

早期 BMI 较低对儿童青少年营养不良影响的队列研究

黄思哲¹, 周双², 李钦², 李锋华¹, 陈超军¹, 王丽梅¹, 王海俊²

1. 广东省中山市中小学保健所, 528400; 2. 北京大学公共卫生学院妇幼卫生系

【摘要】 目的 了解广东省中山市 8~16 岁儿童青少年营养不良的发病率, 探讨早期体质量指数 (body mass index, BMI) 较低 ($BMI < P_{50}$) 对儿童青少年营养不良的影响, 为制定早期营养不良干预措施提供参考。**方法** 于 2005 年对中山市一年级小学生体检测量身高、体重, 连续随访 10 年 (1 次/年), 从小学一年级到高中一年级有连续完整的 10 年测量数据的 2 188 名学生作为回顾性队列研究对象。根据 2005 年“中国学生体质与健康调研”将 $BMI < P_{50}$ 的正常体重者定义为 BMI 较低。使用 2014 年颁布的《学龄儿童青少年营养不良筛查标准》(WS/T 456—2014) 评价营养不良, 并计算营养不良的检出率及发病率, 采用 χ^2 检验比较基线 $BMI < P_{50}$ 及 $\geq P_{50}$ 儿童的营养不良发病率的差异。**结果** 小学一年级学生营养不良检出率为 15.08%, 小学二年级时达到最高为 16.32%, 高中一年级时为 7.27%。小学一年级时正常体重者的营养不良发病率在小学二年级时最高为 8.37%, 高中一年级时降低到 1.22%。小学一年级时 $BMI < P_{50}$ 的男生在小学二年级时的营养不良发病率为 12.47%, 而小学一年级时 $BMI \geq P_{50}$ 的男生在小学二年级时的营养不良发病率仅为 0.63%。女生中除初一、初二和高中一年级, $BMI < P_{50}$ 者的营养不良发病率同样高于 $BMI \geq P_{50}$ 者 (P 值均 < 0.05)。**结论** 从小学一年级到高中一年级, 早期营养不良发病率较高。早期 BMI 较低增加儿童青少年营养不良的风险。营养不良干预应该从儿童早期开展, 尤其应该重点关注 BMI 较低的儿童。

【关键词】 人体质量指数; 营养不良; 发病率; 儿童; 青少年; 队列研究

【中图分类号】 R 179 R 723.2 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-9817(2019)07-0991-03

Impact of low body mass index during early childhood on malnutrition in children and adolescents: a cohort study in Zhongshan/HUANG Sizhe*, ZHOU Shuang, LI Qin, LI Fenghua, CHEN Chaojun, WANG Limei, WANG Haijun. * Zhongshan Health Care Center of Primary and Middle School, Zhongshan (528400), Guangdong Province, China

【Abstract】 Objective To investigate the incidence of malnutrition in children and adolescents aged between 8 and 16 years in Zhongshan, Guangdong Province and to explore the impact of lower body mass index in early childhood on malnutrition in children and adolescents. **Methods** A retrospective cohort of 2 188 students with complete data on weight and height from grade one in primary school to grade one in high school in Zhongshan were included in this analysis. Normal weight individuals with BMI lower than the 50th percentiles (P_{50}) were defined as lower BMI, according to "Report on the Physical Fitness and Health Surveillance of Chinese School Students" in 2005. Screening Standard for Malnutrition of School-age Children and Adolescents in 2014 (WS/T 456—2014) was used to define malnutrition. Prevalence and incidence of malnutrition was calculated, and chi-square test was used to compare the difference of the incidence of malnutrition between children with $BMI < P_{50}$ and those with $BMI \geq P_{50}$ at baseline. **Results** The prevalence of malnutrition was 15.08% for children in grade one of primary school, which reached highest of 16.32% in grade two of primary school and decreased to 7.27% in grade one in high school. The annual incidence of malnutrition among students with normal weight decreased from 8.37% in grade two in primary school to 1.22% in grade one in high school. Boys with lower BMI in grade one in primary school had the incidence of malnutrition with 12.47% in grade two in primary school, while those with $BMI \geq P_{50}$ had the incidence of 0.63%. Girls with lower BMI had higher incidence of malnutrition than those with $BMI \geq P_{50}$. **Conclusion** Incident malnutrition between grade one in primary school and grade one in high school is more likely to occur in early childhood. Lower BMI in early childhood significantly increases the risk of malnutrition in children and adolescents. Malnutrition prevention should be implemented from early childhood, especially for those with lower BMI.

【Key words】 Body mass index; Malnutrition; Incidence; Child; Adolescent; Cohort studies

【基金项目】 国家自然科学基金项目 (81573170)。

【作者简介】 黄思哲 (1977—), 女, 广东台山人, 大学本科, 主管医师, 主要研究方向为学校卫生与健康促进。

【通讯作者】 王海俊, E-mail: whjun1@bjmu.edu.cn。

DOI: 10.16835/j.cnki.1000-9817.2019.07.009

儿童青少年营养不良是重要的公共卫生问题之一。2005—2014 年全国学生体质与健康调研结果显示, 7~18 岁儿童青少年营养不良持续下降, 但营养不良总体检出率仍较高, 2014 年为 10.0%^[1]。儿童期营养不良会影响体格生长发育及大脑的发育^[2-4], 且会增加感染性疾病和死亡的风险^[5-6]。

针对儿童青少年营养不良的研究大多关注于营养不良检出率^[1,7-10],对于儿童青少年营养不良发病率及相关危险因素的研究,尤其是关于营养不良发生的关键年龄,对探索营养不良发生发展的自然史,寻找高危人群及制定营养不良的早期干预措施尤为重要。本研究基于广东省中山市 2005—2014 年 10 年间的回顾性队列,分析儿童青少年营养不良的发病情况并探索早期体质量指数(body mass index, BMI)较低对儿童青少年营养不良的影响。

1 对象与方法

1.1 对象 本研究基于广东省中山市 2005—2014 年的回顾性队列研究,于 2005 年对中山市中小学保健所辖区内小学一年级学生进行身高体重测量,连续随访 10 年(1 次/年),最终有 2 188 名学生有连续完整的 10 年测量数据,将其作为研究对象。其中男生 1 134 名,女生 1 054 名。本研究经北京大学医学部伦理委员会审核批准。

1.2 方法

1.2.1 体格检查 由经过培训的专业人员使用同型号仪器,按照统一标准测量学生的身高、体重。身高测量使用机械式身高计,读数精确到 0.1 cm;体重测量使用杠杆体重计,读数精确到 0.1 kg。身高体重均重复测量 2 次后,取平均值。

1.2.2 营养不良判定标准 根据测量得到的身高、体重,计算学生 BMI=体重(kg)/身高(m)²,根据 2014 年国家卫生标准《学龄儿童青少年营养不良筛查标准》(WS/T 456—2014)^[11]评价营养不良,根据 2018 年国家卫生标准《学龄儿童青少年超重与肥胖筛查》^[12]评价正常体重、超重及肥胖,据 2005 年“中国学生体质与健康调研报告”^[13]中 BMI 的 P₅₀ 界值,将 BMI<P₅₀ 的正常体重者定义为 BMI 较低。

1.2.3 质量控制 统一培训体格检查人员,严格按照操作规范进行测量,仪器使用前均经过严格校准。双录入数据以保证正确性。

1.3 统计学处理 采用 SAS 9.4 进行统计分析,分年龄、性别计算营养不良检出率和发病率,通过 χ^2 检验比较男女生营养不良检出率差异,比较基线 BMI<P₅₀ 及 $\geq P_{50}$ 儿童的营养不良发病率的差异。以 P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 营养不良检出率 小学一年级学生的营养不良检出率为 15.08%,小学二年级时达到最高,为 16.32%,在高中一年级时为 7.27%。学生在小学阶段

(小学一至六年级)的营养不良检出率高于中学阶段(初一至高一年级)($\chi^2=23.82, P<0.05$)。在小学二至四年级,男女生的营养不良检出率差异无统计学意义(P>0.05)。其余各年级中,男生营养不良检出率均比女生高(P 值均<0.05)。男女生营养不良检出率分别在小学五、二年级时最高,为 17.55%,16.60%。见表 1。

表 1 2005—2014 年小学一年级到高中一年级儿童青少年营养不良检出率/%

学段	年级	男生	女生	合计	χ^2 值	P 值
		(n=1 134)	(n=1 054)	(n=2 188)		
小学	一	16.84	13.19	15.08	5.70	0.02
	二	16.05	16.60	16.32	0.12	0.73
	三	12.79	14.42	13.57	1.24	0.27
	四	15.61	15.94	15.77	0.05	0.83
	五	17.55	13.28	15.49	7.59	0.01
	六	16.75	10.53	13.76	17.83	<0.01
初中	一	11.82	5.79	8.91	24.46	<0.01
	二	8.20	4.17	6.26	15.09	<0.01
	三	9.17	4.65	6.99	17.18	<0.01
高中	一	8.38	6.07	7.27	4.31	0.04

2.2 营养不良发病率 小学一年级时正常体重者的营养不良发病率在小学二年级时最高(8.37%),高中一年级时降至 1.22%。基线(小学一年级)正常体重的男生在小学二年级时营养不良发病率最高,为 7.64%,高中一年级时降低到 1.51%。基线正常体重女生的营养不良发病率从小学二年级时的 9.05%降低到高中一年级时的 0.97%。男生中,基线 BMI<P₅₀ 者在每个年级的营养不良发病率均高于 BMI $\geq P_{50}$ 者(P 值均<0.05)。小学一年级时 BMI<P₅₀ 的男生在小学二年级时的营养不良发病率为 12.47%,而小学一年级时 BMI $\geq P_{50}$ 的男生在小学二年级时的营养不良发病率仅为 0.63%。女生中,除初一、初二和高一年级, BMI<P₅₀ 者的营养不良发病率均高于 BMI $\geq P_{50}$ 者(P 值均<0.05)。见表 2~3。

表 2 2006—2014 年小学二年级到高中一年级男生营养不良发病率

学段	年级	BMI<P ₅₀		BMI $\geq P_{50}$		χ^2 值	P 值
		人数	发病人数	人数	发病人数		
小学	二	457	57(12.47)	315	2(0.63)	37.02	<0.01
	三	400	19(4.75)	313	0	15.27	-
	四	417	41(9.83)	315	1(0.32)	30.04	<0.01
	五	394	47(11.93)	314	2(0.64)	34.59	<0.01
	六	371	27(7.28)	312	3(0.96)	16.10	<0.01
	初中一	369	12(3.25)	311	0	10.31	-
初中	二	399	6(1.50)	314	0	-	0.04*
	三	426	19(4.46)	315	0	14.42	-
	高中一	415	10(2.41)	315	1(0.32)	-	0.03*

注:()内数字为发病率/%,* 为 Fisher 精确检验。

表 3 2006—2014 年各年级女生营养不良发病率

学段	年级	BMI<P ₅₀		BMI≥P ₅₀		χ ² 值	P 值
		人数	发病人数	人数	发病人数		
小学	二	559	75(13.42)	281	1(0.36)	38.76	<0.01
	三	484	34(7.02)	280	1(0.36)	18.04	<0.01
	四	495	43(8.69)	280	3(1.07)	18.58	<0.01
	五	482	23(4.77)	278	1(0.36)	11.22	<0.01
	六	498	21(4.22)	280	1(0.36)	9.72	<0.01
初中	一	510	5(0.98)	279	1(0.36)	-	0.43 *
	二	542	1(0.18)	279	0	-	1.00 *
	三	548	9(1.64)	281	0	-	0.03 *
高中	一	542	7(1.29)	281	1(0.36)	-	0.28 *

注:()内数字为发病率/%,*为 Fisher 精确检验。

3 讨论

本研究发现,儿童青少年营养不良检出率与 2014 年中国学生体质与健康调研报告和 2010—2012 年中国居民营养与健康状况监测结果基本相同^[1,8]。男生营养不良检出率高于女生,与董彦会等^[1]研究结果一致,提示女生的营养状况比男生好。

营养不良检出率在小学阶段高于初中及高中阶段,提示随着年龄增长,儿童青少年营养状况不断改善,原因可能是我国经济不断增长和营养改善计划的实施。但是我国儿童青少年营养不良检出率仍然较高^[1],说明营养不良的儿童实现营养改善的同时,有部分正常体重的儿童也发生营养不良,尤其是早期 BMI 较低的学生。提示除关注营养不良儿童的营养状况,BMI 较低的学生也应予以重视。

本研究中营养不良发病率随年龄而波动,但基本呈现随年龄增长而下降的趋势,女生中这种下降趋势更为明显。其原因可能是对营养不良高度易感的人群在儿童早期不断发生营养不良,而导致营养不良易感人群逐渐减少^[14],易感人群的减少会导致营养不良发病率的降低,故营养不良发病率随年龄增长而降低。本研究发现小学一年级时 BMI<P₅₀ 者的营养不良发病率高于 BMI≥P₅₀ 者,这一趋势在小学二年级到高中一年级均存在。有研究发现,营养不良的儿童免疫功能降低,发生感染性疾病的风险增加^[6,15],从而影响到对营养的吸收与利用。正常体重中 BMI<P₅₀ 者处于营养不良和正常体重中 BMI≥P₅₀ 的中间状态,其对营养的吸收和利用也可能低于 BMI≥P₅₀ 者,从而导致其发生营养不良的风险较 BMI≥P₅₀ 者更高。具体的生物学机制还有待进一步研究。

有研究认为对儿童营养的干预是效益最高的投资,收益和成本之比在 5 倍以上^[16],因此有必要进一步在儿童早期采取营养干预措施来改善儿童营养状况,除营养不良儿童外,尤其应该重点关注 BMI 较低的高危人群。

本研究基于连续随访 10 年的回顾性队列研究,为研究儿童青少年营养不良提供强有力的证据。但本研究未包含学龄前儿童,无法涵盖从学龄前到青春期的全部阶段。以后的研究应该考虑从学龄前开始,探究营养不良发生的关键年龄,以便更加针对性的采取干预措施。

4 参考文献

[1] 董彦会,王政和,杨招庚,等.2005 年至 2014 年中国 7~18 岁儿童青少年营养不良流行现状及趋势变化分析[J].北京大学学报(医学版),2017,49(3):424-432.

[2] PENIDO R C,ISAAC M L,PENIDO A B.Influence of malnutrition on the development of the central nervous system of malnourished children[J].Nutr Neurosci,2018;1-8.[Epub ahead of Print].

[3] PRADO E L,DEWEY K G.Nutrition and brain development in early life[J].Nutr Rev,2014,72(4):267-284.

[4] BELLUSCIO L M,BERARDINO B G,FERRONI N M,et al.Early protein malnutrition negatively impacts physical growth and neurological reflexes and evokes anxiety and depressive-like behaviors[J].Physiol Behav,2014,129:237-254.

[5] BLACK R E,ALLEN L H,BHUTTA Z A,et al.Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences[J].Lancet,2008,371(9608):243-260.

[6] RODRIGUEZ L,CERVANTES E,ORTIZ R.Malnutrition and gastrointestinal and respiratory infections in children;a public health problem[J].Int J Environ Res Public Health,2011,8(4):1174-1205.

[7] 陈曦,孙红英,王丽萍,等.绵阳市学龄儿童青少年营养不良的流行现状分析[J].四川大学学报(医学版),2018,49(5):786-788.

[8] 房明晖,赵丽云,于冬梅,等.2010—2012 年中国 6~17 岁儿童青少年生长迟缓和消瘦状况[J].卫生研究,2018,47(1):27-31.

[9] 杨帆,常利涛,刘宏,等.云南省基诺族学生营养状况调查[J].中国校医,2018,32(11):837-838.

[10] 刘晓静,龚小虎,王莉,等.乌鲁木齐市 7~18 岁汉族学生 30 年营养状况动态分析[J].中国学校卫生,2017,38(9):1311-1313.

[11] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会.学龄儿童青少年营养不良筛查标准 WS/T 456—2014[S].2014.

[12] 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].2018.

[13] 中国学生体质与健康研究组.2005 年中国学生体质与健康调研报告[R].北京:高等教育出版社,2007.

[14] VAUPEL J W,YASHIN A I.Heterogeneity's ruses:some surprising effects of selection on population dynamics[J].Am Stat,1985,39(3):176-185.

[15] RYTTER M J,KOLTE L,Briend A,et al.The immune system in children with malnutrition;a systematic review[J].PLoS One,2014,9(8):e105017.

[16] 李廷玉.中国儿童营养面临的双重负担:营养不良和超重肥胖[J].中国实用儿科杂志,2015,30(12):881-883.

收稿日期:2019-03-22;修回日期:2019-05-25