

DOI:10.13288/j.11-2166/r.2023.16.017

综述

针刺对稳定性冠心病患者心电信号影响的研究概况

廖彬珺^{1,2}, 蒋永亮³, 俞婕², 涂明琦², 何晓芬³, 方剑乔³✉

1. 浙江省中西医结合医院, 浙江省杭州市拱墅区环城东路208号, 310003; 2. 浙江中医药大学; 3. 浙江中医药大学第三临床医学院

[摘要] 针刺治疗稳定性冠心病的临床研究取得一定成果, 其中心电图疗效评价指标从定性分析向对心电信号的定量分析转变。从普通心电图 [心率、ST段、QT间期离散度 (QTd)]、运动平板状态下心电图、心肌缺血总负荷 (TIB)、心率变异性 (HRV) 四个方面总结针刺对稳定性冠心病患者心电信号的影响。发现针刺即刻状态下可升高患者心率, 但针刺一段时间后患者心率反而降低; 针刺可改善ST段压低情况, 降低QTd值及TIB。针刺治疗后, 运动平板状态下心电图ST段下移的发生时间推迟, 其持续时间与程度也显著减少。针刺还可以改善HRV, 从而调节自主神经系统并存在双向调节的现象。进一步提示针刺能调节稳定性冠心病患者心电信号, 改善心肌缺血缺氧状况, 保护心脏植物神经的均衡性, 改善心功能。

[关键词] 稳定性冠心病; 针刺; 心电图; 心肌缺血总负荷; 心率变异性

稳定性冠心病 (stable coronary artery disease, SCAD) 也称稳定性冠状动脉综合征, 通常包括慢性劳累型心绞痛、缺血性心肌病、急性冠状动脉综合征经治疗后疾病稳定阶段^[1]。《冠心病稳定型心绞痛中医诊疗指南》报道, 针灸作为中医非药物疗法, 对缓解心绞痛症状、改善心肌缺血具有一定作用^[2]。近年来, 针刺治疗SCAD的临床研究取得一定的成果^[3-4], 其中心电图疗效评价从定性分析越来越多地转变为定量分析。心电信号可迅速敏感地记录心脏跳动时引起的电信号变化, 充分分析可以反映大量心脏生理或病理信息, 常被用于针刺治疗SCAD的研究中。现通过综合分析针刺治疗SCAD的研究中关于心电信号变化情况, 从普通心电图、运动平板状态下心电图、心肌缺血总负荷 (TIB)、心率变异性 (HRV) 四个方面进行分类描述, 综述如下。

1 普通心电图

1.1 针刺对心率的影响

普通心电图常指临床中在患者静息状态下记录心电信号的12导联心电图, 静息状态下SCAD患者

心率、ST段、QT间期离散度 (QTd) 的变化可以预示病情的变化。临床中SCAD患者心肌反复缺血, 其心率较正常人快。有研究发现, 针刺可以迅速提高SCAD患者心率, 如潘传会等^[5]针刺60例SCAD患者后当即记录心电图, 发现心率增加9~19次/min, 其中4例心动过缓患者针刺过程中心率增加10次/min以上; 但另有研究发现, 针刺10 min后SCAD患者心率较治疗前下降^[6]。实验研究发现, 针刺治疗大鼠慢性心肌缺血模型21天后能有效减慢心率^[7], 或许与针刺可以促进心脏局部侧支循环的再生^[8]相关。以上结果表明, 针刺即刻SCAD患者心率一过性增快, 10 min的短程针刺以及21天的针刺治疗均可减缓SCAD患者心率。分析原因, 认为针刺即刻心率的提高可能是疼痛引发短暂的应激反应, 几分钟后心率降低可能是针刺通过降低心肌的耗氧量来减轻心肌细胞供需氧的失衡, 更长时间的针刺治疗可促进心脏局部侧支循环的再生而降低心率, 从而保护心肌。另有研究通过多元逻辑回归分析发现静息心率可作为SYNTAX评分 (用于评估冠状动脉疾病复杂性) 的独立预测因子, 静息心率的升高是心血管疾病的主要危险因素^[9-10], 因此针刺降低静息心率可能预示着SCAD患者心血管结局趋优。

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFC1704600)

✉ 通讯作者: fangjianqiao7532@163.com

1.2 针刺对ST段的影响

针刺可改善SCAD患者ST段压低情况,如针刺合并隔姜灸治疗冠心病心绞痛患者20 min后心电图ST段降低幅度明显减小^[6]。有研究显示,针刺心绞痛患者灵台穴、神道穴10 min后V4、V5、V6导联ST段下降幅度显著减小^[11];电针灵台穴、神道穴20 min后ST段压低幅度较前改善,V4、V5、V6导联ST段压低幅度小于Ⅱ、Ⅲ、avF导联^[12]。以上结果提示,针刺灵台穴和神道穴可改善心肌下壁及前侧壁缺血,且对前侧壁心肌缺血的改善效果优于下壁心肌缺血。另有研究^[13]深刺T₄、T₅夹脊穴治疗缺血性心脏病2周后,V4、V5、V6导联ST段压低程度较治疗前明显减小,且缓解程度大于Ⅱ、Ⅲ、avF导联。

ST段改变是心肌缺血的典型表现,SCAD预后与心肌缺血的相关性大于心绞痛症状的发生^[14]。针刺短时治疗与长期应用均可改善普通心电图ST段异常,减少静息状态下心肌缺血的发生。短时针刺调节可能由针刺降低心肌耗氧量,促进血管扩张,长期效应除了促进再生血管的生成,可能还与清除自由基、抑制Ca²⁺超载、调控凋亡基因表达等多途径心肌保护机制相关^[8]。通过不同导联ST段的变化差异,可以区别针刺不同腧穴对心脏心肌缺血部位的效应差异。探究针刺干预不同状态下SCAD心肌缺血情况,以及通过不同导联对比不同穴位对心脏心肌缺血部位的效应差异可以作为进一步的研究方向。

1.3 针刺对QTd的影响

QTd是一帧心电图测得的最长的QT间期和最短的QT间期之差值,可反映心室肌复极不均一性或电活动不稳定性,间接反映心肌缺血状态,并用于评价缺血性心脏病心功能和反映冠状动脉的病变程度^[15]。QTd描述心室除极与复极的不均一性,与室性心律失常的发生密切相关。SCAD患者心肌缺血时,缺血心肌与周边心肌持续性产生动作电位差,心电图表面出现T波矢量的大量不同投影,使QTd异常增高^[16]。高QTd易引发心律失常,甚至诱发心源性猝死^[17]。郑冬明等^[18]发现冠心病患者围手术期经内关、郄门埋针干预后,其QTd值较对照组更低,心律失常发生率也更低。与此同时,对比埋针干预组与硝酸甘油组的QTd和心律失常发生率差异无统计学意义。此研究提示针刺可降低QTd值,减少心源性危险事件的发生。

目前针刺治疗SCAD患者对QTd影响的相关研

究较少,需更多研究佐证。有研究表明,心肌缺血诱发的心律失常与自主神经的平衡改变有关^[19]。因此,在今后临床研究中可考虑同时选用QTd与自主神经功能相关的HRV进行对比分析,进一步深入分析针刺对QTd的影响。

2 运动平板状态下心电图

许多心电图完全正常的冠心病患者静息时冠状动脉血流量尚可维持正常,而无心肌缺血现象,但冠状动脉扩张的最大储备能力已经下降,可通过运动或其他方法给心脏以负荷,增加心肌耗氧量,诱发心肌缺血,辅助临床对心肌缺血做出诊断。运动平板试验是冠心病临床诊断中常用的检测手段,可用于评价针刺对SCAD患者心肌缺血的影响。如王磊等^[20]使用通补宗气针法结合中药汤剂治疗心绞痛患者8周后,平板运动时ST段下移幅度、ST段下移>0.1 mV持续时间显著降低;孙艳等^[21]针刺治疗痰浊闭阻型SCAD患者,平板状态下诱发ST段下移1 mm所需时间、诱发心绞痛发作时间、运动持续时间均较治疗前显著延长,且各项指标高于西药对照组。

冠状动脉病理情况下最大储备降低,运动时难以满足心肌供血供氧,出现心电图缺血表现。针刺疗程后,SCAD患者负荷运动时ST段下移的发生时间推迟,持续时间与幅度也显著降低,提示针刺可提高冠状动脉舒缩功能,增强冠脉最大储备,提高心肌缺血阈值,减少心脏负荷运动状态下心肌缺血的发生,延长患者运动时间,改善心功能。

3 心肌缺血总负荷(TIB)

TIB是衡量心肌缺血的唯一定量指标,是24 h内症状性和无症状性心肌缺血的ST段下降幅度、总阵次和总时间的乘积(ST段压低≥0.1 mV,持续时间≥1 min,两次间隔≥1 min)^[22]。TIB能够定量反映患者日常生活中心肌缺血程度,从而评估SCAD冠状动脉病变程度^[23],有效预警心源性死亡,其敏感性高,是心脏相关死亡的最强且独立的危险预示因子^[24-25]。邢淑珍^[26]研究发现,针刺内关或厥阴俞均可使冠心病心绞痛患者TIB减少,其中ST段压低幅度、总阵次以及持续时间均有所减少,并通过不同导联TIB评估左心室侧壁及下壁的缺血差异。梁睿智^[27]研究发现,在常规西药治疗的基础上,针刺可明显降低冠心病心绞痛患者心肌缺血发作次数、持续时间和TIB。

因此,针刺治疗可以降低TIB,其机制可能是

通过减少心肌缺血发作次数、减轻程度和缩短持续时间共同达成的。普通心电图的 ST 段改变、平板运动状态下 ST 段的变化以及通过 24 小时动态心电图 ST 段计算所得的 TIB, 分别反映了患者静息状态、运动负荷状态以及接近日常状态下心肌缺血的情况。目前研究发现针刺对于 SCAD 患者这三种状态下的心肌缺血都有一定程度缓解作用, 提示针刺通过对心脏血管舒缩功能、微血管再生、心肌保护等的共同良性作用缓解心肌缺血, 提高心功能。

4 心率变异性 (HRV)

HRV 是指心搏间期存在的差异和波动, 其产生于大脑信号介导自主神经系统对心脏窦房结的调控, 反映自主神经系统活性, 可定量评估心脏交感神经与副交感神经 (迷走神经张力) 之间的平衡性, 是预测心肌梗死后猝死和心律失常性事件的一个重要指标^[28-29]。高水平的 HRV 指数通常是健康个体的高效自主机制的标志, 而低水平或降低的 HRV 通常表现为自主神经系统故障, 可能意味着植物神经损害^[30]。HRV 的分析主要为线性分析 (时域分析、频域分析) 和非线性 (混沌) 分析, 目前临床上和实验中常使用线性分析法。有研究^[31-36]表明, 针刺可以改善 SCAD 患者 HRV, 调节自主神经系统的健康状态, 并存在双向调节的现象。

4.1 频域分析

频域分析中常用低频功率 (LF) 反映交感神经为主的调节作用, 高频功率 (HF) 反映迷走神经调节功能, 低频/高频 (LF/HF) 显示交感神经和迷走神经动态平衡性。刘克新等^[31]发现, 心绞痛患者针刺 10 min 后 LF 显著降低, HF 相对不变, LF/HF 趋于正常, 提示针刺具有以降低交感神经活性为主的良性调节作用。黄洁^[32]和李金香等^[33]发现, SCAD 患者电针治疗 4 周后 HF 升高, LF/HF 值下降, LF 数据未提及, 提示电针可能通过提高迷走神经张力为主改善自主神经平衡。基于目前研究提示, 针刺均能调节 SCAD 患者自主神经的平衡性, 但对 LF 和 HF 作用结果有差异, 存在双向调节的现象。这可能与针刺的短期和长期效应的作用机制不同有关。

4.2 时域分析

时域指标中, NN 间期标准差 (SDNN) 可以衡量 HRV 总体的大小, 评估心率总变化情况, 反应交感和迷走神经的活性; 全程每 5 min NN 间期平

均值的标准差 (SADNN) 反应 HRV 平均变化情况; 相邻 NN 间期差的均方根 (rMSSD) 是反映迷走功能的指标; NN50 占总 NN 间期个数的百分比 (pNN50) 可作为衡量迷走神经对心率调控作用大小的指标, 其中 NN50 指全部 NN 间期中相邻的 NN 间期之差 > 50 ms 的心搏数^[34]。有研究^[35]选定时域分析指标结合频域分析发现, 循心经针刺后 HRV 参数变化不显著, 但在 SDNN 指数、rMSSD、pNN50 及频域功率-24 小时、最小频域功率小时、最大频域功率小时指标上均呈增高趋势, 提示心脏自主神经功能调节功能趋优。Mehta 等^[36]运用针刺与假针刺治疗缺血性冠心病 12 周, 发现治疗前后及组间 24 h HRV 的时域指标与频域指标也无显著差异, 但在治疗后对患者予以激发试验 (心算压力测试与冷加压试验), 并记录短时程 HRV, 发现针刺组 HRV 中 SDNN、SADNN 明显高于假针刺组, 提示针刺对于心脏自主神经功能的改善有中等效力。以上采用时域分析的临床研究中, 针刺对于 HRV 总体效应可能具备改善作用, 激发试验后可令针刺前后 HRV 结果呈现统计学意义, 而 rMSSD 与 pNN50 的增高趋势则提示针刺兴奋迷走神经的可能性。

4.3 双向调节以及基于本文 HRV 相关研究的局限性探讨

HRV 可量化自主神经系统, 并且由于其采集便利、价格实惠、操作无创无痛易被受试者接受等优势, 成为目前自主神经系统的重要研究支柱之一^[37-38]。近 10 年针灸在心脏疾患领域的研究逐渐增多, 自主神经系统调控是该领域研究的热点机制之一^[39]。基于时域分析指标, 针刺可改善 SCAD 患者 HRV 总体水平, 且显示出针刺兴奋迷走神经的可能。基于频域分析指标, 针刺短期效应可能以抑制交感神经活性为主, 长期针刺可能以提高迷走神经活性为主。这种双向调节的现象在针刺对心肌缺血大鼠的实验研究中表现更为显著。针刺可引起交感神经兴奋性增高, 具体表现包括: 电针心肌缺血大鼠 (注射脑垂体后叶素造模) 后 HRV 的频域指标 LF、LF/HF 值显著升高, HF 略降低^[40], 心率增加, 心交感神经放电活动增加^[41-42]。亦有研究表明, 电针心肌缺血大鼠 (冠状动脉左前降支结扎法造模) 后, HF 明显增高, LF/HF 值明显降低, 迷走神经功能增强^[43], 也存在针刺后 LF、LF/HF 值降低, HF 无显著变化, 心率降低, 交感神经放电受到抑制的情况^[44-46]。虽尚难以阐明针刺对 LF 及

HF 的作用差异的原因,但我们发现,造模方式不同是主要影响因素之一。注射脑垂体后叶素后,大鼠 LF 降低, HF 升高, LF/HF 值显著降低^[40];经冠状动脉左前降支结扎后,大鼠 LF 升高, HF 降低, LF/HF 值升高^[43]。针刺干预后大鼠 LF、HF、LF/HF 值趋向造模前(正常)方向改变,这体现了经穴效应的自稳态调节^[47]。

基于目前针刺对 SCAD 患者 HRV 影响的有限研究,未能深入解释针刺干预 SCAD 后自主神经系统的变化,同时研究设计质量与规范存在一定缺陷。分析其主要原因可能是由于 HRV 自身的复杂特性,即使是专业的心电图工作者对其掌握也有限。这对研究人员的实验设计、参数选择以及结果解释造成一定困扰。首先,HRV 的结果受多种混杂变量影响,主要包括稳定变量(年龄和性别、吸烟、习惯性饮酒水平、体重,身高和腰臀比、心脏相关药物影响等)和瞬态变量(采集前一天及当天的睡眠情况、剧烈运动、咖啡、茶或酒的摄入等)^[48]。其次,HRV 常用的线性参数共十余项,其中某些参数的代表含义存在争议,非线性参数更是繁多,针灸研究存在参数选择困难且难以统一的问题,使得比较不同研究间的结果变得困难,将研究结果整合到 Meta 分析中也变得复杂,从而阻碍了该领域的发展。由于 HRV 自身的复杂特性,针刺具体如何改善心脏自主神经功能,需更多研究探索发现。

另外,人体生命活动是多层次、多水平的,自主神经系统的特征是复杂和不稳定的波动,有学者提出 HRV 的非线性分析相比于目前流行的线性分析或许更符合真实的人体生命现象本质^[49]。结合非线性分析方法中 Lorenz 散点图^[50]进行综合分析,可以更客观、准确、全面地评价心脏自主神经的情况。然而也有学者认为关于非线性指数的运用需要谨慎,它们的效用仍有待证明,不建议作为单一指标,仅可作为补充^[51]。对此我们建议,研究人员在实验设计中应具体描述 HRV 采集方案(包括记录设备、记录持续时间、基线记录、测量环境,运动和呼吸情况等),实验过程中,跟踪所有潜在的混杂变量,根据研究目的制定严格的纳入和排除标准,控制瞬态变量,从而提高实验结果的准确性。在参数选择方面,尽可能全面展示 HRV 的各项参数,线性参数与非线性参数相结合,随着越来越多的期刊允许将文件作为在线补充材料附加,尽可能在附件中充分展示 HRV 原始数据文件以及用其他 HRV 参数实现的统计分析。除此之外,信号采集

的准确性,可重复性,信号伪差处理的专业性都将影响研究结果,多学科合作是研究深度提升的有效手段。

5 小结

针刺作为一种补充疗法治疗 SCAD,能有效减轻患者的缺血负担,控制症状。心电信号作为一种灵敏的、极易获取的、无创的反应疾病信息的载体,能客观揭示针刺治疗 SCAD 患者的有效性,同时通过对心电信号不同方面的充分分析,也可探寻针刺治疗 SCAD 的相关机制。本文主要从普通心电图(心率、ST 段、QTd)、运动平板状态下心电图、TIB、HRV 四个方面总结针刺对 SCAD 患者心电信号影响情况,通过针刺对 SCAD 心电活动的影响,初步说明针刺能改善心肌的缺血缺氧状况,保护心脏植物神经的均衡性,改善心功能,减少心脏不良事件的发生。在总结当前研究成果的同时,也对其存在的部分局限性提出了一些建议。心电信号的数据种类繁多、分析方法各异、内涵丰富,随着人工智能、无线技术、数字化数据可用性的同步发展,心电信号的分析在未来将具备更多新颖功能和临床应用的潜力。心电信号使用与分析方法的创新可能为今后探究针刺治疗心脏疾患领域带来突破。

参考文献

- [1]王斌,李毅,韩雅玲.稳定性冠心病诊断与治疗指南[J].中华心血管病杂志,2018,46(9):680-694.
- [2]中华中医药学会心血管病分会.冠心病稳定型心绞痛中医诊疗指南[J].中医杂志,2019,60(21):1880-1890.
- [3]ZHAO L, LI D, ZHENG H, et al. Acupuncture as adjunctive therapy for chronic stable angina: a randomized clinical trial[J]. JAMA Int Med, 2019, 179(10):1388-1397.
- [4]SHEN M, HUANG J, QIU T. Quality of the evidence supporting the role of acupuncture for stable angina pectoris: an umbrella review of systematic reviews[J]. Front Cardiovasc Med, 2021, 8: 732144. doi: 10.3389/fcvm.2021.732144.
- [5]潘传会,邓大成.针刺内关穴对稳定型心绞痛的疗效观察[J].数理医药学杂志,2014,27(5):525-526.
- [6]王志娟.针刺穴位并隔姜灸对冠心病心绞痛发作期心电图 ST-T 的影响[J].中国现代药物应用,2013,7(23):223-224.
- [7]王华,望庐山,梁凤霞,等.电针治疗对慢性心肌梗死大鼠心电图、心肌病理形态及 PI3K/Akt 信号通路的影响

- 响[J]. 中国针灸, 2016, 36(4): 389-395.
- [8]何苏云, 卢圣锋, 朱冰梅. 针灸抗心肌缺血机制研究及其表观遗传调控机制研究探讨[J]. 针刺研究, 2014, 39(1): 73-78.
- [9]BÖHM M, REIL JC, DEEDWANIA P, et al. Resting heart rate: risk indicator and emerging risk factor in cardiovascular disease [J]. Am J Med, 2015, 128(3): 219-228.
- [10]YILMAZ S, SEN F, AKBOGA MK, et al. The Relationship between resting heart rate and SYNTAX score in patients with stable coronary artery disease [J]. Angiology, 2017, 68(2): 168-173.
- [11]李承家, 杨冠男, 公维军. 灵台、神道穴留针对心绞痛患者心电图ST-T即时效应的影响[J]. 上海针灸杂志, 2016, 35(1): 27-29.
- [12]杨冠男, 王锐, 李承家, 等. 电针对冠心病下壁及前侧壁心电图ST-T影响的即时效应观察[J]. 上海针灸杂志, 2014, 33(6): 509-511.
- [13]杨琳. T₄、T₅夹脊穴深、浅刺对缺血性心脏病患者心电图ST-T影响的对比观察[D]. 济南: 山东中医药大学, 2017.
- [14]LICHTLEN PR. The concept of total ischaemic burden: clinical significance [J]. Eur Heart J, 1996, 17 (Suppl G): 38-47.
- [15]李瑞, 冯燕娴. QT离散度的电生理基础和临床研究进展[J]. 心电与循环, 2019, 38(3): 245-248.
- [16]FRANZ MR, ZABEL M. Electrophysiological basis of QT dispersion measurements [J]. Prog Cardiovasc Dis, 2000, 42(5): 311-324.
- [17]厉金海, 张峰, 彭鹏, 等. QT间期离散度与室性心律失常关系研究进展[J]. 中西医结合心血管病电子杂志, 2019, 7(23): 8-9.
- [18]郑冬明, 张海峰, 袁新旺, 等. 内关、郄门埋针对冠心病患者围手术期QT离散度的影响[J]. 中华中医药学刊, 2013, 31(5): 1060-1061.
- [19]SHEN MJ, ZIPES DP. Role of the autonomic nervous system in modulating cardiac arrhythmias [J]. Circ Res, 2014, 114(6): 1004-1021.
- [20]王磊, 武冰. 三参扩冠汤配合通补宗气法针刺对伴高尿酸血症冠状动脉慢血流现象心绞痛患者尿酸、心率变异性、炎症反应的影响[J]. 现代中西医结合杂志, 2019, 28(24): 2660-2664.
- [21]孙艳, 李博慧, 王泽林. 针刺治疗痰浊闭阻证稳定型心绞痛患者的效果[J]. 中国医药导报, 2021, 18(29): 68-72.
- [22]杨新春. 心肌缺血的动态心电图检测: (二) 动态心电图诊断心肌缺血总负荷[J]. 临床心电学杂志, 2003, 12(1): 6-8.
- [23]温沛, 双莲, 陈凤英. 心肌缺血负荷对冠状动脉狭窄程度的评估价值[J]. 检验医学与临床, 2019, 16(7): 882-884.
- [24]杨炜, 郑新权. 急性心肌梗死QT离散度与恶性室性心律失常关系的探讨[J]. 心电学杂志, 2011, 30(4): 309-310, 313.
- [25]TANG H, SUN J, WANG Y, et al. QT Interval dispersion as a predictor of clinical outcome in acute ischemic stroke [J]. Front Neurol, 2020, 11: 974. doi: 10.3389/fneur.2020.00974.
- [26]邢淑珍. 针刺内关和厥阴俞对冠心病心绞痛动态心电图影响的临床研究[D]. 济南: 山东中医药大学, 2005.
- [27]梁睿智. 基于数据挖掘的针药结合治疗冠心病心绞痛的临床观察[D]. 南宁: 广西中医药大学, 2016.
- [28]BERNTSON GG, BIGGER JJ, ECKBERG DL, et al. Heart rate variability: origins, methods, and interpretive caveats [J]. Psychophysiology, 1997, 34(6): 623-648.
- [29]LAHIRI MK, KANNANKERIL PJ, GOLDBERGER JJ. Assessment of autonomic function in cardiovascular disease: physiological basis and prognostic implications [J]. J Am Coll Cardiol, 2008, 51(18): 1725-1733.
- [30]VANDERLEI LC, PASTRE CM, HOSHI RA, et al. Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability [J]. Rev Bras Cir Cardiovasc, 2009, 24(2): 205-217.
- [31]刘克新, 汪彩华, 万红, 等. 针刺对不同程度冠心病患者心率变异性的影响[J]. 中国中医药科技, 1996, 3(3): 32.
- [32]黄洁. 电针内关、口服复方丹参滴丸、针药结合治疗稳定型心绞痛的临床疗效对比观察[D]. 长沙: 湖南中医学院, 2004.
- [33]李金香, 刘雨儿, 黄洁, 等. 针药结合对稳定型心绞痛心电图向量及心率变异性的影响[J]. 中国中医急症, 2013, 22(10): 1658-1660.
- [34]胡大一, 郭成军, 李瑞杰. 心率变异性测量标准, 生理释义与临床应用: 续一: 心率变异性的生理研究[J]. 中国医疗器械信息, 1998, 4(1): 29-32.
- [35]樊海龙. 循经取穴治疗慢性稳定性心绞痛的疗效评价及HRV相关机理研究[D]. 成都: 成都中医药大学, 2016.
- [36]MEHTA PK, POLK DM, ZHANG X, et al. A randomized controlled trial of acupuncture in stable ischemic heart disease patients [J]. Int J Cardiol, 2014, 176(2): 367-374.
- [37]WATANABE S, AMIYA E, WATANABE M, et al. Simultaneous heart rate variability monitoring enhances the

- predictive value of flow-mediated dilation in ischemic heart disease[J]. *Circ J*, 2013, 77(4):1018-1025.
- [38]柳钊,姜劲峰,卢圣峰. 针灸调节自主神经研究的效应特点及其途径分析[J]. *针刺研究*, 2021, 46(4): 335-341.
- [39]LI X, YIN Z, LING F, et al. The application of acupuncture in cardiopathy: a bibliometric analysis based on web of science across ten recent years [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022, 9: 920491. doi: 10.3389/fcvm.2022.920491.
- [40]周美启,周逸平,汪克明,等. 电针心经、小肠经干预心肌缺血作用及机制探讨[J]. *中国中医急症*, 2004, 13(1):37-38.
- [41]汪克明,周逸平,周美启,等. 电针经脉对急性心肌缺血家兔心交感神经放电活动的影响[J]. *针刺研究*, 2005, 30(2):106-107.
- [42]李明磊,王华,陈泽斌. 电针内关穴对AMI大鼠的保护作用及其与心自主神经调节的相关性研究[J]. *山西中医学院学报*, 2007, 8(3):17-19.
- [43]陈伟,陈淑萍,李成文,等. 大鼠疑核-迷走神经介导针刺“内关”-“间使”改善心肌缺血机制的研究[J]. *针刺研究*, 2016, 41(3):189-196.
- [44]萨喆燕,朱小香,万隆,等. 手针内关穴对急性心肌缺血大鼠心率变异性影响[J]. *辽宁中医药大学学报*, 2015, 17(7):78-80.
- [45]张志雄,包怡敏,郁礼兴,等. 迷走神经在电针提高急性心肌缺血早期室颤阈中的作用[J]. *上海针灸杂志*, 2000, 19(5):36-38.
- [46]崔翔,曹洪垒,刘群,等. 电针“内关”穴对慢性心肌缺血大鼠心交感神经活动及心功能的影响[J]. *针刺研究*, 2020, 45(4):264-268.
- [47]陈少宗,朱兵. 针灸干预的作用特征与自稳态机制[J]. *山东中医杂志*, 2018, 37(11):877-881.
- [48]LABORDE S, MOSLEY E, THAYER JF. Heart rate variability and cardiac vagal tone in psychophysiological research-recommendations for experiment planning, data analysis, and data reporting[J]. *Front Psychol*, 2017, 8: 213. doi: 10.3389/fpsyg.2017.00213.
- [49]GUZIK P, PISKORSKI J, KRAUZE T, et al. Correlations between the Poincaré plot and conventional heart rate variability parameters assessed during paced breathing[J]. *J Physiol Sci*, 2007, 57(1):63-71.
- [50]谢桂君. Lorenz 散点图在心率变异性量化分析中的价值[D]. 合肥:安徽医科大学, 2020.
- [51]SASSI R, CERUTTI S, LOMBARDI F, et al. Advances in heart rate variability signal analysis: joint position statement by the e-Cardiology ESC Working Group and the European Heart Rhythm Association co-endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society [J]. *Europace*, 2015, 17(9):41-53.

Overview of Research of Acupuncture on Electrocardiogram Signal in Patients with Stable Coronary Artery Disease

LIAO Binjun^{1,2}, JIANG Yongliang³, YU Jie², TU Mingqi², HE Xiaofen³, FANG Jianqiao³

1. Zhejiang Hospital of Integrated Traditional Chinese and Western Medicine, Hangzhou, 310003; 2. Zhejiang Chinese Medical University; 3. The Third Clinical Medical College, Zhejiang Chinese Medical University

ABSTRACT Recently, certain achievements have been made in clinical studies on acupuncture for stable coronary artery disease (SCAD). The evaluation of electrocardiogram (ECG) has changed from qualitative analysis to quantitative analysis through ECG signal. This paper described the effect of acupuncture on ECG signal when treating SCAD from four aspects, which were normal ECG including heart rate, ST segment and QT dispersion (QTd), exercise ECG through treadmill test, total ischemic burden (TIB), and heart rate variability (HRV). The results showed that the heart rate increased immediately after acupuncture, but then decreased after a while; acupuncture could improve ST segment depression, reduce QTd and TIB. After acupuncture, the time to ST segment depression under treadmill exercise test was delayed; the duration time and the severity were significantly reduced. Moreover, acupuncture can improve HRV, thereby improving the autonomic nervous system and obtaining bidirectional regulation. It is further suggested that acupuncture can regulate ECG signal, improve the condition of myocardial ischemia and hypoxia, maintain the balance of cardiac autonomic nerve, and improve cardiac function when treating SCAD.

Keywords stable coronary artery disease; acupuncture; electrocardiogram; total ischemic burden; heart rate variability

(收稿日期: 2023-02-25; 修回日期: 2023-05-11)

[编辑: 邓媛]