



YUNDONG RENTIKEXUE  
SHIYAN JIAOCHENG

◎ 白文忠 李东河 主编

# 运动人体科学 实验教程

河北科学技术出版社

# 运动人体科学实验教程

**Y**      © 白文忠 李东河 主编  
**UNDONG RENTIKEXUE**  
**SHIYAN JIAOCHENG**

主 编 白文忠 李东河  
副主编 王海英 崔彦伟  
编 委 (按姓氏笔画排序)

王海英 母春雷 白文忠 刘永敬 宋磊刚  
李东河 李增明 杨 杰 苑玲伟 姜红润  
崔彦伟 葛廷云 薛宏斌

### 图书在版编目 ( C I P ) 数据

运动人体科学实验教程 / 白文忠, 李东河主编. --  
石家庄: 河北科学技术出版社, 2013.12  
ISBN 978-7-5375-6608-7

I. ①运… II. ①白… ②李… III. ①人体运动 - 人  
体科学 - 实验 - 高等学校 - 教材 IV. ①G804-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第293985号

## 运动人体科学实验教程

主编 白文忠 李东河

---

|      |                              |
|------|------------------------------|
| 出版发行 | 河北科学技术出版社                    |
| 地 址  | 石家庄市友谊北大街330号                |
| 邮 编  | 050061                       |
| 印 刷  | 河北新华第二印刷有限责任公司               |
| 开 本  | 787 × 1092 1/16              |
| 印 张  | 13.25                        |
| 字 数  | 306 000                      |
| 版 次  | 2013年12月第1版<br>2013年12月第1次印刷 |
| 定 价  | 28.00元                       |

---

<http://www.hkpress.com.cn>

## 前 言

创新型人才的培养是高等教育的重要目标之一,实验教学是高校创新教育体系中最根本、最重要的组成部分,学生的实验和实践能力是学生在今后开展科学研究的必备素质,也是科研创新的重要基础。毫无疑问,实验教学应该以培养学生的能力,特别是创新能力为主要目的,要实现这一目的,必须有相应的课程体系做保障。基于这种考虑,并结合目前运动人体科学的专业课程设置和实验教学现状,我们编写了这本《运动人体科学实验教程》。

该教程以学生的能力培养为主线,对运动人体科学专业主要课程的实验技能要求进行了整合,设计了形态观测、机能测试、代谢分析、体质与运动能力测评、康复与保健等五个方面共 90 个实验。在本教程编写中,我们制定了以下几点原则:实验内容上,理论与应用并重;实验手段上,传统技术与现代技术相结合;实验类型上,基础、验证、综合、设计兼顾;语言上,力求简练、易懂。另外,几乎在每个实验的最后,均设计了“拓展与探索”条目,旨在引导学生积极思考、认真探索、继续学习,把实验过程从课内延伸向课外。

本教程由白文忠教授和李东河教授任主编,王海英、崔彦伟任副主编,共 13 位在教学一线的教师参加编写工作,其中,形态观测部分由薛宏斌、杨杰、白文忠编写,机能测试部分由白文忠、葛廷云编写,代谢分析部分由崔彦伟、刘永敬编写,体质与运动能力测评部分由苑玲伟、姜红润、李东河、王海英编写;康复与保健部分由母春雷、李增明、宋磊刚编写。白文忠对全书进行了统稿及部分内容的增删与修改,王海英、崔彦伟协助对书稿进行了格式的统一修订和文字校对,最后由白文忠和李东河定稿。谨此对全体参编教师的辛勤工作表示衷心感谢。

虽然我们每个人的工作态度都是认真的,但因水平和能力所限,难免顾此失彼,挂一漏万,若有不当之处,请各位同仁及本教程的读者和使用者不吝赐教。

## 目 录

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| 第一章 形态观测 .....                        | (1)  |
| 实验 1-1 上皮组织的观察 .....                  | (1)  |
| 实验 1-2 结缔组织的观察 .....                  | (2)  |
| 实验 1-3 肌肉组织的观察 .....                  | (4)  |
| 实验 1-4 神经组织的观察 .....                  | (5)  |
| 实验 1-5 骨的观察及体表主要骨性标志触扪 .....          | (6)  |
| 实验 1-6 骨连结与肌肉的观察 .....                | (10) |
| 实验 1-7 消化系统的观察 .....                  | (17) |
| 实验 1-8 消化系统的显微结构观察 .....              | (22) |
| 实验 1-9 呼吸系统的观察 .....                  | (27) |
| 实验 1-10 呼吸系统的显微结构观察 .....             | (29) |
| 实验 1-11 泌尿与生殖系统的观察 .....              | (30) |
| 实验 1-12 泌尿系统的显微结构观察 .....             | (34) |
| 实验 1-13 男性生殖系统的显微结构观察 .....           | (36) |
| 实验 1-14 女性生殖系统的显微结构观察 .....           | (37) |
| 实验 1-15 循环系统的观察 .....                 | (39) |
| 实验 1-16 循环系统显微结构观察 .....              | (45) |
| 实验 1-17 免疫系统的显微结构观察 .....             | (47) |
| 实验 1-18 中枢神经系统的观察 .....               | (50) |
| 实验 1-19 周围神经系统的观察 .....               | (53) |
| 实验 1-20 感觉器官的观察 .....                 | (57) |
| 实验 1-21 眼与耳的显微结构观察 .....              | (59) |
| 实验 1-22 皮肤的显微结构观察 .....               | (61) |
| 实验 1-23 内分泌腺的观察 .....                 | (62) |
| 实验 1-24 内分泌腺的显微结构观察 .....             | (64) |
| 第二章 机能测评 .....                        | (66) |
| 实验 2-1 蟾蜍坐骨神经—腓肠肌标本的制备 .....          | (66) |
| 实验 2-2 不同刺激强度和刺激频率对肌肉收缩的影响 .....      | (68) |
| 实验 2-3 神经干复合动作电位的记录及其传导速度和不应期测定 ..... | (70) |
| 实验 2-4 脊髓反射的基本特征和反射弧分析 .....          | (73) |
| 实验 2-5 ABO 血型鉴定 .....                 | (74) |
| 实验 2-6 蟾蜍心室肌的期前收缩和代偿间歇 .....          | (75) |
| 实验 2-7 家兔动脉血压的神经和体液调节 .....           | (77) |

|                                            |              |
|--------------------------------------------|--------------|
| 实验 2-8 家兔大脑皮层运动区机能定位与去大脑僵直 .....           | (79)         |
| 实验 2-9 家兔呼吸运动的调节 .....                     | (80)         |
| 实验 2-10 家兔胃肠运动的神经体液调节 .....                | (82)         |
| 实验 2-11 家兔尿生成的影响因素 .....                   | (83)         |
| 实验 2-12 个体乳酸阈的测定 .....                     | (84)         |
| 实验 2-13 运动对人体生理机能的影响 .....                 | (86)         |
| <b>第三章 代谢分析 .....</b>                      | <b>(89)</b>  |
| 实验 3-1 血糖的测定 .....                         | (89)         |
| 实验 3-2 肝糖原的提取和测定 .....                     | (90)         |
| 实验 3-3 血乳酸的测定(1):化学测定法 .....               | (92)         |
| 实验 3-4 血乳酸的测定(2):乳酸分析仪测定法 .....            | (94)         |
| 实验 3-5 血清总胆固醇的测定 .....                     | (95)         |
| 实验 3-6 血清甘油三酯的测定 .....                     | (96)         |
| 实验 3-7 尿酮体的测定 .....                        | (98)         |
| 实验 3-8 血氨的测定 .....                         | (100)        |
| 实验 3-9 血尿素的测定(脲酶改良波氏一步法) .....             | (101)        |
| 实验 3-10 血红蛋白的测定 .....                      | (103)        |
| 实验 3-11 尿蛋白的测定 .....                       | (104)        |
| 实验 3-12 尿肌酐的测定 .....                       | (106)        |
| 实验 3-13 血清肌酸激酶的测定 .....                    | (108)        |
| 实验 3-14 血清肌酸激酶同工酶(CK-MB)测定(琼脂糖凝胶电泳法) ..... | (110)        |
| 实验 3-15 血清乳酸脱氢酶测定(酶联试剂盒法) .....            | (112)        |
| 实验 3-16 血清乳酸脱氢酶同工酶测定(琼脂糖凝胶电泳法) .....       | (114)        |
| 实验 3-17 血清过氧化脂质测定(硫代巴比妥酸比色法) .....         | (116)        |
| 实验 3-18 血清超氧化物歧化酶测定 .....                  | (117)        |
| 实验 3-19 血清睾酮/皮质醇测定 .....                   | (119)        |
| <b>第四章 体质与运动能力测评 .....</b>                 | <b>(124)</b> |
| 实验 4-1 人体一维重心的测定 .....                     | (124)        |
| 实验 4-2 不同跑速时步长与步频的关系 .....                 | (125)        |
| 实验 4-3 分析法测定人体重心 .....                     | (126)        |
| 实验 4-4 人体运动重心轨迹分析 .....                    | (128)        |
| 实验 4-5 等速肌力测量 .....                        | (130)        |
| 实验 4-6 肌肉工作时序的肌电测量 .....                   | (131)        |
| 实验 4-7 走的运动学特征分析——平面定机摄像测量法 .....          | (132)        |
| 实验 4-8 糖酵解供能能力的测定 .....                    | (133)        |
| 实验 4-9 最大摄氧量的间接测定 .....                    | (135)        |
| 实验 4-10 人类指纹的鉴定与分析 .....                   | (137)        |
| 实验 4-11 人体体格的测量与评价 .....                   | (138)        |

|            |                          |               |
|------------|--------------------------|---------------|
| 实验 4-12    | 人体体型的测量与评价 .....         | ( 142)        |
| 实验 4-13    | 身体姿势的测量与评价 .....         | ( 144)        |
| 实验 4-14    | 力量素质的测试 .....            | ( 147)        |
| 实验 4-15    | 速度素质的测试 .....            | ( 150)        |
| 实验 4-16    | 柔韧素质的测试 .....            | ( 154)        |
| 实验 4-17    | 耐力素质的测试 .....            | ( 157)        |
| 实验 4-18    | 灵敏素质的测试 .....            | ( 159)        |
| 实验 4-19    | 平衡能力的测试 .....            | ( 161)        |
| <b>第五章</b> | <b>康复与保健 .....</b>       | <b>( 163)</b> |
| 实验 5-1     | 间接指压止血练习(以肱动脉为例) .....   | ( 163)        |
| 实验 5-2     | 加垫屈肢止血练习(以膝关节为例) .....   | ( 164)        |
| 实验 5-3     | 止血带止血法练习(以气压止血带为例) ..... | ( 165)        |
| 实验 5-4     | 心肺复苏术 .....              | ( 166)        |
| 实验 5-5     | 运动损伤的体格检查(以肩部为例) .....   | ( 167)        |
| 实验 5-6     | 踝关节冷敷疗法练习 .....          | ( 169)        |
| 实验 5-7     | 石蜡疗法(蜡饼法) .....          | ( 170)        |
| 实验 5-8     | 按摩手法练习 .....             | ( 171)        |
| 实验 5-9     | 腰椎间盘突出症的按摩练习 .....       | ( 181)        |
| 实验 5-10    | 常用腧穴定位 .....             | ( 182)        |
| 实验 5-11    | 毫针刺法练习 .....             | ( 188)        |
| 实验 5-12    | 灸法、拔罐法练习 .....           | ( 190)        |
| 实验 5-13    | 三棱针法、皮肤针法、电针法练习 .....    | ( 193)        |
| 实验 5-14    | 食物蛋白质的营养学评价 .....        | ( 196)        |
| 实验 5-15    | 食谱编制与评价 .....            | ( 198)        |

## 第一章 形态观测

### 实验 1-1 上皮组织的观察

#### 【目的与要求】

1. 能在显微镜下准确辨认各类上皮组织。
2. 能在显微镜下准确指出某些特殊细胞和特殊结构。
3. 能结合机能理解各类上皮组织的分布和结构特点。

#### 【材料与用品】

光学显微镜,肠系膜镀银铺片,H-E 染色的肾切片、甲状腺切片、小肠切片、气管切片、食管切片、皮肤切片、膀胱切片等,绘图纸,绘图笔。

#### 【步骤与方法】

1. 用肠系膜镀银铺片观察单层扁平上皮。先在低倍镜下观察细胞的形状,找一清晰的部位,换高倍镜进一步观察,记录细胞的形状、细胞核的位置和形状、细胞边缘的形状等。

2. 用肾切片观察单层扁平上皮和单层立方上皮。先在低倍镜下分清肾皮质和肾髓质,在皮质内找到球形的肾小体,换成高倍镜观察肾小囊壁层,记录细胞核的形状、颜色,细胞质的颜色。再换回低倍镜找到髓质内的肾小管,高倍镜下观察肾小管上皮,记录细胞的形态、排列方式、细胞核的形状、颜色和位置,细胞质的颜色等特征。

3. 用甲状腺切片观察单层立方上皮。低倍镜下观察大小不等、由一层立方细胞围成的甲状腺滤泡;高倍镜下观察甲状腺滤泡上皮,记录细胞的形态、排列方式,细胞核的形状、颜色和位置,细胞质的颜色等特征。

4. 用小肠切片观察单层柱状上皮。低倍镜下找到衬于管腔内表面的单层柱状上皮,高倍镜下观察上皮的形态、细胞的排列方式,分清柱状细胞、杯状细胞,观察柱状细胞顶部的纹状缘,记录细胞的形状,细胞核的颜色、位置,细胞质的颜色等。

5. 用气管切片观察假复层纤毛柱状上皮。低倍镜下找到气管的黏膜上皮,高倍镜下观察上皮的形态、细胞的排列方式,分清并描述柱状细胞、杯状细胞、锥形细胞、梭形细胞的形态特征,仔细观察柱状细胞顶端的纤毛。

6. 用食管切片观察非角化的复层扁平上皮。低倍镜下找到黏膜层,高倍镜下观察黏膜上皮,描述细胞的排列层次,各层细胞的形态和染色特点、细胞核的形状、颜色和位置等特征。

7. 用皮肤切片观察角化的复层扁平上皮。低倍镜下找到皮肤的表皮,高倍镜下观察

其细胞排列情况,各层细胞的形态和染色特征,细胞核形状、位置、染色等特征,并比较皮肤表皮与食管黏膜上皮的相同和不同之处。

8. 用膀胱切片观察变移上皮。低倍镜下找到膀胱的黏膜上皮,观察细胞的排列层次、注意表层细胞和深层细胞有何不同。换高倍镜观察各层细胞的形态特征,并比较其与食管黏膜上皮的差别。

### 【注意事项】

1. 每张切片须先用低倍镜下观察,找到想要进一步观察的结构后,再换高倍镜观察。
2. 应结合所观察切片的结构特征,了解其是纵切、横切还是斜切?
3. 虽然切片只是一个断面,但要能从该断面的结构想到其整体结构。
4. 应与功能相结合,认识所看到的微细结构的功能意义。

### 【思考题与作业】

1. 从细胞排列层次,细胞形态,细胞质颜色,细胞核的颜色、形状和位置,特殊结构,关键辨认特征等方面,列表比较你所观察到的各类上皮的结构特点。
2. 根据你所观察的结果,绘制假复层纤毛柱状上皮的显微结构图,并注明柱状细胞、杯状细胞、锥形细胞、梭形细胞、纤毛等。
3. 在 H-E 染色的切片上,哪些结构可被染成红色? 哪些结构可被染成蓝色?
4. 细胞核染色深浅与其功能有何关系?
5. 光学显微镜下能看到细胞膜吗? 请说明理由?
6. 区别食管黏膜上皮和膀胱黏膜上皮的最关键特征是什么?

### 【拓展与探索】

1. 除本次观察的切片外,你还能在哪些切片或结构上分别观察到各类上皮?
2. 试设计实验,制作蛙(或蟾蜍)的表皮铺片、肠系膜铺片等并观察。
3. 试设计实验,在显微镜下观察蛙舌上皮表面的纤毛摆动。

## 实验 1-2 结缔组织的观察

### 【目的与要求】

1. 通过观察各种结缔组织,总结出结缔组织的共同特征,并联系机能理解各种结缔组织的结构特点。
2. 在不同的切片上准确区分胶原纤维、弹性纤维和网状纤维,识别成纤维细胞、纤维细胞、肥大细胞、巨噬细胞、脂肪细胞、网状细胞等。
3. 熟悉透明软骨、弹性软骨、纤维软骨的结构特征。
4. 掌握骨组织的显微结构特征,能准确辨认外环骨板、内环骨板、哈弗氏系统、间骨板、浮克曼氏管、骨陷窝、骨小管等结构。

5. 掌握各种血细胞的形态特征、染色特征及区分标准。

### 【材料与用品】

显微镜,皮下组织铺片,肌腱切片,真皮切片,脂肪组织切片,淋巴结镀银切片,气管软骨切片,耳壳切片,椎间盘切片,血涂片,骨磨片等。

### 【步骤与方法】

1. 用皮下组织展片观察疏松结缔组织,找出胶原纤维、弹性纤维、成纤维细胞、肥大细胞、巨噬细胞、浆细胞等。
2. 用镀银的淋巴结切片观察网状组织,找出网状细胞和网状纤维,记录其结构特点。
3. 用小肠、气管等切片观察脂肪组织。低倍镜下找到小肠或气管外面的疏松结缔组织,其中成群的圆形或多角形的空泡状结构,就是脂肪细胞。高倍镜下观察细胞核的位置和形态。
4. 用肌腱切片观察规则致密结缔组织,在显微镜下指出胶原纤维束和腱细胞。
5. 用皮肤切片观察不规则致密结缔组织。先在低倍镜下找到皮肤的真皮部位,再在高倍镜下观察胶原纤维、成纤维细胞等,比较其与肌腱的异同点。
6. 用气管软骨、耳壳和椎间盘的切片,分别观察透明软骨、弹性软骨和纤维软骨,识别软骨细胞、软骨陷窝、软骨囊、软骨基质、胶原纤维、弹性纤维等,比较三种软骨组织的异同点,并阐述其结构与功能的关系。
7. 用骨磨片观察长骨骨干的结构特征,观察外环骨板、内环骨板、哈弗氏系统、间骨板、浮克曼氏管、骨陷窝、骨小管等结构,并阐述这些结构的功能意义。
8. 观察人血涂片,准确区分红细胞、中性粒细胞、嗜酸性粒细胞、嗜碱性粒细胞、淋巴细胞、单核细胞、血小板等。

### 【注意事项】

1. 切片的制作和染色方法不同,同一种细胞的结构特征会有所不同,需予以注意。
2. 在不同的组织内,同一种结构或细胞往往也有差别,要注意区分。

### 【思考题与作业】

1. 绘制长骨骨干横断面的显微结构图,并注明外环骨板、内环骨板、哈弗氏系统、间骨板、浮克曼氏管、骨陷窝、骨小管等。
2. 从细胞大小、形态、细胞质染色情况、细胞核形状和染色等方面,列表比较各种白血细胞的特征。
3. 为什么在常规染色的切片上脂肪细胞呈空泡状? 用什么办法能使脂肪细胞着色?
4. 在骨磨片上看到的骨陷窝、骨小管与骨细胞是什么关系?
5. 请用最少的结构特征将三种软骨区分开。
6. 请总结结缔组织的共同特征。

### 【拓展与探索】

1. 试设计实验,制作血涂片、骨磨片、皮下组织展片等。
2. 试设计实验,观察巨噬细胞的吞噬作用。
3. 在切片上如何粗略估计一个细胞的大小?

## 实验 1-3 肌组织的观察

### 【目的与要求】

1. 能在不同的切片上准确辨认平滑肌纤维、骨骼肌纤维和心肌纤维。
2. 掌握平滑肌、骨骼肌和心肌纤维的显微结构的异同点。
3. 理解三种肌组织的结构与功能之间关系。

### 【材料与用品】

显微镜,小肠切片,皮肤切片(示立毛肌),骨骼肌纵横切片,心肌切片。

### 【步骤与方法】

#### 1. 平滑肌。

(1) 取小肠的横切片肉眼观察,小肠壁内层呈深蓝色的结构为小肠黏膜,外侧染色较红的部分就是小肠壁的平滑肌。

(2) 低倍镜下观察,小肠壁的平滑肌层分内环、外纵两层,环行层为平滑肌的纵切面,肌纤维呈梭形。纵行层为平滑肌的横切面,肌纤维呈大小不等的圆形结构。

(3) 高倍镜下观察,环行层的平滑肌细胞呈长梭形,肌细胞核呈椭圆形或杆状,位于肌纤维中央,每个细胞只有一个核,染色较浅。纵行层的平滑肌细胞呈圆形,大小不等,有的可看到细胞核,有的则看不到细胞核。想一想为什么?

#### 2. 骨骼肌。

(1) 先在低倍镜下找到骨骼肌组织,并分清横切面和纵切面。

(2) 高倍镜下观察,在纵切面上肌纤维呈长带状(立体是圆柱状),有多个细胞核,位于细胞周边。把视野光线调暗,在肌纤维上,可看到明暗相间的横纹。在横切面上,肌纤维呈圆形或多边形,其内有呈点粒状的肌原纤维,细胞核位于周边。

#### 3. 心肌。

(1) 先在低倍镜下观察,可见到被纵切、横切或斜切的心肌纤维。

(2) 高倍镜下观察,被纵切的心肌纤维呈分支带状(立体为分支圆柱状),核呈卵圆形,一般为1个,位于肌纤维中央,在核的周围有较多的肌浆,故核周区染色浅,将视野光线调暗,肌纤维上可见明暗相间的横纹,但不如骨骼肌的横纹明显,在纵切面还可见到一些线条较粗、着色较深的带状结构,称为闰盘。心肌纤维间有少量疏松结缔组织和大量毛细血管。在横切面上,心肌纤维呈圆形、多边形、哑铃型或不规则形,大小不一,有些切到核,有

些未切到核,肌原纤维呈点粒状,但与骨骼肌相比其密度较小。

### 【思考题与作业】

1. 绘平滑肌纵、横切面显微结构图。
2. 从分布、形态结构和功能等方面,列表比较三种肌纤维的特征。
3. 结合骨骼肌的结构说明肌纤维的收缩机制。

### 【拓展与探索】

1. 在掌握光镜结构特点的基础上,进一步了解三种肌纤维的超微结构。
2. 设计实验,制作平滑肌、骨骼肌的简易装片。

## 实验 1-4 神经组织的观察

### 【目的与要求】

1. 通过观察神经元的结构,总结神经元的一般形态特征。
2. 了解有髓神经纤维和无髓神经纤维的结构特点。
3. 观察环层小体(帕西尼小体)、运动终板等神经末梢的结构,并理解其结构与功能的关系。

### 【材料与用品】

显微镜,脊髓横切片,有髓神经纵、横切片,环层小体装片,氯化金染色的壁虎或家兔肋间肌撕片。

### 【步骤与方法】

1. 脊髓前角运动神经元。

(1) 取脊髓横切片肉眼观察,中央染色较深呈蝶形的部分,即为灰质,灰质周围染色较浅的部分为白质。灰质较为宽阔的两个角为脊髓前角,较为尖细的两个角为脊髓后角。

(2) 低倍镜下找到前角内较大的神经元,为多极神经元(运动神经元),选择一个突起较多且能看到细胞核的神经元仔细观察。

(3) 高倍镜下观察,神经元胞体呈多角形,从胞体向四周发出很多突起,突起因被切断而不完整,细胞核大而圆,着色浅,核仁一个,呈圆形,大而明显。胞质中有许多嗜碱性的斑块状结构,为尼氏体。

2. 有髓神经纤维。

(1) 肉眼观察,切片中呈长条状的为神经的纵切面,呈圆形的为神经横切面。

(2) 低倍镜下观察,在横切面上,可见整条神经外面围有一层结缔组织,为神经外膜,其中可看到血管的断面和脂肪细胞。神经干内部又被结缔组织分成许多束,这些结缔组织称为神经束膜。神经束内有许多神经纤维的横切面。在纵切面上,可看到许多紧密排

列的细条状结构,即为有髓神经纤维。

(3) 高倍镜下观察,在横切面上神经纤维呈圆形,中间红色圆点为轴索,外包空泡状的髓鞘,髓鞘外围细线状的为神经膜。有时可见位于边缘的神经膜细胞(施旺氏细胞)核。在纵切面上,有髓神经纤维由三部分组成,中轴为一条较粗的轴索,轴索周围是髓鞘,由于髓鞘中的类脂被溶解,故呈空泡状,髓鞘外包有粉红色的细线条,为神经膜,神经膜内有时可见浅蓝色、椭圆形的神经膜细胞核,在相邻两个神经膜细胞的连接处,有一无髓鞘的间隙,为郎飞氏结。

### 3. 运动终板。

(1) 低倍镜下,骨骼肌纤维被染成紫红色,神经被染成黑色。选择结构比较完整的部位,可见一根或几根神经纤维沿途可以分支,找出一根神经纤维,追寻其末端可见成爪状分枝,附着于骨骼肌纤维的表面,即为运动终板。

(2) 高倍镜下,可见运动终板的爪状分枝末端常呈纽扣状膨大,此处肌浆较多,略向表面隆起。

### 4. 环层小体。

(1) 低倍镜下环层小体呈圆形或卵圆形,其被囊由数十层呈同心圆排列的扁平细胞和胶原纤维组成,小体中央有一条无结构的淡红色圆柱体,称为内棍或中轴。

(2) 高倍镜下,有时(在较好的标本上)可以看到,有髓神经纤维穿过被囊,然后失去髓鞘进入中轴内,走行于整个中轴内并在末端略显膨大。

## 【思考题与作业】

1. 根据观察结果,绘一个脊髓前角运动神经元的显微结构图,并标注细胞核、核仁、尼氏体、树突等。
2. 在脊髓的横切片上如何区分轴突和树突?
3. 尼氏体的超微结构是什么?有什么功能?
4. 观察脊髓白质内的神经纤维,与神经干内的神经纤维比较有何不同?

## 【拓展与探索】

1. 用家兔或猪的脊髓为材料,制作脊髓灰质涂片,并观察神经元的形态结构。
2. 用蛙的坐骨神经为材料,制作神经纤维分离装片,并观察神经纤维的结构。

## 实验 1-5 骨的观察及体表主要骨性标志触扪

### 【目的与要求】

1. 观察各种形态的骨,掌握骨的分类方法及其形态结构特征。
2. 观察长骨模型,掌握骨的构造,了解长骨特征。
3. 掌握人体全身骨的组成及特点。
4. 掌握人体上肢骨、下肢骨、躯干骨和头颅骨的组成及各骨的名称。

## 5. 掌握体表主要骨性标志。

### 【材料与用品】

四种骨标本,人体骨架标本,整套散骨标本,成年人颅标本,新生儿颅标本。

### 【步骤与方法】

#### 1. 骨的一般结构观察。

(1) 取干枯的肱骨、腕骨、颅顶骨、椎骨各一块,根据长骨、短骨、扁骨和不规则骨的形态特征,能区别上述4块骨各属何形态的骨。

(2) 观察长骨两端(骺端)游离面较为圆滑的关节面。

(3) 观察4种形态骨剖面标本,注意4种形态骨的骨密质与骨松质的分布情况。

#### 2. 观察上肢骨。

(1) 在人体骨架标本上辨认下列各骨,掌握上肢骨的组成及各骨的名称。

上肢带骨:锁骨、肩胛骨。

自由上肢骨:肱骨、桡骨、尺骨、腕骨、手骨。

(2) 在散骨标本中找出下列各骨,首先确定各骨的上、下、前、后、内侧、外侧等方位,然后找到各骨的主要骨性标志。

锁骨:胸骨端、胸骨关节面、肩峰端、肩峰关节面、上面、下面。

肩胛骨:上缘、内侧缘、外侧缘、内侧角、外侧角、下角、前面(亦称肋面)、肩胛下窝、后面(亦称背面)、喙突、肩胛切迹、关节盂、孟上结节、孟下结节、肩胛冈、冈上窝、冈下窝、肩峰、肩峰关节面。

肱骨:肱骨头、解剖颈、大结节、大结节嵴、小结节、小结节嵴、结节间沟、外科颈、三角肌粗隆、桡神经沟、内上髁、外上髁、肱骨滑车、肱骨小头、冠突窝、桡窝、尺神经沟、鹰嘴窝。

尺骨:鹰嘴、冠突、滑车切迹、尺骨粗隆、桡切迹、骨间缘、尺骨头、环状关节面、尺骨茎突。

桡骨:桡骨头、桡骨头凹、环状关节面、桡骨颈、桡骨粗隆、骨间缘、桡骨茎突、尺切迹。

手骨:腕骨8块,排成两列,每列4块,近侧列由外侧向内侧依次为手舟骨、月骨、三角骨和豌豆骨;远侧列由外侧向内侧依次为大多角骨、小多角骨、头状骨和钩骨。掌骨5块,由外侧向内侧依次为第一至第五掌骨,每块掌骨分为掌骨底、掌骨体和掌骨头。指骨共14块,除拇指外,余皆为3块,分为近节(基节)指骨、中节指骨(拇指无中节指骨)和远节(末节)指骨,近节指骨和中节指骨分为指骨底、指骨体和指骨滑车,远节指骨的远端为指骨粗隆。

(3) 上肢骨主要体表标志的触扪。

锁骨:位于皮下,呈S形,可触扪到全长。

肩胛骨:可触扪到肩峰、肩胛冈、下角、内侧缘。

肱骨:可触扪到大结节、内上髁和外上髁。

尺骨:可触扪到尺骨体、鹰嘴、尺骨头和尺骨茎突。

桡骨:可触扪到桡骨头和桡骨茎突。

手骨:可触扪到全部手骨的背面。

### 3. 观察下肢骨。

(1) 在人体骨架标本上辨认下列各骨,掌握下肢骨的组成及各骨的名称。

下肢带骨:髌骨。

自由下肢骨:股骨、髌骨、胫骨、腓骨、足骨。

(2) 在散骨标本中找出下列各骨,确定各骨的上、下、前、后、内侧、外侧等方位,然后找到各骨的主要骨性标志。

髌骨:左右各一块,由髌骨、耻骨和坐骨3块骨愈合而成,整体上可见髌臼和闭孔。髌骨:髌骨体、髌骨翼、髌嵴、髌前上棘、髌前下棘、髌后上棘、髌后下棘、髌窝、髌粗隆、耳状面、臀面;耻骨:耻骨体、耻骨上支、耻骨下支、耻骨梳、耻骨结节、耻骨联合面;坐骨:坐骨体、坐骨支、坐骨结节、坐骨棘、坐骨大切迹、坐骨小切迹。

股骨:股骨头、股骨颈、大转子、小转子、转子间线、转子间嵴、粗线(内侧唇、外侧唇)、内侧髁、外侧髁、腓面、髁面、髁间窝、内上髁、外上髁、收肌结节。

髌骨:髌底、髌尖、髌关节面。

胫骨:内侧髁、外侧髁、上关节面、髁间隆起、腓关节面、胫骨粗隆、内踝、内踝关节面、下关节面、腓切迹、骨间缘。

腓骨:腓骨头、腓骨头关节面、骨间缘、外踝、外踝关节面。

足骨:由跗骨、跖骨和趾骨组成。

跗骨:有7块,分别为距骨、跟骨、足舟骨、内侧楔骨、中间楔骨、外侧楔骨和骰骨。辨认跟骨结节、载距突、距骨滑车、舟骨粗隆、骰骨粗隆。

跖骨:有5块,由内侧向外侧依次为第一至第五跖骨,分为跖骨底、跖骨体、跖骨头。

趾骨:有14块,除拇趾为2节外,余皆为3节,分为近节(基节)趾骨、中节趾骨(拇趾无中节趾骨)和远节(末节)趾骨,近节趾骨和中节趾骨分为趾骨底、趾骨体、趾骨滑车,远节趾骨的远端为趾骨粗隆。

(3) 下肢骨主要体表标志的触扪。

髌骨:可触扪到髌嵴、髌前上棘、髌后上棘、耻骨结节和坐骨结节。

股骨:可触扪到大转子、外侧髁和内侧髁。

髌骨:可触扪到前面。

胫骨:可触扪到内侧髁、外侧髁、胫骨粗隆、胫骨前嵴、胫骨内侧面和内踝。

腓骨:可触扪到腓骨头和外踝。

足骨:可触扪到跟骨结节、载距突,以及除跟骨和距骨以外的全面足骨的背面。

### 4. 观察躯干骨。

(1) 在人体骨架标本上辨认胸骨、肋骨、椎骨、骶骨,掌握躯干骨的组成以及各骨的名称。

(2) 在散骨标本中找出下列各骨,分清各骨的上、下、前、后、内测、外侧等方位,然后找到各骨的主要骨性标志。

胸骨:胸骨柄、胸骨体、剑突、颈静脉切迹、锁切迹、肋切迹、胸骨角。

肋骨:肋骨体、肋结节、肋头、肋角、肋弓、肋沟。

椎骨的一般结构: 椎体、椎弓、椎孔、一个棘突、一对横突、一对上关节突、一对下关节突、椎上切迹、椎下切迹以及上下位椎骨连结所形成的椎管和椎间孔。

三块特殊椎骨: 寰椎(第一颈椎): 椎孔、前弓、后弓、侧块、横突孔、上、下关节面、齿突凹; 枢椎(第二颈椎): 齿突凹、前关节面、后关节面; 骶骨(骶椎): 上关节面、骶骨岬、骶管、耳状面、骶前、后孔、骶管裂孔、骶角。

(3) 躯干骨主要体表标志的触扪。

胸骨: 位于皮下, 可触扪到胸骨的前面。

肋骨: 可触扪到第二至十二肋骨的外面。

椎骨: 可触扪到全部椎骨的棘突, 低头时在颈后部最长的棘突为第七颈椎, 是确定各位椎骨的重要标志。

骶骨: 可触扪到骶骨的骶中嵴、骶角。

5. 观察颅骨。

(1) 在颅骨标本上辨认组成颅的各骨, 区分出脑颅骨和面颅骨。

脑颅骨: 共 8 块, 包括额骨 1 块, 筛骨 1 块, 蝶骨 1 块, 枕骨 1 块, 顶骨 2 块, 颞骨 2 块。

面颅骨: 共 15 块, 包括上颌骨 2 块, 腭骨 2 块, 颧骨 2 块, 鼻骨 2 块, 泪骨 2 块, 下鼻甲骨 2 块, 犁骨 1 块, 下颌骨 1 块, 舌骨 1 块。

(2) 观察颅的外面和内面, 辨认下列结构和标志。

矢状缝, 冠状缝, 人字缝, 枕外隆凸, 枕骨大孔, 枕髁, 颞骨茎突, 颞骨乳突, 颞窝, H 状缝, 颞弓, 外耳门, 下颌角, 咬肌粗隆。鼻后孔, 硬腭, 眶, 眶上裂, 眶下裂, 眶上切迹, 眶下沟, 眶下孔, 泪囊窝, 梨状孔, 鼻中隔, 颞孔, 颅前窝, 颅中窝, 颅后窝, 筛孔, 视神经孔, 垂体窝, 圆孔, 卵圆孔, 棘孔, 破裂孔, 舌下神经管, 内耳门, 颈静脉孔等。

(3) 观察新生儿颅, 辨认前囟、后囟、蝶囟、乳突囟, 总结新生儿颅的特点。

### 【注意事项】

1. 切勿用力敲击、拉拽和扭动人体骨架上的各骨。
2. 切勿在标本上注字、涂抹和刻画。
3. 拿取颅标本时, 宜用手抱握, 也可用食指钩住枕骨大孔, 切勿将手指伸入眼眶或梨状孔内, 以免损坏其中的结构。

### 【思考题与作业】

1. 联系人类的劳动、直立等特征, 比较和分析上肢骨和下肢骨的形态结构特点。
2. 从椎体、椎孔、横突、棘突、关节突等方面, 列表比较颈椎、胸椎、腰椎的形态特点。
3. 根据各部椎骨的结构特点, 分析其运动和力学特点。
4. 联系人类的直立、劳动等特点, 分析和说明人颅的形态特点。
5. 新生儿的颅与成年人的颅有何不同?
6. 绘制股骨简图, 并注明股骨头、股骨颈、大转子、小转子、转子间嵴、股骨体、内上髁、外上髁、内侧面、外侧面、髁间线、髁间窝等。

### 【拓展与探索】

1. 试设计实验,分析骨的化学成分与其物理特性的关系。
2. 试设计实验,用动物骨制作新鲜骨浸制标本,并能显示骨外膜、骺软骨、骨髓、骨密质、骨松质等结构。

## 实验 1-6 骨连结与肌肉的观察

### 【目的与要求】

1. 观察关节的基本结构和辅助结构,理解影响关节的稳固性及灵活性的因素。
2. 通过对肩关节、肘关节、桡腕关节、髋关节、膝关节、踝关节等标本和模型的观察,掌握各关节组成和结构,了解各关节的运动。
3. 通过对全身肌肉的观察,熟悉主要肌肉的名称、形态、位置和起、止点。
4. 掌握运动肩关节、肘关节、桡腕关节、髋关节、膝关节、踝关节的肌肉名称、起止点和作用。

### 【材料与用品】

人体骨架,肩关节、肘关节、桡腕关节、髋关节、膝关节、踝关节标本(或模型),人体肌肉标本。

### 【步骤与方法】

1. 观察关节的基本结构。

在不同的关节模型或关节标本上,观察关节面、关节囊和关节腔,分析关节结构特点与其运动功能的关系。

2. 主要关节的组成及其结构特征观察。

#### (1) 肩关节的观察。

取肩胛骨和肱骨,将肩胛骨关节盂和肱骨的肱骨头相连结,了解该关节的组成。

观察肩关节标本,可见在肩胛骨关节盂与肱骨头周缘借纤维结缔组织彼此相连,此为关节囊。肩关节的囊较松而薄,剖开处可见关节囊外层为坚韧的纤维层,内层为滑膜层。辨认并观察关节盂缘、肱二头肌长头腱、喙肱韧带、盂肱韧带、喙肩韧带等。

#### (2) 肘关节的观察。

取肱骨、尺骨和桡骨标本,将肱骨滑车和肱骨小头分别与尺骨的滑车切迹、桡骨头凹相连结,并将尺骨的桡切迹与桡骨头环状关节面相连结,了解构成肘关节的 3 个关节(肱尺、肱桡和桡尺近侧关节)的组成。

取肘关节标本,可看到构成肘关节的 3 个关节只有一个关节囊。将关节做被动屈、伸,可观察到关节囊前后较松弛。

#### (3) 桡腕关节的观察。