

[文章编号] 1000-1182(2008)03-0279-05

# 牙科乳光瓷透射参数的测量与比较

姚江武<sup>1</sup>, 李水根<sup>2</sup>, 林昌健<sup>3</sup>

(1.厦门市口腔医院 口腔修复科, 福建 厦门 361003; 2.福建医科大学口腔医院 修复科, 福建 福州 350002;  
3.厦门大学 固体表面物理化学国家重点实验室, 福建 厦门 361005)

**[摘要]** 目的 测量Ceramco、Shofu、Noritake和Vita等4个品牌22种不同颜色的乳光瓷样本的透明度、对比率和遮色效果3个透射参数, 并比较其相关性, 为正确选择及使用乳光瓷粉提供参考。方法 在反射模式和不同背景下, 采用分光光谱仪测量乳光瓷样本的L\*、a\*、b\*值, 计算色差、透明度参数(TP)和遮色效果(ME)。在400-750 nm光谱范围内测量样本的光反射率, 计算对比率(CR)。TP、ME和CR等3个透射参数分别按品牌和颜色因素用完全随机设计的方差分析进行分析, 组间比较用SNK-q检验( $\alpha=0.05$ ); 3个参数的相关性分析采用直线相关与回归分析和多元线性回归分析( $\alpha=0.05$ )。结果 相同品牌不同颜色乳光瓷透射参数的均数总体不等或不全相等( $P<0.05$ )。遮色效果与透明度参数、对比率与透明度参数、遮色效果与对比率的相关性都具有统计学意义( $P<0.05$ )。透明度参数与其他参数的多元线性回归具有统计学意义( $P<0.05$ ), 偏回归系数都有统计学意义( $P<0.05$ ), 对比率对透明度参数的回归所起的作用最大。结论 使用乳光瓷粉时, 应根据其透射参数加以选择; 对比率代表不透明度, 反映乳光瓷的不透明特性, 较遮色效果更具有代表性。

**[关键词]** 乳光瓷; 分光光谱仪; 透明度参数; 对比率; 遮色效果

**[中图分类号]** R783.1 **[文献标识码]** A

Evaluation of three transmission parameters of dental opal porcelains and the correlations among parameters YAO Jiang-wu<sup>1</sup>, LI Shui-gen<sup>2</sup>, LIN Chang-jian<sup>3</sup>. (1. Dept. of Prosthodontics, Xiamen Dental Hospital, Xiamen 361003, China; 2. Dept. of Prosthodontics, Stomatology College of Fujian Medical University, Fuzhou 350002, China; 3. State Key Laboratory of Physical Chemistry of Solid Surfaces, Xiamen University, Xiamen 361005, China)

**[Abstract]** Objective To measure the translucency parameter(TP), masking effect(ME), and contrast ratio(CR) of opal porcelain of Ceramco, Shofu, Noritake, and Vita, and to compare the correlations among the three transmission parameters, in order to provide reference for selecting opal porcelain correctly. Methods The color of specimens was measured according to CIE L\*a\*b\* under different background and reflectance mode with a Color-Eye 7000A spectrophotometer. The color difference, TP, and ME value were calculated. Within 400-750 nm spectra, the ratio of light reflectance was measured, and CR was also calculated. The data was compared by ANOVA and SNK-q test ( $\alpha=0.05$ ). The correlation and multiple linear regression between TP, CR, and ME were analyzed( $\alpha=0.05$ ). Results There were statistical difference with different shade of the same brands ( $P<0.05$ ). The correlations between ME and TP, TP and CR, ME and CR were existed( $P<0.05$ ). TP was correlated not only with ME but also with CR based on multiple regression analysis( $P<0.05$ ). The partial correlation coefficients were statistically significant( $P<0.05$ ). CR was the main devotion to translucency parameter on multiple regressions. Conclusion It is recommended to select opal porcelains based on transmission parameters. CR value has an inner significance of opaque property of opal porcelain and can express opacity property of opal porcelain more appropriately than ME.

**[Key words]** opal porcelains; spectrophotometer; translucency parameter; contrast ratio; masking effect

当光照射天然牙时, 釉质能让红橙色光穿透, 而蓝色光则发生散射。虽然釉质是无色的, 但会产生蓝而明亮的乳光效果, 使人感觉有光学深度和活

力<sup>[1]</sup>。为了使口腔陶瓷修复体具有与天然牙相似的乳光和荧光效果, 生产厂家纷纷推出了乳光、荧光和染色瓷粉<sup>[2]</sup>。乳光瓷粉所含的晶相微粒或分相玻璃, 可对蓝色光起散射作用, 故当其单独或掺杂于釉质瓷粉中使用时, 能模拟天然牙的乳光效果, 同时也使陶瓷修复体的色度和透射性发生改变。迄今

[收稿日期] 2007-08-15; [修回日期] 2007-11-20

[作者简介] 姚江武(1956-), 男, 福建人, 教授, 硕士

[通讯作者] 姚江武, Tel: 0592-2100928

为止,有关口腔陶瓷材料的光学特性时有报道,但是有关乳光瓷粉透射性的文献报道较为少见。为此,本实验随机选择市售Ceramco、Shofu、Noritake和Vita等4种品牌共22种不同颜色的乳光瓷制成样本,采用分光光谱仪测量其透明度、对比率和遮色效果3个透射参数,并比较其相关性,为今后技工正确选择及使用乳光瓷粉,制作出更加逼真的瓷修复体提供参考。

## 1 材料和方法

### 1.1 材料

随机选择市售Ceramco、Shofu、Noritake和Vita等4种品牌的乳光瓷粉,共22种颜色作为研究对象。瓷粉品牌、生产厂家、产地、颜色和批号等基本情况见表1。

表 1 4种品牌乳光瓷粉的基本情况

Tab 1 Basic characteristics of four kinds of opal porcelain powders

品牌	厂家	产地	颜色	批号
Ceramco	Dentsply公司	美国	white	3090840
			medium	3021916
			light	6003753
			clear	4352-C
Shofu	Shofu公司	日本	opal 60	60372
			opal 59	100334
			opal 58	100346
			opal 57	50361
			opal occlusal	10350
			opal super lucent	70342
			opal white	50017
			opal T	50350
			opal milky	50355
			opal amber	50316
Noritake	Noritake Kizai公司	日本	LT <sub>0</sub>	4765
			LT <sub>1</sub>	6100
			incisal aureola	6024
			sun bright	4412
			creamy white	0E923
			creamy enamel	6044
			T blue	5635
Vita	Vita Zahnfabrik H. Rauter GmbH公司	德国	T <sub>2</sub> opal	7489

### 1.2 样本制作

用不锈钢制作内径为38 mm、高为1.1 mm、侧

壁厚为5 mm、轴壁内聚度为2°的中空圆柱体。按厂家说明调配瓷粉后置于中空模具内,在振荡器上振荡,使多余水分溢出,取出瓷粉片,放在烤瓷专用蜂窝架上,置于Programat P200型烤瓷炉(Ivoclar Vivadent公司,美国)内烧结。由于厂家推荐使用的4种瓷材料的烧结温度接近,因此统一采用Shofu乳光瓷的烧结程序。烧结完成后,用千分尺测量瓷样本周边均匀分布的5个部位的厚度值和中心厚度值,平均厚度(1.0±0.1) mm和直径(33±1) mm的样本纳入本实验,制作每种颜色的瓷样本各3个。

### 1.3 色度测量

1.3.1 测色仪器 Color-Eye 7000A型分光光谱仪(GretagMacbeth公司,美国)。镜面反射光模式下的照明和观察几何条件为CIE d/8°,测量孔直径为25.4 mm。

1.3.2 样本的色度测量 在标准黑色盒(L\* = 0.00, a\* = 0.00, b\* = 0.00)和标准白色瓷砖(L\* = 93.99, a\* = -0.38, b\* = 2.72)下将分光光谱仪校零。用标准白色荧光瓷砖(CIE Whiteness为137.27)校正标准光源D<sub>65</sub>,标准黑色瓷砖(L\* = 5.47, a\* = 0.05, b\* = -0.51)为黑色背景。各色标准背景均由GretagMacbeth公司生产。每个样本测量L\*、a\*、b\*值3次,取其均值。

### 1.4 透射参数的测量和计算

1.4.1 透明度参数(translucency parameter, TP) 以标准白色瓷砖和标准黑色瓷砖为背景,测量样本的L\*、a\*、b\*值,计算得到2种背景下样本的色差即为TP。公式:  $TP = [(L_B^* - L_W^*)^2 + (a_B^* - a_W^*)^2 + (b_B^* - b_W^*)^2]^{1/2}$ ,其中下标B和W分别表示标准黑色瓷砖背景和标准白色瓷砖背景<sup>[3]</sup>。

1.4.2 遮色效果(masking effect, ME) 标准黑色瓷砖背景下样本色度与背景本身色度之间的色差即为ME,公式:  $ME = [(L_B^* - L_S^*)^2 + (a_B^* - a_S^*)^2 + (b_B^* - b_S^*)^2]^{1/2}$ ,其中下标B表示标准黑色瓷砖背景下的样本,S表示标准黑色瓷砖背景<sup>[4]</sup>。

1.4.3 对比率(contrast ratio, CR) CR为一定厚度的材料以标准黑色瓷砖背景的光反射率(Y<sub>b</sub>)与以标准白色瓷砖背景的光反射率(Y<sub>w</sub>)之比,公式:  $CR = Y_b/Y_w$ <sup>[5]</sup>。Y<sub>b</sub>和Y<sub>w</sub>中的Y为国际照明协会1931年三刺激值XYZ中的Y值,由分光光谱仪在400~750 nm(间隔10 nm)光谱范围内直接测得。

### 1.5 统计学方法

3个透射参数分别按品牌和颜色因素用完全随机设计的方差分析进行统计学分析,组间比较用SNK-q检验(α=0.05)。各参数之间的相关性分析采用直线相关回归分析和多元线性回归分析(α=0.05)。统计软件采用SAS 8.0。

## 2 结果

### 2.1 乳光瓷透射参数的比较

Ceramco、Shofu、Noritake和Vita等4种品牌乳光瓷的TP、ME和CR的测量计算结果和统计学检验结果见表2。经方差分析,4种品牌乳光瓷的TP、ME和CR均数总体不等或不全相等( $P<0.05$ );进一步经SNK-q检验,相同品牌不同颜色乳光瓷的透射参数多数有差异(表2),且有统计学意义( $P<0.05$ )。

表2 4种品牌乳光瓷的透射参数( $\bar{x} \pm s$ )

Tab 2 The transmission parameters of opal porcelain( $\bar{x} \pm s$ )

品牌	颜色	TP	ME	CR
Ceramco	clear	23.90 ± 0.11	60.20 ± 0.15	0.48 ± 0.00
	white	19.32 ± 0.08	64.80 ± 0.07	0.57 ± 0.00
	medium	17.82 ± 0.03*	61.71 ± 0.05	0.61 ± 0.00
	light	17.98 ± 0.28*	64.46 ± 0.17	0.61 ± 0.01
Shofu	opal 60	28.11 ± 0.41	57.19 ± 0.25	0.43 ± 0.01
	opal 59	26.19 ± 0.25	56.49 ± 0.21	0.47 ± 0.00*
	opal 58	25.78 ± 0.08	58.78 ± 0.06	0.47 ± 0.00*
	opal 57	24.13 ± 0.12*	61.22 ± 0.08*	0.49 ± 0.00 <sup>#</sup>
	opal super lucent	23.86 ± 0.05*	60.79 ± 0.02	0.49 ± 0.00
	opal occlusal	22.34 ± 0.14	61.42 ± 0.13*	0.54 ± 0.00
	opal T	24.34 ± 0.20 <sup>#</sup>	59.71 ± 0.11	0.49 ± 0.00 <sup>#</sup>
	opal amber	24.55 ± 0.08 <sup>#</sup>	58.06 ± 0.03	0.53 ± 0.00
	opal white	19.44 ± 0.19	65.20 ± 0.20	0.59 ± 0.00
	opal milky	6.18 ± 0.04	78.75 ± 0.04	0.90 ± 0.00
Noritake	LT <sub>1</sub>	27.45 ± 0.24	57.76 ± 0.20	0.44 ± 0.00
	LT <sub>0</sub>	24.45 ± 0.09	60.34 ± 0.12*	0.48 ± 0.00
	T blue	26.34 ± 0.05	60.31 ± 0.03*	0.44 ± 0.00
	sun bright	20.61 ± 0.01	56.06 ± 0.01	0.57 ± 0.00
	creamy white	8.89 ± 0.08	80.36 ± 0.03	0.85 ± 0.00
	creamy enamel	18.18 ± 0.04	70.42 ± 0.03	0.64 ± 0.00*
Vita	incisal aureola	21.71 ± 0.09	66.20 ± 0.04	0.64 ± 0.00*
	T <sub>2</sub> opal	20.45 ± 0.09	63.99 ± 0.10	0.54 ± 0.00

注:相同品牌不同颜色的乳光瓷右上角标相同者,表示其差异没有统计学意义( $P>0.05$ ),其余表示差异有统计学意义( $P<0.05$ )

### 2.2 透射参数之间的相关性

ME与TP、CR与TP、ME与CR的相关回归图和回归方程如图1~3所示。经回归分析,ME与TP、CR与TP、ME与CR之间都有相关性,且均有统计学意义( $P<0.05$ )。

以CR和ME为自变量,TP为因变量,进行TP与CR和ME的多元线性回归分析,得出多元线性回归方程为 $TP = -40.45CR - 0.06ME + 48.12$ 。对这个多元线

性回归方程进行方差分析,结果显示该回归方程具有统计学意义( $F=618.72, P<0.05$ )。对各个自变量的偏回归系数进行t检验,CR和ME的偏回归系数都有统计学意义( $P<0.05$ )。对自变量CR和ME的t值进行比较,自变量CR的t绝对值较大( $t=12.93$ ),所以CR对TP的回归所起的作用较ME大。

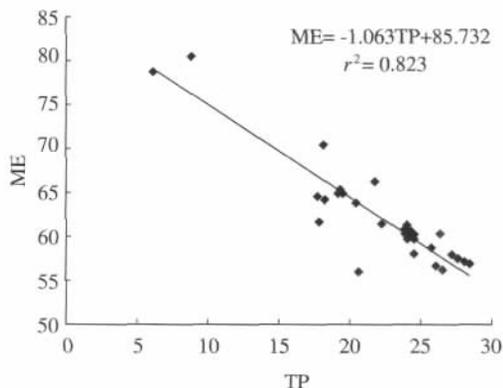


图1 ME与TP的相关性

Fig 1 Correlations between ME and TP

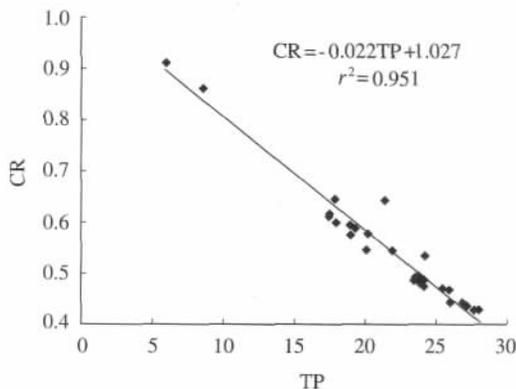


图2 CR与TP的相关性

Fig 2 Correlations between CR and TP

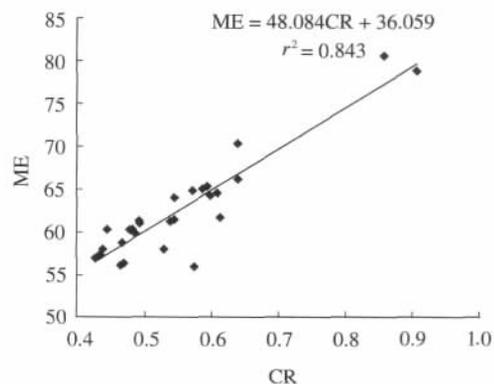


图3 ME与CR的相关性

Fig 3 Correlations between ME and CR

## 3 讨论

### 3.1 瓷样本制作方法

Geary等<sup>[6]</sup>制作瓷样本的方法与制作瓷贴面类似,当样本的体积较大时,会产生较大收缩,出现裂纹。Dozic等<sup>[7]</sup>采用切割法制作瓷样本,由于瓷块较

厚, 焙烧时易产生气泡。Kim等<sup>[8]</sup>将调和的瓷粉压入注射器末端, 然后将瓷粉片置于蜂窝架上烤制。该方法的优点是易产生气泡和裂纹, 本实验参考了此方法。烧结前瓷粉饼状样本的直径为38 mm, 厚度为1.1 mm, 烧结后的瓷样本直径为(33 ± 1) mm, 厚度为(1.0 ± 0.1) mm。通常烧制的瓷样本的中心厚度会较周边厚度小, 是因为烧结过程中的收缩、塌陷所造成的。当中心厚度与周边平均厚度相加后再平均计算, 总体厚度在(1.0 ± 0.1) mm范围内, 则将瓷样本纳入实验, 否则要重新制作样本。瓷样本越大, 制作难度越大, 但是采用较大的测量孔, 可以减少测量时的误差。Lee等<sup>[9]</sup>采用直径8 mm和3 mm测量孔测量复合树脂色度, 2种孔径下所产生的色差分别为16.23和27.87, 孔径大的色差小, 孔径小的色差大, 因此测色时应尽量采用大孔径。本实验采用的测量孔径为25.4 mm, 可大大减少因边缘泄漏所产生的误差。Arikawa等<sup>[10]</sup>研究表明, 树脂样本的厚度增加, 光波传导值呈对数递减。以3.0 mm厚样本的色参数为基数, 伴随着厚度0.5 mm逐步递减, 色差呈逐步递增。尽管样本本身的颜色并没有发生改变, 但光波传导通过样本到达背景的作用发生了改变。为此本实验将瓷样本的厚度误差控制在0.1 mm范围内。

### 3.2 透射性的表示方法

透明度指材料允许光线通过的能力。当通过陶瓷材料的大部分光线被散射或反射, 材料表现为不透明性; 如果仅有少量的光线被散射, 而大部分能透射, 则表现为透明性<sup>[11]</sup>。陶瓷材料的反射、散射和折射系数不同, 表现出不同的透明度。陶瓷材料与天然牙透射性的匹配也是制作满意的陶瓷修复体的关键。透射性的指标为透明度(TP)、对比率(CR)和遮盖效果(ME)。3个透射参数的相同之处在于都是在反射光模式下测得的参数, 不同之处在于透明度与对比率、遮盖效果是材料具有的2种性质相反的属性。TP反映的是样本在2个极端的明度值(白与黑)改变下的色度变化, 分光光谱仪将这一光谱波长变化表达为色参数CIE L\*、a\*、b\*值的改变, 即色差。ME是标准黑色瓷砖背景下样本色度与背景本身色度之间的色差, 假定当样本为完全透明体时, 则色差为零, 遮盖效果ME值为零; 当样本为不透明体时, 则色差为标准黑色瓷砖本身与样本之间色度的改变, 此时遮盖效果ME值取决于样本本身的色度值。只有当样本为半透明体时, ME值可作为样本遮盖效果的简单比较<sup>[9]</sup>。由于光反射率Y为分光光谱仪测得的原始数据, 所以在3个透射参数中, CR精确度最高。

### 3.3 透射参数之间的相关性

ME与TP、CR与TP均呈负相关, ME与CR呈正相关, 相关性都具有统计学意义; 在3个透射参数ME、TP和CR中, CR与TP关系最密切(决定系数 $r^2=0.951$ )。由于TP与CR两者之间呈负相关关系, 它们具有完全相反的2种属性, TP代表透明度, CR则应代表不透明度。在以往的文献中, 对CR的涵义有不同的理解。有人将CR理解为“相对透明率”<sup>[10, 12-13]</sup>, 也有人认为CR既可以代表透明度, 也可以代表不透明度<sup>[14]</sup>。但本实验TP与CR的相关性研究结果证实, CR的确切涵义应为不透明度, 这与有些学者的观点相一致<sup>[5, 15-16]</sup>。TP与CR、ME的多元相关回归也具有统计学意义, 其中CR对多元相关回归的贡献最大。

### 3.4 乳光瓷的选择

本实验所用4种品牌乳光瓷中, Vita与Ceramco、Shofu、Noritake等3种品牌的TP、CR和ME均数总体上没有差异; 但是, 相同品牌的不同颜色乳光瓷的透射参数TP、CR和ME均数总体上存在着差异。为了达到临床上模拟天然牙的乳光效果, 当将乳光瓷粉单独或掺杂于釉质瓷粉中使用时, 应根据患者的年龄、天然牙的颜色特征、牙齿邻面和切端的透明度选择乳光瓷。以Shofu乳光瓷为例, Opal 60、Opal 59、Opal 58、Opal 57的TP值依次递减为28.11、26.19、25.78、24.13。一般来说, 伴随年龄增加, 天然牙切端的透明度呈递增趋势, 因此, 年老者选Opal 60切端乳光瓷, 年轻者选Opal 57切端乳光瓷。在釉质钙化不全者的牙齿表面和切端, 经常会见到白色的斑点。对于高度釉质钙化不全者, 可选用透明度值很低的Shofu opal milky; 而轻度釉质钙化不全者, 可选用透明度值较低的Shofu opal white。乳光瓷粉既可以单独使用, 也可以掺杂于釉质瓷粉中使用, 使用方法依患者天然牙的颜色特征而定。一般来说, 当所选择的乳光瓷粉使修复体发生透明度改变, 其不透明度也会发生改变。但本实验结果也有例外, 如将乳光瓷Ceramco medium改为Ceramco light或将Shofu opal T改为Shofu opal amber, 虽然透明度没有发生改变, 然而不透明度却发生了改变。推测出现例外的原因可能与瓷样本内存在的气孔, 瓷粉微粒大小, 晶体的种类、含量及折射率, 瓷样本的厚度及染色剂的量、瓷粉与液体比例以及烧结温度等影响因素有关。

### [参考文献]

- [1] Ragain JC Jr, Johnston WM. Accuracy of Kubelka-Munk reflectance theory applied to human dentin and enamel[J]. J Dent Res, 2001, 80(2): 449-452.

- [2] 姚江武, 李水根, 林金莹. 饮料与染色瓷粉比色板色度的匹配性研究[J]. 华西口腔医学杂志, 2007, 25(5):481-484.  
YAO Jiang-wu, LI Shui-gen, LIN Jin-ying. Study on the matching of the shade between beverage and modifying porcelain shade guide[J]. West China J Stomatol, 2007, 25(5):481-484.
- [3] Lee YK, Lu H, Powers JM. Changes in opalescence and fluorescence properties of resin composites after accelerated aging[J]. Dent Mater, 2006, 22(7):653-660.
- [4] Lee YK, Lu H, Powers JM. Measurement of opalescence of resin composites[J]. Dent Mater, 2005, 21(11):1068-1074.
- [5] Chu FC, Sham AS, Luk HW, et al. Threshold contrast ratio and masking ability of porcelain veneers with high-density alumina cores[J]. Int J Prosthodont, 2004, 17(1):24-28.
- [6] Geary JL, Kinirons MJ. Colour perception of laboratory-fired samples of body-coloured ceramic[J]. J Dent, 1999, 27(2):145-148.
- [7] Dozic A, Kleverlaan CJ, Meegdes M, et al. The influence of porcelain layer thickness on the final shade of ceramic restorations[J]. J Prosthet Dent, 2003, 90(6):563-570.
- [8] Kim SH, Lee YK, Lim BS, et al. Metameric effect between dental porcelain and porcelain repairing resin composite[J]. Dent Mater, 2007, 23(3):374-379.
- [9] Lee YK, Lim BS, Kim CW. Influence of illuminating and viewing aperture size on the color of dental resin composites[J]. Dent Mater, 2004, 20(2):116-123.
- [10] Arikawa H, Fujii K, Kanie T, et al. Light transmittance characteristics of light-cured composite resins[J]. Dent Mater, 1998, 14(6):405-411.
- [11] 孟玉坤, 巢永烈, 廖运茂. GI-型渗透陶瓷全瓷底层材料透射率的测定[J]. 华西口腔医学杂志, 2002, 20(5):367-369.  
MENG Yu-kun, CHAO Yong-lie, LIAO Yun-mao. Spectral transmittance of GI-glass/alumina composite[J]. West China J Stomatol, 2002, 20(5):367-369.
- [12] 邓斌, 刘洪臣, 温宁, 等. 3种牙科全瓷底层材料相对透明率的对比测定[J]. 口腔医学研究, 2005, 21(5):517-519.  
DENG Bin, LIU Hong-chen, WEN Ning, et al. The relative translucency test of 3 all-ceramics system core material[J]. J Oral Sci Res, 2005, 21(5):517-519.
- [13] Nakamura T, Tanaka H, Kawamura Y, et al. Translucency of glass-fibre-reinforced composite materials[J]. J Oral Rehabil, 2004, 31(8):817-821.
- [14] Heffernan MJ, Aquilino SA, Diaz-Arnold AM, et al. Relative translucency of six all-ceramic systems. Part 1: Core materials[J]. J Prosthet Dent, 2002, 88(1):4-9.
- [15] Lee YK. Changes in the translucency of porcelain and repairing resin composite by the illumination[J]. Dent Mater, 2007, 23(4):492-497.
- [16] Dietschi D, Ardu S, Krejci I. A new shading concept based on natural tooth color applied to direct composite restorations[J]. Quintessence Int, 2006, 37(2):91-102.

(本文编辑 吴爱华)

(上接第278页)

中移动(3.40 mm)几乎是Edgewise矫治组(1.83 mm)的两倍,而下颌磨牙的变化无统计学差异。本研究Edgewise矫治组大部分患者采用了辅助支抗手段,如口外弓、Nance弓等来维持上颌磨牙的位置,使上颌磨牙维持相对的稳定<sup>④</sup>。治疗后磨牙继续近中移动主要是受生长发育的影响。

由于人类的牙齿一生之中都存在近中的迁移,而本研究样本均为处于生长发育期的青少年患者,在治疗过程中切牙的回收程度部分被生长前移的影响所掩盖,治疗后前牙受复发及生长的影响发生前移和伸长。治疗过程中磨牙受前牙回收力的反作用力的影响和生长的作用发生近中移动和伸长,治疗后受生长的作用继续近中移动和伸长。

#### [参考文献]

- [1] Bishara SE, Cummins DM, Zaher AR. Treatment and posttreatment changes in patients with Class II, division 1 malocclusion after extraction and nonextraction treatment[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1997, 111(1):18-27.
- [2] Luppapanornlarp S, Johnston LE. The effects of premolar-extraction: A long-term comparison of outcomes in "clear-cut" extraction and nonextraction Class II patients[J]. Angle Orthod, 1993, 63(4):257-272.
- [3] Fidler BC, Artun J, Jooeeph DR, et al. Long-term stability of Angle Class II, division 1 malocclusions with successful occlusal results at end of active treatment[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1995, 107(3):276-285.
- [4] 刘妍, 许天民, 林久祥. 安氏 II 类 I 分类拔牙病例正畸治疗后牙颌关系的稳定性研究[J]. 华西口腔医学杂志, 2004, 22(4):298-301.  
LIU Yan, XU Tian-min, LIN Jiu-xiang. Stability of molar relationship after orthodontic treatment in Class II division 1 malocclusions treated by extraction[J]. West China J Stomatol, 2004, 22(4):298-301.
- [5] Nanda RS. Growth changes in skeletal-facial profile and their significance in orthodontic diagnosis[J]. Am J Orthod, 1971, 59(5):501-513.
- [6] Shields TE, Little RM, Chpko MK. Stability and relapse of mandibular anterior alignment: A cephalometric appraisal of first-premolar-extraction cases treated by traditional edgewise orthodontics[J]. Am J Orthod, 1985, 87(1):27-38.
- [7] Looi LK, Mills JR. The effect of two contrasting forms of orthodontic treatment on the facial profile[J]. Am J Orthod, 1986, 89(6):507-517.
- [8] Baker RW, Guay AH, Peterson HW Jr. Current concepts of anchorage management[J]. Angle Orthod, 1972, 42(2):129-138.

(本文编辑 李彩)