

中国东部地区青少年血糖与血脂关系

贾珊珊¹ 李裕倩¹ 刘贝贝¹ 王京钟¹ 张坚¹ 满青青¹

¹ 中国疾病预防控制中心营养与健康所,北京 100050



摘要: **目的** 研究中国东部地区12~17岁青少年血糖与血脂各组分的关系。**方法** 数据来自2016—2017年“中国儿童与乳母营养健康监测”项目,采用多阶段分层整群抽样的方法,抽取东部地区的8个省3个直辖市8873名青少年(男生4405名,女生4468名)作为研究对象,测定空腹血糖及血脂生化指标。采用Logistic回归分析青少年血糖异常的相关因素。**结果** 男生空腹血糖为(5.24±0.53) mmol/L,女生为(5.13±0.54) mmol/L,差异有统计学意义($t=9.64, P<0.05$)。空腹血糖浓度随着年龄的增加呈下降趋势,不同年龄段空腹血糖差异有统计学意义($F=109.50, P<0.05$)。空腹血糖异常率男生为3.44%(149人),女生为1.93%(85人),差异有统计学意义($\chi^2=14.06, P<0.05$)。不同年龄组空腹血糖异常率差异有统计学意义($\chi^2=27.16, P<0.05$)。12~13岁年龄组空腹血糖异常率最高为3.58%(126人),16~17岁最低为1.67%(42人)。空腹血糖正常组的总胆固醇与低密度脂蛋白胆固醇显著高于异常组($t=3.03, P<0.05; t=2.41, P<0.05$)。校正年龄、性别、地区后,Logistic回归分析显示随着总胆固醇浓度的升高,青少年空腹血糖异常风险增加($OR=1.98, 95\%CI 1.06\sim 3.71$)。**结论** 2016—2017年中国东部地区青少年空腹血糖水平和空腹血糖异常率在年龄和性别之间均有差异,高总胆固醇是青少年血糖异常的危险因素。

关键词: 血糖 血脂 青少年 东部地区

中图分类号: R179 R181.38

文献标志码: A

DOI: 10.19813/j.cnki.weishengyanjiu.2021.02.007

Association between glucose and blood lipid among adolescents in eastern China

Jia Shanshan¹, Li Yuqian¹, Liu Beibei¹, Wang Jingzhong¹, Zhang Jian¹, Man Qingqing¹

¹ Institute of Nutrition and Food Safety, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100050, China

ABSTRACT: OBJECTIVE To analyze the relationship between glucose and blood lipid among adolescents aged 12 - 17 years in eastern China during 2016 - 2017. **METHODS** The data comes from the “Chinese Children and Nursing Mothers Nutrition and Health Monitoring” during 2016 - 2017. The detection of blood glucose and blood lipids were conducted among 8873 subjects(4405 boys, 4468 girls) from 8 provinces and 3 municipality of eastern China by multi-stage stratified cluster sampling method. Logistic regression was used to explore the factors related to abnormal blood glucose. **RESULTS** The average fasting blood-glucose of boys was (5.24 ± 0.53) mmol/L, and girls was

基金项目:国家重点研发计划“重大慢性非传染性疾病防控研究(No.2016YFC1305201)”

作者简介:贾珊珊,女,硕士,助理研究员,研究方向:老年与临床营养,E-mail: jssky.good@163.com

通信作者:满青青,女,本科,副主任技师,研究方向:老年营养,E-mail: qqm0327@163.com

(5.13 ± 0.54) mmol/L ($t=9.64, P<0.05$)。The average fasting blood-glucose decreased with the increased of age ($F=109.50, P<0.05$)。The abnormal rate of fasting blood-glucose differed among the subjects of various age groups were significant difference ($\chi^2=27.16, P<0.05$)。The abnormal rate fasting blood glucose of boys was 3.44% (149 cases), and girls was 1.93% (85 cases) ($\chi^2=14.06, P<0.05$)。The abnormal rate of 12-13 years old was the highest ($n=126, 3.58\%$) and the 16-17 years old was the lowest ($n=42, 1.67\%$)。Both the TC and LDL-C were higher among the subjects with abnormal fasting blood glucose than those with normal fasting blood glucose ($t=3.03, P<0.05; t=2.41, P<0.05$)。The result of logistic analysis showed that as the increase of TC level, the risk of abnormal fasting blood glucose was increased ($OR=1.98, 95\%CI 1.06-3.71$)。

CONCLUSION The level of fasting blood glucose and the abnormal rate of fasting blood glucose varies in age and sex. The higher level of TC might be the risk factor of abnormal fasting blood glucose among adolescents.

KEY WORDS: glucose, blood lipid, adolescents, eastern China

随着当今经济社会的发展,人民生活水平不断提高,膳食结构发生了极大的改变,因不合理的膳食而导致的代谢性疾病已经日趋严重。而血糖异常是代谢性疾病中主要疾病,发病呈逐年上升的趋势,年龄也呈现日趋低龄化,成为影响青少年健康的重要问题。2012年中国7~17岁儿童青少年空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG)较2002年升高了0.29 mmol/L,而糖尿病患病率在不同年龄之间的差异在逐渐缩小,说明有低龄化趋势^[1]。目前在成人中,血糖异常往往伴有血脂异常,而脂代谢的紊乱又会进一步加重糖代谢紊乱,二者互为因果关系。而且在糖尿病的自然进程中,患者会先在相当长的一段时间里存在胰岛素抵抗,胰岛 β 细胞功能缺陷,但是糖耐量仍然正常,而胰岛素抵抗是导致脂代谢紊乱的中心环节^[2]。所以对血脂水平的监测,有利于更早的发现血糖水平异常。因此本研究通过对青少年血糖与血脂关系的研究,进行早期监测早期干预,进而降低青少年的糖尿病发病率。

1 对象与方法

1.1 调查对象

数据来自2016—2017年“中国儿童与乳母营养健康监测”项目,采用多阶段分层整群抽样的方法,先将全国31个省(自治区、直辖市)所有县级行政单位分为4层:大城市、中小城市、普通农村、贫困农村,然后将31个省、自治区或直辖市与4个地区分层交叉后,考虑地域和城乡等分层因素的分布均衡性以及已有工作基础、条件,确定本次项目的监测点,抽取东部地区的8个省3个直辖市(北京、天津、上海、河北、山东、辽宁、江苏、

浙江、福建、广东、海南)共计44个监测点,然后按人口规模排序系统抽样在每个监测点抽取2个乡镇街道,简单随机抽样每个乡镇街道各抽取1所初中、1所高中,每一个年级抽取1个班,按学号排序系统抽样每个班级抽取28名学生男女各半,共计10332名12~17岁青少年。从此调查对象中选取有血糖及各血脂成分检测结果的青少年作为本次研究对象,剔除血糖和血脂异常和缺失值后获得有效样本量为8873人。

本项目通过中国疾病预防控制中心营养与健康所伦理委员会审批(No. 201519-A, 2017-021),参与本调查的12~17岁青少年均由监护人和本人签署知情同意书。

1.2 实验室检测

所有调查对象清晨空腹使用促凝采血管采集静脉血。总胆固醇(total cholesterol, TC)采用HMMPS法-胆固醇氧化酶法进行测定,甘油三酯(triglyceride, TG)采用HMMPS法-去游离甘油法进行测定,低密度脂蛋白胆固醇(low density lipoprotein, LDL-C)采用直接测定法-选择保护法进行测定,高密度脂蛋白胆固醇(high density lipoprotein, HDL-C)采用直接测定法-抗体阻碍法进行测定,空腹血糖采用己糖激酶法。取样采集后,按照促凝采血管使用说明书的要求,进行血样分离,将血样放在-70℃冰箱冻存,并在1个月内完成检测。

1.3 判定标准

血糖异常包括糖尿病和空腹血糖受损。糖尿病和空腹血糖受损的判断是根据2017版《中国2型糖尿病防治指南》中糖尿病诊断标准。糖尿病: FPG ≥ 7.0 mmol/L; 空腹血糖受损: 空腹血糖

6.10 mmol/L ≤ FPG < 7.00 mmol/L⁽³⁾。根据空腹血糖 ≥ 6.10 mmol/L 与否,将调查人群分为空腹血糖正常组和异常组。

1.4 质量控制

项目组省级、区/县级(监测点)实验室工作人员参加国家项目业务培训;并在本省、区/县(监测点)对监测点所有实验室人员开展二级培训,并经考核合格后上岗,国家项目组同时开展现场督导,检测完将检测结果通过信息与管理系统报送国家工作组。血糖及血脂检测采用统一实验室检测方法,参与项目的实验室均具备 ISO 15189 实验室质量认证资格,并通过检测当年的国家卫生健康委临床检验中心的室间质量评价考核(TC、TG、LDL-C、HDL-C 四个项目考核合格及以上),并通过“中国儿童与乳母营养健康监测”项目组的盲样考核。在检测过程中,每个分析批长度内(150~200 例标本为一批次)对质控品进行 1 次检测,全部样本检测结束再进行 1 次质控检测。当检测系统每运行 8 小时,或重新校准项目,或重新添加试剂时,需要再次检测质控品。

1.5 统计学分析

数据清理分析采用 SAS 9.4 软件。剔除缺失空腹血糖和血脂各组分数据的研究对象,对不同年龄组、不同性别、不同地区的空腹血糖水平比较采用 *t* 检验和方差分析;根据第六次人口普查进行事后加权,标化血糖异常率,使其具有可比性。标化的空腹血糖异常检出率的计算,使用 SAS 软件的 PROC SURVEYFREQ 程序。空腹血糖正常与异常组间的血脂各组分比较采用 *t* 检验,通过 Logistic 回归分析空腹血糖异常风险与血脂各组分的关系。

2 结果

2.1 一般情况

由表 1 可见,调查对象总计 8873 人,其中男生 4405 人(49.64%),女生 4468 人(50.36%),城市 5388 人(60.72%),农村 3485 人(39.28%)。

表 1 2016—2017 年中国东部地区被调查青少年一般情况 [n(r/%)]

特征	男生	女生	合计
城乡			
城市	2668(49.52)	2720(50.48)	5388(60.72)
农村	1737(49.84)	1748(50.16)	3485(39.28)
年龄/岁			
12~13	1736(48.52)	1815(51.48)	3578(40.32)
14~15	1338(48.87)	1400(51.13)	2738(30.86)
16~17	1304(51.00)	1253(49.00)	2557(28.82)
合计	4405(49.64)	4468(50.36)	8873(100.00)

2.2 空腹血糖水平

由表 2 可见,男生空腹血糖显著高于女生 ($P < 0.05$)。空腹血糖随着年龄的增加呈下降趋势,不同年龄段空腹血糖差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。城乡血糖水平差异无统计学意义。

表 2 2016—2017 年中国东部地区

特征	青少年空腹血糖水平($\bar{x} \pm s$) mmol/L			P 值
	例数	空腹血糖	F/ <i>t</i> 值	
年龄/岁				
12~13	3578	5.27±0.54	F=109.50	<0.05
14~15	2738	5.17±0.48		
16~17	2557	5.07±0.56		
地区				
城市	5285	5.24±0.55	t=22.95	>0.05
农村	3588	5.10±0.50		
性别				
男	4405	5.24±0.53	t=9.64	<0.05
女	4468	5.13±0.54		

2.3 标化空腹血糖异常率

由表 3 可见,空腹血糖异常率男生显著高于女生 ($P < 0.05$),随着年龄的增加,空腹血糖异常率呈下降趋势 ($P < 0.05$),城乡差异无统计学意义。

表 3 2016—2017 年中国东部地区青少年标化空腹血糖异常率⁽¹⁾

特征	异常人数	异常率/%	χ^2 值	P 值
年龄/岁				
12~13	126	3.58	27.160	<0.05
14~15	66	2.45		
16~17	42	1.67		
性别				
男	149	3.44	14.060	<0.05
女	85	1.93		
地区				
城市	170	3.23	2.634	>0.05
农村	64	1.84		

注:(1) 数据使用第六次人口普查校正

2.4 血糖正常组、异常组的血脂各组分水平的比较

由表 4 可见,空腹血糖异常组的 TC 和 LDL-C 分别高于空腹血糖正常组,差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。

2.5 空腹血糖与血脂各组分的回归分析

校正年龄、性别、地区后,分别以空腹血糖水平 ≥ 6.10 和空腹血糖水平 < 6.10 mmol/L 为因变量,将血脂各组分纳入 Logistic 回归模型,结果由表 5 可见,随着总胆固醇浓度的升高,青少年空腹血糖异常风险增加。

表 4 2016—2017 年中国东部地区血糖正常组、异常组青少年血脂水平($\bar{x}\pm s$)

组别	总胆固醇	Lg 甘油三酯 ⁽¹⁾	高密度脂蛋白胆固醇	低密度脂蛋白胆固醇
空腹血糖异常	4.00±0.75	-0.11±0.42	1.44±0.32	2.18±0.63
空腹血糖正常	3.85±0.72	-0.15±0.41	1.40±0.31	2.09±0.60
t 值	3.03	1.33	1.73	2.41
P 值	<0.05	>0.05	>0.05	<0.05

注: (1) 进行 log 转换

表 5 2016—2017 年中国东部地区青少年
正常空腹血糖、异常空腹血糖与血脂的回归分析

指标	回归系数	P 值	OR 值(95%CI)
总胆固醇	0.68	<0.05	1.98(1.06~3.71)
低密度脂蛋白胆固醇	-0.10	>0.05	0.91(0.40~2.0)
高密度脂蛋白胆固醇	-0.10	>0.05	0.90(0.58~1.40)
Lg 甘油三酯 ⁽¹⁾	-0.23	>0.05	0.80(0.58~1.10)

注: 校正年龄、性别、地区; (1) 进行 log 转换

3 讨论

3.1 青少年空腹血糖水平及异常率在不同年龄性别中存在差异

本研究显示我国东部地区 12~17 岁青少年的男生空腹血糖水平高于女生,这与董彦会等^[4]的研究结果一致。这可能与青春期女生更注重自身的身材,对高热量食物摄入有所控制,而青春期男生正处在生长发育的高峰阶段,膳食摄入更多的碳水化合物和脂肪以满足身体生长发育的需要有关。研究表明这种高热量的饮食可引起体重增加,导致脂代谢紊乱,进而增加血糖异常的风险^[5],提示在青少年糖尿病的防控工作中,要更重视男生的膳食营养宣教指导,降低发病风险。

本研究调查的是 12~17 岁的青少年,在 12~13 岁年龄段的血糖水平最高,血糖异常率也最高,随着年龄的增加而下降。有研究表明青少年 2 型糖尿病的高发年龄与青春期发育年龄一致,平均初诊年龄 12~14 岁^[6],与此研究结果一致。但是也有研究显示,在青少年中血糖水平是随着年龄的增长而上升的,与本研究结果不一致^[7],可能与调查年份不一致有关。有国外研究显示,男女生体内的雄激素和雌激素在 10 岁开始逐渐上升,在 17 岁达到峰值^[8],这一结果与本研究血糖水平的变化趋势相反。这可能是雄激素、雌激素与胰岛素相互协同,增强胰岛素的作用,进而导致血糖水平降低有关^[9-10]。提示青少年的血糖变化会受到青春期激素水平的影响。

空腹血糖水平和血糖异常率在城市和农村青少年间均无差异。此次调查地区为我国东部地区,经济水平相对较发达,提示我们可能随着经济的发展,农村生活水平提高,农村青少年的膳食结构发生了变化,导致在城市与农村之间血糖水平

和异常率差距已经基本消失,在青少年糖尿病的防控工作中,农村青少年也要同样应该得到重视。

3.2 在血糖正常与异常组间,TC 与 LDL-C 水平差异有显著性

有研究显示,糖尿病组的 TC、TG 和 LDL-C 水平比正常组的水平高,HDL-C 水平较正常组的低^[11-12]。本研究发现在血糖正常组的只有 TC 和 LDL-C 比异常组的低,且差别有统计学意义,TG 和 HDL-C 差别均无统计学意义。研究结果不一致可能由于调查对象的年龄段不同,本次的调查对象是 12~17 岁青少年,而此前的研究对象多是成年人或者儿童加青少年,年龄跨度较大。此次研究结果对青春期青少年人群更具代表性。另一种可能是与结局选择不同有关,此前的有关研究均已诊断糖尿病为分组标准,而本次研究是以是否空腹血糖异常为分组的标准,研究结果对青少年糖尿病的预防提供了更为前期的依据,提示在青少年人群血糖出现异常的情况下,要同时监测 TC 和 LDL-C 的水平,早发现,早干预,采取防控措施,抑制、逆转血糖代谢异常,有效降低糖尿病的发病率。

血糖异常组的 LDL-C 水平高于正常组,可能由于胰岛素抵抗使得 LDL-C 的清除受损,同时胰岛素缺乏使得 LDL 受体敏感性降低,导致血糖异常组的 LDL-C 水平升高。TC 水平的升高可能由于胰岛素抵抗,使得血液中 TC 的浓度升高。

3.3 TC 浓度的升高,青少年空腹血糖异常风险增加

本研究发现,在 12~17 岁青少年中血糖水平高的,TC 水平也较高。在成人的研究中也观察到同样的现象^[13]。由于 TC 水平升高,脂肪细胞肥大增生使得胰岛素受体数目和活性相对下降,表现为胰岛素抵抗,从而加重葡萄糖代谢障碍,而引发高血糖^[14]。而关于成年人的研究显示,血糖除了与 TC 呈正相关,还与 TG、LDL-C 呈正相关,与 HDL-C 呈负相关^[15]。但本研究并未观察到完全相同的结果,可能是由于青少年内分泌代谢比较复杂,影响血糖水平因素较多,除了血脂,还会受到生长激素和性激素水平的影响,这些激素同时也影响着脂代谢,从而使青少年人群中表现为只

有 TC 与血糖呈正相关。本研究结果提示我们在青少年人群中 TC 水平对血糖代谢起了重要的作用,在宣教指导和监测治疗中都应该引起重视。

参考文献

- [1] 迟学彭,于冬梅,琚腊红,等. 2002—2012 年中国 7~17 岁儿童青少年糖尿病患病现状及变化 [J]. 卫生研究,2018,47(5):705-709.
- [2] 薛耀明,肖海鹏.内分泌与代谢病学 [M]. 广州: 广东科技出版社,2018: 545-547.
- [3] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2017 年版) [J]. 中华糖尿病杂志,2018,10(1):6.
- [4] 董彦会,王西婕,杨招庚,等. 中国儿童青少年血糖分布情况 [J]. 中国学校卫生,2018,39(10):1449-1451.
- [5] DONG J Y, ZHANG L, ZHANG Y H, et al. Dietary glycaemic index and glycaemic load in relation to the risk of type 2 diabetes: meta-analysis of prospective cohort studies [J]. Br J Nutr, 2011, 106(11):1649-1654.
- [6] 宋为娟,杨瑞霞,蒋理,等. 健康体检人群血脂与血糖的相关性分析 [J]. 江苏医药,2017,43(22):1606-1608.
- [7] 付萍,满青青,张坚,等. 中国 5~17 岁儿童青少年糖尿病流行情况分析 [J]. 卫生研究,2007,36(6):722-724.
- [8] CHADA M, PRUSA R, BRONSKY J, et al. Inhibin B, follicle stimulating hormone, luteinizing hormone, and estradiol and their relationship to the regulation of follicle development in girls during childhood and puberty [J]. Physiol Res, 2003,52(3):340-346.
- [9] 毛季萍. 雌激素与高血糖及其临床问题 [J]. 实用糖尿病杂志,2006,2(5):7-8.
- [10] 廖小平,沈洁. 男性 2 型糖尿病患者血糖与雄激素水平的相关性 [J]. 中外医疗,2019,38(4):32-34.
- [11] 梁学军,巩纯秀,刘莹,等. 儿童 2 型糖尿病合并高尿酸血症与胰岛素抵抗、血脂关系的研究 [J]. 中国糖尿病杂志,2015,(8):726-729.
- [12] 李文明,于超,余雪梅,等. 糖尿病患者血糖控制与血脂的关系 [J]. 中国生化药物杂志,2015,35(2):126-129.
- [13] HEPTULLA R A, STEWART A, ENOCKSSON S, et al. In situ evidence that peripheral insulin resistance in adolescents with poorly controlled type 1 diabetes is associated with impaired suppression of lipolysis: microdialysis study [J]. Pediatr Res, 2003, 53(5):830-835.
- [14] 施凤兰. 儿童青少年血糖、血脂异常流行现状及影响因素概述 [J]. 中国妇幼保健,2017,32(10):2266-2270.
- [15] 王晓红. 糖尿病患者血糖与血脂变化的相关性研究 [J]. 中国实用医药,2016,11(19):45-46.
- [22] ZHANG Z, HE J W, ZHEN F W, et al. An analysis of the association between the vitamin D pathway and serum 25-hydroxyvitamin D levels in a healthy Chinese population [J]. J Bone Miner Res, 2013, 28(8):1784-1792.
- [23] LI L H, YIN X Y, WU X H, et al. Serum 25(OH) D and vitamin D status in relation to VDR, GC and CYP2R1 variants in Chinese [J]. Endocr J, 2014, 61(2):133-141.
- [24] HONG J, HATCHELL K E, BRADFIELD J P, et al. Transethnic evaluation identifies low-frequency loci associated with 25-hydroxyvitamin D concentrations [J]. J Clin Endocrinol Metab, 2018, 103(4):1380-1392.
- [25] ROSS A C, TAYLOR C L, YAKTINE A L, et al. Dietary reference intakes for calcium and vitamin D [J]. Pediatrics, 2012, 130(5):1427.
- [26] 孙晓静,孙晓辉,吴楠. 成年人体重指数、脂肪分布、脂肪含量的监测及分析 [J]. 现代护理,2006,12(19):1765-1767.
- [27] TOUVIER M, DESCHASAUX M, MONTOURCY M, et al. Determinants of vitamin D status in Caucasian adults: influence of sun exposure, dietary intake, sociodemographic, lifestyle, anthropometric, and genetic factors [J]. J Invest Dermatol, 2015, 135(2):378-388.
- [28] YAO S, HONG C C, BANDERA E V, et al. Demographic, lifestyle, and genetic determinants of circulating concentrations of 25-hydroxyvitamin D and vitamin D-binding protein in African American and European American women [J]. Am J Clin Nutr, 2017, 105(6):1362-1371.
- [29] HU Y C, CHEN J, WANG R, et al. Vitamin D nutritional status and its related factors for Chinese children and adolescents in 2010-2012 [J]. Nutrients, 2017, 9(9):1024.
- [30] CHEN J, YUN C, HE Y, et al. Vitamin D status among the elderly Chinese population: a cross-sectional analysis of the 2010-2013 China national nutrition and health survey (CNNHS) [J]. Nutr J, 2017, 16(1):3.
- [31] POWE C E, EVANS M K, WENGER J, et al. Vitamin D binding protein and vitamin D status of community dwelling black and white Americans [J]. N Engl J Med, 2013, 369(11):1991-2000.
- [32] BRAUN A, BICHLMAIER R, CLEVE H. Molecular analysis of the gene for the human vitamin-D-binding protein (group-specific component): allelic differences of the common genetic GC types [J]. Hum Genet, 1992, 89(4):401-406.

收稿日期:2020-10-16

收稿日期:2020-11-16