报告。调研覆盖中国 31 个省(直辖市、自治区),在除西藏外的 30 个省(直辖市、自治区)采用多阶段分层随机整群抽样的方法抽取汉族学生样本。首先在各省根据社会经济状况选择“好”“中”“差”3 片地区,然后在每个片区确定调研点校,再以年级分层,以教学班为单位随机整群抽样构成调研样本。具体抽样方案见 2014 年中国学生体质与健康调研报告^[13]。本研究选取其中 13~18 岁的汉族学生作为研究对象,排除有以下情况之一者:①心、肺、肝、肾等重要脏器疾病(如心脏病、高血压、肺结核、肝炎、肾炎等);②身体发育异常(如侏儒症、巨人症);③身体残缺、畸形者,如严重脊柱侧弯、鸡胸、跛足、明显的 O 型腿和 X 型腿等;④急性病患者,或最近一个月内曾发热、腹泻等急性疾病而体力尚未恢复者。

2. 调查内容与方法:调查时间为 2014 年 9—11 月。调查内容包括学生形态、机能、素质和健康指标,由经过统一培训的检测人员进行调查。本研究主要使用血压、身高、体重、肺活量、心率与耐力素质指标。学生测量血压时取坐位,测右上臂肱动脉血压,根据受检者实际情况选择合适的袖带尺寸。血压计统一使用立柱式水银血压计,现场测量前检查血压计水银柱是否在零位,若不在应予以校正。测试前受检者静坐 10~15 min,稳定情绪,接受测试。测试时血压计零位与受检者心脏、右臂袖带应处于同一水平,检测人员捆扎袖带应平整、松紧适度,肘窝部充分暴露。血压测试分别以 Korotkoff 第 I 音和第 V 音(消失音)作为 SBP 和 DBP 测量值,若水银柱降到零位仍有脉跳声时,则 DBP 记为零。每次血压测量 3 次,求其平均值进行记录,分别记录 SBP、DBP,以 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) 为单位。每次测量均松开袖带重新测量,间隔约 1~2 min。身高使用机械式身高计进行测量,精确到 0.1 cm,体重使用电子体重计或杠杆秤进行测量,精确到 0.1 kg。肺活量使用电子肺活量计进行测试,测试 2 次,记最大值,不计小数,以 ml 为单位。心率使用秒表和医用听诊器进行测试,以次/min 为单位,精确到个位。耐力素质水平分性别采取不同项目进行测量。男生测试 1 000 m 跑,女生测试 800 m 跑,测试由检测队指定专人进行,记录学生跑步所用时间,以 s 为单位,记录到 0.1 s。调研采用三级培训和督导保证现场的调查质量。检测人员必须是体育卫生专业技术人员,且进行专业化的培训、强化训练、专家组考核验收等流程后才可上岗进行工作。测量前对仪器进行检查和校正,测量后按照双录入的方式进行数据录入并进行逻辑检查。

3. 分析指标:血压偏高判定依据国家卫生行业标准 WS/T 610—2018《7 岁~18 岁儿童青少年血压

偏高筛查界值》^[14],男女生SBP、DBP≥同年龄、同性别、同身高百分位血压 P_{95} 者分别为单纯性SBP偏高和单纯性DBP偏高;SBP和DBP同时≥同年龄、同性别、同身高百分位血压 P_{95} 者为混合性血压偏高;单纯性SBP偏高、单纯性DBP偏高、混合性血压偏高统称为血压偏高。耐力素质水平依据《国家学生体质健康标准(2014年修订)》^[15]中学生耐力跑评分表,分性别、年级对学生耐力跑所用时间进行评分,满分为100分,并以评分所在百分位划分为 $P_0 \sim$ 、 $P_{25} \sim$ 、 $P_{50} \sim$ 、 $P_{75} \sim P_{100}$ 4组。营养状况判定依据《学龄儿童青少年营养不良筛查》^[16]及《学龄儿童青少年超重与肥胖筛查》^[17],根据测量的学生身高和体重计算BMI,计算公式为体重(kg)/身高(m)²,使用身高和BMI评价学生营养状况,分为营养不良(包括生长迟缓和消瘦)、营养正常和超重/肥胖3类。凡身高≤相应性别、年龄组“生长迟缓”界值范围者为生长迟缓;凡BMI≤相应性别、年龄组“消瘦”界值范围者为消瘦;凡BMI≥相应性别、年龄组“超重”界值范围者为超重/肥胖^[16-17]。

4. 统计学分析:利用SPSS 20.0和R 3.6.0软件进行数据整理及分析。删除分析指标信息缺失的424个个案(占原样本量的0.4%),排除SBP或DBP为极端值(极端值指血压超过同年龄、同性别血压 $\bar{x} \pm 5s$ ^[18])的53个个案(占原样本量的0.05%),最终纳入分析的样本量为106 004人。其中男生53 025人,女生52 979人;城市学生53 587人,乡村学生52 417人;13~15岁学生52 973人,16~18岁学生53 031人,即样本在性别、城乡、年龄组均分布均匀。采用百分比(%)及95%CI描述各个亚组血压偏高及各组分的检出率。采用趋势 χ^2 检验分析随着耐力素质的提高学生血压偏高及其组分检出率的变化趋势。采用logistic回归模型,以耐力素质水平 P_0 组为参照,在全部学生中,控制性别、城乡、年龄组、片区、省份、肺活量、心率、月经初潮/首次遗精状况、营养状况变量,在不同营养状况学生中控制性别、城乡、年龄组、片区、省份、肺活量、心率、月经初潮/首次遗精状况变量,在男生或女生中控制城乡、年龄组、片区、省份、肺活量、心率、月经初潮/首次遗精状况、营养状况变量,在不同营养状况的男生或女生中控制城乡、年龄组、

片区、省份、肺活量、心率、月经初潮/首次遗精状况变量,分析耐力素质 $P_{25} \sim$ 、 $P_{50} \sim$ 、 $P_{75} \sim P_{100}$ 组血压偏高及其各组分的OR值及其95%CI。采用分位数回归模型,以SBP和DBP为因变量,在不同营养状况学生中,控制性别、城乡、年龄组、片区、省份、肺活量、心率、月经初潮/首次遗精状况变量,在不同营养状况的男生或女生中控制城乡、年龄组、片区、省份、肺活量、心率、月经初潮/首次遗精状况变量,分析不同血压水平与耐力素质的关系。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 流行现况:2014年中国13~18岁汉族学生血压偏高的检出率为9.2%,其中单纯性SBP偏高、单纯性DBP偏高与混合性血压偏高的检出率分别为3.6%、4.0%和1.7%。男生单纯性SBP偏高的检出率高于女生($P < 0.05$),而女生单纯性DBP偏高的检出率高于男生($P < 0.05$)。初中生血压偏高的检出率高于高中生,在单纯性DBP偏高的检出率上差距尤其明显(5.2% vs. 2.7%, $P < 0.05$)。农村学生血压偏高的检出率略高于城市学生。耐力素质 P_0 组学生的血压偏高及其各组分的检出率最高($P < 0.05$)。见表1。

2. 检出情况:13~18岁汉族学生血压偏高检出率随着耐力素质的提升而降低(趋势检验 $\chi^2 = 132.25$, $P < 0.001$), $P_{25} \sim$ 、 $P_{50} \sim$ 及 $P_{75} \sim P_{100}$ 3组血压偏高检出率明显低于 P_0 组($P < 0.05$),但在 $P_{50} \sim$ 与 $P_{75} \sim P_{100}$ 间差异无统计学意义,单纯性SBP偏高、单纯性DBP偏高与混合性血压偏高的检出率也呈现

表1 2014年中国13~18岁汉族学生血压偏高及各组分的检出率[%,(95%CI)]

	血压偏高	单纯性SBP偏高	单纯性DBP偏高	混合性血压偏高
合计	9.2(9.0~9.4)	3.6(3.5~3.7)	4.0(3.8~4.1)	1.7(1.6~1.7)
性别				
男	9.1(8.9~9.3)	4.3(4.2~4.5)	3.2(3.1~3.4)	1.6(1.5~1.6)
女	9.3(9.0~9.5)	2.8(2.7~2.9) ^a	4.7(4.5~4.9) ^a	1.8(1.6~1.8) ^a
年龄组(岁)				
13~	10.9(10.7~11.2)	3.9(3.7~4.0)	5.2(5.0~5.4)	1.9(1.8~1.9)
16~18	7.4(7.2~7.7) ^a	3.3(3.1~3.4) ^a	2.7(2.6~2.9) ^a	1.4(1.3~1.4) ^a
城乡				
城市	8.5(8.3~8.8)	3.5(3.4~3.7)	3.4(3.3~3.6)	1.6(1.5~1.6)
乡村	9.8(9.6~10.1) ^a	3.6(3.5~3.8)	4.5(4.3~4.7) ^a	1.7(1.6~1.7) ^a
耐力素质等级				
$P_0 \sim$	11.1(10.7~11.5)	4.6(4.3~4.8)	4.3(4.1~4.5)	2.2(2.0~2.4)
$P_{25} \sim$	9.1(8.8~9.5) ^a	3.6(3.3~3.8) ^a	3.8(3.6~4.1) ^a	1.7(1.6~1.9) ^a
$P_{50} \sim$	8.2(7.8~8.5) ^a	3.1(2.9~3.3) ^a	3.7(3.5~3.9) ^a	1.3(1.2~1.5) ^a
$P_{75} \sim P_{100}$	8.4(8.0~8.7) ^a	3.0(2.8~3.2) ^a	4.0(3.7~4.2) ^a	1.4(1.2~1.5) ^a

注:^a与男生、13~15岁组、城市学生、 P_0 组相比差异有统计学意义

同样趋势。男生血压偏高及其各组分的检出率随耐力素质的变化趋势与合计相同,3 种类型的血压偏高中单纯性 SBP 偏高的检出率最高,且随着耐力素质的提升血压偏高检出率下降幅度最大。耐力素质从 $P_0 \sim$ 到 $P_{50} \sim$ 单纯性 SBP 偏高检出率下降 1.9 个百分点,而单纯性 DBP 偏高和混合性血压偏高的检出率分别下降 0.6 和 0.9 个百分点。女生血压偏高、单纯性 SBP 偏高及混合性血压偏高的检出率随耐力素质的变化趋势与总体相同,但单纯性 DBP 偏高的检出率随着耐力素质的提升并无趋势变化,且单纯性 DBP 偏高的检出率高于其他两种类型。见图 1。

3. 血压偏高与耐力素质的关联性:通过多因素 logistic 回归分析,以耐力素质 $P_0 \sim$ 组为参照,在控制性别、城乡、年龄组、片区、省份、肺活量、心率、月经初潮/首次遗精状况、营养状况变量后,耐力素质与血压偏高呈负相关, $P_{25} \sim$ 、 $P_{50} \sim$ 及 $P_{75} \sim P_{100}$ 3 组血压偏高的 OR 值(95%CI)分别为 0.89(0.84 ~ 0.95)、0.81(0.76 ~ 0.86) 和 0.79(0.74 ~ 0.84),呈下降趋势。3 种类型的血压偏高与耐力素质基本都呈现同样趋势。在不同营养状况的学生中耐力素质与血压偏高的关联性有所不同。在营养不良的学生中,耐力素质与血压偏高无相关性。在营养正常和超重/肥胖的学生中,耐力素质与血压偏高均呈负相关,但在超重/肥胖的学生中耐力素质与血压偏高的关联强度更高。在男生中,仅超重/肥胖的学生耐力素质与血压偏高呈负相关,在女生中,营养正常和超重/肥胖的学生耐力素质与血压偏高均存在负相关关系。见图 2。

4. 不同水平的血压与耐力素质的关联性:通过分位数回归分析,在控制性别、城乡、年龄组、片区、省份、肺活量、心率、月经初潮/首次遗精状况变量后发现,在超重/肥胖的学生中, P_{10} 、 P_{25} 、 P_{50} 、 P_{75} 、 P_{90} 、 P_{95} 水平的 SBP 均与耐力素质呈负相关,且回归系数的

绝对值随着百分位数的增加先减小后增大。而在营养不良和营养正常的学生中 SBP 与耐力素质并无此相关性。在男生和女生中不同营养状况的学生 SBP 与耐力素质的关系也是如此。然而,不同营养状况的学生 DBP 与耐力素质的关系在男、女生中却有很大差异。在男生中,超重/肥胖的学生 P_{25} 及以上水平的 DBP 均与耐力素质呈负相关,营养正常的学生 P_{25} 、 P_{50} 、 P_{75} 水平的 DBP 与耐力素质呈负相关。在女生中,超重/肥胖的学生仅 P_{25} 和 P_{75} 水平的 DBP 与耐力素质呈负相关,营养正常的学生 P_{50} 和 P_{75} 水平的 DBP 与耐力素质呈负相关,营养不良的学生 P_{50} 水平的 DBP 与耐力素质呈负相关。见图 3。

讨 论

由于可能对多种靶器官造成损害以及流行率逐渐上升,青少年血压偏高已被视为重要的公共卫生问题^[3]。既往在丹麦、美国人群中的研究发现,儿童青少年身体素质与血压偏高具有关联性,身体素质越好,血压偏高的患病风险越低^[19-20]。在葡萄牙 12 ~ 18 岁青少年中的一项队列研究显示,耐力素质与 SBP 水平呈负相关^[21]。本研究通过对全国性大样本的分析发现,中国汉族 13 ~ 18 岁学生耐力素质与血压偏高及各亚型血压偏高均存在关联性,随着耐力素质的提升血压偏高的患病风险降低,这与在成年人研究中得出的关联性一致^[12]。国外的一项队列研究结果显示,青春期耐力素质越好,成年期患高血压的风险越低^[22]。考虑到青少年高血压的发展具有的“轨迹现象”,本研究得出的关联性具有较强的可信度。有研究表明,耐力训练可以有效提高久坐男性的肌肉微血管密度和内皮型一氧化氮合酶含量,改善某些心血管功能^[23],这可能是耐力素质与血压偏高存在负相关的原因之一。

本研究发现,在 13 ~ 18 岁学生中,无论男、女,

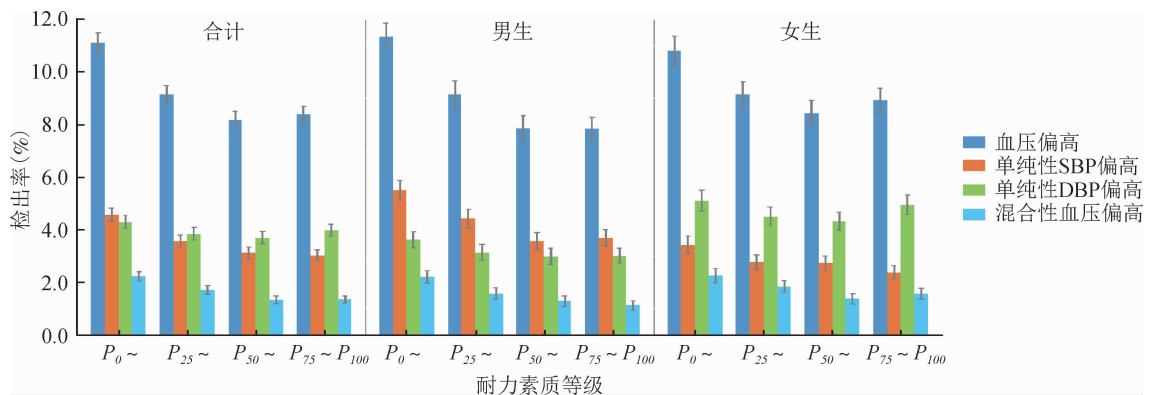
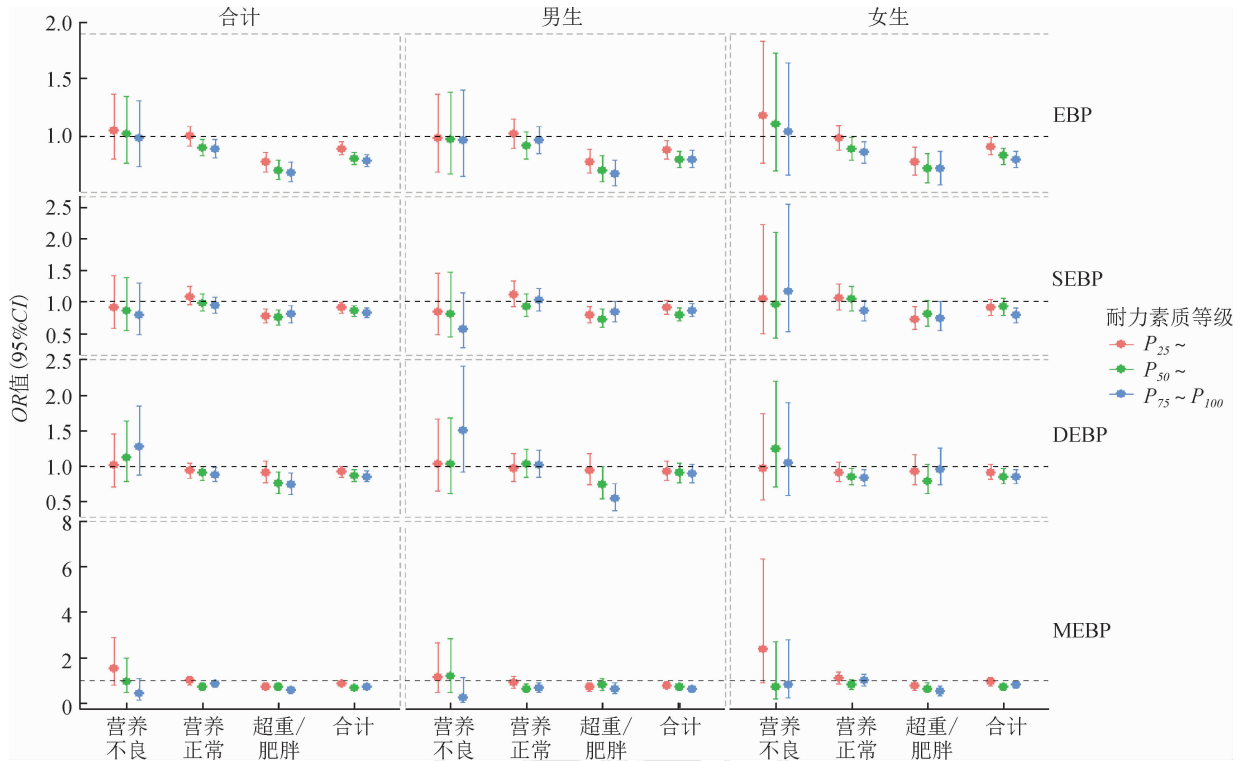
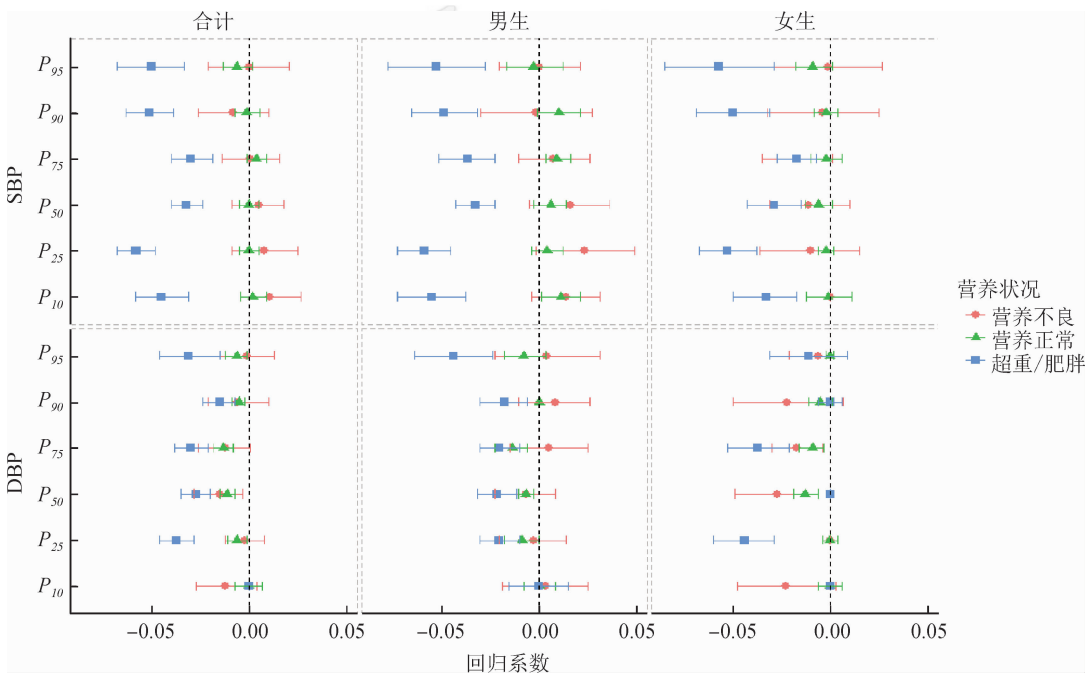


图 1 2014 年中国 13 ~ 18 岁不同耐力素质学生血压偏高及各组分检出率



注:EBP: 血压偏高;SEBP: 单纯性SBP 偏高;DEBP: 单纯性DBP 偏高;MEBP: 混合性血压偏高;耐力素质等级以 $P_{75} \sim P_{100}$ 为参照组,总样本的总回归模型控制了性别、城乡、年龄组、片区、省份、肺活量、心率、月经初潮/首次遗精状况变量、营养状况变量;总样本的不同营养状况回归模型控制了性别、城乡、年龄组、片区、省份、肺活量、心率、月经初潮/首次遗精状况变量;分性别样本的总回归模型控制了城乡、年龄组、片区、省份、肺活量、心率、月经初潮/首次遗精状况变量、营养状况变量;分性别样本的不同营养状况回归模型控制了城乡、年龄组、片区、省份、肺活量、心率、月经初潮/首次遗精状况变量

图2 2014年中国13~18岁汉族学生血压偏高与耐力素质在不同营养状况中的关联性



注:总样本的不同营养状况回归模型控制了性别、城乡、年龄组、片区、省份、肺活量、心率、月经初潮/首次遗精状况变量;分性别样本的不同营养状况回归模型控制了城乡、年龄组、片区、省份、肺活量、心率、月经初潮/首次遗精状况变量

图3 2014年中国13~18岁汉族学生血压水平与耐力素质在不同营养状况中的关联性

耐力素质与血压偏高均存在负相关,而既往一项在中国 5~12 岁学生中的研究仅发现在男生中两者存在负相关^[24]。这提示我们,在整个儿童青少年时期,耐力素质可能与血压偏高存在关联,但该关联在不同年龄段可能存在性别差异。本研究还发现,在不同营养状况的学生中耐力素质与血压状况的关联性有所不同。超重/肥胖的学生耐力素质与血压偏高的关联强度要高于营养不良及营养正常的学生,耐力素质对 SBP 及 DBP 的影响在超重/肥胖的学生中也更大。一项对中国 7~18 岁学生血压状况与营养状况的关联研究显示,超重/肥胖可显著增加血压偏高的风险^[25]。国外的多项研究表明,在儿童青少年中耐力素质及 BMI 与血压状况独立相关^[19,26]。这表明超重/肥胖和低耐力素质是儿童青少年心血管健康的双重威胁。同时提示我们,改善超重/肥胖学生的血压状况,除了降低 BMI 外,还可以通过改善其耐力素质来实现。此外,本研究还发现,不同营养状况学生耐力素质与血压状况的关联性存在性别差异。在男生中,耐力素质与血压偏高的负相关仅存在于超重/肥胖的学生中,而在女生中负相关存在于超重/肥胖及营养正常的学生中。在超重/肥胖的男生中大部分水平的 DBP 与耐力素质呈负相关,在超重/肥胖的女生中仅特定水平的 DBP 与耐力素质呈负相关。

耐力素质与血压偏高间的负相关提示我们,可以通过提高学生的耐力素质来改善其血压状况,从而预防相关的心血管疾病。并且,根据本研究的结果,针对低耐力素质水平的学生的干预可能会取得更好地改善血压偏高的效果。耐力素质是我国男、女生身体素质的弱势项目,2014 年中国 11~18 岁学生耐力跑不及格率高达 21.6%,且有随年龄增加而上升的趋势^[27],这说明提高学生耐力素质具有很大空间,也将为改善青少年血压偏高的风险带来助益。耐力素质虽然是体育考核内容中的重要项目,但由于耐力跑训练本身存在的身体负荷大、单调枯燥等特点,加之应试教育下的学习压力,学生进行耐力跑训练的积极性不高^[28]。在提高学生身体素质的目标下应采用适宜的教学和训练方法来重视耐力素质的培养^[29]。

本研究的优点在于利用全国性的大样本,采用了统一标准的测量方法,在良好质控的前提下获得了中国 13~18 岁汉族学生的血压和耐力跑数据,并采用国家最新的标准对血压和耐力素质数据进行处理,在控制了性别、城乡、年龄组、经济状况、肺活量、

心率、月经初潮/首次遗精状况、营养状况等多种可能的混杂因素的前提下,通过多种统计方法分析血压状况与耐力素质的相关性。然而,影响血压状况的因素较多,但本研究未收集研究对象高血压家族史等相关影响因素并对其进行控制,一定程度上影响了结果在不同高血压家族史学生中的应用。本研究评估学生血压偏高情况是基于单时点血压测量,由于青春期阶段血压变异性大,单时点测量可能会对血压水平有高估,建议未来的研究采用多时点血压测量。此外,由于本研究的调查对象为正常学生,得到的结果不能外推到有疾病状况的学生。且本研究采用的是横断面研究设计,不能确定血压偏高与耐力素质的因果关系,还需要进一步的研究来证明。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 马军. 儿童青少年高血压研究[J]. 中国学校卫生, 2012, 33(2): 129-132, 136. DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2012.02.001.
Ma J. Research on hypertension in children and adolescents[J]. Chin J School Health, 2012, 33(2): 129-132, 136. DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2012.02.001.
- [2] 胡盛寿, 高润霖, 刘力生, 等. 《中国心血管病报告 2018》概要[J]. 中国循环杂志, 2019, 34(3): 209-220. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2019.03.001.
Hu SS, Gao RL, Liu LS, et al. Summary of the 2018 Report on Cardiovascular Diseases in China[J]. Chin Circ J, 2019, 34(3): 209-220. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2019.03.001.
- [3] Ingelfinger JR. The child or adolescent with elevated blood pressure[J]. N Engl J Med, 2014, 370(24): 2316-2325. DOI: 10.1056/NEJMc1001120.
- [4] Urbina EM, Kimball TR, Mccooy CE, et al. Youth with obesity and obesity-related type 2 diabetes mellitus demonstrate abnormalities in carotid structure and function[J]. Circulation, 2009, 119(22): 2913-2919. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.830380.
- [5] Lande MB, Kaczorowski JM, Auinger P, et al. Elevated blood pressure and decreased cognitive function among school-age children and adolescents in the United States[J]. J Pediatr, 2003, 143(6): 720-724. DOI: 10.1067/S0022-3476(03)00412-8.
- [6] Stabouli S, Papakatsika S, Kotronis G, et al. Arterial stiffness and SBP variability in children and adolescents[J]. J Hypertens, 2015, 33(1): 88-95. DOI: 10.1097/HJH.0000000000000369.
- [7] Stabouli S, Kotsis V, Rizos Z, et al. Left ventricular mass in normotensive, prehypertensive and hypertensive children and adolescents[J]. Pediatr Nephrol, 2009, 24(8): 1545-1551. DOI: 10.1007/s00467-009-1165-2.
- [8] Cooper KH, Pollock ML, Martin RP, et al. Physical fitness levels vs selected coronary risk factors. A cross-sectional study[J]. JAMA, 1976, 236(2): 166-169. DOI: 10.1001/jama.1976.03270020036021.
- [9] Blair SN, Goodyear NN, Gibbons LW, et al. Physical fitness and

- incidence of hypertension in healthy normotensive men and women[J]. *JAMA*, 1984, 252(4):487-490. DOI: 10.1001/jama.1984.03350040017014.
- [10] Mundal R, Kjeldsen SE, Sandvik L, et al. Predictors of 7-year changes in exercise blood pressure: effects of smoking, physical fitness and pulmonary function[J]. *J Hypertens*, 1997, 15(3):245-249. DOI: 10.1097/00004872-199715030-00005.
- [11] Sawada S, Tanaka H, Funakoshi M, et al. Five year prospective study on blood pressure and maximal oxygen uptake[J]. *Clin Exp Pharmacol Physiol*, 1993, 20(7/8):483-487. DOI: 10.1111/j.1440-1681.1993.tb01729.x.
- [12] Hernelahti M, Kujala UM, Kaprio J, et al. Long-term vigorous training in young adulthood and later physical activity as predictors of hypertension in middle-aged and older men[J]. *Int J Sports Med*, 2002, 23(3):178-182. DOI: 10.1055/s-2002-23176.
- [13] 中国学生体质与健康研究组. 2014年中国学生体质与健康调研报告[M]. 北京:高等教育出版社, 2016. Chinese Students Constitution and Health Research Group. Reports on the Physical Fitness and Health Research of Chinese School Students[M]. Beijing: Higher Education Press, 2016.
- [14] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. WS/T 610—2018 7岁~18岁儿童青少年血压偏高筛查界值[S]. 2018. National Health Commission of the People's Republic of China. WS/T 610—2018 Reference of screening for elevated blood pressure among children and adolescents aged 7-18 years[S]. 2018.
- [15] 中华人民共和国教育部. 教育部关于印发《国家学生体质健康标准(2014年修订)》的通知[EB/OL]. (2014-07-07)[2020-01-13]. http://www.moe.gov.cn/s78/A17/twys_left/moe_938/moe_792/s3273/201407/t20140708_171692.html. Ministry of Education of the People's Republic of China. Circular of the Ministry of Education on Printing and Issuing the National Standards for Students' Physical Health (2014 revision)[EB/OL]. (2014-07-07)[2020-01-13]. http://www.moe.gov.cn/s78/A17/twys_left/moe_938/moe_792/s3273/201407/t20140708_171692.html.
- [16] 国家卫生和计划生育委员会. WS/T 456—2014 学龄儿童青少年营养不良筛查[S]. 北京:中国标准出版社, 2014. National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. WS/T 456—2014 Screening standard for malnutrition of school-age children and adolescents[S]. Beijing: Standard Press of China, 2014.
- [17] 国家卫生和计划生育委员会. WS/T 586—2018 学龄儿童青少年超重与肥胖筛查[S]. 北京:中国标准出版社, 2018. National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. WS/T 586—2018 Screening for overweight and obesity among school-age children and adolescents[S]. Beijing: Standard Press of China, 2018.
- [18] Dong YH, Ma J, Song Y, et al. National blood pressure reference for Chinese Han children and adolescents aged 7 to 17 years[J]. *Hypertension*, 2017, 70(5):897-906. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.117.09983.
- [19] Nielsen GA, Andersen LBO. The association between high blood pressure, physical fitness, and body mass index in adolescents[J]. *Pre Med*, 2003, 36(2):229-234. DOI: 10.1016/s0091-7435(02)00017-8.
- [20] Hofman A, Walter HJ, Connelly PA, et al. Blood pressure and physical fitness in children[J]. *Hypertension*, 1987, 9(2):188-191. DOI: 10.1161/01.HYP.9.2.188.
- [21] Agostinis-Sobrinho C, Ruiz JR, Moreira C, et al. Cardiorespiratory Fitness and Blood Pressure: A Longitudinal Analysis[J]. *J Pediatr*, 2018, 192:130-135. DOI: 10.1016/j.jpeds.2017.09.055.
- [22] Mikkelsen L, Kaprio J, Kautiainen H, et al. Endurance running ability at adolescence as a predictor of blood pressure levels and hypertension in men: a 25-year follow-up study[J]. *Int J Sports Med*, 2005, 26(6):448-452. DOI: 10.1055/s-2004-821109.
- [23] Cocks M, Shaw CS, Shepherd SO, et al. Sprint interval and endurance training are equally effective in increasing muscle microvascular density and eNOS content in sedentary males[J]. *J Physiol*, 2013, 591(3):641-656. DOI: 10.1113/jphysiol.2012.239566.
- [24] Liu WJ, Xiong LH, Guo CS, et al. Weight status, cardiorespiratory fitness and high blood pressure relationship among 5-12-year-old Chinese primary school children[J]. *J Hum Hypertens*, 2017, 31(12):808-814. DOI: 10.1038/jhh.2017.67.
- [25] 董彦会, 宋逸, 董彬, 等. 2014年中国7~18岁学生血压状况与营养状况的关联分析——基于中国儿童青少年血压评价标准[J]. *北京大学学报:医学版*, 2018, 50(3):422-428. DOI: 10.3969/j.issn.1671-167X.2018.03.006. Dong YH, Song Y, Dong B, et al. Association between the blood pressure status and nutritional status among Chinese students aged 7-18 years in 2014: based on the national blood pressure reference for Chinese children and adolescents[J]. *J Peking Univ: Health Sci*, 2018, 50(3):422-428. DOI: 10.3969/j.issn.1671-167X.2018.03.006.
- [26] Bergmann GG, de Araujo Bergmann ML, Hallal PC. Independent and combined associations of cardiorespiratory fitness and fatness with cardiovascular risk factors in Brazilian youth[J]. *J Phys Act Health*, 2014, 11(2):375-383. DOI: 10.1123/jpah.2011-0342.
- [27] 田荣, 王政和, 董彦会, 等. 中国2014年中小学生耐力素质现状及影响因素分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2017, 38(5):592-596. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.05.007. Tian R, Wang ZH, Dong YH, et al. A cross-section study on physical endurance level in primary and middle school students in China, 2014[J]. *Chin J Epidemiol*, 2017, 38(5):592-596. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.05.007.
- [28] 王红蕾. 论新课标下体育差异教学的理念与策略[J]. *吉林体育学院学报*, 2007, 23(6):130-131. Wang HL. Sports Difference Teaching Idea and Strategy under New Curriculum Standard[J]. *J Jilin Sport University*, 2007, 23(6):130-131.
- [29] 但凤荣. “师徒结对”耐久跑差异教学模式的研究[J]. *重庆文理学院学报:自然科学版*, 2010, 29(3):87-89. DOI: 10.3969/j.issn.1673-8012.2010.03.023. Dan FR. Study on a difference teaching mode of “teacher and pupil in pairs” endurance running[J]. *J Chongqing Univ Arts Sci: Nat Sci Ed*, 2010, 29(3):87-89. DOI: 10.3969/j.issn.1673-8012.2010.03.023.

(收稿日期:2020-02-25)

(本文编辑:万玉立)