

本文引文格式:谢松桂,覃艳宁,黄晓凤,等.可复性与不可复性牙髓炎牙髓血流状态及影响因素的研究[J].右江民族医学院学报,2025,47(2):286-290.

【论著与临床报道】

可复性与不可复性牙髓炎牙髓血流状态及影响因素的研究

谢松桂¹,覃艳宁²,黄晓凤¹,官骏昊¹,黎淑芳¹

(1. 右江民族医学院研究生学院,广西 百色 533000;

2. 广西百色市人民医院,右江民族医学院附属西南医院口腔科,广西 百色 533000)

摘要:目的 探讨牙髓血流量(pulpal blood flow, PBF)对可复性牙髓炎(reversible pulpitis, RP)与有症状不可复性牙髓炎(symptomatic irreversible pulpitis, SIRP)的诊断能力。方法 选取牙髓炎病例189例,记录患者一般信息及临床检查结果,分为RP组及SIRP组,RP组83例,SIRP组106例。采用激光多普勒血流仪(laser Doppler flowmetry, LDF)测试患牙与对照牙的PBF,并计算其差值。以牙髓血流差值作为自变量,性别、年龄、收缩压、舒张压、心率、牙位类型作为控制变量,诊断作为因变量进行Logistic回归分析。结果 ①RP平均PBF差值与SIRP平均PBF差值比较差异具有统计学意义($P < 0.001$)。②牙髓血流差值与诊断结果的差异具有统计学意义($P < 0.05$),加入性别、年龄、收缩压、舒张压、心率、牙位类型作为控制变量之后,牙髓血流差值与诊断结果两者的差异仍具有统计学意义($P < 0.05$)。结论 牙髓血流量与牙髓炎临床诊断有关,牙髓血流差值有助于RP和SIRP的临床诊断。

关键词:牙髓血流量;激光多普勒血流仪;可复性牙髓炎;有症状不可复性牙髓炎

中图分类号:R781.31

文献标识码:A

文章编号:1001-5817(2025)02-0286-05

doi:10.3969/j.issn.1001-5817.2025.02.015

Study on the pulpal blood flow status and influencing factors of reversible and irreversible pulpitis

XIE Songgui¹, QIN Yanning², HUANG Xiaofeng¹, GUAN Junhao¹, LI Shufang¹

(1. Graduate School, Youjiang Medical University for Nationalities, Baise 533000, Guangxi, China;

2. Department of Stomatology, Baise People's Hospital in Guangxi, Southwest Hospital Affiliated to Youjiang Medical University for Nationalities, Baise 533000, Guangxi, China)

Abstract: **Objective** To explore the diagnostic ability of pulpal blood flow (PBF) for reversible pulpitis (RP) and symptomatic irreversible pulpitis (SIRP). **Methods** A total of 189 pulpitis cases were selected, and general information and clinical examination results were recorded for the patients. The patients were divided into an RP group ($n=83$) and an SIRP group ($n=106$). Laser Doppler flowmetry (LDF) was used to measure the PBF of the affected and control teeth, and the difference value was calculated. Logistic regression analysis was performed with the PBF difference as the independent variable, and gender, age, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, heart rate, and tooth position type as control variables, while diagnosis was the dependent variable. **Results** ① There was a statistically significant difference in the mean difference value of PBF between the RP group and the SIRP group ($P < 0.001$). ② There was a statistically significant difference between the difference value of PBF and the diagnostic result ($P < 0.05$). After adding gender, age, systolic blood pressure, diastolic blood pressure, heart rate, and tooth position type as control variables, there was still a statistically significant difference between the difference value of PBF and the diagnostic result ($P <$

基金项目:广西研究生教育创新计划项目(YCSW2024528);2024年自治区级大学生创新训练计划(202410599032)

第一作者:谢松桂,在读硕士研究生,研究方向:牙体牙髓病学,E-mail:1031303126@qq.com

通讯作者:黎淑芳,教授,主任医师,硕士研究生导师,研究方向:牙体牙髓病学,E-mail:303121175@qq.com

0.05). **Conclusion** PBF is related to the clinical diagnosis of pulpitis, and the difference value of PBF contributes to the clinical diagnosis of RP and SIRP.

Key words: pulpal blood flow; laser Doppler flowmetry; reversible pulpitis; symptomatic irreversible pulpitis

牙髓炎是常见的口腔疾病,准确判断牙髓的状态对临床治疗方案的选择具有重要意义。目前临床上对牙髓状态的判断主要包括温度测试和电活力测试^[1]。美国牙髓病学协会(American Association of Endodontists, AAE)制定了诊断标准,通过对比患牙与对照牙对冷和/或热刺激的敏感反应,并结合是否存在自发痛,来鉴别可复性牙髓炎(RP)与有症状不可复性牙髓炎(SIRP)^[2]。然而这类方法在很大程度上依赖于患者的主观反馈,因此在客观性方面存在不足。

近年来,不少学者应用激光多普勒血流仪(LDF)测定牙髓血流量以评估牙髓健康状态,比起传统的感觉检测,更能真实地反映出牙髓活力^[3]。本课题组前期应用 LDF 测定正常成人的上下颌第一恒磨牙、青年人前磨牙生理状态下牙髓血流量,发现不同的牙位其牙髓血流量(PBF)存在差异^[4-5],为临床提供正常参考值范围具有一定的意义。然而,PBF 是否受到牙髓炎症状及个体因素的影响,例如:年龄、性别、血压、心率等因素的影响,需要进一步的探讨。本研究为减少个体差异,以患牙与对照牙髓血流差值为研究指标,纳入性别、年龄、收缩压、舒张压、心率、牙位类型混杂研究因素,探讨 PBF 与 RP 和 SIRP 临床诊断的关系。

1 对象与方法

1.1 研究对象 在 2021 年 12 月至 2022 年 12 月期间,从右江民族医学院附属医院口腔门诊中筛选出了 189 例牙髓炎患者。根据 AAE 的诊断标准分为 RP 组 83 例和 SIRP 组 106 例。RP 患者平均年龄(29.01±12.65)岁,女性 54 例,男性 29 例,前牙 23 例,前磨牙 21 例,磨牙 39 例。SIRP 患者平均年龄(29.13±14.90)岁,女性 67 例,男性 39 例,前牙 22 例,前磨牙 23 例,磨牙 61 例。本研究经右江民族医学院附属医院伦理委员会批准(伦理委员审查号:2023030201),所有患者均知情同意。

1.1.1 AAE 诊断标准^[6] RP:①患牙龋坏达牙本质深层等病因;②没有自发痛;③对热、冷刺激有不适或短暂疼痛,无延缓痛或延缓痛时间<30 s;④根尖区 X 光无异常。SIRP:①患牙龋坏达牙本质深层等病因;②有自发痛及牵涉痛;③热、冷刺激剧痛,有延缓痛,延缓痛时间≥30 s;④叩痛可能出现;⑤根尖区 X 光有异常。

1.1.2 纳入及排除标准 纳入标准:①根尖片显示根尖发育完全且无明显根尖周异常;②无窦道、肿胀、松

动度;③患者可有效配合完成 LDF 检测且依从性好。④患牙对侧同名牙牙体完整,无任何不适,无牙周袋,既往未做过任何治疗。排除标准:①正在进行正畸治疗的患者;②患牙及对照牙有外伤史患者;③近期有服用心血管系统药物;④对检测材料过敏;⑤信息采集不完整有误或拒绝接受检测者。

1.2 方法

1.2.1 一般资料收集 患者的个人基本信息、就诊原因、病程等一般情况。

1.2.2 对照牙的选择 以患牙的对侧同名牙为对照牙。要求牙体完整,无任何不适,无牙周袋,既往未做过任何治疗。

1.2.3 测量血压、心率 测量前 30 min 禁烟禁酒禁咖啡,静息 5 min。使用腕式血压计进行血压及心率测量,待血压计显示结果后记录数值。患者休息 5 min 后再测量 1 次,最终取 2 次测量结果平均值。

1.2.4 测量 PBF 值 患者静息 10 min,患牙区及对照牙区硅橡胶取模,制作橡胶夹板。在橡胶夹板上,于被测牙齿唇面的中部 1/3 区域打孔,以便将 LDF 探头稳固地安装在上面,确保探头能与牙面紧密接触。随后,在患者保持安静的状态下,分别测量并记录了患牙和对照牙的 PBF。

1.3 统计学方法 本研究采用 SPSS 25.0 软件对数据进行统计分析。采用夏皮洛-威尔克检验进行两组 PBF 差值的正态性检验,采用两独立样本 *t* 检验统计分析两组的 PBF 差值。选取性别、年龄、收缩压、舒张压、心率以及牙位类型作为控制因素,将血流差值设为自变量,诊断结果作为因变量,运用 Logistic 回归分析方法进行探究,同时绘制 ROC 曲线来评估血流差值诊断的性能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组 PBF 差值比较 RP 与 SIRP 的 PBF 差值与牙髓炎诊断之间两独立样本 *t* 检验如表 1 所示,RP 平均 PBF 差值与 SIRP 平均 PBF 差值比较,差异具有统计学意义($P < 0.001$)。

表 1 RP 与 SIRP 的 PBF 差值比较

项目	<i>n</i>	平均 PBF 差值	<i>t</i>	<i>P</i>
RP	83	3.77±1.86	-10.499	<0.001
SIRP	106	6.85±2.11		

注:表内计量资料数据以($\bar{x} \pm s$)表示。

2.2 牙髓血流差值与牙髓炎诊断结果的 Logistic 回归分析 以性别、年龄、收缩压、舒张压、心率、牙位类型作为控制变量,血流差值作为自变量,诊断结果作为因变量进行分层 Logistic 回归分析,探索牙髓血流差值对牙髓炎诊断结果的影响,变量赋值情况,见表 2。牙髓血流差值与诊断结果的差异具有统计学意义($P < 0.05$),加入性别、年龄、收缩压、舒张压、心率、牙位类型作为控制变量之后,牙髓血流差值与诊断结果两者的差异仍具有统计学意义($P < 0.05$),见表 3。ROC 分析表明模型区分效能良好($AUC = 0.860$, $95\% CI : 0.808 \sim 0.912$),最佳截断值 5.5,对应的敏感度为 72.6%,特异度为 83.1%,见表 4、图 1。说明该模型预测诊断结局准确率较高,可以用牙髓血流差

值鉴别 RP 和 SIRP,这与临床上牙体牙髓医生经验接近。

表 2 变量赋值表

变量	赋值说明
性别	女性=1,男性=2
年龄	原值输入
收缩压	原值输入
舒张压	原值输入
心率	原值输入
牙位类型	前牙=1,前磨牙=2,磨牙=3
血流差值	原值输入
诊断结果	RP=1,SIRP=2

表 3 牙髓血流差值与诊断结果之间 Logistic 回归分析

项目	B	SE	Wald χ^2	P	OR	95% CI
模型 1 血流差值	0.781	0.114	46.537	<0.001	2.183	1.744~2.731
模型 2 血流差值	0.78	0.114	46.5	<0.001	2.182	1.744~2.73
模型 3 性别	0.102	0.393	0.067	0.796	1.107	0.512~2.393
模型 3 血流差值	0.787	0.116	45.984	<0.001	2.197	1.75~2.757
模型 3 性别	0.109	0.394	0.077	0.781	1.116	0.515~2.415
模型 3 年龄	0.008	0.015	0.294	0.588	1.008	0.98~1.037
模型 4 血流差值	0.786	0.117	44.766	<0.001	2.194	1.743~2.761
模型 4 性别	0.104	0.401	0.067	0.795	1.11	0.505~2.436
模型 4 年龄	0.008	0.015	0.264	0.607	1.008	0.979~1.038
模型 4 收缩压	0.002	0.026	0.005	0.942	1.002	0.952~1.055
模型 5 血流差值	0.837	0.125	44.785	<0.001	2.311	1.808~2.953
模型 5 性别	-0.064	0.429	0.022	0.882	0.938	0.405~2.176
模型 5 年龄	-0.002	0.016	0.016	0.901	0.998	0.967~1.03
模型 5 收缩压	0.084	0.037	5.316	0.021	1.088	1.013~1.169
模型 5 舒张压	-0.164	0.046	12.814	<0.001	0.848	0.775~0.928
模型 6 血流差值	0.834	0.126	43.869	<0.001	2.303	1.799~2.948
模型 6 性别	0	0.434	0	0.999	1	0.427~2.343
模型 6 年龄	-0.002	0.016	0.015	0.902	0.998	0.967~1.03
模型 6 收缩压	0.072	0.037	3.696	0.055	1.075	0.999~1.156
模型 6 舒张压	-0.167	0.047	12.9	<0.001	0.846	0.772~0.927
模型 6 心率	0.075	0.043	2.949	0.086	1.077	0.99~1.173
模型 7 血流差值	0.987	0.149	44.094	<0.001	2.682	2.005~3.589
模型 7 性别	-0.045	0.451	0.01	0.921	0.956	0.395~2.312
模型 7 年龄	0.006	0.016	0.123	0.726	1.006	0.974~1.038
模型 7 收缩压	0.068	0.039	3.099	0.078	1.071	0.992~1.155
模型 7 舒张压	-0.152	0.048	10.051	0.002	0.859	0.782~0.944
模型 7 心率	0.078	0.045	2.98	0.084	1.081	0.99~1.18
模型 7 牙位类型	0.971	0.289	11.263	0.001	2.64	1.498~4.655

表 4 血流差值预测诊断结局的分析结果

变量	AUC	SE	P	95% CI	灵敏度	特异度	约登指数
血流差值	0.860	0.026	<0.001	0.808~0.912	0.726	0.831	0.557

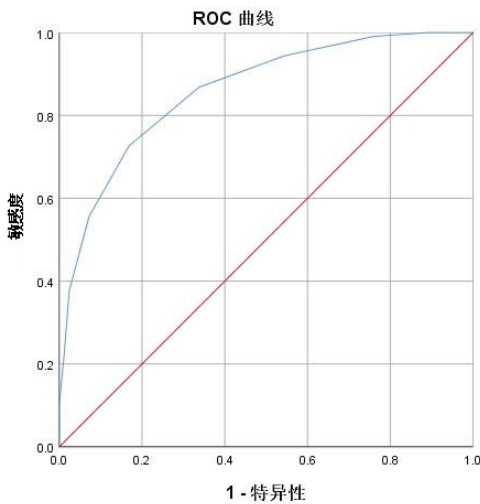


图 1 牙髓血流差值预测牙髓炎临床诊断的 ROC 曲线

3 讨论

如何准确地鉴别牙髓炎诊断是制定治疗计划的先决条件,取决于对牙髓状态的准确判断。目前临床上常用的判断牙髓状态的方法是牙髓温度测试和牙髓电活力测试,结果主要依赖于患者主观感受,比较容易容易出现假阳性的结果或者假阴性的结果^[7]。LDF 简单无创被广泛应用于临床,如有学者使用多普勒检测血流动力学可以在早期筛查出高危产妇^[8]。在口腔医学方面,LDF 测试检测牙髓活力具有灵敏性高和特异性强特点^[9],通过 LDF 检测牙髓炎 PBF 对临床医生在牙髓炎疾病诊断中有一定的指导意义。

本课题组在前期已有上下颌第一恒磨牙、前磨牙生理状态下 PBF 临床参考值的研究,发现 PBF 受到患者年龄、性别、牙齿类型的影响。此外郭飞飞等^[10]通过研究发现适龄人群女性 PBF 值略高于男性,同时也发现,对于同一性别的个体而言,上颌中切牙和侧切牙的 PBF 间也存在统计学差异,中切牙 PBF 值高于侧切牙。作者分析出现这一结果最主要的原因是和牙齿本身的形态结构有关。随着年龄的增长,根管管径减小的趋势在性别上也有显著差异^[11],PBF 也可能随着根管系统增龄性的变化而变化。马宁虎等^[12]应用 LDF 检测 7~13 岁儿童上颌切牙牙髓血流,也证明了 PBF 值随着年龄的增加而减小。另一方面,PBF 可能与患者血压、心率相关。有报道指出,因受髓腔微循环的影响,PBF 的变化和患者血压、心率紧密相关,并指出 LDF 检测不适用于高血压患者、明显贫血和有血液系统疾病患者^[13]。说明在不同血压、心率状态下,患牙的 PBF 值可能会受影响。因此,为了减少个体差异,本研究指标是患牙和对照牙的牙髓血流量差值,而非患牙的血流量。牙髓血流量差值以个体正常对照牙作为基线,可能比与临床参考值对照更可靠,同时将血压、心率、年龄、性别、牙位类型纳入混杂研究因素。

本研究发现,RP 平均 PBF 差值与 SIRP 平均 PBF 差值,比较差异具有统计学意义,可以推测牙髓血流差值与鉴别诊断 RP 与 SIRP 临床诊断具有一定的临床意义。RP 在炎症早期其牙髓组织破坏较小,其牙髓血运接近于正常值,表明血流量可能仍处于正常或接近正常水平,提示牙髓仍有一定的自我修复能力。SIRP 大多已经处于疾病发展过程或者晚期,大部分牙髓组织已经被破坏,血运能力降低,血流量下降,与对照牙牙髓血流量差距较大。

由 Logistic 回归分析结果可知,牙髓血流差值与诊断结果的差异具有统计学意义,加入性别、年龄、收缩压、舒张压、心率、牙位类型作为控制变量之后,牙髓血流差值与诊断结果两者的差异仍具有统计学意义。这表明 PBF 的变化与牙髓炎临床诊断存在密切关联。由 ROC 曲线结果显示,说明该模型预测诊断结局准确率高,表明牙髓血流差值在区分 RP 和 SIRP 具有良好的诊断能力,支持 LDF 作为牙髓状态临床评估工具的有效性。牙髓血流差值在牙髓炎诊断中的敏感性及特异性,可为临床医生鉴别 RP 和 SIRP 提供了具体的参考标准,有助于临床判断牙髓健康状态。以上结果表明,根据牙髓血流差值有助于判断牙髓状态,可以为牙髓炎的临床诊断及治疗提供重要参考依据。

综上所述,牙髓血流与牙髓炎临床诊断之间具有一定相关性,牙髓血流差值对诊断 RP 和 SIRP 具有一定的价值,但本研究样本规模相对有限,未来的研究应考虑更大样本量及不同人群的比较以增强结果的普遍适用性。

参考文献:

- [1] 樊明文. 牙体牙髓病学[M]. 4 版. 北京:人民卫生出版社, 2012.
- [2] CHO S Y, SEO D G, LEE S J, et al. Prognostic factors for clinical outcomes according to time after direct pulp capping[J]. J Endod, 2013, 39(3): 327-333.
- [3] ALGHAITHY R A, QUALTROUGH A J E. Pulp sensibility and vitality tests for diagnosing pulpal health in permanent teeth; a critical review[J]. Int Endod J, 2017, 50(2): 135-142.
- [4] 黄晓凤, 胡玉萍, 李娇娇, 等. 青年人群前磨牙牙髓血流灌注量研究[J]. 牙体牙髓牙周病学杂志, 2024, 29(4): 200-205.
- [5] 胡玉萍, 杨雪, 张然, 等. LDF 检测正常成人第一恒磨牙牙髓血流量的研究[J]. 口腔疾病防治, 2022, 30(12): 852-857.
- [6] GLICKMAN G N. AAE Consensus conference on diagnostic terminology: background and perspectives [J]. J Endod, 2009, 35(12): 1619-1620.
- [7] PATRO S, METO A, MOHANTY A, et al. Diagnostic

- accuracy of pulp vitality tests and pulp sensibility tests for assessing pulpal health in permanent teeth; a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2022, 19(15):9599.
- [8] 利青, 钟秋红, 罗雪清, 等. 子痫前期对胎儿的影响以及多普勒血流的临床意义[J]. *右江民族医学院学报*, 2019, 41(4):452-454.
- [9] GHOUTH N, DUGGAL M S, BANIHANI A, et al. The diagnostic accuracy of laser doppler flowmetry in assessing pulp blood flow in permanent teeth; a systematic review[J]. *Dent Traumatol*, 2018, 34(5):311-319.
- [10] 郭飞飞, 周志斐, 句新科, 等. 激光多普勒血流检测仪用于青年前牙牙髓活力检测临床参考值范围的初步研究[J]. *实用口腔医学杂志*, 2018, 34(2):248-252.
- [11] 吴亚芸, 牛忠英, 闫澍, 等. 汉族人上颌中切牙牙根直径及根管管径与年龄关系的研究[J]. *实用口腔医学杂志*, 2015, 31(6):784-788.
- [12] 马宁虎, 肖刚, 张媛媛, 等. 激光多普勒血流仪检测年轻上颌切牙牙髓血流的探索[J]. *华西口腔医学杂志*, 2017, 35(5):494-497.
- [13] GOPIKRISHNA V, TINAGUPTA K, KANDASWAMY D. Comparison of electrical, thermal, and pulse oximetry methods for assessing pulp vitality in recently traumatized teeth[J]. *J Endod*, 2007, 33(5):531-535.

收稿日期:2025-01-03;修回日期:2025-02-18

(本文编辑 覃黎黎)

(上接第 285 页)

- [6] LUO M, XIAO H, WANG L Q, et al. The expression and clinical significance of three lncRNAs in patients with a missed abortion[J]. *Exp Ther Med*, 2021, 21(1):8.
- [7] ZHAO H T, HU S G, QI J, et al. Increased expression of *HOXA11-AS* attenuates endometrial decidualization in recurrent implantation failure patients[J]. *Mol Ther*, 2022, 30(4):1706-1720.
- [8] ZYGULA A, KOSINSKI P, WROCZYNSKI P, et al. Oxidative stress markers differ in two placental dysfunction pathologies: pregnancy-induced hypertension and intrauterine growth restriction[J]. *Oxid Med Cell Longev*, 2020, 2020:1323891.
- [9] 张冬雪, 袁宁潞, 贺倩, 等. 血管内皮生长因子与妊娠相关疾病关系的研究进展[J]. *中国医药*, 2021, 16(11):1754-1756.
- [10] 谢瑞萍, 杨彩霞, 范俊梅, 等. 稽留流产患者血清、绒毛与蜕膜组织中 *SLIT2* 的表达及临床意义[J]. *中国计划生育学杂志*, 2024, 32(4):856-860.
- [11] YIM G W, KIM H J, KIM L K, et al. Long Non-coding RNA *HOXA11* antisense promotes cell proliferation and invasion and predicts patient prognosis in serous ovarian cancer[J]. *Cancer Res Treat*, 2017, 49(3):656-668.
- [12] JING G Z, YAO J L, DANG Y H, et al. The role of β -HCG and VEGF-MEK/ERK signaling pathway in villi angiogenesis in patients with missed abortion[J]. *Placenta*, 2021, 103:16-23.
- [13] 张树红. *hsa-miR-199a-5p*, *ITGA3* 和 VEGF 在稽留流产绒毛组织中表达的研究[D]. 南宁:广西医科大学, 2019.
- [14] LIU T, YAN M, LIU F, et al. The role of p53-MDM2 signaling in missed abortion and possible pathogenesis[J]. *J Obstet Gynaecol Res*, 2022, 48(11):2686-2696.
- [15] 黄钟慧, 韩秋峪. 稽留流产患者绒毛组织中 *Netrin-1*、*DCC*、*UNC5B* 和 VEGF 表达[J]. *中国计划生育学杂志*, 2021, 29(7):1388-1391, 1540.

收稿日期:2024-12-21;修回日期:2025-02-17

(本文编辑 钟琳)