

第九章 神经系统

讲授重点：

- 1、真骨鱼类脑的构造和机能
- 2、真骨鱼类十对脑神经的位置
- 3、脊髓和脊神经的构造

神经系统由中枢神经系统、外周神经系统和植物性神经系统等三个部分组成。

第一节 神经原

神经原即神经细胞，是组成神经系统的基本单位。它能感受刺激和传递冲动。

一个神经原可以分为两个部分：

细胞体：包括细胞核及周围的胞浆，供应整个神经原的营养。

突起：是细胞体向周围伸出的许多细长的分支，有接受和传递冲动的作用。

突起可以分为两种：

树突：多呈短而多的树枝状，传递刺激到细胞体。

轴突：只有一条，比树突长得多，直到末端才分成细支，传递刺激离开细胞体。

一个神经原轴突的末端分支与另一个神经原的树突相接触处称为突触。神经冲动经过突触从一个神经原的轴突传递到另一个神经原的树突。因此突触是神经冲动从一个神经原传递到另一个神经原的过渡构造，它只允许冲动朝一个方向传递，不能逆行。

神经纤维是组成神经的基本行列。平常一根神经都是由许多神经纤维聚合而成的。通常许多神经纤维聚合成神经束，外包以结缔组织的神经束膜。许多神经束进一步聚合起来，外包以结缔组织的神经外膜，便组成了一条神经。

一根神经纤维的主要部分是神经原的突起。在神经纤维内称作轴索，轴索外面包有髓磷脂构成的髓鞘，髓鞘外面还有一层神经膜（神经内膜）。

神经原的种类繁多，开头不一，依形态构造可分成三类：

（1）单极神经原：最初无分支，只是以细胞体伸出单独一条纤维，不久即成两通向两边，作“T”字形，其中一个分支相当于树突，作向心的传导，另一分支则相当于轴突，作离心的传导。

（2）双极神经原：仅有两个分支，一为轴突，一为树突，二者位居相反的方向，多数感觉神经原属此类。

（3）多极神经原：细胞体伸立一个轴突及许多树突，多数的神经原属此类。

神经原按其功能的不同可分为三类：

（1）感觉神经原（传入神经原）：其末梢分布在感受器内，藉以感觉刺激，并传到中枢。

（2）运动神经原（传出神经原）：其末梢分布在肌肉组织或腺体内，引起肌肉收缩，腺体分泌。

（3）联络神经原（中间神经原）：是介乎上述两者之间的一种神经原，它能将感觉神经原的冲动传给运动神经原，起斟酌情况，高速动作的作用。

第二节 中枢神经系统

中枢神经系统由脑和脊髓两部分组成。

一、脑的基本构造

鱼类脑的构造已分化为五个区，即端脑、间脑、中脑、小脑和延脑，脑壁较厚。

鱼类的脑在胚胎发生中以神经管（由外胚层形成）前端扩大部分为基础，迅速分化为前、中、后三个脑球，随后由前脑分化成端脑和间脑，中脑不再分化而形成中脑，后脑球以顶部突出的方式形成小脑，下方形成延脑。在神经管扩大和分化的同时，神经腔发生相应的改变，在脑中形成左右侧脑室（第一、第二脑室），在间脑中形成第三脑室，中脑的内腔称中脑导水管，延脑内腔形成第四脑室。鱼脑外围有软脑膜，膜上密布血管、淋巴管、软脑膜外是一层白色坚韧的硬脑膜，两膜间的空隙充满淋巴液，硬脑膜外为头颅骨所包围。

鱼类的脑不同种类、形态变化很大。

（一）端脑

端脑是脑最前面的部分，由嗅脑及大脑两部分组成。

嗅脑由嗅球、嗅束及嗅叶等部分组成。

软骨鱼类的嗅脑都具有以上三个部分，即由嗅球、嗅束及嗅叶组成，但嗅束的长短各类别有不同，星鲨的嗅束不长，而角鲨、七鳃鲨等的很长。

硬骨鱼类的嗅脑结构大致有两种情况：

（1）嗅脑分化：由嗅球及嗅束组成，圆球状的嗅球紧接在嗅觉器官的嗅束的后方，嗅球以细长的嗅束（或称嗅基）连于大脑上，如鲤形目鱼类梭鱼。

（2）嗅脑不分化：嗅脑仅为一圆球状的嗅叶，紧接在大脑的前方，嗅叶前方有细长的嗅神经与嗅束发生联系。如鲈形目鱼类。

大脑紧接在嗅脑后方，为端脑的本体，大脑中央有纵沟将其分为左右两部分，即大脑半球，大脑背壁无神经组织，是由上皮细胞组成的薄壁（称为外表），大脑腹壁上有许多神经细胞集中而形成纹状体，此乃真正脑组织所在。大脑半球内各有一脑腔，称为侧脑室，左侧为第一脑室，右侧为第二脑室，左右脑室分隔不完全，为公共脑室。脑腔向前伸达嗅球内。

（二）间脑

又叫丘脑，在端脑后方，背面常被中脑的一对视叶所遮盖，在脑的腹面清晰可见，间脑前方有视神经通入，并形成视交叉，视神经分布到眼球，其神经纤维经过间脑通到中脑。有成圆形或半圆形下叶一对，两下叶中间为垂体，垂体的基部为漏斗，是间脑腹壁中央部的突出部分，漏斗后方为血管囊，间脑背面突出一脑上腺（或称松果腺），间脑中有第三脑室，间脑背面有脉络丝。

间脑依其脑壁部位，背区称上丘脑，侧壁称丘脑，腹区称下丘脑；上丘脑突出有脑上腺，同内分泌腺体，丘脑是间脑本体；下丘脑延伸漏斗，两则是发达的下叶，中间是血管束。

（三）中脑

又叫视叶，是一对圆球状体或呈半月状体，纵切中脑可以看到在中脑腹面有小脑瓣伸入，中脑内有空腔为中脑腔，或称视叶腔。它前后与第三、第四脑室相通。

（四）小脑

是一个的圆球形，前方伸出小脑瓣突入中脑，小脑内的空腔为第四脑室，并向后延伸到延脑。

软骨鱼类无小脑瓣伸入中脑。

白鲢在小脑本体的侧面都有卷状的组织突出，然后由此组织连到延脑，这可能是小脑鬃的雏形。

许多鲈形目等鱼类，小脑两侧有极为发达的小脑髻。

(五) 延脑

脑是脑的最后部分，它的后部通出枕骨大孔后即为脊髓，两者无明显的分界。

鲤鱼的延脑前部有面叶及迷走叶，面叶在小脑的后部，是一单独个体。从背面观察，其前部被小脑遮住，只能见到它的后部，迷走叶较大于面叶，并左右成对，在小脑后两侧，将面叶夹在中间。在面叶和迷走叶后方为延脑的自体，近乎长管状，前宽后狭。背面有脉络丝，是血管丝，供给脑部营养，揭去此膜，其下即为第四脑室，此脑室向后与脊髓的中心管相通。

白鲢的延脑与鲤鱼不同，没有分化出面叶及迷走叶，整个延脑呈长三角形，前宽后狭。

小黄鱼的延脑可能分为二个部分，前面部分成球状，背面高高隆起，似相当于鲤鱼的迷走叶部分，后面部分较细，后与脊髓接续。在延脑背面正中有一纵沟。

带鱼的延脑由四个球体组成。

软骨鱼类延脑前端两侧有一对大形的绳状体（或称身状体）。

(六) 板鳃类、真骨类的脑

	板鳃亚纲	鲤形目	鲈形目
嗅脑	由嗅叶、嗅束、嗅球组成，嗅叶较大	嗅脑分化为嗅束、嗅球	嗅脑不分化，仅为嗅叶，位于大脑前方，有长的嗅神经
小脑	无小脑瓣伸入中脑，小脑发达	有小脑瓣伸入中脑，无小脑髻或有雏形	有小脑瓣伸入中脑，有小脑髻
延脑	前端两侧为绳状体	无绳状体，有的种类延脑分化出面叶与迷走叶	无绳状体，有些种类分化为四个球

二、脑的生理机能

鱼类的各项活动受脑之相应部分支配，各项感觉归总于脑之相应部分，但是完成一项活动，则决不是一个部分的功效，而是脑的整体，相互配合，协调一致的结果。从解剖学上，亦可看到各个脑之间的神经联系，所以不能够分割地看待各脑的机能。虽然如此，鱼类脑的各部生理机能有所不同，下面分别分析各个部分的生理机能。

(一) 端脑

鱼类的端脑与嗅觉中枢连接，是嗅觉中枢。圆口类与板鳃类的嗅脑体积都很大，嗅觉都十分发达，鲨鱼的鼻显然是首要的感受器，它的嗅觉中枢和为嗅觉控制的

联引中枢约占全脑重的三分之一。硬骨鱼类的嗅器也是大的，机能也是重要的，但是不如上述二类发达。底栖鱼类和夜间觅食的鱼类充分利用嗅觉觅食，因而端脑也发达。

端脑的纹状体可能是运动的高级中枢，与鱼类行动一事实上关系，游泳迅速的鱼类其纹状体很发达。姜真（Janzen, 1932-33）认为端脑损坏的鱼类将失去正常动物固有的对外界刺激的主动反应。对这方面机能更确切的概念尚有待进一步深入研究。

鱼类的大脑不仅有感觉嗅觉器官刺激的作用，而且还有协调作用，并能感觉味觉。

（二）间脑

间脑与脑各部分有复杂的联系，所以一般认为它具有重要的综合交换作用。

一般认为鱼类的间脑是感觉中枢，特别与视觉有关。因鱼类的丘脑与端脑有纹状丘脑经相连。

间脑对色素细胞的影响最明显，是暗化中枢。鱼类除了有延脑引起皮肤变白的神经中枢以外，在间脑还有与之对抗的神经中枢——能使鱼体变黑。强的光线影响到间脑时全使鱼体变黑，而当弱的光线影响到间脑时，会使鱼体变白。

下丘脑具有重要的神经分泌作用，能分泌神经激素，这些激素对脑垂体，甲状腺等活动有关。

脑上腺与脑下垂体都是内分泌腺体。在圆口类、脑上腺的末端具有感觉作用。脑垂体的构造与机能有待内分泌腺一章详述。

血管囊在深海鱼类中特别发达，有的学者（如 Dammeiman, 1910）认为这是一种压力感受器，也有人（如 Van de Kamei and Vechagen, 1954）根据细胞学的研究，认为它与分泌机能有关。

（三）中脑

中脑是鱼类最高视觉中枢，上有视神经末梢，视神经将视冲动以视网膜传递到中脑细胞，如果切除中脑顶盖的上部，鱼类只丧失它后面的一部分视觉，切除中脑顶的一侧时，则与此相应的一侧的眼即变成盲眼。

中脑与小脑、延脑有神经联系，对鱼类的身体位置和移动有控制有关，破坏视叶表面则鱼不能正常游泳。主要依靠视觉器官觅取食物的上层鱼类，其中脑发达。

（四）小脑

小脑是鱼体活动的主要运动协调中枢，它是平衡脑，具有维持平衡，掌握运动的协调和节制肌肉张力的作用，小脑的大小随鱼类的活动能力而有不同，活动激烈的鲨鱼等小脑特别发达。切除鲨鱼的小脑，游泳活动变得不平稳。

小脑起于听觉侧线区的前端，小脑髻与内耳及侧线器官有密切联系，所以鱼类的小脑兼为听觉的和侧线的会同中枢。

硬骨鱼类的小脑有特殊的小脑瓣伸入中脑腔，它与延脑的侧线中枢所有机能的联系，如一群奇怪的非洲鱼——长吻鱼科的小脑瓣极大，此鱼的侧线器官也极为发达。

（五）延脑

延脑是非常重要的部分，它的神经通达呼吸器官、心脏、肠、胃、食管、内耳皮肤感觉器官等，有六对脑神经起自延脑，延脑包括好几方面的神经中枢。

延脑的面叶及迷走叶是味觉中枢，味蕾发达的鱼类这两部分特别显著，如鲤鱼、鲶鱼等。迷走叶司口内味觉，面叶司皮肤表面的味觉。

延脑是听觉侧线感觉中枢。

延脑是呼吸中枢、破坏延脑，会使呼吸运动停止。

延脑是色素调节中樞，即亮化中枢或白化中枢。能够调节色素细胞，使身体的色素细胞收缩，引起皮肤变白。

延脑还是皮肤感觉中枢，能使鱼具有触、痛和可能还有温冷的感觉。

三、脊髓的构造与功能

鱼类的脊髓位于椎体上方的髓弓内，紧接在延脑之后，向后一般可以伸达尾椎末端，少数鱼类的脊髓很短，如鲀形目的翻车鲀，一条长二米半，重 2 吨的鱼的脊髓仅 15 厘米长，比脑部还短了不少。

脊髓为一条扁椭圆长柱状的管子，并分支明显，每节发出一对脊神经，一般脊髓自脑后渐渐由粗变细，但在肩带胸鳍所在的部位和腹鳍、臀鳍所在的部位，略为膨大。

将脊髓作横切面观察，脊髓外面包有脊膜，并由两层组成，外层含有血管及色素，普通看见是呈黑色，紧贴在此层的内面有一层完全透明的薄膜。

整个脊髓的背面正中有一纵沟向内凹入，叫背中沟、在腹面正中也有一极浅窄的沟，不甚显著，叫腹中沟，硬骨鱼类无腹中沟，由于此两沟的存在，将脊髓分为左右两半。

脊髓的中央为中心管（髓管），前面与脑室相通。

在中心管的周围是灰质，呈蝶形，主要由神经细胞组成，除了神经原的细胞本体外，也有树突，一部分轴突与夹杂于其间的神经胶质。灰质的四周为白质，白质显面包括的都是神经纤维，包括上行于脑及由脑发出的纤维。

灰质的背方有两个突出的角称为背角，脊神经背根即经背角通入灰质中，背根为传入神经纤维的通路。灰质的腹面突出的两只角称为腹角，背神经腹极即由此发出，腹根为传出神经纤维。

鱼类脊髓的发达程度不尽一致，圆口类脊髓的灰、白质没有完全分化，腹面正中略有凹陷，背面隆起，尚无中沟形成。

板鳃类的脊髓较发达，灰、白质已明显分化，有背腹中沟。

硬骨鱼类的脊髓有背中沟，但腹中沟不明显，灰质向中心管集中。

脊髓的功能有两个方面：

（1）脊髓为简单反射中枢，不经过脑部的各种反射活动。脊髓中的神经纤维，一部分是留在脊髓内的，它执掌脊髓反射的机能。脊髓通过分节排列的脊神经，对鱼体的皮肤、肌肉和色素进行分节神经支配，是低级反射中枢。

（2）脊髓是神经传导路径。为各脊神经及交感神经系与脑之间起传导和联络作用。脊髓中的一部分神经是连结脊髓和脑部的种种上行纤维和下行纤维，上行纤维达到延脑和中脑，下纤维由延脑发出，通过这些神经传导兴奋。

第三节 外周神经系统（Peciphezal nervous system）

外周神经系是由中枢神经系发出的神经与神经节组成，它包括脑神经和脊神经，中枢神经即由外周神经而与皮肤、肌肉、内脏器官相连接，其作用是传导感觉冲动到中枢神经系，或由中枢向外周传导运动冲动。

一、脑神经（Cranial vecves）

脑神经由脑部发出，通过头骨孔而达身体外围，它包括有体部感觉神经纤维和运动神经纤维，也有内脏感觉与运动神经纤维。但不同的脑神经的组成比例有极大的变异，有些脑神经仪只包括感觉神经纤维，成为感觉神经，如嗅神经（I）、视神经（II）及听神经（VIII）；也有的仅包括运动神经纤维，成为运动神经，如动眼神经（III）、滑车神经（IV）及外展神经（VI）；还有些脑神经则包括感觉和运动两种神经纤维，成为混合神经，如三叉神经（V）、面神经（VII）、舌咽神经（IX）、速走神经（X）。

鱼类的脑神经一般都有十对，即嗅神经（I）、视神经（II）、动眼神经（III）、滑车神经（IV）、三叉神经（V）、外展神经（VI）、面神经（VII）、听神经（VIII）、舌咽神经（IX）、速走神经（X）。此外在非洲肺鱼及

其他一些鱼类还发现一条端神经或称零对神经，它在嗅神经连到嗅叶的地方发出，为一对很细且白色的神经，有它自己的神经节伸入鼻粘膜上，具体功能尚不明了。

高等脊椎动物有 12 对脑神经，即除上述 10 对脑神经外，还有：脊副神经（XI）、发自延脑，分布到咽、喉头、肩部肌肉、司咽、喉、肩的运动；舌下神经（XII）发自延脑，分布到舌肌、司舌的活动。

现将鱼类十对脑神经分别描述如下。

（一）嗅神经

为第 I 对脑神经，细胞本体在鼻粘膜上，由嗅觉细胞发出的神经纤维达到端脑的嗅叶上，这结神经的特点是仅包括感觉神经原的轴突，没有树突。在板鳃类、硬磷类及少数硬骨鱼类等的嗅神经很短，嗅叶分化为嗅球及嗅束两部分，在另一些硬骨鱼类的嗅神经很长，嗅叶未分化，紧贴在大脑的前方。

白鲢的嗅神经其细胞本全是在嗅束粘膜上，有许多细支与嗅束相连，此即嗅神经，有些学者称嗅束为第一对脑神经。

嗅神经专司嗅觉，为纯感觉性神经。

（二）视神经

为第 II 对脑神经。细胞本体在视网膜上。神经纤维结合成视神经穿过眼球的数层外衣，经过眼窝而连到间脑，神经的末端达到中脑。

视神经呈白色棍状，在间脑前方形成交叉，称为视交叉，左侧眼的视神经连系到间脑的右侧，而右眼的视神经连系到间脑的左侧。鲨鱼视神经在外观上似不交叉，但其神经纤维仍是交叉的。白鲢视交叉的情况是左边发出的视神经腹面叉向右方，右边的视神经在背面叉向左方。

视神经专司视觉，为纯感觉性神经。

（三）动眼神经

为第 III 对及神经，由中脑腹面两侧发出，穿过翼蝶骨及付蝶骨间的视腔，进入眼眶后，随即分支分布到眼球的上直肌、下直肌、内直肌、下斜肌。

动眼神经专司眼球的运动，为纯运动性神经。

（四）滑车神经

为第 IV 对脑神经，此神经非常纤细，由中脑背面发出，穿过视腔进入眼眶，伸到眼球的上斜肌上。

滑车神经专司眼球运动，也是纯运动性神经。

（五）三叉神经

为第 V 对脑神经。由延脑的前侧面发出，是相当粗大的一条神经。它在通出脑匣前，神经略为膨大，通常称之为半月神经节。此神经的基部与面神经的基部紧靠在一起，并有分支相互合并。

三叉神经在神经节后分为四大节，即浅眼支、深眼支、上颌支及下颌支。

1、浅眼支：与面神经的浅眼支在基部合并，沿着眼眶背面向前伸展，一直分布到头顶及吻端的皮肤上。

2、深眼支：为三叉神经最腹面的一个细支，发出时与浅眼支平行，紧贴在浅眼支的下方，从视腔中穿出，然后经过眼眶背壁，穿过侧筛骨下方，分布到鼻部粘膜及吻部皮肤中。

3、上颌支：穿过眼眶沿着口角分布到上颌，此支又有一些分支，分布于眼球周围及鼻部。上颌支全由感觉神经纤维组成。

4、下颌支：穿过眼眶沿着口角分布到下颌各部，下颌支由感觉与运动二种神经纤维合成。

三叉神经的功用是主持颌部的动作，分支分布于头部处处，并司头部皮肤、唇部、鼻部及颌部的感觉。

（六）外展神经

为第 VI 对脑神经，由延脑腹面发出，是条比较纤细的神经，它由视腔穿入眼眶，分布到眼球的外直肌上。

外展神经专司眼肌的运动为纯运动性神经。

（七）面神经

为第 VII 对脑神经，由延脑侧面发出，基部与第 V 对三叉神经及第 VIII 对听神经十分接近，是一对十分粗大且分支较多的脑神经，它们一些分支为三叉神经的分支有合并的现象。它可分为四大支，即浅眼支、口部支、舌颌支及口盖支。

1、浅眼支：是面神经向前分出的一支神经，它的神经纤维与第 V 对脑神经三叉神经的浅眼支相互合并，一起向前延伸，分布到吻部背侧。

2、口部支：最初与浅眼支相并列，然后沿着浅眼支的上缘向前延伸，中途向背部发出一些分支，分布到头顶皮肤及脂肪组织，口部支向前最终分布到上颌。

3、舌颌支：是面神经中最粗大的一个分支，也是位置在最后一个分支，它由前耳骨孔中央部分的一个大孔中穿出，沿前鳃骨的内缘向下方伸展，分布到鳃盖各部分，舌弓上，并向前伸达下颌。

4、口盖支：是面神经最腹面的一个分支，由脑匣穿出后沿眼眶内缘分布到口腔前部的口盖粘膜及上颌顶部。

面神经的主要功用是支配头部各肌与舌弓各肌的运动，并司皮肤、舌根前部及咽鳃等处的感觉，与触须上的味勒和头部感觉管也有密切联系，是一对混合性神经。

（八）听神经

为第 VIII 对脑神经，由延脑侧面发出，紧靠在面神经的后方，分布到内耳的椭圆囊、球状囊、瓶状囊以及各壶腹上。

听神经专司听觉与平衡，是纯感觉性神经。

（九）舌咽神经

为第 IX 对脑神经，由延脑侧面发出。位置紧靠在听神经的后面，主干上有一神经节，节后分出两支，一支在第一鳃弓之前是（可称孔前支），并分出数小支，向前达到口盖和咽部，一支在第一鳃弓之后（可称孔后支）。舌咽神经有背支的神经纤维分布到头部侧线系统中。

舌咽神经司口盖及咽部的感觉。咽部的一切活动为混合性神经。

（十）迷走神经

为第 X 对脑神经，起源于延脑的侧面，是十对脑神经中最粗大的一对，分支甚多，其分布范围非常广，所以的作用也比较大，所有脑神经中它是最复杂的一支。

迷走神经分出三大分支，即鳃支、内脏支、侧线支。

1、鳃支：是迷走神经最前面的一个粗大分支，由第一鳃弓后面一直分布到第四鳃弓，它以许多小支分散到各鳃裂上，小支数目各类不同，大多数为四对。一般在每一小支上各有一鳃上神经节，在此节后每一鳃神经又分别通到前一鳃弓的后半鳃（鳃后支或孔前支）与后鳃弓的前半鳃（鳃前支或孔后支）。

2、内脏支：位于鳃支之后，向后行达上匙骨的位置时分为二支，一支沿肩带前缘下行穿入围心腔到达心脏各部，另一支沿着肩带内缘穿入腹腔分布到腹腔内的器官中，包括食道、肠、肝、鳔等。

3、侧线支：是迷走神经最后一个分支，比内脏支粗大，沿体两侧的水平隔膜向后延伸，前工细的神经分布到侧线上。

迷走神经的功用是支配咽喉和内脏的动作，并司咽部的味觉，躯干部皮肤的各种感觉以及侧线感觉，为混合性神经。

现将鱼类各对脑神经的起源、分布及作用性质总结如下：

神经	起源	分布	作用性质
I . 嗅 N	嗅叶	嗅粘膜	感觉性 N , 司嗅觉
II . 视 N	间脑腹面	视网膜	感觉性 N , 司视觉
III . 动眼 N	中脑腹面	眼球的上、下、外直肌、下余肌	运动性 N , 司眼肌运动
IV . 滑车 N	中脑背面	眼球的上斜肌	同上
V . 三叉 N	延脑前侧面	浅眼支：沿眼眶背面向前伸头顶及吻端皮肤 深眼支：与浅眼支平行（贴在其下方），经眼眶背壁，穿过侧筛骨到鼻部粘膜及吻部皮肤。 上颌支：穿过眼眶，沿口角的上颌。 下颌支：穿过眼眶，沿口角到下颌。	混合性 N , 司颌部的动作、头部皮肤、唇、鼻、颌部的感觉
VI . 外展 N	延脑腹面	眼球的外直肌	运动性 N , 司眼运动
VII . 面 N	延脑侧面	浅眼支：与三叉 N 的浅眼支合并一起前伸到吻部 口部支：最初与浅眼平行，然后沿浅眼支上缘前行 → 头顶皮肤、脂肪组织 → 上颌 舌颌支：以前耳骨孔出来，沿前鳃盖内缘 → 鳃盖各部 → 舌弓 → 下颌 口盖支：沿眼眶内缘 → 口腔前部的口盖粘膜，上颌顶部	混合性 N , 支配头部各肌，舌弓各肌的运动，司皮肤、舌前部及咽鳃等处的感觉。
VIII . 听 N	延脑侧面	内耳的椭圆束、球状束、瓶状束及各壶腹	感觉性 N , 司听觉与平衡
IX . 舌咽 N	延脑侧面	分两支：（ 1 ）在第一鳃孔之	混合性 N , 司口

前 →又分数小支。(2) 在第盖, 咽部的感觉, 一鳃孔之后, 分布到口盖, 咽咽部的活动部及头部侧线系统中。

X . 速走 N 延脑侧面 鳃支: 最前面的一支, 从第一混合性 N, 配咽喉鳃弓后面分布到第四鳃弓 → 及内脏的动作, 司许多小分支 → 各鳃裂 咽部味觉, 躯干部皮肤的各种感觉以及侧线感觉

内脏支: 行至上匙骨分两支。 及侧线感觉

入围心腔达心脏各部

入腹腔达各器官, 如食道、肠、肝鳔等

侧线支: 沿水平隔膜 → 小分支 → 侧线上

二、脊神经

脊神经是由脊髓按体节成对地向两侧发出, 分布于所在体节的肌肉与皮肤上, 脊神经的数目与脊椎和肌节的数目相应。

每对脊神经包括一个背根与一个腹根。

背根连于脊髓灰质的背角, 主要包括感觉神经纤维, 背根的神经纤维来自皮肤和内脏, 负责传导周围部分的刺激到中枢神经系统, 靠近脊髓的地方, 各有膨大的背根神经节一个。

腹根连于脊髓灰质的腹角, 包括的是运动神经纤维。腹根的神经纤维分布到肌肉及腺体上, 传导中枢神经发出的冲动到外围各反应器。

背根与腹根在穿上椎骨之影相互合并, 通了椎骨后即分为三支。第一支为背支, 分布到身体背部的肌肉和皮肤上; 第二支是腹支, 分布到身体腹部的肌肉与皮肤上, 这两支都包含有感觉神经纤维和运动神经纤维; 第三支是内脏支, 分布到肠胃和血管等内脏器官上, 也包含有感觉神经纤维和运动神经纤维, 亦参加到交感神经系统。

鱼类背支、腹支及内脏支的感觉神经纤维均通过背根进入脊髓, 背支及腹支的运动神经纤维通过腹根由脊髓发出, 但内脏支的运动神经纤维部来自背根及腹根。

第四节 植物性神经系统

植物性神经系统是一类专门管理平滑肌、心肌、内分泌腺和血管扩张收缩等活动的神经，与内脏的生理活动、新陈代谢有密切关系。植物性神经系统也称为自主神经系统。

植物性神经系统普通分为二组，一为交感神经系统。主要包括由躯干部脊髓发出的内脏离心神经纤维（运动神经纤维）；一为副交感神经系统，主要包括由头部发出的内脏离心纤维（在高等动物中还包括由荐部脊髓发出的神经）。

植物性神经系统无论是交感神经或副交感神经，它的传出神经纤维由脑及脊髓发出后，不直接到达所支配的器官，而中途必须经过交感神经节交换神经原后才到所支配的效应器，如平滑肌、心肌或内分泌腺。因此离心纤维（传出纤维）具有两段，自脑、脊髓到神经节的一段称为节前纤维，自神经节到效应器的一段称为节后纤维。这是植物性神经系统与躯体神经系统的主要差异。

内脏的传入神经纤维在结构上同肌体的传入神经纤维并没有什么显著的差别，并且常和肌体的传入神经纤维混合在一起进入到脊髓或脑内，只是内脏神经的纤维比较细，冲动的传导速度比较慢。

鱼类的交感神经仅具雏形，很原始，远不如高等动物发达。大多数真骨鱼类沿脊椎两侧有二条交感神经干。交感神经干在有的鱼类始终为两条，如鲤鱼、白鲢；有的则在躯干前部是两条，而在两肾之间愈合成一条简单的股索，进入脉弓又分为两条，如瞻星鱼及大多数真骨鱼类。

在交感神经干上，每与脊神经相当的地位有交感神经节，每节有交通节（脊神经内脏支）与脊神经连接。

交感神经的运动神经原存在于交感神经节内，感觉神经原则在脊神经的背根神经节内。

以鲤鱼为例，其交感神经干通过脏支与脊髓相连，交感神经干前部延伸到脑部腹面，并与三叉神经、面神经、舌咽神经、迷走神经等神经相连，在腹腔部位向内脏器官、血管、腺体等发出分支，在尾部穿入脉弓达到最后脊椎骨。

对于鱼类的副交感神经的研究尚很少，硬骨鱼类头部的副交感神经是由动眼神经及迷走神经所分支的。副交感神经纤维循动眼神经而过到眼睫状神经节。分布到眼球的虹膜上；另一重要的副交感神经纤维循迷走神经的内脏等分布到食道、胃、肠以及附近的一些器官上，另外还有分布到静脉窦和鳃上。

交感神经的分布往往与副交感神经的分布相一致，它们同时分布到所有的内脏器官，但是它们的作用是相反的，即一组兴奋之，另一组则阻遏之，发出拮抗作用，在正常情况下，此两组的作用常常维持平衡状态，保持协调。如迷走神经使鳃分泌气体，而交感神经是吸收或抑制氧的分泌；交感神经控制瞳孔的收缩，而副交感神经控制瞳孔开放。

交感神经和副交感神经的作用虽然是互相颀颀的，但整体来讲，实质上仍是统一的，起着相辅相承的作用。