

# 江豚腰尾神经的解剖学研究

吴葆孙 周开亚 赵泽虎\*

(南京师范大学生命科学学院 南京 210097)

**摘要** 江豚脊神经式  $C_8T_{13}L_{c23}$ 。脊神经腹根较背根粗,腰尾神经根出入脊髓时呈内、外侧两束或单束连于脊神经节。背支与腹支分别分布于水平隔上方和下方。背支中的肌支分布至升尾肌(背棘肌、背最长肌、髂肋肌和尾上肌)。腹支在椎体两侧横突间,分支数目少于背支,其肌支分布至降尾肌(尾下肌、轴下肌和坐尾肌)。 $L_{c7} \sim L_{c10}$ 神经腹支形成异常粗大的外阴神经,并有掌状分支至坐尾肌; $L_{c10} \sim L_{c20}$ 神经腹支在脊柱腹面两侧各形成1条纵行神经干,其中 $L_{c10} \sim L_{c12}$ 组成神经丛后再分布至轴下肌和尾下肌; $L_{c21} \sim L_{c23}$ 神经十分纤细,分布至蛛网膜和硬脊膜内。

**关键词** 江豚;腰尾神经

中图分类号:Q954.52 文献标识码:A 文章编号:0250-3263(2000)06-20-04

## The Lumbocaudal Nerve of the Finless Porpoise

WU Bao-Sun ZHOU Kai-Ya ZHAO Ze-Hu

(College of Life Sciences, Nanjing Normal University Nanjing 210097, China)

**Abstract** The spinal nerve formula of the finless porpoise is:  $C_8T_{13}L_{c23}$ . The ventral root of the spinal nerve is thicker than that of the dorsal root. The dorsal root fibers of the lumbocaudal nerve run inward to or outward from the spinal cord in inner and outer bundles or in a single bundle connects to a spinal ganglion. The muscle branch of the dorsal ramus supplying fibers to the levator muscles of the tail, i. e. *M. spinalis dorsi*, *M. longissimus dorsi*, *M. iliocostalis* and *M. supracaudalis*. The ventral ramus runs between the transverse process at both sides of the centrum. The muscle branch of the ventral ramus distributes to the depressor muscles of the tail, i. e. *M. infracaudalis*, *M. hypaxialis* and *M. ischiocaudalis*. The ventral ramus of  $L_{c7} \sim L_{c10}$  nerves form extremely thick nerves of the external genitalia, and send hand-like branches to *M. ischiocaudalis*. The ventral ramus of  $L_{c10} \sim L_{c20}$  nerves of both sides form a longitudinal nerve trunk at ventral side of the vertebral column. Among them,  $L_{c10} \sim L_{c12}$  nerves constitute nerve plexus before they distribute to *M. hypaxialis* and *M. infracaudalis*.  $L_{c21} \sim L_{c23}$  nerves are very thin and distribute to the arachnoid and dura matter spinalis.

**Key words** Finless porpoise; Lumbocaudal nerve

\* 现在工作单位: 淮阴工业专科学校;

第一作者介绍: 吴葆孙, 女, 70岁, 教授, 研究方向: 鲸类神经形态学;

收稿日期: 1999-05-12, 修回日期: 2000-06-12

对鲸类神经系统的研究多注重于中枢神经系统,如对白鲸豚(*Lipotes vexillifer*)、江豚的脑和脊髓<sup>[1-4]</sup>。对其周围神经除Cunningham对港湾鼠豚(*Phocaena phocaena*)脊神经的报道外<sup>[5]</sup>,资料一直零星不全。鲸类是水栖哺乳动物,其尾柄和尾鳍是主要的运动器官,尾部上下击水,推动鲸在水中迅速前进。鉴于江豚支配尾肌的腰尾神经分布尚未见报道,特进行了解剖,以期为行为学、生理学等研究提供资料。

## 1 材料与与方法

1 头雄江豚(*Neophocaena phocaenoides*)体长 1.079 m,体重 27.75 kg,标本号 NJNU 0142,1984 年获自六合县东沟公社大河口乌鱼洲附近,长期保存于甲醛中。据江豚脊椎式<sup>[6]</sup>、脊髓式<sup>[3]</sup>及南京师范大学生命科学学院收藏的骨骼标本辨认腰尾部椎骨序数,参照周

开亚等<sup>[7]</sup>辨认各肌肉起止点;由腰尾神经末端向中枢追踪,最后剪开椎管,暴露脊髓、脊神经根与脊神经节,观察腰尾神经的分布。

## 2 结果

2.1 腰尾神经的组成及特征 剪开椎弓根、奇网和脊髓被膜后,见脊髓圆锥尖端平第 6 腰椎体。腰尾部神经 23 对,  $L_{C_1-20}$  显而易见,  $L_{C_{21-23}}$  甚为纤细而断于蛛网膜和硬脊膜内。背根和腹根清晰可辨,同一节段的背根纤维有的并成两束,有的成单束向外连于 1 个脊神经节。背根与腹根汇合形成 1 条混合性的脊神经总干,然后分为背支和腹支出椎间孔。背支较细,在出椎间孔前后,其中  $L_{C_2} \sim L_{C_5}$  各分为 4 支,  $L_{C_1}$ 、 $L_{C_6}$  各分为 3 支,余均为 1 支。腹支较粗,其分支少于背支且分支点距椎间孔较远。

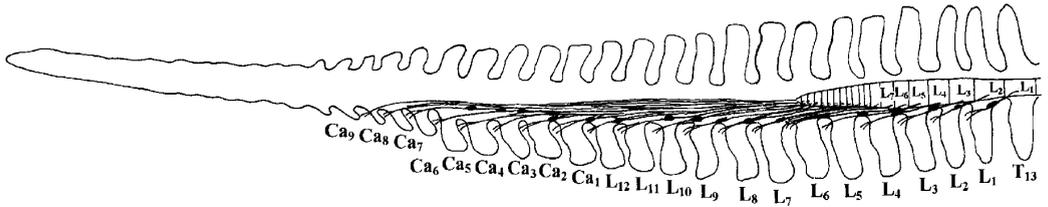


图 1 江豚脊髓腰尾段背面观,示脊神经根和脊神经节

脊神经节大小约 2~3 mm,小而圆,位于脊神经背根上。其大小与该节脊神经背根粗细成正比。脊神经节的位置在各节段不同,  $L_{C_1} \sim L_{C_6}$  的脊神经节位于前一个椎间孔偏后,渐前移至前一个椎间孔正中,从  $L_{C_6}$  则向后移,至  $L_{C_{20}}$  则位于  $L_{C_{16}}$  横突的中部,  $L_{C_{21}} \sim L_{C_{23}}$  的脊神经节极小(约 1 mm),在椎管内(图 1),与该 3 节脊髓极短小相一致。

2.2 腰尾神经的背支 背支分支后,有些分支与相邻分支连接,再行分支,形成了错综复杂或反复交织的神经丛,在  $L_{C_9} \sim L_{C_{14}}$  尤为显著。背支分布特点主要有 3 种形式。

神经丛状结构:由  $L_{C_9} \sim L_{C_{14}}$  组成神经丛后,再行分支至尾上肌和髂肋肌。其中  $L_{C_{10}}$  的分支和  $L_{C_{11}}$  的分支形成直径 0.7 cm 的环形再

分支至尾上肌;  $L_{C_{11}}$  和  $L_{C_{12}}$  两者的分支形成双层复式环(略似“田”字形,再分出 4 支至尾上肌;  $L_{C_{13}}$  与  $L_{C_{14}}$  则形成直径 0.8 cm 较复杂的 4 重环状,再分出 6 支至髂肋肌,这种组成与分布在港湾鼠豚及太平洋斑纹海豚(*Lagenorhynchus obliquidens*)等<sup>[5,8]</sup>的脊神经尚无报道。

掌状分层分布:腰尾神经的  $L_{C_1} \sim L_{C_{11}}$  背支,一般分为 3 支,一支分于背棘肌,一支分支于尾上肌,一支较粗大的呈掌状分层分布于背最长肌和髂肋肌,这种分层分布的情况是由前向后,逐渐由浅入深分布的。

纵行神经干:由腰尾神经的  $L_{C_9} \sim L_{C_{20}}$  背支形成,在脊柱背面两侧,两纵行神经干均有细支与肌腱相连,这些纤维可能是来自肌梭或腱梭

的传入神经纤维。Lc<sub>12</sub>~Lc<sub>20</sub>的背支直接加入纵行神经干,再分出细支分布于背棘肌、尾上肌、背最长肌和髂肋肌(图2)

上述背支分布特点,不同于任何陆生哺乳动物,显示神经系统适应鲸类尾肌的特殊发育。

2.3 腰尾神经腹支的分布 Lc<sub>1</sub>~Lc<sub>6</sub>的腹支各自分离,在轴下肌间穿行,穿行方向与肋骨平

行,穿行途中屡见1~2细支分出,呈掌状分布于轴下肌。

Lc<sub>7</sub>~Lc<sub>10</sub>腹支互相联系,形成一支异常粗大的外阴神经。外阴神经在坐尾肌中分出多支,有的分支又呈掌状。

Lc<sub>10</sub>~Lc<sub>20</sub>的腹支组成尾丛,分别分布于尾下肌和轴下肌(图3)

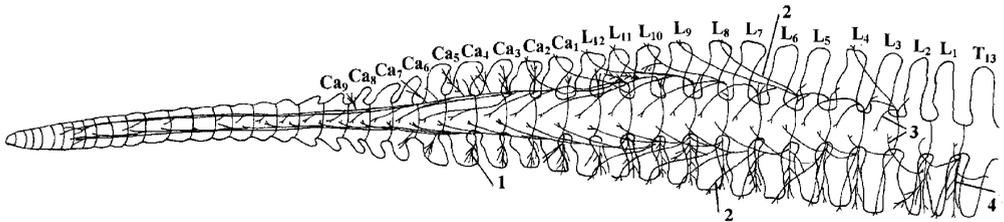


图2 江豚脊髓腰尾段背面观

- 1. 支配髂肋肌; 2. 支配尾上肌; 3. 支配背棘肌; 4. 支配背最长肌

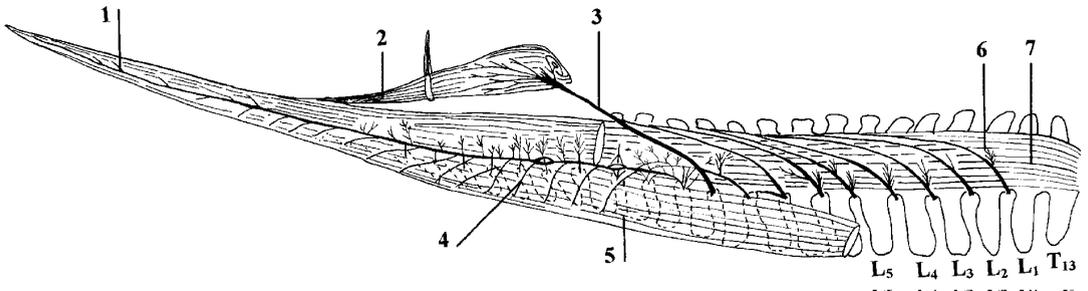


图3 江豚腰尾神经及所支配的肌肉左侧面观

- 1. 分布到肌腱的神经; 2. 坐尾肌; 3. 外阴神经,支配坐尾肌; 4. 支配尾下肌;
- 5. 尾下肌; 6. 支配轴下肌; 7. 轴下肌

2.4 腰尾神经各肌支共有神经干的类型 观察中发现腹支的肌支常共有神经干,如Lc<sub>10</sub>~Lc<sub>20</sub>脊神经腹支在脊柱两侧各组成一条纵行神经干。Lc<sub>7</sub>腹支分为2支,细支布于轴下肌、粗支加入外阴丛。Lc<sub>8</sub>与Lc<sub>7</sub>腹支中的一支合并后,再分为2支,一支直接布于轴下肌,另一支与Lc<sub>9</sub>合并,再与Lc<sub>10</sub>的一细支共同加入外阴丛。Lc<sub>11</sub>与Lc<sub>12</sub>腹支均分为3支,前者分别分布于轴下肌、尾下肌及加入尾丛后再分支于尾下肌;后者则3支全部加入尾丛后,再分出一支布于轴下肌。Lc<sub>13</sub>~Lc<sub>20</sub>的腹支一般直接加入尾部纵行神经干,然后在相应节段分支,分别分布于尾下肌和轴下肌。在尾的后部,纵行神经干尚有一些分支与肌腱相连(图3)。

上述背侧和腹侧的纵行神经干均呈背腹扁平状。无论背支或腹支在脊柱两侧分布均呈左右不完全对称状。如左、右两侧外阴神经在横径、长度方面均有差别。比较左、右两侧外阴神经起始处、分支前横径和长度,依次为:左侧2.9 mm、2.8 mm和7.51 cm,右侧4.0 mm、2.4 mm和6.45 cm。

### 3 讨论

陆生哺乳动物和人类背根传入脊髓时分为外、内侧束两部分,外侧束传递躯体和内脏感觉入中枢,内侧束则传递本体感觉和精细触觉。太平洋斑纹海豚在有些节段为3束,真海豚(Delphinus delphis)的下胸段可找到两束,其

它节段为单束, 港湾鼠豚的背根则没找到再分束的纤维, 在小须鲸(*Balaenoptera acutorostrata*)也呈单束<sup>[8~10]</sup>, 江豚的腰尾神经则存在双束及单束两种情况。

江豚腰尾神经的组成和神经分布等与港湾鼠豚和小须鲸的主要区别为这些鲸的脊神经在脊柱两侧的背面和腹面形成与脊柱平行的纵行神经干共4条(各1对)。每对脊神经的交通支加入次一条分支, 形成连续的纵行神经干, 神经干中的纤维沿途分支, 腰尾神经则分布至尾肌、肌腱及皮肤, 向尾端神经干中纤维逐渐减少。江豚腰尾神经分布则形式多样, 尤其 $L_{C_9} \sim L_{C_{14}}$ 背支形成错综复杂的神经丛, 尚未见在其它鲸类有此报道。脊神经丛一般分布于附肢, 是由一些神经分支彼此互相联系、错综交织而成。哺乳类脊神经分布规律, 一般是每条脊神经的躯体运动纤维供给一个肌节, 但胚胎发生早期每个肌节也可由邻近的脊神经支配, 如发生几个肌节合并、迁移发育成一块肌肉, 则供应的脊神经常是几条。鲸类既是从陆生哺乳动物演化而来,  $L_{C_9} \sim L_{C_{14}}$ 的丛状结构是否与其所支配的肌节演化有关, 尚待探讨。腹支中较大的外阴神经在江豚由 $L_{C_7} \sim L_{C_{10}}$ 组成, 而大翅鲸(*Megaptera novaengliae*)则由 $L_{C_8} \sim L_{C_{11}}$ 组成<sup>[11]</sup>。

江豚腰尾神经对伸肌与屈肌分布的比较, 背侧伸肌中的背最长肌、背棘肌、髂肋肌和尾上肌的支配神经依次为: $L_{C_1} \sim L_{C_{20}}$ 、 $L_{C_1} \sim L_{C_{20}}$ 、 $L_{C_{10}} \sim L_{C_{20}}$ 和 $L_{C_1} \sim L_{C_{12}}$ ; 其神经干的起始形式背最长肌和髂肋肌呈掌状分布, 余为1支。腹侧屈肌中的尾下肌、轴下肌和坐尾肌则依次接受 $L_{C_1} \sim L_{C_{12}}$ 、 $L_{C_1} \sim L_{C_{20}}$ 和 $L_{C_7} \sim L_{C_{10}}$ 神经支配; 其神经干的起始形式, 除尾下肌为1支, 余呈掌状。江豚腰尾神经没有 Cunningham<sup>[5]</sup>和 Romanes<sup>[11]</sup>报道的背腹较大的4条纵行神经干。

Cunningham认为鲸类有强大的腰尾神经存在, 鲸类的尾部不仅是运动推动器, 若给以痛觉刺激有能力传递到中枢神经系统, 使身体做出有效应答, 所以也有防御能力。尾部结缔组织致密, 但他不相信尾部缺少感觉。本文解剖

到一些皮神经分布在皮下组织中, 但未做组织切片, 未能见到痛、温觉等皮肤感受器。对江豚和白鲸豚脊髓所有节段灰质细胞层型分析的结果<sup>[3,4]</sup>, 证明鲸类脊髓腰尾段背角Ⅲ、Ⅳ层中含有接受腰尾部皮肤痛、温觉传导的二级神经元——背角固有核, 脊髓背索中也有传导本体感觉的薄束和楔束, 背角Ⅴ、Ⅵ层的细胞可以接受背根传入的本体感觉纤维, 也可对皮肤刺激起反应。脊神经是混合性神经, 含有躯体、内脏运动、皮肤感觉以及血管运动纤维等成份, 这些在脊髓灰质中均有相应细胞聚集, 结合脊髓灰质细胞构筑层型分析, 有助于进一步分析鲸类腰尾神经生理功能, 为行为学等研究提供资料。

## 参 考 文 献

- [1] 马凌汉, 鲁子惠. 江豚(*Neomeris phocaenoides*)脑外形观察. 解剖学报, 1963, 6(1):1~7.
- [2] 陈宜瑜. 白鲸豚脑的解剖. 水生生物学集刊, 1979, 6(4):365~372.
- [3] 吴葆孙. 江豚(*Neophocaena phocaenoides*)脊髓的研究. 兽类学报, 1989, 9(1):16~23.
- [4] 吴葆孙, 周开亚, 华益民等. 白鲸豚脊髓的解剖学和组织学研究. 兽类学报, 1994, 14(1):1~8.
- [5] Cunningham, D.J. The spinal nervous system of the porpoise and dolphin. *J. Anat. Physiol.* (London), 1877, 11:200~228.
- [6] 徐凤, 郭仁强, 刘益文等. 江豚的外形和骨骼. 动物学报, 1973, 19(2):104~111.
- [7] 周开亚, 钱伟娟. 白鲸豚的肌学研究: I. 皮肤肌、附肢肌和躯干肌、尾肌. 兽类学报, 1981, 1(2):117~126.
- [8] Flanigan, N.J. The anatomy of the spinal cord of the Pacific striped dolphin, *Lagenorhynchus obliquidens*. In: "K. S. Norris ed. Whales, Dolphins and Porpoises. Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1977. 207~231."
- [9] Seki, Y. Observation on the spinal cord of the right whale. *Sci. Rep. Whales Res. Inst.*, 1958, 13:231~251.
- [10] Rawitz, B. Das Central nerven system der Cetacean. I. Das Rückenmark von *Phocaena communis* Cuv. and das cervicalmark *Balaenoptera rostrata*. *Fabr. Arch. Mikroskop. Anat.*, 1903, 62:1~10.
- [11] Romanes, G.J. Some features of the spinal nervous system of the foetal Whale(*Megaptera nodosa*). *J. Anat.*, 1945, 79:145~156.