

doi: 10.7499/j.issn.1008-8830.2203072

论著·临床研究

## 学龄前儿童颈围与体重指数的相关性

胡宁宁 贺苗 李玉凤 王仁媛 杨静 李婉君 林素兰

(新疆医科大学护理学院, 新疆乌鲁木齐 830011)

**[摘要]** **目的** 探讨学龄前儿童颈围与体重指数的相关性及其对学龄前儿童超重/肥胖的诊断价值。**方法** 采用分层整群抽样的方法抽取乌鲁木齐市10所幼儿园3 719名7岁以下儿童, 收集儿童一般资料并进行体格测量, 采用Pearson相关分析法评估颈围与体重指数的相关性, 采用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线分析颈围判断超重/肥胖的准确性, 采用Kappa一致性检验评价颈围与体重指数判断超重/肥胖的一致性。**结果** 各年龄阶段的男童、女童颈围与体重指数均呈正相关( $r \geq 0.50$ , 均 $P < 0.001$ )。以体重指数作为判断超重/肥胖的标准分为超重/肥胖组与非超重/肥胖组, 各年龄阶段的超重/肥胖组颈围均大于非超重/肥胖组( $P < 0.001$ )。ROC曲线分析显示, 男童和女童颈围判断超重/肥胖的曲线下面积均大于0.7。Kappa一致性检验显示, 各年龄阶段男童、女童的颈围和体重指数判断超重/肥胖的Kappa值均大于0.40。**结论** 学龄前儿童颈围与体重指数呈正相关; 颈围可较好地判断学龄前儿童超重/肥胖。

[中国当代儿科杂志, 2022, 24(9): 1042-1046]

**[关键词]** 超重/肥胖; 颈围; 学龄前儿童

### Correlation of neck circumference with body mass index in preschool children

HU Ning-Ning, HE Miao, LI Yu-Feng, WANG Ren-Yuan, YANG Jing, LI Wan-Jun, LIN Su-Lan. Nursing School of Xinjiang Medical University, Urumqi 830011, China (Lin S-L, Email: linsulan@163.com)

**Abstract: Objective** To study the correlation between neck circumference and body mass index and the value of neck circumference in identifying overweight and obesity in preschool children. **Methods** The stratified cluster sampling method was used to recruit 3 719 children under 7 years from 10 kindergartens in Urumqi, China. General data were collected, and physical measurements were performed. A Pearson correlation analysis was used to evaluate the correlation between neck circumference and body mass index. The receiver operating characteristic (ROC) curve was used to assess the accuracy of neck circumference in identifying overweight/obesity. The Kappa consistency test was used to assess the consistency of neck circumference and body mass index in identifying overweight/obesity. **Results** There was a positive correlation between neck circumference and body mass index in boys and girls of all ages ( $r \geq 0.50$ ,  $P < 0.001$ ). According to body mass index as the criteria for overweight/obesity, the children were divided into an overweight/obesity group and a non-overweight/obesity group, and the analysis showed that the overweight/obesity group had a significantly larger neck circumference than the non-overweight/obesity group ( $P < 0.001$ ). The ROC curve analysis showed that neck circumference had an area under the ROC curve of  $> 0.7$  in identifying overweight/obesity for boys and girls. The Kappa consistency test showed that the neck circumference and body mass index had a Kappa value of  $> 0.40$  in identifying overweight/obesity in boys and girls of all ages. **Conclusions** Neck circumference is positively correlated to body mass index, and neck circumference can be used to identify overweight/obesity in preschool children.

[Chinese Journal of Contemporary Pediatrics, 2022, 24(9): 1042-1046]

**Key words:** Overweight/ obesity; Neck circumference; Preschool child

随着我国社会经济的快速发展和人民生活水平普遍提高, 儿童超重/肥胖发生率呈上升趋势。

研究显示, 北京、上海等9个城市7岁以下儿童超重/肥胖率从1986年的0.91%上升至2016年的

[收稿日期] 2022-03-13; [接受日期] 2022-07-06

[作者简介] 胡宁宁, 女, 硕士研究生, 护师。

[通信作者] 林素兰, 女, 教授。Email: linsulan@163.com。

12.6%<sup>[1-2]</sup>。目前对儿童超重/肥胖筛查的指标主要有体重指数、腰围等,但这些指标在实际应用中存在一定局限性。如体重指数不适用于肌肉丰富或身材较矮的儿童进行超重/肥胖的判断<sup>[3]</sup>;腰围的测量受呼吸、进食的影响<sup>[4]</sup>;而颈围不受测量工具等各方面的影响,是简便易行的测量指标<sup>[5]</sup>。研究显示,颈围比体重指数、腰围更能准确地反映儿童超重/肥胖,颈围预测代谢综合征的价值大于腰围<sup>[6]</sup>。近年来,研究者提出将颈围作为判断儿童超重/肥胖的新指标<sup>[7]</sup>。现有关颈围与体重指数关系的研究多集中于学龄儿童和青少年<sup>[8]</sup>。关于学龄前儿童颈围的研究,仅检索到国外有1篇采用颈围百分位数评估肥胖的报道<sup>[9]</sup>,尚未见学龄前儿童颈围与体重指数相关性的报道。本研究旨在探讨学龄前儿童颈围与体重指数的相关性,以及颈围对学龄前儿童超重/肥胖的诊断价值。

## 1 资料与方法

### 1.1 研究对象

本研究为横断面研究。于2021年10月至2022年3月采用分层整群抽样方法,按照新疆维吾尔自治区幼儿园等级评估标准<sup>[10]</sup>,将乌鲁木齐市区域内幼儿园按照办园水平分为一级幼儿园、二级幼儿园、三级幼儿园三层。依据各层幼儿园数量比例,随机抽取一、二级幼儿园各3所,三级幼儿园4所,将10所幼儿园中所有符合纳入及排除标准的学龄前儿童作为研究对象。

纳入标准:(1)年龄3~<7岁;(2)儿童自愿参与体格测量项目。排除标准:(1)患有某些先天性遗传病、代谢性疾病及神经和内分泌疾病所引起的继发性病理性肥胖;(2)颈部明显畸形、颈部淋巴结肿大、腮腺炎。本研究已获得新疆医科大学伦理委员会批准(XJYKDXR20220513004),所有儿童的监护人均签署知情同意书。

### 1.2 资料收集

(1)问卷调查:包括儿童姓名、性别、出生日期。此问卷由各班班主任填写。(2)体格测量:测量工具均为RGZ-120型身高体重秤、玻璃纤维软尺,由经过统一培训的调查者严格按照2013年国家卫生健康委员会颁发的《人群健康监测人体测量方法》<sup>[11]</sup>的标准对儿童身高和体重进行测量。

颈围测量标准:以颈部最细部位为测量平面,两眼平视前方,自然均匀呼吸,两臂自然下垂,双足并拢(两腿均匀负重),口微张以减少颈部肌肉的紧张,以颈后第7颈椎上缘和前面于喉结下方即颈部最细的部位的围度为颈围。测量单位为厘米(cm),结果精确到0.1。

### 1.3 超重/肥胖的诊断标准

根据中国2~18岁儿童青少年超重和肥胖筛查体重指数界值点进行超重/肥胖的诊断<sup>[12]</sup>。

### 1.4 统计学分析

采用Excel 2019双人录入数据,用SPSS 25.0软件进行统计学分析。符合正态分布的计量资料用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,两组间比较采用成组 $t$ 检验。将各年龄阶段的男童、女童颈围与体重指数做Pearson相关分析。以约登指数最大的原则确定颈围判断超重/肥胖的最佳界值,并以受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线的曲线下面积分析颈围判断超重/肥胖的准确性(曲线下面积在0.5以上至0.7时有较低准确性,曲线下面积在0.7以上至0.9时有一定准确性,曲线下面积在0.9以上时有较高准确性<sup>[13]</sup>)。采用Kappa一致性检验评价颈围与体重指数判断超重/肥胖的一致性:Kappa值<0时一致性强度为极差,Kappa值在0~0.20时一致性强度为微弱,Kappa值在0.21~0.40时一致性强度为弱,Kappa值在0.41~0.60时一致性强度为中度,Kappa值在0.61~0.80时一致性强度为高度,Kappa值在0.81~1.00时一致性强度为极强<sup>[14]</sup>。所有检验均为双侧检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 一般情况

共纳入3719名儿童,其中男童1952名(52.49%),女童1767名(47.51%),年龄3.0~6.9岁,平均年龄(5.1±0.9)岁。

### 2.2 颈围与体重指数的相关性

Pearson相关分析显示:各年龄阶段男童、女童颈围与体重指数呈正相关( $P < 0.001$ );各年龄阶段男童颈围与体重指数的相关系数为0.58~0.80,各年龄阶段女童颈围与体重指数的相关系数为0.50~0.73。见表1。

表1 各年龄段男童和女童颈围与体重指数的相关性

年龄(岁)	男童			女童		
	例数	r	P	例数	r	P
3.0~	103	0.76	<0.001	112	0.50	<0.001
3.5~	196	0.70	<0.001	191	0.51	<0.001
4.0~	261	0.58	<0.001	229	0.65	<0.001
4.5~	298	0.66	<0.001	303	0.68	<0.001
5.0~	379	0.69	<0.001	306	0.73	<0.001
5.5~	329	0.80	<0.001	321	0.71	<0.001
6.0~	286	0.70	<0.001	198	0.69	<0.001
6.5~6.9	100	0.71	<0.001	107	0.56	<0.001

### 2.3 超重/肥胖组与非超重/肥胖组颈围的比较

以体重指数标准<sup>[12]</sup>分为超重/肥胖组和非超重/肥胖组,各年龄段超重/肥胖组男童、女童颈围均值均大于非超重/肥胖组,差异均有统计学意

义( $P<0.001$ ),见表2~3。

### 2.4 颈围判断超重/肥胖的ROC曲线分析

以体重指数(按照体重指数标准分为超重/肥胖和非超重肥胖)作为状态变量,颈围为检验变量,进行ROC曲线分析。结果显示,各年龄段男童、女童颈围判断超重/肥胖的曲线下面积均大于0.7。男童颈围判断超重/肥胖的最佳界值为24.75~27.25 cm,女童颈围判断超重/肥胖的最佳界值为23.75~26.25 cm。见表4。

### 2.5 颈围与体重指数的Kappa一致性检验

Kappa一致性检验显示,各年龄段男童颈围与体重指数判断超重/肥胖的Kappa值为0.41~0.69,各年龄段女童颈围与体重指数判断超重/肥胖的Kappa值为0.45~0.62,见表5。

表2 男童超重/肥胖和非超重/肥胖组颈围的比较 ( $\bar{x} \pm s$ , cm)

组别	3.0岁~		3.5岁~		4.0岁~		4.5岁~		5.0岁~		5.5岁~		6.0岁~		6.5~6.9岁	
	例数	颈围	例数	颈围												
非超重/肥胖组	68	23.5 ± 1.6	132	24.2 ± 2.3	164	24.5 ± 1.7	184	24.1 ± 2.1	253	24.7 ± 2.0	218	24.9 ± 1.9	172	25.1 ± 2.1	68	25.1 ± 1.5
超重/肥胖组	35	26.0 ± 1.4	64	26.0 ± 1.3	97	26.4 ± 1.3	114	26.6 ± 1.1	126	27.4 ± 1.4	111	28.4 ± 2.6	114	28.0 ± 2.0	32	28.9 ± 2.6
t值		-7.74		-5.77		-9.44		-11.75		-13.23		-13.71		-11.50		-9.11
P值		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001

表3 女童超重/肥胖和非超重/肥胖组颈围的比较 ( $\bar{x} \pm s$ , cm)

组别	3.0岁~		3.5岁~		4.0岁~		4.5岁~		5.0岁~		5.5岁~		6.0岁~		6.5~6.9岁	
	例数	颈围	例数	颈围												
非超重/肥胖组	73	23.9 ± 1.7	141	23.6 ± 1.5	172	23.3 ± 2.1	229	23.8 ± 1.9	217	23.9 ± 2.0	241	24.5 ± 1.8	135	24.4 ± 2.2	73	24.3 ± 1.8
超重/肥胖组	39	26.2 ± 2.5	50	25.2 ± 1.6	57	25.8 ± 1.7	74	26.2 ± 1.8	89	26.9 ± 1.7	80	26.9 ± 1.7	63	27.4 ± 1.9	34	27.3 ± 2.2
t值		-5.56		-5.95		-8.18		-9.65		-12.60		-10.55		-9.19		-7.54
P值		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001		<0.001

表4 各年龄段男童和女童颈围判断超重/肥胖的ROC曲线分析

年龄(岁)	男童					女童				
	最佳界值(cm)	曲线下面积	95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	最佳界值(cm)	曲线下面积	95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)
3.0~	24.75	0.881	0.815~0.947	82.9	73.5	25.25	0.798	0.706~0.890	64.1	83.6
3.5~	25.75	0.761	0.691~0.831	64.1	78.0	23.75	0.755	0.678~0.832	88.0	53.2
4.0~	25.30	0.822	0.772~0.871	78.4	75.0	25.75	0.831	0.776~0.886	57.9	90.1
4.5~	25.30	0.859	0.817~0.901	86.0	75.5	25.75	0.833	0.780~0.886	68.9	86.5
5.0~	25.70	0.868	0.834~0.903	96.0	65.6	25.70	0.875	0.836~0.914	79.8	78.8
5.5~	26.75	0.890	0.856~0.924	77.5	80.7	25.75	0.837	0.792~0.882	80.0	73.9
6.0~	26.35	0.858	0.812~0.904	86.0	76.7	26.25	0.856	0.811~0.920	71.4	88.9
6.5~6.9	27.25	0.881	0.789~0.972	75.0	92.6	26.25	0.872	0.799~0.946	88.2	72.6

表5 颈围与体重指数判断超重/肥胖的Kappa一致性检验

性别	3.0岁~	3.5岁~	4.0岁~	4.5岁~	5.0岁~	5.5岁~	6.0岁~	6.5~6.9岁
男童	0.52	0.41	0.51	0.59	0.53	0.56	0.61	0.69
女童	0.48	0.45	0.50	0.53	0.54	0.45	0.61	0.62

注：表中数据为Kappa值。

### 3 讨论

近年来，儿童超重/肥胖已成为日趋严重的公共卫生问题，超重/肥胖影响儿童生长发育和身体素质，如超重/肥胖可引起激素水平异常，影响骨骼发育<sup>[15]</sup>。超重/肥胖的儿童脂肪组织过多致肌肉组织僵硬，影响运动协调能力<sup>[16]</sup>。且研究显示，儿童超重/肥胖是睡眠呼吸障碍、哮喘、变应性鼻炎等疾病的危险因素<sup>[17]</sup>。因此，寻找简便易行的超重/肥胖参考指标有利于早期发现高危儿童，进而为早期预防学龄前儿童超重/肥胖的发生提供依据。

本研究显示，学龄前儿童颈围与体重指数呈显著正相关，即颈围随体重指数的增加而增加。Atef等<sup>[18]</sup>对100名儿童进行病例对照研究发现，颈围与体重指数、腰围、臀围、三头肌皮褶厚度存在明显正相关，且认为颈围是评估儿童超重/肥胖的重要指标。本研究发现，以体重指数标准分为超重/肥胖组和非超重/肥胖组，超重/肥胖组的颈围均值大于非超重/肥胖组，说明颈围可作为判断超重/肥胖的一个指标。宋晴阳等<sup>[19]</sup>通过测量1859名成人的颈围、体重指数、腰围等6项肥胖指标，结果显示，不同肥胖判断标准下的肥胖组颈围均值大于正常组。本研究ROC曲线分析显示，各年龄阶段的男童、女童颈围判断超重/肥胖的曲线下面积均大于0.7，说明颈围判断儿童超重/肥胖具有较好的准确性<sup>[20]</sup>。与以往研究相比，本研究6~6.9岁儿童颈围判断超重/肥胖的曲线下面积(0.856~0.881)稍大于Mucelin等<sup>[21]</sup>研究。Mucelin等<sup>[21]</sup>分析美国南卡罗来纳州6~7岁儿童颈围对超重/肥胖判断的可行性，研究发现，6~7岁儿童颈围判断超重/肥胖的曲线下面积为0.746~0.802。本研究Kappa一致性检验显示，不同年龄阶段的男女儿童颈围与体重指数的Kappa值均大于0.40，说明颈围与体重指数判断儿童超重/肥胖具有较好的一致性<sup>[22]</sup>。

以往研究显示，颈围是反映上半身皮下脂肪的重要指标，可用于判断儿童超重/肥胖<sup>[8]</sup>。本研

究显示，男童颈围判断超重/肥胖的最佳界值为24.75~27.25 cm，女童颈围判断超重/肥胖的最佳界值为23.75~26.25 cm，曲线下面积均大于0.7，提示颈围可以作为筛查儿童超重/肥胖的较好指标，这为判断学龄前儿童超重/肥胖提供新思路，继而为早期采取干预措施提供科学依据。近期研究表明，超重/肥胖可导致血脂、血压等异常，考虑颈围可作为超重/肥胖儿童心血管代谢疾病的预警指标<sup>[23]</sup>，建议未来可研究与颈围相关的更多指标。

综上所述，本研究显示：学龄前儿童颈围与体重指数呈正相关；男童和女童的颈围均能较好地判断学龄前儿童超重/肥胖。本研究存在一定的局限性，如研究的样本量不够大，且研究对象局限于乌鲁木齐地区，在以后的研究中，应扩大样本量和地域，纳入更具代表性的研究对象，进一步完善判断学龄前儿童超重/肥胖的最佳颈围界值。

### [参 考 文 献]

- [1] 马冠生,米杰,马军.中国儿童肥胖报告[M].北京:人民卫生出版社,2017:5.
- [2] 首都儿科研究所,九市儿童体格发育调查协作组.2016年中国九城市七岁以下儿童单纯性肥胖流行病学调查[J].中华儿科杂志,2018,56(10):745-752.PMID:30293278.DOI:10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2018.10.006.
- [3] Ashwell M, Gibson S. A proposal for a primary screening tool: 'keep your waist circumference to less than half your height'[J]. BMC Med, 2014, 12: 207. PMID: 25377944. PMCID: PMC4223160. DOI: 10.1186/s12916-014-0207-1.
- [4] Ashok U, Baliga SS, Walvekar PR. Neck circumference measurement as a screening tool for obesity in children—a cross sectional study[J]. Clin Epidemiol Glob Health, 2021, 10: 100683. DOI: 10.1016/j.cegh.2020.100683.
- [5] Valencia-Sosa E, Chávez-Palencia C, Vallarta-Robledo JR, et al. Percentile reference values for the neck circumference of Mexican children[J]. Children (Basel), 2021, 8(5): 407. PMID: 34069920. PMCID: PMC8157592. DOI: 10.3390/children8050407.
- [6] Mendes CG, Barbalho SM, Tofano RJ, et al. Is neck circumference as reliable as waist circumference for determining metabolic syndrome?[J]. Metab Syndr Relat Disord, 2021, 19(1): 32-38. PMID: 32990516. DOI: 10.1089/met.2020.0083.
- [7] Asif M, Aslam M, Wyszynska J, et al. Diagnostic performance

- of neck circumference and cut-off values for identifying overweight and obese Pakistani children: a receiver operating characteristic analysis[J]. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*, 2020, 12(4): 366-376. PMID: 32295325. PMCID: PMC7711643. DOI: 10.4274/jcrpe.galenos.2020.2019.0212.
- [8] Ma C, Wang R, Liu Y, et al. Diagnostic performance of neck circumference to identify overweight and obesity as defined by body mass index in children and adolescents: systematic review and meta-analysis[J]. *Ann Hum Biol*, 2017, 44(3): 223-229. PMID: 27588606. DOI: 10.1080/03014460.2016.1224387.
- [9] Kondolot M, Horoz D, Poyrazoğlu S, et al. Neck circumference to assess obesity in preschool children[J]. *J Clin Res Pediatr Endocrinol*, 2017, 9(1): 17-23. PMID: 27660068. DOI: 10.4274/jcrpe.3525.
- [10] 胡宁宁, 王仁媛, 李玉凤, 等. 乌鲁木齐学龄前儿童超重肥胖现状及相关因素分析[J]. *中国学校卫生*, 2022, 43(6): 920-924. DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2022.06.029.
- [11] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 人群健康监测人体测量方法: WS/T 424-2013[S]. 北京: 中国标准出版社, 2013.
- [12] 李辉, 宗心南, 季成叶, 等. 中国2~18岁儿童青少年超重和肥胖筛查体重指数界值点的研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2010, 31(6): 616-620. PMID: 21163089. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2010.06.004.
- [13] 陶诗怡, 于林童, 王子涵, 等. Logistic回归联合ROC曲线模型评价动脉弹性和内皮功能指标对绝经后冠心病血瘀证的诊断效能[J]. *中国中药杂志*, 2022, 47(8): 2244-2250. PMID: 35531741. DOI: 10.19540/j.cnki.cjcm.20211201.501.
- [14] 夏邦世, 吴金华. Kappa一致性检验在检验医学研究中的应用[J]. *中华检验医学杂志*, 2006, 29(1): 83-84. DOI: 10.3760/j.issn:1009-9158.2006.01.030.
- [15] Ke D, Lu D, Cai G, et al. Accelerated skeletal maturation is associated with overweight and obesity as early as preschool age: a cross-sectional study[J]. *BMC Pediatr*, 2020, 20(1): 452. PMID: 32988365. PMCID: PMC7520956. DOI: 10.1186/s12887-020-02353-w.
- [16] Barros WMA, da Silva KG, Silva RKP, et al. Effects of overweight/obesity on motor performance in children: a systematic review[J]. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, 12: 759165. PMID: 35126307. PMCID: PMC8812008. DOI: 10.3389/fendo.2021.759165.
- [17] Tajima H, Pawankar R. Obesity and adiposity indicators in asthma and allergic rhinitis in children[J]. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*, 2019, 19(1): 7-11. PMID: 30507714. DOI: 10.1097/ACI.0000000000000504.
- [18] Atef A, Ibrahim A, Hassan NE, et al. Neck circumference as a novel screening method for estimating fat distribution and metabolic complications in obese children[J]. *Egypt Pediatr Assoc Gaz*, 2015, 63(3-4): 91-97. DOI: 10.1016/j.epag.2015.09.001.
- [19] 宋晴阳, 李翀, 郑连斌, 等. 颈围预测成人肥胖的可行性分析[J]. *解剖学报*, 2021, 52(6): 986-991. DOI: 10.16098/j.issn.0529-1356.2021.06.024.
- [20] Polo TCF, Miot HA. Use of ROC curves in clinical and experimental studies[J]. *J Vasc Bras*, 2020, 19: e20200186. PMID: 34211533. PMCID: PMC8218006. DOI: 10.1590/1677-5449.200186.
- [21] Mucelin E, Traebert J, Zaidan MA, et al. Accuracy of neck circumference for diagnosing overweight in six- and seven-year-old children[J]. *J Pediatr (Rio J)*, 2021, 97(5): 559-563. PMID: 33358966. DOI: 10.1016/j.jped.2020.11.005.
- [22] Tang W, Hu J, Zhang H, et al. Kappa coefficient: a popular measure of rater agreement[J]. *Shanghai Arch Psychiatry*, 2015, 27(1): 62-67. PMID: 25852260. PMCID: PMC4372765. DOI: 10.11919/j.issn.1002-0829.215010.
- [23] Sehn AP, Brand C, Welser L, et al. Neck circumference and cardiometabolic risk in children and adolescents: the moderator role of cardiorespiratory fitness[J]. *BMC Pediatr*, 2021, 21(1): 234. PMID: 34001053. PMCID: PMC8127299. DOI: 10.1186/s12887-021-02696-y.

(本文编辑: 邓芳明)