

老年肝硬化患者 QT 间期参数与疾病程度的关系及对心肌损伤的预测

李琪 曹爽 庞丽芳

(首都医科大学附属北京佑安医院心血管功能检查室, 北京 100071)

【摘要】 目的 探究老年肝硬化患者心电图 QT 间期参数与疾病程度及心肌损伤的关联。方法 选取 2021 年 2 月—2025 年 2 月于首都医科大学附属北京佑安医院就诊的 235 例老年肝硬化患者为研究对象。依据 Child-Pugh 肝功能分级(A 级 75 例、B 级 89 例、C 级 71 例)及是否发生心肌损伤(心肌损伤组 92 例、非心肌损伤组 143 例)分组。采用广义相加模型(GAM)、多因素 Logistic 回归、限制性立方样条(RCS)及广义线性模型,分析 QT 间期参数与肝功能分级、心肌损伤的关系及交互影响。结果 不同肝功能分级患者的凝血、肝肾功能、心肌酶指标及 QT 间期(QT)、经心率校正 QT(QTc)、QT 离散度(QTd)、T 波顶点至终点间期(Tp-Te)、肌钙蛋白 T(cTnT)水平差异有统计学意义($P < 0.05$); GAM 分析显示,QT、QTc、QTd、Tp-Te 对肝功能分级呈正向影响($P < 0.05$);多因素 Logistic 回归显示,肝功能分级、QT、QTc、QTd、Tp-Te 等指标是心肌损伤的独立影响因素($P < 0.05$);RCS 结果显示,QT、QTc、QTd、Tp-Te 与心肌损伤呈正向非线性剂量-反应关系($P < 0.001$);随着肝功能分级及 QT 间期参数水平的升高,心肌损伤比例也增高,但差异无统计学意义($P > 0.05$),且两者正相关性随肝功能分级的升高而增强。结论 老年肝硬化患者 QT、QTc、QTd、Tp-Te 与疾病程度及心肌损伤风险呈正向关系,可为临床早期评估疾病进展及心肌损伤提供依据。

【关键词】 老年;肝硬化;心电图;心肌损伤

【中图分类号】 R575.2;R542.2 **【文献标志码】** A **DOI:**10.3969/j.issn.1672-3511.2026.03.011

The relationship between QT interval parameters and disease severity in elderly patients with cirrhosis and their prediction of myocardial injury

LI Qi, CAO Shuang, PANG Lifang

(Cardiovascular Function Examination Room, Beijing You'an Hospital, Capital Medical University, Beijing 100071, China)

【Abstract】 **Objective** To explore the association between QT interval parameters, disease severity, and myocardial injury in elderly patients with liver cirrhosis. **Methods** 235 elderly patients with liver cirrhosis treated in Beijing You'an Hospital, Capital Medical University from February 2021 to February 2025 were enrolled. They were grouped by Child-Pugh classification (grade A:75, B:89, C:71) and myocardial injury status (injury group:92; non-injury group:143). Generalized additive model (GAM), multivariate Logistic regression, restricted cubic spline (RCS) and generalized linear model were used to analyze relationships and interactions between QT interval parameters, liver function classification and myocardial injury. **Results** Statistically significant differences were observed in coagulation, liver/kidney function, myocardial enzymes, and QT interval (QT), heart rate-corrected QT interval (QTc), QT dispersion (QTd), T wave peak to end interval (Tp-Te), and cardiac troponin T (cTnT) among different liver function grades ($P < 0.05$). GAM analysis showed QT, QTc, QTd, and Tp-Te positively affected liver function grading ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression identified liver function grade, QT, QTc, QTd, and Tp-Te as independent factors for myocardial injury ($P < 0.05$). RCS revealed a positive non-linear dose-response between these QT parameters and myocardial injury ($P < 0.001$). Myocardial injury proportion increased with higher liver function grades and QT parameters ($P > 0.05$), with their positive correlation strengthening as liver function grade rose. **Conclusion** QT, QTc, QTd, and Tp-Te in elderly patients with

通信作者:曹爽,E-mail:pogoxipoylq@163.com

引用本文:李琪,曹爽,庞丽芳.老年肝硬化患者 QT 间期参数与疾病程度的关系及对心肌损伤的预测[J].西部医学,2026,38(3):384-390. DOI: 10.3969/j.issn.1672-3511.2026.03.011

liver cirrhosis are positively correlated with disease severity and the risk of myocardial injury, which can provide a basis for the early clinical assessment of disease progression and myocardial injury.

【Key words】 Elderly; Cirrhosis; Electrocardiogram; Myocardial Injury

随着全球人口老龄化进程的加速,老年肝硬化患者的数量逐年攀升^[1]。肝硬化是一种由多种病因长期或反复作用导致的弥漫性肝损害,不仅会引发肝功能失代偿,还常伴随多系统并发症,严重威胁患者的生命健康^[2]。近年来研究发现^[3],心血管系统受累在老年肝硬化患者中较为常见,其中心肌损伤是不容忽视的严重并发症之一,可显著增加患者的病死率与致残率。心肌酶谱是诊断心肌损害的标志物,能准确反映心肌损害情况,但心肌酶升高受疾病发生时间的影响,加之肝脏或骨骼肌等其他组织损伤也会导致心肌酶升高,从而导致仅仅依靠心肌酶谱来诊断心肌损害的准确性欠佳^[4]。心电图作为临床常用的无创检查方法,也能够直观反映心脏的电活动情况^[5]。其中,QT 间期相关参数蕴含着丰富的心脏电生理信息,其变化可能与心肌细胞的电活动异常、心肌结构重塑等密切相关。已有研究表明^[6],在部分心血管疾病患者中,心电图参数的改变可早于心肌损伤标志物的升高,对疾病的早期诊断具有重要提示作用。但在老年肝硬化患者中,心电图 QT 间期参数与心肌损伤之间的内在联系尚未得到系统深入地探讨,尤其是不同肝功能状态下,QT 间期参数变化对心肌损伤的影响仍不明确。因此,本研究旨在分析老年肝硬化患者的心电图 QT 间期参数与肝功能分级、心肌损伤之间的关联,以期为临床早期识别老年肝硬化患者发生心肌损伤、制定个性化干预策略提供重要依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象 选取 2021 年 2 月—2025 年 2 月于本院就诊的 235 例老年肝硬化患者为研究对象。纳入标准:①年龄 ≥ 60 岁。②肝硬化符合《肝硬化诊治指南》中相关诊断标准^[7]。③经肝功能、腹部 B 超检查确诊。排除标准:①合并恶性肿瘤者。②合并血液系统疾病者。③检查前两周使用影响 QT 间期药物者。④临床资料不完整者。本研究已经过本院医学伦理委员会批准通过(审批号:20210219)。

1.2 分组依据 对肝性脑病、腹水、血清总胆红素(Total bilirubin, TBIL)、血清白蛋白(Albumin, ALB)以及凝血酶原时间(Prothrombin time, PT)5 个指标按 3 级评分法评分,每个指标记为 1~3 分,总分为 5~15 分。依据 Child-Pugh 肝功能分级标准^[8]将其分为:A 级($n=75$):总分为 5~6 分;B 级($n=89$):总分为 7~9 分;C 级($n=71$):总分为 10~15 分。心肌损伤

诊断标准^[9]:血清肌钙蛋白 T(Cardiac troponin, cTnT)高于正常参考值第 99 百分位(健康人群参考值^[10]:14 ng/L),依据该标准将所有入组患者分为心肌损伤组($n=92$)和非心肌损伤组($n=143$)。

1.3 心电图检查 本研究采用麦迪克斯 MAECG-200 十二导同步动态心电图分析系统,对所有入组患者实施动态心电图监测。操作流程:以酒精清洁皮肤表面后,于胸前体表安置胸导联与加压肢体导联电极;其中双下肢导联电极固定于锁骨中线位置,双上肢导联电极贴敷于锁骨下窝区域,受试者持续佩戴监测设备 24 h 后完成数据采集。仪器参数:电压 1 mV,走纸速度 25 mm/s,增益 20 mm/mV。数据测量时,选取各导联内连续 3 个心动周期,测定 T 波顶点至终点间期(Tpeak-Tend, Tp-Te),取均值作为最终测量结果。此外,同步记录 QT 间期(QT interval, QT)相关参数,涵盖 QT、QT 离散度(QT dispersion, QTd)以及经心率校正 QT(Corrected QT, QTc), $QTc = QT / \sqrt{\text{标准化心率值}}$ 。

1.4 观察指标 收集所有入组患者的一般资料,如年龄、性别、体质量指数(Body mass index, BMI)、吸烟史、饮酒史、高血压史、糖尿病史、收缩压(Systolic blood pressure, SBP)、舒张压(Diastolic blood pressure, DBP)等指标。采集所有入组患者晨起空腹静脉血 3~5 mL,3 000 r/min 离心 10 min,取上清液,置于 -80 °C 保存,用于后续实验。使用全自动血液细胞分析仪检测血小板计数(Platelet count, PLT)、平均血小板体积(Mean platelet volume, MPV);使用全自动生化分析仪检测 TBIL、ALB、总胆固醇(Total cholesterol, TC)、甘油三酯(Tiglycerides, TG)、低密度脂蛋白胆固醇(Low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(High-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、乳酸脱氢酶(Lactate dehydrogenase, LDH)、肌酸激酶(Creatine kinase, CK)、肌酸激酶同工酶 MB(Creatine kinase-MB, CK-MB)、羟丁酸脱氢酶(Hydroxybutyrate dehydrogenase, HBDH)、谷丙转氨酶(Alanine aminotransferase, ALT)、谷草转氨酶(Aspartate aminotransferase, AST)、血清肌酐(Serum creatinine, Scr);使用全自动凝血分析仪检测 PT、凝血酶时间(Thrombin time, TT)、活化部分凝血酶时间(Activated partial thromboplastin time, APTT);使用电化学发光免疫分析仪检测 cTnT 水平。

1.5 统计学分析 采用 SPSS 22.0 软件进行统计分

析。计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 t 检验;计数资料以频数和百分比[$n(\%)$]表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用广义相加模型(Generalized additive model, GAM)分析心电图参数与肝功能分级的关系;采用多因素 Logistic 回归分析影响老年肝硬化患者心肌损伤的独立影响因素;建立限制性立方样条(Restricted cubic spline, RCS)模型分析心电图参数与心肌损伤风险关联强度的剂量-反应关系;广义线性模型评估肝功能分级对心肌损伤与心电图参

数的关联性的影响。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 不同肝功能分级患者一般资料比较 结果显示,不同肝功能分级患者 PT、TT、APTT、TBIL、ALT、AST、Scr、MPV、CK、CK-MB、HBDH、cTnT 指标水平比较,C 级显著高于 A、B 级($P < 0.05$),B 级显著高于 A 级($P < 0.05$);ALB、PLT 指标水平比较,C 级显著低于 A、B 级($P < 0.05$),B 级显著低于 A 级($P < 0.05$);其他指标无统计学差异($P > 0.05$),见表 1。

表 1 不同肝功能分级患者一般资料比较[$(\bar{x} \pm s)$, $n(\times 10^{-2})$]

Table 1 General information comparison of patients with different liver function grades

项目	A 级($n=75$)	B 级($n=89$)	C 级($n=71$)	F/χ^2	P
年龄(岁)	65.67±3.59	66.63±4.58	67.13±4.79	2.143	0.120
性别				0.191	0.909
男	47(62.67)	54(60.67)	42(59.15)		
女	28(37.33)	35(39.33)	29(40.85)		
BMI(kg/m ²)	20.54±1.72	20.75±1.36	21.03±1.71	1.798	0.168
吸烟史				1.330	0.514
有	16(21.33)	22(24.72)	21(29.58)		
无	59(78.67)	67(75.28)	50(70.42)		
饮酒史				3.934	0.140
有	29(38.67)	36(40.45)	38(53.52)		
无	46(61.33)	53(59.55)	33(46.48)		
高血压史				3.812	0.149
有	31(41.33)	39(43.82)	40(56.34)		
无	44(58.67)	50(56.18)	31(43.66)		
糖尿病史				2.563	0.278
有	25(33.33)	31(34.83)	32(45.07)		
无	50(66.67)	58(65.17)	39(54.93)		
PT(s)	14.13±0.34	15.96±0.20 ^①	19.32±0.46 ^{①②}	4 325.954	<0.001
TT(s)	19.23±1.91	20.74±1.34 ^①	22.56±1.52 ^{①②}	79.866	<0.001
APTT(s)	34.23±2.76	40.45±3.26 ^①	42.85±2.97 ^{①②}	160.942	<0.001
ALB(g/L)	36.96±0.89	29.10±0.66 ^①	24.43±0.52 ^{①②}	5 926.781	<0.001
TBIL(μ mol/L)	14.57±1.03	18.49±1.14 ^①	33.28±5.21 ^{①②}	791.167	<0.001
ALT(U/L)	19.92±2.52	43.11±5.47 ^①	57.86±6.64 ^{①②}	1 006.647	<0.001
AST(U/L)	61.26±3.90	83.85±6.45 ^①	105.34±10.43 ^{①②}	664.178	<0.001
Scr(μ mol/L)	64.50±3.67	86.65±6.72 ^①	89.55±9.59 ^{①②}	288.712	<0.001
PLT($\times 10^9$ /L)	195.82±37.55	151.87±40.76 ^①	121.88±46.89 ^{①②}	58.203	<0.001
MPV(fL)	9.07±1.21	10.36±1.36 ^①	12.64±1.08 ^{①②}	156.165	<0.001
SBP(mmHg)	135.15±18.97	136.61±26.36	137.25±22.35	0.163	0.850
DBP(mmHg)	77.73±9.70	77.75±7.96	79.23±6.30	0.824	0.440
HDL-C(mmol/L)	1.04±0.23	1.02±0.24	0.99±0.20	0.850	0.429
LDL-C(mmol/L)	2.86±0.81	2.91±0.70	2.94±0.56	0.255	0.775
TC(mmol/L)	4.32±0.62	4.44±0.63	4.56±0.77	2.286	0.104
TG(mmol/L)	1.46±0.69	1.53±0.45	1.61±0.42	1.486	0.228
LDH(U/L)	228.59±42.53	231.75±52.28	236.06±61.64	0.370	0.691
CK(U/L)	99.02±31.63	148.93±41.32 ^①	165.82±50.97 ^{①②}	51.274	<0.001
CK-MB(U/L)	10.85±4.55	13.97±4.94 ^①	18.38±5.42 ^{①②}	42.098	<0.001
HBDH(U/L)	168.02±25.81	192.62±35.57 ^①	239.22±40.56 ^{①②}	80.128	<0.001
cTnT(ng/L)	9.91±3.12	12.18±7.86 ^①	41.07±17.48 ^{①②}	187.779	<0.001

注:与 A 级相比,① $P < 0.05$;与 B 级相比,② $P < 0.05$ 。

2.2 不同肝功能分级患者心电图参数比较 结果显示,不同肝功能分级患者 QT、QTc、QTd、Tp-Te 指标

水平比较,C 级显著高于 A、B 级($P < 0.05$),B 级显著高于 A 级($P < 0.05$),见表 2。

表 2 不同肝功能分级患者心电图参数比较 $[(\bar{x} \pm s), ms]$

Table 2 Comparison of electrocardiogram parameters in patients with different liver function grades

指标	A 级(n=75)	B 级(n=89)	C 级(n=71)	F	P
QT	400.72±30.03	426.60±29.32 ^①	445.69±27.56 ^②	44.297	<0.001
QTc	395.67±21.12	431.22±25.53 ^①	483.14±37.41 ^②	173.548	<0.001
QTd	43.26±6.24	54.58±4.57 ^①	63.54±10.12 ^②	198.652	<0.001
Tp-Te	88.06±11.95	96.49±14.03 ^①	126.94±15.33 ^②	160.166	<0.001

注:与 A 级相比,①P<0.05;与 B 级相比,②P<0.05。

2.3 心电图参数与肝功能分级的 GAM 分析 GAM 分析肝功能分级对心电图参数的影响,参数检验显示,老年肝硬化患者肝功能分级对 QT、QTc、QTd、Tp-Te 水平的影响均存在统计学意义(P<0.05),见表 3、图 1。

表 3 心电图参数与肝功能分级的 GAM 分析

Table 3 GAM analysis of electrocardiogram parameters and liver function grading

变量	自由度	离差平方和	均方	F	P
QT	2	38.469	19.235	52.257	<0.001
QTc	2	152.274	76.137	43.873	<0.001
QTd	2	294.932	147.466	17.659	0.005
Tp-Te	2	329.863	164.932	38.649	<0.001

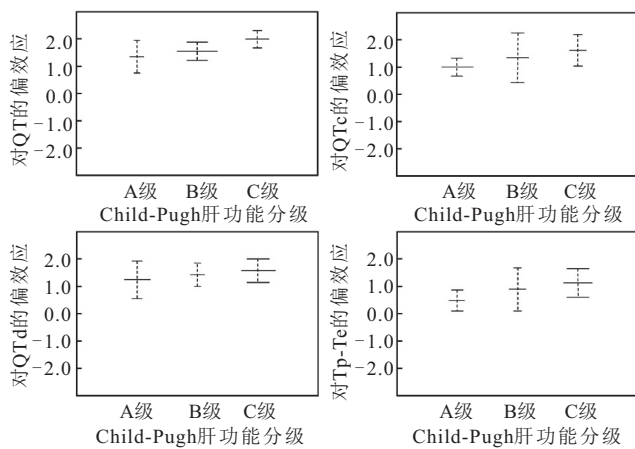


图 1 心电图参数与肝功能分级的 GAM 分析

Figure 1 GAM analysis of electrocardiogram parameters and liver function grading

2.4 心肌损伤组和非心肌损伤组临床资料比较 结果显示,心肌损伤组患者高血压史占比、肝功能 C 级占比、PT、TT、APTT、TBIL、ALT、AST、Scr、MPV、CK、CK-MB、HBDH、QT、QTc、QTd、Tp-Te 水平均显著高于非心肌损伤组(P<0.05);ALB、PLT 水平均显著低于非心肌损伤组(P<0.05),见表 4。

2.5 多因素 Logistic 回归分析影响老年肝硬化患者心肌损伤的因素 以老年肝硬化患者是否发生心肌损伤作为因变量(发生=1,未发生 0),以单因素分析中 P<0.05 的指标作为自变量,进行多因素 Logistic

表 4 心肌损伤组和非心肌损伤组临床资料比较 $[(\bar{x} \pm s), n(\times 10^{-2})]$

Table 4 Clinical data comparison between myocardial injury and non-injury groups

指标	心肌损伤组(n=92)	非心肌损伤组(n=143)	t/ χ^2	P
年龄(岁)	67.16±4.85	66.03±4.00	1.952	0.052
性别			0.667	0.414
男	53(57.61)	90(62.94)		
女	39(42.39)	53(37.06)		
BMI(kg/m ²)	20.91±1.69	20.68±1.53	1.085	0.279
吸烟史			1.446	0.229
有	27(29.35)	32(22.38)		
无	65(70.65)	111(77.62)		
饮酒史			3.234	0.072
有	47(51.09)	56(39.16)		
无	45(48.91)	87(60.84)		
高血压史			5.729	0.017
有	52(56.52)	58(40.56)		
无	40(43.48)	85(59.44)		
糖尿病史			1.578	0.209
有	39(42.39)	49(34.27)		
无	53(57.61)	94(65.73)		
肝功能分级			145.940	<0.001
A 级	6(6.52)	69(48.25)		
B 级	17(18.48)	72(50.35)		
C 级	69(75.00)	2(1.40)		
PT(s)	18.38±1.76	15.11±1.06	-17.706	<0.001
TT(s)	22.10±1.76	19.98±1.80	-8.931	<0.001
APTT(s)	42.04±3.43	37.36±4.41	-8.634	<0.001
ALB(g/L)	26.11±3.46	32.83±4.11	12.990	<0.001
TBIL(μ mol/L)	29.28±8.22	16.84±3.27	-16.228	<0.001
ALT(U/L)	52.55±12.09	32.20±12.85	-12.125	<0.001
AST(U/L)	97.93±16.65	73.61±13.27	-12.396	<0.001
Scr(μ mol/L)	87.51±10.92	75.91±12.28	-7.373	<0.001
PLT($\times 10^9/L$)	133.38±49.43	171.93±46.10	6.082	<0.001
MPV(fL)	11.97±1.74	9.78±1.41	-10.542	<0.001
SBP(mmHg)	136.42±22.74	136.28±23.12	-0.047	0.963
DBP(mmHg)	78.74±7.02	77.84±8.76	-0.829	0.408
HDL-C(mmol/L)	1.00±0.21	1.03±0.23	0.899	0.370
LDL-C(mmol/L)	2.96±0.61	2.86±0.75	-1.056	0.292
TC(mmol/L)	4.52±0.73	4.39±0.64	-1.503	0.134
TG(mmol/L)	1.57±0.45	1.50±0.58	-0.948	0.344
LDH(U/L)	234.16±58.35	230.68±48.34	-0.497	0.619
CK(U/L)	167.94±46.40	118.91±42.39	-8.336	<0.001
CK-MB(U/L)	18.35±5.09	11.71±4.59	-10.353	<0.001
HBDH(U/L)	229.48±43.40	179.14±32.83	-10.095	<0.001
QT(ms)	440.70±30.31	413.43±31.95	-6.515	<0.001
QTc(ms)	466.07±46.62	415.93±30.43	-9.980	<0.001
QTd(ms)	60.59±8.71	49.22±8.31	-10.044	<0.001
Tp-Te(ms)	118.57±20.11	92.98±15.04	-11.130	<0.001

回归分析。结果显示,高血压史、肝功能分级、CK、CK-MB、HBDH、QT、QTc、QTd、Tp-Te 是老年肝硬化患者发生心肌损伤的独立影响因素(P<0.05),见表 5。

表 5 心肌损伤的多因素 Logistic 回归分析

Table 5 Multivariate Logistic regression analysis of myocardial injury

影响因素	β	SE	Wald χ^2	P	OR	95%CI
高血压史	1.148	0.379	9.156	0.043	3.152	1.495~5.782
肝功能分级	0.957	0.335	8.152	0.028	2.604	1.533~4.673
PT	0.703	0.426	2.728	0.522	2.020	0.601~4.665
TT	1.148	0.859	1.785	0.294	3.151	0.674~6.537
APTT	1.408	0.923	2.327	0.451	4.088	0.737~8.643
ALB	0.500	0.356	1.976	0.349	1.649	0.224~5.605
TBIL	0.981	0.615	2.543	0.060	2.666	0.866~4.794
ALT	0.838	0.787	1.135	0.325	2.313	0.354~4.774
AST	1.425	0.980	2.114	0.611	4.157	0.761~6.251
Scr	0.228	0.181	1.586	0.192	1.256	0.313~2.321
PLT	0.683	0.446	2.343	0.686	1.981	0.599~2.572
MPV	1.305	0.895	2.126	0.591	3.686	0.266~6.863
CK	0.957	0.379	6.381	0.010	2.605	1.541~4.640
CK-MB	0.534	0.189	8.021	0.005	1.706	1.442~3.803
HBDH	1.207	0.394	9.395	0.026	3.343	1.291~5.753
QT	0.898	0.372	5.835	0.001	2.455	1.503~5.635
QTc	0.293	0.139	4.434	0.004	1.340	1.052~3.625
QTd	0.761	0.386	3.892	0.031	2.141	1.776~4.219
Tp-Te	0.986	0.303	10.572	<0.001	2.680	1.232~3.231

2.6 心电图参数与心肌损伤的剂量-反应关系 采用RCS可视化心电图参数与老年肝硬化患者心肌损伤的剂量-反应关系,结果显示,QT、QTc、QTd、Tp-Te水平与老年肝硬化患者心肌损伤的关联强度呈正向非线性剂量-反应关系(非线性检验, $\chi^2 = 8.252、13.948、9.576、11.254$, 均 $P < 0.001$, $OR = 1.420、1.657、1.506、1.693$, $95\%CI = 1.024 \sim 1.638、1.335 \sim 1.893、1.254 \sim 1.706、1.273 \sim 2.064$),见图 2。

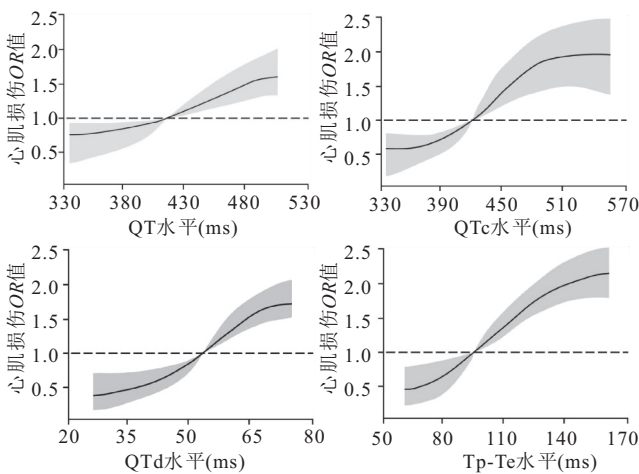


图 2 心电图参数与心肌损伤的剂量-反应关系

Figure 2 Dose response relationship between electrocardiogram parameters and myocardial injury

2.7 不同肝功能分级及不同心电图参数下的心肌损伤差异比较 结果显示,随着肝功能分级的升高,以及 QT、QTc、QTd、Tp-Te 水平的升高,老年肝硬化患者发生心肌损伤的比例也在增高,但差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 6。

表 6 不同分级及不同心电图参数下的心肌损伤差异比较 [$n(\times 10^{-2})$]
Table 6 Comparison of differences in myocardial injury under different grades and electrocardiogram parameters

指标	A 级(n=75)	B 级(n=89)	C 级(n=71)
QT(ms)			
≤423.03	2(2.67)	6(6.74)	29(40.85)
>423.03	4(5.33)	11(12.36)	40(56.34)
χ^2	0.127	0.210	0.377
P	0.722	0.647	0.539
QTc(ms)			
≤428.88	3(4.00)	9(10.11)	23(32.39)
>428.88	3(4.00)	8(8.99)	46(64.79)
χ^2	0.389	1.964	2.598
P	0.533	0.161	0.107
QTd(ms)			
≤53.71	1(1.33)	8(8.99)	25(35.21)
>53.71	5(6.67)	9(10.11)	44(61.97)
χ^2	1.134	0.913	0.062
P	0.287	0.229	0.803
Tp-Te(ms)			
≤99.88	2(2.67)	10(11.24)	21(29.58)
>99.88	4(5.33)	7(7.87)	48(67.61)
χ^2	0.018	3.631	3.544
P	0.893	0.057	0.060

2.8 肝功能分级对心肌损伤与心电图参数的关联性的影响 随着肝功能分级的升高,患者心肌损伤与 QT、QTc、QTd、Tp-Te 的正相关关系逐渐增强,见图 3。

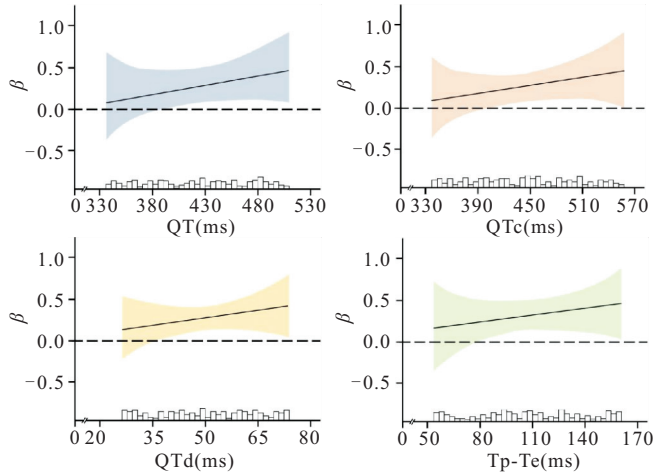


图 3 肝功能分级对心肌损伤与心电图参数的关联性分析

Figure 3 Correlation analysis between liver function grading and myocardial injury and electrocardiogram parameters

3 讨论

肝硬化是慢性进行性肝病,常引发多系统并发症,老年患者心血管系统受累尤为常见,心肌损伤严重影响其预后^[11]。但老年患者临床表现不典型,且传统心肌酶谱诊断存在时间滞后、特异性差的局限;此外,心脏超声、心脏磁共振等检查虽能直观评估心脏结构和功能,但存在检查费用高、操作复杂、对设备及人员要求高等问题,难以作为常规筛查手段^[12]。心电图作为一种无创、便捷、经济的检查方法,虽广泛应用

于临床,但其与老年肝硬化患者心肌损伤的关联尚不明晰。本研究创新之处在于探究心电图相关参数与心肌损伤的关系,并结合肝功能分级分析。心电图检查简便、经济、可重复,其参数或能更早发现心肌电活动异常,为早期诊断提供线索,助力临床制定个性化干预策略。

从肝脏的生理功能来看,肝功能分级较高的患者,肝脏合成功能受损严重^[8]。肝脏作为凝血因子合成的重要场所,当肝功能下降时,凝血因子 II、V、VII 等合成减少,直接导致 PT、TT 和 APTT 延长^[13];同时,肝细胞受损使得 ALB 合成不足,而胆红素的摄取、结合与排泄功能障碍,致使 TBIL 水平升高,ALT、AST 释放入血,反映肝细胞损伤程度^[14]。有研究表明^[15],Scr 水平的变化则可能与肝硬化导致的肾灌注不足、肝肾综合征等有关,影响了肾脏的排泄功能。PLT 和 MPV 的改变,或与脾功能亢进导致血小板破坏增加、骨髓代偿性增生有关^[16]。相关研究结果发现^[17],心肌酶指标的水平升高一方面可能源于心肌细胞的直接损伤,另一方面肝脏对这些酶的清除能力下降,使得血液中酶活性升高,干扰了单纯依靠心肌酶诊断心肌损伤的准确性。有研究表明^[18],肝功能恶化引发的电解质紊乱、内毒素血症与炎症反应、自主神经功能失调以及肝-心存在交互作用;QT、QTc 延长反映心室复极时间增加,QTd、Tp-Te 增大则表明心肌复极离散度升高,这些改变均与心律失常风险密切相关。本研究结果表明,不同肝功能分级的老年肝硬化患者在 PT、TT、APTT、ALB、TBIL、ALT、AST、Scr、PLT、MPV、CK、CK-MB、HBDH、QT、QTc、QTd、Tp-Te 上存在显著差异。这一结果反映了肝硬化对全身系统的广泛影响,并且肝脏功能状态与心电图参数密切相关。

老年肝硬化患者常伴随电解质紊乱,这些电解质失衡会直接影响心肌细胞的离子通道功能,导致心电图参数异常^[19]。同时,肝功能恶化时,肝脏对体内毒素的解毒能力下降,这些毒素可通过血液循环作用于心肌细胞,引起心肌细胞电活动异常^[20]。此外,老年肝硬化患者体内存在的神经-内分泌系统紊乱,会引起水钠潴留、血压升高等情况,这进一步加重心脏负荷,影响心肌电活动,使得心电图参数与肝功能分级之间呈现明显关联^[21]。本研究 GAM 分析结果发现,QT、QTc、QTd、Tp-Te 对肝功能分级具有正向影响,这表明心电图参数的异常与肝功能损害程度相关,临床中需加强心电监测、综合管理肝心交互作用并结合传统肝功能指标动态评估,以降低相关不良预后的发生风险。

高血压作为常见的心血管危险因素,长期的血压

升高会导致心脏后负荷增加,使心肌耗氧量增加,从而增加心肌损伤风险^[22]。而肝功能分级反映了肝脏的整体功能状态,Child-Pugh 分级越高,意味着肝脏储备功能越差,全身营养代谢紊乱越严重,机体处于慢性炎症和氧化应激状态,这种内环境紊乱会波及心血管系统,导致心肌细胞功能受损^[23]。CK、CK-MB、HBDH 作为心肌损伤的重要标志物,其水平升高直接提示心肌细胞的破坏和损伤^[24]。相关研究表明^[25],QT 间期延长会增加尖端扭转型室性心动过速等恶性心律失常的发生风险,而 QTd 和 Tp-Te 延长则提示心肌复极的不均匀性增加,这种电活动的不均一性易导致心肌局部电位差增大,引发折返激动,进而造成心肌损伤。本研究多因素 Logistic 回归分析结果表明,高血压史、肝功能分级、CK、CK-MB、HBDH、QT、QTc、QTd、Tp-Te 是老年肝硬化患者发生心肌损伤的独立影响因素,这提示临床在评估心肌损伤风险时,需综合考虑多种因素,不可依赖单一指标。RCS 模型表明,QT、QTc、QTd、Tp-Te 与心肌损伤关联强度呈正向非线性剂量-反应关系;广义线性模型分析发现肝功能分级对心电图参数与心肌损伤的关联具有调节作用,这进一步表明心电图参数在心肌损伤评估中具有重要价值,且其价值会随肝功能状态的变化而改变。

4 结论

老年肝硬化患者 QT、QTc、QTd、Tp-Te 水平与心肌损伤风险密切相关,且受肝功能分级的影响。这有助于临床医生更深入理解老年肝硬化患者心肌损伤的发生机制,为早期识别心肌损伤高危人群、制定个性化干预策略提供一定的参考价值。

【参考文献】

- [1] THAM E K J, TAN D J H, DANPANICHKUL P, *et al.* The global burden of cirrhosis and other chronic liver diseases in 2021 [J]. *Liver Int*, 2025, 45(3): e70001.
- [2] 达鹏然,邓凯,杨小莉.老年肝硬化合并门静脉高压的病机及治疗研究进展[J].*老年医学与保健*,2025,31(1):270-275.
- [3] 李叶,李生浩,王晴晴,等.肝硬化患者 QT 间期研究新进展[J].*海南医科大学学报*,2025,31(8):634-640.
- [4] SHA S, LIU M, SUN M M, *et al.* Abnormal myocardial enzymes in the prediction of mortality and hypertension in COVID-19 patients: a retrospective study[J]. *Aging*, 2022, 14(21): 8585-8594.
- [5] ATTIA Z I, HARMON D M, BEHR E R, *et al.* Application of artificial intelligence to the electrocardiogram[J]. *Eur Heart J*, 2021, 42(46): ehab649.
- [6] NERI L, OBERDIER M T, VAN ABELEN K C J, *et al.* Electrocardiogram monitoring wearable devices and artificial-intelligence-enabled diagnostic capabilities: a review[J]. *Sensors*,

- 2023, 23(10): 4805.
- [7] 张雨婷,沈炜,顾建萍,等. IL-33、TIMP-1、MMP-2 与慢性乙型肝炎肝硬化预后相关性分析[J]. 中华全科医学, 2025, 23(2): 231-234.
- [8] 乔旭东,朱照,骆瑞闯,等. 肝脏超声剪切波弹性成像在乙肝肝硬化患者肝纤维化程度评估中的应用价值[J]. 中国现代医学杂志, 2025, 35(5): 60-65.
- [9] 郭琼,石蕊,张建起,等. 冠心病患者血清 FFA 与血脂水平的变化及其与心肌损伤程度的相关性[J]. 西部医学, 2020, 32(11): 1650-1652, 1657.
- [10] 李云飞,樊伟,韩毅,等. 术前脉压差对老年患者非心脏手术后心肌损伤的影响[J]. 河北医药, 2022, 44(21): 3230-3234.
- [11] NDAKOTSU A, NDUKA T C, AGRAWAL S, *et al.* Cirrhotic cardiomyopathy: comprehensive insights into pathophysiology, diagnosis, and management[J]. *Heart Fail Rev*, 2025, 30(4): 739-748.
- [12] 廖廷姝,李钊,廖佩娟,等. 老年乙型肝炎肝硬化患者心电图变化及其与心肌酶谱及预后的关系[J]. 中国老年学杂志, 2022, 42(9): 2058-2060.
- [13] CAO Y, WANG Y C, ZHOU Z Q, *et al.* Liver-heart cross-talk mediated by coagulation factor XI protects against heart failure[J]. *Science*, 2022, 377(6613): 1399-1406.
- [14] TAMBER S S, BANSAL P, SHARMA S, *et al.* Biomarkers of liver diseases[J]. *Mol Biol Rep*, 2023, 50(9): 7815-7823.
- [15] ASRANI S K, SHANKAR N, DA GRACA B, *et al.* Role of novel kidney biomarkers in patients with cirrhosis and after liver transplantation[J]. *Liver Transpl*, 2022, 28(3): 466-482.
- [16] HOFER B S, BRUSILOVSKAYA K, SIMBRUNNER B, *et al.* Decreased platelet activation predicts hepatic decompensation and mortality in patients with cirrhosis[J]. *Hepatology*, 2024, 80(5): 1120-1133.
- [17] 马丽霞,韦新焕,曹振环,等. 血清内皮细胞特异性分子 1 水平与肝硬化心肌病的相关性[J]. 临床肝胆病杂志, 2024, 40(6): 1156-1161.
- [18] LU L H, LV X Y, WU Q M, *et al.* Comparison of electrocardiogram and QT interval between viral hepatitis cirrhosis and alcoholic cirrhosis[J]. *Cardiol Res Pract*, 2022, 2022: 6934418.
- [19] LEE W, VANDENBERK B, RAJ S R, *et al.* Prolonged QT interval in cirrhosis: twisting time?[J]. *Gut Liver*, 2022, 16(6): 849-860.
- [20] DELTENRE P, ZANETTO A, SALTINI D, *et al.* The role of transjugular intrahepatic portosystemic shunt in patients with cirrhosis and ascites: recent evolution and open questions[J]. *Hepatology*, 2023, 77(2): 640-658.
- [21] 谭莉,方雪琴. 不同程度肝硬化患者内脏血管舒张和门体分流功能差异性分析[J]. 贵州医药, 2021, 45(9): 1460-1462.
- [22] YOUNG J, SEEBERG K A, AAKRE K M, *et al.* The liver-heart axis in patients with severe obesity: the association between liver fibrosis and chronic myocardial injury may be explained by shared risk factors of cardiovascular disease[J]. *Clin Biochem*, 2024, 123: 110688.
- [23] LIU B H, LI Q, DING H G, *et al.* Myocardial injury is a risk factor for 6-week mortality in liver cirrhosis associated esophago-gastric variceal bleeding[J]. *Sci Rep*, 2023, 13(1): 6237.
- [24] NETALA V R, HOU T Y, WANG Y B, *et al.* Cardiovascular biomarkers: tools for precision diagnosis and prognosis[J]. *Int J Mol Sci*, 2025, 26(7): 3218.
- [25] 陈瑞绵,李军,徐聪,等. 冠状动脉慢血流对心肌电活动的影响[J]. 中国老年学杂志, 2020, 40(20): 4260-4263.
- (收稿日期: 2025-06-09; 修回日期: 2025-12-12; 编辑: 刘灵敏)

(上接第 383 页)

- [11] 姬劲锐,陈文山,徐平,等. 平均血小板体积与淋巴细胞比值与急性冠脉综合征患者经皮冠状动脉介入治疗近期预后的相关性[J]. 岭南心血管病杂志, 2022, 28(1): 12-15, 45.
- [12] PRUC M, PEACOCK F W, RAFIQUE Z, *et al.* The prognostic role of platelet-to-lymphocyte ratio in acute coronary syndromes: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Clin Med*, 2023, 12(21): 6903.
- [13] 赵燕,张毅刚,王海波,等. STEMI 患者入院后急性期内 NLR 数值与院内 MACE 发生率的相关性[J]. 岭南心血管病杂志, 2017, 23(2): 133-137.
- [14] PAN W, ZHAO D L, ZHANG C X, *et al.* Application of neutrophil/lymphocyte ratio in predicting coronary blood flow and mortality in patients with ST-elevation myocardial infarction undergoing percutaneous coronary intervention [J]. *J Cardiol*, 2015, 66(1): 9-14.
- [15] SHUMILAH A M, OTHMAN A M, AL-MADHAGI A K. Accuracy of neutrophil to lymphocyte and monocyte to lymphocyte ratios as new inflammatory markers in acute coronary syndrome[J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2021, 21(1): 422.
- [16] HE J Y, LI J, WANG Y F, *et al.* Neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR) predicts mortality and adverse-outcomes after ST-segment elevation myocardial infarction in Chinese people[J]. *Int J Clin Exp Pathol*, 2014, 7(7): 4045-4056.
- [17] SHARMA D J Sr, NATH H J, BATTI A, *et al.* Neutrophil-to-lymphocyte ratio (NLR) useful as a cost-effective preliminary prognostic marker in ST-elevation myocardial infarction (STEMI): an observational study from a tertiary care hospital in northeast India[J]. *Cureus*, 2023, 15(3): e36885.
- [18] 李兆,程功,王依阳,等. 急性心肌梗死患者 PCI 术后发生 MACE 的危险因素及其预测价值[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2022, 14(10): 1212-1216.
- [19] 巨名飞,冯应强,刘婷婷,等. 急性冠状动脉综合征患者 PLR 与冠状动脉血管狭窄严重程度的相关性[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43(12): 2820-2823.
- [20] LIU J, AO W, ZHOU J W, *et al.* The correlation between PLR-NLR and prognosis in acute myocardial infarction[J]. *Am J Transl Res*, 2021, 13(5): 4892-4899.
- [21] 卢厚新,郭石,杨清泉,等. 术前血清炎症指标对急性心肌梗死患者 PCI 术后生存时间的评价及炎症标志物构建[J]. 中国老年学杂志, 2023, 43(2): 257-262.
- [22] 陈焱,陈胜岳,韩元元,等. 中性粒细胞/淋巴细胞比值和血小板/淋巴细胞比值对急性心肌梗死患者住院死亡风险的联合预测价值[J]. 中国全科医学, 2023, 26(20): 2482-2487.
- [23] 高晓津,杨进刚,吴超,等. TIMI 风险评分与 GRACE 风险评分对中国 ST 段抬高型心肌梗死患者院内死亡率的预测价值[J]. 中国循环杂志, 2018, 33(6): 529-534.
- (收稿日期: 2024-12-26; 修回日期: 2025-12-12; 编辑: 刘灵敏)