

# 中华白海豚的解剖学和 C<sub>6</sub>、T<sub>8</sub>、Lc<sub>2</sub> 的组织学研究

吴葆孙 周开亚 曹玉清\*

(南京师范大学生物系, 南京, 210097)

**摘要:** 对 1 头雌成体中华白海豚的脊髓从宏观到微观研究其形态结构。光镜观察标本取自 C<sub>6</sub>、T<sub>8</sub> 和 Lc<sub>2</sub>, 冰切 20~40 μm, 硫堇及镀银两法染色。脊髓式为 C<sub>8</sub>-T<sub>12</sub>-L<sub>10</sub>-Ca<sub>4</sub> (或 Lc<sub>14</sub>)。脊髓长占体长的 27.48%, 脊髓重占脑重的 3.88%。蛛网膜小梁异常发达呈薄丝绵状, 软脊膜携血管随沟、裂内陷入脊髓实质。灰、白质具不规则血管周隙, 含淋巴细胞及脑脊液。神经细胞与微血管浸于脑脊液中, 故神经细胞为 CSF-CN。根据 Rexed 的细胞构筑原则, 可将 C<sub>6</sub>、T<sub>8</sub>、Lc<sub>2</sub> 灰质分为 10 层, 并对每层及其相关神经核关系作了描述。在上述 3 节白质侧索、背索和腹索中均发现特殊细胞群, 即: 颈外侧核、胸外侧核和腰尾外侧核; 背索核和腹索中的弥散性细胞。

**关键词:** 中华白海豚; 脊髓; 细胞构筑; 背索核

**中图分类号:** Q954.52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-1050 (1999) 03-0161-08

Cunningham 对白喙斑纹海豚 (*Lagenorhynchus albirostris*) 脊髓的研究<sup>[1]</sup>问世的百余年来, 关于齿鲸亚目海豚科的瓶鼻海豚 (*Tursiops truncatus*)、真海豚 (*Delphinus delphis*)、太平洋斑纹海豚 (*Lagenorhynchus obliquidens*); 鼠豚科的港湾鼠豚 (*Phocoena phocoena*)、江豚 (*Neophocaena phocaenoides*); 抹香鲸科的抹香鲸 (*Physeter macrocephalus*)、小抹香鲸 (*Kogia breviceps*); 白豚科的白豚 (*Lipotes vexillifer*); 须鲸亚目露脊鲸科的弓头鲸 (*Balaena mysticetus*)、北露脊鲸 (*Eubalaena glacialis*)、须鲸科的长须鲸 (*Balaenoptera physalus*)、大翅鲸 (*Megaptera novaeangliae*) 等的脊髓研究已见诸文献<sup>[2~8]</sup>。对中华白海豚 (*Sousa chinensis*) 的脊髓尚未见报道。鉴此, 遂用神经解剖学、组织学方法进行了研究。

## 1 材料和方法

中华白海豚雌成体, 标本号 NJNU 0209, 体长 24.2 cm, 体重 152.75 kg, 1987 年 2 月 13 日获自长江下游如皋县长沙镇中心养殖场。死后约 54 h 用生理盐水经椎动脉灌流冲洗, 继用 3% 多聚甲醛、1.25% 戊二醛、0.1 mol/L 磷酸缓冲液 (pH7.4) 灌流固定, 使脑、脊髓组织达适宜硬度。

脊髓经整体测量后, 取 C<sub>6</sub>、T<sub>8</sub> 和 Lc<sub>2</sub>, 分别测量后, 保存于 10% 甲醛液中。各节取

\* 盐城中学生物组

作者简介: 吴葆孙, 女, 1930 年 3 月生, 教授, 主要研究方向: 鲸类神经形态学

收稿日期: 1998-12-07, 修回日期: 1999-03-15

一半冰切,片厚 20  $\mu\text{m}$  和 40  $\mu\text{m}$ ,蛋白甘油贴片,1%硫堇染色显示尼氏小体;5%硝酸银、2%对苯二酚和 2.5%无水亚硫酸钠显示神经原纤维,常规制片。光镜观察神经细胞的形态、种类、分布及细胞构筑特征。除上述 3 节外,制成脑、脊髓及脊神经整体浸制标本。

## 2 果

### 2.1 被膜和脊奇网

中华白海豚脊髓被膜外裹以脊奇网,由小动脉、小静脉、神经及大量结缔组织构成。脊奇网的背、腹侧较厚,两侧较薄;在  $C_7$ 、 $T_5$  和  $Lc_1$  椎体部,背腹向的厚度分别为 0.73 cm、1 cm 和 0.6 cm。硬脊膜厚 0.8 mm,紧贴脊奇网内面。蛛网膜色白,与软脊膜间有异常发达的蛛网膜小梁,呈薄丝绵状,为江豚、白豚所不及。齿状韧带以 34 个齿状突附于硬脊膜。软脊膜紧贴于脊髓表面,携血管随裂、沟内陷入脊髓实质。脊神经根出入被膜时: $T_9$ 、 $T_{10}$  为 3 束, $C_1 \sim C_8$  和  $T_4 \sim T_6$  为 1 束,其余的均为 2 束。

### 2.2 脊髓的外形

脊髓长 66.5 cm,占体长的 27.48%;脊髓圆锥尖平第 1 腰椎体末端,终丝长 24.5 cm,内终丝末端平第 7 腰椎椎体。脑重 1 484 g、脊髓重 57.59 g,脊髓重占脑重的 3.88%。脊神经 34 对,脊髓式为: $C_8 - T_{12} - Lc_{10} - Ca_4$  或  $C_8 - T_{12} - Lc_{14}$ 。离体脊髓全长 63.495 cm,各段长 (cm) 为 C: 11.98、T: 37.32、L: 11.51、Ca: 2.28;每节平均长 (cm) 为 C: 1.5、T: 3.14、L: 1.15、Ca: 0.57;每节平均横径 (cm) 为 C: 1.108、T: 0.88、L: 0.804、Ca: 0.474。离体  $C_6$ 、 $T_8$ 、 $Lc_2$  的长依次为: 1.01 cm、1.2 cm 和 1.1 cm;重量依次为: 1.955 g、1.775 g 和 1.725 g;横径  $\times$  背腹径依次为: 1.1  $\times$  0.95 cm、0.89  $\times$  0.755 cm、0.88  $\times$  0.9 cm。颈膨大在  $C_2 \sim C_8$ 。 $Lc_1 \sim Lc_3$  横径为 0.78 ~ 0.80 cm, $Lc_4 \sim Lc_9$  为 0.85 ~ 0.82 cm。后者虽比前者略增 0.07 ~ 0.04 cm,因鲸类后肢退化,中华白海豚脊髓亦不具有腰膨大。

### 2.3 脊髓的内部构造

横切面几近圆形,软脊膜的间皮细胞包围脊髓,且携血管随裂、沟陷入脊髓实质。灰质左右不对称,背角发育较江豚、白豚好; $Lc_2$  背角发达,背角尖呈多锯齿状,细胞数较多; $T_8$  次之,背角尖呈 2~4 个锯齿状; $C_6$  则较短小。在  $C_6$  的腹角除有发育较好的腹外侧核、背外侧核尚有特别发达的背外侧背核,使腹角呈横向伸展。 $T_8$ 、 $Lc_2$  的腹角向腹侧伸展。灰质的背正中突在  $Lc_2$  特别发达,远远超过文献中报道的其他鲸类,有大三角形、大梭形及小三角形、小梨形细胞等数十个细胞组成的单正中核;在  $C_6$ 、 $T_8$  的背正中突则与其它鲸类相似,仅呈小齿状突起。中央中间灰质在  $C_6$ 、 $T_8$ 、 $Lc_2$  均较江豚、白豚发达。切片中亦未见中央管。在  $C_6$ 、 $T_8$ 、 $Lc_2$  的侧索中均发现颈、胸、腰尾外侧核,以  $T_8$  胸外侧核最为发达, $Lc_2$  次之;腹索、背索中则以弥散性分布的小细胞为主。

观察中发现  $C_6$ 、 $T_8$ 、 $Lc_2$  横切面中血管形态、分布与江豚和白豚有差异。血管的存在形式多样:在灰质中血窦或窦状毛细血管较少,如  $Lc_2$  的 VII、IX 层,见 1 例呈毛

细血管球状; 有的小动、静脉外包绕共同被膜, 见于 Lc<sub>2</sub> 的 IV、V 层, 可能是胚胎期软膜胶质膜携血管内陷, 伸入脊髓实质形成血管鞘, 包围小血管所致; 本文在 T<sub>8</sub> 灰质 V、VII、VIII、X 层, Lc<sub>2</sub> 灰质 IV、VIII 层及 C<sub>6</sub> 白质侧索中首次发现方形、矩形微血管。在 T<sub>8</sub>VII 层聚集 14~15 个矩形微血管, 其中均含血细胞, 周围有血管周隙。在白质侧索中见放射状分布的毛细血管, 亦见有矩形血管腔。

在脊髓的灰质、白质中的血管周隙内, 含淋巴细胞和脑脊液, 神经细胞体、胞突或神经纤维等浸于其中, 可直接与脑脊液接触。作者认为中华白海豚脊髓中的神经细胞与江豚和白豚的一样, 亦是接触脑脊液神经元 (Cerebrospinal fluid-contacting neurons, 简称 CSF-CN)。

#### 2.4 C<sub>6</sub>、T<sub>8</sub>、Lc<sub>2</sub> 灰质的细胞构筑

据 Rexed<sup>[9]</sup>提出的脊髓灰质分层的原则和细胞构筑 (Cytoarchitecture) 的特征, 对中华白海豚脊髓 C<sub>6</sub>、T<sub>8</sub>、Lc<sub>2</sub> 的灰质进行层型分析, 与江豚、白豚脊髓的相应节段进行比较。脊髓灰质从背角向腹角分成大致平行的 9 层, 中央中间灰质为第 10 层, 各层逐渐移行无明显分界。左右两侧灰质的形态、细胞数目和排列形式等不尽相同。各层细胞构筑特征及相关的神经核如图 1 所示。

层: 背角尖及其呈锯齿状分叉部的薄层灰质, 含较大梭形边缘细胞、星形细胞、针形细胞及中等梭形细胞, 形成背缘核。在 C<sub>6</sub> 内侧缘有 2~3 个中等梭形细胞, 在 Lc<sub>2</sub> 外侧缘见小三角形、小椭圆形、小梨形细胞成串分布。

层: 相当于胶状质薄层, 以小梭形、小多极、小圆形细胞为主, C<sub>6</sub>、T<sub>8</sub> 外侧缘见中等梭形细胞, T<sub>8</sub> 中有小三角形、小梨形和 1~2 个中等三角形细胞。在 C<sub>6</sub> 外侧半由中等梭形细胞、小三角形细胞和针形细胞聚集, 内侧半细胞较小。此层形成固有感觉核。

层: 在背角头, 内侧半浅染, 见小三角形、小梨形、小椭圆形、小梭形细胞。C<sub>6</sub> 内侧缘见小梭形细胞成串珠状密集排列, 外侧半含大梭形、中等梭形和菱形细胞; Lc<sub>2</sub> 以小梭形、小梨形、小三角形和小椭圆形细胞为主。在 T<sub>8</sub>、Lc<sub>2</sub> 外侧缘见大多极细胞、3~5 个中等梭形和 4~5 个小梭形细胞。

层: 在背角颈, 此层稍宽, 中部细胞较小排列, 较稀疏, 有小梭形、小三角形、小椭圆形细胞, 内侧细胞较密集。在 C<sub>6</sub> 外侧缘梭形细胞成串珠状排列; Lc<sub>2</sub> 有大多极细胞、中多极细胞和大三角形细胞。III、IV 层的大、中型细胞形成背角固有核, 以在 Lc<sub>2</sub> 的发育较好。

V 层: 在背角颈腹侧稍宽处, 内侧半细胞较稀, 细胞较小, 见小星形、小梭形、小椭圆形、小梨形和中等三角形、中等梭形细胞; 外侧半见中等多极、中等三角形和小多极细胞, 染色较深。此层有许多神经纤维与神经细胞体交织成网状结构, 形成网状核, 以在 Lc<sub>2</sub> 较发达。

VI 层: 在背角基底部腹侧稍宽处, 内侧半含小三角形、小星形、针形细胞, 染色较浅; 外侧半含中、小三角形、小多极、小梭形细胞, 分布较密集, 染色较深。在 T<sub>8</sub> 外侧缘有中、小三角形细胞; 在 Lc<sub>2</sub> 则有大、中多极细胞、大三角形细胞及小梭形细胞。

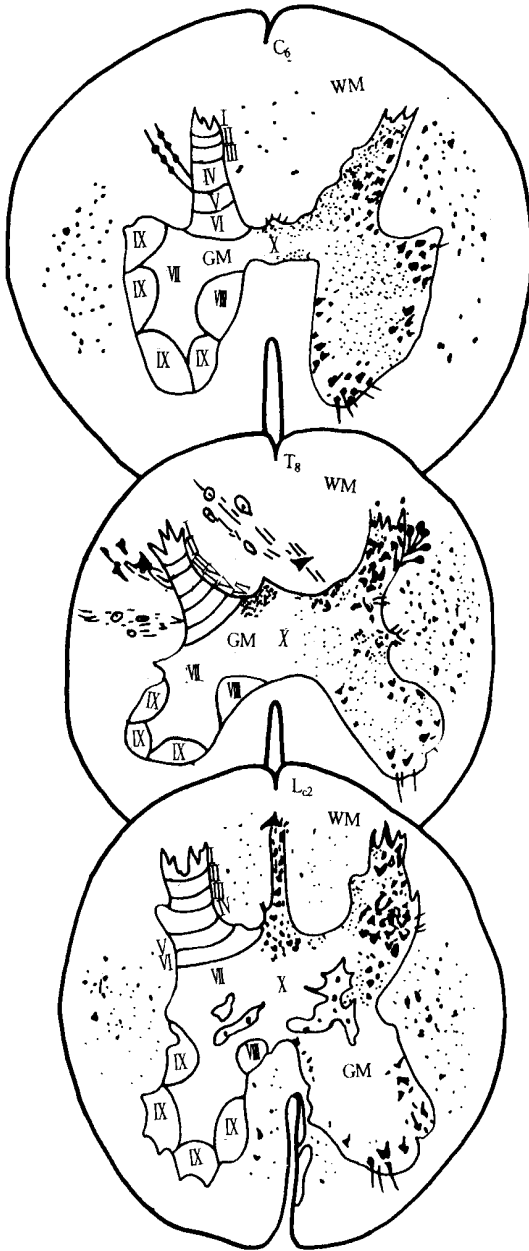


图1 中华白海豚脊髓 (C<sub>6</sub>、T<sub>8</sub>、Lc<sub>2</sub>) 灰质分层与神经核和特殊细胞分布示意图

Fig.1 Diagram showing division of layers and nerve nucleus of gray matter and distribution of special cell groups of white matter in the spinal cord (C<sub>6</sub>、

T<sub>8</sub>、Lc<sub>2</sub>) of *Sousa chinensis*

灰质 G.M: C<sub>6</sub>: 颈段第 6 节; T<sub>8</sub>: 胸段第 8 节; Lc<sub>2</sub>: 腰尾段第 2 节; ~ 示脊髓灰质 ~ 层. 层: 背缘核; 层: 胶状质; ~ 层: 背角固有核; 层: 网状核; 层: T<sub>8</sub>. 中间外侧核 (交感系) 和中间内侧核, 胸核; Lc<sub>2</sub>. 副交感核; 层: 腹内侧核 (C<sub>6</sub>、T<sub>8</sub>), 腹核 (T<sub>8</sub>、Lc<sub>2</sub>), 腹外侧核 (C<sub>6</sub>、T<sub>8</sub>、Lc<sub>2</sub>), 背外侧核 (C<sub>6</sub>、T<sub>8</sub>、Lc<sub>2</sub>), 背外侧背核 (C<sub>6</sub>); 层: “单正中核”; 白质 W.M: 侧索: 颈外侧核, 胸外侧核, 腰尾外侧核. 背索: 脊髓背索核. 腹索: 腹索核

Gray matter G.M: C<sub>6</sub>: 6th cervical segment. T<sub>8</sub>: 8th thoracic segment. 2nd lumbocaudal segment. ~ showing ~ layers of gray matter in spinal cord. Layer : Dorsomarginal nucleus; Layer : Gelatinous substance (nucleus sensibilis proprius); Layers ~ : Nucleus proprius; Layer : Reticular nucleus; Layer : T<sub>8</sub>. Intermediolateral nucleus (sympathetic system) and intermediomedial nucleus, thoracic nucleus; Lc<sub>2</sub>. Parasympathetic system. Layer : Ventromedial nucleus (C<sub>6</sub>, T<sub>8</sub>), ventral nucleus (T<sub>8</sub>, Lc<sub>2</sub>), ventrolateral nucleus (C<sub>6</sub>, T<sub>8</sub>, Lc<sub>2</sub>), dorsolateral nucleus (C<sub>6</sub>, T<sub>8</sub>, Lc<sub>2</sub>), retrodorsolateral nucleus (C<sub>6</sub>); Layer : Single median nucleus. White matter W.M: Lateral funicle: Lateral cervical nucleus, lateral thoracic nucleus, lateral lumbocaudal nucleus. Dorsal funicle: Spinofuniculus nucleus. Ventral funicle: Ventral nucleus

VII 层: 相当于中间灰质和腹角基底部的较大区域, 向外延伸与外侧中间灰质连续, 含大量的中间神经元。此层在 C<sub>6</sub> 较薄, 在 T<sub>8</sub>、Lc<sub>2</sub> 细胞密集, 主要含中、小多极神经细胞、少数梭形细胞等。T<sub>8</sub> 和 Lc<sub>2</sub> 由 4 部分组成: (1) 交感系节前神经细胞体, 由密集的小梭形、小三角形细胞和中多极、小多极细胞等聚成中间外侧核, 向外突成侧角; (2) 中间内侧核, 在 (1) 的内侧, 含中三角形、小三角形及小梭形细胞; (1) 与 (2) 均见于 T<sub>8</sub>; (3) 副交感系节前神经细胞体, 见于 Lc<sub>2</sub>, 相当于 (1) 所在部位, 但不形

成侧角，含中三角形、小三角形、小椭圆形、小梭形细胞、细胞密集成团、发育好；(4) 胸核，仅见于 T<sub>8</sub>，在背角底内侧缘与中央中间灰质之间，中华白海豚脊髓的胸核发育较白豚好，有大、中、小多极细胞，其中大多极细胞约 6~7 个，小多极细胞约 10 个，还有小三角形、小椭圆形、小梭形细胞等。

VIII 层：此层在腹角内侧部，细胞数量甚少，在 Lc<sub>2</sub> 见中多极、小多极细胞及梭形细胞。

IX 层：在 T<sub>8</sub> 和 Lc<sub>2</sub> 此层位于腹角腹侧部，在 C<sub>6</sub> 因颈膨大，细胞增多向背外侧伸展。此层含和运动细胞；细胞为大多极细胞，细胞为中、小多极细胞。细胞平均大小：在 C<sub>6</sub> 为 46 × 35 μm (最大为 64.35 × 42.9 μm)，T<sub>8</sub> 为 43 × 23 μm，Lc<sub>2</sub> 为 55 × 23 μm。细胞的平均大小：在 C<sub>6</sub> 为 26 × 10 μm，T<sub>8</sub> 为 25 × 8 μm，Lc<sub>2</sub> 为 26 × 9 μm。这些细胞构成腹角的运动核，可分为 3 组：内侧组有腹内侧核见于 C<sub>6</sub> 和 Lc<sub>2</sub>；中央组在 T<sub>8</sub> 和 Lc<sub>2</sub> 有腹核；外侧组有腹外侧、背外侧核，在 C<sub>6</sub> 还有背外侧背核支配鳍肢，与形成颈膨大有关。

X 层：此层为中央中间灰质，在 C<sub>6</sub> 稍宽，在 Lc<sub>2</sub> 较厚，3 节均未见中央管及室管膜痕迹。此层有中、小梭形和针形细胞。近腹角基部有腹、背连合核。T<sub>8</sub>、Lc<sub>2</sub> 背缘有似侧角状的突起为背正中突；内含小三角形、中小梭形、小椭圆形、小圆形和针形细胞等，形成“单正中核”。在 Lc<sub>2</sub> 极为发达，有数十个小细胞且向背侧延伸，致使背正中突尖端几乎与背角尖平，见大、中梭形细胞分布于该突起的边缘与尖端，为江豚、白豚等其它鲸类所不及。

### 2.5 脊髓白质中的特殊细胞群

在中华白海豚脊髓 C<sub>6</sub>、T<sub>8</sub>、Lc<sub>2</sub> 白质侧索中均发现了特殊细胞群，杂陈于神经纤维之间。细胞类型为：(1) 梭形细胞，(2) 椭圆形细胞，(3) 三角形细胞，(4) 梨形细胞，(5) 多极细胞，(6) 圆形细胞。

侧索中特殊细胞群的排列形式：C<sub>6</sub> 见 3~4 串梭形细胞及弥散分布的小椭圆形、小圆形、小三角形细胞；T<sub>8</sub> 则形式多样，有 60~70 个弥散分布的小细胞，如小三角形、小梭形、小椭圆形和小梨形细胞，有的在背角外侧与 I~V 相联系，呈帚状、串珠状或团状分布 (图 1)；在 Lc<sub>2</sub> 侧索见小梨形、小多极细胞约 12 个，分布形式亦为弥散性。根据这些特殊细胞所在位置的节段，分别称之为颈外侧核、胸外侧核和腰尾外侧核，其中胸外侧核最为发达。在背索发现的特殊细胞群，以弥散性分布为主，T<sub>8</sub> 见成串分布与胸核接近。在 C<sub>6</sub> 见小三角形细胞、小梭形细胞，以后者为主；在 T<sub>8</sub> 和 Lc<sub>2</sub> 有小梭形、小椭圆形细胞。这些特殊细胞群可称之为脊髓背索核。在 C<sub>6</sub>、T<sub>8</sub>、Lc<sub>2</sub> 的腹索中，有小梨形、小多极、小三角形细胞。在 T<sub>8</sub> 中细胞数较多，Lc<sub>2</sub> 次之，C<sub>6</sub> 又次之。这些特殊细胞群可称为腹索核。

## 3 讨论

(1) 中华白海豚属于齿鲸亚目海豚科，其脊髓形态具有鲸目的共同特征，如有发达的脊奇网，脊髓几呈圆柱形，成体脊髓无中央管，有颈膨大但起止节段各种鲸类不尽相

同。脊髓颈段 8 节亦为鲸目的共同特征。

脊髓式与同科的白喙斑纹海豚 ( $C_8 - T_{14} - Lc_{23}$ )，太平洋斑纹海豚 ( $C_8 - T_{13} - Lc_{23}$ ) 不同<sup>[1,5]</sup>；与其它科的白豚 ( $C_8 - T_{10} - Lc_{12}$ )、港湾鼠豚 ( $C_8 - T_{12} - Lc_{24}$ )、江豚 ( $C_8 - T_{24} - Lc_{23}$ ) 以及北露脊鲸 ( $C_8 - T_{14} - Lc_{18}$ )、长须鲸 ( $C_8 - T_{12} - Lc_{24}$ ) 等的也不相同<sup>[6~8]</sup>。

中华白海豚脊髓长占体长的百分比与白豚 (25% 和 29.3%)、港湾鼠豚 (26.6%)、江豚 (26.6% ~ 31.6%)、长须鲸 (25% ~ 26%) 相近；与弓头鲸 (14.9%)、北露脊鲸 (14.9%) 相差较大。中华白海豚的脊髓重占脑重的百分比，较白豚 (6.25%) 和江豚 (10%) 小得多。若将中华白海豚与体长相似，体重相近的白暨豚 (NJNU 0214) 脊髓的  $C_6$ 、 $T_8$ 、 $Lc_2$  的横径相比较，则前者横径分别为后者的 1.35、1.35 和 1.14 倍；上述 3 节分别为江豚相应节段的 1.25、1.21 和 0.95 倍。脊髓横切面的灰、白质中的细胞，脊奇网、蛛网膜以及软脊膜均较白豚、江豚发育好。

(2) Rexed<sup>[9,10]</sup>提出的脊髓灰质细胞构筑分层模式，不仅适用于陆生哺乳动物如猫、大鼠、家兔、小熊猫、猴等以及水生哺乳动物江豚和白豚； $C_6$ 、 $T_8$ 、 $Lc_2$  脊髓灰质的层型分析表明，也适用于中华白海豚。在脊髓灰质的分层范围，相应节段所含神经核的种类，细胞种类和发育程度等方面，中华白海豚与江豚、白豚间存在一定程度的差异。如中华白海豚  $C_6$ 、 $T_8$ 、 $Lc_2$  灰质的 II、III、IV、V、VI 层细胞明显分为内、外侧两群，两者的细胞大小、种类、染色深浅有差异，白豚的内、外侧两群出现在 III、V、VI 层；江豚则无此现象；再如中华白海豚的胸核在  $T_8$  VII 层发育最好，与江豚、白豚、太平洋斑纹海豚、港湾鼠豚、大翅鲸、长须鲸和北露脊鲸等的分布节段与发育程度有差异。IX 层的运动细胞和细胞在  $C_6$ 、 $T_8$ 、 $Lc_2$  的发育情况与白豚和江豚也有不同。

X 层中的“单正中核”，则以中华白海豚最为发达，但细胞种类、数目在  $C_6$ 、 $T_8$  和  $Lc_2$  各节有变化。但未见长须鲸具有的 20 ~ 90  $\mu\text{m}$  圆形神经细胞<sup>[6]</sup>。

(3) 在中华白海豚脊髓  $C_6$ 、 $T_8$ 、 $Lc_2$  白质的侧索、背索、腹索中均发现特殊细胞群。颈外侧核曾见于真海豚、抹香鲸、小抹香鲸、江豚和白豚，但分布形式不同。胸外侧核和腰尾外侧核与江豚、白豚的基本一致。其特殊细胞的类型尚有小梨形和圆形细胞。

背索中的细胞最早在太平洋斑纹海豚的  $Lc_3$  发现两侧对称分布、聚合的细胞<sup>[5]</sup>。在白豚则在颈、胸、腰尾段背索中多处发现了非对称性的脊髓背索核<sup>[8]</sup>，中华白海豚脊髓  $C_6$ 、 $T_8$ 、 $Lc_2$  中也均发现此核。

在中华白海豚的  $C_6$ 、 $T_8$ 、 $Lc_2$  腹索中，均见有特殊细胞。

脊髓背角为感觉末梢向中枢传入的一级终止区域，躯体、内脏传入纤维在脊髓内汇聚和相互作用<sup>[11,12]</sup>。因中华白海豚侧索的特殊细胞群也靠近背角外缘或有纤维联系，可能其颈、胸、腰尾外侧核也像脊颈束那样成为继背索、脊颈丘脑束之外的第 3 条体感通路；而脊髓背索核可能是脊髓 - 背角 - 背索核 - 脊髓背角神经回路，也可能属于脊颈束 - 背索突触后神经元的换元站，简称 SCT - DCPS<sup>[13]</sup>。吕国蔚等<sup>[14]</sup>首次发现既向背索

核又向颈外侧核投射的双投射神经元, 因后者起始部位与 SCT 和 DCPS 一致, 而被命名为 SCT-DCPS 神经元。

在中华白海豚 C<sub>6</sub>、T<sub>8</sub>、Lc<sub>2</sub> 的灰质、白质中发现因软膜内陷所致多处血管周隙含脑脊液, 中华白海豚的神经细胞直接与脑脊液接触, 情况与在白豚和江豚中所见一致, 应视为接触脑脊液神经元。在 C<sub>6</sub>、T<sub>8</sub>、Lc<sub>2</sub> 的横切片中, 还发现许多方形微血管腔隙, 推测可能类似白豚和江豚脊髓中发现的微血管变异。下一步, 我们将对中华白海豚的 C<sub>6</sub>、T<sub>8</sub>、Lc<sub>2</sub> 作超微结构研究。

## 参 考 文 献

- [1] Cunningham DJ. The spinal nervous system of the porpoise dolphin [J]. *J Anat Physiol (London)*, 1877, 11: 209 ~ 228.
- [2] Seki Y. Observation on the spinal cord of the right whale [J]. *Sci Rep Whales Res Inst*, 1958, 13: 231 ~ 251.
- [3] Seki Y. Comparative anatomical studies on the lateral cervical nucleus [J]. *Acta Anat (Nippon)*, 1965, 40 (5) Suppl: 4.
- [4] Seki Y. Anatomical studies on the cell column located closely medial to the nucleus of the spinal root of the trigeminal nerve in the sperm and the pygmy whales [J]. *Sci Rep Whales Res Inst*, 1984, 35: 47 ~ 56.
- [5] Flanigan N J. The anatomy of the spinal cord of the pacific striped dolphin, *Lagenorhynchus obliquoides*. In: Norris KS ed. *Whales, dolphins and porpoises* [C]. Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1977. 208 ~ 231.
- [6] Jansen J, Jansen J KS. The nervous system of cetacea. In: Andersen HT ed. *The Biology of Marine Mammals* [C]. New York: Academic Press, 1969. 175 ~ 197.
- [7] 吴葆孙. 江豚 (*Neophocaena phocaenoides*) 脊髓的研究 [J]. *兽类学报*, 1989, 9 (1): 16 ~ 23.
- [8] 吴葆孙, 周开亚, 华益民, 刘玉杰. 白豚脊髓的解剖学和组织学研究 [J]. *兽类学报*, 1994, 14 (1): 9 ~ 14.
- [9] Rexed B. The cytoarchitectonic organization of the spinal cord in the cat [J]. *J Comp Neural*, 1952, 96: 415 ~ 496.
- [10] Rexed B. A cytoarchitectonic atlas of the spinal cord in the cat [J]. *J Comp Neural*, 1954, 100: 297 ~ 379.
- [11] 孟卓, 陶之理. 脊髓背角神经元. *神经解剖学杂志* [J], 1990, 6 (2): 145 ~ 151.
- [12] Wall PD. The liminar organization of dorsal horn and effects of descending impulses [J]. *J Physiol*, 1967, 188: 403 ~ 423.
- [13] Uddenberg N. Differential localization in dorsal funiculus of fibres originating from different receptors [J]. *Exp Brain Res*, 1968, 4: 367 ~ 376.
- [14] 吕国蔚, 张肃, 夏予. 猫脊髓背角双投射神经元终止部位的电生理学研究 [J]. *中国科学 B*, 1985, (12): 1114 ~ 1121.

## STUDIES ON ANATOMY OF THE SPINAL CORD AND HISTOLOGY OF C<sub>6</sub>, T<sub>8</sub>, Lc<sub>2</sub> OF THE INDO-PACIFIC HUMP-BACKED DOLPHIN

WU Baosun ZHU Kaiya CAO Yuqing

(Department of Biology, Nanjing Normal University, Nanjing, 210097)

**Abstract:** The spinal cord of an adult female of Indo-Pacific hump-backed dolphin (*Sousa chinensis*) were studied macro- and microscopically. Samples for microscopic observations were taken from C<sub>6</sub>, T<sub>8</sub> and Lc<sub>2</sub>, frozen sections of 20 ~ 40 μm thick were stained with 1% thionine or argyrophil method. The spinal cord formula was C<sub>8</sub> - T<sub>12</sub> - L<sub>10</sub> - Ca<sub>4</sub> (or Lc<sub>14</sub>). The length of the spinal cord was 27.48% of the body length and the weight of the spinal cord was 3.88% of the brain weight. The arachnoid trabeculae were extremely developed and assumed thin silk floss. The pia mater brought blood vessels invaginated along with furrows and crevices into the spinal cord proper. Irregular periphery spaces of vessels containing lymphocytes and cerebral fluid were observed in the gray matter and white matter. The nerve cells and capillaries were immersed in the cerebral fluid and therefore the former were referred to cerebrospinal fluid-containing neurons. The gray matter of C<sub>6</sub>, T<sub>8</sub> and Lc<sub>2</sub> was divided into 10 layers according to the Rexed's Principle of the laminar cytoarchitecture pattern of the spinal cord. The cytoarchitecture of each of the layers and the corresponding nucleus were described. Special cell groups, i. e. lateral cervical nucleus, lateral thoracic nucleus and lateral lumbocaudal nucleus in the lateral funicle, dorsal funiculus nucleus in the dorsal funicle, scattered cells in the ventral funicle, were observed in the white matter.

**Key words:** Indo-Pacific hump-backed dolphin (*Sousa chinensis*); Spinal cord; Cytoarchitecture; Dorsal funiculus nucleus