

现代临床金属烤瓷修复学

The Science of Modern Clinical Ceramo-metal Restoration

陈 吉 华
森 修一 编著
永野 清司

陕 西 科 技 出 版 社

序 言

社会的发展和人们生存质量的提高表现在与人类生存相关的各个方面。牙科技术的发展和口腔卫生状况的改善,使得现在及今后牙科医生的主要研究方向要向预防牙病的发生和更好地保存牙体组织方面发展。近十几年经济的快速发展,为人们追求更加自然美观、生物相容性更好的牙科修复材料和技术打下了物质基础。因此单一的金属或普通塑料修复体已越来越少地出现在口腔修复领域,应该说这是十分正常的现象。

近年来,瓷修复技术的发展和普及之迅猛,甚至超出了一般所想象,与几年前相比,不管是从开展这一技术的范围或是要求这种修复的患者数量等方面,可以说都有了很大的不同。但是,我国中、高等院校在瓷修复技术的教育方面已显得比较落后,从学校毕业的学生(包括技工等)能直接从事瓷修复技术的还不多。目前从事瓷修复技术工作的人员中,虽然有相当部分通过这样或那样的机会初步掌握了这门技术,但仍有许多人还不能将瓷修复体的特点表现出来,许多瓷修复体的美观性及边缘适合性不能满足正规的要求。因此,已有越来越多的临床医生要求在全国教材中增加瓷修复技术内容的份量,但无论如何,要想单纯通过教材来完全掌握瓷构筑技术还是有一定难度的。

“现代临床金属烤瓷修复学”一书,正起到了填补国内空白的作用。该书从瓷修复技术的各个方面包括一些新的进展对瓷熔附金属技术进行了全面的介绍,它的特点是系统、全面,兼顾了大多数读者的需求。书中的照片美观、自然、逼真,显示了瓷修复体制作人员扎实的功底;作者将照片和简图相结合对瓷修复体的基牙预备过程进行了介绍,这对大多数临床工作者来说,也将是十分有益的。

长江后浪推前浪,一代更比一代强。我国口腔医疗水平的提高将有赖于一大批有志于口腔事业的年青人去开拓和发展,缩小与发达国家口腔医疗水平的差距也将有赖于年青人扎实地学习和孜孜不倦的努力。相信“现代临床金属烤瓷修复学”的出版将有益于这门技术的普及和提高,有益于对该技术感兴趣的所有人员。此为序。

中华口腔医学会
中华口腔医学会修复专业委员会 名誉会长
第三版《口腔修复学》全国统编教材主编
第四军医大学口腔医学院教授、博士生导师
第四军医大学口腔医学院教授、博士生导师

顾 问

徐君伍

施长溪

1998年6月8日

前 言

作为一名口腔修复医生,我们都希望能为每一名患者制作出既符合生理功能需要,又自然美观的修复体,而瓷熔附金属修复体从生物相容性和颜色特性等方面讲无疑是最具有满足这些要求的一种修复体。但是,临床上经常能遇到患者口内的瓷修复体或者颜色不够自然或者是边缘密合性差等令人遗憾的现象,瓷修复体发生瓷崩裂也会经常遇到。这种现象的发生应该有两个方面的可能,一是临床上牙体制备方面的,再就是技工人员对瓷修复体的构筑还缺乏真正的了解。而单纯依靠在学校学习的瓷修复技术的知识,还不足以对这门技术有更完整、全面的掌握。而另一方面,很长时间以来,一直都能听到许多买不到一本合适的瓷修复技术书籍的呼声。因此,一年前,“金属—烤瓷桥”一书的翻译出版,受到了极大的关注和欢迎。

事实上,“金属—烤瓷桥”一书应该是瓷熔附金属修复技术方面的一本高级读物。它主要以有一定基础的瓷修复技术人员为对象,对烤瓷桥的制作进行了全面细致的介绍。对从未从事过瓷修复工作的人员来讲,还有一些不足之处。一是对瓷修复技术的基础理论、基牙要求和预备过程方面介绍很少;二是对瓷构筑的一些基本技术没有介绍。这是因为“金属—烤瓷桥”一书是系列书中的一本,而瓷修复技术基础知识的介绍却出现在系列书中的其它书籍中。虽然在翻译“金属—烤瓷桥”一书之前,就已经开始筹划这一本“现代临床金属烤瓷修复学”的编写工作了,但一直进展缓慢,历经三年直到今天才得以与大家见面。

“现代临床金属烤瓷修复学”一书重要介绍金属—烤瓷修复技术的理论和基础知识,与临床牙体制备有关的牙体预备过程及瓷构筑的基本技术。分别以前牙、后牙为例介绍了瓷构筑过程中使用的基本技术和技巧,瓷边缘形成技术;同时,对瓷内部着色技术和连续单冠的制作方法也进行了介绍,并以临床患者为实例,介绍了瓷熔附金属修复体的效果。在编写过程中,避免了与“金属—烤瓷桥”在内容上的重复和矛盾,因此,二者不可替代。初学者可先以本书为参考,练习烤瓷冠的构筑技巧,然后再以这种技术并参照“金—瓷桥”一书,进行金属—烤瓷桥的制作工作。参与本书编著的森修一和永野清司先生是日本国长崎大学齿学部中央技工室的技工士,长期对瓷修复技术的潜心钻研和一丝不苟的工作精神是他们熟练掌握瓷构筑技术的基础。尤其是森修一先生十几年来一直致力于瓷构筑技术的研究,使他对这门技术获得了独到的见解。本书中的所有瓷构筑过程全部由森修一完成,尤其是在基本构筑步骤部分,多次从头进行操作,直到得到所希望的每一个步骤的照片为止。

在该书的写作过程中我们还得到了长崎大学齿学部中央技工室全体技工士及第一补课教室的热田教授和吉田、加藤、渡边等先生的帮助,西冈医院的西冈先生和西冈绘里子女士也为本书的编写提供了大量有参考价值的资料。我国著名的口腔修复专家徐君伍、施长溪教授为本书欣然作序,也是对本书出版的积极肯定。还有许多其他同志的帮助和支持也是本书现在能够同大家见面的原因之一。我想对他们表示衷心的感谢!

当然,读者才是本书的最终审阅者,我衷心期待着大家能对该书提出诚恳的批评和建议。

陈吉华

1998年6月9日

【作者简介】

陈吉华

1964 年 湖北省郧西县出生

1986 年 第四军医大学口腔医学系本科毕业

1991 年 第四军医大学口腔医学院博士毕业

1996 年 日本国长崎大学齿学部第一补缀教室进修

现 在 第四军医大学口腔医学院修复科副教授、副主任医师

森 修一

1961 年 日本国大分县出生

1982 年 大分县齿科技术专门学校毕业

1983 年 广岛大学齿学部附属病院齿科技工研修生終了

现 在 日本长崎大学齿学部附属病院中央技工室

永野 清司

1948 年 日本国长崎县出生

1977 年 广岛大学齿学部附属齿科技工士学校毕业

1980 年 东京医科齿科大学齿学部附属齿科技工学校实习科終了

现 在 长崎大学齿学部附属病院中央技工室技工士长

目 录

第一章 绪论	1
一、关于瓷与陶瓷	1
二、牙科烤瓷材料的构成及特性	1
三、烤瓷冠的美学特性	5
四、颜色及其特性	6
五、配色	9
六、颜色的调整	11
第二章 瓷熔附金属修复技术的基础理论	12
一、金—瓷修复技术的材料学基础	12
二、金属—烤瓷的结合机理	16
三、关于瓷烧结	19
第三章 金属—烤瓷修复体基牙的制备方法	20
一、基牙的基本形态要求	20
二、基牙形成的基本步骤	22
第四章 金属基底的设计与制作	28
一、金属基底的设计	28
二、边缘形态	31
三、蜡型制作	33
四、包埋铸造	39
五、金属表面的调整	41
第五章 金属—烤瓷冠的基本构筑方法	45
一、关于金属—烤瓷的构筑方法	45
二、遮色瓷的构筑及烤瓷冠底色的形成	49
三、牙冠色烤瓷的构筑	52
四、烧结	60
五、形态修整	60
第六章 磨牙金属—烤瓷冠的构筑方法	64
一、磨牙金属—烤瓷冠的制作特点	64
二、磨牙金属烤瓷冠的构筑	66
三、磨牙金属—烤瓷冠的构筑实例	70
第七章 瓷边缘技术	74
一、烤瓷边缘技术	74
二、瓷边缘金属—烤瓷冠的构筑过程	76
三、金属—烤瓷冠的个性化特征表现	83
四、连续金属—烤瓷单冠的构筑法	86

第一章 绪 论

一、关于瓷 (Porcelain) 与陶瓷 (Ceramics)

陶瓷材料应用于修复领域最早可以追溯至 1880 年 Land 所使用的烤瓷甲冠制作方法; 金属烤瓷特别是贵金属烧结烤瓷早在公元前就被用于工艺品的制作过程中, 而 Land 采用的也是用白金箔作底衬再烧结甲冠的技术。然而由于当时修复体的制作精度特别是铸造精度较差, 使得烤瓷技术被遗忘了很长时间。

从 1907 年 Taggart 最早研究精密铸造技术以来, 特别是本世纪五十年代以来烤瓷用合金和材料的开发、改良一直持续发展, 取得了重大进步, 使得这门技术成功地被引用于口腔修复领域中, 现已成为重要的口腔修复技术之一。

陶瓷和瓷, 有两个英文词与之对应, 一个是 Ceramics, 另一个就是 porcelain。二者之间的联系和区别可以从以下几个方面加以说明。

从定义上讲, Ceramics 是通过排除法加以限定的, 即: 凡是非金属、非有机物的材料都称为 Ceramics。为了同岩石和矿物 (大部分这类物质也属非金属无机材料) 区别, 又进一步限定为: 凡是人工在高温下焙烧制成的固体物都称之为 Ceramics, 这个词来源于希腊语的 keramos, 意为烧过的材料。中文对 Ceramic 的解释是“陶瓷的”或“陶器的”。Ceramics 作为名词可理解为陶瓷或陶器。而 Porcelain 一词, 尚无这么明确的定义, 但对它的解释是: 一类特殊的 Ceramics, 传统上它是由纯白粘土、石英和长石三种自然材料混合, 经过粉碎、混合、成形和烧结形成的白色陶器。因此, Porcelain 是一类有较高强度和透明度的白色瓷器或陶器。中文对 Porcelain 一词的解释有“瓷”、“瓷器”等意思。在牙科材料学中习惯上分为牙科陶瓷材料 (Ceramic materials) 和牙科烤瓷材料 (Porcelain materials)。虽然从本意上讲, 前者应该包涵后者的内容, 后者只是前者的一个特殊分支, 但实际上, 人们对二者仍赋予了特定的意义以示区别。烤瓷材料特指以下三类材料: ①成品瓷牙用的瓷材料; ②用于瓷熔附金属修复技术的长石质瓷; ③用于全瓷修复的铝瓷材料。而除此之外的所有口腔修复用无机非金属材料都称之为牙科陶瓷材料。它包括一些冠、桥修复用全陶瓷材料、种植陶瓷材料和其它各种生物陶瓷等。这样以来, Porcelain 的意义就更明确了, 而“烤瓷”一词应该是指制作“Porcelain”的过程, 这个过程所使用的材料应该称为瓷 (porcelain) 材料, 制作成的修复体应称为瓷 (porcelain) 修复体。但在习惯上, 又都称为烤瓷材料和烤瓷修复体。在烤瓷修复中, 又以瓷熔附金属 (porcelain-fused-to-metal) 修复体应用最为普遍。

二、牙科烤瓷材料的构成及特性

(一) 烤瓷材料的组成

烤瓷材料是由下面三种主要成份:

1) 长石 ($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ 钠长石 或 $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$ 钾长石)

2) 石英 (SiO_2)

3) 白陶土 ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)

等与溶剂 (硼砂) 混合烧结再粉碎后形成的粉末, 口腔修复使用之瓷粉常常需要添加少量金属

氧化物着色剂。

1. 石英

齿科用瓷中的石英成分起到了抗离散支架或核的作用,它的周围被其它熔融材料所包绕。尽管它可以使瓷冠在烧结过程中保持形态基本不变,但由于其熔融温度特别地高,因此,石英或多或少会熔解一部分。而瓷的热膨胀系数是由未熔解石英来决定的,因此,加热过度会引起瓷性质的改变。硅的同质异构体常常被用来调节瓷的热膨胀系数。

有一类瓷牙几乎是由纯石英(硅石)制作而成的,由于硅石的热膨胀系数小,因此,此类瓷牙在磨切时因温度升高而发生破碎的情况几乎见不到。只要含有可以改变热膨胀系数的硅石,瓷的强度会有一些增加。假牙用的牙本质瓷中含有大约20%的硅石,釉质瓷仅含有3%。硅石含量减少,瓷的透明度就会增加,因为石英是耐火性的材料,其烧结物几乎是不透明的。牙科用的瓷含有的石英还是纯石英为好,否则会引起瓷变色。

2. 白陶土

陶土或粘土,是陶器在制作初期为了容易成形而加入的成份,而在工业烤瓷中也是作此同样目的而使用的。由于它本身具有粘性,因此,容易使瓷颗粒粘在一起,方便了形态雕刻。陶土由于有很强的阻光性能,因此,牙本质瓷比釉质瓷含有的陶土要多一些。但时至今日,含有游离陶土成份的牙科烤瓷已经见不到了,而且,通过改变颗粒的大小也可起到代替加入陶土的效果使操作变得简便。另外,现在也有一些有机结合材料加入瓷粉中,起浆糊的作用使瓷粉在烧结前容易凝聚。

3. 长石

长石是牙科瓷中含量最多的,而且,长石在总成份的相对占有量构成了工业陶瓷与牙科烤瓷的主要区别。从根本上讲,长石是硅酸钠长石($\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$)硅酸钾长石($\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2$)及硅酸铝钙等。长石作为石灰岩的主要成份,其矿藏量极其丰富,但达到牙科烤瓷所要求的质量者却极少。也有以霞石正长岩作长石替代品来使用的,特别是在欧洲。常见的长石以正长石最好,而曹长石那样的钠长石并不特别合适。长石加热后分解,形成玻璃相及晶体。牙科烤瓷粉中含有的长石较多,烧结后成玻璃状,准确地来讲再称为瓷可能并不合适。牙科烤瓷具有的透明性能也是长石作用的结果。

4. 溶剂

为了大幅度调整烧结温度及热膨胀系数,常常要使用氧化锂及硅酸钙等助溶剂。这些试剂会使瓷强度下降,但不影响它在唾液中的溶解性。

5. 着色剂

可简要总结如表 1-1。

6. 荧光剂

与牙科烤瓷相关的荧光剂的发展,从某种意义上讲,也可以说是着色剂的进步。用于荧光着色的主要元素是铀,而原来最早使用的是与自然牙没有什么关系的绿—黄系列的荧光剂。如果加入铯,则会发挥出更加自然的青白色荧光成份,另外,如加入钐则可以产生略带红色的荧光。

7. 染色料

染料是用于改变瓷颜色的浓度材料。这种染色物质既可以加入瓷粉内又可以涂布在瓷修复体的表面。它是牙科烤瓷加入溶剂而形成的。能将染料均匀地涂布在瓷修复体表面,它的粉末颗粒非常细。一般情况下染料表面需要上釉以保护染料不会脱落,但如果染料的烧结温度与瓷的烧结

表 1-1 金属氧化物的种类及颜色

金属氧化物的种类	颜色
二氧化钛	白黄色
氧化钛与氧化铁的混合物	黄红色
氧化钴	青色
氧化镍	灰色
氧化铁	灰、黄、褐色
氧化锰	红色
氧化锡、氧化钒	黄色

温度十分接近的话，二者会很好地结合在一起，也就没有必要再在其表面上釉了。

8. 上釉料

釉料是透明的玻璃，但能够在较低的温度下烧结，从而使瓷表面显出光泽来。如果釉料与体瓷的热膨胀系数不一致，则表面会出现裂纹，最后会导致剥脱。

长石系瓷制作的甲冠、嵌体、瓷牙以及金属熔付烤瓷等使用的釉料是各不相同的，修复体在烧结过程中，瓷发生熔解，使修复体表面形成光泽是最理想的。

(二) 牙科烤瓷的分类及其性质

1. 根据材料的性质又可将牙科烤瓷分为以下几类

(1) 长石质烤瓷

长石 80%–90%，石英 10%–15%，白陶土 0–4% 等与溶剂混合烧成。根据烤瓷的烧结温度又可分为以下三类：

- 1) 高熔烤瓷：烧成温度在 1200–1370℃ 之间。
- 2) 中熔烤瓷：烧成温度在 1060–1200℃ 之间。
- 3) 低熔烤瓷：烧成温度在 1060℃ 以下。

长石质瓷可用来制作牙本质瓷或釉质瓷，除此之外，高熔烤瓷还用于制作预成瓷牙等。

(2) 瓷熔附金属

是用于烤瓷冠的烤瓷材料，主要成份与长石质瓷几乎一样，但为了使其热膨胀系数与金属相匹配，常常用白榴石 ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 4SiO_2$) 代替硅酸盐。

(3) 铝瓷

主要用于铝瓷冠，为了克服长石质瓷脆性大的缺点而向长石质瓷内加入了 Al_2O_3 粉末，以增强其强度。但是，由于 Al_2O_3 粉末加入会严重影响牙本质和牙釉质瓷的透明性，因此根据其含量比例常常用于核的制作，核的氧化铝含量可以从 40% 到 80% 以上，这是其特征之一；还有一个特征就是其体积收缩小。

2. 牙科烤瓷的性质

牙科烤瓷具有以下这些共同特性：

- 1) 体积收缩大，长石质瓷烧结收缩可达 30% ~ 40%。

- 2)抗压强度高,但脆性大。
- 3)烧结后表面光滑,结石不易沉积。
- 4)组织相容性好。
- 5)耐磨性好(比自然牙冠还要好)。
- 6)可以再现自然牙冠的色泽。

(三) 烤瓷的颜色

1. 烤瓷的着色

烤瓷的着色是在瓷粉的粉末中加入一定量的金属氧化物以达到不同的颜色要求,金属氧化物的种类不同其颜色也不同。氧化钛为白黄色、氧化钛和氧化铁的混合物为黄红色、氧化钴为青色、氧化镍为灰色。因此可以根据需要选择添加不同的金属氧化物。

2. 颜色的再现性

瓷是修复材料中最能达到接近自然牙冠颜色的材料,因为瓷本身也具有玻璃的性质,因此再现牙齿切端的透明性是其它材料无法比拟的。为了再现天然牙齿的色泽,各种透光性不同的遮色瓷、牙本质瓷、釉质瓷应该依次构筑。

如果单从颜色再现能力这一点来比较,瓷甲冠比烤瓷熔附金属更要优越。

(四) 瓷粉

现在的瓷粉都可以在技工室烧结形成牙冠,而瓷粉在生产过程中是由瓷料经最少一次烧结而形成的,这个过程又称为瓷料热处理。通过这个过程先进行化学反应,又可使最后的瓷粉烧结温度降低。热化学反应结束后再烧结时,烧结时间可以缩短,而且象陶土等含有的水份可以蒸发掉,使得烧结时体积收缩减少,干燥时间缩短。

另外,化学反应时产生的气体已排尽,使粉末状的着色物也可以混入瓷粉中,并在一起烧结形成修复体。

为了形成瓷粉,瓷料混合物要装入耐火包埋料容器中进行烧结,然后将其投入水中形成粉末。这种操作反复几次之后就可以形成最后的粉末。瓷粉在成形修复体时首先熔解成玻璃,各粒子然后又相互融合起来。

(五) 烧结反应与烧结状态

牙科瓷烧结后,长石熔解形成玻璃并形成结晶体。过高的温度下烧结或烧结的时间过长,玻璃基质会熔解晶体,另外,如果在烧结过程中突然停止下来则晶体也会形成不全,因此,严格遵守烧结时间是十分重要的。

上述瓷粉的熔解烧结状态又可分为几个阶段。最早的分法是分为初、中、高阶段的biscuit。biscuit本身有素坯或本色陶器之意,但牙科烤瓷中原意来自于法语的bisque意为糕点,取意为瓷在烧结过程中表面会形成糕点样外观。初级biscuit是谓瓷形成玻璃后流动性较小,瓷完全不透明,玻璃基质在粒子的间隙中,几乎未发生体积收缩,此时瓷表面非常粗糙。中级biscuit是玻璃基质形成后几乎都能流动,体积收缩比较大,但因为气泡非常多,所以瓷仍不透明。高级biscuit是指玻璃基质广泛流动,包埋气泡,完成瓷收缩,显现出瓷本来的色彩,呈无釉表面。瓷修复体的调磨及表面形态修整都可在此阶段进行。

瓷甲冠、金—瓷冠及瓷嵌体的制作过程中,因反复烧结致瓷物理性质的变化,而引起各种各样状态,以上这种分阶段方法确属一种行之有效的科学分类法。首先, biscuit 状态瓷有一定的体积收缩,气泡也还较多,呈白色不透明状,也没有光泽。而按初、中、高阶 biscuit 的分类可以指导烧结。其次,釉烧阶段如果超出这种烧结,釉烧过度则表面会过度光亮,并会导致修复体形成园球状的变形。瓷是否烧结完全,要看它是否表现出了自身应有的色调、透明度和体积收缩,形成光泽的表面质地。光泽和透明度与其烧结状态有关系。釉烧阶段表现为表面明亮的反射光泽。为了说明,调节的方法也分为初、中、高三级。初级釉烧如果适当延长烧结时间或稍稍提高烧结温度瓷表面也会形成玻璃基质并产生光泽的瓷表面质地。从美观的角度看,这是最理想的。中级、高级釉烧与大多数口腔环境能匹配,但高级釉烧无论如何与瓷的成球阶段十分接近,因此不是所期望的。釉烧过程中瓷表面的细小凹凸、尖锐的部位、深沟等有成球、变钝、变模糊的可能,其结果会使表面釉表现更为强烈。

三、烤瓷冠的美学特性

烤瓷冠的审美性由以下几个方面来决定:

- 1)轮廓
- 2)大小
- 3)位置、排列
- 4)外形和表面纹理
- 5)颜色

轮廓

牙齿的大小、在大多数情况下要与对侧同名牙一致。即使对侧牙切端较细,所要恢复的牙齿也应该呈同样的外形,近远中角的弧线、倾斜,边缘嵴处的凹陷、隆起等都必须要充分加以体现。这些特征可以与牙列取得调和与一致,从而可保证修复体不会有明显的差异。

大小

与形态和颜色相比,牙冠大小的重要性并非首要,但仍有必要加以恢复。牙冠大小可以根据牙列的排列和外形以及着色情形加以调整。如果要形成与邻牙无接触的冠,就必须使牙冠的宽度缩窄,而某些情况下牙冠又必须作得比较宽大。如果牙冠的近远中切角较平坦,接触点就稍显偏向唇侧或切端,因为切缘几乎呈直线状而显得较长,从而使牙冠看起来较宽。

在牙齿无接触关系,间隙较宽的情况下,也比较容易出问题。牙冠的近远中切角越隆起,接触点就越显向牙颈或舌侧,切角向近中移动,从切角到邻接点就会出现小的斜面。为了填充间隙把牙冠加宽,会使牙冠看起来变短,这时可将牙颈部1/3缩窄,这样一来,就解决了恢复邻接点和唇面切角的问题

要使牙冠看起来较窄的最好办法是用着色的方法。冠的邻面切角部稍稍着点灰色,灰色着色在口内要置于看不出来的部位,而能见到的地方刚好显示出正常牙冠的颜色。同样,牙冠较窄时,可在唇面的邻接部位、切角的附近用较明亮的颜色着色可使牙冠看起来似乎更大一些。

位置与排列

根据牙的位置和排列的不同,可使牙冠显得宽、长,也可使之显得窄短,从唇向观,上颌切牙显得比邻牙宽、长,但从舌向观则显得窄、短。下颌切牙和尖牙从舌侧观,其排列较长而平坦,颜色也较暗。而转位牙就会失去这些特征,并根据其程度的不同而显得狭窄。

烤瓷冠的外形及表面纹理

牙齿表面受光照后, 一些小的凹凸及表面的一些纹理部分就比其它部分显得要更亮一些。它可首先将人们的注意力吸引过去。这种形态、表面纹理及搭配可以用于表现牙冠的倾斜度和表面形态的效果。

四、颜色及其特性

(一)颜色的基本特性

色相: 色相指颜色是绿色或红色等基本特性。

明度: 指物体表面明亮程度, 其两个极端就是白色和黑色。灰色是处在这两种状态中间的发散性物体表面反射光量的代表。牙齿切端部结构较透明, 此处明度就没有颈部不透明结构的明度高。

饱和度: 饱和度指同一色相的颜色相比时, 该色相的纯度和强度。

这三个性质在表现所有物体颜色特性时都会用到。至于牙齿, 由于牙釉质是透明的, 大部分光穿透牙釉质而被暗的口腔所吸收。因而, 切端的明度不足而呈现灰色, 向牙颈部1/3移行, 牙釉质变薄, 光线可以将内层牙本质色反射出来而呈现出黄色色相, 而且越向颈部颜色越浓。

(二)光与色

正确地说光不是能量的辐射, 按照习惯的说法它是一定形状的波。也就是说它是以波长和振幅来表达的。可见光的波长在380 μm 到 760 μm 之间。正午的阳光被视为白色。而其它来源的光可以看到它要么含有黄色, 要么含有青色的成份。光线通过棱镜后可以分解成各个基本组成成份。所有的光线都能用光谱里表示的光的成份按一定比例混合而成。例如: 萤光性光是光谱短波长的那一端的光; 而暖色光大部分是黄色、桔黄色。如果把各种光归纳为一个园, 则表现为一种色相的光渐渐地变化成另一种色相的光, 而最后就表现出红色和紫色也就是紫罗蓝色(见附图), 但这种色并不是光谱的构成成分(表1-2示)。

表 1-2 光波长和相应的颜色

波长(μm)	颜色	备注
380 ~ 390	紫(暗而微弱)	
390 ~ 450	紫转向蓝紫	
450 ~ 480	蓝	400 ~ 490 基本上是蓝色
480 ~ 510	蓝转向天蓝, 转向蓝色	
510 ~ 550	绿	490 ~ 570 基本上是绿色
550 ~ 575	草绿	
575 ~ 585	黄	
585 ~ 620	橙黄转向橙, 转向橙红	
620 ~ 700	橙红转红	590 ~ 760 基本上是红色
700 ~ 780	红(暗而微弱)	

1. 原色

所谓色,是指物体透射或反射出来的光的颜色。颜色的原始色有两种观点,一种认为是三原色(红、绿、蓝);另一种则认为是二原色(短波长与长波长之分)。而原色的基本性质的形成与下述三点分不开:

(1)心理学的感色:在人眼形成清晰的红、黄、绿、蓝色,而不混杂其它色相,这时的红色是未与其它蓝色、黄色混杂的色,其它各色相也一样。而且黑与白同属一组,这是颜色描述时必须的。

(2)加色:加色的原色是红、绿、紫色。这三相色在光谱中处相互分离的位置,一个是短波长端,一个是长波长端,另一个是位于正中间的。这三部分光按正确的比例混合可以产生白光,如果将两者混合可以形成第三种色相。例如:红与紫混合可以形成深红,紫与绿混合可以形成蓝,绿与红混合可以形成黄色。这种原色分类方法,对牙科瓷配色并不重要,但是要想使牙齿变得更加明亮的时候以及需要对照效果的时候,了解这种原理是必要的。而且,这种加色原理正是颜色测定仪的工作基础。

(3)减色:原色的不透明颜料按一定比例混合后会形成黑色。颜料是选择性地吸收或反射的色相,颜料的原色是紫红或深红,黄色及天蓝色。这种组合结果是:黄色与天蓝色可形成绿色;紫红与黄色可以形成红色。这是瓷与自然牙配色过程中要使用的方法。

2. 光作用的物理现象

光接触物质表面时,部分光会反射。如果物体是不透明的,那么光会全部被吸收;如果是透明的,就会有部分光穿透物体,部分光到达里面后又发生反射。光的反射量受其投入角度的影响,在不改变色相的前提下形成镜面反射。从特别浓艳而光滑的物体表面反射的光量,在光的入射角为 90° 时最大, 0° 至 50° 之间几乎没有差别。这一点对牙科学特别重要。也就是说有镜面反射处的光,可以表现修复体的表面外形。如果从另外的方向观察表面或光线从另外方向投射来都会使修复体十分显眼。如果修复体的表面外形形成得很恰当,颜色与邻牙就不会形成可见的差异。

反射及光泽的程度对于用口呼吸的患者来讲显得特别重要。一般情况下,由于有唾液的存在,反射和光泽也就是一回事。透明物体由于光线能够穿透,而使亮度降低。普通透明物体在光照射反射后牙色彩和亮度就会表现出与物体内部一样的效果。而口腔的背景是暗的,因此,普通的透明部分会显出暗灰色。如果用一张白纸将牙切端的舌侧裹住,就会更清晰地看到这一现象。也就是说,牙齿不再透明,而显示出里层纸的明亮度。光如果碰到表面是透明的物体就会发生折射,也就是说光的方向会发生改变;如果穿透物体几乎说到达物体的里面,就会有部分光反射,而且再穿过透明体,也就感受不到折射光了。

牙科烤瓷很少是完全透明的。瓷是玻璃的混合物,玻璃基质间有晶体和气泡混杂在一起,因此,光遇到这种混合物后会发生这样或那样的折射。也就是说,光遇到瓷,到达晶体与玻璃的间区时,既会引起反射又会引起折射。遇到玻璃和气泡间隙时同样会发生这种现象。象这样的光线从里层反射要比表面反射量多,从而显示出不透明的效果。如果瓷透明度加大,会导致多样性的减少,而出现均一性,也就是单调。

(三)天然牙及光的物理影响

自然牙的颜色从明亮的黄白色到深黄褐色,分布范围极其广泛。牙列中,中切牙、侧切牙和尖牙等,位置不同颜色也随之而异。一个牙齿本身从颈部到切端颜色也是随部位变化而变化的。

同时,牙色随年龄的变化也会变化,年龄增加至老人,牙色则从明亮黄白色变成较暗的黄褐色。

自然牙的颜色,是牙本质有机成份反射的基础颜色。通常1mm厚的牙本质能够透过30%以下的光,这当中还有牙釉质无机质晶体的反射和釉质表层光散射的成份。釉质的透明度较高,1mm的厚度最高可透过70%的光。

自然牙的切1/3区域,牙本质被半透明性高的牙釉质包裹的结果使邻接区域的牙体半透明性也得以提高。

牙冠中1/3,牙本质含量较多,表层牙釉质色也受到相当大的影响。与这部分牙本质颜色相近的色调中半透明的青灰色的釉质较多,黄橙色、蓝色、灰色等混起来,容易达到这种效果。

牙颈部因釉质变薄,牙本质颜色的影响成为主要因素。根据钙化程度,可以呈橙黄色至褐色。因此,自然牙的色调,半透明感变化很丰富。瓷构筑时要达到自然牙的色调效果,在各部位表现出生动的透明感,就必须仔细观察自然牙的层状构成结构,正确地构筑瓷的各层形态。

另外,为了再现含有釉质色和半透明性,得使用具有小而稠密的棱柱结构的材料才行。牙科烤瓷虽不能满足这样的条件,但可以作出具有釉柱样结构效果来。

为了达到这种效果,瓷粉烧结时达到粉末交界为止即可,这样各颗粒之间存在着界面,因而容易形成光反射或屈折。为此,烧结回数越少越好。烧结过度,瓷粉界面失去,就会变成无生机的玻璃状瓷。就单冠的层状构成而言,首先是受牙本质影响最大的牙颈部深色调的牙颈部瓷的构筑,在其表面是表现牙本质色的牙本质瓷的构筑,这是构成牙冠的基础色。再在表面使用釉质瓷以表现自然牙灰青色的效果。最后是表现包被效果的透明瓷的构筑。

(四)人眼生理及与色彩形成的关系

人眼对光的感受体是视网膜,视网膜上排列着许多视神经细胞,它们根据形状和特性分为两类,一类接受光线的细胞上段呈棒状叫作棒状视神经细胞;另一类接受光线的细胞上段呈圆锥状,叫作锥状视神经细胞。这些棒核和锥核接受光线后,发生神经生物电脉冲讯号,传向大脑,引起视觉的感觉。每一只人眼的视网膜上约有1.3亿个棒状细胞和700万个锥状细胞。在正对瞳孔中心轴线的视网膜中心有一个小凹陷区域,叫做“中央小窝”,视神经细胞基本上对称地分布在以中央小窝为中心向四周大约呈视圆锥角 $\pm 60^\circ \sim \pm 70^\circ$ 的范围内,只有一个小区域中没有视神经细胞,叫作“盲点”。在以中央小窝为中心,距离为视圆锥角 $\pm 20^\circ$ 的圆环上,棒状细胞最密集,分布密度达到 $5 \times 10^6/\text{mm}^2$,向四周逐渐稀疏,在视网膜四周边缘上降到 $3 \times 10^4/\text{mm}^2$,在接近中央小窝四周也降低到这个密度。锥状细胞在中央小窝中心向四周约 $\pm 10^\circ$ 视角的范围内密度最高,靠近中央小窝部分最高的分布密度达到 $1.5 \times 10^6/\text{mm}^2$,在距离 $\pm 20^\circ$ 视角以外,迅速降低到 $10^4/\text{mm}^2$ 以下。因而,人眼在中央小窝附近视觉的分辨能力最强。最近的研究表明,在中央小窝视角 $\pm 2^\circ$ 以内,棒状细胞也有较高的密度。

人能辨别高度和颜色是因为在视网膜感受器的外段存在着对光敏感的视色素。在人的视杆细胞中包含一种感光化学物质叫视紫红质。它类似照相胶卷上的感光乳胶,在曝光时便破坏退色,当眼睛进入黑暗中,它又重新合成。当人们由亮处转到暗处时,视觉的感觉性由低逐渐提高,这就是暗适应,暗适应的程度与视紫红质的合成程度是相应的。大量实验表明,视锥细胞有三种,分别包含三种(红、绿、蓝)光谱敏感的视色素。由三种视锥细胞的兴奋程度的混合而产生各种颜色感觉。当这三种细胞中红、绿两种同时兴奋,就使人产生黄色的感觉;当感红、感绿两种细胞中感红细胞兴奋程度大时,使人产生橙色感觉;当这种细胞中感绿细胞兴奋程度大时,使人产生

黄绿色的感觉;如果感绿细胞与感蓝细胞共同兴奋时,就会使人产生蓝绿色的感觉;当感红细胞与感蓝细胞共同兴奋时,由于两种细胞的兴奋程度不同,可以使人产生红紫、蓝紫的颜色感觉。因此三种视锥细胞的兴奋程度不同,以及组合不同,就会使人产生不同色相的色觉。当三种细胞的兴奋程度按一定比例相混合,就会产生无彩色(黑、灰、白)的感觉。当三种细胞的兴奋程度大时,使人感到明亮;当其兴奋程度小时,则感到暗;无兴奋则使人感到黑暗。此外人眼对颜色的感觉还要受到下列因素的影响:

(1)颜色饱和度的影响

明度增加会引起颜色饱和度的增加,而饱和度达到最高时,根据波长的不同明度会有所不同。紫色,也就是波长在 $450\mu\text{m}$ 到 $650\mu\text{m}$ 之间的色相,当饱和度达到最大时,明度却是最低的,而 $570\mu\text{m}$ 附近的色相饱和度达到最大时,明度也最大。兰色、红色及紫色能在明度较低时达到色相的饱和,而黄色、绿黄色要达到最大的饱和度,明度也必须达到最高。如果实际明度值超过了该色相饱和度最大时应该具有的明度值,则该颜色就会变成肉眼不可见的颜色。

(2)面积对颜色的影响

物体面积大小的不同也会造成颜色感觉上的变化,颜色相同的物体大的显得明亮鲜艳,小的显得暗钝。

(3)补色及颜色适应

如果眼睛盯住一定颜色的物体一段时间,颜色感觉器就会对其产生适应。把眼从那种颜色上移到中间色即灰色附近色的背景上后会有看到原色的补色感觉。比方说,如果盯住红色物体看一定时间后,把眼睛移到中间色的背景上会马上见到绿色的效果。

(五)同色异谱现象

同色异谱指对于特定标准观察者和特定照明体,具有不同光谱分布而有相同三刺激值的颜色。正是利用同色异谱的原理才使具有不同光谱分布的修复体与天然牙的颜色在自然光下相匹配。同色异谱是牙科颜色匹配上的一个重要而困难的问题。由于同一厂家,甚至同一厂家的不同批号的修复材料的光谱分布也很可能达不到完全一致,因此要使修复体间的颜色相匹配(即具有相同的三刺激值),就要求医生、技师均在标准光源照明条件下比色、调色和制作修复体。另外,由于天然牙与牙科修复材料间存在物理、化学性质的差异,其光谱分布也不可能一样,因此要使修复体与天然牙的颜色在所有光照条件下都达到颜色匹配是不可能的。

(六)色差的强调

因颜色对比而引起的相同物体的色差会比实际色差感觉更强烈。把亮的和暗的排放在一起,那么与它们单独存在时相比,亮的要更亮,暗的要更暗;有补色关系的红色和绿色摆放在一起时,红的看来更红,绿的会更绿。与黄色摆放的灰色会有兰色的印象。红色和黄色摆放时,黄色会带有一定绿的印象。这种情况对红色的牙周组织为背景的牙齿颜色匹配时常常会出现。对于红色来说补色很好表现。

眼睛对 $590\mu\text{m}$ 附近的颜色辨别能力最强,这个波长的颜色是黄色或桔黄色,也就是说对牙齿颜色的辨认是最好的。

五、配色(颜色的选择)

这里阐述的是与选色、配色相关的理论,为了一般的配色目的,遵照此理论来进行就基本可以达到目的。

1. 颜色选择时的条件

患者的头直立,坐下后头与医生眼睛大致同高。术者站在患者和光源之间。光线由向北开的窗户照入,以少云天的光线最好。早晨或傍晚的光含黄色成份较多,无云的晴天含蓝色成份较多,早晨光强调黄色,晴朗的正午阳光较强调绿色。

房间墙壁的颜色以灰色较好,不能有华里胡哨的颜色。反射光会吸收周围的各种光,而产生同色异谱现象。牙齿和比色板要放置在最不易形成反射光的位置,形状、大小、表面的性质必须大体相同,光泽不同时,可以半睁眼睛观察,这样可使光泽减少一半而趋向统一。

选色时要适当快一点观察样本和牙齿,凝视或者长时间盯住观看,都可能造成视觉器官对特定颜色的疲劳从而造成识别困难,必须要在近看、远看颜色都匹配才可。

为了尽可能地防止同色异谱现象,最好能选用与修复体同一材料制作的比色板,其结果要比用不同材料制作者好。

2. 选色的基本步骤

(1)确定色调:使用按色调和彩度排列的VITA商品比色板。它有A、B、C、D四种色调。可以从中取出A4、B4、C4和D4这4个色片,它们是这4种色调中彩度最大的,这可以更有效地看出色调间的差异。将这4个色片分别贴近比色的牙齿,从中选出相匹配或接近的,此时应注意颈部的颜色,因为此处的彩度最高。如有尖牙存在,可以根据它来确定色调,因为它是牙列中彩度最高的,彩度较低时,不易分辨出色调的区别。

(2)确定彩度:一旦选好了色调,如为A组,即可将其他组色片(B、C、D组)置于一边,用A组中的5个色片来确定彩度,此时要注意比较真牙和比色板色片的中部,有人建议采用去掉颈部的色片,因为有些色片加了颈部修饰剂以增强牙本质瓷的彩度,并不代表真正的主体颜色。

为制作出外观自然的修复体,要意识到牙列中不同牙齿的颜色是有差异的,上中切牙的彩度与前磨牙差不多,下切牙的彩度通常比上切牙低一级,尖牙的彩度比中切牙高二级。在同名牙列缺失时,可以参考例举的相应牙齿。

VITA系列产品除了商品比色板外,还提供了一套用与修复体相同的瓷烧成的比色片。有不透明瓷片、牙本质瓷片和釉质瓷片,利用这些单个的色片,牙医可以系统地确定哪一个色号的不透明瓷、体瓷和切端瓷可以用来制作修复体。

(3)确定明度:明度的选择比色调的选择更为重要。关键的一步是用所选的明度来确定不透明瓷。如果明度选错了,在金属烤瓷冠较薄的颈部效果尤为令人不满。

(4)确定半透明区的分布:半透明是真牙的重要特性。要注意和记录半透明区的分布,及半透明的程度,后者可根据切端瓷瓷片来确定。

(5)确定个性特征:个体之间牙的颜色是有所不同的,单个牙的颜色也不是单一的,最明显的是不少牙的颈部、中部和切端的颜色有明显差异,并且这种差异并不与比色板色片上的差异相同。例如某个真牙的颈部颜色与A3相近,而切端却与B2相近,这就需要对这种牙齿进行分部位比色,这时采用牙体瓷片、切端瓷片来选色会更容易些。

另外,如能在修复体上模仿出微裂、钙化不良、色斑、磨耗的切端面等特征,修复体就会显得更为逼真,这时要注意同名或邻牙这些特征的部位、范围和颜色,其颜色可用颜色料样品

来确定。

色是由三要素构成的，一是色相，即色调；二是彩度，它是颜色的浓淡、强弱的表现；再就是明度。

一种颜色与它的补色相加的结果形成中性化（灰色化）。补色可以通过颜色环得知。补色混合后，透明性不减但是颜色的浓烈程度变弱，明度下降。因此，在通过暗影法表现立体感的时候，可以通过使用灰色来进行，但如果利用这种性质采用补色的方法来形成暗影其效果会更好。另外，通过色环来选择颜色也可以微调颜色。在瓷修复过程中，这种微调主要是通过应用桔黄色、棕色或它们的混合物对修复体的某些部位，如牙颈部、邻接面及小的窝沟等进行的。

六、颜色的调整

1. 彩度的修整

与基础色同色的染料使用后，可以在几乎不改变明度的前提下修整颜色。但是，要使颜色变淡、变薄则是不可能的。

2. 色相的变更

例如，要想使黄色的牙齿变成桔黄色，在色环上可以发现，黄色里加入红色的成份就可以形成桔黄色。这种配合的结果可以形成从强红桔黄色到强黄桔黄色之间无数中桔黄色。而且，这种变化几乎不改变明度。

3. 明亮度的变更

色不匹配最显眼的要数亮度不一致。亮度低暗的牙齿要想变成亮度高的牙齿是不可能的。亮度（明度）高而表现明亮的牙齿通过向基础色里加其补色可以使亮度降低。

4. 明度（亮度）和色相的变更

牙齿过白的情况下，通过在其基础色内加入补色可使明度下降，根据色环选择颜色向基础色里加入必要的颜色，例如，黄色牙齿加入紫和红色可以得到明度较低的桔黄色牙。

5. 明度与彩度的变更

一般来讲，加入补色可以使明度下降，同时彩度也降低。如果希望在不影响彩度的前提下降低明度，则可以通过加基础色和补色两方法来达到。比如，桔黄色牙加入蓝色和桔黄色则会形成灰色化。

6. 透明度的变更

染色对透明度的影响有一定的限度，仅局限于切端透明区。在希望赋予透明度的切端舌面涂染蓝色染料可以增加透明度；如果希望减弱透明度则可以通过使用白色染料来达到。这种染色来改变颜色的办法，只能是为了达到与口腔调和为目的的细微调节时才使用。因为，过量使用染色容易引起颜色变构，或者染色部分形成阴影而使颜色变暗等。

第二章 瓷熔附金属修复技术的基础理论

瓷熔附金属修复技术又称金-瓷修复技术，是研究将烤瓷烧结到合金表面形成修复体的技术，瓷熔附金属形成的修复体称金-瓷修复体。这种修复体具有瓷的耐磨耗性、耐腐蚀性、美观性和良好的生物相容性，同时又具有合金的耐冲击性。金-瓷修复体经历了三十多年的历史，从机能、美观和耐久性方面讲，是一种十分优良的修复体，因而临床上使用越来越广泛。但金-瓷修复体也有下面这些不足之处：

- 1)牙体预备量较多；
- 2)金-瓷冠戴入后，牙龈有萎缩和变暗的可能；
- 3)由于有金属作底衬，因此，再现天然牙的自然色调有一定的难度；
- 4)金-瓷修复体的制作过程比较复杂，技术熟练程度要求高。

由于牙体预备量过少会引起瓷层厚度变薄，也就影响了色调的再现，因此，通常1.2~1.5mm的磨切量是必须的。关于颈部牙龈变暗虽还没有完全解决，但使用颈瓷边缘后可基本上解决。而自然牙色调再现的困难主要也是因为使用遮色瓷后容易导致瓷反光增强，只有经过高度训练的人才能比较好地解决这一难题。但尽管如此，由于烤瓷材料具有的良好特性，为再现自然牙的色调和质感依然创造了可能性，它所能表现的效果，依然是其它修复材料难以达到的。

一、金-瓷修复技术的材料学基础

(一) 瓷材料

1. 烤瓷的组成

制作金-瓷修复体使用的是低熔烤瓷。其主要成分是钾长石 ($K_2O \cdot Al_2O_3 \cdot 6SiO_2$)，约占90%，其实，称其为长石玻璃更为合适。为了降低其熔点，在其中加入了助熔剂和着色金属氧化物。助熔剂包括 Na_2O ， MgO ， CaO ， B_2O_3 及 LiO_2 等。其大致组成成份可归纳如下表：

表 2-1 金属烤瓷的组成成份 (%)

	遮色瓷	体 瓷	透明瓷
SiO_2	52.52	60.47	60.26
Al_2O_3	17.05	15.10	15.28
K_2O	8.75	9.24	9.47
Na_2O	7.35	5.93	5.87
BaO	1.30	3.58	3.33
CaO	1.25	1.37	1.47
ZrO_2	1.03	0.78	0.35
TiO_2	7.95	0.45	0.45
其它	2.80	3.08	3.52