

• 慢病专题：代谢性疾病 •

青壮年甲状腺超声特征参数与 MetS 及组分的相关性分析*

刘 娅¹,杨春江²,陈 静^{3△}

(1. 重庆市渝中区大坪社区卫生服务中心超声科,重庆 400014;2. 重庆医科大学附属儿童医院超声科,重庆 400010;3. 重庆市急救医疗中心超声科,重庆 400014)

[摘 要] **目的** 探讨青壮年甲状腺超声(包括纹理和灰度特征参数)与代谢综合征(MetS)及组分的相关性,明确青壮年甲状腺超声特征参数对 MetS 及其组分异常的超声量化诊断价值。**方法** 选取 2022 年 1 月至 2023 年 6 月在重庆市急救医疗中心体检中心进行体检的青壮年(19~59 岁)561 例作为研究对象,通过收集甲状腺二维超声图片、甲状腺激素、腰围、空腹血糖、血压、血脂、肝功能、尿碘、尿酸,应用 DFY-Ⅱ 软件分析甲状腺二维超声图片,获得纹理特征和灰度特征参数,包括角度二阶矩、能量、熵、对比度、均匀度、平均灰度、平均声强、灰度标准差、声强标准差、偏度、峰度。分析其与 MetS 及组分之间的相关性。并根据中华医学会糖尿病学分会(CDS)制订的 MetS 诊断标准将研究对象分为 MetS 组、非 MetS 组,比较 2 组间甲状腺超声特征参数的差异性。采用 ROC 曲线计算甲状腺超声特征参数诊断 MS 及相关生化指标异常的灵敏度和特异度。**结果** 角度二阶矩分别与游离三碘甲状腺原氨酸(FT3)、总三碘甲状腺原氨酸(TT3)呈负相关,熵与 FT3、TT3 呈正相关,灰度标准差、声强标准差均与 FT3、TT3、抗甲状腺过氧化物酶抗体之间呈正相关($P<0.05$)。角度二阶矩、能量、熵、灰度标准差、声强标准差与碱性磷酸酶(ALP)之间存在相关性,均匀度、平均灰度、平均声强与尿酸水平之间存在相关性,峰度与空腹血糖之间存在相关性($P<0.05$)。MetS 患者和非 MetS 患者的灰度标准差、声强标准差差异有统计学意义($P<0.05$)。熵、灰度标准差、声强标准差诊断 MetS 的 ROC 曲线下面积(AUC)分别为 0.747、0.749、0.749。**结论** 甲状腺超声纹理、灰度参数与 MetS 及组分间存在一定相关性,甲状腺超声纹理、灰度参数可以对 MetS 的诊断及组分异常有一定提示作用。

[关键词] 青壮年; 甲状腺超声; 特征参数; 代谢综合征; 定量分析
DOI:10.3969/j.issn.1009-5519.2025.11.008 **中图法分类号:**R445.1;R589
文章编号:1009-5519(2025)11-2545-07 **文献标识码:**A

Correlation analysis of thyroid Ultrasound characteristic Parameters and
MetS and their components in Young and Middle-aged adults*
LIU Ya¹,YANG Chunjiang²,CHEN Jing^{3△}

(1.Ultrasonography Department,Chongqing Yuzhong Daping Community Health Service Center,Chongqing 400014,China;2.Ultrasonography Department,Children's Hospital of Chongqing Medical University,Chongqing 400010,China;3.Ultrasonography Department,Chongqing Emergency Medical Center,Chongqing 400014,China)

[Abstract] **Objective** To explore the correlation between thyroid ultrasound(including texture and gray-scale characteristic parameters) in young and middle-aged adults and metabolic syndrome(MetS) and its components,and to clarify the quantitative diagnostic value of thyroid ultrasound characteristic parameters in young and middle-aged adults for abnormal MetS and its components. **Methods** A total of 561 young and middle-aged individuals(aged 19—59 years) who underwent physical examinations at the Physical Examination Center of Chongqing Emergency Medical Center from January 2022 to June 2023 were selected as the research subjects. By collecting two-dimensional ultrasound images of the thyroid gland,thyroid hormones,waist circumference,fasting blood glucose,blood pressure,blood lipids,liver function,urinary iodine,and uric acid,Two-dimensional ultrasound images of the thyroid were analyzed using DFY-Ⅱ software to obtain texture fea-

* 基金项目:重庆市科卫联合医学科研青年项目(2025QNXM015);重庆市体育局一般项目(B202338)。作者简介:刘娅(1987—),本科,住院医师,主要从事的浅表器官及腹部相关疾病的超声诊断研究。△ 通信作者,E-mail:790915538@qq.com。
网络首发 [https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20251009.1114.004\(2025-10-10\)](https://link.cnki.net/urlid/50.1129.R.20251009.1114.004(2025-10-10))

tures and gray-scale feature parameters, including Angle second moment, energy, Entropy, contrast, uniformity, average gray-scale, average sound intensity, gray-scale standard deviation, sound intensity standard deviation, Skewness, and Kurtosis. Analyze its correlation with MetS and its components. According to the MetS diagnostic criteria formulated by the Diabetes Society of the Chinese Medical Association (CDS), the research subjects were divided into the MetS group and the non-MetS group, and the differences in thyroid ultrasound characteristic parameters between the two groups were compared. The ROC curve was used to calculate the sensitivity and specificity of thyroid ultrasound characteristic parameters in diagnosing abnormal MS and related biochemical indicators. **Results** The results showed that the standard deviation of gray scale and sound intensity were positively correlated with TT3, TT4, and TPOAb, and Entropy was also positively correlated with TPOAb ($P < 0.05$). There were a correlation between multiple parameters such as the second moment of Angle, energy, Entropy, standard deviation of gray level, and standard deviation of sound intensity and alanine aminotransferase (ALP). There a correlation between uniformity, average gray level, and average sound intensity and uric acid level. There a correlation between Kurtosis and fasting blood glucose ($P < 0.05$). There were statistically significant differences in the gray standard deviation and sound intensity standard deviation between MetS patients and non-MetS patients ($P < 0.05$). The areas under the ROC curves (AUC) of Entropy, gray standard deviation, and sound intensity standard deviation for diagnosing MetS were 0.747, 0.749, and 0.749, respectively. **Conclusion** There is a certain correlation between thyroid ultrasound texture, gray-scale parameters and MetS and their components. Thyroid ultrasound texture and gray-scale parameters can provide certain hints for the diagnosis of MetS and component abnormalities.

[**Key words**] Young adults; Thyroid ultrasound; Characteristic parameter; Metabolic syndrome; Quantitative analysis

代谢综合征 (MetS) 是一组多种代谢指标及激素相互影响关联的结果^[1], MetS 及组分异常是青壮年常见的健康问题^[2], 其降低了患者的生活质量, 增加了社会和家庭的经济负担^[3]。各种生化指标和激素的相互作用可能会对甲状腺功能产生影响。甲状腺功能是通过甲状腺激素来表现的, 激素作用于甲状腺超声上会导致形态、回声等改变, 超声回声改变通常表现为灰阶和纹理的差别, 而肉眼仅能识别 8~16 个灰阶。甲状腺超声图像特征参数与 MetS 相关生化指标之间关系如何, 文献报道甚少。超声图像定量分析软件可以对超声图像进行灰阶、分贝 (dB) 值测定, 可鉴别 256 级灰阶, 测定 87 个超声强度等级 (0~86 dB), 为临床提供更多灰阶和回声量化指标, 本研究选择重庆市急救医疗中心青壮年体检人群为研究对象, 测定患者甲状腺超声图像特征参数、甲状腺激素水平、MetS 相关生化指标, 分析甲状腺超声图像特征参数、甲状腺激素水平、MetS 相关生化指标的相关性, 探讨其对 MetS 超声量化诊断的价值, 以及对相关指标异常的提示价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2022 年 1 月至 2023 年 6 月在重庆市急救医疗中心体检的 561 例青壮年作为研究对象, 平均年龄 (40.04 ± 12.15) 岁; 其中男 291 例 (51.8%), 平均年龄 (40.15 ± 12.37) 岁; 女 270 例 (48.2%), 平均年龄 (39.91 ± 11.93) 岁。纳入标准:

年龄 19~59 岁; 近 6 个月内未服用含碘药物及含碘造影剂; 近 3 个月内未服用影响甲状腺功能的药物, 如: 咪塞米、多巴胺类、胺碘酮等; 无甲状腺手术史; 甲状腺超声图片获取时设定的机器参数: 增益 (G) 设置在 45~48, 动态范围 (DR) 为 125。排除标准: 各种急、慢性感染性疾病患者; 妊娠及哺乳期妇女; 营养不良、严重心肝肾脏疾病、肿瘤疾病或其他系统严重疾病患者; 资料不齐全患者。本研究取得重庆市急救医疗中心伦理委员会批准 (RS202414)。

1.2 方法

1.2.1 仪器与方法

1.2.1.1 血清指标测定 隔夜禁食 8~12 h, 清晨取静脉血, 分别测定游离三碘甲状腺原氨酸 (FT3)、游离甲状腺素 (FT4)、促甲状腺激素 (TSH)、总三碘甲状腺原氨酸 (TT3)、总甲状腺素 (TT4)、反三碘甲状腺原氨酸 (rT3)、促甲状腺激素受体抗体 (TR-Ab)、抗甲状腺球蛋白抗体 (TGAb)、抗甲状腺过氧化物酶抗体 (TPOAb)、甲状腺球蛋白 (HTG), 血清甘油三酯 (TG)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C)、总胆固醇 (TC)、载脂蛋白 A1、载脂蛋白 B、谷丙转氨酶 (ALT)、谷草转氨酶 (AST)、γ-谷酰胺转肽酶 (γ-GT)、总胆红素 (TBIL)、碱性磷酸酶 (ALP)、尿酸、空腹血糖。

1.2.1.2 甲状腺超声灰度参数测量 选取储存于超声工作站中的国产迈瑞超声检测仪 Resona R7, 探头

(L14-3WU)获取的甲状腺超声图片,选取完整的横切面图像。将甲状腺超声图像导入 DFY-II 型超声图像定量分析仪后,采用手动法以左侧标尺为准选取直径约 1 cm 的圆形感兴趣区域,避开结节、钙化灶及可视的血管区域,软件自动获取图片的纹理,灰阶特征参数包括角度二阶矩、能量、熵、对比度、均匀度、平均灰度、平均声强、灰度标准差、声强标准差、偏度、峰度参数数值。

1.2.2 诊断标准 根据中华医学会糖尿病学分会(CDS)制订的 MetS 诊断标准^[4],符合下列 4 项中至少 3 项:(1)收缩压(SBP)≥140 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa)和(或)舒张压(DBP)≥90 mmHg,或已确诊高血压;(2)TG≥1.70 mmol/L 和(或)HDL-C<0.9 mmol/L(男)或<1.0 mmol/L(女);(3)身体质量指数(BMI)≥ 25 kg/m²; (4)FPG≥6.1 mmol/L 和(或)餐后 2 h 血糖(2hPG)≥7.8 mmol/L,或已诊断 2 型糖尿病(T2DM)。

1.3 统计学处理 应用 SPSS26.0 统计软件对数据进行分析,采用 S-W 检验检测所获得的所有数据是否符合正态分布,符合正态分布计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,

2 组数据之间差异性分析采用 *t* 检验,非正态分布数据以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,使用 Wilcoxon Mann Whitney 检验。服从正态分布的资料间相关性分析采用 Pearson 相关性分析,而非正态分布资料间相关性分析采用 Spearman 相关性分析;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析应变参数诊断效能。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 基础资料 本研究 561 例研究对象中 MetS 患者 110 例,非 MetS 451 例,发生率约 19.6%。不同性别、年龄的甲状腺特征参数、甲状腺激素水平及 MetS 相关生化指标差异均无统计学意义($P>0.05$)。按照原始甲状腺超声图片的不同增益(G 分别为 45、46、47、48)分为 4 组,4 组间超声特征参数比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。

2.2 甲状腺超声特征参数与甲状腺激素水平的相关性 角度二阶矩分别与 FT3、TT3 呈负相关,熵与 FT3、TT3 呈正相关,灰度标准差、声强标准差与 FT3、TT3、TPOAb 均呈正相关,平均声强与 HTG 呈负相关($P<0.05$)。见表 1。

表 1 甲状腺超声特征参数与甲状腺激素水平的相关性

指标	角度二阶矩	能量	熵	对比度	均匀度	平均灰度	平均声强	灰度标准差	声强标准差	偏度	峰度
FT3											
<i>r</i>	-0.316 ^a	-0.316 ^a	0.338 ^a	0.219	-0.189	-0.055	-0.055	0.328 ^a	0.327 ^a	0.151	0.075
<i>P</i>	0.024	0.024	0.015	0.122	0.185	0.703	0.703	0.019	0.019	0.290	0.603
FT4											
<i>r</i>	-0.024	-0.026	0.034	-0.111	0.106	-0.097	-0.097	0.105	0.104	-0.013	-0.202
<i>P</i>	0.865	0.856	0.815	0.440	0.461	0.498	0.498	0.465	0.466	0.930	0.154
TSH											
<i>r</i>	0.086	0.087	-0.096	0.078	-0.066	0.145	0.145	-0.215	-0.214	-0.188	0.121
<i>P</i>	0.547	0.546	0.502	0.586	0.645	0.311	0.311	0.130	0.131	0.186	0.398
TT3											
<i>r</i>	-0.361 ^a	-0.363 ^a	0.384 ^a	0.259	-0.242	0.039	0.039	0.353 ^a	0.353 ^a	0.087	0.079
<i>P</i>	0.009	0.009	0.005	0.066	0.087	0.785	0.785	0.011	0.011	0.544	0.584
TT4											
<i>r</i>	-0.218	-0.219	0.227	0.142	-0.136	-0.015	-0.015	0.228	0.228	-0.065	-0.074
<i>P</i>	0.124	0.122	0.109	0.322	0.343	0.915	0.915	0.108	0.107	0.649	0.604
rT3											
<i>r</i>	0.088	0.087	-0.096	-0.126	0.103	-0.113	-0.113	-0.072	-0.072	0.040	-0.180
<i>P</i>	0.541	0.543	0.504	0.379	0.471	0.428	0.428	0.614	0.616	0.780	0.206
TR-Ab											
<i>r</i>	0.027	0.028	-0.026	-0.157	0.134	-0.101	-0.101	0.052	0.051	0.160	-0.045
<i>P</i>	0.853	0.846	0.859	0.271	0.348	0.480	0.480	0.718	0.722	0.262	0.752

指标	角度 二阶矩	能量	熵	对比度	均匀度	平均灰度	平均声强	灰度 标准差	声强标准差	偏度	峰度
TGA _b											
r	-0.080	-0.078	0.088	-0.018	0.006	-0.034	-0.034	0.202	0.202	0.165	-0.055
P	0.577	0.588	0.539	0.903	0.969	0.810	0.810	0.155	0.155	0.247	0.699
TPOA _b											
r	-0.250	-0.248	0.256	0.152	-0.151	-0.088	-0.088	0.352 ^a	0.352 ^a	0.231	-0.026
P	0.077	0.080	0.070	0.287	0.289	0.541	0.541	0.011	0.011	0.103	0.854
HTG											
r	0.115	0.116	-0.123	-0.089	0.117	-0.285 ^a	-0.285 ^a	-0.092	-0.091	0.173	0.183
P	0.422	0.418	0.391	0.535	0.413	0.042	0.042	0.520	0.526	0.225	0.197

3 甲状腺超声特征参数与 MetS 相关生化指标的
相关性 角度二阶矩、能量与 ALP 之间均呈弱负相
关($r=-0.322$ 、 -0.326)，熵、灰度标准差、声强标准
差与 ALP 之间呈弱正相关($r=0.320$ 、 0.337 、
 0.337)，均匀度、平均灰度、平均声强与尿酸也存在弱
相关($r=0.281$ 、 -0.299 、 -0.299 ， $P<0.05$)，峰度与
空腹血糖之间呈弱正相关($r=0.331$ ， $P=0.018$)。见
表 2。

指标	角度 二阶矩	能量	熵	对比度	均匀度	平均灰度	平均声强	灰度 标准差	声强 标准差	偏度	峰度
血脂											
TG											
<i>r</i>	0.141	0.091	−0.015	0.060	−0.012	−0.124	−0.124	0.043	0.043	0.275	0.273
<i>P</i>	0.323	0.525	0.916	0.675	0.934	0.387	0.387	0.765	0.765	0.051	0.052
HDL-C											
<i>r</i>	0.049	0.074	−0.102	−0.061	−0.039	0.030	0.030	−0.202	−0.201	0.059	0.228
<i>P</i>	0.734	0.608	0.474	0.671	0.786	0.833	0.833	0.156	0.156	0.683	0.108
TC											
<i>r</i>	0.056	0.038	−0.007	−0.030	−0.050	0.124	0.124	−0.029	−0.028	0.200	0.196
<i>P</i>	0.695	0.792	0.960	0.837	0.726	0.385	0.385	0.842	0.843	0.160	0.168
载脂蛋白 A1											
<i>r</i>	0.007	0.003	0.009	0.031	−0.115	0.168	0.168	−0.101	−0.101	0.067	0.148
<i>P</i>	0.961	0.983	0.949	0.827	0.421	0.237	0.237	0.481	0.481	0.638	0.302
载脂蛋白 B											
<i>r</i>	−0.061	−0.089	0.106	0.079	−0.109	0.261	0.261	0.111	0.111	−0.026	−0.067
<i>P</i>	0.671	0.534	0.458	0.581	0.445	0.064	0.064	0.437	0.437	0.854	0.640
肝功											
ALT											
<i>r</i>	0.002	0.019	−0.053	−0.122	0.149	−0.048	−0.048	−0.028	−0.028	−0.042	−0.169
<i>P</i>	0.991	0.893	0.713	0.394	0.297	0.738	0.738	0.845	0.845	0.768	0.236
AST											
<i>r</i>	−0.035	−0.025	−0.011	0.054	−0.065	−0.196	−0.196	−0.102	−0.102	−0.187	−0.099
<i>P</i>	0.806	0.864	0.938	0.708	0.650	0.168	0.168	0.476	0.476	0.189	0.491
γ-GT											

续表 2 甲状腺超声特征参数与 MetS 相关生化指标的相关性											
指标	角度二阶矩	能量	熵	对比度	均匀度	平均灰度	平均声强	灰度标准差	声强标准差	偏度	峰度
r	0.002	−0.015	0.039	0.065	−0.000	−0.201	−0.201	0.081	0.081	0.075	−0.066
	P	0.991	0.919	0.784	0.651	0.998	0.157	0.157	0.571	0.601	0.645
TBIL											
r	−0.128	−0.099	0.054	−0.095	0.103	−0.059	−0.059	0.054	0.054	−0.021	−0.117
	P	0.371	0.491	0.706	0.508	0.472	0.682	0.682	0.708	0.709	0.415
ALP											
r	−0.322 ^a	−0.326 ^a	0.320 ^a	0.141	−0.172	−0.091	−0.091	0.337 ^a	0.337 ^a	0.205	−0.047
	P	0.021	0.020	0.022	0.322	0.226	0.524	0.524	0.015	0.015	0.150
空腹血糖											
r	0.011	0.048	−0.086	−0.109	0.122	−0.126	−0.126	−0.088	−0.088	0.228	0.331 ^a
	P	0.936	0.739	0.548	0.445	0.393	0.377	0.377	0.539	0.540	0.018
尿酸水平											
r	0.159	0.194	−0.215	−0.247	0.281 ^a	−0.299 ^a	−0.299 ^a	−0.078	−0.077	0.232	0.183
	P	0.264	0.172	0.129	0.081	0.046	0.033	0.033	0.589	0.589	0.199
尿碘浓度											
r	0.077	0.056	−0.036	0.006	0.107	−0.238	−0.238	0.042	0.042	0.116	−0.107
	P	0.592	0.698	0.804	0.969	0.453	0.093	0.093	0.768	0.768	0.453

注：^a $P<0.05$ 。

2.4 甲状腺超声特征参数与 MetS 相关性分析比较 MetS 组与非 MetS 组的超声特征参数可以得出：MetS 组超声特征参数角度二阶矩、能量均低于非

MetS 组($P=0.028$)，MetS 组的熵、灰度标准差、声强标准差均高于非 MetS 组($P=0.024$ 、 0.017 、 0.017)。见表 3。

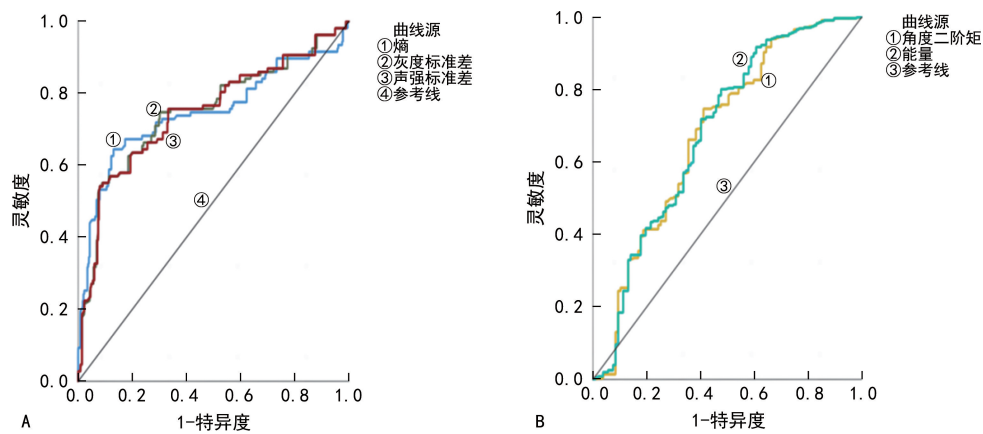
表 3 MetS 组与非 MetS 组甲状腺超声特征参数比较				
项目	非 MetS 组($n=451$)	MetS 组($n=110$)	Z/t	P
角度二阶矩[$M(P_{25},P_{75})$]	0.570(0.400,1.400)	0.270(0.200,0.900)	−2.195	0.028 ^a
能量[$M(P_{25},P_{75})$]	0.760(0.600,1.200)	0.520(0.500,1.000)	−2.195	0.028 ^a
熵[$M(P_{25},P_{75})$]	103.950(81.100,112.300)	120.135(92.000,125.500)	−2.254	0.024 ^a
对比度($\bar{x}\pm s$)	986.18±640.53	1493.20±1236.25	−1.256	0.237
均匀度[$M(P_{25},P_{75})$]	3.030(2.400,4.400)	2.645(2.200,4.300)	−1.080	0.280
平均灰度[$M(P_{25},P_{75})$]	91.000(76.000,123.500)	105.000(84.800,149.500)	−1.116	0.265
平均声强[dB, $M(P_{25},P_{75})$]	82.790(69.100,112.400)	95.530(77.100,136.000)	−1.116	0.265
灰度标准差($\bar{x}\pm s$)	19.28±5.61	24.49±7.49	−2.464	0.017 ^a
声强标准差(dB, $\bar{x}\pm s$)	17.54±5.10	22.28±6.81	−2.464	0.017 ^a
偏度($\bar{x}\pm s$)	0.24±0.32	0.40±0.26	−1.512	0.137
峰度[$M(P_{25},P_{75})$]	3.290(3.000,3.800)	3.200(2.800,4.000)	−0.486	0.627

注：^a $P<0.05$ 。

2.5 甲状腺超声灰度参数诊断 MetS 及相关生化指标异常的诊断效能 使用 ROC 曲线计算所有甲状腺超声特征参数诊断 MetS 的曲线下面积(AUC),发现熵、灰度标准差、声强标准差对应的 AUC 值分别为 0.747、0.749、0.749,Cut-off 值分别为 114.7、26.6、25.1。见图 1A。通过 ROC 曲线分析发现角度二阶

矩、能量对 MetS 的阳性预测价值较低($AUC<0.5$)，故尝试用 ROC 曲线分析两者对 MetS 的阴性预测价值,对应的 AUC 值均为 0.679,Cut-off 值分别为 0.519、0.668。见图 1B。同时对所获得的生化指标进行 ROC 曲线计算,尝试找到具有预警提示的 Cut-off 值,发现灰度标准差、声强标准差分别大于 25.99、

23.65 时提示可能存在 TPOAb 指标异常。



注:A. 甲状腺超声灰度参数诊断 MetS 的 ROC 曲线;B. 角度二阶矩及能量对 MetS 阴性诊断的 ROC 曲线。

图 1 甲状腺超声特征参数诊断 MetS 的 ROC 曲线图

3 讨 论

甲状腺超声检查是一种无创、便捷且高效的诊断工具,甲状腺超声不仅可观察甲状腺的形态、回声和纹理特征,还能直观地反映甲状腺的血流情况,能对甲状腺疾病进行初步筛查和诊断,为甲状腺功能的评估提供依据,甚至能提示其他甲状腺外疾病。当体内代谢出现异常时,甲状腺的超声特征可能会发生相应变化。MetS 是一组以肥胖、高血糖、高血压、血脂异常等代谢紊乱为特征的临床综合征,严重影响机体健康。研究表明, MetS 的各个组分,如肥胖、高血糖、高血压和血脂异常,均可能影响甲状腺的功能和结构,进而导致甲状腺超声特征的改变。

为提高超声影像检查的诊断准确性,减少人为判断的模糊性和主观性,超声医学图像定量分析技术应运而生。本研究使用了由重庆医科大学超声影像学研究所研制的 DFY-II 型超声图像定量分析仪。使用该软件可手动选取感兴趣区域,排除结节、囊肿、钙化灶等对整体灰度的影响,从而提取该区域的纹理特征和灰度特征信息。这种方法不仅提供了更丰富的诊断信息,还作为量化标准,为甲状腺疾病的诊断提供了客观依据^[5-6]。因超声图片的增益(G)设置可能会影响灰阶特征参数,故本研究开始前对 4 个不同增益的图片进行了分组分析。结果显示,不同增益组之间灰阶参数差异无统计学意义,这表明在本研究中运用该定量分析技术具有较高的稳定性和可靠性。

甲状腺是人体重要的内分泌器官,负责合成和分泌甲状腺激素。甲状腺激素在调节机体的新陈代谢、生长发育和神经系统功能中发挥着关键作用。研究表明,甲状腺激素与糖尿病存在一定的相关性^[7-8]。甲状腺激素对糖代谢具有双向作用^[9],可以通过调节胰岛素和儿茶酚胺的水平来影响血糖水平。此外,甲状腺激素与脂类代谢密切相关^[10],其分泌增多可能导致脂质合成和分解加速。甲状腺激素还可能通过多种机制与尿酸相互作用^[11],而尿酸、血脂、血糖之间也

存在相互影响^[12-13]。因此,甲状腺功能异常、血脂代谢、尿酸及 MetS 之间均存在一定关系^[7,10]。以上 MetS 相关组分的代谢异常状态均可能影响甲状腺激素,从而引起甲状腺超声特征纹理的改变^[14-15]。

本研究创新性地使用超声医学图像定量分析技术来探讨甲状腺的回声、纹理特征与 MetS 及相关生化指标之间的关联性。研究表明,包括灰度标准差、声强标准差、熵等甲状腺超声特征参数与 MetS 及多个相关生化指标表现出相关性。MetS 患者的超声特征参数角度二阶矩、能量低于正常,而熵、灰度标准差、声强标准差高于正常。在众多的 MetS 相关生化指标中,甲状腺超声图片的熵、灰度标准差、声强标准差升高可能提示 TPOAb。这表明甲状腺超声特征的变化可能反映 MetS 的病理生理过程。通过定量分析甲状腺超声图像,可以为 MetS 的早期诊断和监测提供新的视角。如灰度标准差和声强标准差的升高可能提示甲状腺组织的炎症反应或纤维化,而熵的增加可能反映了甲状腺组织的异质性增加。这些超声特征的变化与 MetS 各个组分之间的相关性,为深入研究甲状腺疾病与 MetS 之间的相互作用提供了重要线索。

尽管本研究取得了一些有意义的发现,但也存在一定的局限性。首先,本研究是单中心的回顾性研究,可能存在选择偏倚。其次,本研究只能表明甲状腺超声灰度、纹理与 MetS 及相关生化指标存在一定相关性,而无法确定因果关系。未来还将通过多中心、前瞻性研究设计或扩大样本量来探讨该关联性的因果机制。对甲状腺疾病与 MetS 之间分子机制的深入研究,可能有助于开发新的诊断标志物和治疗靶点。

综上所述,超声技术的进步带来了定量分析软件的增多,这些软件使得获取超声特征参数变得更加方便、经济和准确。MetS 及其相关生化指标对青壮年人群的身体健

学图像定量分析技术,揭示了甲状腺超声特征参数与 MetS 及相关生化指标之间的潜在关联性。甲状腺超声特征参数不仅在判断个体是否患有 MetS 及相关生化指标异常方面提供了一定的参考价值,还为 MetS 及组分异常的早期筛查和干预提供了新的思路。

参考文献

[1] 中国医师协会中西医结合医师分会内分泌与代谢病学专业委员会. 代谢综合征证结结合诊疗指南[J]. 世界中医药, 2023, 18(22): 3157-3166.

[2] 吴佩芸, 林诚. 代谢综合征运动干预作用机制的研究进展[J]. 中华高血压杂志(中英文), 2024, 32(2): 133-139.

[3] GE H, YANG Z, LI X, et al. The prevalence and associated factors of metabolic syndrome in Chinese aging population[J]. Sci Rep, 2020, 10(1): 20034.

[4] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)[J]. 中华糖尿病杂志, 2021, 13(4): 315-409.

[5] 王炯, 荣新, 曹海艳, 等. 定量分析对超声造影低增强型亚急性甲状腺炎与甲状腺乳头状癌的鉴别诊断价值[J]. 生物医学工程与临床, 2023, 2: 185-190.

[6] REN T, JIANG M, WU J, et al. Clinical value of grayscale ultrasound combined with real-time shear wave elastography nomogram in risk prediction of thyroid cancer[J]. BMC Med Imaging, 2023, 23(1): 123.

[7] BUSCEMI S, MASSENTI F M, VASTO S, et al. Association of obesity and diabetes with thyroid nodules[J]. Endocrine, 2018, 60(2): 339-347.

[8] KIM H, JUNG D Y, LEE S H, et al. Retrospective cohort analysis comparing changes in blood glucose level and body composition according to changes in thyroid-stimu-

lating hormone level[J]. J Diabetes, 2022, 14(9): 620-629.

[9] 杨慧慧, 高欣彤, 窦元元, 等. 甲状腺功能正常人群血清促甲状腺激素水平与血脂水平的关系分析[J]. 贵州医药, 2021, 45(6): 889-890.

[10] DESIDERI G, BOCALE R, D'AMORE A M, et al. Thyroid hormones modulate uric acid metabolism in patients with recent onset subclinical hypothyroidism by improving insulin sensitivity[J]. Intern Emerg Med, 2020, 15(1): 67-71.

[11] 吴子领. 肥胖与甲状腺抗体、高促甲状腺激素血症及高尿酸血症的相关性分析[D]. 武汉: 华中科技大学, 2022.

[12] YU J, SUN H, ZHU J, et al. Asymptomatic hyperuricemia and metabolically unhealthy obesity: a cross-sectional analysis in the tianning cohort[J]. Diabetes Metab Syndr Obes, 2021, 14: 1367-1374.

[13] LIU N, XU H, SUN Q, et al. The role of oxidative stress in hyperuricemia and xanthine oxidoreductase(xor)inhibitors[J]. Oxid Med Cell Longev, 2021, 2021: 1470380.

[13] 李红岩, 邹国良, 韩宇博, 等. 代谢综合征与高尿酸血症和促甲状腺激素相关性的研究进展[J]. 中国医药, 2022, 17(11): 1739-1742.

[14] 郑爱平, 赵静, 郑凝. 超声评估老年 2 型糖尿病伴甲状腺功能异常者全身各多脏器受累的研究进展[J]. 实用医技杂志, 2022, 29(5): 553-556.

[15] 吕宁, 唐丹丹, 杨璐, 等. 超声灰度比值鉴别甲状腺皱缩结节与甲状腺乳头状癌的临床价值[J]. 临床超声医学杂志, 2024, 26(3): 190-194.

(收稿日期: 2025-02-15 修回日期: 2025-06-19)

(上接第 2544 页)

[49] ISH II T, AKIYAMA Y, SHIMADA S, et al. Identification of a novel target of SETD1A histone methyltransferase and the clinical significance in pancreatic cancer[J]. Cancer Sci, 2023, 114(2): 463-476.

[50] XU Q D, ZHENG J T, SU Z G, et al. COL10A1 promotes tumorigenesis by modulating CD276 in pancreatic adenocarcinoma[J]. BMC Gastroenterol, 2023, 23(1): 397.

[51] KURIHARA Y, HONDA T, TAKEMOTO A, et al. Immunohistochemistry of p53 surrogates TP53 mutation as an accurate predictor for early-relapse of surgically resected stage I - III lung adenocarcinoma[J]. JTCVS Open, 2024, 20: 183-193.

[52] SHI H J, LI H, ZHEN T T, et al. hsa_circ_001653 implicates in the development of pancreatic ductal adenocarcinoma by regulating MicroRNA-377-Mediated HOXC6 axis[J]. Mol Ther Nucleic Acids, 2020, 20: 252-264.

[53] LI Y, AL H M N, PHILIP P A, et al. Non-Coding RNAs in pancreatic cancer diagnostics and therapy: focus on lncRNAs, circRNAs, and piRNAs[J]. Cancers (Basel), 2021, 13(16): 4161.

[54] JAFARI S, MOTEDAYYEN H, JAVADI P, et al. The roles of lncRNAs and miRNAs in pancreatic cancer: a fo-

cus on cancer development and progression and their roles as potential biomarkers[J]. Front Oncol, 2024, 14: 1355064.

[55] YANG Z L, HUANG J, WU X J, et al. Contribution of a circulating 2'-O-methylated MicroRNA panel to the diagnosis of pancreatic ductal adenocarcinoma[J]. J Cancer, 2024, 15(6): 1583-1592.

[56] BEN-AMI R, WANG Q L, ZHANG J M, et al. Protein biomarkers and alternatively methylated cell-free DNA detect early stage pancreatic cancer[J]. Gut, 2024, 73(4): 639-648.

[57] QIN C, LI T, LIN C, et al. The systematic role of pancreatic cancer exosomes: distant communication, liquid biopsy and future therapy[J]. Cancer Cell Int, 2024, 24(1): 264.

[58] LAI X Y, WANG M, MCELYEA S D, et al. A microRNA signature in circulating exosomes is superior to exosomal glypican-1 levels for diagnosing pancreatic cancer[J]. Cancer Lett, 2017, 393: 86-93.

[59] WU G, DING X J, QUAN G, et al. Hypoxia-Induced miR-210 promotes endothelial cell permeability and angiogenesis via exosomes in pancreatic ductal adenocarcinoma[J]. Biochem Res Int, 2022, 2022: 7752277.

(收稿日期: 2025-02-22 修回日期: 2025-06-28)