

doi:10.3969/j.issn.1001-4616.2018.02.024

江苏省中小學生 BMI 預測高血壓參考值研究

陳培友, 儲志東, 史曙生

(南京師範大學體育科學學院, 江蘇 南京 210023)

[摘要] 身體質量指數(BMI)作為形態發育评价指标,被廣泛應用於評判身體的肥胖程度,也常與高血壓疾病關聯在一起,對於鑒別高血壓人群也有一定的參考作用.該研究運用江蘇省學生體質健康監測數據,採用相關分析和回歸分析方法進一步探索江蘇中小學生 BMI 與血壓之間的關係,結果顯示,控制年齡和性別以後,BMI 對高血壓具有一定的預測價值,超重和肥胖 BMI 臨界值點對於高血壓低危青少年具有較高的識別精度,但預測高血壓精度較低;採用 ROC 曲線建立了不同年齡、性別青少年 BMI 預測高血壓參考值,7~11 歲、12~14 歲以及 15~17 歲男生 BMI 預測高血壓參考值分別為 18.66 kg/m²、19.21 kg/m² 和 21.85 kg/m²,女生的分別為 18.11 kg/m²、18.67 kg/m² 和 20.22 kg/m².該參考值提高了 BMI 對高血壓人群的識別準確度,作為 BMI 超重、肥胖臨界點的一個補充數據,在實踐中為學生和家長預警高血壓提供了有益的參考.

[關鍵詞] 身體質量指數,中小學生,高血壓,參考值

[中圖分類號]G80-5 [文獻標志碼]A [文章編號]1001-4616(2018)02-0140-05

Reference Value of BMI for Predicting Hypertension Among Children and Adolescents in Jiangsu Province

Chen Peiyu, Chu Zhidong, Shi Shusheng

(School of Sports Science and Physical Education, Nanjing Normal University, Nanjing 210023, China)

Abstract: Body Mass Index (BMI) is widely used in the evaluation of the body fatness, and it is positively associated with hypertension. The objective of this study was to calculate reference value of BMI for predicting hypertension of adolescents in Jiangsu province. BMI and blood pressure were assessed in sample of 25862 adolescents (49.9% females) aged 7-17 year. The results showed that BMI cut points for overweight and obesity that can be used to detect low-risk hypertension population with high accuracy, but low precision for predicting hypertension. Based on the ROC curve method, the BMI reference values of different age and gender for predicting hypertension were established. They were 18.66 kg/m², 19.21 kg/m² and 21.85 kg/m² for 7-11 year, 12-14 year, and 15-17 year male students, and 18.11 kg/m², 18.67 kg/m² and 20.22 kg/m² for female students. These reference cut points improved the accuracy for predicting high blood pressure, and provided an useful hypertension early warning tool for overweight and obese students of Jiangsu province.

Key words: BMI, adolescents, hypertension, reference value

高血壓已經成為一個全球性公共衛生問題,特別是近些年來,兒童青少年高血壓現象普遍受到社會關注^[1].隨著社會經濟水平的提高,兒童青少年的營養水平逐步得到改善,但不良的飲食習慣和日益減少的身體活動水平,造成了肥胖率的增加,從而給兒童青少年的身心健康帶來嚴重威脅.多項研究表明高血壓與肥胖具有密切關係,肥胖者容易患高血壓,成人原发性高血壓多來自於兒童青少年時期^[2],超重、肥胖也是引發兒童青少年高血壓的重要因素,所以對於兒童青少年高血壓進行早期篩查,監測干預兒童青少年血壓水平具有重要的意義.身體質量指數 BMI (體重(kg)/身高平方(m)²)作為超重肥胖識別指標,在科研和實踐中得到廣泛的應用,鑒於 BMI 與血壓的相關關係,運用 BMI 識別高血壓患者應該具有一定的可行性.范奕等學者對江西兒童青少年體質指數預測高血壓曲線進行分析,得出肥胖對於高血壓具有一定

收稿日期:2018-02-26.

基金項目:國家哲學社會科學基金資助課題(13BTY014).

通訊聯系人:陳培友,博士,教授,研究方向:體育測量與評價,體質與健康管理. E-mail:69678247@qq.com

的预测作用^[3],但样本来自于 11~17 岁儿童青少年,所确定的参考值没有进行年龄划分.徐轶群等学者对北京 14~16 岁中学生的 BMI 和血压之间的关系进行研究,也同样建立了不同性别的临界值点,但缺少 7~11 岁儿童人群^[4].该研究运用江苏省 2014 年 7~17 岁各年龄体质健康监测数据,进一步研究江苏省学生 BMI 水平与血压之间关系,并在此基础上确立不同性别、不同年龄段 BMI 预测高血压参考点,以期通过该研究探索江苏省中小學生 BMI 与血压之间的关系,对于其它相关研究是一个补充.另外,为江苏省中小學生和其家长提供了预警高血压的便捷工具.

1 研究方法

1.1 数据来源

该研究样本来自于 2014 年江苏省学生体质健康监测数据.2014 年是国家进行的第四次国民体质监测,同时也是江苏省连续进行学生体质监测的第五年,所测数据作为下一个 5 年测试的基年数据,具有重要的参考价值,同时与全国国民体质监测数据有比较意义.数据来自于分层整群抽取的 83 个中小學校,共获取 7~17 岁学生有效样本 25862 人,男生 12958 人,女生 12904 人.

1.2 测试法

1.2.1 身高、体重及血压测量

严格按照《2014 江苏省学生体质健康监测手册》的操作规程进行身高、体重测试,精确到小数点后一位,单位分别是 cm 和 kg.血压检测由学校卫生服务部门中有资质医生完成测试工作,采用水银血压计,连续测试 2 次,要求两误差不超过 5 mmHg,若超过此界值,进行第三次测试,以平均值作为收缩压和舒张压的测试结果.

1.2.2 判断标准

BMI 计算采用体重(kg)/身高平方(m²),正常、超重和肥胖的判定采用中国肥胖问题工作组(WGOC)标准,不同性别、不同年龄学生具有不同的临界值^[5].

高血压判定标准采用中国儿童青少年血压参照标准^[6],即收缩压或舒张压有一项大于等于同性别同年龄组的 P95(95 分位值),以此将学生按不同性别、不同年龄分为高血压组和正常血压组.

1.3 数理统计法

该研究采用相关和回归分析方法研究性别、年龄、BMI 和血压(收缩压、舒张压)之间的关系;采用受试者工作特征曲线(ROC)方法研究 BMI 预测高血压的准确性及参考点.

2 研究结果

2.1 BMI 与血压水平的关系

采用相关分析法,控制年龄、性别变量,计算 BMI 指标与收缩压和舒张压的相关系数,结果见表 1.从表 1 可以看出,控制了年龄、性别变量,BMI 和收缩压、舒张压之间都具有一定的线性相关性($p < 0.01$).BMI 与收缩压的相关系数普遍大于 BMI 与舒张压的相关系数值,年龄处于 10~15 岁之间,BMI 和血压的相关性相对较高;男生不同年龄 BMI 和血压相关性普遍高于女生.

分别以收缩压和舒张压为因变量,以性别、年龄、BMI 为自变量进行线性回归分析,结果见表 2.从表 2 可以看出,对于收缩压来说,性别、年龄和 BMI 共同解释了 28.5% 收缩压的变差,各自变量对收缩压的回归系数具有统计学意义($p < 0.01$).控制年龄和性别,BMI 对收缩压的变化具有解释意义.对于舒张压来说,3 个自变量共同解释了 18.7% 的变差,各自变量对收缩压的回归系数具有统计学意义($p < 0.01$),与收缩压相比,具有相对较低的预测效果.

表 1 7~17 岁不同性别中小學生 BMI 与舒张压、收缩压相关系数

Table 1 Relation coefficients between BMI and diastolic and systolic blood pressure

年龄	男 BMI		女 BMI	
	舒张压	收缩压	舒张压	收缩压
7	0.151 **	0.211 **	0.058 *	0.094 **
8	0.188 **	0.265 **	0.196 **	0.228 **
9	0.164 **	0.246 **	0.167 **	0.209 **
10	0.225 **	0.244 **	0.154 **	0.196 **
11	0.240 **	0.294 **	0.187 **	0.241 **
12	0.243 **	0.312 **	0.223 **	0.288 **
13	0.295 **	0.368 **	0.181 **	0.241 **
14	0.249 **	0.332 **	0.183 **	0.303 **
15	0.103 **	0.306 **	0.151 **	0.239 **
16	0.085 **	0.292 **	0.146 **	0.191 **
17	0.164 **	0.264 **	0.129 **	0.224 **

注:**表示 $p < 0.01$.

表 2 血压水平与性别、年龄以及 BMI 水平的回归分析结果
Table 2 Regression analysis of blood pressure, sex, age and BMI

模型		非标准化系数	标准系数	t	显著性	R	R ²
因变量:收缩压	(常量)	75.283	-0.142	193.073	0	0.534	0.285
	性别	-3.461	0.333	-26.821	0		
	年龄	1.281	0.256	55.677	0		
	BMI	0.924		42.556	0		
因变量:舒张压	(常量)	48.859	-0.045	171.146	0	0.433	0.187
	性别	-0.751	0.306	-7.951	0		
	年龄	0.808	0.188	47.964	0		
	BMI	0.467		29.368	0		

2.2 BMI 与血压水平分布

按照学段划分和样本抽取原则,7~11 岁学生处于小学段,12~14 岁学生处于初中段,15~17 岁学生处于高中段,采用列联表法得到各学段男女生不同 BMI 水平下正常血压和高血压的人数和百分比分布表,见表 3。

表 3 不同年龄段学生不同 BMI 水平分布与血压分布联表(个数/百分比)

Table 3 Cross table of BMI and blood pressure for students in different stages(number/percentage)

性别	年龄分类	血压分类	正常体重	超重	肥胖	合计
男	7~11 岁	正常血压	3 647(93.4%)	978(87.1%)	686(82.1%)	5 311(90.6%)
		高血压	259(6.6%)	145(12.9%)	150(17.9%)	554(9.4%)
	12~14 岁	正常血压	2 414(88.4%)	489(79.9%)	169(72.5%)	3 072(85.9%)
		高血压	316(11.6%)	123(20.1%)	64(27.5%)	503(14.1%)
	15~17 岁	正常血压	2 477(88.9%)	440(80.4%)	128(69.2%)	3 045(86.6%)
		高血压	309(11.1%)	107(19.6%)	57(30.8%)	473(13.4%)
7~17 岁	正常血压	8 538(90.6%)	1 907(83.6%)	983(78.4%)	11 428(88.2%)	
	高血压	884(9.4%)	375(16.4%)	271(21.6%)	1 530(11.8%)	
女	7~11 岁	正常血压	4 275(91.3%)	598(84.5%)	408(80.3%)	5 281(89.5%)
		高血压	409(8.7%)	110(15.5%)	100(19.7%)	619(10.5%)
	12~14 岁	正常血压	2 760(91.9%)	306(84.1%)	100(77.5%)	3 166(90.5%)
		高血压	244(8.1%)	58(15.9%)	29(22.5%)	331(9.5%)
	15~17 岁	正常血压	2 773(91.2%)	338(83%)	43(74.1%)	3 154(89.9%)
		高血压	269(8.8%)	69(17%)	15(25.9%)	353(10.1%)
7~17 岁	正常血压	9 808(91.4%)	1 242(84%)	551(79.3%)	1 1601(89.9%)	
	高血压	922(8.6%)	237(16%)	144(20.7%)	1 303(10.1%)	

注:上表中所有联表卡方检验结果 $p < 0.01$ 。

从表 3 可以看出,肥胖中小学生高血压检出率远远高于正常体重学生,特别是高中肥胖男生高血压检出率达到 30.8%,女生达到 25.9%,且随着 BMI 水平增加,高血压的检出率增加,BMI 水平分布与血压分布具有显著的相关关系。由此看来,超重肥胖是中小学生高血压的重要风险因素,降低体重水平对于预防高血压具有一定的实践意义,但从表 4 中的超重肥胖、肥胖临界值点对于预测高血压的敏感度和特异度可以看出,目前的超重肥胖标准对于高血压的预测力较低,无论是超重临界点还是肥胖临界值点,敏感度都处于较低的水平。

表 4 超重肥胖临界值点对高血压预测的敏感度和特异度

Table 4 Sensitivity and specificity of the critical point of overweight obesity to hypertension prediction

性别	年龄	超重肥胖		肥胖	
		敏感度	特异度	灵敏度	特异度
男	7~11 岁	0.532	0.687	0.271	0.871
	12~14 岁	0.372	0.786	0.127	0.945
	15~17 岁	0.347	0.813	0.121	0.958
	7~17 岁	0.422	0.747	0.177	0.914
女	7~11 岁	0.339	0.810	0.162	0.923
	12~14 岁	0.263	0.872	0.088	0.968
	15~17 岁	0.238	0.879	0.042	0.986
	7~17 岁	0.292	0.845	0.111	0.953

2.3 BMI 预测高血压临界值确立

为了更好地发挥 BMI 水平对高血压的预测作用,提高肥胖对高血压的预测准确度,采用 ROC 方法分别计算了不同性别、不同年龄段 BMI 预测高血压 ROC 曲线下面积,见表 5。

表 5 不同性别、不同年龄段 BMI 预测高血压 ROC 曲线下面积

Table 5 ROC curve of BMI predicting hypertension in different sexes and ages

性别	年龄	面积图	标准错误	渐近显著性水平	渐近 95% 置信区间	
					下限值	上限值
男	7~11 岁	0.649	0.012	0	0.624	0.673
	12~14 岁	0.650	0.013	0	0.625	0.676
	15~17 岁	0.636	0.013	0	0.609	0.662
	7~17 岁	0.654	0.007	0	0.640	0.668
女	7~11 岁	0.620	0.012	0	0.596	0.643
	12~14 岁	0.661	0.015	0	0.631	0.691
	15~17 岁	0.639	0.015	0	0.609	0.669
	7~17 岁	0.610	0.008	0	0.594	0.627

表 5 显示,各年龄段不同性别 ROC 曲线下面积均大于 0.6 ($p < 0.000 1$), 95% 置信区间下限都在 0.59 以上,说明了 BMI 对于高血压具有一定的辨别力. 采用 Youden Index 法分别计算出男女生不同年龄段 ROC 曲线上的理想临界点(正确指数最大值点),见表 6。

表 6 不同性别、不同年龄段 BMI 预测高血压临界值点

Table 6 Threshold points for BMI predicting hypertension in different sexes and ages

性别	年龄	BMI 临界值	敏感度	特异度	正确指数
男	7~11 岁	18.655	0.567	0.678	0.245
	12~14 岁	19.212	0.720	0.513	0.233
	15~17 岁	21.847	0.535	0.664	0.199
	7~17 岁	19.379	0.677	0.571	0.248
女	7~11 岁	18.113	0.462	0.732	0.194
	12~14 岁	18.672	0.819	0.435	0.254
	15~17 岁	20.215	0.731	0.483	0.213
	7~17 岁	18.610	0.652	0.527	0.180

采用该 BMI 临界点与表 4 超重肥胖临界点相比,在敏感度上大大提高,几乎所有年龄段都在 50% 以上,特别是对于 12~14 岁学生,男女 BMI 对预测高血压的敏感度分别达到 0.72 和 0.819。

3 讨论

江苏省自 2010 年开始每年对学生进行体质健康监测,从连续的监测结果可以看出,中小學生超重肥胖率总体上是上升的^[7-10],这与学生的营养状况逐渐得到改善有密切的关系,同时,学生的身体活动水平降低更加剧了超重肥胖率增加,由此带来了学生的体质健康问题,慢性疾病年轻化,青少年群体中也逐渐出现了一批高血压患者. 从 2014 年监测结果看,中小學生 BMI 水平与血压水平呈现正相关,而且高血压检出率高表现为肥胖组高于超重组,体重超重组高于体重正常组,这与已有的很多研究成果是一致的^[11],也进一步说明了 BMI 水平是血压的重要影响因素,作为高血压的预测指标是可行的。

BMI 作为超重、肥胖的判定指标已经得到国际公认,不过不同国家由于人种、地域等因素的差异性,超重肥胖的 BMI 标准不尽相同,中国肥胖问题工作组(WGOC)根据中国儿童青少年 BMI 特点于 2003 年 11 月确定了“中国学龄儿童青少年超重、肥胖筛查体重指数(BMI)分类标准”,在实践中得到广泛的应用. 鉴于该指标计算的便捷性,且与血压之间呈现显著的相关关系,用它预测高血压具有一定的参考价值,对于经济水平发展比较低、卫生条件比较差的地区更具实际意义. 从江苏省本次的监测来看,7~17 岁男女生的肥胖检出率分别达到 9.68% 和 5.36%,总的肥胖率为 7.5%,低于 2013 年至 2014 年北京中小學生 15.6% 的检出率^[12],但超出了 2012 年全国儿童青少年 6.4% 的检出率^[13]. 男女生的高血压检出率分别为 11.81% 和 10.1%,总检出率为 10.95%,低于 2010 年全国学生体质调研中 14.5% 高血压检出率^[14],但肥胖男女生的高血压检出率分别为 21.6% 和 16.4%,合计达到 21.3%. 儿童青少年的肥胖问题令人担忧,会对他们的

健康造成严重影响,比如糖尿病、心血管疾病以及各种癌症等,这与我国经济发展水平有着极大关系.物质财富的增长导致了一些不良生活习惯的养成,不健康的饮食和缺乏运动大大增加了与肥胖相关疾病的发生风险.

ROC曲线确定了青少年不同年龄段人群BMI的参考值,与我国采用的超重肥胖标准相比,不同性别、不同年龄段的BMI临界值点甄别高血压灵敏度大大提高,对于预测高血压具有一定的准确性,可以作为高血压青少年的初始筛选指标,对于普通大众也具有较好的预警作用.但特异度低于超重肥胖临界值点的特异度,由此看来,BMI预测高血压临界值点可以作为超重肥胖临界值的补充,通过该临界值点可以更准确预测高血压,通过超重肥胖临界值可以更准确预测高血压低危人群,该研究结果与范奕等研究结果比较一致.

4 结论

江苏中小学生的BMI水平与血压相关性具有统计学意义,超重肥胖人群高血压检出率远高于正常体重人群,BMI对高血压具有一定的预测效果;超重肥胖临界值点对于诊断高血压具有较高的特异度,但敏感度较低,对于识别高血压低危人群具有较高的准确性;ROC方法确定的江苏省中小学生不同性别、不同年龄段BMI预测高血压参考点,可以用于筛选高血压人群,具有较高的敏感度,作为超重肥胖临界值的补充具有一定的参考价值.

[参考文献]

- [1] World Health Organization. A global brief on hypertension: World Health Day 2013[R]. Geneva: WHO, 2013.
- [2] 刘力生. 高血压[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2001.
- [3] 范奕, 陈婷, 彭广萍, 等. 江西儿童青少年体质指数预测高血压曲线分析[J]. 中国公共卫生, 2016, 32(4): 472-474.
- [4] 徐轶群, 季成叶, 马军, 等. 青少年体质指数预测偏高血压中曲线分析应用[J]. 中国公共卫生, 2006, 22(11): 1347-1348.
- [5] 中国肥胖问题工作组. 中国学龄儿童青少年超重、肥胖筛查体重指数值分类标准[J]. 中华流行病学杂志, 2004, 25(2): 97.
- [6] 米杰. 中国3-17岁儿童青少年血压评价标准[J]. 中国儿童保健杂志, 2010, 18(6): 534-534.
- [7] 江苏省学生体质健康促进研究中心. 江苏省学生体质健康蓝皮书——2010年江苏省学生体质健康监测结果报告[R]. 2011.
- [8] 江苏省学生体质健康促进研究中心. 江苏省学生体质健康蓝皮书——2011年江苏省学生体质健康监测结果报告[R]. 2012.
- [9] 江苏省学生体质健康促进研究中心. 江苏省学生体质健康蓝皮书——2012年江苏省学生体质健康监测结果报告[R]. 2013.
- [10] 江苏省学生体质健康促进研究中心. 江苏省学生体质健康蓝皮书——2013年江苏省学生体质健康监测结果报告[R]. 2014.
- [11] 张永青, 施小明, 武鸣, 等. 江苏省7-13岁儿童血压与超重和肥胖的相关性研究[J]. 中华疾病控制杂志, 2013, 17(11): 927-929.
- [12] 北京市人民政府. 北京市2014年度卫生与人群健康状况报告[R]. 北京: 人民卫生出版社, 2014.
- [13] 中华人民共和国政府网. 中国居民营养与慢性病状况报告(2015年)[EB/OL]. http://www.gov.cn/xinwen/2015-06/30/content_2887030.htm.
- [14] 中华人民共和国教育部. 2010年中国学生体质与健康调查报告[R]. 北京: 高等教育出版社, 2010.

[责任编辑: 陆炳新]