

文章编号 1006-8147(2023)04-0418-04

论著

牙髓电活力差值与不同类型的龋源性牙髓炎诊断的关系

裴海燕¹,周丽雯²,吕洋洋³,肖墨²,周琳²,吴丽更²

(1.天津市武清区人民医院口腔科,天津 301700;2.天津医科大学口腔医院牙体牙髓科,天津 300070;3.无锡市口腔医院牙体牙髓科,无锡 214000)

摘要 目的:探讨牙髓电活力差值对因深龋引起的可复性牙髓炎(RP)和有症状不可复性牙髓炎(SIRP)的诊断能力。方法:选取龋源性牙髓炎患者370例,记录一般信息和临床检查结果,将其分为两组:RP组202例,SIRP组168例。测试患牙和对照牙的牙髓电活力值并计算差值,单因素分析年龄、性别和牙齿类型是否为混杂因素,构建模型后采用Logistic回归及限制性三次立方样条函数分析牙髓电活力差值与牙髓炎诊断的关系。结果:单因素分析显示,年龄与牙髓电活力差值相关($P<0.05$),牙齿类型与牙髓炎诊断相关($P<0.05$),最终将年龄和牙齿类型纳入混杂因素。未校正混杂因素、依次校正年龄和牙齿类型后构建3个模型,RP组和SIRP组的电活力差值具有统计学意义($OR=1.041, 1.041, 1.041, 95\%CI: 1.017\sim 1.065, 1.018\sim 1.066, 1.017\sim 1.066$, 均 $P<0.05$)。限制性三次立方样条函数结果显示随着电活力差值增大,罹患SIRP的风险也随之增加($P<0.05$)。3种模型的曲线下面积分别为0.599、0.598、0.602。结论:牙髓电活力差值有助于RP和SIRP的鉴别诊断。

关键词 牙髓电活力差值;龋源性牙髓炎;可复性牙髓炎;有症状不可复性牙髓炎

中图分类号 R781.4

文献标志码 A

Relationship between the difference in electric pulp test values and the diagnosis of different types of cariogenic pulpitis

PEI Hai-yan¹, ZHOU Li-wen², LYU Yang-yang³, XIAO Mo², ZHOU Lin², WU Li-geng²

(1.Department of Stomatology, Wuqing District People's Hospital of Tianjin, Tianjin 301700, China; 2.Department of Endodontics, Hospital of Stomatology, Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China; 3.Department of Endodontics, Wuxi Stomatology Hospital, Wuxi 214000, China)

Abstract Objective: To investigate the diagnostic ability of the difference in electric pulp test values for the reversible pulpitis (RP) and symptomatic irreversible pulpitis (SIRP) caused by deep caries. **Methods:** A total of 370 patients diagnosed with cariogenic pulpitis were selected. General information and clinical examination data were collected. The patients were divided into two groups: RP group (202 cases) and SIRP group (168 cases). The electrical pulp activity values of affected and control teeth were tested and the difference values were calculated. Univariate analysis was performed to determine whether age, sex and tooth type were confounding factors. After the three models were established, Logistic regression and restricted cubic spline function were used to analyze the relationship between the difference of pulp electrical activity and diagnosis of pulpitis. **Results:** Univariate analysis showed age was correlated with the difference in electric pulp test values ($P<0.05$), and tooth type was correlated with the diagnosis of pulpitis ($P<0.05$). Finally, age and tooth type were included as confounding factors. Three models were established without adjusting for confounding factors and after adjusting for age and tooth type in turn. The difference in electric pulp test values between the RP and SIRP groups was statistically significant ($OR=1.041, 1.041, 1.041, 95\%CI: 1.017\sim 1.065, 1.018\sim 1.066, 1.017\sim 1.066$, all $P<0.05$). The results of the restricted cubic spline function showed that the risk of SIRP increased with the increase of the electrical activity difference ($P<0.05$). The AUC of the three models were 0.599, 0.598, 0.602, respectively. **Conclusion:** The difference in electric pulp test values is helpful for the differential diagnosis of RP and SIRP.

Key words the difference in electric pulp test values; cariogenic pulpitis; reversible pulpitis; symptomatic irreversible pulpitis

牙髓感觉测试主要包括温度测试和电活力测试,是目前临床判断牙髓活力普遍使用的方法^[1]。其中温度测试又包括冷测试(CPT)和热测试(HPT),比较正常对照牙和患牙的不同感觉,可辅助临床医

生判断有无牙髓活力和牙髓状态^[2]。美国牙髓病学协会(AAE)的诊断标准阐述与对照牙相比患牙对冷和(或)热刺激的敏感反应可用于牙髓炎的诊断,如通过有无自发痛,以及冷和(或)热刺激延缓痛鉴别诊断可复性牙髓炎(RP)和有症状不可复性牙髓炎(SIRP)^[3]。然而牙髓电活力测试的诊断价值一直存在争议,目前的观点认为电活力仅能用于评估牙

基金项目 武清区科技发展计划(WQKJ202135)

作者简介 裴海燕(1977-),女,副主任医师,硕士在读,研究方向:口腔医学;通信作者:吴丽更, E-mail: lwu06@tmu.edu.cn。

髓有无活力,而不能鉴别不同类型的牙髓炎^[4-5]。然而本课题组在牙髓活力检查中发现SIRP比RP患牙的牙髓电活力差值更大,关于牙髓电活力差值区分这两种类型牙髓炎的准确性尚未见相关文献报道。因此,本研究旨在探讨牙髓电活力差值对RP和SIRP的诊断能力,以辅助诊断和鉴别诊断牙髓炎。

1 对象与方法

1.1 研究对象 从2019年12月—2021年12月就诊于天津市武清区人民医院口腔科和天津医科大学口腔医院牙体牙髓科的患者中,选取龋源性牙髓炎患者370例,根据AAE诊断标准分为:RP组202例,SIRP组168例。其中,男性130例,女性240例;前牙14例,前磨牙123例,磨牙233例。患者平均年龄31(25,40)岁。本研究经天津医科大学口腔医学院伦理委员会批准(TMUhMEC2019044),所有患者均知情同意。

1.1.1 AAE诊断标准^[3] RP:(1)患牙有深龋或牙体硬组织非龋性疾病存在。(2)无自发痛。(3)冷刺激和(或)热刺激诱发的疼痛持续时间不超过30 s。(4)无叩痛。(5)根尖周无透射影像。SIRP:(1)患牙有深龋或牙体硬组织非龋性疾病存在。(2)有自发痛、夜间痛或放散痛。(3)冷刺激和(或)热刺激诱发的疼痛持续时间大于30 s。(4)可能存在叩痛。(5)根尖周无透射影像。

1.1.2 纳入标准 (1)根据AAE诊断标准诊断为牙髓炎的患牙。(2)为深龋引起的各型牙髓炎。(3)无牙龈肿胀、瘘管及牙齿松动。(4)根尖片显示牙根发育完全,且根尖周组织无明显异常。排除标准:(1)安装有心脏起搏器。(2)患有严重全身疾病、精神障碍等不能配合诊断者。(3)治疗前服用抗生素、镇痛剂或麻醉剂者。(4)牙周牙髓联合病变、楔状缺损、牙隐裂、外伤、冠或嵌体修复的患牙、正畸治疗期间的患牙。(5)根尖片显示根分歧骨密度降低、根尖周阴影、牙周膜间隙明显增宽、年轻恒牙牙根未发育完全者。

1.2 方法

1.2.1 一般资料收集 询问患者出生日期、年龄、联系方式、就诊原因、病程等一般情况。

1.2.2 对照牙的选择 牙髓温度测试和牙髓电活力测试均需先测试对照牙以建立基线反应,告知患者此为“正常”的感觉。随后测试患牙,并比较对照牙的感觉,将感受告诉医生。将牙体完整,无任何不适,无牙周袋,未行其他治疗作为对照牙的选择标准。选择顺序一般为:对侧同名牙>对颌同名牙>邻牙,应首选对侧同名牙,若该牙缺失、含大面积充填体或修复体或已行根管治疗等不适合行牙髓电活

力测试时,医生应根据患者口腔实际情况选择适宜的对照牙。

1.2.3 口腔检查 温度测试和牙髓电活力测试首先告知患者检查的目的和可能出现的感觉(如酸、疼、麻、凉、热等),并请患者在有感觉时举左手示意,感觉完全消失时方可放下手。所有测试均先测试对照牙,然后再测试患牙。

牙髓温度测验(冷热诊):冷测试是用棉卷隔湿待测牙,棉球擦干牙面,将喷有四氟乙烷冷喷剂(Endo-Frost, Coltene Whaledent, Cuyahoga Falls, OH)的小棉球迅速放置于被测牙唇颊面牙釉质完整的中1/3处,若该处牙釉质不完整或含有大面积充填体,可将棉球置于舌面中1/3处,停留2 s,观察患者的反应、有无延缓痛及延缓痛时间。测试结束后,取出小棉球及棉卷,询问患者感受和疼痛程度,记录结果。热测试所需材料为棉卷、酒精灯和牙胶棒,需要保持牙面湿润,以防止热牙胶粘在牙齿表面,并用酒精灯加热牙胶棒至使其达到软化但不冒烟的状态。其方法与冷测试相同。**牙髓电活力测试:**棉卷隔湿待测牙,棉球擦干牙面,唇钩与电测仪(牙髓活力测试仪,长沙得悦科技发展有限公司)连接并挂在患者的口角处形成通路,电测仪探头蘸取适量牙膏(Colgate, USA)放置于被测牙唇颊面釉质完整的中1/3处或舌面中1/3处,患者举手示意,探头立即离开牙面,记录此刻的电活力值。所有牙齿测试3次,每次间隔2 min。分别计算患牙和对照牙电活力测试3次结果的平均值,获得两者的电活力差值。同时进行叩诊、扪诊、咬诊和影像学检查,记录所有检查结果。

1.3 统计学处理 统计学分析使用R 4.2.0软件和SPSS 26.0软件进行, $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。首先单因素分析年龄、性别和牙齿类型分别与牙髓电活力差值、牙髓炎诊断的关系,判断上述3个因素是否为本研究的混杂因素。然后构建3个模型,通过二元Logistic回归分别检验在未校正混杂因素和依次校正年龄和牙齿类型后牙髓电活力差值与牙髓炎诊断的关系,绘制受试者工作特征曲线(ROC曲线)和计算曲线下面积(AUC),评价牙髓电活力差值鉴别诊断两种类型牙髓炎的能力。应用限制性三次立方样条函数判断牙髓电活力差值与牙髓炎诊断之间是否存在非线性关系,并分析在控制混杂因素后牙髓电活力差值与罹患SIRP风险的关系。

2 结果

RP组平均牙髓电活力差值为7(3,13),SIRP组为9(4,16.5)。

2.1 年龄、性别和牙齿类型与牙髓电活力差值的关系 线性回归分析显示,年龄、性别和牙齿类型与牙髓电活力差值的相关性 P 值为 0.009、0.994 和 0.795。

2.2 年龄、性别和牙齿类型与牙髓炎诊断的关系 应用 *Shapiro-Wilk* 检验对年龄进行正态性检验,显示年龄不呈正态分布,因此通过曼-惠特尼秩和检验分析年龄与牙髓炎诊断的关系。采用 χ^2 检验分析性别、牙齿类型与牙髓炎诊断的关系。表 1 显示牙齿类型与牙髓炎诊断相关($P<0.05$)。

表 1 年龄、性别、牙齿类型及电活力差值与牙髓炎诊断的关系[M(Q_1, Q_3), n (%)]

Tab 1 Relationship between age, sex, tooth type and the difference in EPT values and diagnosis of pulpitis[M(Q_1, Q_3), n (%)]

变量	可复性牙髓炎组($n=202$)	有症状不可复性牙髓炎组($n=168$)	$t/z/\beta$	P
年龄(岁)	32(26,40)	31(24,40)	-0.753	0.451
性别			0.197	0.658
男性	73(36.1)	57(33.9)		
女性	129(63.9)	111(66.1)		
牙齿类型			6.248	0.044
前牙	12(5.9)	2(1.2)		
前磨牙	69(34.2)	54(32.1)		
磨牙	121(59.9)	112(66.7)		
电活力差值	7(3,13)	9(4,16.5)	0.040	0.001

注: EPT:牙髓电活力测试

2.3 4 种模型中牙髓电活力差值与牙髓炎诊断的关系 上述结果表明年龄、牙齿类型是本研究的混杂因素。构建 3 个模型:未校正模型为模型 1,年龄校正后模型为模型 2,年龄和牙齿类型校正后模型为模型 3。二元 *Logistic* 回归检验 3 个模型牙髓电活力差值与牙髓炎诊断之间的关系,结果显示两种类型牙髓炎的牙髓电活力差值的差异有统计学意义($P<0.05$)(表 2)。绘制 ROC 曲线,3 种模型的 AUC 分别为 0.599、0.598、0.602(图 1),95%的 CI 分别为 0.540~0.657、0.540~0.65、0.544~0.660(表 2)。

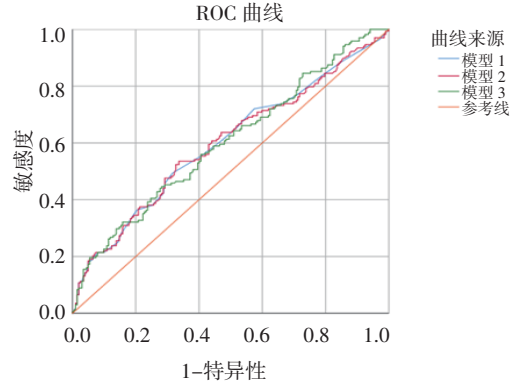
表 2 3 种模型中牙髓电活力差值与牙髓炎诊断的关系

Tab 2 Relationship between the difference in EPT values and diagnosis of pulpitis in the three models

变量	模型 1		模型 2		模型 3	
	OR(95%CI)	P	OR(95%CI)	P	OR(95%CI)	P
EPT 差值	1.041 (1.017, 1.065)	0.001	1.041 (1.018, 1.066)	0.001	1.041 (1.017, 1.066)	0.001

注: EPT:牙髓电活力测试

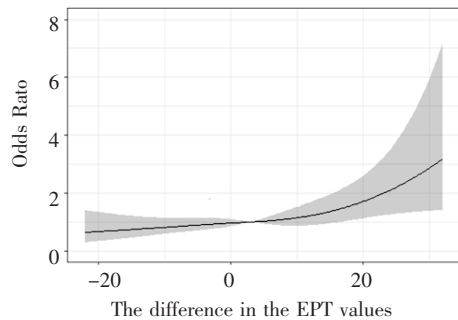
2.4 限制性三次立方样条函数分析牙髓电活力差值与牙髓炎诊断的关系 应用限制性三次立方样条函数分别在第 5、35、65、95 个百分位数处设置 4 个节点,以拟合牙髓电活力差值与牙髓炎诊断的非线性关系。横坐标为牙髓电活力差值,纵坐标为



注: ROC:受试者工作特征; EPT:牙髓电活力测试

图 1 3 种模型牙髓电活力差值预测牙髓炎临床诊断的 ROC 曲线
Fig 1 ROC curves for predictive probability of the difference in EPT values for clinical diagnosis of pulpitis in three models

SIRP 的比值比,黑色实线代表 SIRP 的比值比,灰色区域表示 95%CI。随着牙髓电活力差值的增大,罹患 SIRP 的风险也随之增加($P<0.05$)(图 2)。



注: OR:比值比; SIRP:有症状不可复性牙髓炎; EPT:牙髓电活力测试

图 2 牙髓电活力差值与有症状不可复性牙髓炎 OR 值的限制性三次立方样条函数图

Fig 2 Restricted cubic splines function for the difference in the EPT values and the OR value of SIRP

3 讨论

正确的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,牙髓活力测试和牙髓血流测试用于检测牙髓状态,牙髓血流测试包括激光多普勒血流测试(LDF)和血氧饱和度测试(PO)。一项 Meta 分析结果证实了 LDF 准确性^[6], Alghaithy 等^[7]认为 LDF 是目前最接近金标准的检测方式,然而牙髓血流测试在临床上尚未普及^[8],牙髓活力测试仍是临床应用最广泛的检测方法。多项研究报道了 CPT、HPT 和 EPT 在评估牙髓活力方面的有效性^[9-11]。AAE 的牙髓炎诊断标准也提及温度测试可鉴别诊断 RP 和 SIRP,却未提及 EPT 诊断牙髓炎方面的作用, EPT 目前仅用于判断“活髓”或“死髓”。然而本研究者在临床中发现 SIRP 患者的牙髓电活力差值比 RP 更大,露髓后 SIRP 的牙髓状态也更差,表现髓腔不出血或出血无法控制等情况,因

此本研究旨在探究牙髓电活力差值对因深龋引起的 RP 和 SIRP 的鉴别诊断能力。

本研究的指标是患牙和对照牙的牙髓电活力差值,而不是其他研究报道的电活力值^[12-14]。牙髓电活力值受患者年龄、性别和牙齿类型的影响^[15-18]。因此,牙髓电活力差值由于使用正常对照牙作为基线,可能比电活力值本身更可靠。

校正年龄和牙齿类型混杂因素的影响,检验 3 个模型牙髓电活力差值与牙髓炎诊断之间的关系,结果显示两种类型牙髓炎的牙髓电活力差值的差异具有统计学意义,与临床经验一致。然而通过牙髓电活力差值预测牙髓炎诊断能力的 AUC 为 0.602,说明模型具有一定的准确性,但诊断准确性低。分析原因:(1)只考虑了 2 个混杂因素(年龄和牙齿类型),未考虑其他可能的混杂因素。(2)样本量仅有 370 例。(3)牙齿类型分布不均匀,前牙仅有 14 颗进行电活力测试。当前牙发生龋坏时,患者在早期发现病变并及时治疗,使前牙牙髓炎病例比其他牙齿类型少。(4)电活力测试有一定的局限性,如依赖患者的主观感觉、无法检测到牙髓真正的血运状况^[19-20],使其结果与真实情况存在偏差。因此,未来需增加样本量、消除其他混杂因素和平衡样本分层以进一步验证该结果。

目前临床上没有一种检测方法能够准确判断患牙的牙髓状态^[21],Alghaithy 等^[7]和 Lima 等^[22]认为 CPT、HPT、EPT 均存在一定的误诊率和漏诊率。有学者议多种检测方法联合应用以提高诊断准确性,电活力测试与冷诊联合检测比单独检测牙髓状态更准确^[6,11],HPT 对主诉热刺激敏感或有激发痛的炎症牙髓诊断更有用^[23]。表 4 显示牙髓电活力差值与 SIRP 的 OR 值呈正相关。限制性三次立方样条函数结果也显示随着牙髓电活力差值的增大,罹患 SIRP 的风险也随之增加。本研究提示牙髓电活力差值对诊断 RP 和 SIRP 具有一定的价值,尽管无证据报道牙髓电活力差值可独立预测牙髓炎诊断,然而仍可作为一种辅助牙髓炎诊断的方法。对于一些主诉无典型性疼痛症状的患者,当患牙和对照牙的牙髓电活力差值较大时,更倾向于诊断不可复性牙髓炎。

参考文献:

- [1] 樊明文,周学东,王嘉德,等.牙体牙髓病学[M].第4版.北京:人民卫生出版社,2012.
- [2] 杨靖翠,袁国华.对牙髓活力测试方法的介绍与评价[J].口腔医学研究,2021,37(3):195-199.
- [3] 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):327-331.
- [4] COOLEY R L,ROBISON S F. Variables associated with electric pulp testing[J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol,1980,50(1):66-73.
- [5] 梁燕,黄力子,郭敬俊,等.牙髓电活力测试与牙髓组织病理的对照研究[J].现代口腔医学杂志,1991,5(2):65-67.
- [6] MAINKAR A,KIM S G. Diagnostic accuracy of 5 dental pulp tests: a systematic review and meta-analysis[J]. J Endod,2018,44(5):694-702.
- [7] ALGHAITHY R A,QUALTROUGH A J. Pulp sensibility and vitality tests for diagnosing pulpal health in permanent teeth:a critical review[J].Int Endod J,2017,50(2):135-142.
- [8] 郭飞飞.激光多普勒血流检测仪在外伤年轻恒牙牙髓活力转归中的应用研究[D].中国人民解放军空军军医大学,2018.
- [9] PETERSSON K,SÖDERSTRÖM C,KIANI-ANARAKI M,et al. Evaluation of the ability of thermal and electrical tests to register pulp vitality[J]. Endod Dent Traumatol,1999,15(3):127-131.
- [10] SALGAR A R,SINGH S H,PODAR R S,et al. Determining predictability and accuracy of thermal and electrical dental pulp tests: an *in vivo* study[J]. J Conserv Dent,2017,20(1):46-49.
- [11] WEISLEDER R,YAMAUCHI S,CAPLAN D J,et al. The validity of pulp testing:a clinical study[J]. J Am Dent Assoc,2009,140(8):1013-1017.
- [12] PETERS D D,BAUMGARTNER J C,LORTON L. Adult pulpal diagnosis. I. Evaluation of the positive and negative responses to cold and electrical pulp tests[J]. J Endod,1994,20(10):506-511.
- [13] MICKEL A K,LINDQUIST K A,CHOGLE S,et al. Electric pulp tester conductance through various interface media[J]. J Endod,2006,32(12):1178-1180.
- [14] LADO E A,RICHMOND A F,MARKS R G. Reliability and validity of a digital pulp tester as a test standard for measuring sensory perception[J]. J Endod,1988,14(7):352-356.
- [15] ŠIMOVIĆ M,PAVUŠEK I,IVANIŠEVIĆ MALČIĆ A,et al. Electric pulp test threshold responses in healthy incisors, canines, premolars and molars[J]. Aust Endod J,2018,44(1):54-59.
- [16] MLADENOVIC I,KRUNIC J,SUPIC G,et al. Pulp sensitivity: influence of sex, psychosocial variables, COMT gene, and chronic facial pain[J]. J Endod,2018,44(5):717-721.
- [17] CHUNHACHEEVACHALOE E,AJCHARANUKUL O. Effects of conducting media and gender on an electric pulp test[J]. Int Endod J,2016,49(3):237-244.
- [18] BARCZAK K,PALCZEWSKA-KOMSA M,WILK A,et al. Pulp sensitivity to electric stimuli in the Caucasian population[J]. Aust Endod J,2020,46(1):26-32.
- [19] MUMFORD J M. Pain perception threshold and adaptation of normal human teeth[J]. Arch Oral Biol,1965,10(6):957-968.
- [20] GOPIKRISHNA V,TINAGUPTA K,KANDASWAMY D. Evaluation of efficacy of a new custom-made pulse oximeter dental probe in comparison with the electrical and thermal tests for assessing pulp vitality[J]. J Endod,2007,33(4):411-414.
- [21] 黄定明,傅裕杰,谭学莲.牙髓活力状态的临床判断之惑及解决之道[J].牙体牙髓牙周病学杂志,2017,27(8):431-436.
- [22] LIMA T F R,DOS SANTOS S L,DA SILVA FIDALGO T K,et al. Vitality tests for pulp diagnosis of traumatized teeth:a systematic review[J]. J Endod,2019,45(5):490-499.
- [23] LEVIN L G. Pulp and periradicular testing[J]. J Endod,2013,39(3 Suppl):S13-S19.

(2022-10-17 收稿)