

全国高职高专卫生部规划教材
供口腔医学、口腔医学技术专业用

第2版

口腔材料学

主 编 王 荃
副主编 李新春

中国口腔材料学会
中国口腔材料学会

中国口腔材料学会

口腔材料科学

中国口腔材料学会
中国口腔材料学会

中国口腔材料学会

全国高职高专卫生部规划教材
供口腔医学、口腔医学技术专业用

口腔材料学

第2版

主 编 王 荃

副主编 李新春

编 者 (以姓氏笔画为序)

王 荃 (云南医学高等专科学校)

米新峰 (开封市卫生学校)

孙国琪 (河北医科大学口腔医学院)

李新春 (开封市卫生学校)

杨 艳 (厦门医学高等专科学校)

夏丽华 (广东省佛山市口腔医院)

龚 娟 (同济大学口腔医学院)

图书在版编目(CIP)数据

口腔材料学/王荃主编. —2 版. —北京:人民卫生出版社, 2009. 5

ISBN 978-7-117-11809-5

I. 口… II. 王… III. 口腔科材料-高等学校: 技术学校-教材 IV. R783. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 055672 号

本书本印次封底贴有防伪标。请注意识别。

口腔材料学

第 2 版

主 编: 王 荃

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-67616688)

地 址: 北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

邮 编: 100078

网 址: <http://www.pmph.com>

E - mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-67605754 010-65264830

印 刷: 三河市潮河印业有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 11

字 数: 259 千字

版 次: 2003 年 8 月第 1 版 2009 年 5 月第 2 版第 9 次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-11809-5/R · 11810

定 价: 20.00 元

版权所有, 侵权必究, 打击盗版举报电话: 010-87613394

(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)

出版说明

第二轮全国高职高专口腔医学、口腔医学技术专业用卫生部规划教材历时一年时间终于完成编写、出版。本轮教材的编写,是在上版教材使用5年余的基础上,经过认真调研、论证,结合高职高专的教学特点和课程设置、课时数,强调了教材编写的“三基、五性、三特定”和“够用、必需”原则,在给予学生系统知识的同时,更着重于实训知识和技能训练,以体现高职高专教育的特色和卫生职业教育的改革成果。

本轮教材仍为13种,主编和编者均来自全国各地高职高专口腔医学、口腔医学技术专业教学一线的专家学者,在卫生部教材办公室和全国高职高专相关医学类教材评审委员会的组织和指导下,对编写内容的科学性、适用性进行了反复修改,对教材的体例和形式也进行了规范,并针对口腔医学、口腔医学技术两个专业不同的学习要求和目标,在书末单独列出了两个专业的学习要点,以便教学中参考。

本轮教材修订的品种如下:

□ 口腔工艺技术概论	主编 吕广辉	副主编 伍爱民
* □ 口腔解剖生理学	主编 马 莉	副主编 姚向阳 王 福
* □ 口腔组织病理学	主编 宋晓陵	副主编 杨丽芳
* □ 腔内科学	主编 郑 艳	副主编 桂和明 宋旭纯
□ 口腔颌面外科学	主编 万前程	副主编 胡砚平
* □ 口腔预防医学	主编 李 月	副主编 顾长明
* □ 口腔修复学	主编 姚江武	副主编 何 冰
□ 口腔正畸学	主编 赵高峰	副主编 杜礼安
* □ 口腔医学美学	主编 潘可凤	副主编 张秀华
□ 口腔材料学	主编 王 荃	副主编 李新春
□ 口腔固定修复工艺技术	主编 李长义	副主编 李水根 蒋 菁
* 可摘局部义齿修复工艺技术	主编 林雪峰	副主编 胡书海
全口义齿工艺技术	主编 王跃进	副主编 景先明

* 为普通高等教育“十一五”国家级规划教材

前 言

为适应高等职业技术教育的迅速发展和口腔医学技术的不断进步,卫生部教材办公室组织编写新一版的高职高专口腔专业卫生部规划教材。在 2008 年 4 月的主编人会议上,全体主编和有关专家对该套教材的定位、思路和要求进行了充分探讨,进一步明确了教材的“三基”、“五性”、“三特定”原则,强调了该教材的适应性和适用性。根据目前口腔职业技术教育发展实际,在教材内容和教学方法上进一步突出职业技术的特点,教材要面向口腔医学和口腔医学技术专业。

口腔材料学是一门新兴的边缘学科,但又是一门非常活跃和有很大发展空间的学科。随着我国经济快速发展,人民生活水平的不断提高,人民群众对口腔医疗质量提出了更高的要求,也要求口腔材料不断改进和发展。近年来,国内外对口腔材料的研究进展很快,有大量新的材料应用于口腔临床,对口腔医学的发展起到了不可或缺的推动作用。

为突出实用性,并考虑对口腔材料的认知和使用习惯,本教材按材料的用途分为总论、口腔修复材料、口腔内科材料、口腔预防保健材料、口腔颌面外科材料和口腔正畸材料六章,在上一版的基础上,对有关内容进行了修改和增减,力求反映口腔材料的发展现状和最新进展。

在编写过程中,得到了云南医学高等专科学校和开封市卫生学校的大力支持,也得到了云南医学高等专科学校宋明武副教授的许多帮助,在此一并致谢。

由于我们水平有限,可能会存在一些缺点和错误,我们恳请广大师生和口腔医务工作者给予批评指正。

王 荃

2009 年 2 月

目 录

第一章 总论	1
第一节 概述	1
一、口腔材料学的发展简史	1
二、口腔材料的标准和标准化组织	2
三、口腔材料的分类	3
第二节 材料的性能	4
一、物理性能	4
二、机械性能	8
三、化学性能	14
四、生物性能	15
第二章 口腔修复材料	17
第一节 印模材料	17
一、概述	17
二、藻酸盐类印模材料	18
三、硅橡胶印模材料	22
四、琼脂印模材料	24
五、印模膏	25
六、其他印模材料	26
七、印模的消毒	27
第二节 模型材料	28
一、概述	28
二、石膏类模型材料	29
三、耐高温模型材料	33
四、蜡型材料	33
五、口腔常用蜡	35
第三节 义齿基托树脂	37
一、加热固化型基托树脂	37
二、化学固化型义齿基托树脂	43

三、其他基托材料	45
第四节 成品树脂牙及造牙树脂	47
一、概念、应用范围及性能要求	47
二、常用成品树脂牙	48
三、造牙树脂	48
第五节 义齿软性衬垫材料	49
一、丙烯酸酯类义齿软衬材料	49
二、硅橡胶类义齿软衬材料	50
第六节 铸造包埋材料	50
一、概述	50
二、中低熔合金铸造包埋材料	52
三、高熔合金铸造包埋材料	58
四、特殊包埋材料	63
第七节 口腔金属材料	65
一、概述	65
二、锻制合金	70
三、铸造合金	72
四、烤瓷熔附合金	76
五、其他金属材料	78
六、其他修复用金属制品	79
第八节 口腔陶瓷材料	81
一、概述	81
二、金属烤瓷材料	84
三、烧结全瓷冠材料	87
四、铸造陶瓷材料	90
五、可切削陶瓷	92
六、成品陶瓷牙	92
第九节 切削和研磨材料	93
一、切削和研磨的特点	93
二、切削、研磨材料的种类及性能	94
第十节 口腔修复用其他材料	96
一、分离剂	97
二、清洁材料	98
三、义齿稳定材料	99
四、排龈材料及药物	100
第三章 口腔内科材料	102
第一节 根管充填材料	102
一、固体类根管充填材料	102

二、糊剂类根管充填材料	103
三、液体类根管充填材料	105
第二节 水门汀	106
一、磷酸锌水门汀	106
二、氧化锌丁香酚水门汀	107
三、聚羧酸锌水门汀	108
四、玻璃离子水门汀	109
五、氢氧化钙水门汀	111
第三节 银汞合金	112
一、组成	112
二、固化反应	114
三、性能	114
四、应用	118
五、防护	118
第四节 复合树脂	118
一、组成	119
二、分类	121
三、性能	122
四、应用	125
第五节 粘结材料	126
一、种类	126
二、粘结机制	126
三、常用粘结剂	127
第四章 口腔预防保健材料	130
第一节 窝沟点隙封闭剂	130
一、树脂封闭剂	130
二、玻璃离子封闭剂	133
第二节 含氟防龋材料	133
一、含氟凝胶	133
二、含氟漱口水	134
三、含氟涂料	134
四、含氟充填材料	134
五、其他局部用氟方法	134
第三节 牙膏与牙刷	135
一、牙膏	135
二、牙刷	136
三、其他牙齿清洁材料	137

第五章 口腔颌面外科材料	139
第一节 口腔种植材料概述	139
一、口腔种植材料的分类	139
二、口腔种植材料应具备的性能	140
三、种植原理	141
四、口腔种植的评价标准	141
五、口腔种植材料的发展趋势	142
第二节 口腔陶瓷种植材料	142
一、种类和组成	142
二、临床应用及性能	143
第三节 金属种植体	145
一、种类和性能	145
二、金属种植体的形态和用途	146
第四节 口腔颌面缺损修复材料及口腔颌面外科其他材料	149
一、口腔颌面缺损修复材料	149
二、颌面外科代用品植入材料	149
三、颌面外科用粘结剂	150
四、颌面外科用金属制品	151
第六章 口腔正畸材料	152
第一节 活动和固定矫治器常用材料	152
一、可摘矫治器常用材料	152
二、固定矫治器常用材料	153
第二节 磁性材料	157
一、磁性材料的种类与性能	157
二、磁性材料在口腔临床的应用	158
参考文献	160
学习要点	161
实训指导	163
实验一、藻酸盐印模材料的应用	163
实验二、熟石膏的应用	165
实验三、甲基丙烯酸甲酯树脂调和反应各期的变化实验	166

第一章

总 论

第一节 概 述

口腔材料学(science of dental materials)是一门和口腔医学、生物学、医学工程学、材料学、化学、物理学等密切相关的交叉性边缘学科。它是研究口腔医学领域各种材料的组成、性能和应用,以及口腔与生物材料的相互关系,从而达到利用人工材料和制品,替代和恢复因各种原因造成的天然牙或骨缺损、缺失后的生理外形和重建已丧失的生理功能的一门学科。口腔材料学是口腔医学的重要组成部分。口腔材料涵盖了现代科学技术的许多方面,并随着整个社会的科学技术的进步而发展,其产品依托厚重的科学技术背景条件。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;因此,口腔医学和口腔材料学是相互促进,相互发展。作为一名现代口腔医师或口腔技师除了必须掌握口腔医学知识外,还要掌握口腔材料的基础知识,以及应用技术。只有基于对所用口腔材料的充分了解,掌握性能特点和应用要求后,才能完成高质量的口腔治疗和修复。

一、口腔材料学的发展简史

口腔材料的应用历史悠久,与口腔医疗活动几乎是同时产生和发展的。口腔材料在口腔医疗实践活动中的应用历史,最早可以追溯到公元前 2500 年前,在埃及王朝墓葬中发现有用蜡、黏土和木制的假鼻、眼眶、耳和牙齿。公元前 700~500 年已有了用黄金制作的牙冠及桥体。公元 1 世纪罗马的 Celsus 在拔除龋齿之前,曾用棉绒、铅和其他物质充填大的龋洞,避免在拔牙过程中牙齿破碎,这可能是最早的龋洞充填材料。在公元 7 世纪的中国,唐高宗时期颁布的《唐新本草》有用银膏补牙的记载,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。据记载,公元 1050~1122 年间,人们用研碎的乳香、明矾和蜂蜜充填龋洞。约 1480 年,有意大利人开始用金箔充填龋洞。

多数学者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,并包括以象牙制作义齿的方法。1756 年 Pfaff 发表了以蜡分段制取口腔印模,并用煅石膏灌注模型的论文。1770 年, Jean Darcet 开始将低熔点合金用于牙科。1788 年法国人 Nicholas Dubois de Chamant 发明了瓷牙修复技术,并于 1792 年获专利。1839 年 Charles Goodyear 使用硫

化橡胶制作义齿基托。

进入 19 世纪后,口腔材料发展迅速,先后发现了牙胶、氧化锌丁香酚水门汀和磷酸锌水门汀等材料,这些材料现在仍在广泛使用。在 19 世纪中叶发明了铜汞合金和银锡汞合金,并不断的加以改进,1895 年 Black 提出了相应的洞型标准和工艺步骤,他在硫化橡胶用于基托制作和面部赈复,陶瓷用于义齿和人工牙种植等方面也作了大量的研究。

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,除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 年出现的丙烯酸树脂基托材料取代了硫化橡胶基托材料,是合成高分子材料在口腔医学领域应用的最早实例。50 年代后期,室温硫化硅橡胶用作印模材料。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,1971 年美国学者 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。1963 年美国学者 R. L Bowen 取得牙科复合树脂的专利。在复合树脂的应用逐渐扩大的同时,合成树脂类牙科粘结剂及粘结技术也迅速开发。60 年代,Bränemark 提出骨整合理论,并把钛和钛合金用于种植体,该研究获得极大成功,促进了口腔金属种植材料的发展。1960 年多孔氧化铝陶瓷及其组织学研究报告发表,1978 年羟基磷灰石等生物陶瓷作为植入材料应用于口腔临床,这些促进了对生物相容性和生物活性较好的陶瓷类种植材料研究。

随着口腔材料的不断发展,现在人们毫不质疑口腔材料在口腔医学中的重要作用和地位,口腔材料学早已成为一门独立的学科。自 1920 年建立了口腔材料制品的第一项质量标准——银汞合金的选择和分级规格以来,目前已经建立了各种口腔材料、器械和设备的国际标准。目前世界上(包括我国)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,国内许多口腔医学院内设立了专门的口腔材料学教研室、研究室或中心,开设了口腔材料学课程,还授予这门学科硕士和博士学位;近年来一些综合性大学也开始了口腔材料的研究工作。在我国,口腔材料学已成为与口腔解剖生理学、口腔组织病理学并列的口腔专业主要的基础课程之一。

二、口腔材料的标准和标准化组织

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。口腔医师必须对这些标准有一定的了解。

口腔材料的第一项标准是由美国国家标准局于 1920 年组织完成的牙科银汞合金标准,此后有关研究人员又进行了锻制合金、铸造合金等材料的研究。1928 年改由美国牙科协会(American dental association, ADA)组织这方面的工作,先后已制定 60 多项美国牙科协会标准,随着知识的更新及技术的发展,不断对已制定的标准进行修订和补充。国际牙科联盟(federation dentaire 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。

ISO 是一个国际性的、非政府性的组织,其分支机构牙科学技术委员会(technical committees 106, dentistry)简称 ISO/TC106, dentistry。ISO 的主要目标是制定国际标准化,106-dentistry 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。

1987年12月,中国国家技术质量监督局代表中国作为ISO标准委员会(简称TC99)行业标准的规划、制定和管理等工作的正式成员,负责我国口腔材料和器械设备的国家标准、口腔材料的分类。

三、口腔材料的分类

现有口腔材料的品种繁多,加之新的口腔材料不断研发并应用于口腔临床,造成分类标准和分类方法不一。从科研、教学和临床应用的不同角度,可采用不同的分类方法。通常有以下几种分类法:

(一) 按材料主要应用临床科室分类

1. 口腔内科材料
2. 口腔颌面外科材料
3. 口腔修复材料
4. 口腔正畸材料

(二) 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

(三) 按材料用途分类

1. 印模材料
2. 模型材料
3. 义齿材料
4. 充填材料
5. 粘结材料
6. 种植材料

(四) 按材料用途分类

此外还有包埋材料、磨平抛光材料、衬层材料、颌面修复材料等。

(五) 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

(六) 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

以上分类法各有侧重,各有优缺点。本教材突出高职教育的特点,体现实用性原则,并考虑到材料应用的习惯和逻辑关系,采用按材料主要应用临床科室分类法进行分章,每章中又按照其用途或名称分为若干节。对多个临床科室用材料一般按其主要用途在某一章节集中介绍。

第二节 材料的性能

口腔材料的性能主要指其口腔临床应用并行使功能密切相关的性质,是保证口腔材料临床应用安全有效的基础。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着密切的关系。为了保证材料符合临床要求,ISO/TC 106 及各国标准化组织研究制定了口腔材料性能技术标准,规定了不同口腔材料应满足的性能要求及技术标准。口腔材料的各项性能涉及物理性能、机械性能、化学性能、生物学性能等许多方面,这些性能在某些方面相互交叉,难以严格分类。下面主要介绍描述口腔材料物理性能、机械性能、化学性能、生物学性能等的一些概念。

一、物理性能

(一) 尺寸变化

口腔材料在制作和使用过程中,由于物理及化学因素的影响,引起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:

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

式中:ε:尺寸变化

L₀:原长(mm)

L:变化后的长度(mm)

口腔材料的尺寸稳定是材料的基本性能要求,具有重要的临床意义。如印模材料、模型材料的尺寸稳定性对修复体的制作精度有重要影响。充填材料固化期间的尺寸变化对充填体与窝洞之间的密合性也有很大影响。因此在研制印模材料、模型材料和充填材料时必须努力减少使用过程中的尺寸变化。标准化组织根据临床需要对材料的尺寸变化做了相应规定,表 1-1 列举了几种材料在固化期间的尺寸变化的允许值。

表 1-1 几种材料固化期间尺寸变化允许值

材料	尺寸变化(%)	材料	尺寸变化(%)
银汞合金	-0.15~+0.20	熟石膏	0~0.30
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		

(二) 热膨胀

几乎所有的材料均有受热时膨胀、冷却时收缩的现象。热膨胀系数(coefficient of thermal expansion)是描述物体长度(或体积)随温度变化的物理量,当用长度的变化表示热膨胀系数时,称为线胀系数(linear expansion coefficient)。通常测量材料的线热胀系数,其表达式为:

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

该式适用于压强为恒量的条件下。

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

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} 。

图 1-1 为新鲜无龋牙根、牙冠的线胀系数。曲线上各点的微商除以试样长度所得的商即为相应温度下的线胀系数。由曲线可知：同种材料不同温度时的线胀系数不同。然而在实际应用中，测定某一温度范围的平均线胀系数更有意义。

为了便于测量，通常以环境温度时试样长度 L_0 代替式中的 L ，则温度范围在 $T_1 - T_2$ 时的线胀系数可表示为：

$$\alpha = \frac{L_2 - L_1}{L_0(T_2 - T_1)}$$

式中： α_L ：温度 T_1 至 T_2 范围内平均线胀系数(K^{-1})

L_0 ：环境温度时试样的长度(mm)

L_1 ：温度为 T_1 时试样长度(mm)

L_2 ：温度为 T_2 时试样长度(mm)

当用体积的变化表达热膨胀系数时，则称为体胀系数(cubic expansion coefficient)。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

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} 。如果固体是各向同性的，则其 $\alpha_V = 3\alpha_L$ 。

口腔材料的热膨胀系数是材料性质的主要指标，对临床应用有很大影响。如包埋材料要求具有一定的热膨胀系数来补偿铸造合金在铸造过程中的修复体收缩，烤瓷材料和烤瓷合金热膨胀系数不匹配会影响瓷与合金的结合等。若充填体与牙体热膨胀系数有差别，也会在长期使用后出现充填体产生微裂或在充填体与窝洞之间产生缝隙，唾液及食物残渣等进入裂隙，引起继发龋及牙髓炎。表 1-2 列出牙体组织及一些口腔材料的线胀系数。

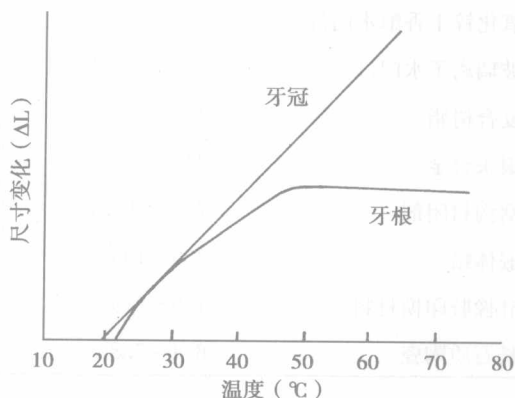


图 1-1 牙根、牙冠的线胀系数

表 1-2 牙体组织及部分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 ($\times 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$)
人牙	10~15	体瓷及不透明瓷	12.4~16.2
牙釉质	11.4	金合金	12~15.5
牙本质	8.3	钴铬合金	14.1~14.7
氧化锌丁香酚水门汀	35	镍铬合金	14.1~15.7
玻璃离子水门汀	10.2~11.4	钛合金	12.4
复合树脂	25~50	钛	11.9
银汞合金	22~28	铜	16.8
窝沟封闭剂	70.9~99.1	银	19.2
嵌体蜡	300~1000	金	14.4
硅橡胶印模材料	109~210	铂	8.9
长石质陶瓷	6.4~7.8		

(三) 热导性

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。符号为 λ ,即温度梯度为 $1^{\circ}\text{C}/\text{m}$,单位时间通过 1m^2 的热量(瓦特)。单位是瓦特每米开[尔文],符号为 $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

在牙体修复时,为避免充填后牙齿在口腔环境中出现冷热刺激反应,口腔充填材料应具备较小的热导率,特别是接近牙髓的部位必须选用热导率低的材料,以隔绝温度变化对牙髓的刺激。在使用银汞合金这类热导率远远大于牙齿硬组织的材料时,必须用热导率较低的水门汀垫底后才可充填。表 1-3 列出牙釉质、牙本质及部分口腔材料的热导率。

表 1-3 牙釉质、牙本质及部分口腔材料的热导率

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

(四) 湿润性

液体在固体表面扩散的趋势称为液体对固体的湿润性(wettability),湿润是粘结的必要条件。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,单位为每米牛(N/m)。表面能是从能量的角度描述物体表面特征。

现实条件下物体的表面是指界面。液体的表面张力是指液体与空气界面的表面张力,符号为 γ_{LV} ;固体的表面张力是指固体与空气界面的表面张力,符号为 γ_{SV} ;固体与液体界面的表面张力则为 γ_{SL} 。三种界面及产生的表面张力关系如下列公式表示:

$$\gamma_{SV} = \gamma_{SV} + \gamma_{SL} \cdot \cos\theta$$

θ 是指液体在固体表面的接触角。

当把液体滴在固体表面上,它可以铺展开来或取得一定形状而达到平衡。通过液滴与固体表面接触点作液滴曲面的切线,该切线与固、液界面之间的夹角 θ ,称为接触角。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 $\theta=180^\circ$ 时,表明液体对固体完全不湿润。图1-2所示为液体在固体表面形成的液滴。

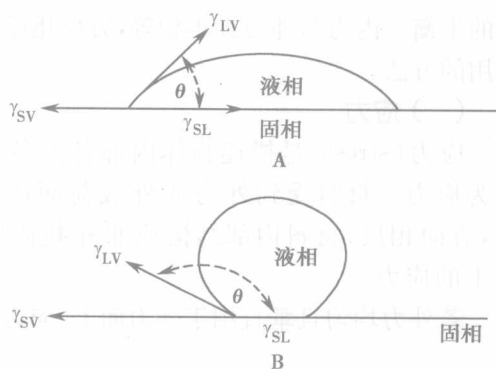


图 1-2 接触角与湿润性

A. 湿润性好; B. 湿润性差

(五) 流电性

在电解质溶液中,异种金属相接触,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。流电现象产生的原理同原电池原理。

在口腔环境中唾液就类似电解质,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,有较大的电流产生即流电现象,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。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、变色的现象也属于流电现象。

(六) 色彩性

口腔治疗、修复的目的不但是要恢复软、硬组织的形态和功能,而且还要达到美观、和谐的效果。随着人们对口腔治疗的要求不断提高,修复体的色彩自然、协调成为医师和患者关注的重要内容之一。

物体的颜色是不同波长的可见光作用于眼睛的结果,任何色彩具备有三个基本要素,即色相、明度和彩度。

色相是指色彩的类型;明度是指色彩的明暗程度;彩度是指色彩的饱和度或纯度,它