《生物力学》教学大纲（理论）

（授课对象：生物医学工程专业）

前 言

《生物力学》是生物医学工程专业的本科专业课程，它是力学与生物学、生理学、解剖学、医学等相结合的一门交叉学科。该课程主要介绍人体中肌肉、骨骼、心脏、血管等组织、器官的结构特点、生物力学特点以及相适应的功能特点；介绍血液在动脉、静脉和微循环中的流动特点和流变学特点，使学生了解发生于人体中的力学现象，并引导学生学会用力学的思想和方法分析解决生物医学领域的有关问题。

课程教学54学时，包括三个模块：课堂讲课模块（34学时），实验学时（18学时）和教师指导下的学生自主学习模块（2学时）。

绪 论

本章内容简介

本章主要介绍了生物力学的发展历程、基本概念、研究对象、研究内容和研究方法。

一、教学目标

（一）掌握生物力学基本概念

（二）熟悉生物力学的研究对象、研究内容以及研究方法

（三）了解生物力学的发展历程

二、教学内容

（一）生物力学的基本概念

（二）生物力学的研究对象

（三）生物力学的发展历史

（四）生物力学的研究内容及涉及领域

（五）生物力学的研究方法

（六）生物力学课程简介及安排

三、教学学时安排

2学时

四、教学方法

课堂讲授

1. 力学基础知识

本章内容简介

本章主要介绍了力学基础知识，包括刚体力学、材料力学和流体力学的基础知识。学生在本章将了解生物材料的粘弹性特点及其与工程材料的区别。

第一节 刚体静力学基本概念

一、教学目标

（一）掌握力、力偶的基本概念

（二）熟悉工程中常见的约束类型和约束反力；熟悉平面力系的简化和求解平面力系的平衡方程

（三）了解量纲的概念。为后续生物力学的学习打下力学基础

二、教学内容

（一）力、力矩与力偶

（二）质点、质点系、刚体

（三）约束与约束反力

（四）物体的受力分析、受力图

（五）平面力系的简化

（六）平衡方程

（七）量纲

三、教学学时安排

1.5学时

四、教学方法

课堂讲授

第二节 材料力学基础

一、教学目标

（一）掌握内力的概念和求内力的方法；掌握应力、应变的概念、类型和物理意义

（二）掌握三种形式的胡克定律

（三）熟悉五种变形形式下的外力、变形、内力和应力的状态

（四）熟悉低碳钢、铸铁和生物材料在拉伸、压缩时的力学性能

（五）了解材料力学的任务和变形固体及其基本假设

二、教学内容

（一）材料力学的任务

（二）关于变形固体及其基本假设

（三）截面法求内力

（四）应力、应变的概念

（五）胡克定律与弹性模量

（四）物体的五种受力方式

（五）工程材料、生物材料应力—应力关系举例。

三、教学学时安排

4学时

四、教学方法

课堂讲授

第三节 生物材料粘弹性

一、教学目标

（一）掌握粘弹性体的概念和三个特点

二、教学内容

（一）粘弹性体的概念

（二）粘弹性体的特点

1. 应力松弛

2. 蠕变

3. 弹性滞后

三、教学学时安排

0.5学时

四、教学方法

课堂讲授

第四节 流体在刚性圆管中的流动

一、教学目标

（一）掌握流体的粘性的概念和粘度的物理意义；

（二）掌握牛顿粘滞定律，Stokes关系式，Poiseuilli定律及使用条件

（三）掌握层流和湍流、定常流和脉动流，进口区和充分发展的流动的概念、特点和判断方法

（四）了解弯曲管的流动

二、教学内容

（一）流体的物理特性

（二）流体的粘性

（三）牛顿粘滞定律

（四）牛顿流体和非牛顿流体

（五）牛顿流体在刚性直圆管中的流动

1. 雷诺（Reynold）数

2. Womersley数

3. Stockes关系式

4. Poiseuilli流动

（五）牛顿流体在进口区的流动

三、教学学时安排

1学时

四、教学方法

课堂讲授

1. 肌肉动力学性质

本章内容简介

本章主要介绍了肌肉动力学性质，主要掌握骨骼肌的特点、构成及其收缩原理。掌握Hill方程和Hill三元素模型及其使用条件。掌握心肌和平滑肌的结构特点及力学性质。

第一节 骨骼肌的特点、构成及收缩原理

一、教学目标

（一）掌握骨骼肌的特点及构成

（二）掌握肌肉纤维的滑移理论

二、教学内容

（一）骨骼肌的特点

（二）基本构造

（三）肌肉纤维滑移理论

（四）肌肉的功能状态

三、教学学时安排

1.5学时

四、教学方法

课堂讲授

第二节 Hill方程

一、教学目标

（一）掌握Hill方程表达式、物理意义及使用条件

二、教学内容

（一）Hill方程及物理意义

（二）Hill方程使用条件

三、教学学时安排

0.8学时

四、教学方法

课堂讲授

第三节 Hill三元素模型

一、教学目标

（一）掌握Hill三元素模型及使用条件

（二）熟悉骨骼肌张力的影响因素

二、教学内容

（一）Hill三元素模型中各元素的物理意义

（二）Hill三元素模型的使用条件

（三）骨骼肌的张力

1. 肌节长度对肌肉张力的影响

2. 肌节排列对肌肉张力的影响

3. 负荷大小对肌肉收缩的影响

4. 疲劳对肌肉收缩的影响

三、教学学时安排

1.2学时

四、教学方法

课堂讲授

第四节 心肌的力学性质

一、教学目标

（一）掌握心肌结构特点和心肌力学特性

二、教学内容

（一）心肌的特点

（二）未受刺激的心肌的力学性质

（三）激活后心肌的力学性质

三、教学学时安排

0.25学时

四、教学方法

课堂讲授

第五节 平滑肌的力学性质

一、教学目标

（一）掌握平滑肌的结构特点和张力特点

二、教学内容

（一）平滑肌的特点

（二）平滑肌的被动张力和主动张力

三、教学学时安排

0.25学时

四、教学方法

课堂讲授

1. 骨的力学性质

本章内容简介

本章主要介绍了骨的结构和成分，在此基础上掌握骨的力学性质特点及骨重建。

第一节 骨的结构

一、教学目标

（一）熟悉骨的结构

二、教学内容

（一）宏观骨的结构

（二）微观骨的结构

三、教学学时安排

0.25学时

四、教学方法

课堂讲授

第二节 骨的成分

一、教学目标

（一）熟悉骨的成分

二、教学内容

（一）骨基质的成分

（二）骨基质中的细胞

三、教学学时安排

0.25学时

四、教学方法

课堂讲授

1. 骨的力学特性

一、教学目标

（一）掌握骨的生物力学性能和特点

（二）掌握骨的重建原理

（三）了解骨材料力学试样的选取

（四）了解骨力学的测试方法

二、教学内容

（一）骨的材料力学性能特点

（二）骨材料力学试样的选取和实验方法

（三）骨力学性能

（四）骨的重建

三、教学学时安排

2.5学时

四、教学方法

课堂讲授

1. 骨的连接

一、教学目标

（一）掌握关节软骨的的结构、功能、生物力学特点

（二）了解骨的两种连接方式及特点

（三）了解膝关节的生物力学性能

二、教学内容

（一）骨的两种连接方式及力学特点

（二）关节软骨的结构、功能、力学特点

（三）膝关节的生物力学性能

三、教学学时安排

1学时

四、教学方法

课堂讲授

1. 心脏力学

本章内容简介

本章主要介绍了心脏的结构及其力学特点，分析左心室压力－容积曲线变化过程中的力学过程，讨论在心脏瓣膜病理情况下的力学基础问题。

第一节 心脏的构造

一、教学目标

（一）掌握心脏的结构

（二）掌握心脏结构的力学特点

二、教学内容

（一）心脏的四个腔室

（二）血液循环

（三）心脏瓣膜

（四）心壁的组成

三、教学学时安排

0.25学时

四、教学方法

课堂讲授

第二节 心电系统

一、教学目标

（一）掌握心电信号的传导过程及传导特点

二、教学内容

（一）心电产生、传输过程和传输速度的特点

三、教学学时安排

0.25学时

四、教学方法

课堂讲授

第三节 心脏搏动的力学过程

一、教学目标

（一）熟悉心脏的收缩、舒张过程，瓣膜启闭顺序

二、教学内容

（一）一个心动周期心脏各心房、心室收缩、舒张过程，瓣膜启闭顺序

三、教学学时安排

0.4学时

四、教学方法

课堂讲授

第四节 左心室的压力容积关系

一、教学目标

（一）掌握一个心动周期左心室压力-容积关系和物理意义

二、教学内容

（一）左心室的压力-容积曲线及曲线所表达的物理意义

三、教学学时安排

0.4学时

四、教学方法

课堂讲授

第五节 心脏泵功能的评价指标

一、教学目标

（一）掌握影响心脏泵功能的因素

（二）熟悉心脏泵功能的评价指标

二、教学内容

（一）心脏泵功能的评价指标

（二）影响心脏泵功能的因素

三、教学学时安排

0.2学时

四、教学方法

课堂讲授

第六节 心脏瓣膜关闭的力学基础问题

一、教学目标

（一）掌握Euler方程及通过Euler方程解释瓣膜关闭原理。

（二）了解瓣膜狭窄和关闭不全的病理特点及其引起的血流动力学变化

二、教学内容

（一）Euler方程

（二）瓣膜关闭原理

（三）主动脉瓣关闭过程

（四）相关病变

三、教学学时安排

0.5学时

四、教学方法

课堂讲授

1. 血管的力学性质

本章内容简介

本章主要介绍了血管的结构、成分、空间构型及其对血管力学性质的影响。掌握不同部位血管随成分变化力学性质的变化。掌握脉搏波的概念及其影响因素。掌握并理解血管重建的概念和意义。

第一节 血管组成、结构及力学性质

一、教学目标

（一）掌握血管的构造和成分，各成分的力学性质及各成分对血管力学性质的影响

（二）了解血管各成分的的空间构型

二、教学内容

（一）血管的构造和成分

（二）弹性纤维、胶原纤维、平滑肌的空间结构、含量百分比和力学性质

三、教学学时安排

0.5学时

四、教学方法

课堂讲授

第二节 血管壁的张力

一、教学目标

（一）掌握轴向张力和周向张力的概念

二、教学内容

（一）轴向张力

（二）周向张力

三、教学学时安排

0.25学时

四、教学方法

课堂讲授

第三节 动脉血管的顺应性

一、教学目标

（一）掌握动脉血管力学性质特点

二、教学内容

（一）血管顺应性的表示方法

（二）动脉血管压力-容积关系特点及原因

三、教学学时安排

0.25学时

四、教学方法

课堂讲授

第四节 小动脉、毛细血管和静脉的力学性质

一、教学目标

（一）掌握小动脉、毛细血管、静脉的结构特点和力学性质特点

二、教学内容

（一）小动脉

（二）毛细血管

（三）静脉

三、教学学时安排

0.5学时

四、教学方法

课堂讲授

第五节 脉搏波

一、教学目标

（一）掌握脉搏波的概念及脉搏波的反射

（二）掌握脉搏波波速与血管弹性模量的关系

（三）了解动脉弹性功能的检测方法

二、教学内容

（一）脉搏波的概念及产生

（二）反射波

（三）血管壁的弹性模量与脉搏波的波速的关系

（四）动脉弹性功能的检测

三、教学学时安排

1学时

四、教学方法

课堂讲授

第六节 血管重建

一、教学目标

（一）掌握血管重建的概念

（二）熟悉高血压引起的血管重建

（三）了解动脉粥样硬化的病理变化及血流动力学变化

二、教学内容

（一）血管重建的概念

（二）举例说明高血压引起的血管重建

（三）动脉粥样硬化的病理变化

（四）血流动力学异常与动脉粥样硬化

三、教学学时安排

0.5学时

四、教学方法

课堂讲授

1. 血液循环的力学基础

本章内容简介

本章主要介绍了血流循环中各部位血管压力和速度分布的特点。掌握血管阻抗的概念。掌握血液流动过程中定量参数的计算。掌握静脉血流流动特点。

第一节 血液循环系统概述

一、教学目标

（一）掌握血液循环中压力、速度的分布特点

二、教学内容

（一）血液循环系统结构、力学性质的特点

（二）血液循环系统中压力、速度的分布特点

三、教学学时安排

0.25学时

四、教学方法

课堂讲授

第二节 血液流动中的血管阻抗

一、教学目标

（一）掌握血液流动中血管阻力的表示方法：流动阻力和输入阻抗；

（二）了解血管输入阻抗的检测

二、教学内容

（一）定常流中的流阻

（二）脉动流中的输入阻抗

（三）血管输入阻抗的检测

三、教学学时安排

0.5学时

四、教学方法

课堂讲授

第三节 血液流动基础知识

一、教学目标

（一）掌握动脉中血液流动各参数的计算方法

二、教学内容

（一）血液循环的定常流、脉动流、层流、湍流

（二）血管壁的摩擦系数、血管壁摩擦力

（三）血液脉动流的平均假设

（四）入口段长度计算

三、教学学时安排

2.25学时

四、教学方法

课堂讲授

第四节 静脉中的血液流动

一、教学目标

（一）掌握静脉中血液流动特点

（二）掌握可坍陷管中的流动过程

二、教学内容

（一）静脉血流的特点

（二）可坍陷管中的流动过程

三、教学学时安排

1学时

四、教学方法

课堂讲授

1. 血液流变学性质

本章内容简介

本章主要介绍了血流的组成及理化特性。掌握血管不同部位血液流变特性。掌握描述血液流变特性

相关参数的计算。

第一节 血液的组成及理化特性

一、教学目标

（一）了解血液的组成及理化特性

二、教学内容

（一）血液的组成及理化特性

三、教学学时安排

0.25学时

四、教学方法

课堂讲授

第二节 血液流变学特性

一、教学目标

（一）掌握血液基本流变学特性及血液非牛顿粘性的原因

（二）掌握血液粘度的主要影响因素

二、教学内容

（一）血液的流变学特性

（二）血液非牛顿粘性的原因

（三）血液粘度的影响因素分析

三、教学学时安排

1.75学时

四、教学方法

课堂讲授

第三节 微循环中的血液流变学

一、教学目标

（一）掌握微循环的流动特点、流变学特点及原因

二、教学内容

（一）微循环中的流动特点及原因

（二）微循环中的流变学特点及原因

三、教学学时安排

0.5学时

四、教学方法

课堂讲授

第四节 血液流变性的定量描述

一、教学目标

（一）掌握牛顿粘滞定律及使用条件

（二）掌握Casson方程及使用条件

二、教学内容

（一）牛顿粘滞定律及使用条件

（二）Casson方程及使用条件

（三）牛顿粘滞定律与Casson方程的比较

三、教学学时安排

0.5学时

四、教学方法

课堂讲授

第五节 血液在刚性圆管中的定常层流

一、教学目标

（一）掌握血液在刚性圆管中的流动中各参数的计算

二、教学内容

（一）血液在刚性圆管中的流动中的速度、应力、应变率、流量等参数沿径向的分布计算

三、教学学时安排

3学时

四、教学方法

课堂讲授

自主学习

一、教学目标

（一）熟悉综述的写作方法

（二）掌握文献检索的方法及引用

（三）掌握力学环境的改变对生命系统重建的影响

（四）熟悉正常及病理情况下生物力学理论的应用

二、教学内容

（一）综述写作概述

三、教学学时安排

2学时

四、教学方法

科技论文写作

五、自主学习

1. 学习目标

1. 熟悉综述的写作方法
2. 掌握文献检索的方法及引用
3. 学习资源：校园图书馆文献数据库
4. 教学方法：科技论文撰写。
5. 考核评价原则及成绩评定方法：

超星学习通提交综述，按照综述内容与课程内容的相关性、综述格式和完整性等进行成绩评定。