

# 家兔各髓節脊髓灰質積層排列之研究

黃 河

## 摘 要

選用體重約為一公斤之家兔6隻，將所有脊髓作成連續橫斷切片，並用焦油紫(cresyl violet)染色。然後在顯微鏡下觀察每個髓節(spinal segment)灰質細胞積層結構之特徵。選出具有代表性者，作顯微攝影，再據此繪製脊髓灰質之細胞分層構造圖；由此等圖片可以看出每一個髓節細胞積層結構形態之演變。第Ⅰ～Ⅲ層由C<sub>1</sub>～T<sub>1</sub>及C<sub>5</sub>～L<sub>7</sub>皆為鐮刀形，T<sub>2</sub>～L<sub>4</sub>為倒立U字形，薦髓節及尾髓節為C字形。第Ⅳ層在兩個脊髓膨大處為帶狀，其餘為山丘狀。第Ⅴ層在C<sub>3</sub>～C<sub>4</sub>內側區有缺刻。第Ⅳ層僅出現在C<sub>1</sub>～T<sub>3</sub>及L<sub>3</sub>～S<sub>4</sub>，T<sub>2</sub>～T<sub>3</sub>和S<sub>2</sub>～S<sub>4</sub>其外側短缺。第Ⅶ層在C<sub>5</sub>～T<sub>1</sub>及L<sub>5</sub>～S<sub>2</sub>為倒立L字形，其餘髓節之第Ⅶ層均為橫過灰質之中間帶。第Ⅷ層在C<sub>5</sub>～T<sub>1</sub>及L<sub>5</sub>～S<sub>2</sub>僅佔據腹柱之內側，其餘髓節之第Ⅷ層則橫過腹柱之中部。第Ⅸ層，除兩個脊髓膨大處，可分成幾個核群散佈在第Ⅶ層及第Ⅷ層外，一般位於腹柱之前端。左右兩個背柱積層僅於T<sub>6</sub>～L<sub>2</sub>及S<sub>3</sub>～C<sub>0</sub> 6之正中線有癒合的現象。

## 前 言

自從Rexed於1952年<sup>(1-3)</sup>開始提出一連串有關貓脊髓灰質神經細胞之積層構造(lamination)報告後，Truex and Taylor<sup>(4)</sup> (1968)接着以摘要形式指出人類的脊髓灰質之細胞積層與貓的非常相似。自此之後有許多學者如Brinkman and Martin<sup>(5)</sup> (1973)，Leonard and Cohen<sup>(6)</sup> (1975)相繼以不同的動物作研究，其脊髓灰質神經細胞排列也具有9層積層現象之構造。因此，依積層現象而定的Rexed第Ⅰ～Ⅸ層命名法，已被廣泛地應用，例如Anderson<sup>(7)</sup> (1960)，Sprague and Ha<sup>(8)</sup> (1964)，Ralston<sup>(9)</sup> (1966)及Sterling and Kuypers<sup>(10)</sup> (1967)均採用此命名法，以研究貓脊髓神經背根纖維的分佈。Nyberg Hansen and Brodal<sup>(11)</sup> (1964)則用於

貓紅核脊髓徑的研究。著者曾於1978年發表題為“家兔脊髓灰質積層細胞結構之研究”<sup>(12)</sup>之論文一篇，敘述家兔脊髓灰質神經細胞之積層構造，但未論及各髓節之差異，本文則進一步依據脊髓灰質細胞積層構造圖詳論各個髓節積層結構之特性。

## 材料與方法

選用6隻大小相似，重約一公斤之家兔作為實驗動物，經乙醚麻醉後，剖開胸腔，自左心室插入導管，先以Locks solution灌流，同時切開右心房，以便放出血液，然後再以10%中性福馬林液灌流作為實驗前固定。

灌流完成後，立即以骨鉗打開顱腔及椎管使腦和脊髓之背面露出，並剪開硬腦膜及硬脊髓膜

，連同整隻兔子沉浸在 10% 福馬林液中，經過一星期左右取出，沿著脊髓神經根部分別找出各個髓節，即以前一髓節之最下背小根和後一髓節之最上背小根之間的中點作為分節之界綫。在每個髓節之右後側各做一 V 型缺刻，而且所截留之右邊脊髓神經，使其比左邊者長，以資識別左右。將各髓節分別置入裝有 70% 酒精之小瓶內，經不同濃度之酒精逐級遞升脫水後，再移入 ether-alcohol 之等量溶液內置 24 小時。然後逐次移入 2%、4%、8%、10% 之 celloidin 溶液內，各浸置一星期。最後用 10% celloidin 包埋。爾後切成  $100\mu$  厚之橫斷連續切片，並用焦油紫 (cresyl violet) 染色，以供作組織學上之檢查。同時，選出具有代表性者，作顯微攝影，再據以繪製脊髓灰質之細胞積層構造圖。

## 結 果

家兔脊髓可分為 37 個髓節，分為 8 個頸髓節、12 個胸髓節、7 個腰髓節、4 個薦髓節及 6 個尾髓節<sup>(13)</sup>。在 8 個頸髓節中，以  $C_3$  和  $C_4$  橫斷面積為最小，其左右橫徑為 5 mm，然後向尾側端遞增。 $C_6$  到  $C_8$  左右橫徑為 6mm，是整條脊髓全長中橫斷面積最大者；頸髓節的分層

排列，第 I 層至第 III 層的外形皆為鐮刀狀，背側向背部突出呈弧形。從  $C_1$  到  $C_8$  有逐漸由弧形轉變成直線之趨勢，而後成淺凹形。第 IV 層， $C_1$  到  $C_8$  由小山丘演變成帶狀。第 V 層，以帶狀橫過背柱的瓶頸部，其內側區在  $C_3$  及  $C_4$  被第 VI 層侵入而形成切刻 (圖 1)。第 VI 層，在  $C_1$  到  $C_3$  位於中央管的背外側，也就是背柱基部內側部，僅見其內側區而不見其外側區，因外側區被第 V 層所佔。從  $C_4$  以後其外側區才出現。第 VII 層， $C_1$  到  $C_4$  之間為橫過灰質中間帶 (圖 1)，但從  $C_5$  到  $C_8$  之間其外側部急遽擴延伸入腹柱之中，形成倒立 L 字形 (圖 2)。第 VIII 層在  $C_1$  到  $C_4$  則佔據整個腹柱中部，在  $C_5$  到  $C_8$ ，由於第 VII 層的侵入，僅佔據腹柱的內側部。第 IX 層，在  $C_1$  到  $C_4$  可見到兩個或三個核群，分別位於腹柱的前端，在內側稱為腹內側核，在外側稱為腹外側核。至於背內側核和背外側核則不發達，祇能看到兩、三個大型細胞，在  $C_5$  到  $C_8$ ，至少可分為 5~6 核群，內側為腹內側核和背內側核，兩個核群均位於第 VIII 層內 (圖 2)，外側有腹外側核、背外側核、後背外側核、中央核等皆位於第 VII 層延伸部之內。在兩個膨大部的腹柱由於第 IX 層外側核群很發達，便向外側延伸突出，使得腹柱橫斷面積增大很多。

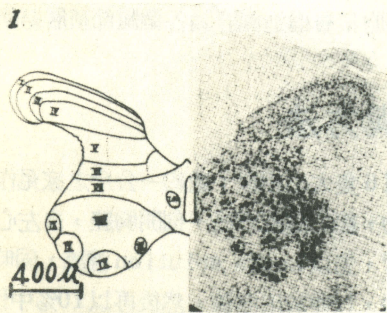


圖 1 第四頸髓節之橫斷面。  
右半圖為實際標本，左半圖為描繪。家兔。焦油紫染色。

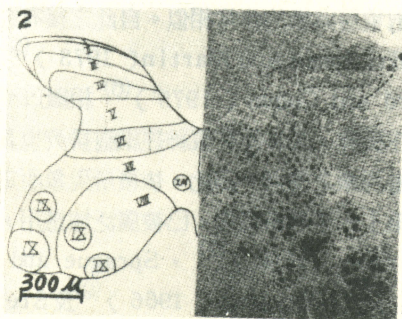


圖 2 第五頸髓節之橫斷面。  
焦油紫染色。

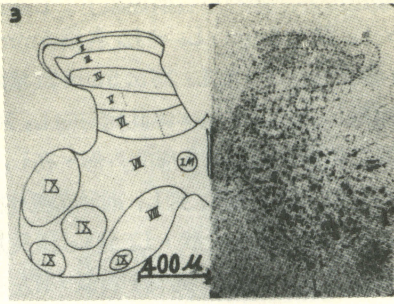


圖3 第七頸髓節之橫斷面。  
焦油紫染色。

中線癒合。第Ⅶ層僅存於 $T_1$ 到 $T_3$ 。第Ⅷ層，在 $T_1$ 其外側部擴延伸入腹柱中（圖4）， $T_2$ 到 $T_{12}$ 之間為橫過灰質中間帶（圖5~8），除了和頸髓節相同含有中間內側核（Intermediomedial nucleus）外，尚含有背核（nucleus dorsalis of clarke）及中間外側核（Intermediolateral nucleus）。背核從 $T_3$ 開始出現數個大型細胞，到 $T_9$ 才比較清楚地形成一圓柱狀

胸髓節中的 $T_1$ 乃為頸膨大部之一，其左右橫徑為6mm， $T_2$ 為5mm， $T_3$ 為4.8mm， $T_4$ 為4.2mm， $T_5$ ~ $T_{10}$ 各為4mm， $T_{11}$ ~ $T_{12}$ 各為4.5mm。整條背柱之橫斷面積向尾端遞減。第Ⅰ層到第Ⅲ層的外形，在 $T_1$ 還是鐮刀狀， $T_2$ 到 $T_{12}$ 變為倒U字形。第Ⅳ層在 $T_1$ 為帶狀， $T_2$ 到 $T_{12}$ 轉變為山丘狀。第Ⅰ層到第Ⅳ層細胞長軸走向在 $T_1$ 及 $T_2$ 時與背角方向一致， $T_3$ 到 $T_{12}$ 其細胞長軸開始轉為與背柱平行。第Ⅴ層與頸髓節類似為帶狀，本層 $T_3$ 到 $T_{12}$ 左右背柱相對分層在正

，中間外側核，在 $T_1$ 僅出現一、兩個細胞向外側束（lateral funiculus）突出， $T_2$ 到 $T_{12}$ 之間，中間外側核向外側突出形成一小柱，尤其 $T_3$ 到 $T_9$ 最為發達。第Ⅷ層除 $T_1$ 僅存於腹柱的內側外，在其餘所有的胸髓節皆橫過腹柱的中部。第Ⅸ層在 $T_1$ 有類似 $C_8$ 核群分佈，由 $T_2$ 到 $T_{12}$ 則佔據腹柱的前端，分散為兩、三個核群。

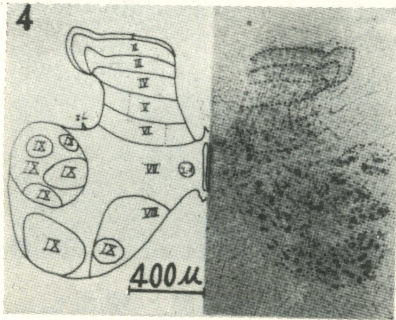


圖4 第一胸髓節之橫斷面。  
焦油紫染色。

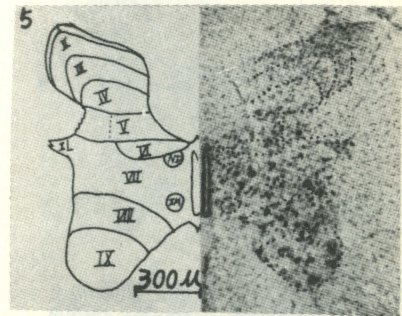


圖5 第三胸髓節之橫斷面。  
焦油紫染色。

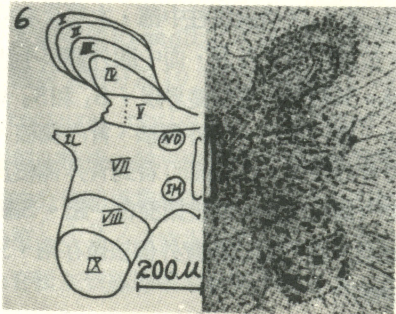


圖6 第六胸髓節之橫斷面。  
焦油紫染色。

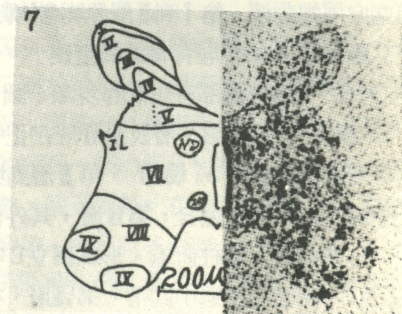


圖7 第九胸髓節之橫斷面。  
焦油紫染色。

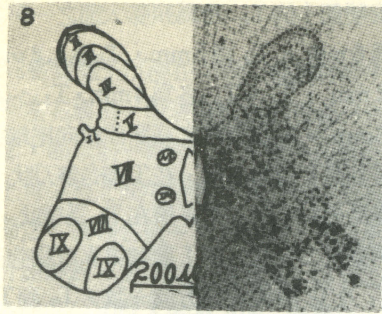


圖 8 第十二胸髓節之橫斷面。  
焦油紫染色。

現，在其內側區可見背核侵入（圖 9），但在 $L_5$ 到 $L_7$ 該核消失。第Ⅶ層，在 $L_1$ 到 $L_4$ 則橫過中間帶和腹柱的基部（圖 9），在 $L_5$ 到 $L_7$ ，其外側部侵入腹柱的外側形成倒立的 L 字形（圖 10）；由胸髓節延伸而來的中間內側核，整個腰髓節可連續地觀察到。中間外側核和背核，則僅局限

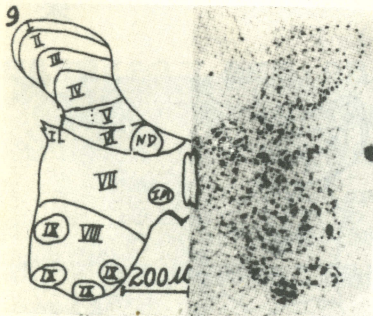


圖 9 第三腰髓節之橫斷面。  
焦油紫染色。

薦髓節的 S 左右橫徑為 5.2mm，其橫斷面積由頭端向尾端劇減，第 I 到Ⅲ層像無邊帽戴在第Ⅳ層上（圖 11）。第Ⅳ層背側緣弧度變小。第Ⅵ層由 $S_2$ 到 $S_4$ ，其外側部有短缺的現象（圖 11、12）。 $S_3$ 髓節 可見到第Ⅴ層及第Ⅶ層在正中線有左右分層癒合現象。 $S_4$ 髓節，第Ⅲ層到第Ⅶ層在正中線左右分層皆癒合，第Ⅶ層，其外側部在 $S_1$ 和 $S_2$ 髓節侵入腹柱前端，形成倒立 L 字形。在 $S_3$ 及 $S_4$ 髓節則橫過中間帶。第Ⅷ層，在 $S_1$

腰髓節各部分的左右橫徑如下： $L_1$ 為 4.5mm， $L_2$ 為 4.6mm， $L_3 \sim L_4$ 各為 5mm， $L_5 \sim L_6$ 各為 5.7mm， $L_7$ 為 5.5mm；其橫斷面積最大處為 $L_5$ 與 $L_6$ 髓節，由此處有向 $L_1$ 和 $L_7$ 各為遞減之趨勢。第 I 到Ⅲ層的外形，在 $L_1$ 到 $L_4$ 各為倒立 U 字形，在 $L_5$ 到 $L_7$ 則形成鐮刀狀。第Ⅳ層在 $L_1$ 到 $L_4$ 為山丘狀， $L_5$ 到 $L_7$ 為長方形。第Ⅴ層在 $L_1$ 到 $L_2$ 與 $T_3$ 到 $T_{12}$ 類似，有左右分層之內側緣相互癒合情形， $L_3$ 到 $L_7$ 其間便有隔板分開。第Ⅶ層，在 $L_1$ 和 $L_2$ 欠缺，於 $L_3$ 才開始出

於 $L_1$ 到 $L_4$ 。第Ⅷ層，在 $L_1$ 到 $L_4$ 則橫過腹柱的中部，在 $L_5$ 到 $L_7$ 則佔據腹柱的內側部。第Ⅸ層，在 $L_1$ 到 $L_4$ 祇見到腹內側核和腹外側核，在 $L_5$ 到 $L_7$ 除腹內側核和腹外側核外，尚可見到中央核及背外側核。

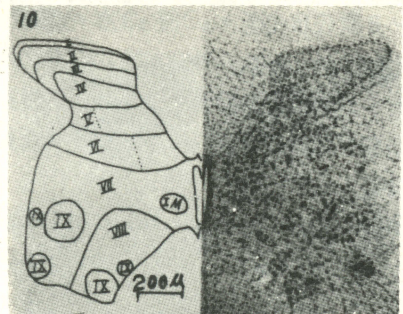


圖 10 第五腰髓節之橫斷面。  
焦油紫染色。

和 $S_2$ 。由於第Ⅶ層外側部的侵入，僅佔據腹柱內側，在 $S_3$ 及 $S_4$ 則橫過腹柱中部，本層含有中間內側核，位於中央管外側，而中間外側核不清楚。第Ⅸ層，其核群沒有清楚界限， $S_1$ 和 $S_2$ 含有腹外側核、腹內側核、背外側核、背內側核、中央核及後背外側核。 $S_3$ 髓節可看到背外側核及中央核，腹內側核與腹外側核則混在一起。 $S_4$ 髓節之腹外側核、腹內側核和背外側核僅存兩、三個大型細胞而已。

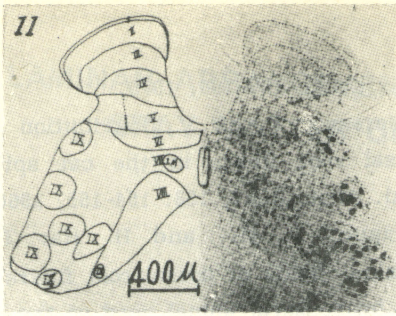


圖 11 第二薦髓節之橫斷面。  
焦油紫染色。

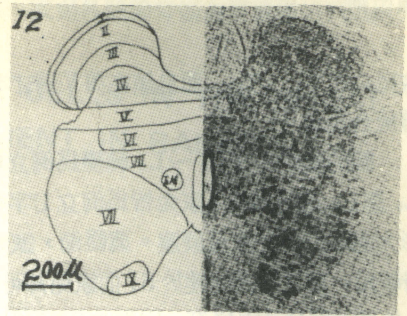


圖 12 第四薦髓節之橫斷面。  
焦油紫染色。

尾髓節的C<sub>0</sub> 1左右橫徑約為2 mm，橫斷面積依次遞減，且為整條脊髓中最小者，但灰質面積相對漸增，幾乎佔滿整個脊髓的橫斷面。尾髓節之間沒有上述各髓節所具有的顯著差異。因為第V層向外側束擴展之故，背柱基部已不再有瓶頸的現象。整個灰質的外形有顯著的變化，像無稜角的正方形，上下邊有缺刻（圖13、14）。第I到第III層成C字形。第IV層還是山丘狀，第V層之外側部迅速向外側束擴展。由第I層到第V

層，其左右分層在正中線癒合。沒有第VII層。第VII層橫過灰質中間，並含有中間內側核。第VIII層橫過腹柱中部。第IX層C<sub>0</sub>1到C<sub>0</sub>5還可看到腹內側核與腹外側核，有時背外側核也會出現。到C<sub>0</sub>6髓節，整個灰質中的神經細胞體有顯著的減少。在C<sub>0</sub>6前 $\frac{2}{3}$ 部份還可見到第IX層大型細胞，後 $\frac{1}{3}$ 處便看不到此型細胞。

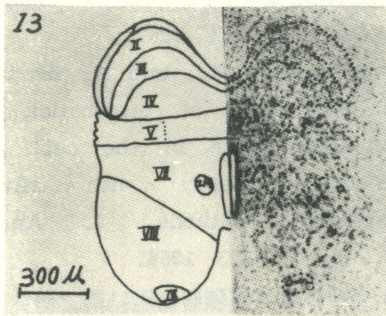


圖 13 第一尾髓節之橫斷面。  
焦油紫染色。

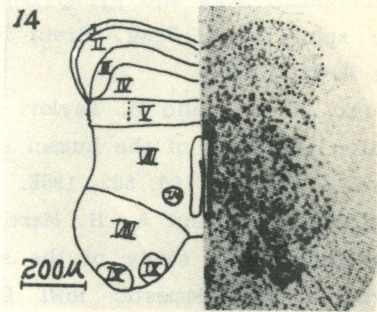


圖 14 第三尾髓節之橫斷面。  
焦油紫染色。

## 討 論

本研究依Rexed氏之積層細胞命名法可將家兔脊髓灰質劃分為10層細胞構築區（Cytoarchitectural regions），與Rexed<sup>(2)</sup>所做貓的資料比較後，發現兩者除灰質形態稍異外，各積層的分佈却極為相似；而與雞及鴿脊髓灰質細胞構築<sup>(5,6)</sup>之情況大不相同。現在將家兔與貓的脊髓灰質細胞積層結構不同之處，分別討論如下：

以整個脊髓灰質外表來看，貓的左右灰質分離較大。貓的頸髓節中C<sub>1</sub>~C<sub>4</sub>之第I至第III層

為倒立U字型，家兔則為鐮刀狀。在C<sub>5</sub>~C<sub>8</sub>其形狀二者較為接近，但家兔之外側較向外突出。貓的第V層較向外側束突出，故背角基部未見有顯著的瓶頸。貓的第VII層在C<sub>1</sub>及C<sub>2</sub>有向內側凸出現象，家兔則無。在頸膨大處，家兔為第IX層較為發達，腹角向外側膨大很多。

胸髓節在貓之背角突然變短小，第I到第III層各為鐮刀狀，家兔則為倒立U字形。貓的T<sub>3</sub>、L<sub>2</sub>及L<sub>3</sub>之第V層左右分層有癒合現象，T<sub>4</sub>~L<sub>1</sub>之第II到第V層左右分層皆有癒合現象，而

家兔只在 $T_3 \sim T_{12}$  而且僅在第V層才有左右分層癒合現象。

貓的腰髓節在 $L_2 \sim L_5$  轉變為倒立U字型， $L_5$  至 $L_7$  為階梯狀，家兔皆為倒立U字型。腰薦膨大處貓反而比家兔發達。薦髓節，家兔之第V層較短。第VI層貓僅達於 $S_3$  而家兔却可達於 $S_4$  ；外側核群發達之髓節，家兔在 $S_3$  還很發達，貓之 $S_3$  不發達。左右分層正中線癒合情形兩種動物皆一樣。至於尾髓節之結構，家兔與貓幾乎完全一樣。

## 參考文獻

1. Rexed, B.: The cytoarchitectonic organization of the spinal cord in the cat. *J. Comp. Neur.*, 96: 415-496, 1952.
2. Rexed, B.: A cytoarchitectonic atlas of the spinal cord in the cat. *J. Comp. Neur.*, 100: 297-379, 1954.
3. Rexed, B.: Some aspects of the cytoarchitectonics and synaptology of the spinal cord. *Prog. Brain Res.*, 11: 58-92, 1964.
4. Truex, R. C., and M. Taylor: Gray matter lamination of the human spinal cord. *Anat. Rec.*; 160: 502, 1968.
5. Brinkman, R., and A. H. Martin: A cytoarchitectonic study of the spinal cord of the domestic fowl *Gallus domesticus*. I. Brachial region. *Brain Res.*, 56: 43-62, 1973.
6. Leonard, R. B., and D. H. Cohen: Cytoarchitectonic analysis of the spinal cord of the pigeon. *J. Comp. Neur.*, 163: 159-180, 1975.
7. Anderson, F. D.: Distribution of dorsal root fibers in the cat spinal cord. *Anat. Rec.*, 136: 154-155, 1960.
8. Sprague, J. M., and H. Ha: The terminal fields of dorsal root fibers in the lumbosacral spinal cord of the cat and the dendritic organization of the motor nuclei. In: *Progress in Brain Research*, Vol. 11, Organization of the Spinal Cord., pp. 120-154 (J. C. Eccles and J. P. Schade, eds.) Elsevier, Amsterdam, 1964.
9. Ralston, H. J.: Dorsal root projections to dorsal horn of cat spinal cord. *Anat. Res.*, III. 154: 406, 1966.
10. Sterling, P., and H.G. J.M. Kuypers: Anatomical organization of the brachial spinal cord of the cat. I. The distribution of dorsal root fibers. *Brain Res.*, 4: 1-15, 1967.
11. Nyberg-Hansen, R., and A. Brodal: Sites and mode of termination of rubrospinal fibers in the cat. An experimental Study with silver impregnation methods. *J. Anat. Lond.*, 98: 235-253, 1964.
12. 黃河：兔子脊髓灰質積層細胞結構之研究。師大生物學報，13: 61 ~ 68, 1978.
13. Craigie, E. H.: Bensley's, practical anatomy of the rabbit, eighth edition. Toronto, University of Toronto Press, 1948.

# LAMINAR ARRANGEMENT OF NERVE CELLS IN THE SPINAL GRAY MATTER OF EACH SEGMENT IN RABBITS

Her Huang

## SUMMARY

*The material used in this study consisted of the spinal cords from 6 rabbits about 1 kg each in average weight. All the spinal segments were sectioned serially at a cross plane and stained with cresyl violet. The technical points considered important are the very thick sections (100  $\mu$ ). Based on the microscopies of the rabbit segmental serials, the author has made some schematic drawings to show the laminated cytoarchitectural organization according to the corresponding microphotographs of some representative segmental serials. The location and characteristics of each cytoarchitectural region have been discussed and compared thoroughly in this paper.*

---

Department of Biology, Taipei Medical College.

Received for Publication: March 14, 1983.