

四川大学实验报告

学 院 生命科学院 专 业 生物科学

2022 级 4 班 组

姓 名

同实验者

22 年 11 月 7 日

题 目：鲤鱼的外形观察与内部解剖

1 实验目的

通过对鲤鱼的外部形态，骨骼系统观察，内部系统的解剖与观察，了解硬骨鱼类形态结构的主要特点，认识其适应于水下生活的特征；了解解剖鱼类的方法。

2 实验原理

鲤鱼属于硬骨鱼纲（Osteichthyes），外形呈纺锤形，包括头部、躯干以及尾三个部分。解剖鲤鱼时，从泄殖孔开始沿腹部向前剪开以及向背部剪开，直到靠近鳃盖为止，将盖在内脏部分的鱼肉完全揭开。观察内部结构。

3 实验步骤

1. 取解剖工具、鲤鱼一只、光学显微镜及解剖显微镜等。
2. 从泄殖孔开始，沿着腹部向前剪开，直到靠近鳃盖部分（注意不要剪破肠子或是生殖腺）
3. 从泄殖孔开始，向上剪开。深度为刚好能看见内脏器官，宽度为靠近背部时再无内脏后结束。
4. 从结束部分向前剪开，直到靠近鳃盖部分，向下剪开，将整块鱼肉取下。观察内部结构。
5. 将鳃盖剪开，观察鲤鱼头部结构。

4 实验结果

外形观察时，着重观察了鲤鱼的头部（图 1）。我们发现鲤鱼一共有四个鼻孔，左右对称分布，分别有两个（结构 A）。利用解剖针伸入鼻孔，发现为盲管。同时，我们观察到鲤鱼嘴巴形状类似于圆盘，我们推测这样的结构可以让鲤鱼更好的吸取水中营养物质。

解剖观察内部结构时，我们打开鱼肉，初步观察到（图 2）：

1. 两个乳白色，较硬的气囊状物体（结构 A），为鲤鱼的鳔。
2. 存在于两个鱼鳔中间的暗红色血块状物体（结构 B），为鲤鱼的肾。

3. 大片乳白色，肠道形状的物体（结构 C），分布于体腔的中央，为鲤鱼的精巢。
4. 血红色结构（结构 D），分布于精巢的下方，为鲤鱼的肝胰脏。

打开鳃盖，去除鳃盖附近的鱼肉，我们观察到心脏附近的结构（图 3）：

1. 暗红色，正在缓慢跳动的的心脏（结构 A）。
2. 白色，与心脏相连的动脉球（结构 B）。

打开鳃盖后，还可以看见鱼鳃及鱼鳃的有关部分：

1. 血红色的鱼鳃（图 4），可以看见鱼鳃的鳃片是由大约 4~5 条丝状物体组成的小组而组成的。一共有两层鳃片，每层鳃片都与鳃弓相连（图 6）。
2. 通过在光学显微镜下观察鱼鳃鳃片的一条丝状结构（图 5），我们看见类似纤维的结构：白色的主干周围分布一片一片的组织，形成鱼鳃的最基本结构。

5 讨论：鱼的鼻腔相关问题

上文提到，鱼拥有四个鼻腔，一边两个；这四个鼻腔皆为盲管，没有鼻腔窦。那么**鱼类鼻腔的功能是什么？**

首先考虑呼吸功能，我们知道鱼类通过鳃呼吸，那么鱼类是否也可以通过鼻腔呼吸？考虑到鱼类作为脊椎动物，呼吸必需通过呼吸系统，不能像大多数无脊椎动物那样通过皮肤进行气体交换，因此作为盲管的鼻腔是无法吸入氧气，也无法进行气体交换的。因此，可以推测出：**鱼类不能通过鼻腔呼吸。**

鱼类通常通过食物散发出的化学刺激物定位及探测食物，也会对食物的气味和味道产生特殊的行为模式 [1]。通过查询资料可知，鱼类接受化学刺激物的方式之一是通过鼻孔的嗅觉系统。通过嗅觉系统，接收、辨别和感知各种水溶性化学物质，如氨基酸、胆汁酸、胺类、类固醇、前列腺素和核苷酸 [2]。因此可知，鱼类的鼻孔作为其嗅觉系统，辨别水中特殊化学物质，进行定位食物等生命活动。

随之而来的问题是：**水中的化学物质引起鱼类的特殊行为模式，即如何刺激鱼类大脑？**

可以直接推测的是，化学物质通过水流进入鼻腔，与鼻腔上皮细胞接触并进入。进入上皮细胞后被传递给鼻腔上皮细胞附近的神经元，通过神经传导将冲动传递给大脑。例如，嗅觉上皮细胞附近存在纤毛嗅觉神经元，可以被化学物质激活 [3]；不仅如此，嗅觉上皮细胞在许多硬骨鱼中排列成多层嗅觉花环，而嗅觉花环上又存在 G 蛋白偶联的气味受体分子 [3]；一旦化学物质（气体分子）与受体结合，就可以引发下游的信号传递过程。除此之外，还存在 ATP 被嗅觉上皮细胞转化为腺苷，腺苷随后激活嗅觉神经元群体，引发神经传导的例子 [4]。

了解了水中化学物质激活大脑特定功能的问题，接下来的问题是：**化学物质如何进入鼻腔，即水流在鼻腔流动的原理？**

假设水流自然流动，化学物质通过自由扩散的方式进入鼻腔上皮细胞，利用扩散公式 [5] 可知：

$$t = \frac{x^2}{2D} \quad (1)$$

其中, t 为扩散时间, x 为扩散距离, D 为扩散系数, 水中取为 $10^{-9}m^2 \cdot s^{-1}$ [6], 可知扩散一毫米需要 16 分钟。因此, 可以推断出鱼类一定会主动吸入水流, 或是利用身体构造主动或被动地加快水流的扩散速度。鼻腔内的水流将有助于维持水相和感觉上皮细胞之间的气味浓度梯度, 有利于运输过程的最后一步 [7]。

研究指出, 水可以通过至少三种方式被主动地吸入: 首先是非感觉细胞的纤毛跳动, 通过跳动来推动水流的流动, 这种方式是被动的; 第二种方式是通过附属囊的膨胀和压缩实现的水流的泵送作用, 这种方式既可以是主动也可以是被动的; 最后则是由颌骨的运动引起的鼻腔的机械搅动。[6]

总结: 鱼的鼻腔主要功能是作为嗅觉系统的一部分, 接受化学信号分子, 激活神经元, 引发神经传导。为了达到这个目的, 鱼类大多拥有主动或被动吸入流水, 加快流水扩散的能力。

A 图片

注：未特别指明时皆为手机拍摄。



图 1: 鲤鱼的头部

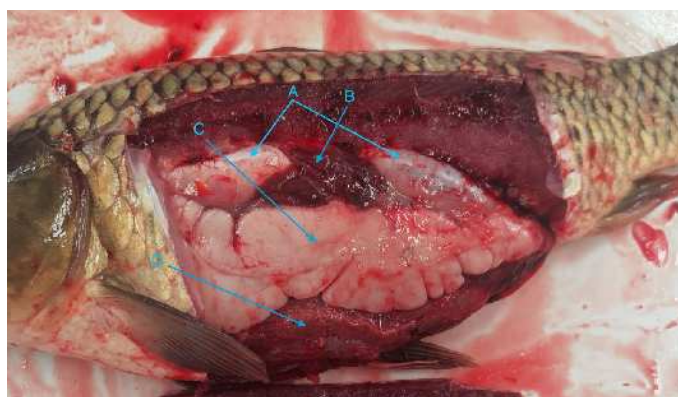


图 2: 鲤鱼内部结构整体图



图 3: 鲤鱼心脏



图 4: 鲤鱼鳃的整体结构

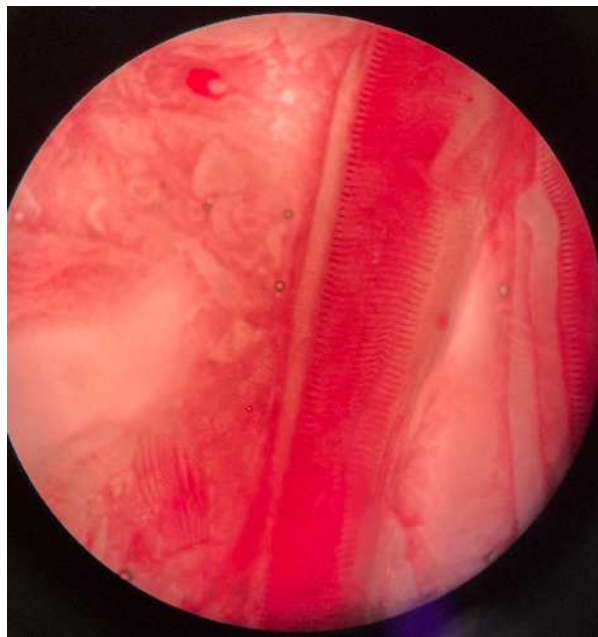


图 5: 鲤鱼鳃的显微镜图
光学显微镜 $\times 4$ 倍



图 6: 鱼鳃的鳃耙及鳃弓

参考文献

- [1] Keith A. Jones. *Food search behaviour in fish and the use of chemical lures in commercial and sports fishing*, pages 288–320. Springer Netherlands, Dordrecht, 1992.
- [2] Y Yoshihara. Molecular genetic dissection of the zebrafish olfactory system. *Chemosensory systems in mammals, fishes, and insects*, pages 1–19, 2008.
- [3] Anne Hansen and Barbara S Zielinski. Diversity in the olfactory epithelium of bony fishes: development, lamellar arrangement, sensory neuron cell types and transduction components. *Journal of neurocytology*, 34(3):183–208, 2005.
- [4] Noriko Wakisaka, Nobuhiko Miyasaka, Tetsuya Koide, Miwa Masuda, Towako Hiraki-Kajiyama, and Yoshihiro Yoshihara. An adenosine receptor for olfaction in fish. *Current Biology*, 27(10):1437–1447, 2017.
- [5] Nobuyuki Ikeda and Shinzo Watanabe. *Stochastic differential equations and diffusion processes*. Elsevier, 2014.
- [6] Jonathan PL Cox. Hydrodynamic aspects of fish olfaction. *Journal of The Royal Society Interface*, 5(23):575–593, 2008.
- [7] Michael LaBarbera and Steven Vogel. The design of fluid transport systems in organisms: despite their apparent diversity, fluid transport systems display a fundamental unity of organization resulting from the constraints of a few design principles on natural selection. *American Scientist*, 70(1):54–60, 1982.