

·基础研究·

2种新型人体测量指标对成人代谢相关脂肪性肝病的筛查能力

杨嘉璐¹, 罗燕芳², 单忍湖², 左志刚³, 余 振⁴, 朱耀文⁵, 李柳清⁵, 夏 敏¹

(1. 中山大学公共卫生学院, 广东 广州 510080; 2. 东莞市南城社区卫生服务中心公共卫生办公室, 广东 东莞 523076; 3. 东莞市茶山社区卫生服务中心预防保健部, 广东 东莞 523381; 4. 东莞市茶山社区卫生服务中心全科医学部, 广东 东莞 523381; 5. 东莞市东城社区卫生服务中心公共卫生办公室, 广东 东莞 523165)

摘要:【目的】评估身体形态指数(ABSI)和身体圆度指数(BRI)2种新型人体测量指标对成人代谢相关脂肪性肝病(MAFLD)的筛查能力,并确定最佳截断值。【方法】利用2018年3月至2019年10月“华南区域自然人群慢性病前瞻性队列研究”(SCC)在广东省东莞市调查点采集的有效基线调查数据,共纳入9 214名完成体格检查、腹部超声检查和实验室检测的成年人。MAFLD的诊断标准参考最新国际专家共识声明。以体质指数(BMI)、腰围(WC)和腰围身高比(WHtR)为参考,评价ABSI和BRI的筛查能力。使用Spearman秩相关分析和logistic回归模型,比较各指标与MAFLD的相关性。绘制受试者工作特征曲线(ROC),比较曲线下面积(AUC)。【结果】MAFLD患病率为31.41%,除ABSI以外,患病率在各指标四分位数组中呈线性增加的趋势(P -trend<0.001)。各指标与MAFLD患病均呈正相关,但ABSI关联性最弱(男性 $r_s=0.069$;女性 $r_s=0.045$),BRI较强(男性 $r_s=0.409$;女性 $r_s=0.413$)。在多因素logistic回归分析中,以最低四分位数组为参考,比较各指标最高四分位数组与MAFLD的OR值,发现ABSI最低,男性OR及95%CI为1.09(0.85, 1.41),女性OR及95%CI为0.90(0.74, 1.08);BRI与WHtR相近;BMI最高,男性为61.15(35.12, 106.47),女性为20.07(15.24, 26.43)。ABSI筛查MAFLD的AUC值最低(男性0.55;女性0.53),截断值为男性0.080 5、女性0.078 2。BRI具有较高的筛查价值(男性0.77;女性0.75),与WHtR相等、WC相近(男性0.79;女性0.77),略低于BMI(男性0.81;女性0.79),其最佳截断值为男性4.10、女性4.51。BRI在体质量消瘦或正常(男性0.73;女性0.69)、糖尿病患者(男性0.73;女性0.71)、体质量消瘦或正常但代谢功能失调人群(男性0.60;女性0.55)中对MAFLD均具有一定的筛查能力。【结论】BRI能较好筛查MAFLD(AUC>0.7),其截断值分别为男性4.10、女性4.51,而ABSI表现较差。考虑到其在不同人群中对MAFLD均具有一定区分价值,BRI有望作为MAFLD早期筛查指标。

关键词:代谢相关脂肪性肝病;身体形态指数;身体圆度指数;筛查能力

中图分类号:R181.2

文献标志码:A

文章编号:1672-3554(2021)06-0854-10

DOI:10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ(med.sci).2021.0607

The Ability of Two New Anthropometric Indices to Screen Metabolic Associated Fatty Liver Disease among Adults

YANG Jia-lu¹, LUO Yan-fang², SHAN Ren-hu², ZUO Zhi-gang³, YU Zhen⁴, ZHU Yao-wen⁵,
LI Liu-qing⁵, XIA Min¹

(1. School of Public Health, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China; 2. Department of Public Health, Nancheng Community Health Service Center, Dongguan 523076, China; 3. Department of Health Care, Chashan Community Health Service Center, Dongguan 523381, China; 4. Department of General Practice, Chashan Community Health Service Center, Dongguan 523381, China; 5. Department of Public Health, Dongcheng Community Health Service Center, Dongguan 523165, China)

Correspondence to: XIA Min; E-mail: xiamin@mail.sysu.edu.cn

收稿日期:2021-05-26

基金项目:国家重点研发项目(2017YFC0907100)

作者简介:杨嘉璐,硕士生,研究方向:营养与慢性病,E-mail: yangjlu@mail2.sysu.edu.cn;夏敏,通信作者,教授,博士生导师,
E-mail: xiamin@mail.sysu.edu.cn

Abstract:【Objective】To assess the screening ability of two new anthropometric indices: a body shape index (ABSI) and body roundness index (BRI) for metabolic associated fatty liver disease (MAFLD) in adults, and to determine the optimal cut-off value.【Methods】Based on the valid baseline data collected from March 2018 to October 2019 in Dongguan City, Guangdong Province by South China Cohort (SCC) project, a total of 9 214 adults were included, with physical examination, ultrasound and laboratory tests. MAFLD was diagnosed according to the consensus statement of international experts. Body mass index (BMI), waist circumference (WC) and waist-height-ratio (WHtR) were used as reference to evaluate the screening ability of ABSI and BRI. Spearman rank test and logistic regression model were used to compare the correlation between each index and MAFLD. The receiver operating characteristic curve (ROC) was used to compare the area under the curve (AUC).【Results】The prevalence of MAFLD was 31.41%, which increased linearly across the quartile of each index except ABSI. There was a positive correlation between each index and MAFLD but ABSI was the weakest ($r_s=0.069$ in males and $r_s=0.045$ in females) while BRI was stronger ($r_s=0.409$ in males and $r_s=0.413$ in females). A multivariate logistic regression analysis of the presence of MAFLD for the highest quartile vs. the lowest quartile of each anthropometric measure, showed that ABSI had the lowest OR without statistical significance. The OR and 95%CI was 1.09 (0.85, 1.41) in males and 0.90 (0.74, 1.08) in females, respectively. BRI was similar to WHtR, and BMI had the strongest association whose OR and 95%CI was 61.15 (35.12, 106.47) in males and 20.07 (15.24, 26.43) in females, respectively. ABSI had the lowest AUC for MAFLD (0.55 in males and 0.53 in females) and the cut-off value was respectively 0.080 5 in males and 0.078 2 in females. BRI had a higher AUC (0.77 in males and 0.75 in females), equal to WHtR and similar to WC (0.79 in males and 0.77 in females) but lower than BMI (0.81 in males and 0.79 in females). The optimal cut-off value for BRI was 4.10 in males and 4.51 in females. BRI also showed a certain screening ability on MAFLD in lean/normal weight population (0.73 in males and 0.69 in females), patients with diabetes (0.73 in males and 0.71 in females) and subjects with lean/normal weight and metabolic dysfunction (0.60 in males and 0.55 in females).【Conclusions】BRI can effectively identify MAFLD (AUC>0.7) and the optimal cut-off value is 4.10 for males and 4.51 for females, while ABSI performs poorly. Considering the screening on MAFLD in population with different characteristics, BRI shows a potential for use in early screening of MAFLD.

Key words: metabolic associated fatty liver disease; a body shape index; body roundness index; screening ability

[J SUN Yat-sen Univ (Med Sci), 2021, 42(6): 854-863]

我国非酒精性脂肪性肝病 (nonalcoholic fatty liver disease, NAFLD) 患病率达 29.2%^[1], NAFLD 与肥胖、糖尿病和代谢综合征密切相关^[2]。故 2020 年国际专家小组提出用代谢相关脂肪性肝病 (metabolic associated fatty liver disease, MAFLD) 代替 NAFLD^[2, 3]。早期识别、干预 MAFLD 高危人群, 可预防疾病发生。人体测量指标能反映肥胖程度, 更对代谢性疾病具有一定筛查价值。体质指数 (body mass index, BMI) 和腰围 (waist circumference, WC) 是传统指标, 但均存在一定不足。BMI 的局限性包括: ① 肌肉和脂肪质量对死亡风险的影响相反^[4], 但 BMI 无法区分肌肉和脂肪^[5]; ② 中心性脂肪堆积对健康危险最大^[6], 而 BMI 无法判断脂肪分布位置。WC 常用于测量腹型肥胖, 其不足为未考虑身高对内脏脂肪相对数量的影响^[7]。因此有研究团队建立了身体形态指数 (a body shape index, AB-

SI)^[5] 和身体圆度指数 (body roundness index, BRI)^[8], 校正了身高和 (或) 体质量的影响, 改善腹部肥胖测量。ABSI 与内脏脂肪呈正相关, 不受体型影响^[5], 可预测死亡率^[9]、糖尿病新发^[10]。BRI 可反映体脂肪百分比^[8], 对糖尿病^[11]、代谢综合征^[12]、血管硬化^[7]、血脂异常^[13]等均具有良好的区分价值, 优于或近似传统指标。现有少量研究评估了人体测量指标对 NAFLD 的筛查能力, 如 BRI、腰围身高比 (waist-height-ratio, WHtR) 与 18~74 岁成年人 NAFLD 呈强关联, 且区分价值高于腰臀比^[14]。随着新定义的提出, ABSI、BRI 是否对 MAFLD 具有良好筛查价值需要进一步的探索, 但目前尚无相关研究内容。因此本研究利用“华南区域自然人群慢性病前瞻性队列研究” (South China Cohort, SCC) 广东省东莞市调查点的基线数据, 评价 ABSI、BRI 对 MAFLD 的筛查能力, 并确定最佳截断值。

1 材料与方 法

1.1 研究对象

本研究属于横断面调查,利用SCC项目组于2018年3月至2019年10月在广东省东莞市茶山镇、南城街道和东城街道采集的基线数据展开分析。本研究的纳入标准包括:①基线调查年龄>18岁;②调查前一年在调查点居住>6个月的居民;③无严重肢体残疾或精神疾病,非妊娠妇女,能正常交流者;④自愿参加SCC项目并签署知情同意书;⑤完成腹部超声检查。部分居民的年龄范围虽超过SCC项目的纳入年龄(30~79岁),但符合其他纳入标准,因此将该部分居民纳入本分析。在9 434名符合纳入标准的调查对象中,我们进一步排除了:①既往有肝硬化、肝切除、血吸虫肝、恶性肿瘤等疾病史者;②缺失体格检查和实验室检测数据,从而无法判断MAFLD患病情况的调查对象。最终本研究纳入9 214名研究对象。调查已获得中山大学公共卫生学院医学伦理委员会批准(L2017001)。

1.2 研究方法

包括基本信息、体格检查、腹部超声检查和实验室检测。体格检查包括测量身高、体质量、WC、收缩压(systolic blood pressure, SBP)和舒张压(diastolic blood pressure, DBP),计算ABSI、BRI、BMI和WHtR。实验室检测包括血脂、血糖、肝功能等指标。

1.2.1 人体测量指标 脱帽、脱去外衣、赤足测量身高和体质量,分别精确到0.1 cm和0.1 kg。WC测量要求穿薄贴身衣物、在自然呼气末,用皮尺测量肚脐上方1 cm,精确到0.1 cm。BMI为体质量(kg)除以身高(m)的平方。WHtR为腰围(cm)除以身高(cm)的比值。

根据下列算式^[5],计算ABSI:

$$\text{ABSI} = \frac{\text{WC}}{(\text{BMI}^{\frac{2}{3}} \times \text{height}^{\frac{1}{3}})}$$

根据下列算式^[8],计算BRI:

$$\text{BRI} = 364.2 - 365.5 \times \sqrt{1 - \frac{\left(\frac{\text{WC}}{2\pi}\right)^2}{(0.5 \times \text{height})^2}}$$

1.2.2 血压测量 采用OMRON J710上臂式电子血压计,要求调查对象休息5 min后取坐位,测量2

次,间隔2 min。前后两次SBP或DBP差异超过10 mmHg,则测量第3次,对最接近的两次测量值取均值。

1.2.3 实验室检测 调查日早晨,研究对象经空腹10 h后于相应社区卫生服务中心检验科采集静脉血10 mL,非抗凝血和抗凝血各5 mL。当场完成检测工作,获得血清甘油三酯(triglyceride, TG)、总胆固醇(total cholesterol, TC)、高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、谷丙转氨酶(alanine aminotransferase, ALT)、谷草转氨酶(aspartate transaminase, AST)、空腹血糖(fasting plasma glucose, FPG)、尿酸(uric acid, UA)等血液指标。

1.3 MAFLD 诊断标准

参考MAFLD新定义的国际专家共识声明^[2-3],腹部超声检查结果显示存在肝脂肪变性者,同时合并超重/肥胖、糖尿病、代谢功能失调中的任一情况,则诊断为MAFLD患者。其中,超重/肥胖的定义为BMI≥23 kg/m²(亚洲人);糖尿病的定义为FPG≥7.0 mmol/L、既往诊断为糖尿病患者或接受降血糖药物治疗;代谢功能失调的定义为至少存在两项代谢异常风险因素,包括,WC:亚洲人男性和女性分别≥90和80 cm;血压:≥135/85 mmHg或接受降压药物治疗;TG异常:≥1.70 mmol/L或接受降血脂药物治疗;HDL-C异常:男性和女性分别<1.0和1.3 mmol/L或接受调血脂药物治疗;糖尿病前期:FPG为5.6~6.9 mmol/L。由于本研究未检测稳态模型评估胰岛素抵抗指数和超敏C反应蛋白,影响了78名研究对象无法判断是否患有MAFLD,因此排除此部分人群,不纳入分析。

1.4 统计学方法

采用SPSS 25.0进行数据处理和统计分析,双侧检验,检验水准α=0.05。如果每一组资料都呈正态分布且方差齐,则用均数±标准差表示,组间比较用t检验,若方差不齐,用t'检验;非正态分布数据,用中位数(下四分位数~上四分位数)[M(P₂₅~P₇₅)]表示,组间比较用Mann-Whitney U检验;计数资料用频数(%)表示,组间比较用χ²检验。既往较多研究已发现经典人体测量指标BMI、WC、WHtR对代谢性疾病具有较好的预测或筛查价值,因此本研究将以上3个指标作为参考组,以比较ABSI和BRI两个新指标对MAFLD的筛查能力^[7,11]。使用

Spearman 秩相关分析探讨 MAFLD 与 BMI、WC、WHtR、ABSI、BRI 的关联。将以上 5 种人体测量指标按四分位数分组,分别计算各组 MAFLD 患病率及其 95% 置信区间(95% confidence interval, 95%CI)。通过 logistic 回归分析,在调整年龄、SBP、ALT、TG、HDL-C、UA 和 FPG 后,分别比较男、女性 5 种指标与 MAFLD 患病之间的比值比(odds ratio, OR)及其 95%CI。最后绘制受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic, ROC),获得区分 MAFLD 患者的曲线下面积(area under the curve, AUC)及其 95%CI。并比较 5 个指标分别在体质量消瘦或正常($BMI < 23 \text{ kg/m}^2$)、糖尿病以及体质量消瘦或正常但存在代谢功能失调人群中的 AUC 值。AUC 可反映各指标筛查 MAFLD 的准确性,从而评价指标的筛查能力^[7, 11]。0.5<AUC<0.7,准确性较低;0.7<AUC<0.9,具有一定的准确性;AUC>0.9,准确性较高。若某指标的 AUC 值>0.7,可认为该指标对 MAFLD 具有一定筛查价值^[15]。根据最大约登指数确定最佳截断值,约登指数=灵敏度+特异度-1。用 Z 检验比较各指标 AUC 之间的差异是否具有统计学意义。

2 结果

2.1 MAFLD 的患病情况及流行特征

本研究共纳入 9 214 名研究对象,平均年龄为 66.44 ± 10.29 岁,其中男性 3 768 名(占 40.89%)、女性 5 446 名(占 59.11%)。

MAFLD 患病率为 31.41% (2 894/9 214),与 Non-MAFLD 组相比,MAFLD 组研究对象较年老、男性比例较低($P < 0.001$)。MAFLD 组 5 种人体测量指标(BMI、WC、WHtR、ABSI、BRI)和临床指标 SBP、DBP、TG、TC、LDL-C、ALT、AST、UA 以及 FPG 均高于 Non-MAFLD 组,但 HDL-C 较低,以上差异均具有统计学意义($P < 0.001$;表 1)。

2.2 人体测量指标与 MAFLD 的相关性分析

Spearman 秩相关分析显示,各指标与 MAFLD 患病均呈正关联($P < 0.001$)。其中,ABSI 关联性最弱(男性 $r_s = 0.069$;女性 $r_s = 0.045$; $P \leq 0.001$),BRI、WHtR(男性 $r_s = 0.409$;女性 $r_s = 0.413$; $P < 0.001$)和 WC 较强(男、女性 $r_s = 0.438$; $P < 0.001$),BMI 最强(男性 $r_s = 0.472$;女性 $r_s = 0.481$; $P < 0.001$;表 2)。

2.3 不同人体测量指标亚组的 MAFLD 患病率

比较各指标按四分位数分组后的 MAFLD 患病率(表 3),随着 BMI、WC、WHtR、BRI 的增加,MAFLD 患病率呈线性增加的趋势($P\text{-trend} < 0.001$)。而 MAFLD 患病率在 ABSI 的 $P_{50} \sim P_{75}$ 组达到最高后,略有下降,但线性趋势仍具有统计学意义($P\text{-trend} < 0.001$)。

2.4 不同人体测量指标与 MAFLD 的关系

以 $P_0 \sim P_{25}$ 组为对照组,控制相应混杂因素后,logistic 回归分析发现,在男、女性和各四分位数组中,BMI、WC、WHtR 和 BRI 均与 MAFLD 存在关联(表 4)。比较各指标的最高四分位数组可知,ABSI 与 MAFLD 的关联在校正混杂因素后不具有统计学意义($P > 0.05$),男性 OR 95%CI=1.09(0.85, 1.41),女性 OR 95%CI=0.90(0.74, 1.08)。BRI 与 MAFLD 关联性较强,男性 OR 95%CI=12.44(9.17, 16.90),女性 OR 95%CI=9.59(7.36, 12.50),差异具有统计学意义($P < 0.001$);与 WHtR 相近,男性 OR 95%CI=12.61(9.27, 17.15),女性 OR 95%CI=9.66(7.40, 12.61);但弱于 WC,男性 OR 95%CI=23.38(14.70, 37.18),女性 OR 95%CI=10.59(8.40, 13.36)。BMI 与 MAFLD 的关联性最强,男性 OR 95%CI=61.15(35.12, 106.47),女性 OR 95%CI=20.07(15.24, 26.43)。

2.5 不同人体测量指标的筛查能力

2.5.1 筛查 MAFLD 通过绘制 ROC 曲线(表 5、图 1)发现,BRI 对 MAFLD 具有较高的筛查能力,男性 AUC 95%CI=0.77(0.75, 0.78),女性 AUC 95%CI=0.75(0.74, 0.76)。该能力等同于 WHtR;略低于 BMI 和 WC,其中男性 AUC 95%CI 分别为 0.81(0.79, 0.82)和 0.79(0.77, 0.80),女性分别为 0.79(0.78, 0.80)和 0.77(0.75, 0.78),但 BRI 与 WC 的差异不具有统计学意义($P > 0.05$)。BRI 在男性中的最佳截断值为 4.10,灵敏度为 71.1%,特异度为 68.5%,最大约登指数为 0.40;女性为 4.51,灵敏度为 73.8%,特异度为 65.2%,最大约登指数为 0.39。

ABSI 对 MAFLD 的筛查能力最差,男性 AUC 95%CI=0.55(0.53, 0.57),女性 AUC 95%CI=0.53(0.51, 0.54),与其他指标的差异均具有统计学意义($P < 0.001$)。这与 Spearman 秩相关分析、logistic 回归分析结果一致。ABSI 对 MAFLD 筛查的最佳截断值在男性中为 0.080 5,女性中为 0.078 2,最大约登指数均为 0.08。

表1 研究对象的基本特征

Table 1 Basic characteristics of study population

[($\bar{x} \pm s$), $M(P_{25} \sim P_{75})$, $n(\%)$]

Variables	Total ($n=9\ 214$)	Non-MAFLD ($n=6\ 320$)	MAFLD ($n=2\ 894$)	$t/t'/Z/\chi^2$	P
Age/years	66.44 ± 10.29	66.16 ± 10.88	67.10 ± 8.86	-4.41	<0.001
Male/%	3 768 (40.89)	2 765 (43.75)	1 003 (34.66)	67.89	<0.001
Anthropometric indicators					
BMI/(kg/m ²)	24.25 ± 3.49	23.15 ± 3.06	26.67 ± 3.13	-50.95	<0.001
WC/cm	85.58 ± 9.50	82.87 ± 8.79	91.52 ± 8.24	-45.78	<0.001
WHtR	0.54 ± 0.06	0.53 ± 0.06	0.58 ± 0.06	-43.90	<0.001
ABSI (m ^{11/6} kg ^{-2/3})	0.0817 ± 0.0051	0.0815 ± 0.0053	0.0820 ± 0.0047	-4.56	<0.001
BRI	4.32 ± 1.35	3.95 ± 1.19	5.13 ± 1.30	-41.69	<0.001
Clinical characteristics					
SBP/mmHg	137.71 ± 19.54	136.14 ± 19.75	141.39 ± 18.73	-12.23	<0.001
DBP/mmHg	80.81 ± 10.73	80.13 ± 10.78	82.30 ± 10.48	-9.01	<0.001
TG/(mmol/L)	1.38 (0.99~2.01)	1.22 (0.90~1.71)	1.84 (1.33~2.58)	-33.30	<0.001
TC/(mmol/L)	5.26 ± 1.08	5.22 ± 1.08	5.36 ± 1.08	-5.45	<0.001
HDL-C/(mmol/L)	1.36 ± 0.34	1.41 ± 0.35	1.26 ± 0.27	21.93	<0.001
LDL-C/(mmol/L)	3.24 ± 0.92	3.22 ± 0.91	3.31 ± 0.93	-4.83	<0.001
ALT/(U/L)	19.38 (15.00~26.00)	18.00 (14.00~24.00)	22.62 (17.00~31.00)	-22.57	<0.001
AST/(U/L)	22.00 (18.80~26.20)	21.90 (18.30~26.00)	23.00 (19.00~28.00)	-9.23	<0.001
UA/(μmol/L)	366.48 ± 98.99	354.31 ± 95.93	393.30 ± 99.93	-17.33	<0.001
FPG/(mmol/L)	4.98 (4.58~5.57)	4.88 (4.50~5.37)	5.28 (4.79~6.09)	-22.30	<0.001

N refers to the total number of each group. MAFLD: metabolic associated fatty liver disease; BMI: body mass index; WC: waist circumference; WHtR: waist-height-ratio; ABSI: a body shape index; BRI: body roundness index; SBP: systolic blood pressure; DBP: diastolic blood pressure; TG: triglyceride; TC: total cholesterol; HDL-C: high-density lipoprotein cholesterol; LDL-C: low-density lipoprotein cholesterol; ALT: alanine aminotransferase; AST: aspartate transaminase; UA: uric acid; FPG: fasting plasma glucose.

表2 5种人体测量指标与MAFLD的Spearman相关性分析

Table 2 Spearman rank test of five anthropometric indicators and MAFLD

Groups	Statistics	BMI	WC	WHtR	ABSI	BRI
Total($n=9\ 214$)	r_s	0.478	0.426	0.420	0.061	0.420
	P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Male($n=3\ 768$)	r_s	0.472	0.438	0.409	0.069	0.409
	P	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
Female($n=5\ 446$)	r_s	0.481	0.438	0.413	0.045	0.413
	P	<0.001	<0.001	<0.001	0.001	<0.001

BMI: body mass index; WC: waist circumference; WHtR: waist-height-ratio; ABSI: a body shape index; BRI: body roundness index.

2.5.2 不同人群中筛查MAFLD的能力 比较5种指标在体质量消瘦或正常人群、糖尿病患者、体质量消瘦或正常但代谢功能失调人群中筛查MAFLD

患者的AUC值(表6)。发现,BRI在体质量消瘦或正常人群和糖尿病患者中筛查MAFLD时具有较高的AUC值,男性AUC 95%CI分别为0.73(0.68,

表3 5种指标四分位数亚组的MAFLD患病率
Table 3 Prevalence of MAFLD according to quartile in five indicators [n (%)]

Groups	Q	BMI ¹⁾²⁾	WC ¹⁾²⁾	WHtR ¹⁾²⁾	ABSI ¹⁾²⁾	BRI ¹⁾²⁾
Total(n=9 214)	1	96 (4.17)	170 (7.32)	77 (6.55)	583 (25.32)	166 (7.22)
	2	470 (20.45)	581 (23.13)	247 (22.03)	756 (32.91)	515 (22.40)
	3	907 (39.35)	894 (39.45)	372 (38.91)	800 (34.74)	874 (38.00)
	4	1 418 (61.71)	1 248 (59.15)	306 (59.42)	752 (32.71)	1 335 (58.07)
Male(n=3 768)	1	17 (1.81)	22 (2.84)	164 (7.18)	201 (21.50)	78 (6.59)
	2	150 (15.37)	157 (15.15)	508 (22.21)	290 (27.28)	251 (22.29)
	3	349 (34.28)	311 (31.22)	888 (37.92)	308 (29.33)	365 (38.91)
	4	486 (58.13)	513 (53.33)	1 330 (58.21)	203 (28.23)	308 (59.23)
Female(n=5 446)	1	79 (5.79)	148 (9.56)	87 (7.84)	381 (27.93)	88 (7.88)
	2	320 (24.21)	424 (28.73)	261 (22.38)	466 (37.76)	264 (22.51)
	3	558 (43.36)	583 (45.91)	516 (37.23)	492 (39.27)	509 (37.37)
	4	932 (63.75)	735 (64.02)	1 024 (57.85)	549 (34.75)	1 027 (57.73)

Q: quartile; 1) P -trend<0.001; 2) P <0.001 compared to prevalence of MAFLD in each quartile in total subjects, males or females. BMI: body mass index; WC: waist circumference; WHtR: waist-height-ratio; ABSI: a body shape index; BRI: body roundness index.

0.78)和0.73(0.69, 0.77), 女性 AUC 95%CI 分别为0.69(0.66, 0.73)和0.71(0.67, 0.74)。该筛查价值等于 WHtR, 与 BMI 和 WC 的差异无统计学意义($P > 0.05$)。在体质量消瘦或正常但代谢功能失调人群中5个指标对 MAFLD 的筛查 AUC 值均较低, BRI 在男性中 AUC 95%CI 为0.60(0.53, 0.67), 女性中为0.55(0.50, 0.59), 与 WC 相近, 但在女性中低于 BMI ($P < 0.001$)。

ABSI 在各人群中筛查 MAFLD 时均具有最低的 AUC 值, 除在体质量消瘦或正常但代谢功能失调人群中与 WC、WHtR 和 BRI 的差异外, 其余差异均具有统计学意义($P < 0.01$)。

3 讨论

本研究显示 MAFLD 患病率为 31.41%, BRI 能较好筛查 MAFLD, 截断值在男性中为 4.10、女性为 4.51。但 ABSI 不适合作为筛查 MAFLD 的指标。

ABSI 与腹部脂肪组织聚集呈正相关^[5], 弥补了 BMI 的不足。ABSI 预测早死风险的能力强于 BMI、WC^[5]。但部分研究显示 ABSI 对糖尿病^[11]、动脉硬化^[7]、儿童青少年高血压^[16]等不具有预测价值或较低, 与我们的研究结果一致(男性 AUC=0.55; 女性 AUC=0.53)。该指标建立最初是用于预测随访队

列中的死亡率^[5], 而本研究将其利用于横断面研究以判断是否患病, 可能是筛查价值较低的原因。

目前尚无研究探讨人体测量指标对 MAFLD 的筛查能力, 而本研究发现 BRI 对 MAFLD 有良好的筛查价值(男性 AUC=0.77; 女性 AUC=0.75), 其最佳截断值在男、女性中分别为 4.10 和 4.51。在本研究人群中以此截断值筛查 MAFLD 患病情况, 灵敏度可达到男性 71.1%、女性 73.8%, 特异度可达到男性 68.5%、女性 65.2%。在同等特征的人群中, 以男性 BRI>4.10、女性>4.51 作为筛查临界值, 阳性者采取针对性的干预措施, 对预防 MAFLD 可能具有潜在作用。而在体质量消瘦或正常人群中, BRI 对 MAFLD 仍具有一定的筛查能力, 表现为男性 AUC 95%CI=0.73 (0.68, 0.78)、女性 AUC 95%CI=0.69 (0.66, 0.73), 提示其筛查价值可能不仅归因于与肥胖的关联, 但需要进一步大规模、具有不同人群特征的研究来证实。

BRI 作为新型人体测量指标, 考虑了 WC 和身高, 能更好地测量体脂肪、脂肪组织百分比, 弥补了 BMI 和 WC 的不足^[8]。有研究认为 BRI 在诊断代谢综合征^[17]、胰岛素抵抗^[18]、动脉硬化^[7]、累积心脏代谢风险^[15]等方面强于 BMI、WC 等常规测量指标。我们的结果表明 BRI 在糖尿病患者、体质量消瘦或正常但代谢功能失调人群中对 MAFLD 具有一定筛

表4 多因素 Logistic 回归分析中5种指标与MAFLD患病的OR值
Table 4 OR of the prevalence of MAFLD for five indices in multivariate Logistic regression model

Variables	Male (n=3 768)			Female (n=5 446)		
	Wald χ^2	P	OR 95%CI	Wald χ^2	P	OR 95%CI
BMI	461.35	<0.001	2.99 (2.70, 3.30)	619.31	<0.001	2.46 (2.29, 2.64)
Q ₁	1.00 (reference)			1.00 (reference)		
Q ₂	60.05	<0.001	9.21 (5.25, 16.14)	101.07	<0.001	4.28 (3.22, 5.68)
Q ₃	130.68	<0.001	24.73 (14.27, 42.86)	254.59	<0.001	9.43 (7.16, 12.42)
Q ₄	211.40	<0.001	61.15 (35.12, 106.47)	456.20	<0.001	20.07 (15.24, 26.43)
WC	350.36	<0.001	2.48 (2.25, 2.72)	457.01	<0.001	2.09 (1.96, 2.24)
Q ₁	1.00 (reference)			1.00 (reference)		
Q ₂	38.00	<0.001	4.46 (2.77, 7.18)	92.20	<0.001	2.98 (2.39, 3.73)
Q ₃	101.32	<0.001	10.81 (6.80, 17.19)	220.98	<0.001	5.46 (4.36, 6.83)
Q ₄	177.30	<0.001	23.38 (14.70, 37.18)	398.55	<0.001	10.59 (8.40, 13.36)
WHtR	316.52	<0.001	2.24 (2.05, 2.45)	381.63	<0.001	2.04 (1.90, 2.19)
Q ₁	1.00 (reference)			1.00 (reference)		
Q ₂	59.42	<0.001	3.05 (2.30, 4.05)	43.43	<0.001	2.58 (1.95, 3.42)
Q ₃	163.85	<0.001	6.24 (4.71, 8.26)	125.96	<0.001	4.66 (3.56, 6.10)
Q ₄	260.66	<0.001	12.61 (9.27, 17.15)	278.49	<0.001	9.66 (7.40, 12.61)
ABSI	0.87	0.351	1.04 (0.96, 1.12)	2.22	0.136	0.96 (0.90, 1.01)
Q ₁	1.00 (reference)			1.00 (reference)		
Q ₂	0.559	0.455	1.09 (0.87, 1.36)	0.096	0.017	1.26 (1.04, 1.52)
Q ₃	1.89	0.170	1.17 (0.94, 1.47)	0.097	0.061	1.20 (0.99, 1.45)
Q ₄	0.46	0.497	1.09 (0.85, 1.41)	0.096	0.258	0.90 (0.74, 1.08)
BRI	314.92	<0.001	2.23 (2.04, 2.43)	380.89	<0.001	2.03 (1.89, 2.18)
Q ₁	1.00 (reference)			1.00 (reference)		
Q ₂	60.86	<0.001	3.07 (2.32, 4.07)	44.67	<0.001	2.60 (1.96, 3.44)
Q ₃	163.41	<0.001	6.20 (4.69, 8.20)	126.68	<0.001	4.67 (3.57, 6.10)
Q ₄	260.98	<0.001	12.44 (9.17, 16.90)	279.76	<0.001	9.59 (7.36, 12.50)

The model included age, SBP, ALT, TG, HDL-C, UA, FPG and BMI (WC, WHtR, ABSI or BRI). BMI:body mass index; WC:waist circumference; WHtR:waist-height-ratio; ABSI:a body shape index; BRI:body roundness index.

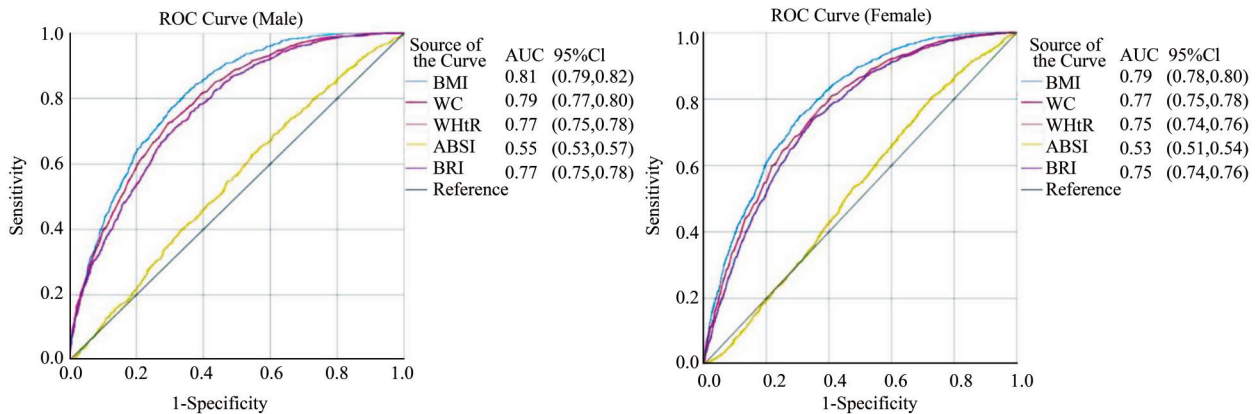
查价值。本研究通过 Spearman 秩相关分析发现 WHtR 与 BRI 之间存在完全一致的相关性($r_s=1, P=0.00$), 与 Chang 等^[11]在糖尿病的研究中一致。这与 BRI 的定义有关, 其决定了人群中 BRI 与 WHtR 的秩次相同, 而表 4 中 OR 值的细微区别则是将人群按四分位数分组时引起的变化。但是与 WHtR 相比, BRI 能用于计算体脂肪含量和百分比, 更好地反映身体健康状况。

本研究的优势在于是目前第一个利用中国当代人群数据探讨 BRI、ABSI 等人体测量指标对

MAFLD 筛查能力的研究。但本研究存在一定的局限性。首先, 通过 B 超判断脂肪变性, 灵敏度有限。超声的检测性能在肝脏细胞病变低于 20% 或 BMI > 40 kg/m² 的研究对象中降低^[2]。但本研究中仅 5 人 BMI > 40 kg/m², 影响极低。由于作为金标准的肝脏活检属于有创检查, 以及质子磁共振波谱的高费用, 超声仍是目前大规模人群筛查肝脂肪变性的首选方法^[2]。其次, 本研究未检测稳态模型评估胰岛素抵抗指数和超敏 C 反应蛋白, 可能影响 MAFLD 的诊断。但在纳入研究对象前, 已剔除无法判断是

表 5 根据性别分层的各指标筛查 MAFLD 的 ROC 曲线分析结果
Table 5 The ROC analysis of each index for the presence of MAFLD according to gender

Index	AUC (95%CI)	Optimal cut-off points	Sensitivity/%	Specificity/%	Youden's index
Male (n=3 768)					
BMI	0.81 (0.79, 0.82)	24.22	81.6	65.2	0.47
WC	0.79 (0.77, 0.80)	88.95	72.5	70.5	0.43
WHtR	0.77 (0.75, 0.78)	0.54	71.1	68.5	0.40
ABSI	0.55 (0.53, 0.57)	0.080 5	63.2	45.2	0.08
BRI	0.77 (0.75, 0.78)	4.10	71.1	68.5	0.40
Female (n=5 446)					
BMI	0.79 (0.78, 0.80)	24.52	74.9	69.4	0.44
WC	0.77 (0.75, 0.78)	84.95	77.1	62.9	0.40
WHtR	0.75 (0.74, 0.76)	0.56	73.8	65.2	0.39
ABSI	0.53 (0.51, 0.54)	0.078 2	80.6	27.2	0.08
BRI	0.75 (0.74, 0.76)	4.51	73.8	65.2	0.39



AUC: area under the curve. Area under the curves (AUCs) showed the screening power of BMI, WC, WHtR, ABSI and BRI between subjects with and without MAFLD according to gender. BRI had a higher AUC while ABSI had the lowest AUC in both sexes ($P < 0.001$). The difference between AUCs of WC and BRI was not significant. ROC: receiver operating characteristic. BMI: body mass index; WC: waist circumference; WHtR: waist-height-ratio; ABSI: a body shape index; BRI: body roundness index.

图 1 5种指标对 MAFLD 患病与否的筛查能力

Fig. 1 The screening power of five indices between subjects with MAFLD or not

否患 MAFLD 的 78 人,且本研究样本量较大,因此不影响研究的内部真实性。此外,本研究对代谢功能失调中糖尿病前期采用空腹血糖进行诊断,未检测糖化血红蛋白和餐后血糖。口服葡萄糖耐量试验虽为金标准,但方法烦琐,耗时长;糖化血红蛋白的检测方法和参考范围在国际上尚未统一,应用受限。目前较多研究或指南仍采用空腹血糖定义糖尿病前期,适用于人群大规模筛查^[19]。第三,本研

究人群平均 BMI 较高 (24.25 ± 3.49) kg/m^2 ,可能不适用于 BMI 较低人群。然而我们在体质量消瘦或正常人群中发现 BRI 对 MAFLD 的筛查价值较高,与 BMI、WC 相近。最后,本研究属于横断面调查,在因果推断上存在局限性,需要进一步的随访研究。

综上所述,ABSI 对 MAFLD 的筛查价值较低,不推荐使用。但 BRI 能较好区分 MAFLD,有希望作为 MAFLD 早期筛查指标,改善三早预防效果。

表6 男、女性5种指标在不同人群中筛查MAFLD的AUC
Table 6 AUC of five indicators in screening MAFLD in different subgroups according to gender

Subgroups	Index	Male		Female	
		AUC	95%CI	AUC	95%CI
BMI<23(<i>n</i> =3 382)	BMI	0.77	(0.72, 0.81)	0.73	(0.70, 0.76)
	WC	0.75	(0.70, 0.79)	0.71	(0.67, 0.74)
	WHtR	0.73	(0.68, 0.78)	0.69	(0.66, 0.73)
	ABSI	0.61	(0.55, 0.68)	0.59	(0.55, 0.63)
	BRI	0.73	(0.68, 0.78)	0.69	(0.66, 0.73)
Diabetes(<i>n</i> =1 347)	BMI	0.77	(0.73, 0.81)	0.75	(0.72, 0.78)
	WC	0.76	(0.72, 0.80)	0.73	(0.69, 0.76)
	WHtR	0.73	(0.69, 0.77)	0.71	(0.67, 0.74)
	ABSI	0.55	(0.50, 0.59)	0.49	(0.45, 0.53)
	BRI	0.73	(0.69, 0.77)	0.71	(0.67, 0.74)
BMI<23 & metabolic dysfunction (<i>n</i> =1 326)	BMI	0.68	(0.62, 0.75)	0.66	(0.62, 0.70)
	WC	0.61	(0.54, 0.68)	0.56	(0.51, 0.60)
	WHtR	0.60	(0.52, 0.67)	0.55	(0.50, 0.59)
	ABSI	0.51	(0.43, 0.59)	0.46	(0.42, 0.51)
	BRI	0.60	(0.53, 0.67)	0.55	(0.50, 0.59)

在今后的研究中,我们需要进一步证实BRI对MAFLD的筛查价值,探讨其与肝脂肪变性指数、内

脏脂肪指数等其他指标联合使用是否具有更高的筛查能力。

参考文献

- [1] Zhou F, Zhou J, Wang W, et al. Unexpected rapid increase in the burden of NAFLD in China from 2008 to 2018: A systematic review and meta-analysis[J]. *Hepatology*, 2019, 70(4): 1119-1133.
- [2] Eslam M, Newsome PN, Sarin SK, et al. A new definition for metabolic dysfunction-associated fatty liver disease: an international expert consensus statement[J]. *J Hepatol*, 2020, 73(1): 202-209.
- [3] Eslam M, Sanyal AJ, George J. MAFLD: a consensus-driven proposed nomenclature for metabolic associated fatty liver disease [J]. *Gastroenterology*, 2020, 158(7): 1999-2014.
- [4] Bigaard J, Frederiksen K, Tjonneland A, et al. Body fat and fat-free mass and all-cause mortality[J]. *Obes Res*, 2004, 12(7): 1042-1049.
- [5] Krakauer NY, Krakauer JC. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index[J]. *PLoS One*, 2012, 7(7): e39504.
- [6] Ruhl CE, Everhart JE. Trunk fat is associated with increased serum levels of alanine aminotransferase in the United States [J]. *Gastroenterology*, 2010, 138(4): 1346-1356, 1351-1356.
- [7] Zhang J, Fang L, Qiu L, et al. Comparison of the ability to identify arterial stiffness between two new anthropometric indices and classical obesity indices in Chinese adults[J]. *Atherosclerosis*, 2017, 263: 263-271.
- [8] Thomas DM, Bredlau C, Bosy-Westphal A, et al. Relationships between body roundness with body fat and visceral adipose tissue emerging from a new geometrical model [J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2013, 21(11): 2264-2271.
- [9] Krakauer NY, Krakauer JC. Dynamic association of mortality hazard with body shape[J]. *PLoS One*, 2014, 9(2): e88793.

- [10] He S, Chen X. Could the new body shape index predict the new onset of diabetes mellitus in the Chinese population?[J]. *PLoS One*, 2013, 8(1): e50573.
- [11] Chang Y, Guo X, Chen Y, et al. A body shape index and body roundness index: two new body indices to identify diabetes mellitus among rural populations in northeast China [J]. *BMC Public Health*, 2015, 15: 794.
- [12] Stefanescu A, Revilla L, Lopez T, et al. Using a body shape index (ABSI) and body roundness index (BRI) to predict risk of metabolic syndrome in Peruvian adults[J]. *J Int Med Res*, 2020, 48(1): 1219648406.
- [13] Zaid M, Ameer F, Munir R, et al. Anthropometric and metabolic indices in assessment of type and severity of dyslipidemia[J]. *J Physiol Anthropol*, 2017, 36(1): 19.
- [14] Motamed N, Rabiee B, Hemasi GR, et al. Body roundness index and waist-to-height ratio are strongly associated with non-alcoholic fatty liver disease: A population-based study [J]. *Hepat Mon*, 2016, 16(9): e39575.
- [15] Xu J, Zhang L, Wu Q, et al. Body roundness index is a superior indicator to associate with the cardio-metabolic risk: evidence from a cross-sectional study with 17, 000 Eastern-China adults [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2021, 21(1): 97.
- [16] Tong Y, Han E. Associations between body shape, body adiposity and other indices: a case study of hypertension in Chinese children and adolescents [J]. *Ann Hum Biol*, 2019, 46(6): 460-466.
- [17] Rico-Martin S, Calderon-Garcia JF, Sanchez-Rey P, et al. Effectiveness of body roundness index in predicting metabolic syndrome: a systematic review and meta-analysis[J]. *Obes Rev*, 2020, 21(7): e13023.
- [18] Li G, Wu HK, Wu XW, et al. The feasibility of two anthropometric indices to identify metabolic syndrome, insulin resistance and inflammatory factors in obese and overweight adults[J]. *Nutrition*, 2019, 57: 194-201.
- [19] Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. Metabolic syndrome--a new world-wide definition. a consensus statement from the international diabetes federation [J]. *Diabet Med*, 2006, 23(5):469-480.

(编辑 祁方昉)