

测色仪器在口腔领域的应用和研究

许丽娟综述 汪大林审校

(第二军医大学附属长海医院口腔修复科 上海 200433)

[摘要] 测色仪器是能够将物体表面颜色量化的一种工具,该仪器测色的客观性和准确性为其在修复领域的应用奠定了基础。近年来,随着颌面修复学的发展,修复体的仿真性已经成为现今修复领域的追求目标。患者也不再仅限于满足修复体功能上的应用,而是更进一步提高了对其美观的要求。本文就测色仪器及其在口腔领域的具体应用作一综述。

[关键词] 测色仪器; 颜色量化; 颌面修复

[中图分类号] R 783 [文献标志码] A [doi] 10.3969/j.issn.1673-5749.2010.05.030

Application and research on color measurement instruments in stomatology XU Li-juan, WANG Da-lin. (Dept. of Prosthodontics, Affiliated Changhai Hospital of Second Military Medical University, Shanghai 200433, China)

[Abstract] Color measurement instruments are able to quantify the surface color of everything. This method is objective and accurate. The two specialities of the instruments are the basis of the using in prosthodontics. Recent years, with the development of maxillofacial prosthetics, the simulation of restoration has become a goal to pursue in current prosthodontics. Patients are no longer limited to meet the application of functional restoration, but pay more attention to the aesthetic requirements. In this paper, we write a review about the color measurement instruments and their applications in stomatology.

[Key words] color measurement instrument; color quantization; maxillofacial prosthesis

口腔修复的颜色问题自 1931 年 Clark 提出后,一直都是口腔工作者的关注热点,于是用于测色的光学电子仪器和电子计算机技术开始广泛应用于口腔领域。目前,已有多种测色仪器应用于牙齿、牙龈和颌面皮肤的颜色测量。本文就测色仪器的原理和种类,及其在牙齿、牙龈和颌面皮肤测色方面的应用进行详细阐述。

1 测色仪器

1.1 测色仪器的基本工作原理

根据国际照明委员会的表色方法,对任何一种给定物体色,它的特性都可以用三刺激值 X 、 Y 、 Z 或 X_{10} 、 Y_{10} 、 Z_{10} 色度坐标来表示。观察者根据光谱三刺激值可描绘出三刺激值曲线。 X 、 Y 、 Z 曲线分别代表匹配各波长等能光谱刺激值所需要的红、绿、蓝三元色的量。1964 年,经补充形成 X_{10} 、 Y_{10} 、 Z_{10} 光谱三刺激值。由于后者视场更

大,对颜色辨别的精度更高,且符合人们实际观察颜色的情况,所以被广泛采用^[1]。

1.2 测色仪器的分类

颜色测量仪器是根据人眼视觉特性,对颜色进行客观度量的工具。测色仪器的分类方法很多,可以按接收器瞬间响应的光谱段大小分为分光型和光度积分型;按照光源的特性可分为稳定光源型和脉冲光源型;按接收器的安排情况分为单通道光谱扫描式和多通道光谱不动式;按对漂移处理方式的不同可分为不加补偿型和引入补偿型;按结构有台式固定探头、台式活动探头;还有袖珍便携式等的分类方法^[2]。在此,笔者只讨论最常用的 2 类,分别是分光式测色仪器和光电积分测色仪器^[3]。

1.2.1 分光式测色仪器 又称光谱光度测色仪器或分光光度色度仪器。这类仪器不是直接测量颜色的三刺激值本身,而是测量物体的光谱反射或透射特性,也就是测得物体的光谱辐亮度因数或光谱透射比,再选用国际照明委员会推荐的标准照明体和标准观察者,通过积分球计算求得颜色的三刺激值、色度坐标和可见光波段内的反射光

[收稿日期] 2009-12-10; [修回日期] 2010-03-01

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(30672344)

[作者简介] 许丽娟(1982—),女,河北人,住院医师,硕士

[通讯作者] 汪大林, Tel: 021-81874598

谱。光谱光度测色仪器主要由单色仪和探测器 2 个部分组成。单色仪起分光作用,有棱镜单色仪和衍射光栅单色仪 2 种^[4]。分光式测色仪器是颜色测量中的主流设备,测量精度较高。传统的分光式测色仪器设计复杂,有很多部件,体积大、不耐用、数据不太可靠,成本也较其他类型产品高。使得其使用受到了很大局限,一般仅适用于实验室。但随着技术的不断进步,现有的分光光度计已是体型较小、简洁、轻便、价廉,并且具有独一无二的特征和优良的性能。这也为口腔领域的测色提供了保障。

1.2.2 光电积分测色仪器 又称光度积分型测色仪器。这类仪器是模拟人眼的三刺激值特性,用光电积分效应直接测得颜色的三刺激值。这类仪器使用颜色滤光片,对所用的光电探测器的光谱响应进行滤色修正,使其与国际照明委员会标准观察者一致;同时,对照明光源也加以滤色修正,使之符合标准照明体的相对光谱功率分布。光电积分测色仪器是利用具有特定光谱灵敏度的光电积分元件,根据与颜色呈比例的仪器响应数值计算得出物体色的三刺激值或色度坐标^[4]。该仪器的主要用途常常是比较 2 个相近颜色的差异,从几何意义上说即是测量并表示色空间(颜色集合)内相邻色点之“距离”,即 2 个色的相异程度必须同主观感觉上的差异有着尽可能高的符合度^[2]。光电积分式仪器其总的光学条件应符合卢瑟(Luther)条件,但在实际的滤色修正中,研究者不可能使仪器完全符合卢瑟条件,只能近似符合,近似的程度决定了仪器的精度。光电积分式仪器在测量原理上存在误差,其精度自然比不上分光式仪器。

2 测色仪在口腔领域的应用

2.1 与牙齿有关的测色

2.1.1 天然牙颜色的测量 随着患者对义齿美观要求的不断提高,国内外学者对天然牙的颜色进行了大量研究。Gozalo-Diaz 等^[5]采用 PR-750 型分光式测色仪测试了 4 个种族共 120 名受试者的中切牙后发现,年龄和性别是影响中切牙颜色的重要因素。甘云娜等^[6]采用 Minolta CS-321 型便携式色差仪对西安市居民上颌前牙的色度值进行了采集后得出,上颌前牙牙冠的颜色与年龄、性别和牙位有关。高清平等^[7]应用 PR-650 光谱扫描色度仪对 267 颗天然牙牙冠在体外进行色度值的采

集后得出,天然牙的颜色参数随年龄的增长明度下降、颜色变黄,但是红绿色相变化在不同牙位的不同部位是不完全一致的。可见,由于测色仪器在牙齿测色方面的使用,人们不仅得出了肉眼不能达到的色度的精确数值,而且通过对数值的统计更加总结出了牙齿颜色的分布规律和相关因素等。

2.1.2 对牙齿比色板和修复材料色度的研究 目前,市场上存在着大量不同品牌的牙齿比色板,但是究竟能否通过现有比色板实现对天然牙的完美复制呢?由此,许多学者对牙齿比色板的色度分布范围进行了研究。陈玲等^[8]应用 PR-650 型光谱扫描色度仪对 5 套 Vita 比色板和带金属底冠的定制比色板的不同位点进行了测色研究后证实,定制比色板的色度值较 Vita 比色板大,且透明度也不同,所以临床比色时应考虑金属底冠对金瓷修复体颜色的影响。伊元夫等^[9]采用 Minolta CM-2600d 分光测色计对 Vita In-Ceram 渗透陶瓷技工比色板进行颜色测量,分别对玻璃渗透尖晶石、氧化铝、氧化锆陶瓷 3 种不同材料的比色块测色,总结出了 3 种材料颜色分布的规律性;同时他们还指出,以渗透陶瓷的颜色作为 Vita alpha 饰面瓷的背景色,可以使最终修复体颜色与 Vita 临床比色板的颜色具有良好的匹配性。Ahn 等^[10]应用分光光度计对 Vitapan 3D-Master 比色板的 29 块比色块进行色度值分布的研究后发现, Vitapan 3D-Master 比色板较以前报道的其他传统比色板的色度值分布更有序,但相邻色块间色度值间隔并不一致。由此可见,测色仪器对比色板的色块颜色分布规律、色度数值的分布范围等方面的研究也有重要的作用。

除去对比色板的研究,许多学者对用于义齿修复的各种烤瓷材料的颜色范围也进行了大量的研究。Ozturk 等^[11]应用分光光度计对不同厚度的 2 个品牌的全瓷色块进行了测色后发现,瓷块色度值会随着烧结次数的变化而不同,瓷块厚度的增加使得其明度降低,IPS e.max Press 瓷块随着厚度的增加色度值 a 、 b 都增加,而 DC-Zirkon 瓷块随厚度增加仅色度值 a 增加,色度值 b 变化不明显。何崑江等^[12]应用 Spectrascan PR 650 分光光谱测色仪对由 In-Ceram 全瓷修复体、钛金属烤瓷修复体和镍铬合金烤瓷修复体 3 种烤瓷修复材料形成的色块和 Vita A2 标准比色片进行色度值的比较后发现,色差为 2.29~8.31,远大于人眼的分

辨率。也就是说,即便比色板的色彩有很好的仿真性,但是没有与之匹配的义齿修复材料也不能实现完美的修复。王少海等^[13]应用 Minolta CR-321 型色差计对 150 颗上颌中切牙及其金瓷修复体进行测色后证实,视觉比色法的色彩复现率只有 33.9%,所以建议将测色仪器作为人眼配色和选色的辅助手段。针对瓷材料颜色不足的情况,王磊等^[14]将不同比例、同色系的 VITA MK95 瓷粉混合,然后模拟临床将其烧结成样本色块,使用 TC-P G 型全自动测色色差仪对样本测色,结果得到了颜色范围更广的修复材料,弥补了金瓷修复体色彩不足的缺陷。由于测色仪器在瓷修复材料颜色测量方面的使用,指出了现有修复材料的不足和缺陷,为今后研制出色系更全、效果更好的瓷修复材料打下了基础。

测色仪器在天然牙、牙齿比色板和瓷修复材料颜色测量方面的应用,使研究者们更加客观地掌握了其颜色分布的规律,为今后临床工作中的比色提供了指导;除此之外,还找出了现有比色板和修复材料的不足,为今后制作更全面、更权威的比色板和仿真色彩更好的修复材料指明了方向。

2.2 牙龈颜色的测量

随着对义齿的研究,牙龈的颜色也日益受到人们的重视。国内外学者已经先后应用不同的方法对牙龈颜色进行了测试。最初人们对牙龈颜色的研究方法主要靠肉眼观察所得,如 Dummett^[15]通过肉眼的观察总结了人类健康牙龈的颜色范围是从浅粉红色到深紫色;Koshi^[16]应用分光光度计对 15 例受试者进行牙龈颜色测量后发现,龈乳头的色相值为 4.6~5.0,边缘龈的色相值为 5.3~6.5;许丽娟等^[17]应用 Minolta CS-321 便携式色差计对 127 例中国汉族健康成人的上下颌切牙区 8 个位点的健康牙龈进行取色,初步确定了该人群各位点的牙龈色度值范围,统计出了上颌边缘龈组、上颌附着龈组以及下颌边缘龈组的色度值范围和均值范围,并得出了下颌边缘龈较上颌明度高,色调偏红、黄的结论。对于测色仪器在牙龈修复材料——树脂基托方面的使用,主要侧重于研究各类树脂颜色的稳定性^[18-19],而对于纯粹材料颜色的研究则较少。随着牙龈颜色研究的不断发展,修复材料颜色系统的不断完善,相信测色仪器在该方面的引导作用是不可限量的。

由于测色仪器是直接从事人牙龈测得数据的,

故相对于肉眼观测得出的数值更加客观、准确。由相机拍摄牙龈然后经过处理得出的色度值虽然客观,但是对于不同品牌的相机和不同环境背景下拍得的照片的色度值肯定会有偏差。鉴于以上原因,使用测色仪器对牙龈颜色进行采集是最可行、可靠的方法。

2.3 颌面部皮肤颜色的测量

颌面部肿瘤、外伤等造成的颌面部软组织的缺损会给患者带来极大的困扰。过去,对于口腔颌面部软组织颜色的研究较少,所以赝复体修复的仿真性较差,这使得建立正常人颌面皮肤颜色的数据库,制作出在色泽方面仿真性更好的赝复体是很有必要的。Over 等^[20]应用 Minolta 色度计对 15 名白人的肤色进行测量,并用硅树脂色块进行复制,得出二者间有较好的关联性,并提出用该材料可以制作成简易的面部假体比色板。侯伟等^[21]使用 Minolta 300 色度计对 122 名女性的颌面部皮肤和前臂皮肤进行颜色测量,分别列出了前额、左颊、右颊、左前臂、右前臂皮肤的亮度、色调角和饱和度的均值,并得出前额皮肤以中间白居多,左右面颊以白色皮肤居多的结论。

应用测色仪器采集颌面部皮肤颜色的数据值,可以客观、直接反应人群皮肤的颜色,为研发适合中国人群的赝复体材料奠定了基础。

3 结束语

综上所述,测色仪器在口腔领域的应用很广泛。由测色仪器测得的色度数值不仅客观、准确,而且更重要的是它将颜色在色度空间的范围以数值表示后,可以方便学者通过数值在色空间的分布来重建测得的颜色,这为颌面部软硬组织缺损在色泽上的仿真修复奠定了基础。希望随着光学技术的不断发展,能有更精巧、敏捷、功能更齐全的测色仪器应用并指导临床。

4 参考文献

- [1] 徐宏飞. 测色仪器及发展趋势[J]. 印刷杂志, 1998, (8): 26-28.
- [2] 刘延庆. 测色仪器简论[J]. 北光通讯, 1989, (2) 56-66.
- [3] Takiwaki H. Measurement of skin color: Practical application and theoretical considerations[J]. J Med Invest, 1998, 44(3/4): 121-126.
- [4] 余文林, 刘春利. 皮肤色度学研究进展[J]. 实用美容整形外科杂志, 2003, 14(5): 265-267.
- [5] Gozalo-Diaz D, Johnston WM, Wee AG. Estimating the

- color of maxillary central incisors based on age and gender[J]. J Prosthet Dent, 2008, 100(2) :93-98.
- [6] 甘云娜, 王忠义, 沈丽娟, 等. 西安市居民上颌前牙天然色度值的采集和分析[J]. 牙体牙髓牙周病学杂志, 2004, 14(8) :443-445.
- [7] 高清平, 巢永烈, 翦新春, 等. 离体天然牙颜色的色度学测量与分析[J]. 临床口腔医学杂志, 2007, 23(5) :280-282.
- [8] 陈玲, 李志勇, 刘宪, 等. 带金属底冠的定制比色板与 VITA 比色板的色度学分析比较[J]. 华西口腔医学杂志, 2006, 24(4) :328-331.
- [9] 伊元夫, 温宁, 王忠义, 等. In-Ceram 渗透陶瓷技工比色板的色度学研究[J]. 口腔颌面修复学杂志, 2005, 6(1) :16-18, 21.
- [10] Ahn JS, Lee YK. Color distribution of a shade guide in the value, chroma, and hue scale[J]. J Prosthet Dent, 2008, 100(1) :18-28.
- [11] Ozturk O, Uludag B, Usumez A, et al. The effect of ceramic thickness and number of firings on the color of two all-ceramic systems[J]. J Prosthet Dent, 2008, 100(2) :99-106.
- [12] 何邕江, 黄红园. 三种烤瓷修复体的色度学研究[J]. 口腔颌面修复学杂志, 2005, 6(4) :256-258.
- [13] 王少海, 姚月玲. 金瓷修复体色彩复现率的临床研究[J]. 实用口腔医学杂志, 2001, 17(6) :527-529.
- [14] 王磊, 巢永烈, 武斌, 等. 不同比例同色系 VITA MK95 瓷粉混和后的色彩特征研究[J]. 口腔颌面修复学杂志, 2004, 5(1) :17-20.
- [15] Dummett CO. A classification of oral pigmentation[J]. Mil Med, 1962, 127 :839-840.
- [16] Koshi T. A study on the correlation between the Munsell values and histopathological findings in human gingiva (author's transl)[J]. Nippon Shishubyo Gakkai Kaishi, 1976, 18(2) :179-188.
- [17] 许丽娟, 汪大林, 王少海. 切牙区牙龈颜色的测量与初步分析[J]. 口腔颌面修复学杂志, 2009, 10(3) :129-131.
- [18] Wang X, Powers JM, Connelly ME. Color stability of heat-activated and chemically activated fluid resin acrylics[J]. J Prosthodont, 1996, 5(4) :266-269.
- [19] Liberman R, Combe EC, Piddock V, et al. Development and assessment of an objective method of colour change measurement for acrylic denture base resins[J]. J Oral Rehabil, 1995, 22(6) :445-449.
- [20] Over LM, Andres CJ, Moore BK, et al. Using a colorimeter to develop an intrinsic silicone shade guide for facial prostheses[J]. J Prosthodont, 1998, 7(4) :237-249.
- [21] 侯伟, 马道铭, 孙建方. 健康女性面部前臂皮肤颜色调查[J]. 中国皮肤性病学杂志, 2006, 20(1) :21-23.

(本文编辑 王 晴)

(上接第 599 页)

- [10] Zisch AH, Lutolf MP, Hubbell JA. Biopolymeric delivery matrices for angiogenic growth factors[J]. Cardiovasc Pathol, 2003, 12(6) :295-310.
- [11] Frerich B, Lindemann N, Kurtz-Hoffmann J, et al. *In vitro* model of a vascular stroma for the engineering of vascularized tissues[J]. Int J Oral Maxillofac Surg, 2001, 30(5) :414-420.
- [12] Carmeliet P. Mechanisms of angiogenesis and arteriogenesis[J]. Nat Med, 2000, 6(4) :389-395.
- [13] Chen RR, Silva EA, Yuen WW, et al. Spatio-temporal VEGF and PDGF delivery patterns blood vessel formation and maturation[J]. Pharm Res, 2007, 24(2) :258-264.
- [14] Jain RK, Au P, Tam J, et al. Engineering vascularized tissue[J]. Nat Biotechnol, 2005, 23(7) :821-823.
- [15] Xu H, Barnes GT, Yang Q, et al. Chronic inflammation in fat plays a crucial role in the development of obesity-related insulin resistance[J]. J Clin Invest, 2003, 112(12) :1821-1830.
- [16] Hristov M, Weber C. Endothelial progenitor cells: Characterization, pathophysiology, and possible clinical relevance[J]. J Cell Mol Med, 2004, 8(4) :498-508.
- [17] Kraemer FB, Shen WJ. Hormone-sensitive lipase knockouts[J]. Nutr Metab(Lond), 2006, 3 :12.
- [18] Rouwkema J, Rivron NC, van Blitterswijk CA. Vascularization in tissue engineering[J]. Trends Biotechnol, 2008, 26(8) :434-441.
- [19] Melero-Martin JM, Khan ZA, Picard A, et al. *In vivo* vasculogenic potential of human blood-derived endothelial progenitor cells[J]. Blood, 2007, 109(11) :4761-4768.
- [20] Borges J, Müller MC, Momeni A, et al. *In vitro* analysis of the interactions between preadipocytes and endothelial cells in a 3D fibrin matrix[J]. Minim Invasive Ther Allied Technol, 2007, 16(3) :141-148.
- [21] Schultheiss D, Gabouev AI, Cebotari S, et al. Biological vascularized matrix for bladder tissue engineering: Matrix preparation, reseeding technique and short-term implantation in a porcine model[J]. J Urol, 2005, 173(1) :276-280.
- [22] Rophael JA, Craft RO, Palmer JA, et al. Angiogenic growth factor synergism in a murine tissue engineering model of angiogenesis and adipogenesis[J]. Am J Pathol, 2007, 171(6) :2048-2057.
- [23] Jabbarzadeh E, Starnes T, Khan YM, et al. Induction of angiogenesis in tissue-engineered scaffolds designed for bone repair: A combined gene therapy-cell transplantation approach[J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 2008, 105(32) :11099-11104.

(本文编辑 王 晴)