



全国高职高专口腔医学专业“十二五”规划教材
供口腔医学、口腔医学技术专业使用

口腔材料学

KOUQIANG
CAILIAOXUE

◎ 主编 王晓玲



郑州大学出版社

策划编辑 李同奎
张建光
责任编辑 李同奎
杨胜利
责任校对 刘 珍
封面设计 意拓设计
版式设计 苏韵舟



全国高职高专口腔医学专业“十二五”规划教材

- ★眼科学
- ★口腔修复学
- ★口腔正畸学
- ★口腔内科学
- ★口腔材料学
- ★口腔预防医学
- ★临床疾病概要
- ★耳鼻咽喉科学
- ★口腔颌面外科学
- ★口腔临床药理学
- ★口腔组织病理学
- ★口腔解剖生理学

ISBN 978-7-5645-0941-5



定价: 21.00元



全国高职高专口腔医学专业“十二五”规划教材
供口腔医学、口腔医学技术专业使用

口腔材料学

KOUQIANG
CAILIAOXUE

◎ 主编 王晓玲



郑州大学出版社
郑州

图书在版编目(CIP)数据

口腔材料学/王晓玲主编. —郑州:郑州大学出版社,2012.9
全国高职高专口腔医学专业“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5645-0941-5

I. ①口… II. ①王… III. ①口腔科材料-高等职业教育-教材 IV. ①R783.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 137309 号

郑州大学出版社出版发行

郑州市大学路 40 号

出版人:王 锋

全国新华书店经销

河南省诚和印制有限公司印制

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:11.25

字数:269 千字

版次:2012 年 9 月第 1 版

邮政编码:450052

发行电话:0371-66966070

印次:2012 年 9 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-5645-0941-5

定价:21.00 元

本书如有印装质量问题,由本社负责调换

作者名单

主 编 王晓玲 商丘医学高等专科学校

副主编 魏江明 邢台医学高等专科学校

编 委 (以姓氏笔画为序)

马洪超 商丘医学高等专科学校

卢 爽 湖北中医药大学

赵树娟 漯河医学高等专科学校

夏 岩 安徽医学高等专科学校

内 容 提 要

《口腔材料学》是口腔医学专业的基础课程之一,本教材着重介绍印模材料、模型材料、义齿基托树脂材料、口腔陶瓷材料、口腔金属材料、铸造包埋材料、切削和研磨材料、口腔内科常用材料、口腔颌面外科材料、口腔预防保健材料、口腔正畸材料等。本教材共安排 52 学时,其中理论学时 44 个、实验学时 8 个;内容按口腔材料的临床应用科室分类,重点介绍各材料的组成、性能及应用,力争内容全面又简明扼要,并根据口腔材料的最新发展和研究适当补充新知识。

目录

第一章 总论.....	1
第一节 概述	2
第二节 口腔材料的性能	5
第二章 口腔修复材料	19
第一节 印模材料	20
第二节 模型材料	32
第三节 义齿基托树脂	37
第四节 塑料牙及造牙材料	43
第五节 陶瓷材料	44
第六节 口腔金属材料	54
第七节 铸造包埋材料	72
第八节 切削和研磨材料	83
第九节 口腔修复其他材料	87
第三章 口腔内科常用材料	95
第一节 水门汀	96
第二节 根管充填材料	104
第三节 银汞合金	108
第四节 复合树脂	116
第五节 黏结材料	127
第四章 口腔颌面外科材料	139
第一节 口腔种植材料	140
第二节 口腔颌面缺损修复材料及其他材料	147
第五章 口腔预防保健材料	151
第一节 窝沟点隙封闭剂	152
第二节 牙膏与牙刷	155
第三节 含氟防龋材料	158

第六章 口腔正畸材料 161

 第一节 活动矫治器常用材料 162

 第二节 固定矫治器常用材料 163

 第三节 磁性材料 164

实验指导 167

 实验一 印模材料和模型材料的调拌实验 168

 实验二 甲基丙烯酸甲酯树脂调和反应各期的变化实验 168

 实验三 水门汀调和实验 169

 实验四 口腔材料见习 170

参考文献 172



第一章 总 论

学习目标

1. 掌握口腔材料学的概念。
2. 熟悉口腔材料的分类。
3. 了解材料的各种性能及临床意义。

第一节 概 述

口腔材料学(science of dental materials)是一门介绍口腔常用材料的种类、组成、性能和应用以及研究怎样利用人工材料和制品,替代和恢复由各种原因造成的牙、骨缺损或缺失后的生理外形并重建已丧失的生理功能的基础学科。其内容包括口腔修复材料、口腔内科材料、口腔外科材料、口腔预防保健材料、口腔正畸材料。口腔材料学在口腔医学中占有特殊的重要地位,因为口腔医学在很大程度上依赖于技术的进步,而口腔材料的发展又给治疗技术带来新的突破。现代口腔治疗水平的进步和提高,常伴有口腔材料的改进或新的口腔材料出现,而一种新的口腔材料的发展,也使口腔治疗、修复技术有了质的改变。作为一名口腔医务工作者在从事各种口腔医疗活动中,不仅要熟练掌握口腔临床医学知识,还必须掌握口腔材料的基础知识,并能熟练应用,只有充分了解各种口腔材料,掌握其性能特点和应用要求,才能安全有效地完成口腔治疗和修复工作,从而改善口腔患者的生活质量。

一、口腔材料学的发展简史

口腔材料的应用有着悠久的历史,且与口腔医疗活动几乎是同时产生和发展的。任何年代出现的不同材料对当时的口腔医疗修复技术都有很重要的影响。公元前 2500 年,在埃及王朝墓葬中发现用蜡、黏土和木头制成的义齿。用黄金制作的牙冠及桥体出现于公元前 700 ~ 前 500 年。公元 1 世纪罗马的 Celsus 就最早用棉绒、铅和其他物质等充填材料来充填大的龋洞,避免在拔牙过程中牙齿破碎。在唐代即有用银膏充填牙齿的记载,其银膏的主要成分为银、汞和锡,与现代的银汞合金成分很相似。另外据记载,在公元 1050 ~ 1122 年,人们用研碎的乳香、明矾和蜂蜜充填龋洞。约在公元 1480 年,意大利人开始用金箔充填龋洞,这是修复领域中的又一步。

许多人认为,近代牙科学开始于 1728 年法国 Pierre Fauchard 发表的专著,该著作涉及口腔医学的许多领域,论及了多种牙科修复材料和操作技术,并描述了以象牙制作义齿的方法。1756 年 Pfaff 描述了以蜡分段制取口腔印模,并用煅石膏灌注模型。1770 年, Jean Darcet 开始将低熔点合金应用于口腔修复。1788 年法国人 Nicholas Dubois de Chamant 获得了瓷牙制作方法的专利。

进入 19 世纪后,口腔材料发展迅速,先后研制了氧化锌丁香酚水门汀、磷酸锌水门汀等材料,且现在一直广泛使用,在 19 世纪中期对银汞合金的研究首次引起人们对口腔材料科学的极大兴趣,作为一种重要的后牙充填材料沿用至今。1895 年 Black 提出了标

准的窝洞分类方法和依据,19世纪中叶开始使用硫化橡胶制作义齿基托。

在20世纪,随着科学技术的发展、新兴学科的出现,口腔材料也得到极大的发展,对已有的材料进行改进,并建立了规范的标准,同时还研制出了许多新的材料。1937年研制出了最早将合成高分子材料应用于口腔医学领域的丙烯酸酯树脂基托材料。20世纪50~60年代金属烤瓷修复技术用于临床。1960年聚羧酸水门汀问世,多孔氧化铝陶瓷及其组织学研究报告发表。1963年牙科复合树脂问世以后,合成树脂类牙科黏结剂及黏结技术也迅速开发。1971年学者Wilson综合了磷酸锌水门汀和聚羧酸水门汀的优点而开发出玻璃离子水门汀。1978年口腔临床开始应用羟基磷灰石等生物陶瓷植入材料,这一应用促进了人们对模拟人体组织成分和结构材料的研究。

随着口腔材料的不断发展,人们越来越清楚了口腔材料在口腔医学中的重要作用和地位,口腔材料学成为一门独立的学科,是从20世纪开始形成的。从1920年口腔材料制品的第一项质量标准的制定开始,目前已经建立了各种口腔材料、器械和设备的国际标准。1900年以前只有少数人专门从事口腔材料的研究工作,而目前世界上已有相当数量的专门人才从事口腔材料学的研究和教学工作,国内许多口腔医科大学开设了口腔材料学课程。在我国,口腔材料学已成为与口腔内科学、口腔外科学、口腔修复学、口腔正畸学、口腔预防医学、口腔解剖生理学、口腔组织病理学一样必修的学科之一。

二、口腔材料的标准和标准化组织

20世纪以后,许多学者从事口腔材料的研发工作,但由于没有统一的技术测试标准,使众多的研究结果无法比较和规范。

1. 口腔材料的标准 口腔材料的标准(或称质量规格)是评价特定的口腔材料性能的技术文件,即对某种材料的性能提出具体的技术要求,当某种材料的质量标准确定之后,各生产厂家要向有关的质量管理部门申报,经测试确实符合标准后,才可给予注册、投放市场。而口腔医师必须对这些标准有一定的了解,才能充分发挥该材料的功能取得满意的临床疗效。

2. 美国牙科协会(American Dental Association, ADA) 美国国家标准局于1920年组织完成的牙科银汞合金标准是口腔材料的第一项标准,该标准得到口腔医学界的充分肯定和接受。1928年美国牙科协会开始了这项工作,并先后制定了几十项美国牙科协会标准。

3. 国际牙科联盟和国际标准化组织 从1950年开始,人们对建立国际水平的口腔标准寄予希望,国际牙科联盟(Federation Dental International, FDI)和国际标准化组织(International Standards Organization, ISO)等机构为此目标进行了大量工作,并制定了多项口腔材料和器械的技术规格。ISO是一个国际性的、非政府性的组织。ISO的主要目标是制定国际标准,ISO由143个国家的标准化团体构成。中国国家技术监督局(China State Bureau of Technical Supervision, CSBTS)代表中国作为ISO的成员。

4. 牙科技术委员会 鉴于FDI的牙科技术规格常常被误认为是ISO标准,在FDI的建议下,ISO成立了牙科技术委员会(Technical Committees 106, Dentistry),简称ISO/TC106, Dentistry。该委员会的责任是为各种口腔材料、器械和设备制定标准化的专

业技术术语、测试方法和质量规格。这些技术规格为牙科医师提供了正确可靠的标准。临床只要选用符合标准的产品,又操作正确,就能得到好的治疗效果。

5. 全国口腔材料和器械设备标准化技术委员会 中国是国际标准化组织牙科技术委员会(ISO/TC106, Dentistry)的积极成员。于1987年12月成立了口腔材料和器械设备标准化技术委员会(简称TC99),它承担与ISO/TC106对口的业务工作。该委员会负责我国口腔材料和器械设备的国家标准和行业标准的规划、制定和管理等工作。

三、口腔材料的分类

现有口腔材料的品种繁多,可采用不同的分类方法。通常有以下几种分类法。

1. 按材料主要应用临床科室分类

- (1)口腔修复材料。
- (2)口腔内科材料。
- (3)口腔颌面外科材料。
- (4)口腔预防保健材料。
- (5)口腔正畸材料。

2. 按材料用途分类

- (1)印模材料 用于制取各种颌面及口腔软硬组织阴模的一类材料。
 - (2)模型材料 用于制取各种口腔阳模的一类材料。
 - (3)义齿材料 用于制作人造牙、基托、固位体、连接杆、连接冠、连接桥及嵌体的一类材料。
 - (4)充填材料 用于充填窝洞的一类材料。
 - (5)黏结材料 用于口腔软硬组织及牙体硬组织与修复体材料之间进行黏结的一类材料。
 - (6)种植材料 用于制作牙科种植体的一类材料。
 - (7)包埋材料 用于包埋蜡型的一类材料。
 - (8)齿科预防保健材料 用于预防牙体组织疾病及损伤的一类材料。
- 此外,还有磨平抛光材料、衬层材料、正畸材料、颌面修复材料等。

3. 按材料性质分类

- (1)有机高分子材料。
- (2)无机非金属材料。
- (3)金属材料。

4. 按材料的应用部位分类

- (1)非植入人体的材料。
- (2)植入人体的材料。

5. 按材料与口腔组织的接触方式分类

- (1)直接、暂时与口腔组织接触的材料。
- (2)直接、长期与口腔组织接触的材料。
- (3)间接与口腔组织接触的材料。

以上分类法各有优缺点。本教材为适应高职高专口腔医学专业,突出口腔材料学的特点,体现临床实用性原则,采用按材料主要应用临床科室分类法进行分章,对多个临床科室应用材料一般按其主要用途在相应的章节集中介绍。

第二节 口腔材料的性能

口腔材料的优良性能是保证口腔材料临床应用安全有效的基础。根据不同的生理环境和功能要求,选择不同性能的材料,而同一种材料,根据其要求和应用方法不同又具有不同的性能。临床应用和实验室研究证明,材料的临床效果与材料的性质有密切关系。由于口腔软硬组织结构及口腔环境的特殊性,我们在选用材料时必须将材料的生物学特性与理化性能、机械性能一起考虑。下面主要介绍描述口腔材料物理性能、机械性能、化学性能、生物学性能的一些概念。

一、物理性能

(一) 尺寸变化

1. 定义 由于物理及化学因素的影响,充填材料、修复材料及其辅助材料在制作修复体过程和口腔环境中,可能会产生长度或体积大小的变化,称为尺寸变化(dimensional change)。尺寸变化通常用长度或体积变化的百分数来表示。其表达式为:

$$\varepsilon = \frac{L-L_0}{L_0} \times 100\%$$

式中: ε ——尺寸变化;

L_0 ——原长(mm);

L ——变化后的长度(mm)。

2. 几种口腔材料在固化期间的尺寸变化允许值 见表1-1。

表1-1 几种口腔材料在固化期间的尺寸变化允许值

材料名称	尺寸变化/%	材料名称	尺寸变化/%
磷酸锌水门汀	-0.05 ~ -0.07	人造石	0 ~ +0.20
氧化锌丁香酚水门汀	-0.31 ~ +0.85	煅石膏	0 ~ +0.30
银汞合金	-0.15 ~ +0.20		

3. 临床意义 在制作义齿时首先取印模并灌注模型,然后在模型上制作各种修复体,如果印模材料和模型材料的尺寸稳定性较差,那么制作出的修复体精度就会受到很大的影响。如在龋洞充填时,如果选择的充填材料在固化期间的尺寸变化大,充填体与窝洞之间的密合性就会受到影响,造成洞壁和充填材料之间出现微渗漏而形成继发龋,还可能会造成充填脱落等情况,使充填失败。

4. 尺寸变化的测量方法

(1) 间接测量法 可将长度转换成光学量和电学量等其他物理量进行测量。一般常用的有光杠杆放大仪、光干涉仪和应变计及差动变压器等。

(2) 直接测量法 直接测量材料固化前后的长度。这种测量法简便易行。

(二) 热膨胀系数

1. 定义

(1) 线胀系数(linear expansion coefficient) 几乎所有的材料均有受热时膨胀、冷却时收缩的现象。线胀系数是表征物体长度随温度变化的物理量。线胀系数的单位为每开[尔文]或负一次方开[尔文], 符号为 K^{-1} 。其表达式为:

$$\alpha_L = \frac{1}{L} \cdot \frac{dL}{dT}$$

式中: α_L ——温度为 T 时的线胀系数(K^{-1});

L ——温度为 T 时试样的长度(mm);

dL ——物体长度的改变;

dT ——温度的变化。

该式适用于压强为恒量的条件下。

(2) 体胀系数(cubic expansion coefficient) 体胀系数是表征物体体积随温度变化的物理量。体胀系数的单位为每开[尔文]或负一次方开[尔文], 符号为 K^{-1} 表达式为:

$$\alpha_V = \frac{1}{V} \cdot \frac{dV}{dT}$$

式中: α_V ——温度为 T 时的体胀系数(K^{-1});

V ——温度为 T 时试样的体积(mm^3);

dV ——物体体积的改变;

dT ——温度的变化。

该式通常适用于压强为恒量的条件下。

2. 临床意义 口腔材料的热膨胀系数是材料性质的主要指标, 对临床应用影响很大。一般情况下随着温度的升高, 多数物质的长度或体积都随之增大。这是因为分子或原子在温度升高的情况下热运动振幅加大, 位能增加的结果。位能加大, 造成分子平均距离加大, 外观表现为长度或体积的增大。

如模型材料的热膨胀系数大, 会使以此模型制作的修复体与实际口腔的情况不匹配, 影响铸造修复体的精确度; 烤瓷材料和烤瓷合金热膨胀系数不匹配时会影响瓷与合金的结合等; 若充填体与牙体组织的热膨胀系数差别较大, 就会产生缝隙, 唾液及食物残渣等进入裂隙, 引起继发龋及牙髓炎。

3. 部分材料线胀系数与牙体组织的线胀系数的对比 见表 1-2。

表 1-2 牙体组织及一些口腔材料的线胀系数

材料	线胀系数($\times 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$)	材料	线胀系数($\times 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$)
钛	11.9	牙釉质	11.4
金	14.4	牙本质	8.3
银	19.2	冠	11.4
铜	16.8	根	8.3
铂	8.9	人牙	10 ~ 15
汞	60.6	氧化锌丁香酚水门汀	35
金合金	12.0 ~ 15.5	玻璃离子水门汀	10.2 ~ 11.4
钛合金	12.43	银汞合金	22 ~ 28
钯合金	14.2 ~ 15.2	复合树脂	14 ~ 50
钴铬合金	14.1 ~ 14.7	窝洞封闭剂	70.9 ~ 99.1
镍铬合金	14.1 ~ 15.7	丙烯酸树脂	70 ~ 100
体瓷和不透明瓷	12.4 ~ 16.2	嵌体蜡	260 ~ 320
长石质陶瓷	6.4 ~ 7.8	硅橡胶印模材料	109 ~ 210

4. 测试方法 线胀系数的测试方法有光干涉法、差动变压器法、示差法、光杠杆放大法和 X(或中子)射线法等。在口腔材料研究中,通常采用光干涉法和差动变压器法。一般情况下光干涉法精确度高,试样小,但测试装置的建立和操作比较难,受环境影响会产生较大的测量误差。差动变压器具有精度高、试样小、操作简便等优点。

(三) 热导率

1. 定义 导热性是物体传递热量的性能。热导率(thermal conductivity)又称导热系数(coefficient of thermal conductivity),是量度材料导热性能的物理量。其定义为面积热流量除以温度梯度。热流量是单位时间内通过一个面的热量,单位为瓦[特],符号为 W;面积热流量为热流量除以面积,单位为瓦[特]每平方米,符号为 W/m^2 。热导率是热传导中最常用的一个量。

2. 牙釉质、牙本质及一些口腔材料的热导率 见表 1-3。

表 1-3 牙釉质、牙本质及部分口腔材料的热导率

材料名称	热导率[$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]	材料名称	热导率[$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$]
牙釉质	0.87 ~ 0.92	银汞合金	23
牙本质	0.57 ~ 0.63	复合树脂	1.1
金	297	磷酸锌水门汀	1.05 ~ 1.29
银	385 ~ 421	氧化锌丁香酚水门汀	0.46
铜	370 ~ 394	金合金	297.3
铂	69.8	丙烯酸树脂	0.21

3. 临床意义 不同的材料有不同的导热性能,临床必须根据情况进行选择。例如在龋洞充填时,接近牙髓的部位必须选择热导率低的材料,以隔绝温度变化对牙髓的刺激,如磷酸锌水门汀和氧化锌丁香酚水门汀的热导率同牙齿硬组织接近,因此在较深窝洞充填前,先用此类材料垫底以起到隔热作用。而选择义齿基托材料时,应尽量选择热导率高的材料,以使基托覆盖的口腔黏膜能有良好的温度感觉。

(四) 流电性

1. 定义 当口腔内存在异种金属修复体相接触时,由于不同金属之间的电位不同,将会出现电位差,导致微电流,这种性质称为流电性(galvanism),该现象称为流电现象。

2. 原理 流电现象产生的原理同原电池原理。原电池是将化学反应的能量转变成电能的装置,它是由两个电极和连通两电极的电解质溶液所组成。图 1-1 为原电池工作原理示意图。

3. 临床意义 如图 1-2 所示,在口腔环境中唾液类似电解质,当口腔内存在不同金属的修复体或金属充填物时,就会产生流电现象。表现为患者在咬合时,两修复体接触,相当于电池两极短路,有较大的电流产生,患者感觉极不舒服,同时还导致修复体的不断溶解、锈蚀(出现电化学腐蚀)。因此,临床上应尽量避免不同种金属在口腔中接触。

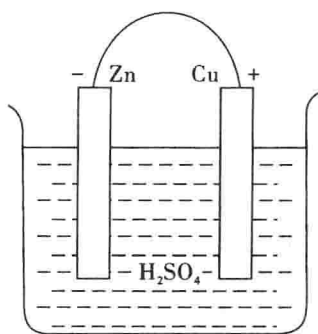


图 1-1 原电池工作原理示意图

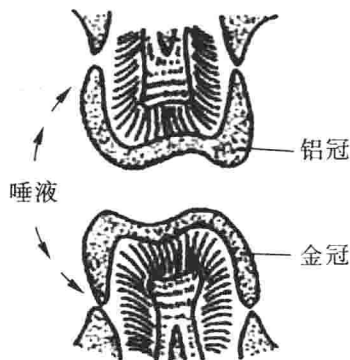


图 1-2 金冠和铝冠电流产生示意图

此外,同一种金属修复体由于加工中金属污染或不同部位所含各类元素浓度不同也会发生上述现象。银汞合金充填体在口腔中与硫化物、氯化物反应所引起的锈蚀、失去光泽、变色现象也属于流电现象。

(五) 湿润性

1. 定义 液体在固体表面扩散的趋势称为液体对固体的湿润性(wettability),可由液体在固体表面的接触角的大小来表示。图 1-3 所示液体在固体表面所形成的液滴。过液滴与固体表面的接触点作液滴的切线与固、液界面之间夹角 θ 称为接触角。

湿润是黏结的必要条件。湿润性和物体的表面张力密切相关,表面张力是研究物体表面特性的物理量,指作用在物体表面上单位长度的力,单位为牛顿每米(N/m)。表面实质上是界面。液体的表面指液体与空气的界面,固体的表面指固体与空气的界面。液体的表面张力是指液体与空气界面的表面张力,符号为 r_{LV} ;固体的表面张力是指固体与

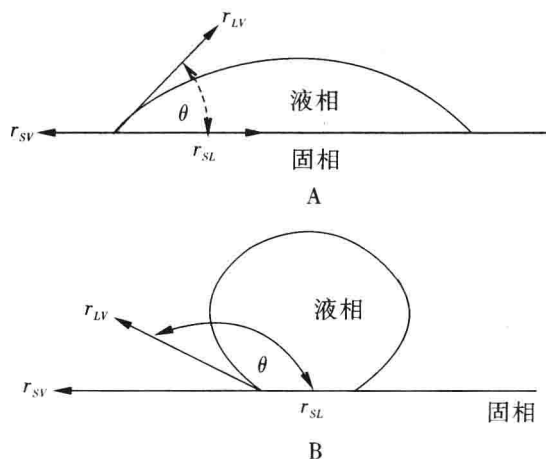


图 1-3 接触角与湿润性

空气界面的表面张力,符号为 r_{SV} ;固体与液体界面的张力则为 r_{SL} 。三种表面张力与接触角的关系如下列公式表示:

$$r_{SV} = r_{SL} + r_{LV} \cdot \cos\theta$$

式中: r_{SV} ——固-气的表面张力;

r_{SL} ——固-液的表面张力;

r_{LV} ——液-气的表面张力;

θ ——指液体在固体表面的接触角。

常用接触角的大小来表示液体对固体的湿润性。接触角 θ 越小,液体在固体表面湿润性越好;反之, θ 越大,湿润性越差。当 $\theta=0^\circ$,表明液体对固体完全湿润或理想湿润;当 $0^\circ < \theta \leq 90^\circ$,称润湿,表明液体的湿润性好;当 $\theta > 90^\circ$,称不湿润,表明液体的湿润性差;当 $\theta=180^\circ$ 时,表明液体对固体完全不湿润。

2. 临床意义 润湿是黏结的必要条件。牙体的黏结材料,如牙釉质黏合剂,或牙本质黏合剂,对牙体组织应有较好的润湿性。金属烤瓷粉熔附于金属表面时也应有良好的润湿性。

(六) 色彩性

1. 色彩三要素 物体的颜色由彩色和非彩色构成,彩色指除黑白以外的所有颜色。由色调、彩度和明度三个特性构成。

(1) 色调 又称色相、色别,为颜色的名称,如红色、绿色等。

(2) 明度 又称明亮度,反映物体对光的反射性。

(3) 彩度 彩度是指色彩的饱和度或纯度。

2. 临床意义 口腔修复不仅要恢复软硬组织的形态和功能,而且对审美的要求更高。在口腔疾病治疗过程中,掌握色彩的和谐性,获得美感,是非常重要的。天然牙的色彩除了和牙齿自身组织颜色有关外,还受到牙周组织、黏膜、皮肤、年龄、环境等因素的影响。一般通过仪器测色法或比色法来测量牙齿的颜色,从而确定修复体的颜色,在测量