

美白牙膏去除人离体牙咖啡及茶渍效果的比较研究



扫码阅读电子版

赵晓一 潘洁

北京大学口腔医学院·口腔医院综合科 国家口腔疾病临床医学研究中心 口腔数字化医疗技术和材料国家工程实验室 口腔数字医学北京市重点实验室 100081

通信作者:潘洁,Email:panjie72@sina.com

【摘要】 目的 研究一种含过氧化物的美白牙膏对咖啡及茶渍色素去除的效果及差异。**方法** 选择2018年9月至2019年5月北京大学口腔医院综合科因正畸需要新鲜拔除的完整人双尖牙20颗,采用随机数字表法分为2组(咖啡溶液浸泡组与红茶溶液浸泡组),每组10颗。美白牙膏配制为牙膏溶液,使用200 g压力,100次/分钟频率,140次作为1个刷牙周期(相当于刷牙1周),连续刷牙8周。应用Crystaleye分光光度比色仪进行颜色测定。表面颜色测定选取的时间点为:基线、染色后及每个刷牙周期后。计算染色后及每个刷牙周期后与基线值之间,国际照明委员会(CIE)颜色的明度值之差 ΔL_{0-8}^* 。各个样本染色后及每个刷牙周期后颜色与基线颜色之间的色差用 ΔE_{0-8} 表示,各组不同测量点组内差异应用配对 t 检验进行统计分析。各组组间差异应用ANOVA方差分析进行统计, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。**结果** 咖啡溶液浸泡组及红茶溶液浸泡组,随着美白牙膏刷牙时间的延长, ΔE 值较染色后逐渐降低。但直至美白牙膏刷牙第8周,仍无法恢复到基线水平。咖啡溶液浸泡组美白牙膏刷牙第1周起,牙齿颜色变化 $\Delta E_t(5.2 \pm 1.4)$ 较染色后 $\Delta E_0(6.1 \pm 1.3)$ 差异有统计学意义($t=9.1, P < 0.001$)。红茶溶液浸泡组美白牙膏刷牙第4周起,牙齿颜色变化 $\Delta E_t(5.6 \pm 1.5)$ 较染色后 $\Delta E_0(6.4 \pm 1.1)$ 差异有统计学意义($t=2.7, P=0.025$)。咖啡溶液浸泡组及红茶溶液浸泡组,离体牙样本明度值较基线值明显降低,从美白牙膏刷牙第1周起, $\Delta L_i^*(-4.3 \pm 0.9; -4.2 \pm 1.0)$ 较染色后 $\Delta L_0^*(-5.3 \pm 0.9; -6.1 \pm 1.2)$ 差异有统计学意义($t_{\Delta L1^*}=-9.4, P_{\Delta L1^*} < 0.001; t_{\Delta L0^*}=-12.1, P_{\Delta L0^*} < 0.001$)。**结论** 美白牙膏能够在一定程度上去除咖啡及红茶造成的牙面着色。其改善效果与使用时间成正比。对于不同着色类型,美白牙膏去除外源性色素的效果不尽相同。

【关键词】 牙膏; 牙漂白; 外源性色素; 美白牙膏

引用著录格式:赵晓一,潘洁. 美白牙膏去除人离体牙咖啡及茶渍效果的比较研究[J/CD]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2020, 14(1):19-23.

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2020.01.005

Comparison of effectiveness of whitening toothpaste on removing coffee and tea stains: *in vitro* study

Zhao Xiaoyi, Pan Jie

Department of General Dentistry, Peking University School and Hospital of Stomatology & National Clinical Research Center for Oral Diseases & National Engineering Laboratory for Digital and Material Technology of Stomatology & Beijing Key Laboratory of Digital Stomatology, Beijing 100081, China

Corresponding author: Pan Jie, Email: panjie72@sina.com

【Abstract】 Objective To compare the effect of a peroxide-containing whitening toothpaste on the removal of coffee and black tea stains. **Methods** A total of 20 double-cuspid teeth that needed to be removed due to orthodontic treatment were collected from Department of General Dentistry, Peking University School and Hospital of Stomatology, from Sep. 2018 to May 2019, and divided into two groups using the random number table method, i.e. coffee and black tea groups. A toothpaste solution was prepared with whitening toothpaste, where the teeth were brushed with a pressure of 200 g and a frequency of 100 strokes/min. During the brushing, 140 strokes were set as a brushing cycle, and eight continuous

cycles were taken. Color analysis of each tooth was performed using a Crystaleye spectrophotometer. Surface color was determined before and after staining, and at the end of each brushing cycle (t1-8). The change in the lightness of the color (Commission International d'Eclairage, CIE) between each time points was marked as ΔL_{0-8} , while the color difference was ΔE_{0-8} . Data between time points and groups were analyzed with paired t test and ANOVA, respectively. A significant level was set at 0.05. **Results** The ΔE value of both the coffee and black tea groups was found to gradually decrease as the brushing time extended. However, it was not possible to return to the baseline even after the 8th week of brushing. For coffee solution group, the tooth color change ΔE_7 (5.2 ± 1.4) was significantly different from the first week (6.1 ± 1.3 ; $t = 9.1, P < 0.001$). But for black tea group, the tooth color change ΔE_4 (5.6 ± 1.5) was significantly different from the fourth week (6.4 ± 1.1 ; $t = 2.7, P = 0.025$). For both the coffee and black tea group, the brightness value was significantly lower than the baseline. The change of the brightness from the first week of whitening toothpaste brushing (ΔL_1^* , -4.3 ± 0.9 ; -4.2 ± 1.0) showed a significant difference from the point of staining (ΔL_0^* , -5.3 ± 0.9 ; -6.1 ± 1.2 ; $t = -9.4$; $t = -12.1, P < 0.001$). **Conclusions** Whitening toothpaste could remove tooth surface staining caused by coffee and black tea to some extent. The improvement effect was positively related to the time of use and also seemed dependent on the stains.

【Key words】 Toothpaste; Teeth bleaching; Exogenous pigments; Whitening toothpaste

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2020.01.005

拥有健康色泽的牙齿成为越来越多的人对美好生活追求的一部分。牙齿美白也逐渐成为口腔护理的重要组成部分。牙齿在日常生活中由于咖啡、茶、烟草等外源性色素的沉积和吸附,造成牙齿颜色改变,被称为外源性着色。针对外源性着色的治疗,可以在医生操作或指导下,使用高浓度过氧化物进行牙齿漂白^[1]。同时,患者也可以通过使用家庭美白产品获得牙齿美学效果的改善。

然而,牙齿漂白所用的高浓度过氧化物,在使用过程中有可能对牙髓,以及牙体硬组织造成一定的生物危害^[2-3]。这些可能产生的不良反应,使牙齿漂白的广泛开展受到了限制。作为另一选择,患者可以通过美白牙膏的使用达到一定程度牙齿美白的目的。美白牙膏是在牙膏抗龋及抗牙周炎的基本功能基础上,增加了一定的美白活性成分,通过摩擦、吸附性粒子、过氧化物、酶或者光学效应剂使牙齿的颜色得到改善^[4]。

对于不同的外源性着色,由于其色素成分、附着方式、渗透力等因素的差异,美白牙膏所产生的效果也存在着明显不同^[5]。本研究旨在比较一种含过氧化物的美白牙膏对咖啡及茶渍色素去除的效果及差异。

材料与方法

一、研究对象及分组方法

选择2018年9月至2019年5月北京大学口腔医院综合科因正畸需要新鲜拔除的完整人双尖牙20颗,经北京大学口腔医院生物医学伦理委员会批

准(批文号:PKUSSIRB-201839149)。颊侧面向上,包埋于环氧树脂中。37℃人工唾液(0.33 g KH_2PO_4 、0.34 g Na_2HPO_4 、1.27 g KCl 、0.16 g NaSCN 、0.58 g NaCl 、0.17 g CaCl_2 、0.16 g NH_4Cl 、0.2 g 尿素、0.03 g 葡萄糖和0.002 g 维生素C溶于1 L蒸馏水,pH 7.0^[6])保存。将20颗离体牙采用随机数字表法分为2组,每组10颗。组1:咖啡溶液浸泡组。1.8 g 速溶咖啡[雀巢醇品咖啡,雀巢(中国)有限公司]溶于150 mL沸水中制备咖啡溶液。组2:红茶溶液浸泡组。4 g 红茶[立顿黄牌精选红茶,联合利华(中国)有限公司]浸泡于150 mL沸水。将离体牙分别浸泡于咖啡溶液及红茶溶液中,37℃,60 r/min 震荡,14 d。每天更换新鲜配制的溶液。

二、美白牙膏刷牙方法

选择美白牙膏(Gobrite 研皙美白功效牙膏,北京博乐士科技有限公司/Beyond International Inc,美国),配制牙膏溶液按质量比1:2加人工唾液混匀。对染色后离体牙的颊侧面使用美国ADA牙刷进行刷牙实验,使用200 g压力,频率100次/分钟,140次作为1个刷牙周期(相当于1周刷牙)。连续刷牙8个周期,模拟8周刷牙时间。

三、颜色评价方法

应用Crystaleye分光光度比色仪(Olympus,日本)进行离体牙样本的颜色分析。测量均在白色背景下进行。表面颜色测定选取的时间点为:基线、染色后及每个刷牙周期后。测量时,流水轻冲样本表面30 s,用吸水纸干燥样本表面。每个时间点分

别测量3次,取平均值作为测量结果。各个样本浸泡后及每个刷牙周期后颜色与基线颜色之间的色差用 ΔE 表示,其计算公式为 $\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ 。将染色后牙面颜色较基线值的变化记录为 ΔE_0 ,美白牙膏刷牙第1周颜色较基线值的变化记录为 ΔE_1 。以此类推,美白牙膏刷牙第8周,颜色较基线值的变化记录为 ΔE_8 。

CIE L*a*b*(CIELAB)是惯常用来描述人眼可见的所有颜色的最完备的色彩模型。它是为这个特殊目的而由国际照明委员会(Commission Internationale d'Eclairage, CIE)提出的。3个基本坐标表示颜色的明度(L*, L*=0指示黑色, L*=100指示白色),它在红色/品红色和绿色之间的位置(a*负值指示绿色而正值指示品红)及它在黄色和蓝色之间的位置(b*负值指示蓝色而正值指示黄色)。

当颜色差异 $\Delta E > 1.7$,被认为是视觉可感知的色差。当 $\Delta E > 3.5$,被认为是临床不可接受的色差^[7]。

四、统计学处理方法

统计学分析应用SPSS 26.0统计软件进行。所有统计资料用 $\bar{x} \pm s$ 表示。各组不同测量点组内差异应用配对t检验进行统计分析。各组组间差异应用ANOVA方差分析进行统计, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

咖啡溶液浸泡组及红茶溶液浸泡组基线L*、a*、b*值组间无显著性差异。咖啡及红茶溶液浸泡相同的时间,各组L*、a*、b*值变化趋势基本一致,组间差异无统计学意义(表1)。咖啡溶液浸泡组与

红茶溶液浸泡组牙齿颜色的变化 ΔE_0 基本一致($P = 0.696$,图1)。



图1 咖啡溶液浸泡组及红茶溶液浸泡组在基线、染色后、刷牙第1周、刷牙第4周及刷牙第8周的染色情况

咖啡溶液浸泡14 d,离体牙样本明显出现外源性着色($\Delta E_0 > 3.5$)。美白牙膏刷牙第1周起,牙齿颜色变化 ΔE_1 较染色后 ΔE_0 差异有统计学意义($P < 0.001$)。随着美白牙膏刷牙时间的延长, ΔE 值逐渐降低。但直至美白牙膏刷牙第8周,仍无法恢复到基线水平,并且超过视觉可感知的水平($\Delta E_8 > 1.7$,表2)

红茶溶液浸泡14 d,离体牙样本明显出现外源性着色($\Delta E_0 > 3.5$)。美白牙膏刷牙第4周起,牙齿颜色变化 ΔE_4 较染色后 ΔE_0 差异有统计学意义($P < 0.05$)。随着美白牙膏刷牙时间的延长, ΔE 值逐渐降低。直至美白牙膏刷牙第8周,仍无法恢复到基线水平,并且超过视觉可感知的水平($\Delta E_8 > 1.7$,表3)。

表1 咖啡溶液浸泡组及红茶溶液浸泡组基线值及染色后国际照明委员会(CIE)颜色评价组间比较

组别	牙数(颗)	基线			染色后		
		L*值	a*值	b*值	L*值	a*值	b*值
咖啡溶液浸泡组	10	70.2±1.8	4.2±1.3	25.3±1.9	64.9±1.8	5.5±1.0	27.9±1.8
红茶溶液浸泡组	10	69.8±2.3	4.2±0.8	25.5±3.1	63.7±2.1	5.1±0.7	26.5±2.8
F值		0.137	0.002	0.011	1.859	1.187	1.608
P值		0.715	0.965	0.917	0.190	0.290	0.221

注:L*为明度值,a*为红绿色值,b*为蓝黄色值

表2 咖啡染色后及1~8周美白牙膏刷牙后牙齿颜色变化($\bar{x} \pm s, n = 10$)

色差	染色后	第1周	第2周	第3周	第4周	第5周	第6周	第7周	第8周
ΔE 值	6.1±1.3	5.2±1.4	5.0±1.3	4.8±1.3	4.4±1.3	4.2±1.5	4.1±1.5	4.0±1.5	3.9±1.5
t值	-	9.053	10.945	11.233	13.258	11.801	11.656	11.408	12.027
P值	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:从刷牙第1周起, ΔE 值较染色后差异有统计学意义

表3 红茶染色后及1~8周美白牙膏刷牙后牙齿颜色变化($\bar{x} \pm s, n=10$)

色差	染色后	第1周	第2周	第3周	第4周	第5周	第6周	第7周	第8周
ΔE 值	6.4 ± 1.1	6.3 ± 1.4	6.0 ± 1.5	5.8 ± 1.5	5.6 ± 1.5	5.4 ± 1.5	5.1 ± 1.5	4.9 ± 1.5	4.7 ± 1.5
t 值	-	0.345	1.172	1.886	2.676	3.370	4.140	4.826	5.344
P 值	-	0.738	0.271	0.092	0.025	0.008	0.003	0.001	<0.001

注:从刷牙第4周起, ΔE 值较染色后差异有统计学意义

表4 咖啡染色后及1~8周美白牙膏刷牙后牙齿明度变化($\bar{x} \pm s, n=10$)

色差	染色后	第1周	第2周	第3周	第4周	第5周	第6周	第7周	第8周
ΔL^* 值	-5.3 ± 0.9	-4.3 ± 0.9	-4.2 ± 0.9	-4.0 ± 0.9	-3.7 ± 1.0	-3.5 ± 1.1	-3.4 ± 1.1	-3.3 ± 1.2	-3.2 ± 1.2
t 值	-	-9.448	-11.199	-11.784	-11.465	-11.254	-11.557	-11.002	-10.745
P 值	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:从刷牙第1周起, ΔL 较染色后差异有统计学意义

表5 红茶染色后及1~8周美白牙膏刷牙后牙齿明度变化($\bar{x} \pm s, n=10$)

色差	染色后	第1周	第2周	第3周	第4周	第5周	第6周	第7周	第8周
ΔL^* 值	-6.1 ± 1.2	-4.2 ± 1.0	-4.0 ± 1.1	-3.8 ± 1.3	-3.7 ± 1.2	-3.6 ± 1.2	-3.5 ± 1.3	-3.3 ± 1.3	-3.2 ± 1.3
t 值	-	-12.108	-12.535	-9.421	-15.391	-15.778	-16.126	-14.237	-13.908
P 值	-	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:从刷牙第1周起, ΔL 较染色后差异有统计学意义,说明 L^* 值的改变先于整体颜色变化

咖啡及红茶溶液浸泡,离体牙样本明度值较基线值明显降低。离体牙样本明度值的变化(ΔL^*),从美白牙膏刷牙第1周起, ΔL_1^* 较染色后 ΔL_0^* 差异有统计学意义($P < 0.05$)。但直至美白牙膏刷牙第8周, ΔL_8^* 仍无法恢复到基线水平(表4~5)。

讨论

本研究发现,美白牙膏能够有效改善咖啡及红茶所产生的外源性着色。但无法恢复到着色前的基线水平。

对于咖啡着色,美白牙膏从刷牙第1周起,即表现出牙齿颜色变化 ΔE_t (与基线值相比)较着色后 ΔE_0 差异有统计学意义。而对于红茶着色,美白牙膏从刷牙第4周起,才表现出牙齿颜色变化 ΔE_t (与基线值相比)较着色后 ΔE_0 差异有统计学意义。这种改善外源性着色作用速度的差异,可能与色素附着方式、不同食物的色素含量有明显的相关性。

从本研究结果中不难看出,美白牙膏的作用开始于牙齿明度(L^*)值的改变。对于红茶着色,尽管牙齿颜色改变 ΔE_t (与基线值相比)在刷牙第4周才出现较着色后 ΔE_0 差异有统计学意义,但牙齿明度值的变化 ΔL_1^* (与基线值相比)从刷牙第1周起即发生了较着色后 ΔL_0^* 的明显差异。

美白牙膏在成分上,除了常规含有水合二氧化硅、磷酸钙、氧化铝等摩擦剂,还增加有不同的美白成分。

例如含有活性炭成分^[8]、增强型摩擦剂^[9]、化学蓝色染料^[10]或低浓度的过氧化物^[11]。不同的美白成分,其色素清除的原理及效果存在差异^[4]。

美白牙膏的有效成分决定了其功效。通常美白牙膏含有较普通牙膏更多的摩擦剂成分。通过摩擦作用清除外源性色素并且抑制其再附着。有研究表明,由于美白牙膏中的摩擦剂成分,明显增加了对脱矿、酸蚀的牙釉质以及牙本质的磨耗^[9,12]。因此,对于牙本质暴露,或者有酸蚀症风险的患者,在使用美白牙膏的时候需要考虑到牙齿过度磨耗的风险。

近年来,一些新型的美白牙膏在摩擦剂的基础上,增加了化学蓝色染料成分,通过对CIE $L^*a^*b^*$ 色彩空间中 b^* 轴(黄-蓝)的调整,从而改善牙面整体颜色。而基于该原理的美白牙膏,对牙面外源性着色改善的作用,也是表现在 b^* 值的显著降低进而改善牙齿的视觉效果^[13]。但也有研究发现,美白牙膏中作为改善视觉效果的蓝色染料,对部分复合树脂存在染色的风险^[10]。

本研究中使用的美白牙膏除碳酸钙和水合硅石等摩擦剂外,针对外源性着色,还添加了1%~1.5%的美白粒子,是经由特殊工艺加工的明胶包裹的过氧化钙和过硼酸钠,可缓慢释放活性氧达到一定程度的美白效果。另外含有的少量焦磷酸钠和珍珠粉也起到辅助美白的功效。这类以过氧化物

为主要美白成分的牙膏,主要作用表现为通过提高L*值,以及降低a*值和b*值来改善牙面色泽^[14]。

从本实验的研究结果来看,咖啡及红茶染色相同的时间,牙齿颜色的变化 ΔE_0 基本一致。但咖啡溶液浸泡组在美白牙膏刷牙第1周颜色变化 ΔE_1 即出现较染色后 ΔE_0 差异有统计学意义,但相同的变化红茶溶液浸泡组出现在美白牙膏刷牙的第4周。尽管对于咖啡溶液浸泡组与红茶溶液浸泡组相比较,其每个刷牙周期后牙面颜色的差异 ΔE 差异无统计学意义,但从各组颜色变化的数值来看,美白牙膏对咖啡着色颜色改善的趋势稍优于红茶着色。

不同色素对于牙齿表面着色的方式,尤其是对L*、a*、b*值的影响不尽相同。本研究发现,咖啡及红茶浸泡后,牙面着色情况对应的L*、a*、b*值差异虽无统计学意义,但组间的P值较基线时的P值有明显降低。推测咖啡及红茶染色附着方式及染色分子颗粒不同,可能对牙面着色状态产生不同的影响。

通过本实验结果可以看出,对于含过氧化物成分的美白牙膏,首先起效的效果是显示在L*值(明度)的变化。牙齿红茶着色后,虽然L*值首先发生了变化,但 ΔE 值没有快速变化。这可能是说明,红茶茶渍的着色方式,L*值起到的作用对比咖啡着色来说相对较轻。

随着刷牙时间的延长,各组样本颜色改善程度增加, ΔE 值逐渐降低。这与其他实验中美白牙膏去除外源性色素的效果一致^[4]。说明美白牙膏去除外源性色素具有时间相关性。尤其对于含过氧化物成分的美白牙膏,接触牙面的时间延长,必然能够提高对于外源性色素去除的效果。

综上所述,美白牙膏能够在一定程度上去除咖啡及红茶造成的牙面着色。其改善效果与使用时间正相关。对于不同的着色类型,美白牙膏去除外源性色素的效果不尽相同。对于含过氧化物成分的美白牙膏,其美白作用的表现起始于牙面明度的提高。提示,临床医师在指导患者使用美白牙膏的时候,应适当考虑患者主要的着色类型以及美白牙膏的活性成分,以达到最佳的改善效果。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

[1] Dourado Pinto AV, Carlos NR, Amaral FLBD, et al. At-home, in-office and combined dental bleaching techniques using hydrogen peroxide: Randomized clinical trial evaluation of effectiveness, clinical parameters and enamel mineral content

[J]. Am J Dent, 2019, 32(3):124-132.

- [2] Vaz MM, Lopes LG, Cardoso PC, et al. Inflammatory response of human dental pulp to at-home and in-office tooth bleaching[J]. J Appl Oral Sci, 2016, 24(5): 509-517. DOI: 10.1590/1678-775720160137.
- [3] Grazioli G, Valente LL, Isolan CP, et al. Bleaching and enamel surface interactions resulting from the use of highly-concentrated bleaching gels [J]. Arch Oral Biol, 2018, 87: 157-162. DOI: 10.1016/j.archoralbio.2017.12.026.
- [4] Vaz VTP, Jubilato DP, Oliveira MRM, et al. Whitening toothpaste containing activated charcoal, blue covarine, hydrogen peroxide or microbeads: which one is the most effective? [J]. J Appl Oral Sci, 2019, 27: e20180051. DOI: 10.1590/1678-7757-2018-0051.
- [5] Zhao X, Zanetti F, Wang L, et al. Effects of different discoloration challenges and whitening treatments on dental hard tissues and composite resin restorations [J]. J Dent, 2019, 89: 103182. DOI: 10.1016/j.jdent.2019.103182.
- [6] Zhao X, Pan J, Zhang S, et al. Effectiveness of resin-based materials against erosive and abrasive enamel wear [J]. Clin Oral Investig, 2017, 21(1):463-468. DOI: 10.1007/s00784-016-1814-3.
- [7] Ghinea R, Pérez MM, Herrera LJ, et al. Color difference thresholds in dental ceramics [J]. J Dent, 2010, 38 Suppl 2: e57-e64. DOI: 10.1016/j.jdent.2010.07.008.
- [8] Greenwall LH, Greenwall-Cohen J, Wilson NHF. Charcoal-containing dentifrices [J]. Br Dent J, 2019, 226(9): 697-700. DOI: 10.1038/s41415-019-0232-8.
- [9] Vertuan M, de Souza BM, Machado PF, et al. The effect of commercial whitening toothpastes on erosive dentin wear in vitro [J]. Arch Oral Biol, 2019, 109: 104580. DOI: 10.1016/j.archoralbio.2019.104580.
- [10] Philpotts CJ, Cariddi E, Spradbery PS, et al. In vitro evaluation of a silica whitening toothpaste containing blue covarine on the colour of teeth containing anterior restoration materials [J]. J Dent, 2017, 67S: S29-S33. DOI: 10.1016/j.jdent.2017.08.007.
- [11] 王颖, 卫书盛, 宋子元. Pearl White专业美白牙膏延长冷光美白临床效果研究 [J]. 中国实用口腔科杂志, 2011, 4(7): 410-412. DOI: 10.3969/j.issn.1674-1595.2011.07.007.
- [12] Mosquim V, Martines Souza B, Foratori Junior GA, et al. The abrasive effect of commercial whitening toothpastes on eroded enamel [J]. Am J Dent, 2017, 30(3): 142-146. DOI: 10.3290/j.ohpd.a36465.
- [13] Tao D, Smith RN, Zhang Q, et al. Tooth whitening evaluation of blue covarine containing toothpastes [J]. J Dent, 2017, 67S: S20-S24. DOI: 10.1016/j.jdent.2017.10.014.
- [14] Duque CC, Soares DG, Basso FG, et al. Bleaching effectiveness, hydrogen peroxide diffusion, and cytotoxicity of a chemically activated bleaching gel [J]. Clin Oral Investig, 2014, 18(6): 1631-1637. DOI: 10.1007/s00784-013-1147-4.

(收稿日期:2019-11-04)

(本文编辑:王嫚)