

[文章编号] 1000-1182(2011)05-0457-04

·基础研究·

# 激光龋齿检测仪评价乳牙去腐净的体外研究

陈江浩 秦满

(北京大学口腔医院 儿童口腔科, 北京 100081)

**[摘要]** 目的 用体外研究的方法探索激光龋齿检测仪评价乳牙去腐净的可行性。方法 选取患邻面中龋的乳磨牙8颗为研究对象,测量去腐前后激光龋齿检测仪读数,利用龋蚀检测液、硬组织硬度仪和偏光显微镜对腐质是否去净进行评判,分析激光龋齿检测仪读数与其相关性,探索激光龋齿检测仪在评价去腐洁净度中的应用。结果 去腐后色素沉着处牙本质硬度为 $(46.99 \pm 12.44)$  HV;健康位点备洞后洞缘的牙本质硬度为 $(67.39 \pm 16.59)$  HV,二者间差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。去腐前DIAGNOdent读数与去腐后色素沉着处DIAGNOdent读数差异无统计学意义( $P > 0.05$ );而与去腐后无色素沉着处DIAGNOdent读数差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。偏光显微镜观察可见:去腐后无论是色素沉着处还是无色素沉着处,均未见细菌侵入。结论 激光龋齿检测仪不能区分脱矿染色的牙本质与细菌侵入的牙本质,不适用于评价腐质去除程度。

**[关键词]** 激光龋齿检测仪; 韦氏硬度; 偏光显微镜

**[中图分类号]** R 781.1 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.3969/j.issn.1000-1182.2011.05.002

**A study of a laser fluorescence device for assessing caries removal in primary teeth *in vitro*** Chen Jianghao, Qin Man. (Dept. of Pediatric Dentistry, Peking University School and Hospital of Stomatology, Beijing 100081, China)

**[Abstract]** **Objective** To explore the feasibility of using laser fluorescence device for assessing caries removal in primary teeth *in vitro*. **Methods** 8 primary molars with approximal caries were collected, and caries were removed *in vitro*. The laser fluorescence readings of dentin before and after caries removal were recorded. To judge the degree of caries removal by caries detector, polarizing microscope and dental microhardness tester. The correlation of DIAGNOdent reading with Viker's Hardness was analyzed. The feasibility of using laser fluorescence for assessing caries removal was explored. **Results** The average Viker's Hardness of dentin after caries removal with staining was  $(46.99 \pm 12.44)$  HV, and the average Viker's Hardness of normal control was  $(67.39 \pm 16.59)$  HV. There was significant difference between the two groups ( $P < 0.05$ ). There was no significant difference between laser fluorescence readings before and after caries removal with staining ( $P > 0.05$ ). And there was significant difference between the laser fluorescence readings before and after the caries removal without staining ( $P < 0.05$ ). It was observed by polarizing microscope that there was no caries residue in sample, no matter stain or not. **Conclusion** The laser fluorescence could not distinguish stained dentin from caries, and is not suitable for assessing caries removal.

**[Key words]** laser fluorescence device; Viker's Hardness; polarizing microscope

彻底去除感染坏死的牙体组织是龋齿治疗的原则。在临床治疗中,界定细菌感染范围比较困难,一般通过组织的硬度和着色程度进行判断<sup>[1]</sup>。有学者提出了龋蚀染色法,然而这种方法还存在着争议<sup>[2]</sup>。目前,最广泛应用于临床判断去腐净的标准是通过医生的临床检查和经验判断,尚缺乏客观、量化的评价方法<sup>[2]</sup>。

近年来,激光龋齿检测仪作为一种新型的龋齿

检测设备受到学者们广泛关注。其设计原理是:由激光发射器发出波长为655 nm的红色激光,激光照射到牙体组织,在此波长下,健康的釉质和牙本质中羟磷灰石成分及其他无机成分几乎不会产生反射光,但是在龋坏部位,细菌代谢产物中含有卟啉(protoporphyrin, PP),可以产生明显的反射光,这种反射光的强度与卟啉的浓度成正相关,反射光被探头收集,并根据反射光的强弱在处理器中数字化输出参考值<sup>[3]</sup>。第一代激光龋齿检测仪被称为DIAGNOdent,它的探头呈圆柱形,主要用于探测咬合面和颊舌面。近年来,出现了可用于邻面龋检查

[收稿日期] 2010-09-30; [修回日期] 2011-08-06

[作者简介] 陈江浩(1982—),男,北京人,住院医师,博士

[通讯作者] 秦满, Tel: 010-82195520

的DIAGNOdent第二代工作端,称为DIAGNOdent pen,其探头呈楔形,方便进入邻间隙<sup>[4]</sup>。Lussi等<sup>[5]</sup>曾设想是否可以将DIAGNOdent用于腐质去除的检查,却发现腐质去除后,DIAGNOdent的读数增大,提示剩余牙本质较薄时,DIAGNOdent的读数会增高。Krause等<sup>[6]</sup>通过体外实验得出了与Lussi等<sup>[5]</sup>相似的结果,目前应用DIAGNOdent评价去腐的研究还处于探索阶段。本研究的目的是用激光龋齿检测仪测量离体乳牙去腐净后的牙本质读数,分析其结果与牙本质韦氏硬度的相关性,探索其在评价去腐洁净度中的应用。

## 1 材料和方法

### 1.1 研究对象

选取一侧为邻面龋且龋坏限于牙本质中层以内、另一侧健康的离体乳磨牙8颗。该牙无肉眼可辨的牙齿变色和牙齿结构异常,不存在超过牙本质中层的牙本质内吸收。清除牙面软垢和色素,生理盐水冲洗1 min以上,在中性防腐液中常温保存,备用。

### 1.2 实验器材

激光龋齿检测仪(DIAGNOdent和DIAGNOdent pen, Kavo公司,德国),龋蚀检测液(0.5%碱性品红和100 mL蒸馏水混合而成,北京大学口腔医院制剂科配置),数码相机(EOS350D,佳能公司,日本),玻璃离子水门汀(上海医疗器械股份有限公司),硬组织切片机(Buehler公司,美国),偏光显微镜(LEITZ ORTHOPLAN 964989, LEITZ WETZLAR公司,德国),硬度测量仪(LEITZ8470, LEITZ WETZLAR公司,德国)。

### 1.3 实验过程

在实验牙健康牙面用DIAGNOdent或DIAGNOdent pen检测该处读数,作为正常对照并记录;同时检测龋坏处,读数并记录。然后使用高速涡轮机去除实验牙龋坏部的悬釉,慢速球钻(4 000 r·min<sup>-1</sup>)和挖匙去净腐质。腐质去净的标准为:中等力度探诊时牙体组织质硬且光滑;视诊形态规则,牙体组织有光泽感<sup>[7]</sup>。在腐质去净后,窝洞最深处理于牙本质中层,如已达到或超过牙本质深层,该样本不进行后续实验。在实验牙非龋牙面制备与龋坏去腐后所得洞型相似的洞型。在室内自然光线下,对实验牙去腐后洞型和非龋牙面制备的洞型使用DIAGNOdent和DIAGNOdent pen进行测量并记录读数。使用DIAGNOdent测量龈阶和骀面洞底处,DIAGNOdent pen测量髓壁。根据洞型大小将每个测量面平均等分2~3份,对其进行测量,在同一点检测3次,取平均值。使用龋蚀检测液评价去腐洁净度,并记录。在去腐前、后和

龋蚀检测液检测时使用数码相机在黑色背景幕布、自然光线下对目标牙拍照。然后使用玻璃离子水门汀充填实验牙洞型。使用高速涡轮裂钻在离体牙颊面中央制备直径约2 mm,深2~3 mm固位型,粘接5 mm长树脂突。使用硬组织切片机对实验牙进行近远中向切片,得到厚度约100 μm的磨片,应保证牙体组织与充填体结合的边缘不被破坏。

使用梯度为70%、80%、90%、100%乙醇对切片进行脱水,使用加拿大树胶作为介质对切片封片。在偏光显微镜下观察切片,并在50倍下拍摄典型镜野照片用于评估。

使用硬组织硬度仪测量实验牙去腐和备洞后洞缘线的牙本质硬度。首先将实验牙洞缘线所形成的平面作为硬度测量平面,将洞缘线对称地等分为10~12个测量点。使用重量50P砝码,尖端为菱形的硬度测量锥对待测牙本质区压迫15 s。测量菱形锥压迫后牙本质形成的菱形对角线长度。根据转换公式:牙本质硬度(HV)=1 854.4×F/d<sup>2</sup>,计算得出该区域的牙本质硬度,其中F=50P, d为对角线长度。

### 1.4 统计学分析

采用SPSS 14.0对实验数据进行分析。通过单因素方差分析分析去腐前后DIAGNOdent读数差异是否有统计学意义;通过配对秩和检验分析去腐后洞缘DIAGNOdent读数与健康位点备洞后DIAGNOdent读数差异是否有统计学意义;分析DIAGNOdent读数与该位点牙本质硬度的关系;通过独立样本t检验分析去腐后牙本质硬度与健康位点备洞后洞缘牙本质硬度差异是否有统计学意义。

## 2 结果

本实验采用8颗龋坏位于牙本质中层的乳磨牙,临床判断去腐净后存在色素沉着。龋蚀检测液检查结果:去腐后色素沉着处位点均可以被龋蚀检测液染色,而无色素沉着处不被龋蚀检测液染色。实验中保留染色位点。

实验牙去腐前后的DIAGNOdent读数见表1。去腐前DIAGNOdent读数与去腐后色素沉着处DIAGNOdent读数差异无统计学意义( $P>0.05$ ,  $F=12.53$ );而与去腐后无色素沉着处DIAGNOdent读数差异有统计学意义( $P<0.05$ );去腐后色素沉着处的DIAGNOdent读数显著高于无色素沉着处的DIAGNOdent读数( $P<0.05$ ,  $F=12.53$ )。

用秩和检验比较去腐后DIAGNOdent读数与健康位点备洞后DIAGNOdent的读数,具体见表2。2组在骀面的读数差异无统计学意义( $P>0.05$ ,  $t=6.512$ );而去腐侧在龈阶、髓壁和色素沉着处的读数显著高于

对照侧相对位置的读数( $P<0.05$  ,  $t=5.344$ )。

表 1 实验牙去腐前后的DIAGNOdent读数

Tab 1 The reading of DIAGNOdent before and after the carious removal

牙位	DIAGNOdent读数		
	去腐前	去腐后色素沉着处	去腐后无色素沉着处
75	80	48	12
54	45	90	11
65	26	52	4
75	22	70	3
85	34	51	12
74	70	29	11
55	52	19	12
65	80	71	21

表 2 去腐后DIAGNOdent读数与健康位点备洞后DIAGNOdent的读数

Tab 2 The reading of DIAGNOdent of the carious removal point and appropriate point

牙位	去腐侧				对照侧			
	龋阶	骀面	髓壁	色素沉着处	龋阶	骀面	髓壁	色素沉着相对应处
75	9	9	12	48	4	7	4	5
54	11	11	16	90	7	10	5	5
65	4	9	7	52	4	12	2	1
75	3	8	5	70	5	7	5	3
85	9	11	12	51	6	6	7	5
74	11	7	8	29	4	6	5	9
55	12	12	10	19	5	4	12	6
65	21	7	17	71	6	7	6	6

去腐后DIAGNOdent读数与其所对应的牙本质硬度散点图见图1。

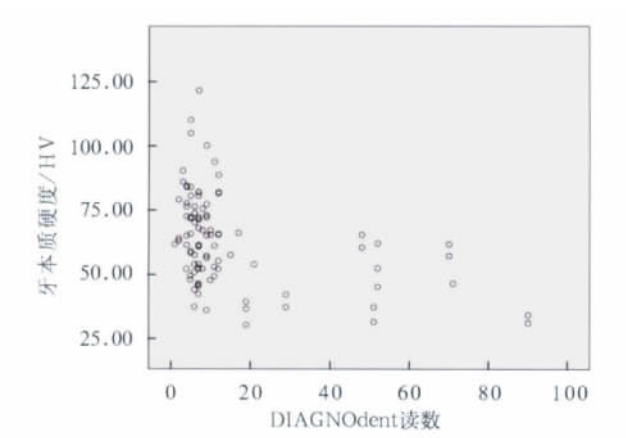


图 1 去腐后DIAGNOdent读数所对应的牙本质硬度

Fig 1 The correlation of DIAGNOdent reading and Viker's Hardness of dentine

两者的Spearman相关系数为-0.401，为中度相

关。去腐后染色处牙本质硬度与健康位点备洞后洞缘的牙本质硬度比较发现，去腐后染色处牙本质硬度为(46.99±12.44) HV；健康位点备洞后洞缘的牙本质硬度为(67.39±16.59) HV，二者间差异有统计学意义( $P<0.05$  ,  $t=5.593$ )。而去腐后未染色处的牙本质硬度为(67.55±14.96) HV，与健康位点备洞后相对应的牙本质硬度差异无统计学意义( $P>0.05$  ,  $t=5.179$ )。

偏光显微镜下观察实验牙去腐后的窝洞，均未见细菌侵入灶，说明实验牙腐质已去净(图2)。



图 2 实验牙去腐后洞壁的观察结果 偏光显微镜 ×50

Fig 2 The observation of cavity wall after the carious removal polarizing microscope ×50

3 讨论

去除感染牙本质最常用的方法是用挖匙或球钻去除全部软化的组织，覆盖于牙髓表面有着色的且有适当硬度的牙本质应该尽量保留。然而很难提供确切的评价硬度和颜色的标准<sup>[7]</sup>。鉴于对牙本质龋损这种主观性临床评估的存在，学者们提出了龋蚀染色法，其原理是：细菌侵入层的牙本质无法再矿化，而其深处受影响的牙本质由于再矿化而坚硬，龋蚀染色可以将细菌侵入层和牙本质脱矿层区分开，因此可以作为腐质去净与否的一个标准。然而这种方法还存在着争议，有些学者认为染色并不能将细菌感染的牙本质和受影响的非细菌侵入的软化牙本质区别开，因此这种染色方法的不当应用会导致牙体组织过度预备<sup>[1,7]</sup>。

3.1 去腐前后DIAGNOdent读数的差异

根据腐质去除后牙本质是否存在染色，将去腐后DIAGNOdent读数分为2种，染色处读数与去腐前的读数无差异。根据磨片在偏光显微镜下的观察，染色处未发现细菌侵入牙本质小管，因此可基本排除因腐质未去净而导致的读数变化。然而临床上很难界定细菌侵入层和脱矿层的界线，因此常常出现过度去腐或去腐不彻底的情况。如果能有一种方法可以客观、量化的分辨出腐质去除的程度，可以对临床有很大帮助。然而DIAGNOdent并不能区分脱矿、染色牙本质和细菌侵入的牙本质。这与Lussi等<sup>[6]</sup>和



Krause等<sup>[6]</sup>所做的实验结果相近。这可能有以下几方面的原因。1)牙本质小管的脱矿造成牙本质小管通透性增加,牙本质胶原被内外源性染色<sup>[1]</sup>,而DIAGNOdent容易受到色素沉积的影响,导致读数升高<sup>[4]</sup>。2)虽然染色的脱矿层并没有细菌侵入,但是脱矿层仍然有细菌代谢产物存在<sup>[1]</sup>,也可能影响DIAGNOdent的读数。3)牙本质小管的走向和通透性会影响DIAGNOdent激光的反射和折射,进而影响DIAGNOdent的读数<sup>[6]</sup>。Krause等<sup>[6]</sup>认为在牙本质中层和深层,DIAGNOdent读数会受到来自牙髓的有机物的影响,从而导致读数升高。本实验采用不含牙髓组织的离体牙,因此可以排除牙髓组织的影响。虽然上述观点可以解释染色的牙本质读数升高,但是去腐后未染色的牙本质也会存在残留的细菌产物,也会受到牙本质小管走向变化的影响,而DIAGNOdent读数却较去腐前显著降低。由此可以推断,色素沉着是影响DIAGNOdent读数变化的重要因素之一。Côrtes等<sup>[8]</sup>通过离体实验证实,牙面上的色素沉着可以显著地升高DIAGNOdent的读数。

通过对比去腐侧和对照侧不同位点的DIAGNOdent读数可见,2组在骀面的读数差异无统计学意义,在龈阶、髓壁,去腐侧的读数显著高于对照侧。这是因为离体牙的龋坏位于邻面,在去腐前骀面是健康的,因此2组在骀面的读数差异无统计学意义。而龋周围的龈阶和髓壁处,脱矿牙本质层的有机物含量高于对照侧,且牙本质小管的通透性增加<sup>[1]</sup>,可能会导致该位点DIAGNOdent读数升高;虽然这种读数的升高并不及染色处位点,但是仍然高于对照侧。为了统一实验牙的龋坏范围,将腐质去净后的深度要求在牙本质中层,如达到或超过牙本质深层,该样本不进行后续的实验。此外,实验所采用的样本牙都是因乳牙滞留而拔除的,不可避免会出现牙本质内吸收的情况,因此在筛选样本牙时,剔除了因大范围内吸收而导致牙本质厚度不足的样本,本实验所采用的离体牙均不存在大范围的牙本质内吸收。

### 3.2 牙本质硬度的变化

健康位点牙本质硬度为 $(67.39 \pm 16.59)$  HV,与张杰等<sup>[9]</sup>实验所得的结果接近 $(61.17 \pm 9.42)$  HV,去腐后染色处的牙本质硬度显著低于未染色处和健康位点。这是由于牙本质的染色提示该处曾经是细菌侵入的前沿区域,脱矿严重,造成该处牙本质硬度的降低<sup>[7]</sup>。

而通过偏光显微镜观察,该处的牙本质并无细菌侵入,说明该处虽然有硬度降低但是仍然是应该保留的牙体组织<sup>[7]</sup>。去腐后激光龋齿检测仪读数与牙本质硬度的Spearman相关系数为-0.401,为中度相关;去腐后激光龋齿检测仪读数升高可能提示着该处牙本质硬度降低,但根据偏光显微镜观察结果,这种读数升高并不提示该处牙本质存在腐质。总之,激光龋齿检测仪不能区分脱矿染色的牙本质与细菌侵入的牙本质,不适用于评价腐质去除程度。

### [参考文献]

- [1] 边专,樊明文. 龋病学: 疾病及其临床处理[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2006 236-243.  
Bian Zhuan, Fan Mingwen. Dental carious: The disease and its clinical management[M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2006 236-243.
- [2] Verdonchot EH, Angmar-Månsson B, ten Bosch JJ, et al. Developments in caries diagnosis and their relationship to treatment decisions and quality of care[J]. Caries Res, 1999, 33(1) 32-40.
- [3] Lussi A, Megert B, Longbottom C, et al. Clinical performance of a laser fluorescence device for detection of occlusal caries lesions[J]. Eur J Oral Sci, 2001, 109(1) :14-19.
- [4] Bader JD, Shugars DA. A systematic review of the performance of a laser fluorescence device for detecting caries[J]. J Am Dent Assoc, 2004, 135(10) :1413-1426.
- [5] Lussi A, Hack A, Hug I, et al. Detection of approximal caries with a new laser fluorescence device[J]. Caries Res, 2006, 40(2) : 97-103.
- [6] Krause F, Braun A, Eberhard J, et al. Laser fluorescence measurements compared to electrical resistance of residual dentine in excavated cavities *in vivo*[J]. Caries Res, 2007, 41(2) :135-140.
- [7] 于世凤. 口腔组织病理学[M]. 5版. 北京: 人民卫生出版社, 2006 : 141-147.  
Yu Shifeng. Oral histology and pathology[M]. 5th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2006 :141-147.
- [8] Côrtes DF, Ellwood RP, Ekstrand KR. An *in vitro* comparison of a combined FOTI/visual examination of occlusal caries with other caries diagnostic methods and the effect of stain on their diagnostic performance[J]. Caries Res, 2003, 37(1) 8-16.
- [9] 张杰, 黎红, 周仲荣, 等. 人体天然牙不同深度层次的显微硬度与耐磨性的研究[J]. 生物医学工程学杂志, 2002, 19(4) :621-623.  
Zhang Jie, Li Hong, Zhou Zhongrong, et al. Study on micro-hardness and wear resistance of human tooth at different depth[J]. J Biomed Eng, 2002, 19(4) :621-623.

(本文编辑 胡兴戎)