
851 生物医学工程基础

考试大纲（2021 年）

目录

| | |
|--------------------------------|---|
| 第一章 绪论..... | 1 |
| 第二章 生物医学材料..... | 1 |
| 2.1、生物医学材料概论..... | 1 |
| 2.2、生物材料表面与血液及组织成分的相互作用..... | 1 |
| 2.3、金属材料的毒理学..... | 2 |
| 2.4、陶瓷材料的毒理学..... | 2 |
| 2.5、聚合物在体内的生物降解..... | 2 |
| 2.6、生物医学材料的免疫学..... | 2 |
| 2.7、无机生物医学材料..... | 2 |
| 2.8、金属生物医学材料..... | 2 |
| 2.9、医用高分子材料..... | 2 |
| 2.10 组织工程材料..... | 3 |
| 第三章 生物力学..... | 3 |
| 3.1 生物力学的定义和学科基础..... | 3 |
| 3.2 生物力学研究分类、研究对象、特点和对应实例..... | 3 |
| 第四章 人工器官..... | 3 |
| 4.1 人工器官概述..... | 4 |
| 4.2 心血管系统人工器官..... | 4 |
| 4.3 呼吸系统人工器官..... | 4 |
| 4.4 泌尿系统人工器官..... | 5 |
| 4.5 运动系统人工器官..... | 5 |
| 4.6 消化系统人工器官..... | 5 |
| 4.7 分泌系统人工器官..... | 6 |
| 第五章 医学成像与图像处理..... | 6 |
| 5.1 绪论..... | 6 |
| 5.2 X射线与X-CT成像..... | 7 |
| 5.3 核磁共振成像..... | 7 |
| 5.4 医学超声成像..... | 7 |
| 5.5 放射性核素成像..... | 8 |
| 5.6 医学图象处理技术..... | 8 |

| | |
|-------------------|---|
| 第六章 生物医学仪器..... | 8 |
| 6.1 生物医学仪器简介..... | 9 |
| 6.2 医疗器械..... | 9 |
| 6.3 生物医学测量概述..... | 9 |

851 《生物医学工程基础》考试大纲 (2021)

第一章 绪论

了解生物医学工程的发展历史,掌握生物医学工程的定义、目标及主要研究内容,掌握生物医学工程的研究的主要思想方法,了解生物医学工程的典型研究领域。主要涉及以下内容:

1. 生物医学工程的定义
2. 生物医学工程的目标
3. 生物医学工程的特点
4. 生物医学工程研究的思想方法
5. 生物医学工程的发展

本章主要参考书:(1) 迈克尔.M. 多马克,生物医学工程概论,西安交通大学出版社,2010。

第二章 生物医学材料

了解生物医学材料的研究与应用的发展历程、基本性能要求及分类方法;了解材料植入的生理环境特点,掌握生物医学材料与活体的相互作用及作用效应;掌握植入材料引起机体毒性及免疫排斥的作用原理;了解各类生物医学材料概况,掌握主要典型生物医学材料的组成结构、合成方法、性能特点及主要用途。

主要参考书:(1) 生物材料科学:医用材料导论,顾忠伟等译,科学出版社;2011;(2) 李玉宝主编,生物医学材料,化学工业出版社,2003。

2.1、生物医学材料概论

生物材料和生物医学材料的定义;生物医学材料应用、研究与产业的发展;生物医学材料的基本性能要求,宿主反应与材料反应;生物医学材料的分类。

2.2、生物材料表面与血液及组织成分的相互作用

生物医学材料表面界面的行为特征;血液的主要成分与功能;血浆蛋白在材料表面的吸附及对血液相容性的影响;细胞在材料表面的黏附及影响。

2.3、金属材料的毒理学

金属元素及其毒性分布规律；人体必需元素与非必需元素；人体中金属的分布、代谢和作用；人体中金属络合物的形成；机体内金属剂量—效应关系；金属毒性作用的一般原理。

2.4、陶瓷材料的毒理学

陶瓷植入机体后离子的释放；陶瓷释放离子的毒性。

2.5、聚合物在体内的生物降解

影响聚合物降解的主要因素；酶控制聚合物降解的假设；细菌对聚合物的影响、酶对合成多肽的破坏；酶控制聚合物降解的体外、体内研究。

2.6、生物医学材料的免疫学

人体免疫系统、体液免疫与细胞免疫；淋巴系统与淋巴细胞；免疫分子、抗原与半抗原、抗体；生物医学材料的免疫学效应。

2.7、无机生物医学材料

接近惰性的生物陶瓷的性能特征及重要用途；表面活性生物陶瓷的性能特征与重要用途；可降解生物陶瓷的性能特征与主要用途；氧化铝生物陶瓷，氧化锆生物陶瓷，生物碳素材料；生物活性玻璃与玻璃陶瓷；磷酸钙生物活性陶瓷。

2.8、金属生物医学材料

金属生物医学材料的特殊性能要求；金属生物医学材料的性能特征及主要用途；医用不锈钢，医用钛合金，医用镁合金。

2.9、医用高分子材料

各类高分子材料的性能特征及主要用途；非降解医用高分子材料；生物降解或吸收医用高分子材料；医用水凝胶；天然生物材料。

2.10 组织工程材料

组织工程基本概念，组织工程研究的基本原理及方法；组织工程三要素；组织工程材料与组织工程支架材料。

第三章 生物力学

了解生物医学工程中的力学问题，如：分子生物力学、细胞生物力学、组织生物力学、器官力学、系统力学、人与环境生物力学、生物流体力学等。

本章参考书目：姜宗莱、樊瑜波 编著，生物力学—从基础到前沿，科学出版社，2010年。

3.1 生物力学的定义和学科基础

掌握生物力学的研究内容、力的基本概念和涉及的力学基础。主要涉及以下内容：

1. 能量守恒、动量定律、质量守恒、物性的本构方程
2. 刚体力学、固体力学、流体力学、流变力学等

3.2 生物力学研究分类、研究对象、特点和对应实例

掌握生物力学研究的分类、主要研究内容、特点和一些研究实例等。主要涉及以下内容：

1. 生物固体力学
2. 生物流体力学
3. 运动生物力学
4. 心血管血流动力学
5. 骨及软组织生物力学
6. 口腔生物力学
7. 细胞力学
8. 康复工程中的生物力学

第四章 人工器官

人工器官部分以人工器官为主干，介绍人工器官的设计、原理、结构、性能、制备、使用的生物材料及临床使用情况、研究现状、发展方向等。

本章主要参考书：《生物医学工程学进展》/谢德明主编. —北京：科学出版社，2015.6。

4.1 人工器官概述

掌握人工器官的定义、分类、常用的材料、人工器官与自然器官的比较、人工器官与外科手术的关系等。了解人工器官的历史和现状、存在的主要问题等。主要涉及以下内容：

1. 人体系统与自然器官复习
2. 人工器官的图片介绍
3. 人工器官的定义
4. 人工器官的历史和现状
5. 人工器官的分类
6. 人工器官常用的材料
7. 人工器官的主要问题和未来发展方向

4.2 心血管系统人工器官

掌握人工心瓣的定义、分类、设计要求、基本组成、常用的材料及对材料的要求、各种人工心瓣的特点、存在的基本问题、机械瓣与生物瓣的比较、影响生物瓣钙化的因素、人工心瓣的选择、IABP的操作原理等。了解人工心脏辅助及全人工心脏的组成、存在的问题与发展方向、人造血的优点及研究方向、人工血管使用的材料等。主要涉及以下内容：

1. 心血管系统的自然器官
2. 人工心瓣
3. 人工心脏辅助
4. 全人工心脏
5. 人造血
6. 人工血管

4.3 呼吸系统人工器官

掌握人工肺的定义、基本作用、分类、原理、常用的材料、直接接触与间接接触式的比较、管壳式流动(ILF)和交叉流式(ELF)的比较、人工肺的临床应用等。了解人工肺的历史与现状、呼吸系统其他人工器官（人工气管，人工喉，人工鼻）等。主要涉及以下内容：

1. 呼吸系统的自然器官复习

-
2. 人工肺的定义
 3. 人工肺的历史与现状
 4. 人工肺的分类、原理和比较
 5. 人工肺的临床应用（八大应用）
 6. 呼吸系统其他人工器官（人工气管，人工喉，人工鼻）

4.4 泌尿系统人工器官

掌握人工肾的定义、用途、工作原理、影响扩散速率的因素、血液透析装置的主要构造、透析器的主要性能指标、理想的透析膜应具有的条件、人工肾的技术要求、血液透析的优缺点等。了解人工肾的历史与现状、人工肾的未来展望、透析器的种类、血液透析的适应症和禁忌症、血液透析（人工肾）的流程与操作要求、泌尿系统其他人工器官（人工膀胱，人工输尿管，人工尿道）等。主要涉及以下内容：

1. 泌尿系统的自然器官复习
2. 人工肾的定义
3. 人工肾的历史与现状
4. 人工肾的原理、技术要求、分类等
5. 人工肾的临床应用
6. 泌尿系统其他人工器官（人工膀胱，人工输尿管，人工尿道）

4.5 运动系统人工器官

掌握人工关节的定义、人工关节置换的原因、哪些疾病需要作人工关节置换、选择手术治疗的病人需要符合的标准、人工关节置换成功的要素（4P要素）、对人工关节的要求、人工膝关节、人工髋关节、人工骨的定义、对人工骨材料的要求等。了解人工关节的历史与现状、使用疗效、人工关节置换手术可能的并发症、组织工程骨、运动系统其他人工器官（人工韧带、人工肢体、人工肌肉）等。主要涉及以下内容：

1. 运动系统的自然器官复习
2. 人工关节（人工膝关节、人工髋关节）
3. 人工骨（组织工程骨）
4. 运动系统其他人工器官（人工韧带、人工肢体、人工肌肉）

4.6 消化系统人工器官

掌握人工肝的定义、用途、原理、分类、非生物型人工肝等。了解人工肝的

历史与现状、生物型或组合生物型人工肝、消化系统其他人工器官（人工食道、人工胃、人工胆道、人工肠）等。主要涉及以下内容：

1. 消化系统的自然器官复习
2. 人工肝的定义
3. 人工肝的历史与现状
4. 人工肝的原理、分类及特点等
5. 人工肝的临床应用
6. 消化系统其他人工器官（人工食道、人工胃、人工胆道、人工肠）

4.7 分泌系统人工器官

掌握人工胰的定义、功能作用、原理、分类、组成、特点等。了解人工胰的历史与现状、分泌系统其他人工器官等。主要涉及以下内容：

1. 分泌系统的自然器官复习
2. 人工胰的定义
3. 人工胰的历史与现状
4. 人工胰的原理、分类、特点及作用等
5. 分泌系统其他人工器官

第五章 医学成像与图像处理

掌握主要的医学成像系统（X 射线、X-CT、MRI、核素、超声）及其成像射线源与图像像素值所代表的物理意义，掌握主要的医学成像系统的成像特点及其基本成像原理，了解生物医学图像处理技术包括的主要内容，掌握图像直方图的定义。

本章主要参考书：吉强，洪洋主编，《医学影像物理学》（第四版）人民卫生出版社，2016。

5.1 绪论

掌握临床中使用的主要医学影像仪器（即：X 射线摄影、X-CT、MRI、SPECT、PET、超声），医学图像研究的主要内容（即：医学成像系统、医学图像处理与分析、医学图像应用研究），了解医学成像在临床诊断中的作用。主要涉及以下内容：

1. 主要的医学影像仪器
2. 医学图像研究的主要内容

5.2 X 射线与 X-CT 成像

掌握该类成像设备使用的射线源（即：X 射线）及特点，掌握该类图像像素值所代表的物理量，掌握 X 射线产生的条件及方法，掌握连续 X 射线和标识 X 射线的产生机制，掌握 X 射线摄影成像的优缺点，掌握第一代 X-CT 成像的过程（平移旋转扫描），掌握滤波反投影法成像的基本步骤及相对于直接反投影的优势，能应用迭代法和直接反投影法对进行图像重建，掌握五代 CT 和螺旋 CT 扫描方式的特点。主要涉及以下内容：

1. X 射线的产生
2. X 射线摄影成像
3. X-CT 成像

5.3 核磁共振成像

掌握 MRI 的成像射线源及图像像素值所代表的物理量，掌握 MRI 成像的特点，掌握核磁共振信号产生的原理及 MRI 成像的物理基础（即：磁矩、进动与极化、拉莫尔频率、核磁共振现象、弛豫时间、自由感应衰减信号等），了解临床上 MRI 成像主要针对氢核成像的原因，理解 MRI 信号的空间定位与成像原理（即梯度磁场、层面选择、相位编码、频率编码等），掌握 MRI 成像中的三种磁场及其作用。主要涉及以下内容：

1. 原子核的磁矩
2. 核磁共振现象的产生
3. 弛豫时间及自由感应衰减信号
4. MRI 信号的空间定位与成像原理

5.4 医学超声成像

掌握超声成像的射线源及图像像素值所代表的物理意义，掌握超声成像的特点，掌握超声探头产生与探测超声波原理，掌握 B 超成像的基本原理，了解超声多普勒成像原理。主要涉及以下内容：

1. 声波基础及在超声在介质中的传播
超声波在人体中的传播速度，超声波的反射、声阻抗差等。
2. 超声探头超声波的产生与探测
超声探头的作用，正压电效应及超声波的接收、逆压电效应及超声波的产生，压电材料特性要求等。
3. B 超成像的基本原理

声阻抗差产生回波，反射波延迟时间确定界面位置等。

4. 超声多普勒成像

多普勒现象，多普勒血流测量原理

5.5 放射性核素成像

理解放射性核素的概念，掌握三种主要的放射性核素成像设备（ γ 照相机、SPECT、PET），掌握放射性核素成像的射线源及图像像素值所代表的物理意义，掌握放射性核素成像的特点，了解医学放射性核素的来源，了解 γ 照相机的基本结构及其探头的作用，了解单光子发射型计算机体层成像（SPECT）的基本原理，掌握正电子发射型计算机体层成像（PET）的基本原理。主要涉及以下内容：

1. 核素与放射性衰变

2. γ 照相机

γ 照相机探头的结构与作用、 γ 照相机成像的基本原理等。

3. SPECT 成像的原理

SPECT 成像的核素特点、SPECT 成像的基本原理等。

4. PET 成像的原理

正电子，PET 成像的核素特点、PET 成像的基本原理等。

5.6 医学图象处理技术

了解医学图像处理的作用；了解医学图像处理包括的主要内容（图像增强、图像复原、图像分割、图像配准、三维重建、压缩编码等）；掌握直方图的概念，能根据直方图判断医学图象的明暗和对比度情况。主要涉及以下内容：

1. 医学图像处理的作用

2. 医学图像处理的主要内容

3. 直方图与医学图象增强

第六章 生物医学仪器

掌握生物医学仪器特点、构成、分类、主要指标、管理法规、风险分类、生物医学测量等内容。

本章主要参考书：王保华 主编，生物医学测量与仪器（第二版），复旦大学出版社，2009 年 2 月。

6.1 生物医学仪器简介

掌握生物医学仪器的特点、分类、典型结构和典型的几种生物医学仪器功能和作用等。主要涉及以下内容：

1. 医学仪器典型事例：
心电仪、血压检测（振荡波法）、血液检测（库尔特原理）、物理治疗类（超声手术刀）、植入式人工心脏起搏器、可穿戴医疗设备、人工智能诊断皮肤癌等
2. 生物医学仪器在学科中的地位
3. 与生物医学工程学中其它研究领域的关系
4. 生物医学仪器包含的内容
5. 生物医学仪器的特点和分类
6. 生物医学仪器的典型结构
信息流向、前向通道/后向通道

6.2 医疗器械

掌握医疗器械的管理机构、基本法规、监管方式、风险分类、常见的医疗器械功能和作用等。主要涉及以下内容：

1. 医疗器械的定义与分类
2. 医疗器械的国家管理机构、机构职责、管理类型
3. 监督、指导、检测、标准及相关事例分析
4. 医疗器械的风险分类管理
I、II、III类医疗器械分类原则
5. 医疗器械分类判定表
6. 风险分析过程
7. 医疗器械分类目录及常见医疗器械功能简介
医用电子仪器设备、医用光学器具/仪器及内窥镜、医用超声仪器及有关设备、医用激光仪器设备、医用高频仪器设备、物理治疗设备、医用磁共振设备、医用 X 射线设备、临床检验分析仪等等

6.3 生物医学测量概述

掌握生物医学测量的范围、特点、指标、分类、常见的检测技术等。主要涉及以下内容：

1. 生物医学测量的范围

-
2. 生物医学测量的地位
 3. 生物医学测量的特点及举例
 4. 生物医学测量系统
 5. 生物医学测量系统的技术指标
 6. 生物医学测量方法的分类及事例
有创/无创测量、无线/有线测量、直接/间接测量、在体/离体测量、体表/体内测量等
 7. 生物医学测量传感技术
 8. 生物电、压力、流量与流速、形变与位移、振动、温度、化学成分等。