

組 織 學

下 冊



北 京 醫 學 院

1955年

神經系統的器官

在學習脊椎動物和人的解剖學時，通常將神經系統分為中樞和周緣神經系統。屬於前者的是脊髓和腦，屬於後者的是分佈在周緣的，神經系統的其餘部分。此種機械的劃分神經系統，主要是為便於解剖學的學習。

同時，亦將神經系統分為腦脊髓（或體壁的）和植物性（或內脏的）神經系。屬於前者的是脊髓和腦及由脊髓和腦發出的并形成末端裝置的神經傳導束。運動機能與腦脊髓神經系的活動有關。植物性神經系是位於腦和脊髓內的某些部分，以及位於腦和脊髓範圍以外，位於各內脏之外和內脏之內的神經節，神經傳導束和末端裝置的系統，與內脏的生活活動有關。此種分類雖然亦有某些根柢，但沒有充分反映出神經系統構造和機能的實質是整個有機體的統一的反應的結構，是在系發生和個體發生全部階段中與外界環境保持統一的結構。

應在神經系統內區分出中樞，傳導束和末端裝置。在其中由一神經元向另一神經元發生衝動傳導的那些部分，即是突觸所在的區域稱為中樞。

中樞有神經核和皮質的中樞，前者在表面上是神經元的不規則的聚集，在神經元的樹突和胞體上存在着與其他神經元軸索的突觸聯繫。此種中樞在神經系統內是最古老的。皮質中樞起源較晚。皮質中樞成層分佈，組成腦的一定部分（小腦、大腦半球）的表層。神經元在此處分佈是有嚴格規律的。神經元形成許多行列并且彼此之間有一定的聯繫。

傳導束是神經細胞的突起，一方面联接末端裝置（受納器）和中樞而此時稱為求心傳導束；另一方面，联接者中樞彼此之間而稱為聯合傳導束。第三類傳導束联接中樞和在動作結構（肌肉、腺）中的發效器而名為發效傳導束。

神经系统的末端装置分為二類。一類是感受器，是求心傳導束的終枝。由外環境和內環境方面達到感受器的刺激轉變成神經衝動。另一類末端裝置是發效器，是發效傳導束形成的。神經興奮在此處轉變，由於神經興奮轉變的結果發生動作器官的某種活動。(運動、分泌)。

神經系統的反應機能以反射形式出現。反射區分《有機體的整個活動為局部的活動，局部的活動是其內界的和外界的現象相聯系的，而以後局部的活動彼此重新結合，通過結合成為更明顯的有機體的完整的活動，和有機體與外界環境的相互作用》(依·彼·巴甫洛夫高級神經活動研究實驗二十年……，350頁，1951)。

反射分為先天的，此種反射從出生時就出現，和條件的，是在生活過程中獲得的。根據依·彼·巴甫洛夫學說，先天的反射是神經系統活動的主要根據，在先天的反射基礎上形成條件反射。先天的反射實現機體一切部分機能的總合，聯合，是機體與外界環境相互聯系的初級階段。

條件反射是有機體系統與外界條件均衡的結果。條件反射《使外界與有機體間的相互聯系極端複雜，精細和準確化。我們的生活是由條件反射充實起來的。我們的習慣，教育和一切的規律都是以條件反射為基礎的。進一步改善環境與有機體間的聯系，是在於原則上即是信號的條件反射，而此條件反射是經常地并準確地被矯正了的》(同書，230頁)。先天的反射是由神經系統的低級部分實現的，其實無條件反射亦是神經系統高級部分的機能。《是極其可能的(已有個別事實表現此點)，在保持同樣的生活條件時，新發生的反射在許多後代中能不斷的轉變成恒定的反射》(同書，180頁)。

由以上的敘述可見，根據依·彼·巴甫洛夫的意見劃分神經系統為兩個部分是最正確的，最符合神經系統的發生，構造和機能，并反映出有機體的活動是總體的：即分為低級

和高级部分。神经系统的低级部分是脊髓系统，脑的脑干部分及由脊髓和脑干发出的神经传导束和末端装置以及植物性部分。大脑半球皮层组成神经系统的高级部分。

神 經 系 統 低 級 部 分

脊 髓 系 統

脊 神 經 節

脊神經節(結)是長形的構造，在脊髓後根與前根匯合以前直接沿後根進程分布(圖185, a)。

在神經節外面被有結締組織膜，此膜并轉變為後根的外膜。由此膜向神經節內伸入結締組織束，形成神經節的基質，許多單獨的神經細胞分佈在基質內并且神經纖維束亦通過基質穿行(圖185, b)。神經細胞体多半在神經節的周圍部分內聚集成大小不同的集團，神經纖維束在神經節的中心部分穿行，形成後根。

神經細胞体在一般標本上多半是相同的圓形，但彼此大小不同。神經細胞体的体積在人多半可達120微米以上。

在大的細胞之間可見較小的細胞(直徑在30微米以下)。每一細胞具有泡狀的核和明顯的核仁(圖186)。有時在細胞質內可顯出中心体和許多細小的綫粒体。神經原纖維甚纖細并組成密的網；虎斑在在含胞体細胞內甚小分散在細胞質內。

在脊神經節細胞內很清楚的顯出內網器，具有較大的体積而在特殊染色的標本上呈粗綫條的網狀，圍繞胞核分佈。在節細胞內常見許多黃色的，含脂肪的色素聚積(脂色素Липофусцин, Lipofuchsin)，色素常在偏於一側的部分，多半在細胞唯一的突起自細胞体伸出的部位。

虽然所有脊神經節的細胞突起在構造細節上彼此是很有差別的，但突起的一般性質上多半是相同的。所有的細胞在

一切脊椎動物胚胎發生之初是雙極形狀(圖187)。在某些低級脊椎動物(例如在魚類)在所有神經節內甚而在成年狀態仍保留着此種形狀。同樣的雙極細胞的一突起由神經節進入周緣神經在周緣的某部位最後成為感覺的受納裝置;另一突起沿後根進入脊髓并在此形成很複雜的傳導路徑。

高級脊椎動物和人所有的神經節細胞在成年狀態都是單極的,并且細胞轉變成單極形狀在胚胎時期過程即實現。

在一定的發生階段可在同一標本上見到轉變為單極形狀并形成唯一的細胞突起的所有階段。這個唯一的突起是細胞體伸長的部分,由此突起發出兩個現在的突起——中樞和周緣突起。這些突起由細胞伸長部分發出的部位一般呈字母Y或T形狀的分枝,因而稱為Y或T形分枝。這樣的分枝對於神經節所有的單極細胞是非常特殊的。(圖186)

多數T形分枝位於神經節的中心部分,神經纖維束就在此穿行,神經纖維束也就是節細胞的突起。

每一細胞的胞體為特殊的緻細纖維的結締組織被膜圍繞,被膜內含有一般的具有長形胞核的結締組織細胞,在此被膜和神經細胞體間常出現具圓形核的細胞,形成好像是將細胞體與結締組織被膜分開的膜。這些細胞稱為衛細胞(Cate-Mant, Satellite)(圖186)。在高級脊椎動物這些細胞的意義還未徹底查明。但在具有雙極細胞的魚類,無疑地可以確定,這些細胞以薄的無結構的膜與結締組織被膜分開,這一薄的無結構的膜直接延續到突起的施旺氏膜。因此衛細胞在本身與神經元胞體的關係上完全與施旺氏細胞相符合。

有根據認為,哺乳動物和人的衛細胞與魚類的相似亦與施旺氏細胞符合,即是經常伴隨神經成分并将神經成分與周圍組織分隔開的膠質成份。

如在胚胎一標的此種突起的簡單形態,在成年狀態只保留在少數神經節細胞。在哺乳動物和人,由細胞體發出的

突起多半多次圍繞胞體盤繞成為複雜的絲球體的來源，絲球體延續到形成T形分枝的纖維上。

有時突起呈許多小枝由細胞體伸出，狀如河流的三角洲狀，並且所有這些複雜的結構還圍繞細胞體纏繞（圖185）。突起伸出的方式的區別成為將脊神經節細胞分為數類的理由，共可分為十一類。但是分為許多種類並無特殊意義，因為所有的細胞突起以後同樣都形成T形分枝，並且分枝之一走向周緣，在周緣參與某種感覺裝置的構成，而另一分枝進入脊髓。由脊神經節細胞突起形成的大多數神經纖維是有髓的，但是某些細胞，主要是小的細胞，形成無髓的神經纖維。

因此，可以做出結論，脊神經節在本身的組成成分上只是感覺細胞，以周緣突起直接與感覺的末端裝置聯繫并發出本身的中樞突起通過後根進入脊髓。

脊 髓

脊髓接受後根的感覚纖維，即是脊神經節感覺細胞的中樞突起，在本身的成分內並含有最後的運動神經元。運動神經元的軸索成兩前根的運動纖維形式走向周緣到達肌肉。

脊髓在橫切面上是由對稱的兩半組成的，兩半彼此之間以窄帶相接連，在窄帶內通過脊髓中央管（圖189）。中央管是神經管腔的殘餘。前正中裂從前面分割脊髓的兩半。在脊髓的後部沒有裂縫；在後面藉助於後正中隔聯接脊髓的兩半。後正中隔具有結締組織的特性。

在脊髓橫切面上以肉眼已可見到兩個本身顏色不同的部分：位於外周的較淺的部分，或稱為白質，和位於深部的深色物質——灰質（圖189. 乙）。灰質在橫切面上呈特殊形狀——成H字母或蝴蝶形狀。

灰質在每側沿前根伸出和後根進入方向形成兩個大的突出部分。這些突出部分稱為灰質的角。可分為面積較大的灰

質前角（前角）和較窄的灰質後角（後角）。除去這兩個主要的角以外，灰質在脊髓的某些部分形成不大的側面突起，稱為側角。右方和左方的灰質部分彼此以窄帶——灰連合相接連，中央管位於灰連合內，分灰連合的中部為前和後灰連合。

除去整個脊髓共有的膠質成分以外，灰質內含有神經細胞和纖維。神經纖維主要是由燕髓的終液組成的。

在灰質的橫切面上（圖 189, Б）能分出以下分界不明顯的部分（自前向後）：前角、中間部和後角。在後角內，除去主要部分以外，還可分出海綿層，海綿層在側面轉變為進入白質內的網狀結構；由海綿層局限出的羅朗斗（Rolando）氏膠質並轉變為李騷尔（Lissauer）氏邊緣帶。這樣劃分灰質主要是根據灰質內含有的纖維的性質。除去纖維外，灰質內亦有神經細胞。神經細胞成一定的細胞群分佈，一般稱為神經核。個別核的分佈情況表明在圖 189, а 上。

在橫切面上白質在每半脊髓內分為三索，三索彼此之間由灰質的角分開，分為位於正中隔與後根間的後索，位於前和後根間的側索和局限在前正中裂和前根間的前索。在中部窄帶內在灰連合前面有白質部分，此白質部分聯接前索相互之間而稱為白連合。

白質沒有神經細胞而主要是由縱行的有髓神經纖維組成。主要由膠質構成的，放射狀排列的薄層組織由灰質進入白質內，這些薄層的組織稱為髓小隔。

白質和灰質的對比，是平等的而灰質和白質個別部分相對的厚度在脊髓全長上是有改變的。例如，白質在上部較在下部為多；灰質前角在頸膨大和腰膨大是特別發達的等。

以上所敘述的解剖學構造決定於膠質的基質和在脊髓排列很規律的神經成分的分佈。總之這些解剖學構造組成直接管理運動器官活動的系統，而脊髓內含有其所有這些器官緊

密联系的装置。

具有複雜動作肢体的哺乳動物和人的脊髓装置（特别是人具有手和高度發育的腦）的特徵是由神經系統系發生所決定的顯著複雜性。在缺少肢体和發達的腦的原始机体（圓口類）脊髓具有與這些動物原始的蠕動完全適合的最原始的構造。高等動物和人脊髓更複雜的裝置是在這個簡單裝置的基礎上發展起來的。

脊髓固有的裝置和脊髓與腦聯系的裝置在進化過程中已複雜化。在複雜化的同時亦保留了所有的更原始的，更古老的機制。這些更原始的，更古老的機制只是在系發生過程中被更新的和更完善的機制排擠到次要的地位，而更新的和更完善的機制是與更完善的運動器官和與腦更複雜的聯系同時發展而來的。這些更新的和更完善的機制以適應的方式改變了本身的機能意義。

由以上所敘述的得出結論，進化的方法是研究脊髓的一個主要的方法。可將脊髓裝置分為和脊髓在本身進化過程中所經過的那些階段相符合的幾類，來理解脊髓的結構。

在低級脊椎動物脊髓的膠質支架是純管室膜的構造。在這些動物中央管被覆有管室細胞，管室細胞呈合胞體狀相連的分枝突起，可達到腦的表面并在表面形成膠質的界膜。此種膠質支架大致和在高級脊椎動物在脊髓發育的一定階段顯出的情況相似。

在管室膠質基礎上發展起來的星形大膠質在人及哺乳動物已起主要的作用，而管室膠質在頗大程度上是已減少了。管室膜被覆中央管，而管室膜的細胞只發出短而少分枝的突起，只能在中部達到脊髓的表面——在前正中裂和後正中裂的區域。所有腦的其餘的基質是由星形大膠質構成，在適當的標本上在這些部分可顯出長的和短的放射狀的星形細胞。此種膠質形成在腦不同的部分不同構造的基質。基質在灰質

中有一定的分佈區域，神經元的胞體即在這些區域內。脊髓這些部分的劃分，例如後角的羅朗斗氏膠質等，是決定於膠質支架的局部特性。膠質支架在白質中形成髓小隔和在腦表面的和血管周圍的整個膠質的界膜。

在叙述脊髓的神經裝置時照例將它們分為兩類。老的，基本的脊髓機制屬於第一類，可稱為脊髓的固有裝置或內部的裝置。腦和脊髓兩方面聯繫的裝置屬於第二類。

脊髓的固有裝置標記甚而在脊髓與腦分離以後神經系統的這一部分一定的活動能力。脊髓固有裝置的神經元鍵索保證最簡單的反射，這些反射開始於在周緣的感覺受納點的刺激并改變成運動衝動或運動衝動，發送到適當的肌肉內。

固有裝置的反射的神經元鍵索一般具有三項成分并且是由感覺的，中間的和運動的神經元所組成。脊神經節細胞（大的和小的和中等大小的）是固有裝置的感覺神經元。脊神經節細胞的周緣突起加入脊神經內，最後在不同器官內（特別是在肌肉內）成為感覺的受納裝置。中樞突起進入脊髓後角的邊緣部，在那裡分裂二枝——一個上行的，較長的枝，另一個下降的，較短的枝，這些分枝在邊緣帶內沿脊髓縱行。每一分枝穿行相當距離後，屈向灰質中，而在灰質中成為在所謂的束細胞的一個中間神經元上的終枝。此外，由感覺神經元中樞突起的上行枝和由下降枝發出側枝進入灰質內，亦止於束細胞的胞體上。

束細胞在脊髓內位於後角和灰質的中部內。在高級脊椎動物和人根據突起的性質和細胞的分佈可將束細胞分為幾種。

只有神經突起不超出脊髓範圍以外的這組束細胞屬於脊髓的固有裝置。這個細胞中等大小，具有較短的樹突的多極的細胞。細胞的神經突起穿入白質內，在那裡立即沿由灰質的出口分為較長的上行枝，和較短的下行枝，這些分枝在直接鄰近灰質的白質中沿脊髓縱行。這兩組分枝，以及由它們

伸出的側枝在灰質中，在灰質的前角中止於分布在那裡的運動神經元的胞體上。

脊髓固有裝置的束細胞是不一樣的。束細胞的神經突起可進入白質的不同區域內。神經突起最簡單的情況是進入同側的側索白質內，在那裡亦分佈有束細胞（同側細胞 *Гомомерные Клетки*），另一細胞的神經突起進入前索的白質內。亦有的束細胞，其神經突起越到對側進入白質的前索或側索（對側細胞 *Гетеромерные Клетки*）。亦可見這樣的束細胞，其神經突起在細胞附近分為二枝，一枝進入同側的白質，而另一枝越到對側（雙側細胞 *Гетеромерные Клетки*）。

脊髓固有裝置束細胞的突起是短的並僅在 4—5 節段的距離上穿行在兩側的脊髓白質內。這些細胞的突起經常位於直接鄰近灰質的白質區域內，主要是在側索和前索內。

因此，灰質在脊髓全長上是為僅含有短的脊髓內部傳導束的白質區域所圍繞的，這些束是固有裝置的束細胞的突起。所有這些纖維束稱為脊髓的基束。這些束為灰質的角，後正中隔和前正中裂分為六個部分，因此在脊髓每半在固有傳導裝置中分為很小的後基束，最大的側基束和前基束。

脊髓固有裝置的第三神經元是遠心的運動神經元。這些神經元。這些神經元是整個神經系統中最大的神經元。這些神經元在脊髓前角中分佈成數群，這些細胞群稱為運動核。在人最多数目的核包含在脊髓的頸膨大的前角內，上肢神經支配起於此處。

運動細胞是多極的并具有位於脊髓灰質內的較長的樹突。運動細胞的神經突起直接進入前根並成為以發效運動末端裝置止於肌肉的運動纖維的起源。

因此，脊髓固有裝置內含有：1) 具有短的中樞突起的脊神經節感覺細胞；2) 具有分散在後角和中间部灰質內的

短軸索的束細胞，和 3) 位於前角灰質并以本身的神经突起形成前根的運動細胞。前、側和後基束是在白質內的固有裝置的傳導束，這些束中含有束細胞的突起，以及由固有裝置的感覺細胞的中樞突起所組成的，所謂的終端區。

感覺神經元的一切刺激傳播到許多中間的束細胞，而通過這些束細胞傳播到更多數目的運動的發效神經元。產生所謂的《雪崩式的反射增強》。因此，由一點可以刺激很多的動作部分。在整個軀幹完成魚式運動的低級脊椎動物，固有裝置在脊髓中其本身的成分分佈是十分分散的。在高等動物和人固有裝置更特別分化，特別是在與肢體神經分布有關的那些部分。在這些部分運動神經元聚集成許多個別的神經核形狀，其中的每一神經核有一定的神經分布區域和在本身內部裝置中的一些聯繫。脊髓三項的反射裝置是在腦系發生上很古老的裝置。

在高級脊椎動物，除去三項的反射弧以外，還有兩項的反射弧。感覺細胞中樞突起的側枝在此腦情況下直接終止於前角的運動神經元上。興奮在此腦裝置上傳導是較不廣泛的，是更準確的，因為只刺激了少數發效神經元。直接的感覺—運動聯繫的裝置是在腦系發生上更新的裝置。

脊髓的固有裝置具有與腦裝置的兩方面的聯繫，腦裝置聯合整個神經系統的活動。

腦是很複雜的，久遠進化中發生變化的結構。可在腦中分為後(球)部，即是延髓，在低級形式的延髓，其中腦和大脑底部同時起有控制作用。口腔的神經分布即與延髓有關，口腔的神經分布由許多腦神經，和平衡器官(耳)來實現的。在低級脊椎動物的球部內亦集中有聯合脊髓活動的中樞。

腦的前部，是中腦、間腦和端腦，主要是與主要的決定一切動物行為的感覺器官——視覺和嗅覺器官聯繫。在低級脊椎動物的大脑內只有直接與嗅覺器官聯繫的基底(紋狀體)

(以及間腦底部—穹窿，或視丘)是發達的，這些動物的中腦是主要的視覺中樞。

在進化過程中，其腦的分化同時，在腦與脊髓間建立了愈益分化的聯繫。起初這些聯繫通過腦的球部來實現，由脊髓和由腦的前部傳送興奮的傳導束止於此部，到脊髓的遠心的協調傳導束由此部開始。以後其日益發展的腦前部的直接的兩方面的聯繫在脊髓內建立起來：其前庭裝置（平衡器官），其腦，最後其視丘。在哺乳動物，特別是在人，腦的新裝置得到特別的發達，這就是在整個神經系統之上的上層建築；即是大腦皮質。

因此在哺乳動物和人出現其脊髓聯繫的新裝置。脊髓固有裝置其大腦皮質的兩方面的聯繫建立起來。在進化過程中更古老的一般的聯繫讓位於更分化的新的聯繫，而後者縮小古老的一般聯繫的意義，開始起主要的作用。

但是古老的聯繫並沒有從神經系統內消失而保留下來，在神經系統內佔據從屬的地位。因此，在哺乳動物和人脊髓具有其腦的腦幹部分的聯繫，起於腦的球部而止於視丘，和起於大腦皮質。

在脊髓固有裝置中其腦的腦幹部分的聯繫（在系統發生上較古老的）和其皮質的聯繫（最新的）是以不同的方式實現的。

前者是由具有向上行方向進行的長的神經突起的束細胞組成。這樣的束細胞常成一定的細胞群或神經核分佈在灰質的後角和中間部內。脊神經節感覺細胞中樞突起的側枝止於這些多極細胞的胞體上。而這些細胞的神經突起進入同側或對側的白質內；這些神經突起在白質中屈向上方而進入腦幹，而在此處止於腦幹的某部分。所有這些上行聯繫的纖維在脊髓中集中在白質側索的表面部分。

在人和哺乳動物在側索內亦可區分出所謂的前-側束和

背束。背束含有走向小腦的纖維，因而亦稱它為背側（直接的）小腦束（脊髓小腦背側束）。成爲此束纖維起源的束細胞，集中在同側後角內成很明顯的神經核形狀，稱爲克拉克（Clark）氏核。前一側束由束細胞的神經突起的纖維組成，這些束細胞分佈在對側的後角基部并組成所謂的後角固有核。

走到小腦并組成所謂的到小腦的腹側（交叉的）束（脊髓小腦腹側束）的纖維集中在前一側束的表面部分。走到視丘的纖維位於前一側束的較深部分；這些纖維組成脊髓視丘束。

在人不甚發達的到延髓和中腦的傳導束也集中在前一側束內。在頸部由這些束中可分出走到橄欖的（脊髓橄欖束）和保證與前庭裝置聯系的傳導束。此束有重要的意義，因為藉助於此束實現軀幹與頭部運動的協調，平衡器官位於頭部內。

在側索前部，在前一側束和基束之間，而亦在白質前索的範圍內，有所有的由胞幹下行的和與前側束上行聯系相當的傳導束。由間腦、中腦和延髓細胞核起始的傳導束亦在此處。在這些傳導束間可見由紅核（紅核脊髓束）走出的運動束，和由前庭核（前庭脊髓束）和由球部（網狀脊髓束）走出的傳導束。由視丘（視丘脊髓束）來的傳導束亦穿行此處。

所有這些相反的下行束的組成纖維，以終核止於前角運動核的細胞上。所有這些下行束的特性是它們由原始起處不間隔的進行到前角運動核。

由魯斯 193 和 194 能夠得到關於所敘述的脊髓的聯系和與脊髓固有裝置有關的聯系的一些概念。脊髓和腦的主要部分^{在這些書上亦於延髓前角中當 193 表明}的切面表明，本身體現第一級運動中樞的一個大的運動細胞。在與脊髓此節段相當的脊神經節內表明五個感覺細胞。

兩個求心神經元，其突起以細線表明，屬於脊髓固有裝置。其中的一個細胞與短途徑的束細胞相聯繫屬於三項反射弧。另一個直接與運動細胞建立聯繫而在二項反射弧內。其突起以粗點線表明的求心神經元，在後角基部將興奮傳給長途徑的束細胞。這就是到視丘的交叉的傳導束的起源（脊髓視丘束），由視丘下行的纖維（也以點線表示的）走向前角運動細胞（視丘脊髓束）。脊神經節細胞，其突起以粗的橫引線所表示的，傳導衝動給在克拉克氏核內的長途徑的束細胞。這個脊神經節細胞是複雜的反射傳導束的起源（脊髓小腦背側束），此束行經小腦，在小腦在兩個中樞內進行興奮的轉換。以後這個反射傳導束走到（在小腦內走向口疊核）中腦紅核，在此處又進行興奮傳導給其次的神經元。後一神經元的軸索在傳導興奮給前角運動細胞的下行傳導束之內（紅核脊髓束）。與腦幹其他部分的两方面的聯繫亦以同樣的方式實現。由內耳前庭器走到在腦部的前庭核的反射傳導束和由前庭核下降的傳導衝動給前角細胞的傳導束（前庭脊髓束），以粗的斜引線表明在圖 193 及 194 上，通過這個反射傳導束實現身體的平衡。

沿起於眼視網膜的反射傳導束行進的衝動，又傳給四疊體核的細胞，繼而沿下行束（頂蓋脊髓束）進入脊髓部分。在此興奮被傳給前角運動細胞。此反射傳導束以細橫線的粗線表明在圖 193 及 194 上，實現由於視覺的和部分聽覺的刺激結果所發生的保護性的運動活動。

脊髓與大腦皮質的聯繫裝置的構成略有不同。聯繫裝置在脊髓白質內是後索的上行束和位於側索和前方索內的下行（錐體）束。

此束起於具有長中樞突起（軸索）的脊神經節感覺細胞。這些細胞的特點顯然是較大的體積，而在其他方面則與固有裝置相當的細胞相似。這些細胞的主要區別是中樞突起（

中樞突起以粗線表明)，經過後根進入脊髓白質的後索內。有時中樞突起亦發出短的降枝，穿入灰質而止於該處。這個突起的上行肢很長并伸入後索內達到延髓。在延髓內止於相當的神經核內。興奮由這些神經核轉到視丘，而由視丘轉到大腦皮質。

在後索內纖維數量隨着臨近延髓必然增多。白質的後索在頸部達到最大的發展，在尾部則是最小的。在較高平面進入後索的纖維愈來愈向後正中綫排擠由下面節段進入的纖維。結果在脊髓上部，在後索內分成二束：其中一束是由下部進入的較粗的纖維組成，依附後正中綫并稱為艾魯（Foix，Goll）氏束，另一束是由上部進入的較粗的纖維組成，靠近後角并稱為布魯達赫（Burdach）氏束。

皮質裝置的下行聯繫起於大腦半球皮質的運動區并且是由皮質錐體細胞的軸索組成。這些軸索直接進入脊髓前角內，并不轉移另外的神經元，在前角止於運動的細胞體上。所有軸索本身共組成四束，其中二束在延髓交叉而其他二束仍在內側。交叉的束穿行在脊髓側索內并稱為交叉的錐體束（皮質脊髓側束）。直接的錐體束（皮質脊髓前束）在白質前索內側部分穿行。錐體束在上部具有最大的面積，向下則逐漸減小而在脊髓的薦部則消失。

錐體束在人發育特強，與大腦皮質在人頭著的發育相符合，這些束即是由皮層起源的。

因此，我們知道，直接與感覺的和運動的周緣部分相聯繫的脊髓固有裝置是脊髓構造的基礎，同時亦是神經系統整個腦脊髓部分的基礎。這個過程是處在 brains 的協調中樞的兩方面的聯繫中：第一，與在來源上低級的和更古老的有不同動機能的腦幹中樞相聯繫，第二，與自覺的、隨意運動的高級皮質中樞相聯繫。

腦的腦幹部分

腦是很複雜的結構，可在腦內分出以最密切方式與嗅覺和視覺器官聯繫的前部，和是脊髓的直接延續的後部。以上指出的關係特別清楚地表現在胚胎發育過程中。起初腦是建立在三個腦泡的形式上。前二個腦泡與嗅覺和視覺器官相聯繫，而延髓是由第三個腦泡發展起來的。以後前和後腦泡各分為兩部分，而腦的主要部分由已有的五個腦泡發展起來：

1) 端腦，紋狀體位於端腦的基底，在本身的最初來源上是嗅覺中樞；2) 間腦，由間腦的壁發生眼泡，而在基底部形成視丘，最初也是主要與嗅覺聯繫的；3) 中腦，其頂部在低級脊椎動物就是延髓，此外，神經系統的植物性部份的共同的中樞亦位於此處。

主要的視覺中樞；4) 小腦，是整個神經系統之上的上層建築而首先保證運動機能的協調，而最後，5) 腦橋和延髓，含有許多後部的腦神經的神經核。

在腦內可分出三類不同的裝置。第一，後十對腦神經的神經核，第二，脊髓和後部的腦神經固有裝置的興奮轉換和協調的中樞，和第三，位於大腦皮質、中腦（在低級脊椎動物）和小腦內的特殊中樞。

分佈頭部的後部腦神經（包括听神經）是按照脊神經的形式構成只具有一些差別，只是腦神經的部分是混合性的而同時包含感覺和運動纖維，而其餘的神经或只含有感覺的纖維，或只含有運動的纖維。所有的感覺的和混合的後部腦神經都有位於腦外的神經節，這些神經節亦含有與脊神經節一樣的感覺細胞。運動和混合神經在灰質內有自己的運動核，這些運動核亦含有與脊髓前角核一樣的神經元。

因此，猴部腦神經元的裝置十分相似脊髓的固有裝置，因此這個裝置亦可稱為猴部腦神經的固有裝置。這個裝置與腦幹中樞聯繫而亦與腦皮質中樞聯繫，類似脊髓的固有裝置。

2. 听神經在本身的聯繫上是很特殊的，听神經和複雜的平衡器官，而特別是听覺受納器在進化過程中具有重大的意義。听覺的聯繫在系統發生方面是較晚的而沒有影响到腦的主要結構。

屬於第一類的中樞是：1) 在其中進行感覺傳導束轉換的中樞（戈魯和布尔達赫氏束的核，小腦和腦橋的核，視丘核等），和 2) 發射的中樞，自動的傳導束由此處起始（例如，延髓的網狀結構，紅核等）。這些核的構造簡單。這大半是局限在腦實質內的多極細胞多少不一的集聚，進入的纖維開始與位於核內的細胞樹突接觸，而核內細胞的軸索成為不同傳導束（例如，紅核脊髓束等）的起源，這些束成為比較局限的束位於腦的白質內，紋狀體具有更複雜的構造，是重要的自動的運動調節中樞，紋狀體在本身的活動中從屬於大腦皮質的裝置。所有這些中樞都具有核的構造，即是彼此比較不規律排列的細胞的局限的集聚。

那些組成大腦和小腦皮質的中樞具有在原則上不相同的構造。只有在那些沒有發達的大腦皮質的動物，即是除去哺乳動物和人以外，在所有的脊椎動物中皮質在中腦內甚為發達。中腦皮質在這些動物是主要的視覺中樞。視覺傳導束在哺乳動物和人主要在大腦皮質上轉換，而中腦的皮質中樞是已經縮小的。

小 腦

小腦是位於延髓和腦橋之上的腦的部分，並以所謂的三對腳與延髓、腦橋和中腦相聯繫，無論到小腦的，以及由小