



全国高协组织教材研究与编写委员会审定

# 体育生物科学 研究方法与技术

乔玉成 编著

中国科学文化出版社

PDG

本书由全国高协组织教育发展中心、香港教科文出版有限公司资助出版  
全国高协组织教材研究与编写委员会审定

# **体育生物科学研究方法与技术**

乔玉成 编著

中国科学文化出版社

全国高协组织教材研究与编写委员会  
学术专著与高校教材审定委员会成员名单

主 任：顾明远

副主任：李恒光 田玉敏

委 员：曲廷清 金志伟 于建福 刘复兴  
孙维杰 赵世平 周大明 崔东云

体育生物科学研究方法与技术

乔玉成 编著

---

出版发行：中国科学文化出版社

排 版：新天地文印中心

印 刷：新颖印务有限公司

开 本：787mm×1092mm 1 / 16

印 张：39.125

字 数：1005 千字

版 次：2002 年 11 月第 1 版

书 号：ISBN 962-8467-21-2/G·120

定 价：70.00 元

---

版权所有 翻印必究

# 内 容 提 要

本书分七篇28章，系统论述了体育生物科学研究的基本程序、动物实验方法、实验研究的各种方法与技术、数据处理，科研论文的撰写、报告、答辩等。各部分内容即相互独立，又相互联系。既可作为体育院校运动人体科学系本科生和研究生的教材，亦可供体育院校教师和广大科研工作者参考。

# 前言

现代生物科学的发展与技术的进步,使得学科的分支越来越细,学科之间的联系越来越密切,各学科之间出现了相互交叉、相互渗透的发展趋势。作为年轻的体育生物科学本身,对现代生物科学技术与研究方法的借鉴和吸收的速度越来越快,研究的领域越来越宽,研究的问题也越来越深。然而,目前系统介绍有关体育生物科学研究方法与技术的专门书籍与其它学科相比少得可怜。许多运动人体科学系的本科生、研究生及初涉此研究领域的科研人员,在完成学位论文和开展课题研究时,不得不从其它学科的论著中查阅相关资料,常常为此花费大量宝贵的时间,作者对此感受颇深。编写此书的初衷,正是基于解决这一问题。现历经五个寒暑,查阅大量文献,对当前体育生物科学研究方法与技术作了全面的阐述与系统整理,斗胆编出此书。希望此书的出版能为初涉此领域的在校本科生和研究生和其它研究人员提供一些便利,省去许多麻烦。

现代生物科学的分支较多,专业性强,各学科都有自己的专业特点。但是无论何学科的科研,其研究过程、原理、原则和基本方法均具有一定的共同性。为此,作者在编写此书的过程中,参阅了大量生物医学领域中的研究方法和技术,针对体育生物科研中常用的方法与技术进行阐述,并力求反映本学科最新的研究方法与技术,试图为本学科在校本科生、研究生和相关研究人员步入此研究领域起到一定的引导作用。

本书共分六篇二十八章。第一篇主要介绍体育生物科学研究的基本程序、研究课题的选题与申报、科研资料的查阅与积累、科研假设的形成、体育生物科学研究的基本方法和实验研究的三要素及实验研究设计方法。第二篇介绍动物实验的基本知识。第三篇主要介绍体育生物科学研究的基本操作方法。第四篇论述体育生物科学研究的实验方法与技术,包括运动免疫研究方法与技术、运动内分泌学研究方法与技术、运动物质代谢研究方法与技术、运动抗衰老的研究方法与技术、骨骼肌结构的研究方法与技术、运动营养研究方法与技术、高原训练的研究方法与技术等。每部分以介绍具体操作方法与技术为主,并附有研究实例供参考。第五篇介绍体育生物科学研究数据的处理及统计学方法。第六篇介绍体育生物科学研究论文的撰写与答辩,包括科学技术报告、实验报告、科技论文、学位论文的撰写原则、方法与规范等。这样编排的目的在于使在校本科生、研究生通读本书后,能对体育生物科学研究的全过程和重点内容有所了解。同时考虑到在职科研人员时间较紧,难以从头到尾通读全书,因此在编写时各章节保持相对的独立性,力图使科研人员在科研过程中遇到有关问题查阅相关内容,便可解决科研工作中的某一具体问题。

笔者在编写此书时力求做到内容系统、全面,理论性与实用性相结合,系统性与独立性相结合,尽可能反映当前体育生物科学研究方法与技术的现状和水平,但由于时间仓促,尤其是作者的知识广度和深度有限,本书难免有不妥之处,甚至是错误,恳请广大读者提出宝贵意见和批评,以便今后进一步修正、补充与完善。

在本书的写作过程中,作者参阅了国内外大量有关书籍和文献,并适当引用了一些材

料,对此作者在每章节后的参考文献中列出,此书的出版无疑也凝结着他们的心血,在此向各位作者表示崇高的谢意。在本书的成书、审定过程中,全国高协组织教材研究与编写委员会主任田玉敏编审给予了大力的支持,山西师范大学科研处、体育学院领导和同志们对本书的出版给予了极大的帮助,在此一并致谢。

由山西师范大学重点学科建设基金,全国高协组织教材研究与编写委员会与中国科学文化出版社、香港教科文出版社联合设立的“学术专著及高校教材出版基金”共同资助出版,在此深表感谢。

作者

2002年7月于山西平阳

# 目 录

## 第一篇 体育生物科学研究基本知识

|                      |    |
|----------------------|----|
| 第1章 体育生物科学研究导论       | 3  |
| 1.1 概述               | 3  |
| 1.1.1 有关概念           | 3  |
| 1.1.2 体育生物科学研究的范畴与分类 | 4  |
| 1.1.3 体育生物科学研究的任务    | 5  |
| 1.1.4 体育生物科学研究发展趋势   | 7  |
| 1.2 体育生物科学研究的基本程序    | 9  |
| 1.2.1 选题             | 9  |
| 1.2.2 设计             | 9  |
| 1.2.3 实践             | 9  |
| 1.2.4 统计分析           | 10 |
| 1.2.5 总结概括           | 10 |
| 1.3 科研任务的完成          | 11 |
| 第2章 体育生物科学研究的选题与申报   | 14 |
| 2.1 选题的意义            | 14 |
| 2.2 选题的原则            | 15 |
| 2.2.1 需要性原则          | 15 |
| 2.2.2 创造性原则          | 16 |
| 2.2.3 科学性原则          | 17 |
| 2.2.4 可行性原则          | 17 |
| 2.2.5 效益性原则          | 18 |
| 2.3 课题的来源            | 19 |
| 2.3.1 指令性课题          | 19 |
| 2.3.2 指导性课题          | 19 |
| 2.3.3 委托课题           | 20 |
| 2.3.4 自选课题           | 20 |
| 2.4 选题的思路            | 20 |

|            |                             |           |
|------------|-----------------------------|-----------|
| 2.4.1      | 从体育科学研究战略总体规划中寻找研究课题 .....  | 20        |
| 2.4.2      | 从《课题指南》招标范围中选题 .....        | 21        |
| 2.4.3      | 从体育实践中发现研究课题 .....          | 21        |
| 2.4.4      | 从文献的空白点中选题 .....            | 21        |
| 2.4.5      | 从人们容易忽略的地方选题 .....          | 22        |
| 2.4.6      | 从学术交流中发现研究课题 .....          | 22        |
| 2.4.7      | 从已有课题延伸中选题 .....            | 23        |
| 2.4.8      | 从其它学科移植中选题 .....            | 23        |
| 2.4.9      | 从导师、专家的建议中拟订课题 .....        | 23        |
| 2.5        | 选题的基本程序 .....               | 24        |
| 2.5.1      | 确定方向 .....                  | 24        |
| 2.5.2      | 提出问题 .....                  | 25        |
| 2.5.3      | 查阅资料 .....                  | 25        |
| 2.5.4      | 建立研究假说 .....                | 25        |
| 2.5.5      | 确定研究方案 .....                | 26        |
| 2.5.6      | 撰写选题报告 .....                | 26        |
| 2.6        | 课题项目的申报 .....               | 28        |
| 2.6.1      | 课题申报的程序 .....               | 28        |
| 2.6.2      | 课题申报前的准备 .....              | 28        |
| 2.6.3      | 科研标书的填写 .....               | 28        |
| 2.7        | 课题的论证与评审 .....              | 32        |
| 2.7.1      | 课题论证与评审的意义 .....            | 32        |
| 2.7.2      | 课题论证与评审的内容 .....            | 33        |
| 2.7.3      | 课题评审的质量标准 .....             | 33        |
| 2.7.4      | 课题项目的评审程序 .....             | 35        |
| 2.7.5      | 标书落选的常见原因 .....             | 36        |
| 2.7.6      | 如何提高课题的中标率 .....            | 37        |
| <b>第3章</b> | <b>体育生物科学文献的查阅与积累 .....</b> | <b>55</b> |
| 3.1        | 查阅文献资料意义和作用 .....           | 55        |
| 3.2        | 文献资料的分类 .....               | 56        |
| 3.2.1      | 按文献的形式分类 .....              | 56        |
| 3.2.2      | 按文献的来源分类 .....              | 58        |
| 3.3        | 文献资料的查找途径与方法 .....          | 59        |
| 3.3.1      | 从文献追踪文献 .....               | 59        |
| 3.3.2      | 查阅研究者平时积累的文摘卡片 .....        | 59        |
| 3.3.3      | 对某学者或实验室发表的文献跟踪追索 .....     | 60        |
| 3.3.4      | 利用检索工具书目查找文献 .....          | 60        |

|            |                            |           |
|------------|----------------------------|-----------|
| 3.3.5      | 浏览新出版的体育图书及核心期刊 .....      | 62        |
| 3.3.6      | 使用计算机检索 .....              | 63        |
| 3.3.7      | 系统查阅几种主要有关期刊 .....         | 64        |
| 3.3.8      | 查阅相关学科的文献资料 .....          | 64        |
| 3.4        | 文献资料的阅读 .....              | 55        |
| 3.4.1      | 文献阅读的原则 .....              | 65        |
| 3.4.2      | 文献阅读的方法 .....              | 66        |
| 3.5        | 文献资料的积累 .....              | 67        |
| 3.6        | 文献综述的撰写 .....              | 69        |
| 3.6.1      | 撰写文献综述的意义 .....            | 69        |
| 3.6.2      | 文献综述的特点 .....              | 69        |
| 3.6.3      | 文献综述的格式与内容 .....           | 70        |
| 3.6.4      | 写作步骤 .....                 | 71        |
| 3.6.5      | 应注意的问题 .....               | 72        |
| <b>第4章</b> | <b>体育生物科学研究的工作假说 .....</b> | <b>74</b> |
| 4.1        | 假说的特点 .....                | 74        |
| 4.2        | 假说的作用 .....                | 75        |
| 4.3        | 假说的形成 .....                | 77        |
| 4.3.1      | 提出假说的方法 .....              | 77        |
| 4.3.2      | 建立科学假说的过程 .....            | 78        |
| 4.3.3      | 形成假设与假说的原则 .....           | 80        |
| 4.4        | 假说的检验 .....                | 81        |
| 4.5        | 假说的发展 .....                | 82        |
| <b>第5章</b> | <b>体育生物科学研究的基本方法 .....</b> | <b>85</b> |
| 5.1        | 观察法 .....                  | 85        |
| 5.1.1      | 观察法的特点 .....               | 85        |
| 5.1.2      | 观察法的分类 .....               | 86        |
| 5.1.3      | 科学观察的基本原则 .....            | 87        |
| 5.1.4      | 科学观察的基本程序 .....            | 89        |
| 5.1.5      | 科学观察应注意的问题 .....           | 90        |
| 5.2        | 实验法 .....                  | 91        |
| 5.2.1      | 实验法的特点 .....               | 91        |
| 5.2.2      | 实验法与观察法的区别 .....           | 92        |
| 5.2.3      | 实验法和试验法的区别 .....           | 93        |
| 5.2.4      | 实验法的基本类型 .....             | 93        |
| 5.2.5      | 实验法的一般程序 .....             | 94        |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| <b>第6章 体育生物科学实验研究的基本要素</b> | 96  |
| 6.1 被试因素                   | 96  |
| 6.1.1 被试因素的确定              | 96  |
| 6.1.2 水平的选定                | 97  |
| 6.1.3 因素与水平的组合             | 97  |
| 6.1.4 被试因素的施加              | 97  |
| 6.2 受试对象                   | 98  |
| 6.2.1 受试对象的确定              | 98  |
| 6.2.2 受试对象的条件              | 99  |
| 6.2.3 体育科研受试对象的特点          | 99  |
| 6.2.4 受试对象的依从性             | 99  |
| 6.2.5 动物作为实验对象的局限性         | 100 |
| 6.2.6 以人作为受试对象的道德问题        | 100 |
| 6.3 实验效应                   | 101 |
| 6.3.1 选取效应指标的要求            | 101 |
| 6.3.2 选取效应指标应注意的问题         | 102 |
| <b>第7章 体育生物科学研究实验设计</b>    | 104 |
| 7.1 体育生物科学研究实验设计原则         |     |
| 7.1.1 对照                   | 104 |
| 7.1.2 盲法                   | 106 |
| 7.1.3 随机                   | 107 |
| 7.1.4 重复                   | 108 |
| 7.1.5 均衡                   | 109 |
| 7.2 体育生物科学研究实验设计方法         | 110 |
| 7.2.1 单组比较设计               | 110 |
| 7.2.2 交叉设计                 | 111 |
| 7.2.3 完全随机设计               | 111 |
| 7.2.4 配对设计                 | 112 |
| 7.2.5 配伍组设计                | 113 |
| 7.2.6 拉丁方设计                | 114 |
| 7.2.7 析因分析设计               | 114 |
| 7.2.8 正交设计                 | 115 |

## 第二篇 动物实验基础知识

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 第8章 实验动物与动物实验技术 .....       | 119 |
| 8.1 体育生物学科研究常用的实验动物 .....   | 119 |
| 8.1.1 小鼠 .....              | 119 |
| 8.1.2 大鼠 .....              | 122 |
| 8.1.3 家兔 .....              | 125 |
| 8.1.4 狗 .....               | 126 |
| 8.2 动物实验前的准备 .....          | 128 |
| 8.2.1 理论准备 .....            | 128 |
| 8.2.2 物质准备 .....            | 128 |
| 8.3 实验动物编号的标记方法 .....       | 129 |
| 8.4 实验动物的脱毛方法 .....         | 129 |
| 8.4.1 剪毛法 .....             | 131 |
| 8.4.2 剃毛法 .....             | 131 |
| 8.4.3 拔毛法 .....             | 131 |
| 8.4.4 脱毛法 .....             | 132 |
| 8.5 实验动物的抓取与固定 .....        | 132 |
| 8.5.1 小鼠的抓取与固定 .....        | 132 |
| 8.5.2 大白鼠的抓取与固定 .....       | 134 |
| 8.5.3 家兔的抓取和固定 .....        | 134 |
| 8.5.4 犬的抓取与固定 .....         | 135 |
| 8.6 实验动物的麻醉 .....           | 136 |
| 8.6.1 常用麻醉药品 .....          | 136 |
| 8.6.2 动物麻醉的方法 .....         | 137 |
| 8.6.3 麻醉意外的急救 .....         | 138 |
| 8.7 实验动物的给药途径和方法 .....      | 139 |
| 8.7.1 注射给药 .....            | 139 |
| 8.7.2 经口给药 .....            | 142 |
| 8.7.3 灌胃给药 .....            | 142 |
| 8.8 实验动物给药量的确定及计算方法 .....   | 144 |
| 8.8.1 动物给药量的确定 .....        | 144 |
| 8.8.2 人与实验动物药物剂量的换算方法 ..... | 145 |
| 8.9 实验动物的处死方法 .....         | 146 |
| 8.9.1 脱颈椎法 .....            | 146 |
| 8.9.2 物理和化学药物法 .....        | 146 |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| 8.10 动物实验的描述 .....                | 146        |
| <b>第9章 实验动物的运动方式及选择 .....</b>     | <b>149</b> |
| 9.1 游泳 .....                      | 149        |
| 9.2 跑台运动 .....                    | 151        |
| 9.3 跳跃运动与爬杆运动 .....               | 152        |
| <b>第10章 实验动物模型的建立 .....</b>       | <b>154</b> |
| 10.1 运动性疲劳动物模型的建立 .....           | 155        |
| 10.2 过度训练动物模型的建立 .....            | 155        |
| 10.2.1 大鼠跑台运动过度训练模型建立(I) .....    | 156        |
| 10.2.2 大鼠跑台运动过度训练模型建立(II) .....   | 156        |
| 10.2.3 大鼠游泳运动过度训练模型建立 .....       | 157        |
| 10.3 运动性骨骼肌损伤动物模型的建立 .....        | 158        |
| 10.3.1 运动性骨骼肌损伤研究的动物模型 .....      | 158        |
| 10.3.2 肌肉慢性运动性损伤动物模型 .....        | 158        |
| 10.3.3 急性肌肉拉伤动物模型 .....           | 160        |
| 10.3.4 延迟性肌肉酸痛(DOMS)模型 .....      | 160        |
| 10.4 单纯性肥胖与高血脂动物模型的建立 .....       | 161        |
| 10.4.1 下丘脑性肥胖动物模型 .....           | 161        |
| 10.4.2 遗传性肥胖动物模型 .....            | 162        |
| 10.4.3 饮食性诱导肥胖动物模型 .....          | 162        |
| 10.4.4 实验性高血脂及动脉粥样硬化模型 .....      | 163        |
| 10.5 运动性闭经动物模型的建立 .....           | 165        |
| 10.5.1 急性高强度负荷的运动性闭经动物模型的建立 ..... | 165        |
| 10.5.2 递增负荷的运动性闭经动物模型的建立 .....    | 166        |
| 10.6 实验性高血压动物模型的建立 .....          | 167        |
| 10.6.1 内分泌型高血压动物模型的建立 .....       | 167        |
| 10.6.2 肾动脉狭窄型高血压动物模型的建立 .....     | 167        |
| 10.6.3 遗传性高血压模型 .....             | 167        |
| 10.7 操作式条件反射动物模型的建立 .....         | 168        |
| 10.7.1 大鼠操作式条件反射模型的建立 .....       | 168        |
| 10.7.2 兔操作式条件反射动物模型的建立 .....      | 169        |
| 10.8 记忆障碍动物模型的建立 .....            | 170        |
| 10.8.1 跳台法 .....                  | 170        |
| 10.8.2 避暗法 .....                  | 171        |
| 10.8.3 水迷路法 .....                 | 171        |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| 10.9 骨质疏松动物模型的建立 ..... | 171 |
| 10.10 糖尿病动物模型的建立 ..... | 172 |
| 10.10.1 胰腺切除法 .....    | 172 |
| 10.10.2 化学性方法 .....    | 173 |

### 第三篇 体育生物科学实验研究基本操作

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| <b>第 11 章 动物实验中的外科手术操作 .....</b> | <b>177</b> |
| 11.1 实验动物手术的基本设备与器械 .....        | 177        |
| 11.1.1 动物手术室的设施 .....            | 177        |
| 11.1.2 手术器械 .....                | 177        |
| 11.2 动物实验外科基本操作技术 .....          | 180        |
| 11.2.1 术前准备及术后处置 .....           | 180        |
| 11.2.2 动物实验外科基本操作技术 .....        | 181        |
| 11.2.3 动物手术的基本步骤 .....           | 190        |
| <b>第 12 章 实验动物标本的采集与处理 .....</b> | <b>192</b> |
| 12.1 血液标本的采集与处理 .....            | 192        |
| 12.1.1 血液标本的采集 .....             | 192        |
| 12.1.2 血液标本的选择 .....             | 195        |
| 12.1.3 血液标本的区别 .....             | 195        |
| 12.1.4 血液标本的制备 .....             | 195        |
| 12.1.5 红细胞和血红蛋白溶液的制备 .....       | 196        |
| 12.1.6 血液中白细胞的分离 .....           | 196        |
| 12.1.7 血液中淋巴细胞的分离 .....          | 197        |
| 12.1.8 血小板的分离 .....              | 198        |
| 12.1.9 红细胞膜的制备 .....             | 199        |
| 12.1.10 血液标本的保存 .....            | 200        |
| 12.1.11 影响检测结果准确性的血液标本因素 .....   | 202        |
| 12.2 尿液的采集与保存 .....              | 202        |
| 12.2.1 尿液标本的采集 .....             | 202        |
| 12.2.2 尿液标本的保存 .....             | 203        |
| 12.3 组织标本的采集与保存 .....            | 203        |
| 12.3.1 组织标本的采集 .....             | 203        |
| 12.3.2 组织标本的保存 .....             | 204        |
| 12.4 组织匀浆与细胞亚结构的制备 .....         | 205        |
| 12.4.1 组织匀浆的制备 .....             | 205        |

|        |                      |     |
|--------|----------------------|-----|
| 12.4.2 | 亚细胞结构的制备 .....       | 206 |
| 12.5   | 组织切片的制备 .....        | 210 |
| 12.5.1 | 组织制片的种类 .....        | 210 |
| 12.5.2 | 组织制片的程序 .....        | 210 |
| 12.5.3 | 组织标本的固定及固定液的选择 ..... | 212 |
| 12.5.4 | 组织切片的染色 .....        | 213 |
| 12.5.5 | 电镜标本制作方法简介 .....     | 215 |
| 第 13 章 | 常用的现代生物医学技术简介 .....  | 217 |
| 13.1   | 电子显微镜技术 .....        | 217 |
| 13.2   | 光谱分析技术 .....         | 219 |
| 13.2.1 | 紫外 - 可见分光光度分析 .....  | 219 |
| 13.2.2 | 荧光分析 .....           | 221 |
| 13.2.3 | 原子吸收分光光度分析 .....     | 222 |
| 13.2.4 | 火焰光度分析 .....         | 222 |
| 13.3   | 色谱技术 .....           | 223 |
| 13.4   | 质谱技术 .....           | 226 |
| 13.5   | 核磁共振波谱技术 .....       | 227 |
| 13.6   | 离心分离技术 .....         | 228 |
| 13.7   | 免疫荧光技术 .....         | 230 |
| 13.8   | 酶标记免疫技术 .....        | 231 |
| 13.9   | 放射免疫技术 .....         | 233 |

## 第四篇 体育生物科学研究实验方法与技术

|        |                   |     |
|--------|-------------------|-----|
| 第 14 章 | 常用生化指标的测试方法 ..... | 239 |
| 14.1   | 血红蛋白测定 .....      | 239 |
| 14.1.1 | 高铁氰化钾法 .....      | 239 |
| 14.1.2 | 视比色法 .....        | 240 |
| 14.2   | 血乳酸的测定 .....      | 241 |
| 14.3   | 血尿素的测定 .....      | 242 |
| 14.3.1 | 二乙酰 - 脲显色法 .....  | 243 |
| 14.3.2 | 脲酶 - 波氏比色法 .....  | 244 |
| 14.3.3 | 酶偶联速率法 .....      | 245 |
| 14.4   | 尿肌酐测定 .....       | 246 |
| 14.5   | 尿蛋白测定 .....       | 248 |

|               |                                  |            |
|---------------|----------------------------------|------------|
| 14.5.1        | 加热乙酸法 .....                      | 248        |
| 14.5.2        | 磷基水杨酸比浊法 .....                   | 249        |
| 14.5.3        | Folin - 酚法 .....                 | 249        |
| 14.5.4        | 双缩脲比色法 .....                     | 250        |
| 14.6          | 血清肌酸激酶(CK)测定 .....               | 251        |
| 14.6.1        | 肌酸显色法 .....                      | 252        |
| 14.6.2        | 酶偶联测定法 .....                     | 254        |
| 14.7          | 尿胆原测定 .....                      | 255        |
| <b>第 15 章</b> | <b>运动免疫学研究方法与技术 .....</b>        | <b>257</b> |
| 15.1          | 抗原抗体的检测 .....                    | 257        |
| 15.1.1        | 抗原或抗体检测的一般方法 .....               | 257        |
| 15.1.2        | 用标记的抗体或抗原检测抗原抗体反应 .....          | 261        |
| 15.2          | 抗原抗体检验中的几项基本技术 .....             | 263        |
| 15.2.1        | 血凝技术 .....                       | 263        |
| 15.2.2        | 间接荧光抗体技术 .....                   | 265        |
| 15.2.3        | 酶联免疫吸附技术(ELISA) .....            | 266        |
| 15.2.4        | 放射免疫分析 .....                     | 268        |
| 15.3          | 细胞免疫功能测定 .....                   | 270        |
| 15.3.1        | 淋巴细胞的分离与类型鉴定 .....               | 270        |
| 15.3.2        | T 细胞功能测定 .....                   | 271        |
| 15.3.3        | B 细胞功能测定 .....                   | 281        |
| 15.3.4        | 其它免疫功能细胞测定 .....                 | 284        |
| 15.3.5        | 细胞因子检测 .....                     | 292        |
| 15.3.6        | 补体的测定 .....                      | 299        |
| 15.4          | 体育生物科学免疫学研究实例 .....              | 302        |
| 15.4.1        | 健康人跑步前后红细胞免疫功能的变化 .....          | 302        |
| 15.4.2        | 优秀运动员 T 细胞亚群分析 .....             | 303        |
| 15.4.3        | 12 周游泳运动对老龄小鼠免疫细胞功能的影响 .....     | 304        |
| 15.4.4        | 补体系统对有氧运动的免疫应答与适应特征 .....        | 306        |
| 15.4.5        | 不同训练强度对大鼠腹腔巨噬细胞分泌免疫细胞因子的影响 ..... | 307        |
| 15.4.6        | 大强度运动对 T 淋巴细胞转化作用的影响 .....       | 309        |
| 15.4.7        | 海水冬泳对中老年人免疫功能的影响 .....           | 309        |
| 15.4.8        | 大强度游泳训练对儿童少年运动员免疫功能的影响 .....     | 311        |
| 15.4.9        | 补脾活血中药对小鼠免疫功能的影响 .....           | 313        |
| 15.4.10       | 过度训练对大鼠 NK 细胞和 IL-2 含量的影响 .....  | 315        |

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| 第 16 章 自由基代谢及抗氧化酶的研究方法与技术 .....                        | 317 |
| 16.1 氧自由基的检测 .....                                     | 317 |
| 16.1.1 超氧阴离子自由基( $\cdot\text{O}_2^-$ )的测定 .....        | 317 |
| 16.1.2 羟自由基测定 .....                                    | 318 |
| 16.1.3 过氧化氢测定 .....                                    | 319 |
| 16.2 抗氧化酶的测定 .....                                     | 321 |
| 16.2.1 超氧化物歧化酶(SOD)活力测定 .....                          | 321 |
| 16.2.2 谷胱甘肽过氧化物酶的测定 .....                              | 324 |
| 16.2.3 B 型单胺氧化酶(MAO-B)活性的测定 .....                      | 326 |
| 16.2.4 过氧化氢酶活性的测定 .....                                | 328 |
| 16.3 非酶抗氧化剂的测定 .....                                   | 329 |
| 16.3.1 谷胱甘肽的测定 .....                                   | 329 |
| 16.3.2 维生素 C 的测定 .....                                 | 330 |
| 16.3.3 维生素 E 的测定 .....                                 | 330 |
| 16.4 脂质过氧化降解产物的测定 .....                                | 330 |
| 16.5 不饱和脂肪酸测定 .....                                    | 333 |
| 16.6 自由基代谢及抗氧化酶研究实例 .....                              | 335 |
| 16.6.1 运动对大鼠肾脏自由基产生及抗氧化能力的影响 .....                     | 335 |
| 16.6.2 牛磺酸对运动机体自由基体系的影响 .....                          | 338 |
| 16.6.3 游泳对小鼠肝脑组织内自由基代谢的影响 .....                        | 339 |
| 16.6.4 FDP 对小鼠肾脏、心肌、骨骼肌组织自由基代谢的影响 .....                | 340 |
| 16.6.5 大强度游泳对小鼠骨骼肌谷氨酰胺合成酶活性的影响 .....                   | 342 |
| 16.6.6 谷氨酰胺对对力竭性运动大鼠腓肠肌抗氧化能力效果的研究 .....                | 344 |
| 第 17 章 运动内分泌学研究方法与技术 .....                             | 345 |
| 17.1 运动内分泌学研究常用指标 .....                                | 345 |
| 17.2 运动对垂体-甲状腺系统影响的研究 .....                            | 348 |
| 17.2.1 甲状腺素样作用实验方法 .....                               | 348 |
| 17.2.2 甲状腺激素( $\text{T}_3$ 、 $\text{T}_4$ )的含量测定 ..... | 349 |
| 17.3 运动对垂体-肾上腺皮质系统影响的研究 .....                          | 350 |
| 17.3.1 肾上腺皮质激素的测定 .....                                | 350 |
| 17.3.2 血浆皮质酮测定 .....                                   | 352 |
| 17.3.3 尿中醛固酮含量测定 .....                                 | 354 |
| 17.3.4 血浆 ACTH 测定 .....                                | 355 |
| 17.3.5 下丘脑促皮质激素释放激素(CRF)测定 .....                       | 355 |
| 17.4 运动对垂体-性腺系统的影响 .....                               | 355 |
| 17.4.1 性激素样作用的实验方法 .....                               | 355 |
| 17.4.2 性激素含量测定 .....                                   | 356 |

|               |                                     |            |
|---------------|-------------------------------------|------------|
| 17.4.3        | 促性腺激素的测定 .....                      | 360        |
| 17.5          | 运动对胰腺分泌功能的影响 .....                  | 364        |
| 17.5.1        | 血清胰岛素水平测定 .....                     | 364        |
| 17.5.2        | 糖耐量实验 .....                         | 366        |
| 17.6          | 运动对内分泌系统影响研究实例 .....                | 366        |
| 17.6.1        | 补肾中药对大鼠运动性低血睾酮的调整作用 .....           | 366        |
| 17.6.2        | 理气扶正中药对运动大鼠内分泌功能的影响 .....           | 367        |
| 17.6.3        | 健身锻炼对老年男子性激素水平的影响 .....             | 370        |
| 17.6.4        | 运动性低血睾酮及补肾中药对大鼠能量代谢某些指标的影响 .....    | 370        |
| 17.6.5        | 硒缺乏和训练对雄性大鼠血清睾酮的影响 .....            | 372        |
| 17.6.6        | “餐后散步”对老年糖尿病胰岛素敏感指数的影响 .....        | 374        |
| 17.6.7        | 运动对糖尿病大鼠骨骼肌细胞胰岛素受体的影响 .....         | 375        |
| <b>第 18 章</b> | <b>运动物质代谢的研究方法与技术 .....</b>         | <b>378</b> |
| 18.1          | 蛋白质代谢指标的测定 .....                    | 378        |
| 18.1.1        | 血浆蛋白质测定 .....                       | 378        |
| 18.1.2        | 蛋白质合成代谢的测定 .....                    | 385        |
| 18.1.3        | 游离氨基酸的测定 .....                      | 386        |
| 18.1.4        | 核酸的测定 .....                         | 388        |
| 18.2          | 糖代谢指标的测定 .....                      | 393        |
| 18.2.1        | 血糖的测定 .....                         | 393        |
| 18.2.2        | 组织糖原含量测定 .....                      | 398        |
| 18.3          | 脂肪代谢指标的测定 .....                     | 399        |
| 18.3.1        | 血清总胆固醇测定 .....                      | 399        |
| 18.3.2        | 血清甘油三酯测定 .....                      | 401        |
| 18.3.3        | 血清脂蛋白电泳分析 .....                     | 403        |
| 18.3.4        | 高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)测定 .....            | 404        |
| 18.3.5        | 高密度脂蛋白(HDL)亚组分聚乙二醇法测定 .....         | 405        |
| 18.3.6        | 血清载脂蛋白 AI 及 B(ApoAI 及 ApoB)测定 ..... | 406        |
| 18.4          | 电解质和微量元素的测定 .....                   | 408        |
| 18.4.1        | 血清钾和钠测定 .....                       | 408        |
| 18.4.2        | 血清钙测定 .....                         | 411        |
| 18.4.3        | 血清镁测定 .....                         | 413        |
| 18.4.4        | 血清铁和总铁结合力测定 .....                   | 414        |
| 18.4.5        | 血清铜测定 .....                         | 417        |
| 18.4.6        | 血清锌测定 .....                         | 418        |
| 18.5          | 血清酶的测定 .....                        | 420        |
| 18.5.1        | 血清碱性磷酸酶(ALP)测定 .....                | 420        |