

• 技术与方法 • doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2016.31.024

## 激光荧光龋齿诊断仪用于充填物下龋损的检查\*

宁晖丽<sup>1</sup>, 陈玫<sup>2</sup>, 刘成霞<sup>1</sup>, 赵建江<sup>3△</sup>

(1. 南方医科大学附属口腔医院/广东省口腔医院番禺分院牙体牙髓科, 广州 511400; 2. 福建省厦门市口腔医院儿童口腔科 361004; 3. 南方医科大学附属口腔医院/广东省口腔医院口腔颌面外科, 广州 510280)

**[摘要]** **目的** 探讨激光荧光龋齿诊断仪用于牙科充填物下龋损检查的可行性和影响因素。**方法** 应用激光荧光龋齿诊断仪测量各种材料(1 种窝沟封闭剂、6 种树脂和 1 种银汞)1 mm 厚时的自身荧光值, 然后测量荧光值为 99 的龋损组织位于 0~1 mm 封闭剂和树脂下、1 mm 和 2 mm 银汞下时的荧光值。**结果** 材料自身荧光值均小于龋齿诊断界值 13。龋损位银汞下时, 测量值接近 0。龋损位封闭剂和树脂下时, 测量值减少, 减少量分别为  $64.3 \pm 29.6$  和  $73.7 \pm 21.6$ , 测量值与材料厚度呈负相关( $P=0.000$ ), 诊断一能检查到龋损的封闭剂和树脂厚度分别为  $(0.384 \pm 0.250)$ mm 和  $(0.340 \pm 0.203)$ mm。**结论** 该诊断仪不能用于银汞下龋损的检查, 可用于极薄的封闭剂和树脂下龋损的检查。

**[关键词]** 龋齿; 激光荧光龋齿诊断仪; 窝沟封闭剂; 树脂; 银汞

**[中图分类号]** R781.1

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1671-8348(2016)31-4393-03

### Application of DIAGNOdent in examination of carious lesion under filling\*

Ning Huili<sup>1</sup>, Chen Mei<sup>2</sup>, Liu Chengxia<sup>1</sup>, Zhao Jianjiang<sup>3△</sup>

(1. Department of Endodontics, Affiliated Stomatological Hospital of Southern Medical University/Panyu Branch Hospital of Guangdong Provincial Stomatological Hospital

, Guangzhou, Guangdong 511400, China; 2. Department of

Pediatric Dentistry, Xiamen Municipal Stomatological Hospital, Xiamen, Fujian 361004, China;

3. Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Affiliated Stomatological Hospital of Southern Medical University/Guangdong Provincial Stomatological Hospital, Guangzhou, Guangdong 510280, China)

**[Abstract]** **Objective** To investigate the feasibility of DIAGNOdent in the examination of carious tissue under dental filling and its influencing factors. **Methods** The experiment contained 1 pit and fissure sealant, 6 kinds of resin and 1 silver amalgam. The autofluorescence in 1 mm thickness of various material was measured by the DIAGNOdent instrument. Then the fluorescence value of carious tissue with the fluorescence value of 99 under 0-1 mm thickness of sealant and resin, 1mm and 2mm of silver amalgam was measured. **Results** The material autofluorescence value was less than the carious diagnostic critical value 13. When the carious tissue located under amalgam, the measurement value was close to 0. When the carious lesion located under the sealant and resin, the measurement values were decreased, the decrements were  $64.3 \pm 29.6$  and  $73.7 \pm 21.6$  respectively, the measurement value was negatively correlated with the material thickness ( $P=0.000$ ), the material thickness of carious lesion enable to be detected was  $(0.384 \pm 0.250)$ mm and  $(0.340 \pm 0.203)$ mm respectively. **Conclusion** The DIAGNOdent can not be used the carious examination under silver amalgam and can be used the carious lesion examination under extremely thin sealant and resin.

**[Key words]** caries; DIAGNOdent; pit and fissure sealant; resin; amalgam

早期的龋病充填治疗需要彻底清除龋损的牙本质, 随着微创牙科理念的发展, 保留脱矿或感染牙本质的新的深龋充填治疗方法得到发展<sup>[1]</sup>, 如非创伤性修复技术<sup>[2]</sup>和保留感染牙本质的一步或多部不完全去腐法<sup>[3]</sup>。被保留的脱矿或感染的牙本质可能继续发展而导致充填失败, 因此, 需要对充填物下的牙体组织进行评估。传统的视诊和探诊由于充填物的阻碍很难提供评估信息, X 线片上充填物下低密度影像大小的变化可能提示龋损的变化, 但是检查技术要求高、可重复性差, 且存在辐射, 限制了其在龋齿高发人群儿童中的频繁使用<sup>[4]</sup>。有报道激光荧光龋齿诊断仪可发现树脂充填物<sup>[5]</sup>和窝沟封闭剂<sup>[6]</sup>下方的龋损, 且操作简单, 无创且无辐射, 利于儿童检查的配合, 且有良好的操作重复性<sup>[7]</sup>。但是充填材料可能通过自身高的荧

光值或者干扰激光荧光的传导而影响检查结果。本研究目的为分析不同充填材料对诊断仪测量值的影响及影响因素, 探讨诊断仪用于充填物下龋损组织检查的可行性, 旨在寻找一种能有效辅助充填物下牙体组织评估的新方法。

### 1 材料与方法

**1.1 材料** 材料为白色窝沟封闭剂 Concise™ Light cured white sealant(3M ESPE, USA)、流动树脂充填材料 Beautiful flow(Shofu Inc, Japan)、流动树脂充填材料 Esthet X Flow(Densply, Caulk, USA)、流动树脂充填材料 Filtek™ Z350 Flowable restorative(3M ESPE, USA)、玻璃离子树脂复合体 Beautiful II Giomer(Shofu Inc, Japan)、传统树脂充填材料 Valux™ Plus(3M ESPE, USA)、传统树脂充填材料 Filtek™

\* 基金项目: 广东省科技计划项目(2013B021800153); 广州市科技惠民专项项目(2014Y2-00109); 广东省自然科学基金(2015A030313787); 广东省医学科研基金(A2014109)。 作者简介: 宁晖丽(1986—), 硕士, 主治医师, 主要研究方向为儿童龋病管理之充填物质量评估。 △ 通讯作者, E-mail: zjj2521@sina.com。

Z350(3 M ESPE, USA)、银汞(GK, 中国)。仪器为激光荧光龋齿诊断仪 DIAGNOdent Pen (Kavo German)与精密度为 0.01 mm 的游标卡尺。

诊断仪通过二极管激光器产生 655 nm 波长的光作为光源,经光导纤维传至牙面,牙体组织中的细菌代谢产物卟啉或其他荧光物质吸收光,并放射出近红外线荧光,另有光导纤维接收放射出的荧光,仪器记录荧光强度,并将其转为 0~99 间的数值。临床工作者通过数值的大小鉴别龋齿和正常的牙体组织。以往研究证实诊断仪可以有效用于乳恒牙原发龋和恒牙继发龋的辅助检查<sup>[8-10]</sup>。本试验参考 Lussi 等<sup>[11]</sup>提出的临界值:0~13 为正常牙体组织,14~20 为浅的釉质龋,21~29 为深的釉质龋,30~99 为牙本质龋。检查由 1 名检查者进行,检查者经过仪器使用培训且能熟练操作。测量时选择 A 探头,每次使用前按照使用说明进行矫正。因为本试验为体外试验且检查的是充填物材料,所以并未按照使用说明以正常的牙体组织进行基准值的矫正,而是直接设定基准荧光值为 0。使用三用枪喷头冲洗测量面,气吹 3 s,探头与测量面轻轻接触,并在测量面上缓慢移动,直至出现最大值,重复测量 3 次,取其平均值为最终测量值。游标卡尺用于测量充填物厚度,由 3 名检查者独立测量,其平均值为最终测量值。

**1.2 材料自身荧光值的测量** 每种材料使用模具制作厚 1 mm 的圆柱体 3 个,诊断仪测量 1 mm 厚时材料的自身荧光值,3 个样本的平均值为最终结果。

**1.3 诊断仪用于充填物下龋损的检查**

**1.3.1 窝沟封闭剂和树脂** 每种材料制作 4 个测量样本。样本制作方法:使用涡轮机从离体乳牙上分离出龋损组织块,最大径小于 2.750 mm,通过一圆柱状模具(内径 2.750 mm)将龋损组织固定于材料上,保证牙体组织的检查面无材料覆盖,用游标卡尺测量此时样本厚度(H0),测量此时龋损组织的荧光值,本试验此时测量值均为 99。使用同一模具,在龋损组织上方分层固化同种材料,测量此时样本厚度(H1),计算充填物厚度 h(h=H1-H0 且 h<1 mm)。用金刚砂车针喷水条件下逐层磨除龋损组织上方的充填物,随磨随测。

**1.3.2 银汞** 通过同种模具,制作厚度分布为 2 mm 和 1 mm 的银汞圆柱体各 4 个,将银汞圆柱体置于荧光值为 99 的龋损组织上方,诊断仪测量龋损组织位于 2 mm 和 1 mm 银汞下时的荧光值。

**1.4 统计学处理** 应用 SPSS16.0 统计软件进行统计分析,采用 Spearman 秩相关检验分析测量值与材料种类、自身荧光值和厚度的关系,采用 Kruskal Wallis 检验比较各材料对测量值的影响是否存在差异性,以  $\alpha=0.05$  为检验水准。

## 2 结果

**2.1 材料在 1 mm 厚时的自身荧光值** 封闭剂和树脂的自身荧光值分别为 5 和 1.1~3.7,银汞几乎不产生荧光,见表 1。

**2.2 龋损组织位于充填物下时的测量值**

**2.2.1 窝沟封闭剂** 初始荧光值为 99 的龋损组织位封闭剂下时的测量值如图 1 所示。测量值最小为 7.3,最大为 99.0;封闭剂存在时测量值降低,差异有统计学意义( $P=0.000$ ),测量值减少量为  $64.3 \pm 29.6$ 。测量值与厚度呈负相关(相关系数为  $-0.835, P=0.000$ )。测量值大于 13 的厚度为  $(0.384 \pm 0.250)$  mm。

**2.2.2 牙色树脂** 初始荧光值为 99 的龋损组织位于树脂下时的测量值如图 1 所示。测量值最小为 4,最大为 98;树脂充

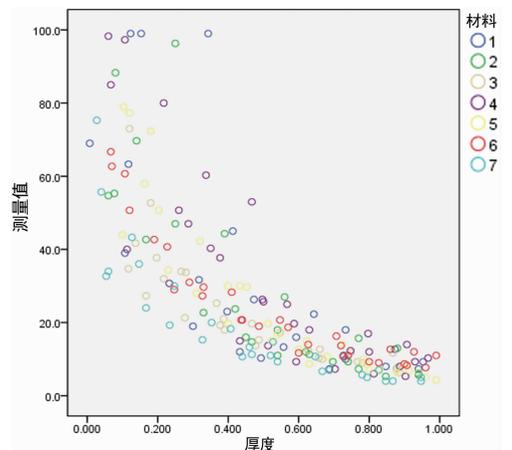
填物存在时测量值降低,差异有统计学意义( $P=0.000$ ),测量值减少量为  $73.7 \pm 21.6$ 。测量值与材料种类( $P=0.774$ )和材料自身荧光值无关( $P=0.951$ ),与厚度呈负相关(相关系数为  $-0.798, P=0.000$ )。测量值大于 13 的厚度为  $(0.340 \pm 0.203)$  mm。

表 1 材料的自身荧光值

材料	自身荧光值
白色窝沟封闭剂	5.0
牙色树脂	
Beautiful II Giomer(Shofu)	2.0
Beautiful Flow(Shofu)	1.4
Filtek™ Z350 Flowable restorative(3 M)	1.1
Esthet X Flow(Densply)	1.2
Filtek™ Z350(3 M)	3.7
Valux™ Plus	2.1
银汞	0.6

**2.2.3 银汞** 初始荧光值为 99 的龋损组织位于 2 mm 和 1 mm 银汞下时,测量值最小为 0,最大为 1,测量值接近于 0。

**2.3 窝沟封闭剂和 6 种树脂对测量值的影响不存在差异性** ( $P=0.375$ )。



1:窝沟封闭剂;2~7:树脂。1:Concise™ Light cured white sealant(3 M);2:Beautiful II Giomer(Shofu);3:Beautiful Flow(Shofu);4:Filtek™ Z350 Flowable restorative(3 M);5:Esthet X Flow(Densply);6:Filtek™ Z350(3 M);7:Valux™ Plus(3 M)。

图 1 初始荧光值为 99 的龋损组织位于窝沟封闭剂和树脂充填物下时的诊断仪测量值

## 3 讨论

窝沟封闭剂为非传统意义的龋齿充填材料,主要用于窝沟龋的预防<sup>[12]</sup>,但也可用于封闭窝沟早期龋以达到静止龋损的目的<sup>[13]</sup>。以往关于诊断仪用于窝沟封闭剂下龋损检查的报道相对较多<sup>[6]</sup>,故本试验将窝沟封闭剂作为参照和树脂、银汞一起讨论。临床上龋洞牙体预备时,若使用树脂,为增加粘结力或者美观需要,会在洞缘釉质上制备短的小斜面,因此树脂存在薄的边缘。而银汞为机械固位,因抗力需要,咬合面洞深最少 1.5~2.0 mm,邻面最少洞深为 1.0~1.5 mm<sup>[14]</sup>。因此试验中只探讨了 1 mm 和 2 mm 两个厚度时银汞对测量值的影响。

Kositbowornchai 等<sup>[5]</sup>在离体龋齿上进行牙体预备,保留髓底的腐质后再行树脂充填,结果发现诊断仪诊断龋损的有效性优于 X 线片检查,虽然差异无统计学意义。因此,他们认为诊断仪可用于树脂下龋损的检查,但是其试验并未对保留的感染牙本质进行充填前后的比较,因此无法确定充填物对测量值的影响情况。本试验中,树脂下方有龋损组织存在时的最小测量值为 4,大于无龋损组织存在时的荧光值(即自身荧光值 1.1~3.7),在一定程度上反映了龋损组织的荧光值,进一步证明了诊断仪用于树脂下龋损检查的可行性。同时,由于树脂的存在,即使厚度小于 1 mm,测量值仍明显降低,降低量为 73.7,因此诊断仪可能低估树脂下方龋损的程度甚至不能发现荧光强度相对小的龋损组织。而银汞,不管有无龋损组织存在,不管是 1 mm 还是 2 mm,测量值均约等于 0,因此,诊断仪不能用于银汞充填物下龋损的检查。

研究发现自身荧光值高的物质,如菌斑、牙石、色素等可导致龋齿诊断的假阳性结果<sup>[9,15]</sup>。充填物材料高的自身荧光值可能对龋齿诊断产生影响。Hitij 等<sup>[15]</sup>曾检测了 15 种牙科充填材料的荧光值,发现材料的自身荧光值均小于龋齿诊断阈值,即使是老化或漂白后仍如此。本试验中所有材料的自身荧光值均小于龋齿诊断阈值 13,与 Hitij 等的研究结果一致。因此诊断仪用于这些材料充填物边缘或下方龋损的检查时,相比于测量值的降低,材料自身微弱的荧光值可能不影响最后的检查结果。

研究发现诊断仪用于不透明(白色)窝沟封闭剂下龋损检查时,测量值随着材料厚度的增加而降低,其诊断能力也减弱<sup>[6]</sup>。本试验中封闭剂的结果与其一致。如图 1 所示,龋损位于封闭剂和树脂下时,测量值随着材料厚度的增加,出现相似的衰减曲线,虽然封闭剂和 6 种树脂对测量值的衰减能力各有不同,但差异无统计学意义,厚度才是影响测量值的主要因素。当荧光值为 99 的龋损组织位于封闭剂和树脂下时,诊断仪能检测到龋损(即测量值大于 13)的平均厚度分别为 0.384 和 0.340 mm,如果龋损组织的荧光值小于 99,这个厚度可能更小。因此,诊断仪只能用于较薄的封闭剂和树脂充填物下龋损的检查,且其诊断能力随着厚度的增加而减少。临床上诊断仪显示为正常的区域可能只是材料厚度导致的假阴性结果。

本试验设计还存在一些不足。如非创伤性修复多使用高黏度的玻璃离子水门汀,而本试验因设计问题未能成功探讨玻璃离子水门汀对诊断仪测量值的影响。且临床上治疗深龋,常使用盖髓剂进行护髓,树脂充填时需要牙体组织进行酸蚀粘结处理,而本试验未能考虑到这些因素可能会影响检查结果。此外,诊断仪反映的是荧光强度,单次的临床检查并不能区分荧光来源是保留的近髓软龋还是继发龋。因此,建立充填物的纵向观察和长期监控机制有利于其判断充填物下牙体组织的状态。

综上所述,充填物材料自身荧光值不会影响诊断仪检查结果。诊断仪不能用于银汞下龋损的检查,可用于较薄的窝沟封闭剂和树脂下龋损的检查,但诊断能力随着厚度增加而减弱。诊断仪可用于充填物下牙体组织状态的评估,但是其有效性还需要临床纵向试验进一步验证。

## 参考文献

[1] Frencken JE, Peters MC, Manton DJ, et al. Minimal inter-

vention dentistry for managing dental caries - a review; report of a FDI task group[J]. *Int Dent J*, 2012, 62(5): 223-243.

[2] De Amorim RG, Leal SC, Frencken JE. Survival of atraumatic restorative treatment (ART) sealants and restorations: a meta-analysis[J]. *Clin Oral Investig*, 2012, 16(2): 429-441.

[3] Schwendicke F, D Rfer C E, Paris S. Incomplete caries removal: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Dent Res*, 2013, 92(4): 306-314.

[4] 范琳琳,况琴,唐玉娟,等.重庆市渝中区学龄前儿童患龋情况调查分析[J]. *重庆医学*, 2015, 44(19): 2657-2658.

[5] Kositbowornchai S, Sukanya C, Tidarat T, et al. Caries detection under composite restorations by laser fluorescence and digital radiography[J]. *Clin Oral Investig*, 2013, 17(9): 2079-2084.

[6] 宁晖丽,杨剑珍,刘成霞,等.激光荧光龋齿诊断仪判断白色窝沟封闭剂下龋损的初步研究[J]. *广东牙病防治*, 2015, 23(4): 204-206.

[7] Hamishaki KS, Chiniforush N, Monzavi A, et al. An in vivo comparison of two diagnostic methods in secondary caries detection[J]. *J Dent (Tehran)*, 2014, 11(1): 17-21.

[8] Brouwer F, Askar H, Paris S, et al. Detecting secondary caries lesions: a systematic review and meta-analysis[J]. *J Dent Res*, 2016, 95(2): 143-151.

[9] Neuhaus KW, Rodrigues JA, Seemann R, et al. Detection of proximal secondary caries at cervical class II - amalgam restoration margins in vitro[J]. *J Dent*, 2012, 40(6): 493-499.

[10] Nokhbatolfoghahaie H, Alikhasi M, Chiniforush N, et al. Evaluation of accuracy of DIAGNOdent in diagnosis of primary and secondary caries in comparison to conventional methods[J]. *J Lasers Med Sci*, 2013, 4(4): 159-167.

[11] 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.

[12] Simonsen RJ. Pit and fissure sealant[J]. *J Am Dental Assoc*, 2015, 110(3): 977.

[13] Dutra Borges BC, Borges JD, Braz R, et al. Arrest of non-cavitated dentinal occlusal caries by sealing pits and fissures: a 36-month, randomised controlled clinical trial[J]. *Int Dent J*, 2012, 62(5): 251-255.

[14] 樊明文. 牙体牙髓病学[M]. 3 版. 北京: 人民卫生出版社, 2008: 77-80.

[15] Hitij T, Fidler A. Effect of dental material fluorescence on DIAGNOdent readings[J]. *Acta Odontol Scand*, 2008, 66(1): 13-17.

(收稿日期: 2016-03-20 修回日期: 2016-05-04)