

青海省藏族牧民肥胖流行状况及其与饮食模式关系的队列研究

李珂¹ 张海东² 简文秀³ 孙晓敏^{1,4} 赵磊³ 汪海静³ 尕藏卓玛³ 王彦香³
许志华⁵ 王友发^{1,4} 彭雯^{3,6}

¹西安交通大学全球健康研究院公共卫生学院,西安 710049;²青海省格尔木市疾病预防控制中心,格尔木 816000;³青海大学医学部营养健康促进中心公共卫生系,西宁 810008;⁴西安交通大学国际肥胖与代谢性疾病研究中心,西安 710049;⁵青海省疾病预防控制中心慢性非传染病预防控制所,西宁 810007;⁶青海省糖脂代谢疾病防控中医药重点实验室,西宁 810008

通信作者:彭雯,Email:wen.peng2014@foxmail.com;王友发,Email:youfawang@gmail.com

【摘要】目的 探索青海省城镇化转型中藏族牧民成年人肥胖的流行状况及其与饮食模式的关系。**方法** 采用开放队列设计,2018年基线入组1 003人,2022年随访599人,新入组1 012人。共纳入≥18岁成年人1 913人,对其开展问卷调查和健康检查。使用因子分析法识别饮食模式,用混合效应模型分析饮食模式与肥胖关系。**结果** 2018-2022年超重、肥胖和中心性肥胖患病率分别为27.6%、33.8%和54.6%,肥胖和中心性肥胖年龄性别标化患病率均上升。共识别3种饮食模式:现代饮食模式(常食用猪肉、家禽肉类、加工肉类、新鲜水果、含糖饮料、咸味零食等)、城镇饮食模式(常食用精制碳水化合物、牛羊肉、蔬菜和鲜蛋类等)、牧区饮食模式(常食用糌粑、藏式奶酪、酥油茶/奶茶和乳制品等)。校正人口学特征、社会经济状况及生活行为方式后,相比城镇饮食模式得分 T_1 组, T_2 组超重和超重/肥胖风险显著增加(超重:OR=2.09,95%CI:1.10~3.95;超重/肥胖:OR=1.23,95%CI:1.00~1.51),而牧区饮食模式得分 T_3 组超重、肥胖、超重/肥胖和中心性肥胖的风险降低(超重:OR=0.45,95%CI:0.24~0.84;肥胖:OR=0.81,95%CI:0.69~0.95;超重/肥胖:OR=0.75,95%CI:0.61~0.91;中心性肥胖:OR=0.58,95%CI:0.38~0.89)。**结论** 城镇化转型中藏族牧民肥胖和中心性肥胖高发。城镇饮食模式是超重、超重/肥胖的危险因素,牧区饮食模式是超重、肥胖、超重/肥胖和中心性肥胖的保护因素。需制定针对性干预措施,提升健康水平。

【关键词】 肥胖; 中心性肥胖; 患病率; 饮食模式; 危险因素; 保护因素

基金项目:国家自然科学基金(82103846);青海省重点研发与转化计划(2023-QY-204);青海省重大科技专项(2021-NK-A3);中国营养学会营养科普与传播研究基金(CNS-SCP2020-40)

Prevalence of obesity and its association with dietary patterns: a cohort study among Tibetan pastoralists in Qinghai Province

Li Ke¹, Zhang Haidong², Jian Wenxiu³, Sun Xiaomin^{1,4}, Zhao Lei³, Wang Haijing³, Gazang Zhuoma³, Wang Yanxiang³, Xu Zhihua⁵, Wang Youfa^{1,4}, Peng Wen^{3,6}

¹Global Health Institute, School of Public Health, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China;

²Golmud Center for Disease Control and Prevention, Qinghai Province, Golmud 816000, China;

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20221225-01082

收稿日期 2022-12-25 本文编辑 张婧

引用格式:李珂,张海东,简文秀,等.青海省藏族牧民肥胖流行状况及其与饮食模式关系的队列研究[J].中华流行病学杂志,2023,44(8):1257-1263. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20221225-01082.

Li K, Zhang HD, Jian WX, et al. Prevalence of obesity and its association with dietary patterns: a cohort study among Tibetan pastoralists in Qinghai Province[J]. Chin J Epidemiol, 2023, 44(8):1257-1263. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20221225-01082.



³Nutrition and Health Promotion Center, Department of Public Health, Medical College, Qinghai University, Xining 810008, China; ⁴International Obesity and Metabolic Disease Research Center, Xi'an Jiaotong University, Xi'an 710049, China; ⁵Institute for Chronic and Non-communicable Disease Control and Prevention, Qinghai Center for Disease Prevention and Control, Xining 810007, China; ⁶Qinghai Provincial Key Laboratory of Prevention and Control of Glucolipid Metabolic Diseases with Traditional Chinese Medicine, Xining 810008, China

Corresponding authors: Peng Wen, Email: wen.peng2014@foxmail.com; Wang Youfa, Email: youfawang@gmail.com

【Abstract】 Objectives To explore obesity prevalence and its association with dietary patterns among Tibetan pastoralists during the urbanization transition in Qinghai Province. **Methods** Using an open cohort study design, 1 003 subjects were enrolled at baseline in 2018, 599 were followed up, and 1 012 were newly recruited in 2022. A total of 1 913 adults over 18 years were included in the study, and a questionnaire survey and health examination were conducted. Factor analysis was used to identify dietary patterns, and a mixed-effects model was used to analyze the association between dietary patterns and obesity. **Results** From 2018 to 2022, the prevalence rates of overweight, obesity, and central obesity were 27.6%, 33.8%, and 54.6%, respectively. Age-sex-standardized prevalence of obesity and central obesity increased. Three dietary patterns were identified: the modern pattern was characterized by frequent consumption of pork, poultry, processed meat, fresh fruits, sugary drinks, salty snacks, etcetera; the urban pattern was characterized by frequent consumption of refined carbohydrates, beef and mutton, vegetables and eggs, etcetera; and pastoral pattern featured frequent consumption of tsamba, Tibetan cheese, buttered/milk tea, and whole-fat dairy products. After adjusting for demographic characteristics, socioeconomic status, and lifestyle factors, compared with the T_1 , subjects in the T_2 of urban pattern scores were more likely to be overweight ($OR=2.09$, $95\%CI: 1.10-3.95$) and overweight/obese ($OR=1.23$, $95\%CI: 1.00-1.51$), whereas those in the T_3 of pastoral pattern scores had a lower risk of overweight ($OR=0.45$, $95\%CI: 0.24-0.84$), obesity ($OR=0.81$, $95\%CI: 0.69-0.95$), overweight/obesity ($OR=0.75$, $95\%CI: 0.61-0.91$) and central obesity ($OR=0.58$, $95\%CI: 0.38-0.89$). **Conclusions** Prevalence of obesity and central obesity was high among Tibetan pastoralists during the urbanization transition. Urban dietary pattern was a risk factor for overweight and overweight/obesity, whereas pastoral dietary pattern was a protective factor for overweight, obesity, overweight/obesity, and central obesity. Tailored interventions are needed to improve local people's health.

【Key words】 Obesity; Central obesity; Prevalence; Dietary pattern; Risk factors; Protective factors

Fund programs: National Natural Science Foundation of China (82103846); Key Research and Development and Transformation Program of Qinghai (2023-QY-204); Key Science and Technology Program in Qinghai Province (2021-NK-A3); Nutrition Science Popularization and Communication Research Fund of Chinese Nutrition Society (CNS-SCP2020-40)

肥胖已成为威胁我国居民健康的重大公共卫生问题。《中国居民营养与慢性病状况报告—2020年》显示我国超重/肥胖的成年人已过半^[1]。少数民族人群包括藏族人群肥胖问题日益严重。本课题组既往研究发现,藏族成年人超重/肥胖患病率与全国基本持平,而中心性肥胖患病率高于全国平均水平^[2]。青藏高原牧区海拔高,空气稀薄,当地藏族居民主要从事畜牧业,具有特殊的生活方式与饮食特征。近年来,随着生态移民、游牧民定居点建设、扶贫搬迁等政策的推进,越来越多藏族牧民从高海拔牧区搬迁到海拔较低的城镇,生活环境和生产生活方式包括饮食特点发生了巨大变化^[3-4],同时代谢疾病谱可能也随之改变。2018年本课题组在青海省格尔木市2个城镇化藏族社区

中完成了肥胖和相关慢性病基线调查,发现该人群慢性病患者率高,且饮食模式特点鲜明^[5]。为进一步探索其慢性病高发的原因,在此基础上建立开放队列。本研究旨在明确城镇化转型中藏族牧民的不同饮食模式与肥胖的关系,促进当地人群特异性公共卫生干预措施的制定实施,从而减轻其肥胖及相关慢性病负担。

对象与方法

1. 研究对象:来自青海省海西州格尔木市近郊的2个藏族社区(海拔2 800 m)。自2007年起,居民从海拔>4 000 m的纯牧区迁移至此社区。社区人群分为3类:①完全放弃游牧生活,定居在城镇;

②保留部分牛羊,在牧区和城镇之间往返;③主要在牧区从事畜牧业生产,偶尔在城镇居住。本研究采用开放队列设计,于2018年11-12月完成肥胖和相关慢性病基线调查,并于2021年12月至2022年5月进行随访并招募新的研究对象。纳入标准:① ≥ 18 岁;②藏族;③在调查社区居住时间 >3 年;④无严重的精神疾病,可理解并完成问卷;⑤同意参加调查研究。排除标准:①妊娠期女性;②精神或意识障碍,无法配合完成研究;③依从性较差,明确不愿接受随访者。2018年共调查1 003人,2022年随访599人,新入组1 012人,最终共2 015人参与调查。2个社区共藏族成年人3 361人,本研究纳入符合要求的藏族牧民1 913人(56.9%)进行分析,共2 447条记录,其中包括随访534人(1 068条记录)。本研究已通过青海大学医学伦理会审查(批准文号:2017-34,2021-15),并获得研究对象的知情同意。

2. 研究内容及方法:开展全面问卷调查和健康检查,问卷由经过培训合格的调查员面对面询问并记录,包括一般情况、社会经济状况、慢性病史、生活行为方式和膳食调查。膳食调查使用半定量食物频率问卷(FFQ),该问卷基于2015年中国营养与健康调查中使用经过信效度验证的FFQ,结合质性研究得到当地膳食特征,并对少量食物条目进行修改。2018年和2022年均进行了膳食调查,并在2022年随访中,对2018年FFQ进行进一步修正。膳食调查主要询问研究对象在过去一年中各类食物的消费频率,包括糌粑、精制碳水化合物、油炸面食类、蔬菜、新鲜水果、肉类、加工类食物、藏式奶酪、酥油茶/奶茶、饮品类和咸味零食类等。居住海拔根据问卷中每年在牧区(海拔 $>4 000$ m)生活时间分为高海拔(<4 个月)和超高海拔(≥ 4 个月)。

采用统一的仪器由经过培训的调查员进行体格检查(身高、体重和腰围),由专业人员进行生化检验、体成分及骨密度测量。

3. 结局变量定义: BMI为体重(kg)除以身高(m)的平方。根据《成人体重判定》(WS/T 428-2013)将BMI(kg/m^2)划分为:正常体重(18.5~)、超重(24.0~)、肥胖(≥ 28.0)和超重/肥胖(≥ 24.0);中心性肥胖:女性腰围 ≥ 85 cm,男性腰围 ≥ 90 cm^[6]。

4. 统计学分析:采用Stata 17.0软件,基于2018年($n=940$)及2022年($n=1 507$)全部调查对象(含随访人群)的2 447条记录进行数据分析。采用因子分析法建立饮食模式^[7],选择正交旋转后因子

载荷绝对值 >0.290 的食物进入饮食模式,并根据食物特征进行饮食模式命名,各样本(每个调查人次)在每种饮食模式上分别计算饮食模式得分。考虑到混合效应模型能够充分利用信息,将队列数据包含在内,在分析中同时包含个体和时间2个层面的变异性,因此采用混合效应模型分析饮食模式得分与肥胖的关系,将完成随访的534人开展敏感性分析,在混合效应模型中将饮食模式得分三分位数(T_1 ~ T_3)作为自变量进入模型分析。计算OR值及其95%CI。由于本研究为基于观察性数据的探索性研究,多重比较未进行P值校正^[8]。双侧检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

结 果

1. 基本情况:共纳入研究对象1 913人,其中男性880人(46.0%),女性1 033人(54.0%),年龄(43.0 ± 14.4)岁。72.2%未上过学,家庭年收入 ≥ 10 万元者仅占12.5%,72.3%的人群居住在高海拔地区。男性和女性在婚姻状况、文化程度、吸烟状况、饮酒状况和体力活动水平差异有统计学意义(均 $P<0.001$)。见表1。

2. 肥胖流行情况:2018-2022年超重、肥胖和中心性肥胖的患病率分别为27.6%、33.8%和54.6%,年龄性别标化患病率根据第七次全国人口普查数据计算分别为27.6%、34.8%和56.1%。女性肥胖和中心性肥胖患病率高于男性(肥胖:35.9% vs. 31.3%, $P=0.032$;中心性肥胖:57.4% vs. 51.3%, $P=0.007$)。超重、肥胖和中心性肥胖患病率在不同年龄组差异有统计学意义(均 $P<0.05$),且肥胖和中心性肥胖 ≥ 45 岁年龄组患病率高。见图1。2018年超重、肥胖和中心性肥胖的全国年龄性别标化患病率分别为29.6%、31.3%和46.7%,2022年分别为27.4%、36.8%和59.4%。2018-2022年,藏族社区人群肥胖及中心性肥胖的年龄性别标化患病率均呈上升趋势,中心性肥胖增幅最大。

3. 饮食模式:通过因子分析识别出3种饮食模式,分别为现代饮食模式(以家禽肉类、猪肉、加工肉类、新鲜水果、含糖饮料、咸味零食等为特点)、城镇饮食模式(以精制碳水化合物、牛羊肉、蔬菜和鲜蛋类为特点)、牧区饮食模式(以糌粑、藏式奶酪、酥油茶/奶茶和乳制品为特点)。3种饮食模式的因子累计贡献率为28.1%。见表2。

3种饮食模式比较,年轻且文化程度高的人群

表 1 青海省藏族牧民基本特征

特征	合计 (n=1 913)	男性 (n=880)	女性 (n=1 033)	P 值
年龄(岁, $\bar{x}\pm s$)	43.0±14.4	43.2±14.5	42.8±14.3	0.596
年龄组(岁, %)				0.745
18~	1 038(54.3)	471(53.5)	567(54.9)	
45~	623(32.5)	288(32.7)	335(32.4)	
≥60	252(13.2)	121(13.8)	131(12.7)	
婚姻状况(%)				<0.001
无配偶	275(14.4)	160(18.2)	115(11.1)	
有配偶	1 635(85.6)	718(81.8)	917(88.9)	
文化程度(%)				<0.001
未上过学	1 371(72.2)	586(67.0)	785(76.6)	
小学未毕业	166(8.7)	97(11.1)	69(6.7)	
小学及以上	362(19.1)	191(21.9)	171(16.7)	
家庭年收入(万元, %)				0.079
<2	423(23.0)	177(20.6)	246(24.9)	
2~	1 190(64.5)	567(66.1)	623(63.2)	
≥10	231(12.5)	114(13.3)	117(11.9)	
医疗保险(%)				0.913
新型农村合作医疗/未参保	1 168(61.5)	539(61.7)	629(61.4)	
城镇居民/城镇职工	730(38.5)	335(38.3)	395(38.6)	
吸烟状况(%)				<0.001
从不吸	1 499(79.0)	543(62.2)	956(93.3)	
已戒	109(5.7)	95(10.9)	14(1.4)	
<5 支/d	54(2.9)	38(4.3)	16(1.5)	
≥5 支/d	236(12.4)	197(22.6)	39(3.8)	
饮酒状况(%)				<0.001
从不饮	1 598(84.2)	645(73.8)	953(93.0)	
已戒	122(6.4)	100(11.4)	22(2.1)	
<40 g/周	156(8.2)	108(12.4)	48(4.7)	
≥40 g/周	23(1.2)	21(2.4)	2(0.2)	
体力活动水平(%)				<0.001
低	1 148(60.5)	514(58.9)	634(62.0)	
中	496(26.2)	290(33.2)	206(20.1)	
高	252(13.3)	69(7.9)	183(17.9)	
居住海拔(%)				0.078
高	1 133(72.3)	509(70.1)	624(74.1)	
超高	435(27.7)	217(29.9)	218(25.9)	

注:2018-2022 年完成随访的人群使用其 2018 年调查数据;组间均数比较采用 *t* 检验,率和构成比比较采用 χ^2 检验;数据有缺失,构成比按实际人数计算

对现代和城镇饮食模式依从性更高,而年龄偏大、文化程度低的人群则更倾向于牧区饮食模式,同时对牧区饮食模式依从性高的人群有更高比例居住在超高海拔牧区,体力活动水平也更高(结果未展示)。

4. 饮食模式与肥胖的关系:用饮食模式因子得分三分位数将人群分层后进行混合效应模型分析

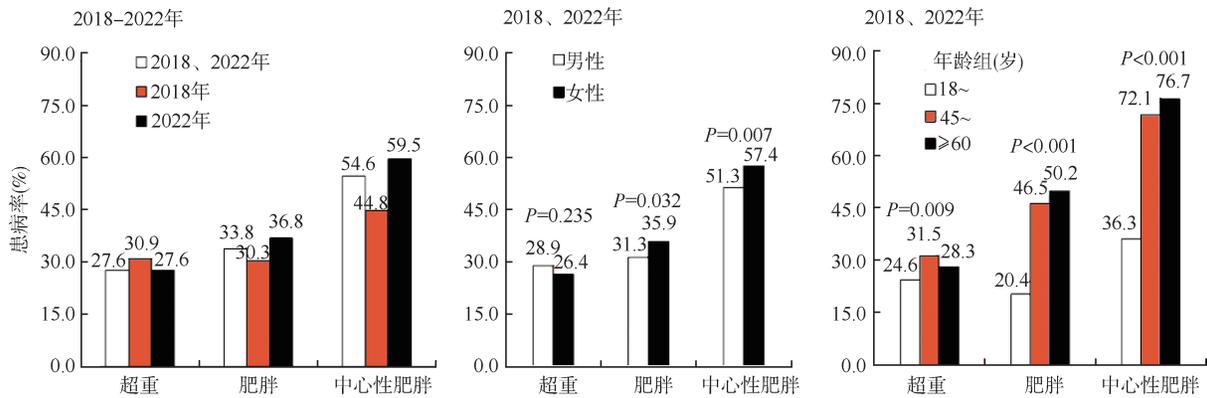
发现,现代饮食模式与超重、肥胖、超重/肥胖及中心性肥胖均无显著性关联($P>0.05$)。城镇饮食模式是超重、超重/肥胖的危险因素, T_3 组患超重的风险是 T_1 组的 2.09(95%CI: 1.10~3.95) 倍,患超重/肥胖的风险是 T_1 组的 1.23(95%CI: 1.00~1.51) 倍;进一步调整居住海拔后, T_3 组患超重的风险是 T_1 组的 2.33(95%CI: 1.16~4.70) 倍,患超重/肥胖的风险 1.31(95%CI: 1.02~1.67) 倍。牧区饮食模式是超重、肥胖、超重/肥胖和中心性肥胖的保护因素, T_3 组超重、肥胖、超重/肥胖和中心性肥胖的患病风险分别是 T_1 组的 0.45(95%CI: 0.24~0.84) 倍、0.81(95%CI: 0.69~0.95) 倍、0.75(95%CI: 0.61~0.91) 倍和 0.58(95%CI: 0.38~0.89) 倍,进一步调整居住海拔后, T_3 组肥胖和超重/肥胖的患病风险分别是 T_1 组的 0.80(95%CI: 0.65~0.99) 倍和 0.79(95%CI: 0.63~0.99) 倍,而超重和中心性肥胖差异无统计学意义($P>0.05$)。见表 3。在完成随访的人群中进行膳食模式和肥胖关系的敏感性分析,结果方向和总人群一致。

5. 居住海拔对饮食模式与肥胖关系的影响:亚组交互作用分析结果显示,居住海拔对现代饮食模式与超重和中心性肥胖的关系有交互作用(超重:交互 $P=0.019$;中心性肥胖:交互 $P=0.036$),在超高海拔地区居住的人群中,现代饮食模式与超重存在负向关联($OR=0.63$, 95%CI: 0.38~1.04, $P=0.068$);现代饮食模式与中心性肥胖的正向关联仅存在于高海拔地区($OR=1.37$, 95%CI: 1.06~1.76)。居住海拔与城镇和牧区饮食模式无显著的交互作用(交互 $P>0.05$)。见表 4。

讨 论

本研究采用开放队列设计,对藏族牧民 1 913 人进行调查研究,发现城镇化转型过程中的藏族牧民肥胖和中心性肥胖患病率高,且在女性和中老年人中更高。3 种饮食模式中,城镇饮食模式是超重、超重/肥胖的危险因素,而牧区饮食模式对超重、肥胖、超重/肥胖和中心性肥胖具有保护作用。现代饮食模式与中心性肥胖的正向关联仅在高海拔地区存在。

藏族牧民肥胖和中心性肥胖高发,其中肥胖年龄性别标化率(34.8%)高于全国水平的 2 倍(16.4%),中心性肥胖也高于全国水平(56.1% vs. 35.2%)^[1],2018-2022 年肥胖和中心性肥胖患病率



注:2018、2022年患病率计算中完成随访的人群使用其2022年调查数据;组间比较采用 χ^2 检验

图1 2018-2022年青海省藏族牧民肥胖患病率

表2 2018-2022年青海省藏族牧民主要的饮食模式

食物种类	现代饮食模式	城镇饮食模式	牧区饮食模式
家禽肉类	0.605	0.053	0.015
豆类	0.587	0.055	-0.013
全谷类	0.528	0.082	-0.087
加工肉类	0.522	0.091	-0.044
动物内脏类	0.516	-0.072	0.065
新鲜水果	0.509	0.125	-0.041
加工类蔬菜	0.488	-0.005	-0.044
坚果类	0.450	0.197	0.067
猪肉	0.414	0.132	-0.124
含糖饮料	0.390	0.256	-0.059
咸味零食类	0.312	0.239	0.035
深色蔬菜	0.123	0.642	-0.150
浅色蔬菜	0.144	0.606	-0.100
精制碳水化合物	-0.122	0.546	0.002
根茎类蔬菜	0.208	0.531	-0.089
葱蒜类蔬菜	0.138	0.486	-0.145
牛羊肉	-0.263	0.450	0.236
鲜蛋类	0.195	0.299	-0.032
藏式奶酪	-0.041	-0.069	0.746
糌粑	-0.011	-0.203	0.722
酥油茶/奶茶	-0.064	0.273	0.478
甜食类	0.197	0.224	0.401
乳制品	0.030	0.275	0.307
油炸面食类	0.281	0.027	0.173
零卡饮料类	-0.084	0.236	-0.287
海鲜类	0.211	0.073	-0.037

均上升。城镇化转型过程中,大部分人长期居住在城镇(72.3%),相较以前生活在牧区体力活动减少。虽仍有少部分人长居牧区,但经济社会发展推动传统放牧方式转变,牧民由骑马或步行放牧转变为骑摩托车放牧,体力活动强度也大大降低。这可能是城镇化转型中藏族牧民肥胖高发的重要原因。此外,经济增长和城镇化推动牧民饮食受城镇和西方

国家影响,高热量、低营养的超加工食品及烹调油食用增加,从而增加肥胖风险。

城镇饮食模式以经常摄入精制碳水化合物、牛羊肉、蔬菜和鲜蛋类为特征。本研究发现,对城镇饮食模式的高依从性可能增加肥胖的风险。既往研究发现,大量摄入红肉^[9-10]和精制谷物^[11]会增加肥胖风险,与本研究结果一致。然而,城镇饮食模式中其他食物组如蔬菜,既往研究提示可以降低超重/肥胖和体重增加的风险^[11-13]。但值得注意的是,藏族牧民新鲜蔬菜或水果的摄入频率低于牛羊肉类(远超半数的人每月摄入蔬菜或水果的频率 \leq 12次)。此外,牧民食用蔬菜的主要烹饪方式是煎炒,烹调油使用较多,往往伴随超额能量摄入,而膳食调查未计算食用油摄入。这些可以进一步解释城镇饮食模式与肥胖的正向关联。现代饮食模式以猪肉、动物内脏类、加工类、含糖饮料、家禽肉类、新鲜水果、豆类、全谷类等食物为特征,本研究未发现现代饮食模式与肥胖的相关性,这可能与该饮食模式中健康食物组与不健康食物组并存有关,多项研究表明红肉^[9-10]、加工类食物^[9,14]、含糖饮料^[11,15]的摄入均会增加肥胖风险,而水果、全谷类食物以及富含蛋白质的食物如豆类则可以降低体重增加的风险^[11-13,16]。

本研究识别出的牧区饮食模式以糌粑、酥油茶/奶茶、藏式奶酪及乳制品为主,与基于雅鲁藏布江沿岸的藏族成年人中识别出的传统饮食模式基本一致^[17]。藏族人食用的糌粑主成分为青稞,含有丰富膳食纤维和植物化学物质,例如 β -葡聚糖和多酚等,对健康有益。多项体内外研究均证明青稞有抗肥胖的作用^[18-19]。此外,牧民的牦牛、藏羊提供了大量鲜奶,可制作成种类丰富的乳制品,如酥油、曲拉(藏式干奶酪)等。荟萃研究结果表明,食用乳

表 3 2018–2022 年青海省藏族牧民饮食模式得分与肥胖关系的混合效应模型分析[OR 值(95%CI)]

结局变量	现代饮食模式	P 值	城镇饮食模式	P 值	牧区饮食模式	P 值
超重(对照组:正常体重)						
模型 1	0.79(0.44~1.43)	0.437	2.09(1.10~3.95)	0.024	0.45(0.24~0.84)	0.012
模型 2	0.62(0.34~1.15)	0.133	2.33(1.16~4.70)	0.018	0.55(0.29~1.04)	0.067
模型 3	1.16(0.45~3.00)	0.765	2.92(1.00~8.50)	0.049	0.43(0.15~1.26)	0.124
模型 4	1.04(0.35~3.14)	0.944	4.17(1.11~15.63)	0.034	0.38(0.11~1.25)	0.112
肥胖(对照组:正常体重)						
模型 1	1.04(0.87~1.24)	0.703	1.09(0.91~1.31)	0.335	0.81(0.69~0.95)	0.012
模型 2	1.06(0.84~1.34)	0.619	1.11(0.87~1.42)	0.407	0.80(0.65~0.99)	0.042
模型 3	0.97(0.80~1.18)	0.783	1.11(0.90~1.37)	0.311	0.93(0.82~1.05)	0.238
模型 4	1.07(0.81~1.42)	0.628	1.03(0.76~1.41)	0.846	0.81(0.67~0.98)	0.027
超重/肥胖(对照组:正常体重)						
模型 1	1.03(0.84~1.26)	0.796	1.23(1.00~1.51)	0.050	0.75(0.61~0.91)	0.004
模型 2	0.97(0.76~1.23)	0.774	1.31(1.02~1.67)	0.031	0.79(0.63~0.99)	0.041
模型 3	1.06(0.79~1.42)	0.684	1.29(0.96~1.74)	0.091	0.84(0.64~1.10)	0.209
模型 4	1.13(0.76~1.66)	0.549	1.38(0.93~2.05)	0.106	0.78(0.56~1.09)	0.151
中心性肥胖(对照组:非中心性肥胖)						
模型 1	1.32(0.89~1.97)	0.171	0.84(0.55~1.27)	0.413	0.58(0.38~0.89)	0.012
模型 2	1.14(0.75~1.72)	0.537	1.07(0.70~1.63)	0.760	0.71(0.46~1.08)	0.109
模型 3	2.05(1.13~3.72)	0.018	1.08(0.59~1.99)	0.800	0.65(0.35~1.24)	0.190
模型 4	1.52(0.78~2.99)	0.220	1.41(0.71~2.77)	0.324	0.73(0.36~1.47)	0.376

注:模型 1:调整了年龄、性别、婚姻状况、文化程度、家庭年收入、医疗保险、吸烟状况、饮酒状况和体力活动水平;模型 2:在模型 1 的基础上调整了居住海拔;模型 3:在模型 1 的基础上仅纳入完成 2 次调查的人群;模型 4:在模型 2 的基础上仅纳入完成 2 次调查的人群;OR 值(95%CI)为每种饮食模式得分 T_3 组与 T_1 组相比的结果

表 4 2018–2022 年青海省藏族牧民饮食模式得分与肥胖关系的亚组分析[OR 值(95%CI)]

结局变量	现代饮食模式	交互 P 值	城镇饮食模式	交互 P 值	牧区饮食模式	交互 P 值
超重		0.019		0.137		0.073
高海拔	1.14(0.79~1.64)		1.82(1.19~2.78)		0.70(0.49~1.00)	
超高海拔	0.63(0.38~1.04)		1.15(0.73~1.82)		1.11(0.73~1.69)	
肥胖		0.982		0.461		0.282
高海拔	0.99(0.88~1.12)		1.08(0.95~1.24)		0.88(0.78~1.00)	
超高海拔	1.04(0.83~1.31)		1.10(0.84~1.43)		1.02(0.78~1.33)	
超重/肥胖		0.117		0.152		0.061
高海拔	1.02(0.91~1.14)		1.19(1.04~1.36)		0.87(0.78~0.98)	
超高海拔	0.92(0.77~1.10)		1.13(0.92~1.40)		1.06(0.85~1.31)	
中心性肥胖		0.036		0.915		0.169
高海拔	1.37(1.06~1.76)		0.98(0.79~1.22)		0.79(0.64~0.98)	
超高海拔	0.90(0.64~1.26)		1.03(0.71~1.50)		0.99(0.69~1.40)	

注:饮食模式得分作为连续变量纳入分析

制品可能与肥胖风险降低有关^[20]。

本研究仅在居住于高海拔地区的人群中发现现代饮食模式与中心性肥胖风险增加有关,推测在超高海拔高寒缺氧的环境中,为了抵消热量损失并保持体温,能量消耗可能会额外增加^[21]。其次,该人群从超高海拔(牧区)迁移至高海拔(城镇),世代居住建立起的对超高海拔低压低氧环境的机体适应可能被改变,进而影响其肠道菌群和能量代谢,

但具体机制尚不清楚,需今后研究探讨。此外,居住海拔对现代饮食模式与超重也具有交互作用,但亚组分析中超高海拔仅为边缘显著,这可能是由于超高海拔地区的样本量有限影响统计效能,研究人群中仅 27.7% 长居在超高海拔地区。需指出的是,以 6 个月为切点划分居住海拔时,每组人数没有大幅变化,为在合理范围内保证 2 个海拔地区的样本量尽量均衡,本研究采用 4 个月为切点。

本研究存在局限性。首先,饮食调查不包括食物具体摄入量,但有研究表明,在 FFQ 中食物分量通常测量欠佳,食物摄入频率对个体差异更重要^[22];其次,本研究失访率较高,队列样本量相对有限,但开放队列设计和混合效应模型的使用一定程度弥补上述缺陷。

城镇化转型中藏族牧民成年人肥胖和中心性肥胖高发,城镇饮食模式是超重、超重/肥胖的危险因素,而牧区饮食模式是超重、肥胖、超重/肥胖和中心性肥胖的保护因素。亟需采取针对性饮食干预措施,减轻肥胖和相关慢性病负担,促进健康均衡,助力健康中国建设。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

志谢 感谢所有参加本项目的队列成员和现场工作的调查员,感谢青海省海西州格尔木市疾病预防控制中心和唐古拉山镇卫生院的工作人员

作者贡献声明 李珂:数据收集/处理、论文撰写;张海东:数据收集/处理、论文修改;简文秀、杂藏卓玛、王彦香:数据收集、论文修改;孙晓敏、赵磊、汪海静:论文修改;许志华:论文修改、支持;王友发:研究指导、论文修改、经费支持;彭雯:研究指导、结果解释、论文修改、经费支持

参 考 文 献

- [1] 国家卫生健康委员会疾病预防控制局. 中国居民营养与慢性病状况报告-2020年[M]. 北京:人民卫生出版社, 2021. Bureau of Disease Prevention and Control, National Health Commission. Chinese residents' nutrition and chronic diseases report (2020) [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2021.
- [2] Peng W, Li K, Yan AF, et al. Prevalence, management, and associated factors of obesity, hypertension, and diabetes in Tibetan population compared with China overall[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(14): 8787. DOI: 10.3390/ijerph19148787.
- [3] Fong TCT, Ho RTH, Yip PSF. Effects of urbanization on metabolic syndrome via dietary intake and physical activity in Chinese adults: Multilevel mediation analysis with latent centering[J]. *Soc Sci Med*, 2019, 234: 112372. DOI:10.1016/j.socscimed.2019.112372.
- [4] Li TX, Tang XY, Liu YP, et al. Dietary patterns and metabolic syndrome among urbanized Tibetans: A cross-sectional study [J]. *Environ Res*, 2021, 200: 111354. DOI:10.1016/j.envres.2021.111354.
- [5] Peng W. Nutritional implications of Tibetan Plateau resettling and urbanization programmes[M]//OenemaS, CampeauC, DelmuèDCC. United Nations System Standing Committee on Nutrition (UNSCN)—Nutrition[M]. Rome: UNSCN, 2019:83-90.
- [6] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. WS/T 428-2013 成人体重判定[S]. 北京:中国标准出版社, 2013. The National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. WS/T 428-2013 Criteria of weight for adults[S]. Beijing: Standards Press of China, 2013.
- [7] Hu FB. Dietary pattern analysis: a new direction in nutritional epidemiology[J]. *Curr Opin Lipidol*, 2002, 13(1):3-9. DOI:10.1097/00041433-200202000-00002.
- [8] Rothman KJ. No adjustments are needed for multiple comparisons[J]. *Epidemiology*, 1990, 1(1): 43-46. DOI: 10.1097/00001648-199001000-00010.
- [9] Rouhani MH, Salehi-Abargouei A, Surkan PJ, et al. Is there a relationship between red or processed meat intake and obesity? A systematic review and meta-analysis of observational studies[J]. *Obes Rev*, 2014, 15(9): 740-748. DOI:10.1111/obr.12172.
- [10] Wang Y, Beydoun MA. Meat consumption is associated with obesity and central obesity among US adults[J]. *Int J Obes (Lond)*, 2009, 33(6): 621-628. DOI: 10.1038/ijo.2009.45.
- [11] Schlesinger S, Neuenschwander M, Schwedhelm C, et al. Food groups and risk of overweight, obesity, and weight gain: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies[J]. *Adv Nutr*, 2019, 10(2):205-218. DOI:10.1093/advances/nmy092.
- [12] Yuan S, Yu HJ, Liu MW, et al. The association of fruit and vegetable consumption with changes in weight and body mass index in Chinese adults: a cohort study[J]. *Public Health*, 2018, 157: 121-126. DOI: 10.1016/j.puhe. 2018. 01.027.
- [13] Heo M, Kim RS, Wylie-Rosett J, et al. Inverse association between fruit and vegetable intake and BMI even after controlling for demographic, socioeconomic and lifestyle factors[J]. *Obes Facts*, 2011, 4(6): 449-455. DOI:10.1159/000335279.
- [14] Lin TK, Teymourian Y, Tursini MS. The effect of sugar and processed food imports on the prevalence of overweight and obesity in 172 countries[J]. *Global Health*, 2018, 14(1):35. DOI:10.1186/s12992-018-0344-y.
- [15] Boggs DA, Rosenberg L, Coogan PF, et al. Restaurant foods, sugar-sweetened soft drinks, and obesity risk among young African American women[J]. *Ethn Dis*, 2013, 23(4):445-451.
- [16] Tucker LA. Legume intake, body weight, and abdominal adiposity: 10-year weight change and cross-sectional results in 15, 185 U.S. adults[J]. *Nutrients*, 2023, 15(2): 460. DOI:10.3390/nu15020460.
- [17] Zhou CN, Li M, Liu L, et al. Food consumption and dietary patterns of local adults living on the Tibetan Plateau: results from 14 countries along the Yarlung Tsangpo river [J]. *Nutrients*, 2021, 13(7): 2444. DOI: 10.3390/nu13072444.
- [18] Obadi M, Sun J, Xu B. Highland barley: Chemical composition, bioactive compounds, health effects, and applications[J]. *Food Res Int*, 2021, 140: 110065. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.110065.
- [19] Aoe S, Ichinose Y, Kohyama N, et al. Effects of high β -glucan barley on visceral fat obesity in Japanese individuals: A randomized, double-blind study[J]. *Nutrition*, 2017, 42:1-6. DOI:10.1016/j.nut.2017.05.002.
- [20] Wang WJ, Wu YL, Zhang DF. Association of dairy products consumption with risk of obesity in children and adults: a meta-analysis of mainly cross-sectional studies[J]. *Ann Epidemiol*, 2016, 26(12): 870-882. e2. DOI: 10.1016/j.annepidem.2016.09.005.
- [21] Rintamäki H. Performance and energy expenditure in cold environments[J]. *Alaska Med*, 2007, 49(2 Suppl): 245-246.
- [22] Thompson FE, Subar AF, Brown CC, et al. Cognitive research enhances accuracy of food frequency questionnaire reports: results of an experimental validation study[J]. *J Am Diet Assoc*, 2002, 102(2): 212-225. DOI:10.1016/s0002-8223(02)90050-7.