

8-7625

动物学系统讲座讲稿(2)

有关蚯蚓的一些问题

北京教师进修学院

1962年 4月

動物學系統講座 講稿 (二)

有关蚯蚓的一些問題

北京大学張宗炳

一. 蚯蚓的生理代謝

(1). 蚯蚓的取食、消化与营养.

1. 蚯蚓的食物是土壤中的有机物, 主要的是腐烂植物体如烂叶等。吃进去的土壤或沙子, 在消化中是促进消化运动的一个因素。

2. 取食方式. 蚯蚓的取食方式基本有两种:

① 咽部扩大的吸入方式: 蚯蚓咽部肌肉发达, 肌肉收缩时可使咽部很快扩大, 产生相当大的吸力, 食物就被吸入, 一般对颗粒小的食物是利用这种方式。

② 口腔翻压的包吞方式: 如果吸取大的颗粒, 则需较大的吸力, 因此採用另一种方式, 即把咽部和口腔外翻包住食物, 再缩回去, 此法又叫外翻取食。

蚯蚓取食一般是在晚间进行, 多数蚯蚓不在穴中取食, 而是鑽出地面来取食

3. 消化过程: 咽部分泌粘液润湿食物, 据说此处有蛋白酶的分泌, 可起消化作用。但此说尚待研究证实。食道附近有许多小的消化腺体, 能分泌碳酸鈣, 有人说碳酸鈣有中和作用, 这种说法也不一定正确, 因为食物不一定是酸性物质, 但碳酸鈣是能对食物起缓冲作用的。嗦中是否有消化作用也未肯定。

沙虫有很厚的内壁层, 嗦内有砂粒, 能将食物磨碎, 起机械的消化作用。真正的消化作用是在胃与盲肠中进行

的，这里能分泌大量的酸，同时分泌很多消化酶，最多的为淀粉酶消化①肝粉②淀粉③菊粉，也有很多分解二糖的酶，碳水化合物必须分解成单糖后，才能被吸收。蚯蚓中也存在着纤维酶，能分解植物纤维素，但数量不多，活性不强。

第二类为蛋白分解酶，而具体性质不详，只知其消化蛋白质的能力极有限，第二类脂肪酶更为微弱，这与它的食性有密切关系。消化道的酸碱度变化：食物在嗦束PH为7.4 因为有碳酸氢酸的分泌所以入胃时PH为6.4 到后肠时为PH为6.8-7。

4. 消化时间：因食物到排出残渣，所需的时间长短因蚯蚓种类不同而不相同。

动物进化过程中最早出现真体腔的是环节动物，即蚯蚓所属的一类。这时消化道外已有肌肉，依靠消化道外的肌肉收缩来推动食物的移动，消化时间决定于蠕动力。消化道内的纤毛运动只起次要作用，蠕动力受两种控制：

- ① 食物营养成分：营养成分好时蠕动慢，能使养料停留在消化道内的时间长，因而充分吸收；成分不好时，如食物中砂子和泥土过多，则蠕动快，消化时间短。
- ② 神经控制：如果把伸到消化道的神经切断，肠便不能蠕动。营养成分对蠕动的影响，也可能是间接通过神经来调节的。但是，上述这两种控制的关系，现在还未完全研究清楚。

5. 消化物质的吸收：消化后的简单的化合物（单糖、氨基酸、脂肪酸和甘油等），在肠胃被吸收。因为蚯蚓胃肠上皮细胞膜可通过简单物质，在上皮细胞下，有很密的

血管网，通过渗透和扩散过程进入血管。肠胃部血管网最密，后肠血管网稀，吸收作用也很弱，所以后肠的主要作用只是暂时贮藏粪便。

(2) 蚯蚓的呼吸

呼吸一般原理：一切生物的呼吸可以说都是生物物质的氧化分解过程。一切动物的呼吸都是溶于水中的气体交换。

在水生动物中，血液中的二氧化碳是通过鳃到水里，而溶于水中的氧气也通过鳃进入血液，陆生动物也是如此。呼吸器官表面都是湿润的，氧气必须溶于水，才能被吸收二氧化碳的排出，也得先到表面水中，然后挥发扩散。但是水中氧气是有限的（溶解量有限），而陆地则存在着大量的氧气。动物由水生到陆生就能得到大量的氧气，这就意味着更高的新陈代谢。

蚯蚓背孔分泌液体，湿润皮肤，湿润的皮肤是蚯蚓的呼吸器官。

蚯蚓进行气体交换的主要机制是气体的渗透与扩散。气体的收入和二氧化碳的排出，都可用气体扩散来解释，蚯蚓体壁内有发达的微血管网，维持一定的压力差，血液不断地把氧带来，把二氧化碳带到体壁下的血管网内，因此使得在体壁的血管网内二氧化碳的含量总比外面的高，而里面的氧气比外面的低。这样保持的体内外二氧化碳及氧气的压力差，使气体能够不断地进行交换，蚯蚓体表角质膜，对气体不起阻碍作用，因为它是半透膜。水中的氧气的溶解量是有限的，也就是说，在血液中的溶解量也是有限的，在蚯蚓血液内有呼吸色素——血红蛋白，（蚯蚓的血红蛋白和人的极相似）血红蛋白容易在高的氧压下和氧结合，而在低的氧压下也易分离，铁的元素是血红蛋白的组成成分，

它是一种带有两种价态的金属离子 (Fe^{2+} 及 Fe^{3+}) 血红蛋白的氧化与还原主要是由于铁离子氧化还原的能力。

呼吸色素是从蚯蚓开始有的呼吸色素的种类很多，它的存在与循环系统的出现（血液的出现）有关，二氧化碳可以有较大易溶于水，在多细胞动物组织血液中都存在有碳酸酐酶，蚯蚓也不例外，由于碳酸酐酶的作用，可以利用一部分，留下来的二氧化碳，使之与水合成碳酸。碳酸在蚯蚓中有双重作用，一方面是维持血液酸碱度不易改变，另一方面是使吃进来的钙在食道附近与碳酸形成碳酸钙，蚯蚓靠形成碳酸钙的方式把钙排出体内。

(3) 蚯蚓的血液循环：

1. 闭管式循环：血在关闭的血管中流动，血液和体液完全分开在组成上有明确的区别：

成分上的区别	Na	K	Cl	SO ₄ 毫克/升
血液	41.3	18.8	14.3	0.34
体液	80.5	3.9	22.8	0.24

血液中有血细胞，血浆中有血红蛋白，

体液中有体腔细胞，但无血红蛋白，

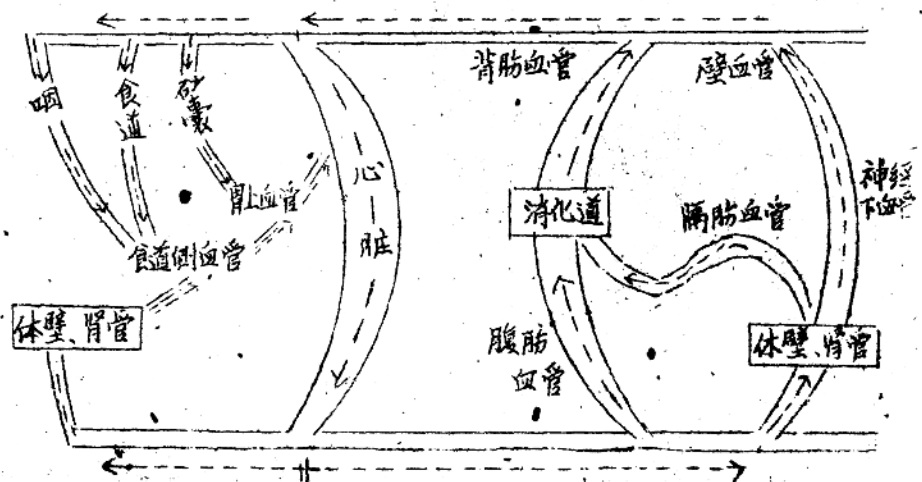
血液有携带物质的机能，因此其中的成分常在变化之中，例如氨基酸及葡萄糖在取食消化之后就有增多，体液是体内稳定的液体环境成分不变，血液和体液它们都含蛋白质，葡萄糖和尿素，含量却不相同，例如血液中含的尿素就比体液中为多。

2. 血液循环的方向控制：心脏中有活瓣，血管中有血管瓣，使血不能回流，使血液向一定的方向流动。

3. 闭管式血液循环的特异：由于血液在血管内流动，因此血

液流动力快，血压高。有的蚯蚓血压达60毫米水银柱，而开管式循环系统血压只有十毫米左右水银柱。

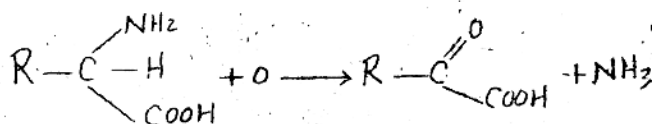
4. 血液循环的途径：蚯蚓的循环系主要包括大背血管、大腹血管，及对心脏，及其它较次要的血管。（具体结构参阅陈义：“中国的蚯蚓”）循环路线，为图示：



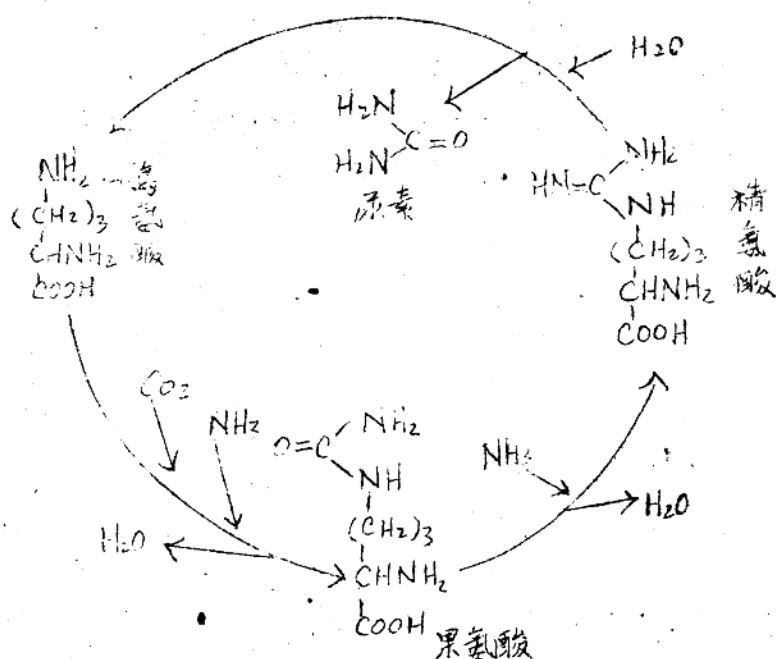
(4) 蚯蚓的异化代谢与排泄：

1. 脂肪和碳水化合物完全氧化成二氧化碳和水

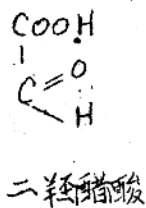
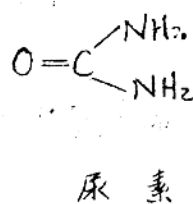
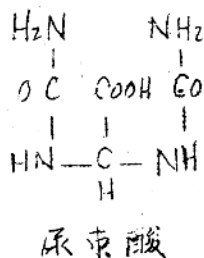
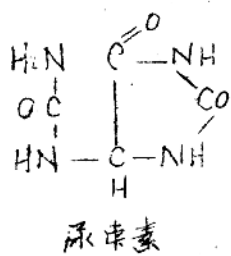
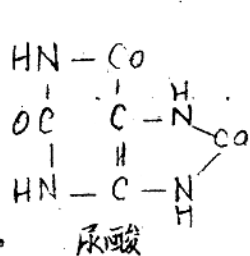
2. 氮代谢的产物尿素与氨：NH₃一般是由氨基酸经过脱氨作用而产生的。此外也有二氧化碳和水，如



① 由NH₃形成尿素有几种方式，最常见的是精氨酸循环。



② 嘌呤代谢：由尿酸到尿素的过程，是形成尿素的另一种方式：



3. 蚯蚓的代谢产物与环境的關係：

陸上生活而有一定水的供应的动物，其排泄物主要是尿素。
在水中生活的
动物主要排泄产物为 NH_3 。 NH_3 对生物是有毒害的，因此只有在水中生活的动物可以很快地将其由水中扩散出去，特殊的动物，因水得到的少则排泄尿酸如昆虫及鸟类。尿酸可以转变成尿素，尿素与尿酸的形成减少了毒性，但是需要化一些能量来合成。

水是代谢的产物，蚯蚓对水的调节能力很弱，把蚯蚓浸入水中，体重可增加15%，但仍能生活，在丧失50%水时，蚯蚓就会死亡，因此它虽属陆生动物但仍未很好地调节水份的吸入与丧失，对于干燥环境不能很好地适应。

4. 后肾管的双重排泄作用：体液的直接通过后肾管流出，在通过管道流出时，一部份有用的物质再被吸收，通过后肾管以微血管网渗透排泄。

5. 后肾管的两种不同类型：有大型的，也有小型的，一类后肾管开口于体外，另一类后肾管开口在消化道，因此有内开式和外开式，外开式后肾管使排泄物流出体外，内开式不是这样，排泄物进入肠内，部份的水被吸回，因此在干燥地区，内开式后肾管较多，生活在潮湿处的蚯蚓则是外开式的。

二. 蚯蚓作为环节动物在动物系统发生中的几个特点及其意义：

(一) 体腔出现的重要性：有体腔则有一个稳定的内部环境，有体腔才有内脏的运动，体腔液在水分调节上起重要作用。

(二) 身体分节的意义：环节动物身体分节，身体的分节才有器官的重复。分节便于运动。因为肌肉分节增加了分别的及局部的收缩运动能力，（分节也是运动的结果）身体分节

是体区分工的基础，体躯的呈现，实基于异律分节。

(三) 闭管式循环系统：血液循环快，专职的运输液体，与体分工，新陈代谢率提高。

(四) 排泄系统（后肾）呈现的重要性：后肾管的呈现以及两重吸收作用是随着体腔液体的呈现而呈现的，比较后肾型排泄器官更为进化。

五 神经系统：

蚯蚓的链状神经的特点，

(1) 还保留了一定的自主性：

(2) 开始呈现了集中性：脑已能控制其他神经节（越高等动物集中性越大）

(3) 神经系统的分化为三个部分：

中央系统：脑、咽下神经节及神经链，

外围神经系统：脑神经节发神经到身体各部的周围。

内脏神经系统：咽下神经节发神经到消化道，这是自主神经的起源。

(4) 出现了在形态上的所谓大神经：蚯蚓所具有的是环节动物类型的大神经（细胞体与纤维混合型）神经纤维特别粗，比平常纤维粗几十倍，所以传导速度特别快。

(5) 蚯蚓可能已开始有了神经内分泌。

北京教师进修学院生物教研室

1962年4月14日