

- 鱼类的肌肉系统

讲授重点：

横纹肌在硬骨鱼类鱼体上的分布

鱼类和其它动物一样，在其生活过程中，运动一刻也没有停止。诸如呼吸、循环、摄食、繁殖、排泄、避敌等，都是通过局部甚至较大范围的组织器官的运动来完成，而产生各种运动的基础是肌肉。鱼类依靠肌肉的运动，不仅可以保存个体的生命，更可绵延种族的永续。鱼类的肌肉发达，在鱼体分布广泛，是鱼体的重要组成部分。鱼肉含有丰富的营养物质，味道鲜美，因此一向被视为上等食品。

### 第一节 鱼类肌肉的构造和种类

- 肌肉的基本构造

组成肌肉的基本单位是肌纤维，也就是肌细胞。

肌细胞具有细胞的一般结构，而有的则象多细胞的愈合体。

肌细胞具有：细胞核、细胞质（又称肌浆）、细胞膜（又称肌膜）

在细胞质中有原生质分化而来的肌原纤维。

许多肌纤维的各种方式结合在一起，它的结缔组织的肌末鞘成为肌末，许多肌末又过一步聚合成肌肉。

肌肉受了刺激产生兴奋，兴奋达到一定程度，就产生收缩，收缩后得以宽息恢复原状。由于肌肉的收缩产生各种运动。

### 二、肌肉的种类

肌肉根据构造、功能、分布的不同，分为三大类，即平滑肌、心脏肌、横纹肌。

- 平滑肌

平滑肌的肌细胞呈梭形，中央有一椭圆或短棒状细胞核，在肌原纤维间充满水浆，平滑肌成层、成刺配置，少数情况下单一分布和结缔组织间。

这种肌肉的特点是收缩缓慢，宽息也迟钝，不受意志支配，受植物性神经支配，所以又叫不随意肌。主要分布在内脏器官中（心脏除外），如消化道、血管、泌尿器官的壁等处。

- 心脏肌

构成心脏肌的细胞比较宽短，彼此的分支连结在一起，如网状，每个细胞有一个细胞核，它的肌原纤维有明暗相间的横纹，但不如横纹肌那样明显，所以从性质来看，心脏肌是介乎平滑肌和横纹肌之间的一种肌肉。

心脏肌固为细胞彼此的分支连结，所以一旦一处受刺激，其它各处乃至整个心脏皆被兴奋，这是它最大的特点。此外，收缩缓慢，宽息较长，而且有显著的节律性。心脏肌只构成的脏。

- 横纹肌

构成横纹肌的细胞呈长圆柱状，在一个细胞内有很多细胞核，为一多核共质体，在细胞质中有大量纵向平行排列的肌原纤维，在光学显微镜下可见肌原纤维，一般明亮，称为明带，一暗，叫暗带，明带和暗带准确地相间排列在同一水平面上，因此显示了明暗相间的横纹，所以称为横纹肌。

横纹和收缩急促，宽息也快速。横纹肌主要附于骨骼上，与骨骼配合产生各种运动。所以也叫骨骼肌，它受中枢神经的控制，受意志支配，所以又叫随意肌，主要分布在体壁，附肢等处。

平滑肌、心脏肌——脏肌，不随意肌，受植物性神经支配

横纹肌——骨骼肌，随意肌，受中枢神经（脑、脊髓）支配

## 第二节 横纹肌在鱼体的分布

鱼体横纹肌根据来源不同又可以分为两大类，即体节肌和鳃节肌。

体节肌来自中肌层的生肌节，一般受意志支配，分布在头部、躯干部、附肢等部位。包括中轴肌和附肢肌：

中轴肌：头部肌肉，躯干部、尾部肌肉

附肢肌：奇鳍肌，偶鳍肌

鳃节肌来源于胚层间叶细胞，与平滑肌同源，但它的肌纤维上有横纹，受意志支配，与横纹肌相同。它分布于咽颅或者与咽颅有关的区域。包括：颌弓肌、舌弓肌、鳃弓肌。

研究肌肉主要在于了解运动过程，从这个观点出发，将鱼体肌肉分为头部肌肉、躯干部、尾部肌肉和附肢肌肉，此分法更易于理解。

现以白鲢为例将肌肉分布概况简述如下：

- 头部肌肉
- 眼肌

头部因头骨发达，使得头部肌肉趋于退化，体节肌在头部只留下眼肌，眼肌收缩能使眼球向方向转动。

眼肌共有六条，其中四条直肌，两条斜肌。

- 上斜肌：此肌起于侧筛骨内侧方，肌纤维向后外方斜行，止于眼球背面中央。
- 下斜肌：位于眼球腹面与上斜肌遥遥相对，起自侧筛骨内侧方上斜肌起点的腹面。肌纤维向后外方斜行，止于眼球腹面种类。
- 上直肌：此肌起部在副蝶骨内侧面，位于骨腔中（亦称肌洞，由左右翼蝶骨、前耳骨、副蝶骨等构成），肌纤维向前外方延伸，止于眼球背面中央，紧接上斜肌上点的后方。
- 下直肌：此肌位于眼球腹面与上直肌相对，起点在副蝶骨背侧面的肌洞中，止于眼球腹后方。
- 内直肌：又称前直肌，此肌位于眼球最前方，起点同上，止于眼球前方。
- 外直肌：又称后直肌，此肌位于眼球最后方，起点同上。
- 与鳃盖启闭有关的肌肉

与鳃盖启闭有关的肌肉有鳃盖于肌、鳃盖提肌、鳃盖收肌、舌颌提肌等。

（1）鳃盖开肌：又名背鳃盖提肌，位于眼球后方背面，为一长形扁平肌肉，起点在额骨后侧面，蝶耳骨背侧面及翼耳前部，止点在鳃盖骨和舌颌骨相接处，收缩时可命名鳃盖张开。

（2）鳃盖提肌：位于鳃盖开肌后方，起点在翼耳骨后腹缘，止点在鳃盖骨上缘，收缩时可使鳃盖提起。

（3）舌颌提肌：又名腭弓提肌，位于鳃盖开肌下方，除去眼球后方的眶下骨可见一大块短而厚的，近四方形的肌肉，即为舌颌提肌，它的起点在蝶耳骨腹缘，止点在舌颌骨上半部和后翼骨上缘，收缩时牵动舌颌骨，而民舌颌骨相关的鳃画骨随之张开。

(4) 鳃盖收肌: 除去鳃盖骨时, 可见背方内侧有一块长扁形肌肉即鳃盖收肌, 起点在前耳骨后侧面, 止点在鳃盖骨上方内侧面, 收缩时可使鳃盖关闭。

- 与口咽腔活动有关的肌肉

与口咽腔的活动有关的肌肉有下颌收肌、咬肌、舌颌收肌、颏舌肌、胸舌肌等。

(1) 下颌收肌: 此肌体积大, 位于眼后下方。起点在舌颌骨和前鳃盖骨前面, 止点在齿骨、前节骨内面, 收缩时使下颌向上, 口则关闭。

(2) 咬肌: 又称下颌收肌下颌部, 此肌长条形, 位于眼球下方, 起点在前鳃骨下端的背缘及方骨的腹缘, 止点于上颌骨后端内侧等处, 收缩时使口关闭, 与摄食、呼吸有关。

(3) 舌颌收肌: 除去眼球及舌颌提肌, 可见此肌位于眼球下方, 后翼骨背缘, 外观呈半圆形, 它的起点在翼蝶骨腹面, 舌颌骨的关节及翼耳骨, 蝶耳骨腹面几处, 止点在后翼骨、中翼骨及上髌骨上半部, 收缩时使口角提起。

(4) 颏舌肌: 位于左右齿骨之间, 呈“Λ”形, 起点在角舌骨腹面及各鳃条骨前端, 止于齿骨前端, 左右肌在前方彼此相近, 端部相连, 收缩时使下颌低落, 口即张开。

(5) 胸舌肌: 此肌较大, 一部分起点在后匙骨下端前面及最前面的肌隔下, 另一部分起点在乌喙骨前腹缘, 止点在尾舌骨背面的中央隆起脊内侧, 此肌肉由大侧肌分化而来, 收缩时使鳃腔底壁下落, 内部体积增大。

- 与鳃弓活动有关的肌肉

与鳃弓运动有关的肌肉有鳃弓提肌、鳃弓收肌、鳃间背斜面肌、鳃间腹斜面肌、鳃弓连肌。

下咽骨是第五对鳃弓的变形物, 与其发生联系的肌肉, 有上耳咽超匙肌、基枕骨咽骨肌、内咽匙肌、外咽匙肌、咽骨缩肌、颈匙肌、匙基鳃肌等。

在以上这些肌肉的配合下, 司管鳃弓的运动, 与鳃弓活动有关的肌肉数目多, 形体细小, 有的小如米粒, 不易寻见, 运动功能也复杂, 不易确定, 因此不详述。

- 躯干部、尾部肌肉

分布在头后直至尾基两侧的肌肉为躯干部、尾部肌肉, 包括大侧肌、上棱肌、下棱肌。

- 大侧肌

自头后肩带处直至尾鳍基部, 夹在脊椎骨两侧的肌肉称为大侧肌。

大侧肌由结缔组织的肌隔分隔呈“3”形一节节的构造，则称肌节。肌节与肌节之间的结缔组织隔膜称肌隔。肌肉不呈下板状而呈空心稚形，互相套合。因此，在一个鱼体横断面上可以看到数个肌节，呈同心圆状排列，这样的结构，使大侧肌运动更加灵活。至于肌节的数目，一般与椎骨数目标符。

此外，沿着体轴中央又有一结缔组织的水平隔膜，将大侧肌分成上下两个部分，上方的称轴上肌，下方的称轴下肌。

大侧肌在多数鱼类中可以区分为两种类型，即红肌和白肌。

红肌：位于躯干表面水平隔膜上下方附近的肌肉，颜色暗红，又称浅层侧肌，由狭纤维组成（33-35 mm），含有脂肪和肌红蛋白，血液供应丰富。

白肌：组成大侧肌的主要肌肉，由宽纤维（60-70 mm）组成，不含肌红蛋白，颜色淡白。

游泳能力强的鱼类，红肌发达，生活在底层、静水，行动缓慢的鱼类红肌不发达或缺如。

- 上棱肌

又称背纵肌，在鱼体背面，由轴上肌分化而成的细长、无曲线痕迹的一对长条形肌肉，易与大侧肌区分。

上棱肌又分为背鳍牵引肌和背鳍缩肌两种。

（1）背鳍引肌：由基枕骨到背鳍棘的一对纵条肌肉，收缩时使背鳍竖立，也能使鱼体背部曲折。

（2）背鳍缩肌：由背鳍后缘到尾鳍前缘，收缩时使背鳍末部后倾，尾鳍上部向前倾。

- 下棱肌

下棱肌又叫腹纵肌，在鱼腹中线两侧，由轴下肌分化而成的细长、无曲线痕迹的一对肌肉。此肌又可分为腹鳍引肌、腹鳍缩肌、臀鳍缩肌。

（1）腹鳍引肌：位于腹鳍前方的一对纵条肌肉，收缩时能把腰带向前拉，又能使腹部成曲折动作。

（2）腹鳍缩肌：在腰带之后，臀鳍之前的一对长形肌肉，收缩时使腹面曲折，腹鳍回缩，臀鳍前展。

（3）臀鳍缩肌：在臀鳍最后的支鳍骨至尾鳍基前方的一对很窄的肌肉，收缩时使臀鳍向后回缩。

- 附肢肌肉

附肢肌肉由大侧肌分化而来，包括奇鳍肌肉及偶鳍肌肉。

- 背鳍肌

每一鳍条基部附有 6 条刺状肌肉，每侧 3 条，浅层的一条是背鳍倾肌，起点在鳍基部皮肤下的腱膜上，止点的腱附于鳍条基部的侧缘，收缩时使向一边倾斜，深层有两条，为背鳍竖肌和背鳍降肌，收缩时分别使鳍条竖立和往后往下倾斜。

- 臀鳍肌

与背鳍一样每一鳍条基部也有 6 条肌肉，每侧 3 条，分别为臀鳍倾肌、臀鳍竖肌、臀鳍降肌，它们相互配合，使臀鳍伸展，侧倒、回缩。

- 尾鳍肌

浅肌有尾鳍间辐肌（二尾鳍条间肌），位于尾鳍基部，放多刺状排列呈扇形的肌肉，起点在尾鳍基部腱膜上，肌纤维向背腹侧斜行，止点在分支鳍条基部。

深肌有尾鳍上背面肌，尾鳍下背曲肌，收缩时使尾鳍背叶向该侧面弯曲。尾鳍腹收肌，收缩时使背叶曲卷，倾向腹面，尾鳍上腹肌，尾鳍中腹肌肌，尾鳍下腹曲肌，收缩时，使尾鳍下半部向一侧卷曲。

- 肩带肌

包括有肩带浅层展肌，收缩使胸鳍往前往下并使鳍条彼此靠拢，肩带深层展肌，收缩时使胸鳍往下，肩带伸肌，收缩时使胸鳍往下转动，肩带浅层收肌，肩带深层收肌，收缩时使胸鳍内收向身体靠拢。

- 腰带肌

腹面浅肌有：腰带浅层展肌，收缩时使腹鳍向外转动离开鱼体。腰带降肌，收缩时使鳍条下降，腰带浅层收肌，收缩时使左右两鳍向内靠拢。

背面深肌有：腰带深层展肌，腰带提肌，收缩时使腹鳍上提，腰带深层收肌。

### 第三节 肌肉的变异——发电器官

在软骨鱼类和硬骨鱼类的一些种类中，具备十分特殊的发电器官。

鱼类的发电器官除电鳗外，都是由肌肉衍生而成。鱼类发电器官的来源大致有如下几种情况：

- 尾部肌肉变异而成，如电鳗、鲰属，中国团扇鲰等。
- 由鳃肌变异而成，如电鲰。
- 由眼肌变异而成，如电瞻星鱼。
- 由真皮腺体组织转化而成，如电鲀。

发电器官一般都是由许多称为电细胞（ Electiocyte ）或电板（ Electioplates ）、电函（ Electioplax ）的盘形细胞所构成，电细胞排列得比较整齐，一个个迭成柱状结构，电细胞间充满胶状物质，作为导电介质，每个细胞有一比较光滑的表面，是特化的神经层，与神经纤维相联系；相对的一面粗糙，有乳突，叫营养层，与血管联系。

发电器官的动作电位是由每个电细胞的电位相加而成，每一电细胞的电位差约为 0.1 伏，发电器官产生的电位取决于每柱电细胞的数目，而电流强度则取决于每柱电细胞横切面的总面积。

鱼类产生电力的生物学意义，主要与御敌、捕食以及求偶等活动有关。