

奶牛腰荐尾段脊髓灰质板层构筑的研究^{*}

梁梓森 梁鼎光 林宏兴 魏伟青 陈元音 刘金泉

(华南农业大学兽医学系)

摘要 本研究取 8 头初生黑白花奶牛的腰荐尾段脊髓,分节后横切成 3 mm 厚的脊髓块。其中 7 例在切片前用甲苯胺蓝或尼氏混合液的块染法作细胞染色,1 例用 Weil 氏法作髓鞘染色。均作石蜡切片。结果表明:奶牛腰荐尾段脊髓灰质基本上象猫那样分为 10 个板层,但在层的范围、形态、结构等方面也有自己的特点。本文还与其它一些动物和人的脊髓灰质板层构筑进行了比较。

关键词 板层构筑;脊髓;灰质;奶牛

中图分类号 S852.16

关于动物脊髓灰质细胞构筑的研究,很早已经开始。在 19 世纪和本世纪初,研究的范围只局限于脊髓灰质的神经核团。到 1952 年,1954 年,Rexed^[7,11],把猫脊髓灰质划分为 10 个板层,首先提出了板层构筑的概念,为脊髓灰质细胞构筑的研究提供了新的内容。自此,人们也先后研究了人^[8]、狗、猪^[9]、大鼠^[10]、鸡、鸽子、猴、熊猫、家兔^[1]和北京鸭^[2]等动物的细胞构筑。结果表明,哺乳类动物和鸟类脊髓均可象猫那样分为 10 个板层,但层的范围、形态、结构等存在着不同之处,其它哺乳动物与猫的差异较小,鸟类与猫的差异较大。

然而,关于大家畜奶牛脊髓灰质的板层结构,至今未见详细报道。因此,我们进行本研究,以丰富有关奶牛脊髓灰质形态结构的资料,为生理学的研究和脊髓功能的解释提供形态学的理论依据。

1 材料和方法

1.1 动物

2 日龄雄性黑白花奶牛 8 头,体重 30~40 kg,取于华南农业大学奶牛场。

1.2 染色液

1%甲苯胺蓝,尼氏染色混合液,0.5%曙红酒精液,苏木精染液,Weil 氏髓鞘染色分色液。

1.3 方法

将 8 头奶牛经动脉快速放血致死,取出腰荐尾段脊髓放于 10%~15%的福尔马林固定备用。将每节脊髓横切成 3 mm 厚的脊髓块。其中 7 例在切片前将脊髓块放于 34℃的甲苯胺蓝或尼氏混合液染色 14 h,水洗后用 34℃的 0.5%酒精分色 30 min。尼氏混合液染色者在分色后再用 0.5%曙红酒精液复染 10 min。脱水、透明和以后各步骤按常规的石蜡切片方

* 国家自然科学基金资助项目

1993-04-08 收稿

法进行,但在切片烘干后即转入脱蜡和封固。1例用Weil氏法作髓鞘染色。全部切片均为横切,厚度为80 μm 、50 μm 、40 μm 和20 μm 。光镜观察,目镜测微尺测量细胞大小。测量时,每头牛取L₂、L₅、S₂、S₄、C₂、C₄节的一个切片测量每层的9个细胞(包括多数细胞、最小细胞、最大细胞各3个)的长径和宽径,用8头奶牛数据的平均值表示各层的3种细胞的大小。

2 结果

奶牛腰荐尾段脊髓灰质可象猫那样分为10个板层:背角含I~VI层(非膨大部L₁~S₃~C₅节缺VII层),中间带为VII层(在膨大部L₄~S₂节,VII层还伸入腹角),腹角包括VIII和IX层,中央灰质即第X层。

2.1 I层

覆盖在背角头表面,呈薄弯带状(图1),甲苯胺蓝染色浅,其内侧向腹侧弯曲,伸至背角颈,包被I、II层的内侧缘;外侧绕过背角尖向腹侧弯曲,也伸达背角的颈部。从S₂~C₅节,本层内侧与对侧会合于中线。I层的细胞较少,主要分布在本层的中部和外侧部弯曲部及其相邻的白质中。细胞一般呈长梭形,也有三角形、星形、椭圆形或圆形。细胞的长轴与本层平行。多数细胞为14 μm ×32 μm ,最小细胞为7 μm ×10 μm ,最大细胞为21 μm ×75 μm ,有个别细胞长达95 μm 。尼氏体在小细胞中较少,在大细胞中较多,呈颗粒状。在Weil氏染色中,可见背腹向的粗大纤维束跨过或止于本层,这种纤维在内侧弯曲部尤为发达,常弯入背角头基部和背角颈部。

2.2 II层

位于背角头I层的腹侧,也呈弯带状,比I层厚(图1),甲苯胺蓝染色很深。其内侧不弯曲,被I层的内侧弯曲部包被,外侧类似I层向腹侧弯曲,被I层的外侧弯曲部覆盖。在S₃~C₅节,本层与对侧合并于中线。II层的细胞排列非常紧密。细胞均为小型,呈椭圆形、圆形和梭形,长轴与本层垂直,多数细胞为7 μm ×10 μm ,最小细胞为6 μm ×7 μm ,最大细胞为11 μm ×25 μm 。细胞质和尼氏体都很少,后者呈细粒状。II层可分为内、外侧带两部分,外带染色比内带深、细胞相对较小较密,但两者有时不易分辨。在Weil染色中,可见一些背腹向的粗大神经纤维束穿越或止于本层,但很少见到纵走纤维。

2.3 III层

位于背角头II层的腹侧,形似II层,比II层稍厚(图1)。甲苯胺蓝染色深,但比II层稍浅。其内侧被II层的内侧弯曲部包被,外侧弯曲部被I、II层覆盖,背侧与II层的分界不甚清楚;腹侧界较易辨认。本层在L₁、S₃~C₅节与对侧会合于中线。III层的细胞排列紧密,但比II层稍为疏松。细胞基本上都是小型的,仅偶见个别较大细胞。细胞形态似II层。多数细胞为9 μm ×14 μm ,最小细胞为7 μm ×8 μm ,最大细胞为35 μm ×50 μm 。细胞结构与II层相似。在Weil染色中,III层的最显著特点是富含细小的纵走神经纤维束。在S₃节以后则少见这种纤维。

2.4 IV层

位于背角头底部,呈山形,比III层厚,整层厚薄不均,在中外侧最厚,突向背角尖(图1)。甲苯胺蓝染色较深,但比III层浅。在L₁、S₂~C₅节,本层与对侧合并于中线。IV层的细胞含量明显少于III层,细胞排列不如III层紧密。细胞有多种形态,其中的梭形细胞主要分布于本层

的突起部,长轴指向背角尖;也有分布于本层的内侧部,长轴呈左右向。本层以中小型细胞为主,也含数个大型细胞,后者常见于突起部。多数细胞为 $14\ \mu\text{m}\times 21\ \mu\text{m}$,最小细胞为 $8\ \mu\text{m}\times 10\ \mu\text{m}$,最大细胞为 $43\ \mu\text{m}\times 71\ \mu\text{m}$ 。中小型细胞含尼氏体较少,呈细粒状;大细胞的尼氏体含量丰富,呈粗粒状。在突起部,可清楚见到一排背腹向排列的粗大纵走神经纤维束。但在 S_3 节以后,这种纤维已难以见到。

2.5 V层

横贯背角颈,呈均匀的横带状,一般比IV层厚,但比IV层的突起部薄(图1)。甲苯胺蓝染色中等深浅,比IV层稍浅。在 L_1 、 L_2 、 $S_2\sim C_5$ 节,本层与对侧会合于中线。V层的细胞含量中等,比IV层略少。细胞常见为三角形、星形和圆形,也有少量的梭形细胞,后者主要分布于本层的内侧边,其长轴与背角内侧缘平行。本层细胞普遍比IV层的大些,多数细胞为 $20\ \mu\text{m}\times 30\ \mu\text{m}$,最小细胞为 $9\ \mu\text{m}\times 10\ \mu\text{m}$,最大细胞为 $45\ \mu\text{m}\times 75\ \mu\text{m}$ 。V层可分为内侧区和外侧区。外侧区占 $\frac{1}{3}$,呈网状结构,细胞一般较大,尼氏体较丰富;内侧区的细胞一般较小,尼氏体也较少,故外侧区染色比内侧区深。但在 $L_1\sim L_4$ 节,内侧区见有成群的大细胞,后者常呈圆形、梨形或椭圆形,尼氏体丰富;在其它节段,这些细胞难以见到。在Weil染色中,可见一些横走纤维起自本层的内侧,沿着背角的内侧缘走向背灰连合。

2.6 VI层

仅见于 $L_1\sim S_2$ 节背角基部,呈横带状,在 L_1 、 S_2 节较薄,在 $L_5\sim S_1$ 节与V层厚度相近(图1)。甲苯胺蓝染色比V层深。本层可分为内侧区和外侧区,前者约占 $\frac{1}{3}$,细胞较后者的密集,染色比较深。总的来说,VI的细胞数量较V层的多,排列也较密集;细胞形态多种,以中小型细胞为主,在外侧区也见到少量较大的细胞。多数细胞为 $14\ \mu\text{m}\times 19\ \mu\text{m}$,最小细胞为 $8\ \mu\text{m}\times 10\ \mu\text{m}$,最大细胞为 $43\ \mu\text{m}\times 65\ \mu\text{m}$ 。尼氏体含量中等,呈颗粒状。在Weil染色中,本层主要见到网状的神经纤维。

2.7 VII层

在非膨大部, VII层占据中间带,呈宽厚的横带状;在腰膨大,本层还伸向腹角的中、外侧部,形态不规则(图1)。本层着色均匀,比VI层颜色浅。细胞含量中等,排列明显比VI层疏松,与V层相近。本层的细胞大多数是均匀散布的,但也有不少是成群分布的(另文报道)。在本层中部,可见到一些大的圆形或星形细胞成群分布;其他细胞形态多种,以中等大小为主,多数细胞为 $22\ \mu\text{m}\times 31\ \mu\text{m}$,最小细胞为 $10\ \mu\text{m}\times 12\ \mu\text{m}$,最大细胞为 $45\ \mu\text{m}\times 65\ \mu\text{m}$ 。细胞质较丰富,尼氏体含量一般(大细胞含量较丰富),呈颗粒状。本层主要见到发达的网状神经纤维。

2.8 VIII层

在非膨大部,横贯整个腹角,呈方形或倒三角形或倒梯形;在腰膨大部,本层只占据腹角内侧小部,呈扇形或纺锤形(图1)。本层着色不均匀,中部和外侧部染色较深,内侧部染色较浅。细胞常为星形、三角形,也有少量的梭形细胞分布于本层的内侧边,其长轴与腹角内侧缘平行。本层包含大、中、小型细胞,大细胞形似运动细胞,位于腹角基部的中内侧。多数细胞为 $28\ \mu\text{m}\times 36\ \mu\text{m}$,最小细胞为 $10\ \mu\text{m}\times 10\ \mu\text{m}$,最大细胞为 $48\ \mu\text{m}\times 75\ \mu\text{m}$ 。大细胞的尼氏体较多,呈团块状;其余细胞的尼氏体含量中等,呈颗粒状。本层的网状神经纤维比VII层更发达,尤其在内侧部,可见大量的纤维束呈辐射状走向腹索或经白连合走向对侧。

2.9 IX层

一般位于腹角的腹侧部,但在腰膨大还占据腹角外侧的大部分(图1)。本层由内、外侧群运动神经细胞组成。内侧群位于腹角的内侧,又由背、腹二群细胞组成,但背侧群不常见到。外侧群位于腹角的外侧,在 $L_1\sim S_3$ 仅见一群细胞;在 $L_4\sim S_2$ 可见2~8群细胞;在 S_3 以后基本消失。本层着色很深,与周围的界线十分明显。在腰膨大,本层细胞较多,排列紧密,并可见到一些细胞落在相邻的白质中;在非膨大部,细胞较少。细胞常为星形和三角形,以大型细胞为主,也有少量的中等细胞。多数细胞为 $43\mu\text{m}\times 48\mu\text{m}$,最小细胞为 $16\mu\text{m}\times 21\mu\text{m}$,最大细胞为 $55\mu\text{m}\times 85\mu\text{m}$ 。细胞的尼氏体丰富,呈团块状。

2.10 X层

即中央灰质,位于中央管周围,呈方形(图1),着色较深而均匀,比Ⅶ层略深。外侧与Ⅶ层的界线基本可分清;背侧在 $L_3\sim S_2$ 以背索为界,在 $L_{1,2}, S_3\sim C_{4,5}$ 与Ⅴ层的会合部相邻;腹侧界不平直,与两内纵束和白连合相接。X层可分为中央胶质、背灰连合和腹灰连合3部分。其中,在背灰连合可见少量细胞,其余两部分难以见到细胞。细胞常为椭圆形、梭形和圆形,其长轴呈左右向。细胞以小型为主,一般为 $5\sim 13\mu\text{m}\times 10\sim 25\mu\text{m}$ 。细胞质和尼氏体均很少。在背灰连合见到少量左右向纤维连于Ⅳ~Ⅶ层。

3 讨论

结果表明,奶牛腰荐尾段脊髓灰质的板层构筑与猫^[7]基本相似,可划分为10个板层。但奶牛的某些层在位置范围、形态结构和纤维分布等与猫存在差异;与其他动物和人比较,亦有异同。

3.1 I~Ⅲ层

从形态看,奶牛的I~Ⅲ层与猫^[7]、家兔^[1]、猴、大鼠^[10]和人^[8]大体相似,均呈弯带状。所不同的是奶牛I~Ⅲ层的外侧弯曲部向腹侧伸达背角颈,而在其他动物仅伸至背角头的中部。同时,奶牛I~Ⅲ层的内侧也呈弯曲状,亦伸至背角颈;I层的内、外侧弯曲部分别把Ⅱ、Ⅲ层的内、外侧包被,使Ⅱ、Ⅲ层不与白质相邻。北京鸭^[2]的I~Ⅲ层与奶牛的差异较大。北京鸭的I层窄小,仅覆盖背角头的外侧边缘,在背角的背侧和内侧没有I层分布;Ⅱ、Ⅲ层呈椭圆形,Ⅱ层位于Ⅲ层的外侧、I层的内侧。

从结构看,奶牛I~Ⅲ层与上述动物也有异同。奶牛I层似乎以中等到大型细胞为主,且有些细胞非常长。而猫^[7]、家兔^[1]的I层以小型细胞为主,较大的细胞较少。其原因可能是动物种类的体型大小不同的差别。奶牛的I层与猫、家兔、大鼠、人相似,细胞多而小,排列紧密,并可分为内、外侧带,外带的细胞更小更密。但猪和北京鸭的Ⅱ层则不同,前者的细胞排列是低密度的^[9];后者虽然细胞排列紧密,但不分内、外侧带,整层只分布于背角头的外侧部。据报道^[3],来自背根传导皮肤感觉的纤维终止于Ⅱ~Ⅳ层。这与我们所观察到奶牛I、Ⅲ层背腹向纤维的分布情况是相一致的。

3.2 关于胶状质

鞠躬等^[4]观察到猫的Rexed I、Ⅲ层细胞的超微结构存在差异,并支持了Rexed^[7,11]提出猫I层相相当于Rolando胶状质的观点;而关国梁等^[5]观察了人脊髓的Ⅱ、Ⅲ层的结构,认为人脊髓的Rolando胶状质主要相当于Rexed的Ⅱ、Ⅲ层;在此以前,Szentágothai观察到Ⅱ、Ⅲ两层内的细胞形态、树突分支类型及纤维联系都大体相同,故主张Ⅱ、Ⅲ两层应同属胶状质。

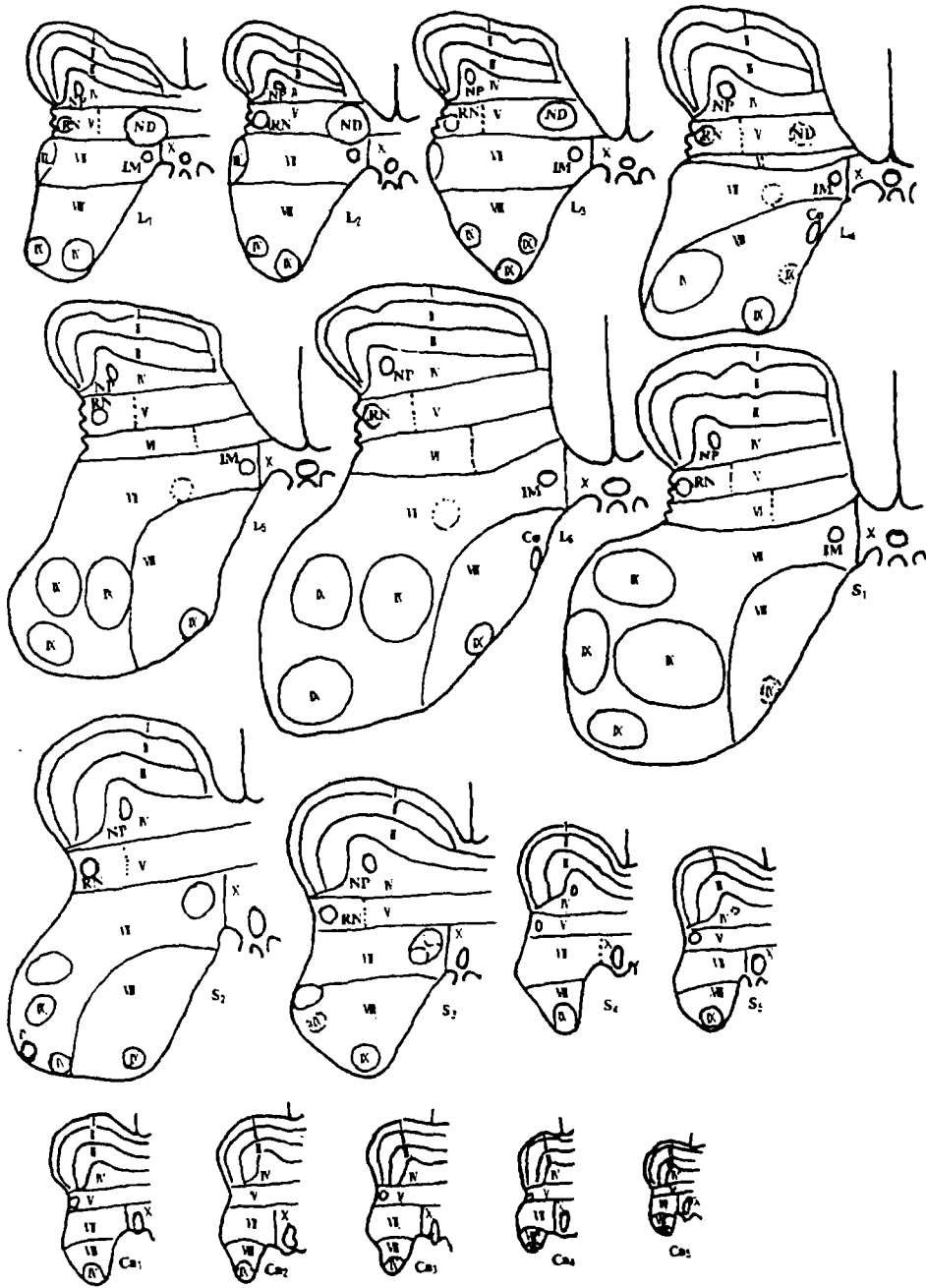


图1 奶牛腰荐尾段脊髓灰质分层模式图

I ~ X 表示灰质板层; NP 固有核; RN 网状核; IM 中间内侧核; IL 中间外侧核; ND 背核, Co 连合核

从功能上看, I、II 层细胞都对多种模式的伤害性和非伤害性刺激发生反应^[6], 具有相同性。我们观察到奶牛 I、II 层在细胞形态结构和接受背根纤维方面基本相同。由此看来, 奶牛的 I、II 层应同属于胶状质。

3.3 II 层

在形态上,奶牛的Ⅳ层跟其他一些动物差异较大。猫Ⅳ层的中外侧部只稍突向背角尖部;家兔的Ⅳ层在 $L_1\sim S_2$ 向背侧稍突,但在 $S_3\sim C_{6/7}$ 则基本无突起;大鼠的Ⅳ层向上突起不明显;猪、北京鸭的Ⅳ层均为平带状;而我们观察到:奶牛Ⅳ层的中外侧部在 $L_1\sim C_{6/7}$ 各节均向背(偏外)侧呈山形突起,且此突起明显比上述动物高。在奶牛Ⅳ层的山形突起部所见到的粗大纵走纤维束,在猫、家兔、大鼠、猪、北京鸭等动物均未见报道。另外,奶牛Ⅳ层见到的背腹向纤维,可能是背根传导皮肤感觉的神经纤维^[8]。

3.4 Ⅴ层

奶牛的Ⅴ层与猫、家兔、人的相似,均呈横带状,并可分为内、外侧部,外侧部为网状结构,占整层宽度的 $\frac{1}{3}$;但与大鼠和猪不同。大鼠Ⅴ层的外侧部(网状结构)厚而宽,占整层的 $\frac{2}{3}$ 或 $\frac{3}{4}$;内侧部则薄而窄,占 $\frac{1}{3}$ 或 $\frac{1}{4}$ 。猪的Ⅴ层虽呈横带状,但不分内、外侧部。北京鸭的Ⅴ层也呈横带状,并分为内、外侧部,但两者的比例未见报道。奶牛Ⅴ层的网状结构在 S_3 节以后已变得不明显或消失,主要因为此处的纵走纤维束减少或消失,但网状核细胞仍可见到,这种情况在上述动物似乎未曾明确提及。在 $L_1\sim L_4$ 节,奶牛Ⅴ层内侧部见到的大细胞群,与Ⅵ层内上方的细胞群是相连续的,且细胞形态结构完全相同,因此应属同一核团(即背核)。

3.5 Ⅵ层

从存在范围看,几种动物基本相同。奶牛的Ⅵ层见于膨大部 $L_4\sim S_2$,猫见于 $L_3\sim S_3$,家兔见于 $L_3\sim S_2$,大鼠见于 $L_3\sim S_1$,北京鸭见于膨大部,猪见于 $L_6\sim S_3$ 。在形态结构上,奶牛的Ⅵ层与上述大部分动物基本相同,但与猪的差异较大。猪第Ⅵ层的形态随不同节段而异: L_6 、 L_7 、Ⅵ层不分内、外侧部,但其外侧比内侧厚得多;在 S_1 节,Ⅵ层被Ⅶ层分隔成不相连的内、外侧两部分;在 S_2 节,Ⅵ层则分为上、下二层;在 S_3 ,又分为相邻的内、外侧两部分^[9]。

3.6 Ⅶ层

奶牛的Ⅶ层在腰膨大 $L_4\sim S_2$ 节除占据中间带外,还伸向腹角的中部和外侧部,这与猫、家兔、大鼠、北京鸭的情况相似,但与猪的差异较大。猪的Ⅶ层在腰膨大部可分为两部分(在 S_1 、 S_2)或不分部(在 L_6 、 L_7 、 S_2),且形态、位置在各节间变异较大。在奶牛Ⅶ层中部见到的一些大细胞成群分布,在猫中未曾提及,在家兔则报道了类似的细胞(分为背、腹二群)^[1]。据一些研究^[1]表明,这些大细胞可能接受来自后肢和尾部的皮肤性感觉信息,并发出突起参与脊髓小脑束的形成。

3.7 Ⅷ层

从位置、形态看,奶牛腰膨大的Ⅷ层与猫、家兔、大鼠相似,仅占据腹角内侧的小部分,呈扇形或纺锤形;但与猪和北京鸭不同。猪Ⅷ层的位置范围变化大,在 L_6 与Ⅹ层相邻,在 L_7 位于腹角的内侧,在 $S_1\sim S_3$ 无Ⅷ层。北京鸭Ⅷ层则为位于腹角内侧的小卵圆形区。从结构看,奶牛Ⅷ层与猫、家兔也很相似,含大、中、小型细胞,着色不均匀,在腹角基部的中区则散布有大细胞。根据对家兔的研究^[1],这些大细胞很可能是脊髓小脑束神经元,发出突起形成脊髓小脑束。

3.8 Ⅹ层

奶牛Ⅹ层在细胞种类及形态结构方面跟其它一些动物和人是基本相同的,细胞群的分布状况也大体相似。但某些核团的划分、分布范围、细胞数量等仍有差异。

3.9 关于Ⅰ~Ⅵ层的合并情况

奶牛、猫、家兔、大鼠、猪、北京鸭等动物腰荐尾段脊髓 I ~ VI 层与对侧合并的范围是有异同的(见表 1),看来奶牛 I ~ VI 层的合并范围更大一些。

表 1 几种动物腰荐尾段脊髓灰质 I ~ VI 层与对侧合并比较

层次	奶牛	猫	家兔	大鼠	猪	北京鸭
I	S ₃ ~C ₄ ₅	C _{2,3}	未见报道	未见报道	S ₁	未见报道
II	S ₃ ~C ₄ ₅	C _{1,2}	未见报道	未见报道	未见报道	未见报道
III	L ₁ ,S ₃ ~C ₄ ₅	S ₃ ~C ₂ ₃	C ₂ ~ ₄	S ₁ ~C ₂ ₃	未见报道	未见报道
IV	L _{1,2} ,S ₂ ~C ₄ ₅	L ₁ ,S ₃ ~C ₂ ₃	S ₁ ~C ₄ ₅	L ₄ ~C ₂ ₃	S ₃ ~C ₄ ₅	未见报道
V	L _{1,2} ,S ₂ ~C ₂ ₃	L _{1,2} ,S ₂ ~C ₂ ₃	S ₂ ~C ₄ ₅	L ₁ ~S ₁	S ₂ ~C ₄ ₅	在胸髓合并
VI	不合并	不合并	不合并	不合并	S ₁ ~ ₃	合并

参 考 文 献

- 徐群渊,杨存田,张进路,等. 家兔脊髓灰质细胞构筑的研究. 解剖学报,1987,18(2):153~159
- 路广会. 北京鸭脊髓灰质细胞构筑的研究. 畜牧兽医学报,1991,22(2):161~166
- 张培林. 神经解剖学. 北京:人民卫生出版社,1987. 184~194
- 鞠 躬,舒斯云. 猫脊髓后角 I、II 层的超微结构. 解剖学报,1980,11(2):387
- 关国梁,鞠 躬. 人脊髓 Rolando 胶质状和 Rexed 层次间的相应关系. 解剖学报,1984,15(2):174~177
- 关国蔚. 脊髓背角细胞神经生物学研究的进展. 生理科学进展,1986,17(4):302~307
- Rexed B. The cytoarchitectonic organization of the spinal cord in the cat. J Comp Neurol. 1952,96:415
- Truex Rc, Taylor M. Gray matter lamination of the human spinal cord. Anat Rec, 1968,160:502
- Marsh R CH. Comparative cytoarchitecture of the spinal cord gray matter in the pig and cat: does Rexed's schema apply to the pig? Acta anat, 1972,83:435~439
- Molander C, Xu Q, Grant G. The cytoarchitectonic organization of the spinal cord in the rat. I. The lower thoracic and lumbosacral. J Comp Neurol. 1984, 230:133
- Rexed B. A cytoarchitectonic atlas of the spinal cord in the cat. J Comp Neurol, 1954, 100:297

A STUDY ON THE LAMINOARCHITECTURE OF THE LUMBOSACRAL AND CAUDAL PORTIONS OF THE SPINAL CORD GRAY MATTER IN THE DAIRY CATTLE

Liang Zisen Liang Dingguan Ling Hongxing Wei Weiqing Chen Yuanyin Liu Jinquan
(Dept.of Veterinary Medicine, South China Agr. Univ.)

Abstract The Lumbosacral and caudal portions of spinal cords from 8 new-born black and white dairy cattle were cut transversely into pieces of 3 mm thickness after being divided into segments. The spinal cord pieces from 7 of the animals were stained with toluidine blue or with Nissl mixture for cell bodies before sectioning. The spinal cord sections from 1 of the animals were stained by Weil's method for myelin sheaths. All spinal cord were cut transversely by paraffin sectioning. It was found that the spinal cord gray matter of the lumbosacral and caudal portions in the dairy cattle could be divided basically into ten laminae as in the cat. However, differences were observed in some of the detailed features. The laminoarchitectures of the spinal cord gray matter of the dairy cattle and other animals including man are also compared in this paper.

Key words Laminoarchitecture; Spinal cord; Gray matter; Dairy cattle