

西安医学院 学报丛刊

自主神經的基础理論与 临床应用譯文选編

赠阅

西安医学院科技情报室

西安医学院

R338.5/XY

前 言

近一年来,我们阅览了一些有关自主神经方面的英文和日文原文资料,参考对照了当前国内有关研究文献,认为我们在自主神经方面的教学、科研工作中和临床应用上可以从这些资料中吸取许多有用的东西。结合我们国内的实际情况,选择性地翻译了些文章。又承蒙组织胚胎学教研室主任张保真教授、李乾五讲师,生理研究室李孝光付教授,外语教研室关庆伦付主任,神经病学教研室尹泉潮付主任、陈佩璋讲师,人体解剖教研室房台生讲师,眼科王守敬讲师等人分别给予审阅指教,提出了许多宝贵意见。现汇编成“自主神经的基础理论与临床应用译文选编”。

“自主神经的基础理论与临床应用译文选编”共包括十一篇译文。其目地在于,介绍自主神经系统的基础理论,研究方法,新的进展与临床实际应用,为基础理论学科研究工作和临床实际应用提供参考资料。

由于我们的水平有限,错误在所难免,欢迎广大读者及时提出批评指正。

译者: 卢守祥 刘洪涛 薛振东

马兆龙 张可仁

一九八〇 五。

C0144539



目 录

自主神经的解剖形态和组织结构.....	(1)
各器官的自主神经支配.....	(6)
用 6-羟基多巴详细显示的兰斑核神经元到大脑皮层的去甲肾上腺素传导路.....	(16)
兰斑核的机能探讨.....	(18)
操作条件反射的形成与生物反馈.....	(29)
昼夜节律—生物钟.....	(28)
自主神经系统与松果体.....	(30)
儿茶酚胺与神经性疾病.....	(33)
疼痛综合征.....	(37)
自主性机能及其病理生理学和截瘫与四肢瘫的临床评价.....	(43)
正常瞳孔和某些瞳孔异常.....	(52)

自主神经的解剖形态和组织结构

Galen于1528年阐述过沿肋骨小头排列的神经干，并发现其纤维连于脊髓，看来是他首先谈到这部分自主神经系统。当时Galen认为这条神经干是迷走神经属支，借此，内脏接受脑的控制和脊髓的冲动。Galen至少还观察了交感链全程的三个膨大，阐明了进入腹腔处的交感链节，即腹腔丛中的半月神经节。此后，人们广泛的接受了他的观点，即身体各部分之间存在有“交感”或“共感”，并认为周围神经宛如许多管道，动物的精神活动借此扩散，引起“交互感应”。

Galen认为迷走神经与交感干是单一单位的概念，在机能和解剖上，直到 Estienne (1545)认为交感干为另一种解剖结构时，才被解剖学家们把二者区分开，Willis (1664)把交感干叫做为“肋间神经”(intercostal nerve)，他认为小脑控制不随意运动，同时把不随意运动与随意运动区分开了。

尽管Willis认识到迷走神经支配心脏，但直到 Lower's (1669)叙述迷走神经对心律影响时，才阐明迷走神经的机能意义。

通过对神经的局部刺激而诱发不随意运动的启发，应归功于 Whytt (1751)，他应用这种方法来解释瞳孔对光反应。Whytt认为所有的“交感或共感”的活动一定涉及到中枢神经系统。他的这一观点进一步阐述了他在神经生理学的重要发现。因为这些现象发生在彼此相互无神经联系的身体各部之间，所以，交感性传递不可能包含流动性物质，因此交感传递一定发生在所有神经起始处 (Whytt, 1765)。

Du Petit (1797)指出。交感神经干并不与脑直接相连，它是从迷走神经分出的结构。椎旁交感链为最大的交感神经是Winslow 首先指出的。

1764年 Johnstone 提出，心脏和肠管的运动是不随意的，由于交感节阻断意志力的活动，妨碍到达心脏和肠管；而这种阻断也是内脏感觉迟钝的原因。

Bichat 于1802年曾指导过对动物生命和有机体生命概念的研究，他指出，作为有机体生命标志的持续性活动，有别于动物生活(间歇性)的活动，至今仍然还相当普遍的分为内脏和躯体来表示这一概念，Bichat 发觉灰交通支和白交通支的形态上的不同，但不认识其二者的意义。

植物神经系统这一名词是Reil (1857)命名的。他认为，交通支是动物性神经与植物性神经之间的联系者。在Ehrenberg (1833)的著作中，首先记述了交感神经节的神经细胞体，并对神经纤维的显微镜下结构做了解释。在19世纪，已认为睫状神经节、耳神经节和下颌下神经节均属于植物神经系统，但对其机能意义尚无正确的认识。

十九世纪后半叶，Meissner's (1857)所说的粘膜下丛和 Auerbach (1804)所述的肠肌丛在解剖方面研究得出结论。这就为Bernard (1879)在血管运动性功能在生理学上的研究铺平了道路，他的研究阐述了交感神经对缩血管活动的概念。但此后不久，在1884年，

神经后,他就证实下颌下腺的滋养动脉中的扩血管神经。Bernard认为这种反射是通过脊髓调节的,刺激某些脑区,就可通过交感纤维而发放冲动。

Gaskell(1886)对交通支的解剖曾作过详尽的描述,他认为这些神经的传出纤维起于脊髓,同时在某些脑神经中能发现类似的纤维,他还认识到借有髓纤维与位于周围神经节团的中枢神经系统相连系,并把这些纤维区分为球性部、胸腰部和骶部纤维束。Langley与Dickinson(1889)在神经节部使用**胥酸**来研究神经纤维与周围神经节细胞的关系,并提出了自主神经系统的名称。当自主神经这一术语形成时,人们已经知道胸腰部和颅骶部的传出神经的不同分布和其功能效应了,把胸腰部与植物神经的其余部区分开了。发现刺激胸腰神经所产生的物质类似于刺激颅骶神经的释放物质。Langley即命名后者为付交感性神经。

自主神经系统的解剖:

机体的机能,即产生独立的有意识的活动,至少是部分是通过反射机制所调节的,而这种机制通过传入、传出神经和中枢的整合结构而实现的此结构包括自主神经或植物神经系统在内,尽管这一系统的活动基本上是自动性的,但它并不完全脱离随意的控制。植物神经系统由全部位于中枢以外的神经元和支配内脏的神经所组成。但不包括脑脊神经的传入部分和位于后根内脊神经节或某些感觉性的脑神经节。这些自主性神经元在机能上是通过脑、脑干和脊髓内的神经元相互联系。因此,脑、脑干和脊髓这类神经元也属于植物神经系统。

自主神经系有两部,即交感部和付交感部。各自由节前和节后神经元组成。节前神经细胞体位于脑或脊髓内,而节后神经元位于植物神经节内。交感性的节前神经元位于胸髓和上位腰髓段,此部的植物神经又叫胸腰神经。付交感神经的节前神经元位于脑干和骶髓内,又名颅骶神经。内脏大多受交感和付交感神经的双重支配。植物神经控制着许多结构,但有些结构只受一种神经支配(如部分血管和全部汗腺)。

交感神经系统的节前纤维,起于脊髓中间外侧柱细胞和中间内侧柱细胞,并连于由胸1到腰2脊神经的腹侧根,此种起始具有变异型,已经证明(Randall等1955; Mourou, 1959),有上起颈7(Harman, 1900)下至腰4脊髓节。节前纤维在交感链内突触,或在突触之前上、下通过链内的几个节,或则穿过交感干节到内脏附近的侧付节内相突触。后者形成内脏神经,其中也含一些节后纤维,尤其是靠近终末部(Kuntz, 1956; Kuntz等, 1957),长的节后交感纤维连于周围神经,分布于血管、皮肤和其他结构,或则形成内脏神经——如心神经,有些纤维形成丛如分布到头部的神经丛。其他节后交感纤维起自付节或异位节,这些节可见于神经干或交通支内(Alexander等, 1949; Kuntz, 1953)付交感链的节前纤维起于脑干内脏核和第2—4骶脊髓节,借第3、7、9、10对颅神经和付神经的延髓部,分布到头、颈、胸、腹内脏,降结肠以下的远侧部和盆部器官接受来自骶段脊髓节的节前纤维。

自主神经节:

自主神经节,分为交感纤维突触区的椎旁节和椎前节及付交感纤维突触的周围(终末)节。交感神经节的神经元来源仍然是个疑问。通过试验可以证明它们或全部来自神经嵴(Hammond, 1946; Yntema和 Hammond, 1947, 1955),或来自神经管的基板(Brizzee, 1949; Brizzee和Kuntz 1950)或则来自前二部(Triplett 1958),这可能是由于研究的标本来源不同而异。对肠肌丛和粘膜下丛来源方面的研究,仍无结果,有些人认为这些丛来自

神经嵴，转移到胸部和上腹部，平骶髓高度的神经嵴发出的神经元，最后可能分布到低位后肠管（Yntema和Hammond, 1953）。其他作者认为这些神经元来自神经管（Jones, 1942）。头颈部付交感节的神经元也来源于神经嵴（Hammond和Yntema, 1958）。

椎旁交感节位于椎体的两侧，借节前神经元的有髓性轴突连于胸腰段脊神经的腹侧根，其轴突经腹侧根到交感干。具有白色的纤维束，还含有髓性内脏传入纤维，应为白交通支。起于交感干节的节后纤维也还连于交感链与腹侧根之间，因为节后纤维经腹侧根分布于外周部。节后纤维是无髓或薄髓纤维，新鲜标本呈灰色，故称灰交通支，所以可有一支以上的灰交通支连于脊神经。

颈上节通常位于上位四个颈椎高度，颈中节不恒定（易变），若有颈中节，则位于第五、六颈椎区（Jamieson等1952；Kuntz, 1953；Becker和Grunt, 1957）。颈下节位于第七颈椎和第一胸椎的高度，据调查，有82%的颈下节与第一胸节相融合，形成一个大的神经元团，即叫星状节（Stellat ganglion）。当第一胸节单独存在时，仍称颈下节为星状节（Hoffman 1957）。胸区每侧由11个交感节组成，或则少一些。腰、骶区每侧有四个交感节，但偶而有差异（Kuntz, 1953）。尾区的交感链节，左右融合成尾节，又名奇节。

到腹、盆器官的交感性节前纤维，穿过交感链而不发生突触，并形成内脏神经，终于付节（Collateral ganglia），此节位于腹主动脉各支的周围。付节的节后纤维借主动脉的分支分布于内脏。膈以上的全部交感节前纤维在交感链节内突触，节后纤维分布到内脏。支配头部各结构的纤维起于颈上节。沿血管分布。

终节或外周节，是位于器官壁旁或壁内的植物神经元的小集团，主要是付交感节前神经元的突触部位，通常称付交感节，其组成颅部节为睫状节，蝶腭节，耳节和下颌下节，还有Lanlgey's节和子宫颈节。在胃肠道，这些神经元形成丛名为肠肌丛（Auerbach's）和粘膜下丛（Meissner's）。

自主神经节的正常组织学：

已有许多作者（Stohr, 1928, 1943 a, b, 1948；De Castro, 1932），对人的交感神经节细胞的正常组织学做过阐述。于不同位置其节细胞是有差异的。颈上节中含有大量多形性细胞，而腹腔节主要由大星形细胞组成。所有的神经节均由结缔组织束包裹，结缔组织深入到组织中，（Martin, 1937）。许多人试图证实结缔组织量增加时的病理意义和与某些病的相互关系，均未成功。切片上结缔组织的含量和致密性可因切面不同而异。而神经节的表面或节的末端，往往含大量的致密结缔组织，而靠近中心部则显现往往含有神经束小隔，这些隔中还有小动脉和小静脉。儿童和胎儿期的自主神经节内，只有少量结缔组织（Spiegel和Adolf, 1920）在婴儿的交感节中的细小梁，很难分隔密集的节细胞。然而，随着年令的增长，结缔组织随之增加，穿入细胞之间，这可能是交感节长大的原因。在纤维囊内和小梁内往往见有许多肥大细胞，而Herzog和Sepulveda（1940）曾说到这些细胞是很罕见的，如果有即在神经元之中，其在交感链中的意义和机能尚不了解。

有关交感节的血供资料不多，在较大的神经节中心，有相应的静脉管和小动脉。间或有人描述过在哺乳动物的颈上节中，可发现丰富的毛细血管和静脉床（De Castro, 1932），此外，Ranvier（1888）用印度墨汁注射进行观察，曾阐述过交感神经节内的静脉窦。交感链

内有淋巴管，偶而被肿瘤侵犯，使淋巴管易于看到（Von Döring等1955）。丰富的淋巴网包绕着颈上节，说明颈上节具有高度的代谢活动。这些小淋巴管注入颈上淋巴结（Rouvière, 1929），每个交感节细胞由细纤维网包绕，神经细胞恰好充填于细纤维形成的网眼中，在细网中可见支持细胞的胞核。支持细胞的胞浆用一般组织学方法不能显示，而需要碳酸银染才能见到，把这些细胞称做被囊细胞，卫星细胞（Cajal, 1911）或节膜细胞（Stohr, 1928）。支持细胞包围着神经节细胞和其突起，似乎类似于中枢神经的少突细胞（Von Döring等1955）。它们首先由Del Horteaga Rio和Prad证实（1943）并称这些细胞为胶质细胞，关于它的功能尚不清楚。有些人认为这类细胞具有内分泌的功能（Nageotte 1910），De Castro（1932）认为它们是乙酰胆碱形成的场所。而Salkin和Kuntz（1948）证明胶质细胞中有抗坏血酸，在高血压的患者中这类物质明显的减少。他们还观察到，给予白喉毒素的动物、患结核、肺炎的病人，胶质细胞有增生现象，这是由于“毒素刺激”所致。关于胶质细胞的特殊功能和作用的报导，认识并不完全一致。这表明胶质细胞在交感节链中的真正作用有待进一步确定。

然而，节细胞的大小各异，可分为三种不同形式予以叙述。大细胞直径为35—55微米，中等细胞直径为25—32微米，而小细胞直径为15—22微米（De Castro, 1932），中等细胞占整个节细胞的50—70%。全部细胞均有一个大而略为透明的细胞核，核内含有清晰分明的核仁。尤其在胎儿和儿童的细胞中能見到两个以上的核，（Herzog 1931, De Castro, 1932），但这种现象成人少见。各个神经元内都充填着纤细的神经原纤维网，并不占据核区，偶而，神经元突起处不被充填，但也可能由于病理性细胞肿胀所致（Von Döring等1955）。交感神经节细胞，根据其突起的长度可进一步区分（De Castro, 1932），然而，要强调的是，尽管Cajal和Stohr似乎已证明了轴突的存在，但要区别树突与轴突是困难的，长突起的细胞一般位于消化管，还发现短突起和副突起的节细胞，这些突起往往分支，缠绕并包围着神经细胞。胶质细胞囊内有时包裹成小间隙，容易被误认为空泡。据说，交感链内有许多形式的突触。其中包括有棒状终末或梨形终末和树状团（Cajal, 1911）。关于它们的分布是相当杂乱的。但大的节细胞有许多突触终末（Herzog, 1931）。

在妊娠三个月和正常人的交感链是由暗染的密集细胞组成，核略呈卵圆形，直径6—9微米，细胞质显示不出来，核内有3—6个易染性的核仁。这些核排列呈玫瑰花状，集聚成群，而且沿着神经纤维，由一个节延伸到另一个节，看不到色素。用银染法不能显示神经元的突起。交通支和节间联络纤维不摄取髓磷脂着色，所说的这些细胞类似于神经母细胞。节内弥散着许多淋巴细胞，但未见肥大细胞，见不到胶质细胞，而膨胀的细胞成行排列可能为成纤维细胞，与小毛细血管有联系，但看不到大的血管。

在初生期，可见到清晰的自主神经元，胞质清楚含尼氏质。虽然见到纤细的神经突起由许多细胞中穿出，但用银染不能清楚的显示出神经原纤维。核大、苍白、核仁易染。细胞群聚在节内，而且在两节之间发现许多神经元，神经元在神经内互相联系，有些神经元则向外伸出，在交通支内走一短段距离。常可见带两个核的神经元。有些神经元用银染法可显示出色素，见胶质细胞紧密地连于神经元，在毛细血管附近可见到大量的成纤维细胞，发现有髓纤维主要存在于交通支内。而且是少量的。这种现象仍然不变，除非在两岁内，连接神经节内的轴

突显示出规则的增粗,而不规则的增粗随着年龄的增长则变的越来越明显。在整个一生中,正常交感链基本不变,除非节细胞内色素蓄积量增加和在老年患者小血管壁显著的玻璃样变厚。肥大细胞丰富,尤见于老年患者的神经膜中,在老年患者银染神经突起和神经原纤维显著增加,摄取银染料的增长,并不表明是一种病理变化,这与老年病无关患者和突然事故死亡的人中也发现此种现象,成纤维细胞多而与血管伴行,尤其是如果不行连续切片检查,要对人的椎旁交感链中的纤维组织进行分类是不可能的。

交感神经元的染色特徵受种种难以控制的条件所左右,与病理状态无关。在外科手术切除的标本中,可见到正常的神经元含有略苍白的胞浆和胞核。在同一标本中,可看到细胞质的细微结构不明显的暗细胞。这种情况是在切除时人工操作所造成的。在尸体标本中,神经元常常缩回,离开胶质细胞囊,留下一清晰的间隙。此种缩回往往不完整,结果细组织带仍然附着于被囊上面。这种现象表明有大空泡存在。缩小的神经元,有时用苏木素、伊红和焦油紫染为暗色,而核也不明显。此类标本银染时往往显示出清楚的神经突起。一些大的细胞外空泡和小的泡沫状的细胞内空泡是不同的,而后者是一种病理性的空泡。银染时,难于区别轴突与着色的结缔组织。然而,清楚的是:正常标本见到的沿轴突全程增粗的条带,有时呈现胀大的小洞孔或分裂成细的原纤维网。这些现象可能与任何病理情况无关,据认为一定是人为的,在电子显微镜下,还可见到不规则的轴突。

Palay和Palade于1955年对哺乳类自主神经元的细微结构,Taxi于1967年对蛙的自主神经元的细微结构曾做过广泛的研究,这两种研究基本上有相同的特征。发现有许多线粒体分布不均匀的尼氏质和发育良好的高尔基氏器。另外在这种神经元的胞质内,见到糖元颗粒和许多致密小体。据认为,这些小体相应地类同于光学显微镜下的脂褐素颗粒。另外,还能看到脂滴(Taxi, 1967)。胶质细胞的胞质除突触区外围绕神经元和全部突起,由于大量的细丝、小泡和形成内质网的微管的存在也证实了上述事实。在核周部和神经元的突起处见到突触。突触前终末含有许多明亮小泡和少数的致密心小泡,还能看到线粒体和糖元粒,在突触相接处,可看到密度增加的活动区,突触后膜更为明显。

应用解剖:

交感神经和付交感神经的活动起着主导作用。但在自然状态下,并非是单纯的反射机能。在解剖学上作为此种反射的传入支,可能,位于躯体传入神经中。许多生理性和病理性刺激,均可引起自主神经系的反射性活动。因此,皮肤的痛,温刺激,冠状动脉的闭塞或腹部脏器的膨胀,奇异的视力或突然的噪音等均能引起伴随植物现象的自主神经统系的反射性活动。完成自主反射的一些传入纤维,通过交感神经系统的运动性传出神经通路返回到自主神经中枢。

由于浅部组织存在的特殊刺激能引起反射性自主活动,所以通过局部麻醉法阻断传入性冲动。有时可治疗慢痛。将体表分为三个区(Gross, 1951)。有些自主神经功能紊乱的外科治疗,包括交感神经切断术,交感神经节和脊髓节段,在皮肤的分布情况。

译自Otto Appenzeller: The Autonomic nervous system, 1—20, 1976. (英)

卢守祥 薛振东 译
刘洪涛 李乾五 校

各器官的自主神经支配

眼:

虹膜由颈上节起始的肾上腺能神经纤维和起于睫状节的付交感纤维所支配。

小白化病哺乳动物(Albino mammals)的正装的眼器官标本,用荧光显微镜可以看到支配虹膜的肾上腺能神经,该神经由细网眼状纤维及增粗两度的纤维网组成。这种纤维网弥散于整个虹膜,位于瞳孔开大肌细胞(肌性上皮细胞)的下面或其角膜面。肌细胞与神经终末之间的距离超过70nm(毫微米)。

在瞳孔括约肌区,有一条与紧靠虹膜瞳孔缘的狭窄的肌肉带,即肾上腺能纤维,此纤维大都与肌细胞呈平行走向(即环形),且位于肌肉之内。对鼠类、猴、猫、兔用荧光显微镜检查时,在瞳孔括约肌中已证实此种纤维存在。在鼠类、兔、豚鼠用过锰酸钾固定后,在电镜下能看到肾上腺能神经终末,(即含有小颗粒小泡的神经终末)。根据Nishida和Sears(1969)提供的资料,在瞳孔括约肌区神经终末15%是肾上腺能性的,其余是胆碱能纤维。Ivens Morttram, Lever, Pesley和Howells(1973)报告鼠类瞳孔括约肌无肾上腺能性纤维,不完全性的破坏鼠类颈上节,Malinfors和Sachs(1956)在荧光镜下所制备的完整正体制片标本上能追踪到残留在虹膜内的少量肾上腺能纤维分支。在瞳孔扩大肌的不同区,括约肌区和血管周围可发现来源于相同的轴突的分支;因此这种同类纤维是抑制性的(对括约肌)和兴奋性(对扩大肌)。这种配布是部分地切除虹膜神经的典型表现,是否在正常情况下发生的?尚未肯定。在完整虹膜上,由于这种网较厚,以至于不能追踪到单个纤维。已得出结论,据计算在鼠类虹膜上每个节神经元发出的全部分支上约有26000个膨体。

瞳孔括约肌主要受胆碱能纤维支配。这些纤维较粗并与肌细胞并列行走。他们是聚成小束状但在其终末端呈单一的纤维,并失去雪旺氏细胞鞘。这些膨体长为2 μ m(微米)可单独存在或可出现于单一纤维和成束纤维上。大部分膨体紧靠肌细胞,约有 $\frac{1}{2}$ 膨体的神经肌肉间隙仅为20毫微米,在兔、猫也能看到紧密接触的神神经肌肉接触点。这种神经肌肉接触点处由Uehara和Burnstock(1972)观察到肌细胞内肌浆网的网下肌膜下池并在肌细胞膜与池的外膜之间的连续性的电子致密层,豚鼠的瞳孔括约肌的一些神经肌肉接点的其他特征,有致密的突起和接点两侧的膜增厚。在鼠类的虹膜,肾上腺能和胆碱能神经轴突与色素细胞密相毗邻(20—25毫微米nm)

瞬膜:

猫的瞬膜肌是由起于颈上节的节后性的有髓纤维支配,这些纤维行于颈内动脉神经中,连于三叉神经的眼支,而后伴随鼻睫状神经和滑车下神经。荧光显微镜下,在肌肉和血管周围可见到肾上腺能纤维的密网。在切除颈上神经节几天之内肾上腺能性神经网络就消失,这种神经支配主要靠单一的轴突来支配,而没有被复雪旺氏细胞突起,支配神经距肌细胞仅只有20毫

微米。

唾液腺:

下颌下腺、腮腺均接受肾上腺能和胆碱能纤维的双重支配,在人,荧光纤维和乙酰胆碱脂酶阳性纤维在腺泡周围和腺泡之间形成网状(Norberg、Hokfelt和Eneroth 1969)。一些学者在许多哺乳类动物上曾作过同样的观察(Norberg和Olron 1965, Fujiwara、Tanaka和Kihosaka和Okegawa 1965; Freitag和Engel, 1970; Aml、Bloom和Carlroo 1973 和其他学者)。

在鼠类腮腺中,用电镜分别看到两种类型的神经终末,它的特点分别为电子明亮小泡和小颗粒小泡(用过锰酸盐固定)(Hand 1972)轴突穿过基底膜,与一个或一个以上的腺泡细胞密切接触(约10毫微米),许多腺泡细胞既可与一种神经终末相接触,又可与两种神经终末相接触(大多数膨体沿其轴索长度排列),在猫的腮腺中未见到(Garrett 1960)神经腺泡细胞密切接触,似乎只有胆碱能神经支配(Fritz和Batelho 1969)。下颌下腺内的密切接触点,只见于猫和猴的粘液腺部,在人的下颌下腺和唇腺中,可见到穿过基底膜的纤维与肌质上皮或分泌细胞紧密接触(约20毫微米的间隙)。

豚鼠、小鼠、及鼠类的下颌下腺中无肾上腺能纤维(除外与血管有关的神经纤维),只有胆碱能神经支配。然而,田鼠类的下颌下腺受肾上腺能神经支配如其他唾液腺一样丰富。

皮肤及其附属器:

毛发肌(即立毛肌)运动性神经是来自椎旁节的肾上腺能纤维,在荧光显微镜下,人、兔、猫、牛的立毛肌中可见到许多肾上腺能纤维,这些纤维与肌细胞平行排列,在毛囊泡附近及内面,外泄性和顶浆性汗腺及皮脂腺附近或内面见不到肾上腺能神经纤维。而顶浆分泌性汗腺接受什么样分泌性神经支配还不清楚。外泄性汗腺受交感性胆碱能纤维支配,这些纤维来自椎旁节。

乳腺受极少的自主神经支配。在所有的动脉外膜内和乳头的平滑肌细胞中有丰富的肾上腺能神经纤维。腺体的任何部分未看到胆碱能神经纤维。在乳腺的分泌细胞和肌上皮细胞没有找到支配神经的证据,腺本部缺乏自主神经支配与所观察到的单侧交感神经链切除后结果一致,而此结果使双侧乳腺的乳汁分泌无差别。

脂肪组织:

哺乳动物的脂肪组织分为白色和棕色两种类型,棕色脂肪仅见于特殊解剖部位,其特点具有丰富的交感神经支配,这些纤维是肾上腺能性纤维(荧光显微镜下易于看到),而形成巢状的网围绕着每个脂肪细胞。发现纤细的裸露性的轴突密切附着于脂肪细胞,并常常包埋于细胞表面的鞘中。在鼠类及小鼠棕色脂肪中的去甲肾上腺素含量像心脏或脾脏一样的多。而且已经证实了神经直接影响棕色脂肪的代谢。另外除与血管有关的肾上腺能性纤维以外,白色脂肪无肾上腺能性纤维,白色脂肪的去甲肾上腺素的含量仅占棕色脂肪含量的3%。

消化道:

消化道神经支配的主要神经部分是壁内丛。壁外纤维经迷走神经并作为小神经伴随血管的小神经到壁内丛（关于迷走神经终末部的可用资料在另章叙述）。

肾上腺能性神经纤维终末或与壁内神经元突触或作为肌内、脏器旁和粘膜终末。孤立神经纤维是极为罕见的；行走在小神经索中的肾上腺能神经纤维在其末端。在该处肾上腺能纤维与不同形式的纤维相连系。生物化学研究证明，在神经内贮存的去甲肾上腺素总量约为10%在肠肌丛内。其余的见于其他壁层内。如前所述，肾上腺能神经纤维并没有脱离开环形肌层。豚鼠的回肠纵行肌层中肾上腺能神经纤维少见，但是这些纤维存在于结肠袋和大肠的纵行肌中，在消化道的某些括约肌部分有丰富的肌内去甲肾上腺能纤维。如豚鼠的贲门和肛门括约肌、鼠类的幽门括约肌。在Hirschprung氏病中先天性壁内神经元缺乏，证明大肠部有极丰富的肾上腺能神经支配。小肠的血管有外膜的肾上腺能神经支配，动脉壁内丰富，静脉壁内稀少。据认为，猫小肠壁的血管是由内源性的神经支配。

肌内神经终末与平滑肌细胞极少密切联系，二者之间隙，通常有100毫微米或稍大些。能够看到只具有20毫微米间隙某些神经肌肉接触点是一种特殊的小的电子致密的肌细胞，该细胞位于环形层最内缘。此处壁内神经终末最丰富，根据小泡的含量，这些终末绝大部分或全部肌内纤维形状是粗的。

心脏：

心脏是由来自心丛或经过心丛的神经纤维支配。胆碱能神经纤维和肾上腺能纤维均到达心脏。前者（付交感节后纤维）来自心丛的节细胞，后者（交感节后纤维）来自椎旁链的节细胞，多数物种的小节由胆碱能神经元组成。通常见这些小节紧贴心房壁或在壁内，特别是靠近窦房结或房室结，在心房壁内未发现肾上腺能神经元，但是嗜铬或强荧光下通常可见到心房内肾上腺能纤维是丰富的，特别是窦房结和房室结内是丰富的。这些神经纤维连于血管及心肌本部。在多数哺乳动物中心室内肾上腺能纤维是不太多的。除猫之外，心室内肾上腺能纤维数量比心房内多。在心房壁内胆碱能纤维也是比较多的，特别是近窦房结和房室结处比心脏其他部分多。

神经终末所形成的神经肌肉接点间隙为78—100毫微米，此间隙见于心脏的心房肌细胞，室间隔肌细胞及室壁的外层；在老鼠的心尖处神经肌肉接点缺如，人类含有颗粒小泡（肾上腺能性的）神经终末，于心室内肌内占优势（肾上腺能性的神经终末与胆碱能性的神经终末之比为2：1），而在心房无颗粒的（胆碱能性的）神经终末占优势。

血管：

关于血管的支配神经，不同血管之间有很大的差异。有些血管无任何神经支配（脐血管），而另一些血管则有极丰富的支配神经（如鼻海绵状组织的血管）。有丰富神经支配的小动脉（如鼠胃粘膜下层的小动脉）据认为有括约机能。

大部分血管的支配神经是在血管外膜区，因此，肌细胞的大部无神经支配。神经束形成主要沿血管长度延伸的纤维网，沿动脉血管分支行走的支配神经的密度不同。例如猫血管的神经当血管进入骨骼肌后，支配动脉的神经大大的增多。在肌性动脉和小动脉中的神经支配是丰

富的。这些观察说明不了什么范围的血管是神经控制的，而生理学上有些证据表明，小动脉的收缩，不受神经的影响，毛细血管无神经支配，仅有少量神经纤维包围静脉。神经纤维膨体内含有小泡和神经介质。血管神经纤维的粗大部有多长，有多少纤维通向周围血管，特别是围绕大血管的纤维有多少？这些问题尚不清楚。

大部分血管的神经纤维是肾上腺能神经，在荧光显微镜下易于看到。在某些血管中还能见到胆碱能神经纤维。此两类纤维可存在共同的纤维囊中。有些哺乳动物的软膜血管中约50%神经纤维是胆碱能性的。

甚至直接与神经终末相接触的肌细胞（即中膜的外部），神经肌肉接触间距是相当大的。猫、兔的肺动脉中，神经肌肉间的最小距为 $0.4\mu\text{m}$ （微米）。多数神经终末离最近的肌细胞，在 $1\mu\text{m}$ （微米）以上。哺乳动物的软膜血管，最小的神经肌肉间距为 $80-110\text{nm}$ （毫微米），通常情况下，神经肌肉间距，很少低于 100nm （毫微米），细小动脉这种距离比小动脉更小。至少在兔耳的动脉中，神经肌肉间距，可因血管的扩张作用和收缩作用而异。

在中膜内发现有神经纤维的血管包括有：羊的颈动脉，兔的隐动脉和皮肤静脉。带丰富肾上腺能神经支配的静脉中，有猫的脾静脉和肠系膜静脉。

大部分血管的肾上腺能神经纤维，来源于交感链节，在猴类中至脑血管的交感神经纤维来自颅内小神经节，因此切除颈上节后，不发生神经变性，有些证据表明脑血管可以受中枢神经系统神经元发出的肾上腺能纤维支配。

骨骼肌血管的胆碱能纤维，来自交感链节（交感性胆碱能纤维），有扩血管作用。子宫动脉的胆碱能纤维来源于宫颈旁节，而脑血管的胆碱能纤维，来自头部的付交感节。据认为猫小肠血管的扩血管性神经纤维，可能由壁内节起始。

脾：

大量的节后交感神经纤维支配脾脏。至猫脾脏的全部神经纤维均为肾上腺能神经。用荧光显微镜观察时，证实肾上腺能神经纤维存在于囊内平滑肌、脾小梁和脾血管内。但在白髓和红髓内，未见到此类纤维。在多数动脉中肾上腺能神经纤维不穿入其中膜层（壁内）。与此相反，脾静脉比别的静脉有更多的神经支配，且见到神经纤维通过整个血管壁。在电镜下，猫脾囊内肾上腺能神经纤维终末，距平滑肌细胞在 100 毫微米以上。

呼吸道：

尽管有人叙述过胸膜和肺泡壁内的神经纤维，可是自主神经对肺的支配，主要见于支气管和肺血管。支气管的支配神经延伸至呼吸支气管处（水平），传出性神经支配是到支气管、血管肌的运动纤维和到粘液腺体的分泌纤维所支配。

这类纤维是胆碱能纤维，大概来源于付交感神经小神经节或乙酰胆碱酯酶强阳性单个神经节神经元，与较大的神经有连系，尤其在近肺门处。在肺门平面，一些迷走纤维交叉至对侧肺部。

女性生殖道：

子宫壁的神经纤维数量相当少,用甲基兰染色,在所谓的靠近肌细胞的神经终末处,可以看到较少所谓神经终末的球形膨大。在血管壁和子宫内膜中也能见到神经纤维。用荧光显微镜,在子宫肌层内可见到肾上腺能神经纤维。种性差异大:猫子宫中的肾上腺能支配神经比兔子和豚鼠丰富,并且在鼠明显地局限于鼠的血管。人类的子宫中,宫颈的肾上腺能支配神经比宫体和宫底更丰富些。这类神经纤维来自距子宫近盆丛节处。在鼠类,於靠近子宫中膜的肌层中,可以见到一些神经节细胞。

在兔中,怀孕初期,荧光纤维数量增加,妊娠终止,荧光纤维倾向减少。还见到豚鼠在妊娠期中荧光纤维也明显减少(在容纳胚胎的子宫角与对侧的空子宫角),其去甲肾上腺素的总量下降达80%以上。另方面,关于卵巢,发现其神经纤维沿血管经行,且位于基质内,其肾上腺能神经纤维,来自椎旁节和椎前节,在妊娠期无变化。

男性生殖道:

男性内生殖器官含有丰富的肾上腺能神经纤维,该纤维来自盆丛神经节。在输精管和精囊的肌层内,有极丰富的肾上腺能神经支配。大鼠和小鼠输精管的所有肌细胞都有一个或更多的神经终末相接触。豚鼠输精管,约 $\frac{1}{2}$ 的肌细胞有神经肌肉接点其距离为20毫微米或更小些;许多肾上腺能性终末位于肌细胞表面的深在的褶内。在豚鼠的输精管中,也有胆碱能神经终末;许多肾上腺能神经纤维深穿肌细胞(偶尔穿经)并且仅借10~20毫微米神经—肌肉间隙分隔。Wakade和Kipekor 1973年在老鼠身上曾做过一个有趣的观察,阉割后随着输精管重量的减轻,整个去甲肾上腺素含量的相应降低,所以每个单位重量氮的浓度保持恒定。另一方面,本器管的去甲肾上腺素的浓度于成年期增加。在老鼠的输精管中,轴突的数目(每100个肌细胞中)和神经肌肉密接点(20nm)至六个月期仍在增加。

在电镜下可根据小泡的内容来识别肾上腺能纤维和胆碱能纤维,在兔的子宫肌层中这两种纤维共同行于一个小束之中,其比率约为3:1。这两类纤维,带有小泡的膨体,与最近的肌细胞的距离少于20nm。然而,在鼠的子宫观察到神经肌肉间隙仅为20~30nm。

对卵巢、输卵管、子宫和阴道的进一步详细的神经支配见Sjoberg和Marshall的资料。

译自Giorgio Gabella, Structure of The Autonomic Nervous System

150—161、1976(英)

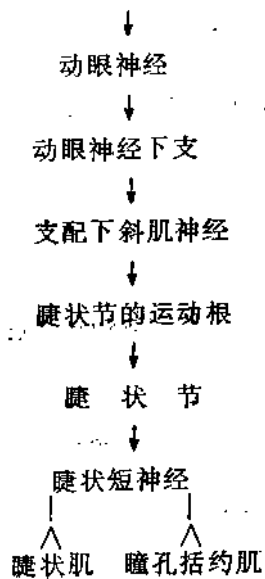
卢守祥 薛振东 译
刘洪涛 李乾五 校

眼的自主神经支配

眼的付交感神经支配

E—W核

(动眼复合体)



眼的交感神经支配

中间外侧核 T₁₋₂

睫脊中枢
(ciliospinal center)

腹侧根支 T₁₋₂

白交通支 T₁₋₂

交感干

颈上节

颈内动脉丛

睫状节交感根

睫状短神经

鼻睫状神经

睫状长神经

瞳孔开大肌

提上睑肌

眶肌

血管

心的神经支配

付交感神经
迷走神经背核

↓
迷走神经
↓
颈上心神经
颈下心神经
胸心神经

↓
心丛

↓
心丛节

↓
和心外膜节

↓
窦房结和房室结

交感神经

中间外侧核

T. 1—4 (5, 6)

↓
腹侧根和腹侧支 T. 1—5

↓
白交通支 T. 1—5

↓
交感干

↙
颈上中节

↘
颈胸节

↘
胸 2—4 (5, 6) 节

(星状节)

↙
心上、中神经

↘
胸心神经

↓
心下神经

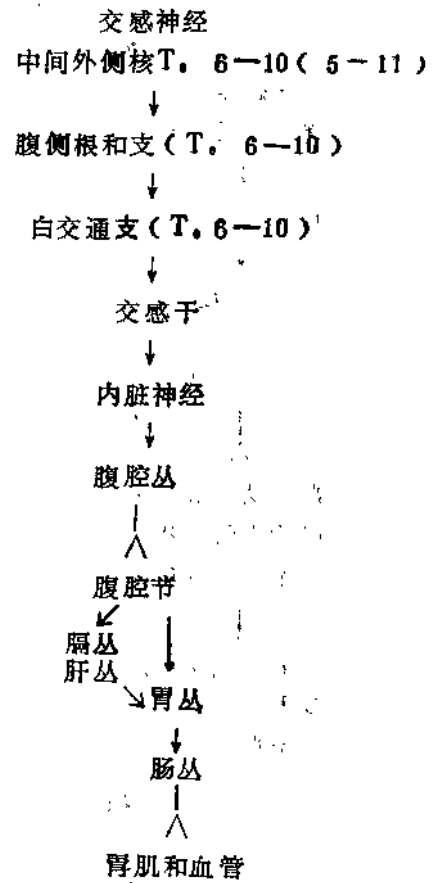
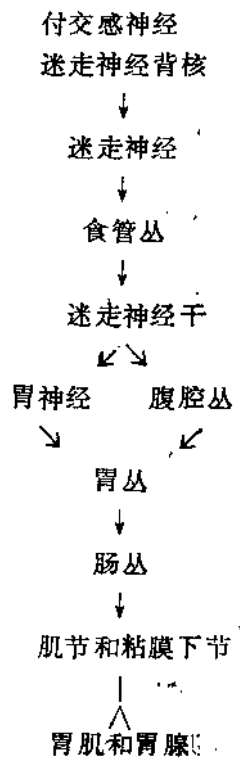
↓
心丛

①. 窦房结和房室结

②. 冠状动脉

③. 心肌

胃的支配神经



支气管和肺的支配神经

付交感神经
迷走神经背核

↓
迷走神经

↓
支气管神经

↓
肺丛

↓
肺丛节
肺内支气管丛
和细支气管丛

↓
支气管树的平滑
肌和腺体?
肺动脉?

交感神经

中间外侧核 (T 1—5)

↓
腹侧根和支 (T 1—5)

↓
白交通支 (T 1—5)

↓
交感干

↓
胸节 (1—5)

↓
肺动脉丛

↓
肺内支气管和细
支气管丛

↓
支气管树的平滑肌、腺体?
和肺动脉?