

国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材配套教材
全国高等学校配套教材

供生物医学工程专业（临床工程方向）用

医用材料概论 学习指导与习题集

- 主 编 欧阳晨曦
- 副主编 赵 强 蒲江波 魏利娜 杨倩倩

国家卫生和计划生育委员会“十三五”规划教材配套教材
全国高等学校配套教材

供生物医学工程专业（临床工程方向）用

医用材料概论

学习指导与习题集

主 编 欧阳晨曦

副主编 赵 强 蒲江波 魏利娜 杨倩倩

编 者（以姓氏笔画为序）

王云兵 国家生物医学材料工程技术研究中心

王友法 武汉理工大学

王春仁 中国食品药品检定研究院医疗器械检
定所

冯晓明 中国食品药品检定研究院医疗器械检
定所

宁成云 华南理工大学

任伊宾 中国科学院金属研究所

刘连新 哈尔滨医科大学第一临床医学院

刘国金 武汉杨森生物技术有限公司

刘建民 中国人民解放军海军军医大学第一附
属医院

刘祖国 厦门大学医学院

杨 莹 西南交通大学

杨红军 武汉纺织大学

杨倩倩 华中科技大学同济医学院附属协和医院

肖 苒 中国医学科学院整形外科医院

肖春生 中国科学院长春应用化学研究所

张 旭 天津医科大学口腔医院

张嘉敏 天津大学

张德元 先健科技（深圳）有限公司

陈士柱 国家纳米科学中心

邵 毅 南昌大学第一附属医院

欧阳晨曦 中国医学科学院阜外医院

赵 强 南开大学生命科学学院

赵开军 第二军医大学附属长海医院

胡 勇 香港大学李嘉诚医学院

施孟超 中国科学院上海硅酸盐研究所

敖 强 中国医科大学

崔培林 首都医科大学附属北京天坛医院

蒋 青 南京大学医学院附属鼓楼医院

蒋 霞 四川大学再生医学研究中心

景在平 全军血管外科研究所

谢 挺 上海交通大学医学院附属第九人民医院

蒲江波 中国医学科学院生物医学工程研究所

雷 霞 中国人民解放军陆军军医大学第三附
属医院

蔺嫦燕 首都医科大学附属北京安贞医院

薛 骏 复旦大学附属华山医院

魏利娜 中国食品药品检定研究院医疗器械检
定所

学术秘书 严欣欣 中国医学科学院阜外医院

图书在版编目(CIP)数据

医用材料概论学习指导与习题集/欧阳晨曦主编.—北京:人民卫生出版社,2018

全国高等学校生物医学工程专业(临床工程方向)第一轮规划教材配套教材

ISBN 978-7-117-26903-2

I. ①医… II. ①欧… III. ①生物材料-高等学校-教学参考资料 IV. ①R318.08

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第130930号

人卫智网	www.ipmph.com	医学教育、学术、考试、健康, 购书智慧智能综合服务平台
人卫官网	www.pmph.com	人卫官方资讯发布平台

版权所有,侵权必究!

医用材料概论学习指导与习题集

主 编: 欧阳晨曦

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 010-59780011)

地 址: 北京市朝阳区潘家园南里19号

邮 编: 100021

E-mail: pmph@pmph.com

购书热线: 010-59787592 010-59787584 010-65264830

印 刷: 三河市尚艺印装有限公司

经 销: 新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 7.5

字 数: 187千字

版 次: 2018年3月第1版 2018年3月第1版第1次印刷

标准书号: ISBN 978-7-117-26903-2

定 价: 22.00元

打击盗版举报电话: 010-59787491 E-mail: WQ@pmph.com

(凡属印装质量问题请与本社市场营销中心联系退换)

《医用材料概论》是我国第一部系统介绍与临床各学科相关医用材料的教材,它全面梳理了医用材料的种类、法规要求、检测评价以及各专科的产品应用。学好这本教材,不仅可以对医学领域的最新器械和治疗手段有更全面的认识,更重要的是为产品的研发带来新的思路,融会贯通。为了让广大学生更好地掌握本教材的基本内容,突出学习的重、难点以及知识要点,我们集结了30多位国内知名医学家、材料学家和工程师的智慧,特意编写了此学习指导和习题集,供教学老师参考,并作为整部《医用材料概论》教材的有机补充。

本书各章节共分为学习目标、重点和难点内容以及习题三部分,其中习题部分由名词解释、填空题、选择题和简答题等组成。为充分考察学生对重要知识点的掌握程度,选择题分为:

【A1型题】(单句型最佳选择题):每道试题由1个题干和5个供选择的备选答案组成。题干以叙述式单句出现,备选答案中只有1个是最佳选择,称为正确答案,其余4个均为干扰答案。干扰答案或是完全不正确,或是部分正确。

【A2型题】(病例摘要型最佳选择题):试题结构是由1个简要病例作为题干、5个供选择的备选答案组成,备选答案中只有1个是最佳选择。

【B型题】(标准配伍题):试题开始是5个备选答案,备选答案后提出至少2道试题,要求应试者为每一道试题选择一个与其关系密切的答案。在一组试题中,每个备选答案可以选用一次,也可以选用数次,但也可以一次不选用。

【X型题】(多项选择题)每道试题由1个题干和5个供选择的备选答案组成。备选答案至少有两项是符合题目要求的。请选出所有符合题目要求的答案。

由于编者水平有限,本书可能还存在错漏和值得商榷之处,敬请广大读者批评指正。

欧阳晨曦

2018年1月

第一章 导论	1
第二章 医用材料分类	3
第一节 医用金属材料	3
第二节 无机非金属材料	5
第三节 医用磁性材料	7
第四节 医用高分子材料	9
第五节 生物医用纺织材料	13
第六节 生物衍生材料	14
第七节 医用纳米材料	16
第八节 组织工程材料	18
第三章 医用材料的评价方法	21
第四章 医用材料的改性方法	24
第五章 医用材料的灭菌方法	28
第六章 医用材料的临床应用	31
第一节 心脑血管领域的应用	31
第二节 骨科领域的应用	58
第三节 眼科领域的应用	72
第四节 整形外科领域的应用	80
第五节 口腔科领域的应用	82
第六节 非血管内管腔医用材料	91
第七节 术中常用医用材料的应用	100
第八节 血液过滤材料	103
第九节 其他常用医用材料	106
第十节 医用传感器材料	113

【学习目标】

1. 熟悉 生物医用材料的概念和发展历程。
2. 了解 生物医用材料的发展方向。

【重点和难点内容】

（一）生物医用材料的概念和前沿领域

生物医用材料又称生物材料,是用于诊断、治疗、修复或替换人体组织和器官或增进其功能的一类高技术新材料,可以是天然的,也可以是合成的,或是它们的复合。可按不同方法分成不同种类,生物惰性材料、生物活性材料不仅是生物医用材料发展经历的不同阶段,也是一种分类方法。除此之外,最常用的是按材料的组成和性质将其分成:医用金属材料、医用无机非金属材料、医用高分子材料、生物衍生材料以及它们复合而成的医用复合材料。

生物医用材料主要前沿领域集中于:可诱导被损坏的组织或器官再生的材料和植入器械(包括组织工程化产品);以及用于治疗难治愈疾病、恢复和增进组织或器官生物功能的药物和生物活性物质(疫苗、蛋白、基因等)靶向控释载体和系统等。深入研究生物材料的表面/界面,发展表面改性技术及表面改性植入器械,是现阶段改进和提高传统材料的主要途径,也是发展新一代生物医用材料的基础。

（二）生物医用材料重点发展的产品和核心技术

- (1) 组织诱导性生物医用材料,以及赋予材料诱导组织再生的设计和工程化制备技术。
- (2) 组织工程化产品。
- (3) 材料表面改性以及表面改性植入器械的设计和制备的工程化技术。
- (4) 用于微创或无创治疗的介/植入治疗器械和辅助器械。
- (5) 生物衍生材料和生物人工器官。
- (6) 纳米生物医用材料、植入器械和软纳米技术。
- (7) 与信息 and 电子学技术相结合的有源植入或部分植入器械。
- (8) 通用基础生物医用材料的原材料的开发和质量控制技术。
- (9) 计算机辅助仿生设计及 3D 打印的生物制造及设备。
- (10) 生物医用材料和植入器械的灭菌、消毒、封装和储存技术,以及可生物降解和吸收

的医用材料技术等。

【习题】

(一) 名词解释

1. 生物医用材料
2. 组织诱导性生物材料

(二) 填空题

1. 现代生物医用材料学 and 工程的发展至今经历了_____、_____、_____三个阶段。
2. 按材料的组成和性质,生物医用材料可分为_____、_____、_____、_____。

(三) 简答题

简述生物医用材料当前研究和发展的前沿领域。

【参考答案】

(一) 名词解释

1. 生物医用材料:又称生物材料,是用于诊断、治疗、修复或替换人体组织和器官或增进其功能的一类高技术新材料,可以是天然的,也可以是合成的,或是它们的复合。
2. 组织诱导性生物材料:可通过材料自身优化设计,而不是外加生长因子或活体细胞,刺激细胞沿特定组织细胞系分化,形成特定组织的材料。

(二) 填空题

1. 生物惰性材料 生物活性材料 可降解组织工程材料
2. 医用金属材料 医用无机非金属材料 医用高分子材料 生物衍生材料 医用复合材料

(三) 简答题

简述生物医用材料当前研究和发展的前沿领域。

生物医用材料主要前沿领域集中于:可诱导被损坏的组织或器官再生的材料和植入器械(包括组织工程化产品);以及用于治疗难治愈疾病、恢复和增进组织或器官生物功能的药物和生物活性物质(疫苗、蛋白、基因等)靶向控释载体和系统等。深入研究生物材料的表面/界面,发展表面改性技术及表面改性植入器械,是现阶段改进和提高传统材料的主要途径,也是发展新一代生物医用材料的基础。

第二章

医用材料分类

第一节 医用金属材料

【学习目标】

1. 掌握 医用金属材料的分类和组成。
2. 熟悉 各类医用金属材料的性能和应用。
3. 了解 各类医用金属材料的优缺点及临床存在的问题。

【重点和难点内容】

（一）医用金属材料的分类

（1）按临床应用分类：齿科金属材料、骨科金属材料、软组织修复金属材料及辅助治疗用金属材料等。

（2）按照金属材料本身的特性分类：医用不锈钢、医用钴基合金、医用钛和钛合金、医用形状记忆合金、医用贵金属、医用钽、生物可降解金属等。

（二）医用金属材料的缺点和发展趋势

医用金属材料在临床应用中存在与骨组织弹性模量相差较大引起的力学适配性差、离子溶出引起的生物相容性不良、体内不可降解需二次手术取出等问题。因此其研究与发展主要集中在进一步优化和提高材料性能，避免和减少医用金属材料在人体组织替代和修复过程中的不兼容问题。生物可降解金属的开发与应用已经成为新一代医用金属材料研究发展的重要方向。

【习题】

（一）名词解释

1. 生物医用金属材料
2. 应力遮挡效应

(二) 填空题

1. 医用不锈钢包括_____、_____、_____和_____四大类。
2. 医用不锈钢的生物腐蚀涉及_____、_____、_____、_____、_____和_____等。
3. 医用钴基合金目前主要包括_____、_____、_____、_____和_____。
4. 医用 β 型钛合金具有_____、_____、_____、_____和_____等优点。
5. 生物可降解金属主要包括_____、_____和_____等。

(三) 选择题

【A1 型题】

1. 医用金属材料在临床应用过程中主要存在问题有
A. 应力遮挡 B. 价格昂贵 C. 加工困难
D. 消毒困难 E. 制作困难
2. 外科植入医用不锈钢主要指不锈钢具有什么结构
A. 奥氏体 B. 铁素体 C. 马氏体
D. 铁素体+马氏体 E. 奥氏体+铁素体
3. 目前应用最多的医用钛合金 Ti-6Al-4V 所属结构类型为
A. α B. $\alpha+\beta$ C. β
D. δ E. $\beta+\delta$

(四) 简答题

1. 医用不锈钢中的镍元素有哪些潜在危害?
2. 为什么发展 β 型医用钛合金?

【参考答案】

(一) 名词解释

1. 生物医用金属材料:又称外科植入金属材料、医用金属材料。由它制成的医疗器件植入人体内,起到治疗、修复、替代或增进人体组织或器官的作用,是生物医用材料中的一个重要组成部分。医用金属材料主要包括医用不锈钢、医用钴基合金、医用钛和钛合金、医用形状记忆合金、医用贵金属、医用钽等材料,以及最近几年兴起研究的生物可降解金属,包括可降解镁合金和可降解铁合金等。

2. 应力遮挡效应:是指当两种或者多种具有不同刚度的材料共同承载外力时,具有刚度较高的材料将会承担较多的载荷,而刚度较低的载荷则只需承载较低的载荷。

(二) 填空题

1. 医用奥氏体不锈钢 医用马氏体不锈钢 医用铁素体不锈钢 医用沉淀硬化不锈钢

2. 均匀腐蚀 点蚀 缝隙腐蚀 晶间腐蚀 磨蚀 腐蚀疲劳
3. 铸造 CoCrMo 合金 可锻 CoCrWNi 合金 可锻 CoNiCrMo 合金 可锻 CoCrNiMoFe 合金 可锻 CoNiCrMoWFe 合金 锻造 CoCrMo 合金
4. 比强度高 弹性模量低 断裂韧性高 优异的耐腐蚀 平滑的疲劳强度
5. 可降解镁基合金 可降解铁基合金 可降解锌基合金

(三) 选择题

【A1 型题】

1. A
2. A
3. B

(四) 简答题

1. 医用不锈钢中的镍有哪些潜在危害?

临床应用的骨科植入用不锈钢中通常含有 10% 以上的镍元素。临床研究已经证明,医用不锈钢中镍离子的溶出,除引起致敏和发炎反应外,还可能会诱发肿瘤或血栓的形成。

2. 为什么发展 β 型医用钛合金?

β 型医用钛合金兼具比强度高、弹性模量低、断裂韧性高、优异的耐腐蚀以及平滑的疲劳强度等更为优异的性能,使 β 型钛合金替代 Ti-6Al-4V 等医用钛合金成为必然趋势。

第二节 无机非金属材料

【学习目标】

1. 掌握 无机非金属材料的几大类型及其主要的性能特点,其中重点掌握生物惰性陶瓷、羟基磷灰石材料在临床上的主要应用领域。
2. 熟悉 各种无机非金属材料的力学、生物学性能优缺点,及其与植入部位的相互作用过程。
3. 了解 无机非金属材料的主要的几种制备方法及其未来发展趋势。

【重点和难点内容】

(一) 生物惰性陶瓷

生物惰性陶瓷在植入体内后,不与组织相结合,既不能被吞噬系统所吞噬,也无法作为异物被排出体外,而是被体内分泌的纤维结缔组织膜所包覆,与正常组织隔离开。这类材料往往分子键力较强,具有较高的化学稳定性、机械强度和耐磨损性能。

1. 氧化铝陶瓷 硬度高、密度小、耐化学腐蚀,在体内环境中具有稳定的物理和生物化学性能,能够满足无反应长期植入要求,目前普遍用于人工股骨头、关节窝、牙根、螺栓等材料的制作。

2. 氧化锆陶瓷 与氧化铝相比,硬度和耐磨性略差,但具有更高的常温强度和断裂韧

性,且机械强度优于氧化铝,具有很好的光传导性,作为口腔种植材料更为美观。另外,氧化锆具有较大的热膨胀系数,可以与金属部件配合制作复杂的牙科、骨科材料。

(二) 羟基磷灰石

羟基磷灰石是自然骨骼和牙齿的主要矿物成分,与人体的硬组织、皮肤、肌肉组织等有良好的生物相容性,植入之后能够引导新骨的生长,形成牢固的结合面。目前,羟基磷灰石主要用于牙槽、骨缺损、脑外科手术的修补,制造耳听骨链、治疗骨结核等。

【习题】

(一) 名词解释

生物惰性材料

(二) 填空题

新骨在羟基磷灰石植入体与原骨结合处沿着界面或内部空隙攀附生长,成骨细胞会在表面直接分化形成_____,之后在此区域和细胞间长入_____,形成骨盐结晶。

(三) 选择题

【A1型题】

1. 不属于氧化铝生物陶瓷的使用范围的是
A. 人工骨 B. 牙根 C. 关节
D. 螺栓 E. 人工角膜
2. 下列关于羟基磷灰石的描述中,不正确的是
A. 是骨骼和牙齿的主要矿物成分 B. 在体内能诱导新骨的生长
C. 断裂韧性较高,机械可加工性能好 D. 可用于牙槽、骨缺损的修补
E. 可用于整容、整形手术

【参考答案】

(一) 名词解释

生物惰性材料:在植入体内后,不与组织相结合,既不能被吞噬系统所吞噬,也无法作为异物被排出体外,而是被体内分泌的纤维结缔组织膜所包覆,与正常组织隔离开的一类材料。

(二) 填空题

骨基质 胶原纤维束

(三) 选择题

【A1型题】

1. E 2. C

第三节 医用磁性材料

【学习目标】

1. 掌握 医用磁性材料的几大类型及其主要的性能特点。
2. 熟悉 医用磁性材料在临床应用中的原理、特点和应用条件。
3. 了解 电磁场促进组织损伤修复的原理以及医用磁性材料的发展趋势。

【重点和难点内容】

(一) 电磁场促进组织再生的作用机制

1. 电动势假说 电磁场首先与细胞和组织中代谢的生物电过程相互作用,进而影响了生物体中带点颗粒的运动。

2. 液晶假说 生物体的组成成分如高分子团具有液晶结构,有着空间的电磁各向异性,也就是说,它们的生物学特性依赖于方向。在电磁场的影响下,这些结构成分的空间定向发生变化,从而导致生物学活性发生改变。

(二) 磁力组织工程的基本流程与特性

将细胞和磁微粒共培养,令细胞摄取磁微粒,获得磁粒标记细胞,在磁场作用下,这类细胞可沉积于培养板的孔底并形成三维结构的多层细胞薄片,可采用磁场把磁标记的人主动脉细胞精确地定位于鼠的肝细胞层上,形成异型细胞紧密接触的层状三维结构,实现异型细胞的共同培养,且发现有序的层状结构能明显地增强肝细胞清蛋白表达量。

【习题】

(一) 名词解释

1. 磁生物学
2. 磁力组织工程(Mag-TE)
3. 磁转染(magnetofection)

(二) 填空题

1. 磁性材料促进组织再生主要是依赖于_____。
2. 磁转染具有_____、_____、_____等优点。
3. 电磁场在加速组织再生修复方面的治疗方式可以分为_____和_____。

(三) 选择题

【A1型题】

1. 通常应用的磁性物质主要是
 - A. 三氧化二铁
 - B. 四氧化三铁
 - C. 纯铁粉

D. 铁钴合金 E. 铝合金

2. 不属于应用于肿瘤治疗的磁感应热疗介质的是

- A. 铁磁热籽 B. 磁性微米粒子
- C. 磁性纳米粒子 D. 磁性多孔磷酸三钙陶瓷
- E. 以上都不是

【B型题】

(1~2题共用备选答案)

- A. 磁转染 B. 磁性多孔磷酸三钙陶瓷人工骨材料
- C. 磁共振成像 D. 天然磁材料镶嵌到石膏
- E. 基于磁力的组织工程

1. 外用磁场治疗为

2. 磁性植入材料为

(3~4题共用备选答案)

- A. 体内半衰期较短 B. MR空间分辨率高
- C. 粒子直径大 D. 外磁场作用下具有靶向性
- E. 在交变磁场中升温

3. 磁性纳米粒子作为移植细胞示踪剂的优点

4. 磁感应热疗主要是利用铁磁性物质的什么特性

(四) 简答题

简述磁感应热疗概念及主要介质。

【参考答案】

(一) 名词解释

1. 磁生物学:是研究磁场与生物之间相互联系、相互影响的一门学科。生物体组织的物质电性、物质磁性在外磁场作用下,导致生物体相关组织的生物物理、生物化学效应的产生。

2. 磁力组织工程(Mag-TE):组织工程要求的一项核心技术就是构建三维的、类似活体组织结构,一般要包含各种类型细胞的有序组装。自从发现磁性纳米微粒标记的细胞可以被磁铁引导后,日本科学家 Ito 首先提出了一种新的采用磁场和磁性纳米粒间的磁力作用来构建各种组织工程化组织器官的方法,并将此方法命名为“基于磁力的组织工程”(Mag-TE)。

3. 磁转染(magnetofection):指先将核酸类物质与磁性颗粒结合,然后在外磁场作用下把核酸递送到宿主细胞并表达的过程,它具有效率高、适用范围广、无免疫毒性等优点。为了提高核酸物质与磁颗粒的结合效率及转染效率,保护核酸的活性,一般需对磁性颗粒进行阳离子化。

(二) 填空题

- 1. 磁场作用
- 2. 效率高 适用范围广 无免疫毒性
- 3. 外用磁场治疗 磁性植入材料

(三) 选择题

【A1型题】

1. B 2. D

【B型题】

1. D 2. B 3. B 4. E

(四) 简答题

简述磁感应热疗概念及主要介质。

磁感应热疗是利用铁磁性物质能在交变磁场中升温的物理特性,将磁性物质作为热介质引入肿瘤组织,磁介质在外加交变磁场作用下升温将肿瘤组织加热到治疗温度。本方法能够将热能集中到肿瘤部位,使正常组织免受损伤,具有安全性好、升温时间短、热分布均匀和微创等特点。应用于肿瘤治疗的磁感应热疗介质主要为铁磁热籽与磁性微/纳米粒子。

第四节 医用高分子材料

【学习目标】

1. 掌握 医用高分子材料的类型及特点。
2. 熟悉 医用合成高分子材料及天然高分子材料在临床应用中各自的特点和应用。
3. 了解 医用高分子材料的来源、制备方法及发展趋势。

【重点和难点内容】

(一) 医用高分子材料的特点

(1)生物相容性好:即无毒、无热原反应、不致癌、不致畸、无过敏反应、不干扰免疫系统、不破坏相邻组织、不发生材料表面钙化沉着、血液相容性好(即不发生凝血、溶血、不扰乱电解质平衡等)。

(2)物理、力学性能与医学应用的匹配性好:即强度、弹性、耐磨性、耐老化性、透气性、降解性等需要与相应的医学应用相匹配。

(3)可加工性、可制造性能良好:即材料需易于加工、制造,并适用于灭菌和消毒。

(二) 医用合成高分子材料的分类和应用场景

(1)不可降解医用高分子材料:是最早应用于医学领域的高分子材料。它们的特点是在生理环境中能长期保持稳定,不易发生降解、交联或物理磨损等,并具有良好的物理机械性能。主要的应用为人工关节、人工血管、骨水泥、眼科透镜等。

(2)可降解(可吸收)医用高分子材料:在生物环境中能自发降解,并且降解产物无毒。其具体应用如可吸收手术缝合线、药物/基因传递载体、骨科固定材料、可吸收心血管支架、组织工程或再生支架等。

【习题】

(一) 名词解释

1. 高分子
2. PVC
3. PCL
4. PET
5. 纤维素
6. 明胶
7. PHB

(二) 选择题

【A1 型题】

1. 属于可降解医用高分子的是
A. 聚乙烯 B. 聚四氟乙烯 C. 聚 ϵ -己内酯
D. 聚甲基丙烯酸甲酯 E. 聚乙烯醇
2. 不属于天然高分子的是
A. 聚乳酸 B. 淀粉 C. 纤维素
D. 壳聚糖 E. 明胶
3. 关于聚乳酸以下说法不正确的是
A. 英文缩写是 PLA B. 以玉米淀粉为原料
C. 可用作骨钉骨板 D. 在自然界中难以降解
E. 可以通过乳酸缩聚制备
4. 聚乙二醇的应用不包括
A. 药剂辅料 B. 医用无纺布 C. 保湿剂
D. 增稠剂 E. 抗吸附涂层
5. 聚甲基丙烯酸甲酯的性质不包括
A. 透光率高 B. 具有良好的化学稳定性
C. 耐冲击性好 D. 耐热性好
E. 不可降解
6. 下列高分子的主链含有—NHCOO—基团的是
A. 聚氨酯 B. 聚碳酸酯
C. 聚甲基丙烯酸甲酯 D. 尼龙 66
E. 聚乙烯
7. 不是聚乳酸的生产过程中需要的步骤的是
A. 微生物发酵 B. 从农作物中提取淀粉
C. 真空净化 D. 使用齐格勒-纳塔催化剂
E. 通过丙交酯开环聚合制备
8. 关于聚 ϵ -己内酯以下说法正确的是

- A. 单体是异丁烯
 B. 可用作完全可降解手术缝合线
 C. 英文缩写是 PLGA
 D. 具有较高的力学强度
 E. 熔点较高
9. 以下高分子可以用于人工关节材料的是
 A. 聚丙烯
 B. 线性低密度聚乙烯
 C. 聚乙烯醇
 D. 聚氯乙烯
 E. 超高分子量聚乙烯
10. 关于聚氨基酸以下说法**不正确**的是
 A. 生物相容性良好
 B. 在体内不能被降解吸收
 C. 可以通过活性自由基聚合得到
 D. 可以用作药物载体
 E. 可以模拟天然抗菌肽

(三) 简答题

1. 医用高分子材料需要满足的基本条件是什么?
2. 不可降解医用高分子材料的特点有哪些?
3. 生物可降解医用高分子材料的特征是什么?
4. 医用天然高分子材料有哪些? 具有什么特点?

【参考答案】

(一) 名词解释

1. 高分子:也叫聚合物,是一类由许多重复结构单元组成的大分子量的化合物。
2. PVC:是由氯乙烯单体聚合得到,分子量在 40 000 到 110 000 之间,具有很好的阻燃性、耐酸碱腐蚀、耐电击穿、高抗冲击强度、耐溶剂性、价格低等优点,主要应用于透析导管、塑料输液瓶、输液器、呼吸面罩、吸氧管等。
3. PCL:是一种半结晶性的脂肪族聚酯。它可以通过 ϵ -己内酯单体开环聚合得到。结晶度高、柔韧性好,具有较低的玻璃化转变温度(-60°C)和熔点($55\sim 60^{\circ}\text{C}$)、良好的生物降解性、良好的生物相容性和生物吸收性,常被作为手术缝合线、骨科内固定器件、伤口敷料、微纳米药物递送系统、避孕药具和牙科材料等。
4. PET:是一种常见的聚酯类高分子,通常由对苯二甲酸二甲酯和乙二醇通过酯交换反应和缩聚制成。耐冲击强度高、耐磨损、耐溶剂、对水汽的阻隔性较好,常用于生产合成纤维(涤纶)及制造食品和液体的容器。
5. 纤维素:是自然界中分布最广、含量最多的一种多糖高分子,是由 D-吡喃葡萄糖苷单元通过 β -1,4-糖苷键连接的线性高分子。
6. 明胶:来源于胶原蛋白在酸、碱或酶条件的水解。其中,通过酸水解获得的明胶,称为 A 型明胶;通过碱水解获得的明胶,称为 B 型明胶。与胶原蛋白相比,明胶价格低廉,但却拥有类似于胶原蛋白的无毒、无免疫原性、不引起溶血反应、生物可降解/可吸收等优点。
7. PHB:是一种通过细菌发酵而产生的可降解高分子。PHB 是一种半结晶的聚酯。它的熔点在 $160\sim 180^{\circ}\text{C}$ 之间;玻璃化转变温度在 $-5\sim 20^{\circ}\text{C}$ 之间。PHB 的降解是一种通过酯键的水解导致材料表面溶蚀的模式。其降解产物是 D-(-)-3-羟基丁酸,其本身是一种血液的

组成成分(浓度大概在 0.3~1.3mM),对人体无毒、无刺激。常用作医用植入体和药物载体。

(二) 选择题

【A1 型题】

1. C 2. A 3. D 4. B 5. D 6. A 7. D 8. B 9. E 10. B

(三) 简答题

1. 医用高分子材料需要满足的基本条件是什么?

①生物相容性好:即无毒、无热原反应、不致癌、不致畸、无过敏反应、不干扰免疫系统、不破坏相邻组织、不发生材料表面钙化沉着、血液相容性好(即不发生凝血、溶血,不扰乱电解质平衡等);②物理、力学性能与医学应用的匹配性好:即强度、弹性、耐磨性、耐老化性、透气性、降解性等需要与相应的医学应用相匹配;③可加工性、可制造性能良好:即材料需易于加工、制造,并适用于灭菌和消毒。

2. 不可降解医用高分子材料的特点有哪些?

在生理环境中能长期保持稳定,不易发生降解、交联或物理磨损等,并具有良好的物理机械性能。

3. 生物可降解医用高分子材料的特征是什么?

①材料进入机体后,不引起免疫反应和毒性反应;②材料的降解时间需要与材料在体内发挥作用的时间相匹配,最终代谢出体外;③随着降解行为的发生,材料的力学性能不能发生过度明显的改变;④材料的降解产物也需无毒、无免疫原性;⑤材料可加工性能良好。

4. 医用天然高分子材料有哪些? 具有什么特点?

①淀粉(starch)及其衍生物:生物相容性良好且生物可降解,降解产物为相应的糖单元。②纤维素(cellulose)及其衍生物:具有很多活性的羟基,可通过化学接枝改性,具有良好的生物相容性。③壳聚糖(chitosan):在酸性条件下可溶,是一种阳离子聚合物。一般认为,壳聚糖是一种无毒且具有良好生物相容性的材料。④海藻酸(alginic acid):常以钠盐的形式存在,即海藻酸盐(alginate)。具有良好的生物相容性、毒性低且能够与钙离子结合制备水凝胶或胶囊的包衣材料。⑤透明质酸(hyaluronic acid, HA):细胞外基质重要的组成部分之一,发挥着重要的结构力学和生物学功能,如维持组织形态,参与细胞信号转导以及促进损伤修复等。此外,HA 可以被透明质酸酶降解,并转化为人体的一部分。⑥胶原蛋白(collagen):来源广泛、无毒、无免疫原性、不引起溶血反应、生物可降解/可吸收。⑦明胶(gelatin):价格低廉,无毒、无免疫原性、不引起溶血反应、生物可降解/可吸收。⑧白蛋白(albumin):无毒、无免疫原性,在血液中的稳定性优异。⑨聚(3-羟基丁酸酯)(poly(3-hydroxybutyrate), PHB),聚(ϵ -赖氨酸)和聚(γ -谷氨酸)是来源于微生物发酵的天然高分子,其中 PHB 降解产物是 D-(-)-3-羟基丁酸,是一种血液的组成成分(浓度大概在 0.3~1.3mM),对人体无毒、无刺激。聚(ϵ -赖氨酸)和聚(γ -谷氨酸)为水溶性高分子,且聚(ϵ -赖氨酸)是一种阳离子聚合物,具有广谱的抗菌、抗病毒等效果。