

## 鸡肠 Remak 神经元与过路节的电镜结构特征

柳金雄, 余祖功, 徐春生, 冯亚玫, 杨平, 覃君慧, 陈秋生

(南京农业大学动物医学院, 南京 210095)

**摘要:** 【目的】探究鸡肠 Remak 神经 (intestinal nerve of Remak, INR) 的神经元和过路节超微结构, 为进一步阐明 INR 的生理功能提供理论基础。【方法】应用透射电镜技术观察鸡肠 INR 元与过路节的超微结构。【结果】INR 有大量体积巨大的神经元和少量小强荧光细胞分布。神经元胞体周围有零散的卫星细胞围绕, 但不能形成完整被囊, 可见卫星细胞与神经元胞体之间形成突触样联系。神经元周围基膜不明显, 神经元胞体表面常直接与周围细胞间质接触。细胞核圆而表面平滑, 染色质松散清亮, 核内可见棒状小体的特殊结构。核仁明显, 结构和组成典型。胞质内分布着丰富的微管、发达的粗面内质网和高尔基复合体, 粗面内质网池常有扩张膨大。可见中央有孔的致密颗粒分布于核周质, 可能为肽类递质分泌颗粒。核糖体除了附着于粗面内质网表面外, 还有大量游离核糖体分布于胞质中。线粒体形态多样, 并有致密化现象。肠 INR 被膜下分布着少量成群的小强荧光细胞, 其胞质和胞核的电子密度较高, 细胞之间有不对称的突触联系。根据突触小泡的不同, INR 内分布着 4 种过路节, 它们与周围结构形成不同的突触联系。【结论】INR 神经元具有旺盛合成和分泌功能的超微结构特征, 而过路节的组成和联系显示出 INR 支配活动的多样化和复杂性。

**关键词:** 鸡; Remak 神经; 神经元; 过路节; 超微结构

## Ultrastructural Characteristics of Neurons and Varicosis in Intestinal Nerve of Remak of Chicken

LIU Jin-xiong, YU Zu-gong, XU Chun-sheng, FENG Ya-mei, YANG Ping, QIN Jun-hui, CHEN Qiu-sheng

(Veterinary Medicine College, Nanjing Agriculture University, Nanjing 210095)

**Abstract:** 【Objective】 The purposes of this study are to make up a deficiency of ultrastructures of neurons and varicosis in intestinal nerve of Remak (INR) of chicken, and to provide a rational foundation for future physiologic function researches of INR. 【Method】 Neurons and varicosis in INR of chicken were observed with transmission electron microscope. 【Result】 Considerable number of large neurons and a little small intensely fluorescent cells were found in INR. Neurons were enclosed by scattered satellite cells, which didn't form integrity envelopes. Sinapsic contacts between neurons and satellite cells were also found. Because of lack normal basal lamina, the cell membrane of neurons directly contacted with intercellular substance. The shape of nucleus in neurons was round, and the nucleus had smooth surface. Loosen and clear chromatins, rhoptries and nucleoli with integrity structure were found in nucleus of neurons. While, in cytoplasm, many special organelles distributed in it. These organelles included the copious microtubules, active Golgi apparatuses, active rough endoplasmic reticulum which often contained inflated endoplasmic reticulum cisterna, fenestrated dense granules which could be neuropeptide, plenty of free ribosomes, mitochondria with diversified shapes and some of which were pyknosis to some extent. A little clumped small intensely fluorescent cells with high electron density cytoplasm and nucleus distributed under capsule of INR, which can form asymmetry synapses each other. According to the different kinds of synaptic vesicle they contained, 4 kinds of varicosis were found in the INR, which formed different function synapses with surrounding structures. 【Conclusion】 The ultrastructural characteristics of INR neurons suggested that the INR posses actively synthesis and secretion function, 4 kinds of varicosis and their different synaptic connections indicated the diversity and complexity of

收稿日期: 2008-07-10; 接受日期: 2009-04-01

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (30871833; 30671513; 30270961)

作者简介: 柳金雄 (1979-), 男, 湖南长沙人, 副研究员, 博士, 研究方向为神经生物学。E-mail: hero7983@yahoo.com.cn。通信作者陈秋生 (1963-), 男, 陕西大荔人, 教授, 博士, 研究方向为神经生物学。Tel: 025-84395817。E-mail: chenqsh305@yahoo.com.cn

INR functions.

**Key words:** chicken; intestinal nerve of Remak; neurons; varicosis; ultrastructure

## 0 引言

【研究意义】禽类肠 Remak 神经 (intestinal nerve of remak, INR) 分布于肠系膜下边缘, 并与肠管平行, 起自泄殖腔与直肠交界处, 向前止于空肠前段。INR 属于禽类肠神经系统的壁外组成部分, 是一条鸟类特有的自主神经节链, 与禽类特殊的消化功能密切相关。

【前人研究进展】以往的观点认为, INR 发出许多侧支支配不同节段的肠管<sup>[1]</sup>。通过辣根过氧化物酶 (HRP) 逆行追踪技术, 发现 INR 除了支配肠管外, 其分支还分布于鸡输卵管<sup>[2-4]</sup>、卵巢<sup>[5]</sup>、睾丸<sup>[6]</sup>、腔上囊<sup>[7]</sup>和泄殖腔<sup>[8]</sup>等。表明鸡 INR 支配范围广泛, 调节作用复杂而重要。应用光镜技术报道了 INR 的显微构造, 揭示了其显微结构特点<sup>[9]</sup>。免疫组织化学反应在细胞水平上阐明了 INR 的主要性质和组成<sup>[10-11]</sup>。进一步通过核酸原位杂交技术, 在分子水平上显示了鸡 INR 几种肽类递质的基因表达规律<sup>[12-14]</sup>。上述研究在一定程度上揭示了鸡 INR 的特殊性, 为禽类消化生理学研究提供了形态学基础。【本研究切入点】肠神经系统属于自主神经系统的第三大支系, 具有相对独立的调节功能。形态结构是神经调节机能的基础, 但关于禽类自主神经的超微结构资料极其缺乏<sup>[10]</sup>。【拟解决的关键问题】本文应用透射电镜技术较系统地观测鸡肠 INR 元与过路节的电镜结构特征, 为进一步认识其调节功能奠定细胞形态学基础。

## 1 材料与方法

10 只健康成年三黄鸡购自南京卫岗农贸市场, 雌雄不拘, 每只体重 2.0~2.5 kg。颈动脉放血处死, 迅速剖腹, 沿鸡肠系膜底缘游离并采取肠 INR, 分别剪取神经节和节间束并固定于 2.5% 戊二醛溶液 (0.1 mol·L<sup>-1</sup> 的 PBS 液, pH 7.2~7.4), 48 h 后, PBS 洗 3 次, 1% 锇酸后固定 2 h。PBS 洗后, 上行梯度乙醇脱水, 丙酮置换, Epon812 包埋。半薄切片用甲苯胺蓝染色并定位, 然后超薄切片, 醋酸铀和柠檬酸铅双重染色。JEOL-1200EX 透射电镜观测并照像。

在半薄切片上, 应用光镜测微尺测算神经元胞体直径; 在 4 000 倍电镜视野中, 测算小强荧光细胞的直径、过路节直径和神经元核内棒状结构直径; 在 30 000 倍电镜视野中测算过路节内小泡和颗粒的大小、突触

结构厚度等; 在 10 000 倍电镜视野中计数 4 种过路节的数量比例。每个结构参数均随机观测 200 个样本。

## 2 结果与分析

在鸡肠 INR 节内分布着大量体积巨大的神经元胞体和少量成群的小强荧光细胞。神经纤维末梢形成许多结节状膨大, 为 INR 的过路节, 它们分布于神经节和节间束, 是神经突触形成的部位。

### 2.1 神经元

鸡 INR 节内神经元胞体呈不规则的多边形, 直径约为 40~70 μm。细胞周围有零散个别的卫星细胞围绕 (图 1, 图 2), 卫星细胞及其突起不能形成完整的被囊结构, 造成神经细胞表面直接与细胞间质或其它神经元直接接触。神经细胞表面与间质之间有一薄层基膜相隔。圆球形的神经细胞核位于细胞中央 (图 1, 图 3), 绝大部分染色质为清亮的低电子密度的常染色质, 只有极少量异染色质分布于核内膜下。核仁明显而发达, 由三种不同区域组成: 致密纤维组分电子密度最高, 有时有数块, 为 rRNA 加工区; 颗粒组分电子密度中等, 分布于致密纤维组分周围, 为成熟 rRNA 储存区; 纤维中心位于致密纤维组分和颗粒组分之间的淡染区, 电子密度最低 (图 4)。有时可见细胞核内分布着一棒状结构, 直径为 200~500 nm, 由成束的纤维细丝组成, 无膜包围 (图 3)。大部分的细胞核表面平滑, 但也可见核表面出现一些浅凹陷。

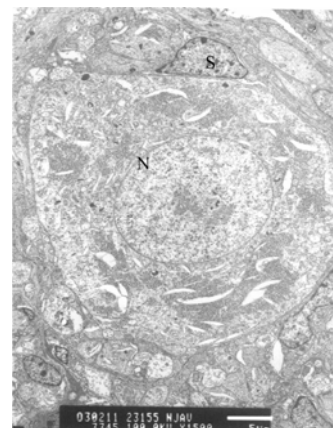
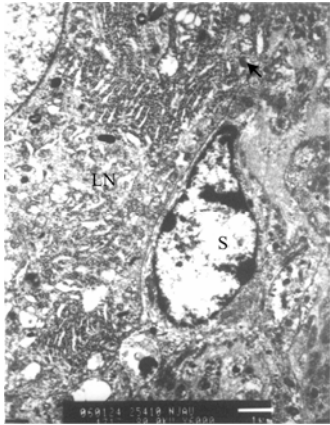


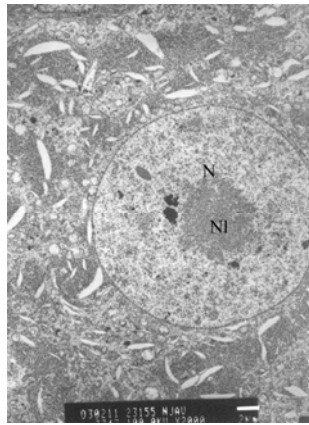
图 1 大神经元 (N) 与卫星细胞 (S)

Fig. 1 Neuron (N) and satellite cell (S)



卫星细胞与大神经元 (LN) 之间的突触结构 (↑)  
Synapse-like structure (↑) between the satellite cell and the large neuron (LN)

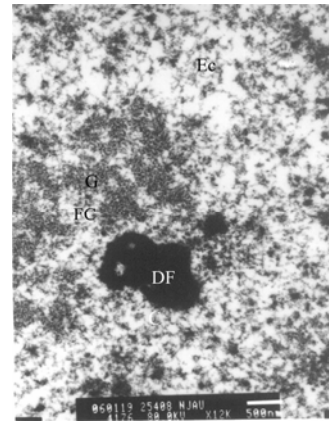
图 2 卫星细胞 (S)  
Fig. 2 Satellite cell (S)



细胞核 (N), 棒状小体 (↑), 核仁 (NI), 粗面内质网 (rER)  
Nucleus (N), rod corpuscle (↑), nucleolus (NI), rough endoplasmic reticulum (rER)

图 3 大神经元  
Fig. 3 Large neuron

核周质分布着丰富的粗面内质网、线粒体、游离核糖体以及发达的高尔基复合体、滑面内质网、致密颗粒和微管等。粗面内质网在核周质成群分布, 常见网池扩张膨大 (图 5)。线粒体形态多样, 有圆形、椭圆形、哑铃形、弯曲状等 (图 6), 常见线粒体嵴溶解消失, 形成不规则的双层膜的空泡状, 有些线粒体致密化。大部分核糖体沿粗面内质网表面分布, 但也有许多游离核糖体分布于细胞质中, 形成环状颗粒



致密纤维组分 (DFC), 纤维中心 (FC), 颗粒组分 (GC), 常染色质 (Ec)  
Dense fibrillar component (DFC), fibrillar center (FC), granular component (GC), Euchromatin (Ec)

图 4 大神经元的核仁  
Fig. 4 Nucleolus in large neuron

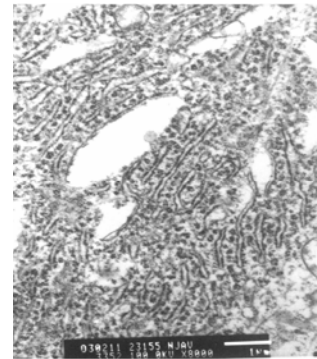


图 5 大神经元内丰富的粗面内质网  
Fig. 5 Abundant rough endoplasmic reticulum in the large neuron

(图 5, 图 7)。若干个高尔基复合体分布于核周质 (图 7), 由扁囊和大小不等的囊泡组成, 常见扁囊扩张膨大。滑面内质网为管泡状, 散在分布于核周质中。有些神经元胞体中分布着数量不等的致密颗粒 (图 8), 呈圆形、椭圆形或一头大一头小的梨形, 直径为 350~400 nm, 致密颗粒中常含有一个偏心的空泡。细胞器之间散布着方向不一的微管, 在核周质中可形成网状构造, 一些细胞器就沿着微管分布 (图 6, 图 8)。微管进入细胞突起后平行排列。

2.2 小强荧光细胞

INR 节的被膜下可见少量成群的小强荧光细胞分

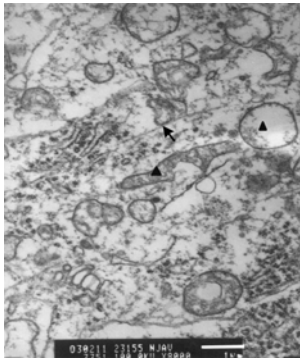


图 6 大神经元内各种形态的线粒体 (▲) 和微管 (↑)  
 Fig. 6 Mitochondrion (▲) and microtubules (↑) in the large neuron

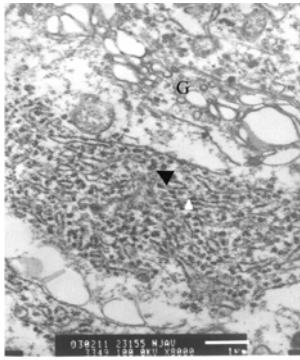


图 7 大神经元的高尔基复合体 (G)、粗面内质网 (△) 和游离核糖体 (↑)  
 Fig. 7 Golgi apparatus (G), rough endoplasmic reticulum (△) and free ribosome (↑) in the large neuron

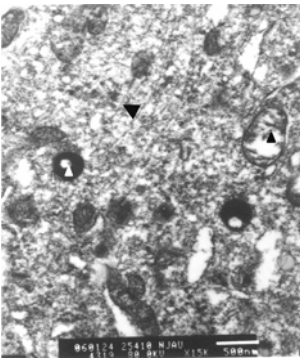
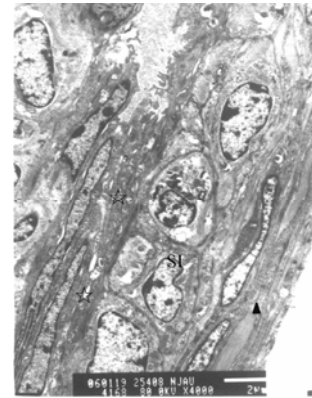


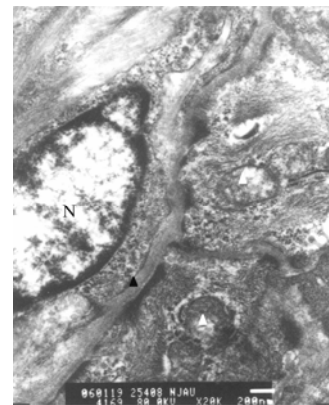
图 8 大神经元内的分泌颗粒 (△)、微管 (↑) 和线粒体 (▲)  
 Fig. 8 Dense granular (△), microtubule (↑) and mitochondrion (▲) in the large neuron

布 (图 9), 细胞之间紧密相贴。细胞形状不规则, 胞体小, 直径 4~6 μm, 电子密度高于大体积的神经元细胞。胞核不规则, 核表面可见小凹陷, 高电子密度的块状异染色质位于核内膜下, 核仁明显。胞质内分布着大量游离核糖体、成束的中间纤维和散在的体积较大的线粒体。这些细胞之间或胞体与突起之间发生明显的突触联系 (图 10)。突触结构不对称, 突触前膜致密板厚而发达 (约 50 nm), 成群的低电子密度的突触小泡和一些线粒体分布于突触前膜一侧, 突触小泡常与突触前膜融合。突触间隙宽而明显 (100~



INR 被膜 (▲), 血管 (☆)  
 Capsule of remak nerve (▲), capillary (☆)

图 9 小强荧光细胞 (SIF) 成群分布  
 Fig. 9 Group of small intensely fluorescent cells (SIF)



小强荧光细胞核 (N), 突触样联系 (▲), 线粒体 (△)  
 Nucleus (N) of the small intensely fluorescent cell, Synapse-like structure (▲), Mitochondrion (△)

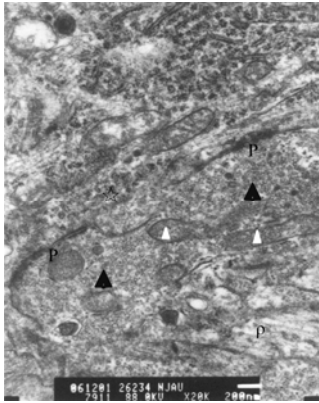
图 10 小强荧光细胞放大图  
 Fig. 10 Magnified image of the small intensely fluorescent cell

150 nm)，为电子密度中等的均质状。突触后膜无明显致密板结构。

### 2.3 过路节结构及其类型

纵切面上可见大小不等的椭圆形过路节，为膨大的结节状。过路节不仅分布于神经节，节间束也有一定数量的过路节，只是节间束的过路节体积较小、内含突触小泡少。根据节内突触小泡的种类和数量，可将过路节分为以下几种：

**2.3.1 第 1 种过路节** 直径为 0.8~1.2 μm 的过路节，充满直径为 20~30 nm 的清亮小泡（图 11），小泡之间分布着椭圆形线粒体，线粒体嵴为管泡状，可见一些线粒体结构致密化或退化性变化。小泡区之上有成束的微管束。



大量清亮小泡 (↑)，神经元胞体 (☆)，线粒体 (△)，突触 (P)，微管 (ρ)  
Small clear synaptic vesicles (↑), neuron body (☆), Mitochondrion (△), Synapse (P), microtubule (ρ)

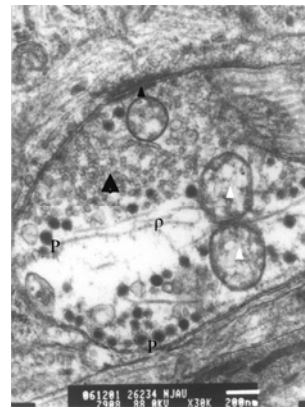
图 11 第 1 种过路节

Fig. 11 First type of the varicosity

**2.3.2 第 2 种过路节** 直径为 2.0~3.5 μm 的过路节，节内分布着 10~25 nm 的清亮小泡和直径为 50~70 nm 的大颗粒囊泡（图 12），有的过路节内清亮小泡数量多，另一些则是大颗粒囊泡多。突触小泡之间似有细丝相接（或小泡周围发出数条短的细突）。线粒体多为圆形，沿微管分布。常见线粒体嵴溶解而留有空腔。突触小泡之间微管发达，有时可伸达突触前膜附近。

**2.3.3 第 3 种过路节** 数量少，直径约为 0.5 μm 的过路节，节内只见 70~90 nm 的大颗粒囊泡和退化的线粒体（图 13）。

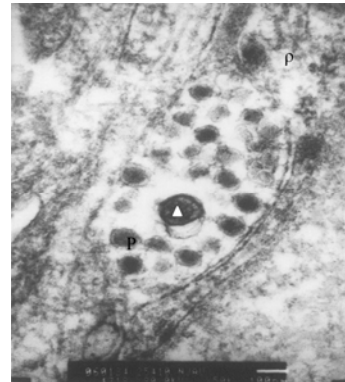
**2.3.4 第 4 种过路节** 可见退化的过路节，分布着少



小清亮小泡 (↑)，大颗粒囊泡 (P)，线粒体 (△)，突触 (▲)，微管 (ρ)  
Small clear synaptic vesicles (↑), Large granular vesicles (P), mitochondrion (△), Synapse (▲), microtubule (ρ)

图 12 第 2 种过路节

Fig. 12 Second type of the varicosity



大颗粒囊泡 (P)，线粒体 (△)，微管 (ρ)  
Large granular vesicles (P), mitochondrion (△), microtubule (ρ)

图 13 第 3 种过路节

Fig. 13 Third type of the varicosity

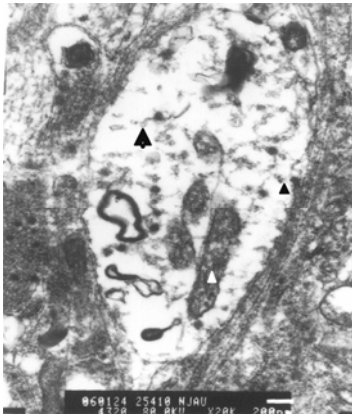
量散在的突触小泡和各种退化的线粒体（图 14）。

每种过路节的膜表面都参与不同突触的形成。电镜下计数过路节数量的比例为，第 1 种：第 2 种：第 3 种：第 4 种等于 5：8：2：5。

## 3 讨论

### 3.1 INR 神经元超微结构特征及其功能意义

自主神经的超微结构资料一般来自哺乳动物，禽类自主神经超微结构的报道非常有限，而且主要见于睫状神经节的描述<sup>[9-10,15]</sup>。本试验系统观测了鸡 INR



小清亮小泡 (↑), 线粒体 (△), 突触 (▲)  
Small clear synaptic vesicles (↑), degenerated mitochondrion (△), synapse (▲)

图 14 第 4 种过路节

Fig. 14 Fourth type of the varicosis

元的超微形态和过路节的电镜特征。鸡 INR 的大多数神经元虽然只有一个核仁, 但核仁发达而明显, 其中的纤维中心、颗粒组分和致密纤维组分均由若干个组成, 而且发育充分。核仁的最主要功能是合成和组装核糖体前体<sup>[16]</sup>。与之相应, 鸡 INR 的神经元胞体中附着核糖体 (附着于粗面内质网上) 和各种游离核糖体极其丰富, 显示出极强的合成神经递质的功能。这就从形态上证实, 鸡 INR 发达的核仁和胞质丰富的核糖体的结构是相一致的。另一方面, INR 发达的常染色质和丰富的粗面内质网、发达的高尔基复合体, 为神经元高强度合成和分泌功能奠定了结构基础。

本试验通过电镜观察, 发现 INR 元胞体分布一定数量致密颗粒, 第 2 种和第 3 种过路节内有致密芯颗粒。这些致密颗粒一般为肽类递质分泌物<sup>[17]</sup>。这就从超微结构水平上显示出鸡 INR 内合成和分泌肽类递质。这一发现也得到了原位杂交和免疫组织化学反应实验的支持。应用原位杂交反应, 探明鸡肠 INR 内分布着若干种肽类递质 mRNA, 从分子水平上证实 INR 有 PSS1、PPE、VIP 和 SP 等肽类递质基因表达<sup>[12-14]</sup>。通过免疫细胞化学技术也显示出 INR 内有 VIP 和 SP 等肽类递质阳性反应细胞<sup>[10]</sup>。不同的肽类递质调节不同的生理活动, 鸡 INR 分布的不同种类神经递质也反映了禽类肠神经支配的广泛性和复杂性。

### 3.2 INR 神经元细胞核的特异结构

先前的报道认为, 鸡肠 INR 的神经元胞体表现出许多类似于哺乳动物自主神经节神经元胞体的超微特征, 与哺乳类自主神经节神经元相似, 禽类每个神经

元的超微结构都显示出明显的相似性。但与哺乳类自主神经元细胞核的平滑核膜形状不同, 鸡肠神经节中许多神经元胞核外形具有深陷的沟壑, 导致了一些切片上出现两个细胞核的现象<sup>[18]</sup>。这种核外形也在禽类睫状神经节<sup>[19]</sup>、腰椎旁神经节和壁内肠神经系统<sup>[20]</sup>的神经元中观察到。从而推测这种具有深沟的细胞核可能是禽类自主神经节的共同特征<sup>[18]</sup>。但本试验观察样品中, 鸡 INR 的绝大部分神经元的核膜均为表面平滑状, 很少见到深沟壑所致的两块细胞核的现象, 这与 Young 的试验结构<sup>[18]</sup>有出入。所以, 作者认为深沟壑形态是禽类自主神经节细胞核共有特征的观点值得商榷。

本试验有时可见鸡肠 INR 的大体积神经元的细胞核内分布着一棒状结构, 直径为 200~500 nm, 是由成束的纤维细丝排列组成, 但周围无膜包裹。这是首次在禽类神经细胞内发现这一结构。类似的结构 (被称为棒状小体) 只在猫的嗅系统及鼠的耳蜗核的神经元核内有报道, 而在其它核群中则罕见<sup>[21]</sup>。在哺乳动物, 棒状小体随神经元受刺激的增强而增多, 如用抑制蛋白质合成的药物作用神经元后, 再刺激神经元, 棒状小体则不增多。故认为这种内含物可能是由细胞核内原有的蛋白质亚单位生产的。Feldman 等指出, 这种内含物多出现于视、听系统的神经元, 可能是这些神经元即使在睡眠状态下也不停活动的缘故<sup>[21]</sup>。禽类肠道的节律性活动在一定程度上是独立于大脑支配之外, 即使在睡眠状态下或游离体外时也进行蠕动和分泌, 这种特殊的生理活动可能与 INR 细胞核内的棒状小体结构有关, 但有待进一步的生理学实验证实。

### 3.3 INR 卫星细胞被囊的特点及意义

一般的自主神经节中神经元被卫星细胞形成的被囊与胞外基质隔开, 但两栖类交感神经节<sup>[22]</sup>、一些哺乳类副交感神经<sup>[23]</sup>、感觉神经<sup>[24]</sup>和壁内肠神经系统神经节<sup>[25]</sup>的神经细胞膜表面缺乏卫星细胞被囊包裹。缺乏卫星细胞被囊, 造成了神经元和胞外基质大分子物质之间没有屏障。从而认为, 由于壁内肠神经系统没有血液供应, 哺乳类肠神经系统中缺少卫星细胞被囊将有利于神经元获取营养<sup>[25]</sup>。本试验观察到, 鸡 INR 的神经元胞体周围虽有零星的卫星细胞分布, 但不能形成被囊包裹, 而且其周围的基膜不明显, 似乎更有利于神经细胞获得营养供应。然而, 鸡 INR 中分布有丰富的血管, 所以上述观点并不适于解释鸡 INR 的细胞结构特征。可见, 缺乏卫星细胞被囊的神经细胞的形态特点, 可能具有更深层次的生物学意义。

### 3.4 INR 过路节及其神经递质分析

不同的标本制备方法,显示的过路节突触小泡种类不尽相同<sup>[10,17]</sup>。本文应用 2.5%戊二醛固定 48 h, 1% 锇酸后固定,根据突触小泡的结构特点,将禽类 INR 过路节分为 4 种:第一种过路节内的突触小泡均为直径为 20~30 nm 的清亮小泡,可能为胆碱能神经元末梢;第二种过路节内分布着直径 10~25 nm 的清亮小泡和直径为 50~70 nm 的大颗粒囊泡,后者内含致密芯。这类过路节可能为经典递质和肽类递质共存的神经元末梢;第三种过路节只见 70~90 nm 的大颗粒囊泡,可能为肽能神经元末梢。Young 和 Aisa 等<sup>[10,18]</sup>也曾观察过禽类肠神经的突触种类,两者的样品处理存在不同,结果也有一定差异,而且与本试验结果也不尽相同。造成这些差异的原因很可能就是试验方法或程序的不同,但每种方法的试验结果是稳定和明确的,均能在一定程度上说明禽类 INR 末梢及其所含递质具有多样化的结构和组成。

## 4 结 论

4.1 鸡 INR 内分布有两种神经元,一种为大量的大体积神经元,它们具有合成和分泌功能的超微结构特征;另一种为小体积的小强荧光细胞,常常少量成群分布;

4.2 根据所含突触小泡的不同,INR 内含有 4 种过路节,它们的数量比例为,第 1 种:第 2 种:第 3 种:第 4 种等于 5:8:2:5。过路节的细胞膜上形成结构不同的突触联系。过路节的形态多样化显示出鸡 INR 支配功能的复杂性;

4.3 大神经元周围的卫星细胞零散分布,不能形成完整被囊,但与神经元之间有突触样联系。被囊结构的不完整性可能具有更深层次的意义;

4.4 大神经元细胞核内分布着一种特殊的棒状结构,其结构意义显示出与哺乳类的棒状小体具有相似性。

### References

- [1] Suzuki M, Ohmori Y, Watanabe T. Projections of neurons in the intestinal nerve of Remak to the chicken intestine. *Journal of Automatic Nervous System*, 1996, 61: 79-86.
- [2] Liu J X, Wang W J, Feng Y M, Li M Y, Bao H J, Chen Q S. The sympathetic postganglionic and sensory innervation of oviducal magnum in hen: a cholera toxin subunit B-conjugated horseradish peroxidase study. *Journal of Anatomy*, 2007, 210(4): 439-448.
- [3] 陈秋生, 黄国庆, 刘 仪. 肠神经对鸡输卵管支配的逆行追踪法研究. *中国兽医学报*, 2003, 23(6): 585-587.
- Chen Q S, Huang G Q, Liu Y. Study on Remak nerve innervating uterin tube in hens with retrograde tracing method. *Chinese Journal of Veterinary Science*, 2003, 23(6): 585-587. (in Chinese)
- [4] 张德禄, 崔 燕. 母鸡输卵管子宫部副交感节后神经元支配的逆行追踪研究. *畜牧兽医学报*, 2002, 33(3): 250-253.
- Zhang D L, Cui Y. A study of parasympathetic postganglionic neuronal innervation in the chickens uterus of oviduct with retrograde tracing method. *Acta Veeritaria et Zootechnica Sinica*, 2002, 33(3): 250-253. (in Chinese)
- [5] 董常生, 郭和以, 刘为民, 马仲华. 鸡卵巢交感传出神经节后神经元的分布. *内蒙古农牧学院学报*, 1991, 12(3): 67-71.
- Dong C S, Guo H Y, Liu W M, Ma Z H. Distribution of the sympathetic efferent postganglionic neurons in the ovary of hens. *Journal of Inner Mongolia Agricultural and Animal Husbandry*, 1991, 12(3): 67-71. (in Chinese)
- [6] 王瑞中. 鸡睾丸的荐部副交感神经分布-HRP 法研究. *莱阳农学院学报*, 1992, 9(3): 238-242.
- Wang R Z. The sacral parasympathetic innervation of the testis of the male chicken: a CB-HRP study. *Journal of Laiyang Agricultural College*, 1992, 9(3): 238-242. (in Chinese)
- [7] 崔 燕, 谢铮铭. 鸡腔上囊传出神经元的分布——CB-HRP 法研究. *甘肃农业大学学报*, 1990, 25(3): 258-261.
- Cui Y, Xie Z M. Distribution of the efferent nerve of the bursa of Fabricius. *Journal of Gansu Agricultural University*, 1990, 25(3): 258-261. (in Chinese)
- [8] 陈建新, 郭和以, 刘为民, 马仲华. 鸡泄殖腔传入神经元的定位及其传入纤维在脊髓内的分布. *内蒙古农牧学院学报*, 1990, 11(1): 36-40.
- Chen J X, Guo H Y, Liu W M, Ma Z H. The location of afferent neurons of cloaca and it's distribution of afferent fibers in the spinal cord of chicken. *Journal of Inner Mongolia Agricultural and Animal Husbandry*, 1990, 11(1): 36-40. (in Chinese)
- [9] 冯亚玫, 柳金雄, 陈秋生. 鸡 Remak 神经显微形态学研究. *畜牧与兽医*, 2008, 40(1): 36-40.
- Feng Y M, Liu J X, Chen Q S. Micromorphological research on the intestinal nerve of Remak in chicken. *Animal Husbandry and Veterinary Medicine*, 2008, 40(1): 36-40. (in Chinese)
- [10] Aisa J, Lahoz M, Serrano P J, Vera-Gil A. Histochemical, immunohistochemical and electron microscopy study of the caudal portion of the chicken intestinal nerve of Remak. *Neurochemical Research*, 1998, 23(6): 845-853.
- [11] 柳金雄, 冯亚玫, 张 莉, 陈秋生. 鸡肠神经胆碱乙酰转移酶和多

- 巴胺羟化酶细胞的免疫组织化学. 中国兽医学报, 2007, 27(5): 707-709.
- Liu J X, Feng Y M, Zhang L, Chen Q S. Immunohistochemistry of ChAc and D $\beta$ H cells in Remak nerve of chicken. *Chinese Journal of Veterinary Science*, 2007, 27(5): 707-709. (in Chinese)
- [12] 冯亚玫, 柳金雄, 刘 仪, 陈秋生. 鸡 SP-mRNA 探针制备及其在 INR 的杂交反应. 畜牧兽医学报, 2008, 39(1): 117-122.
- Feng Y M, Liu J X, Liu Y, Chen Q S. Preparation of chicken SP-mRNA probe and its detection in INR by in situ hybridization histochemistry. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*, 2008, 39(1): 117-122. (in Chinese)
- [13] 柳金雄, 冯亚玫, 陈秋生. 生长抑素前体蛋白 1 和前脑啡肽原 mRNA 在鸡肠 Remak 神经中的分布. 动物学报, 2007, 53(2): 294-302.
- Liu J X, Feng Y M, Chen Q S. The distribution of chicken somatostatin precursor 1 and preproenkephalin mRNA in chicken intestinal nerve of remak. *Acta Zoologica Sinica*, 2007, 53(2): 294-302. (in Chinese)
- [14] 柳金雄, 冯亚玫, 张 晖, 陈秋生. 鸡血管活性肠肽 RNA 探针制备及其在鸡肠 Remak 神经的原位杂交反应. 南京农业大学学报, 2007, 30(2): 111-115.
- Liu J X, Feng Y M, Zhang H, Chen Q S. Preparation of chicken vasoactive intestinal peptide RNA probe and its detection in intestinal nerve of Remak by in situ hybridization. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 2007, 30(2): 111-115. (in Chinese)
- [15] Akester A R. The autonomic nervous system. In King A S, McLelland J (eds). *Form and Function in Birds*. Vol. 1. New York: Academic Press, 1980: 381-441.
- [16] 翟中和, 王喜忠, 丁明孝. 细胞生物学. 北京: 高等教育出版社, 2007: 285-290.
- Zhai Z H, Wang X Z, Ding M X. *Cell Biology*. Beijing: Higher Education Press, 2007: 285-290. (in Chinese)
- [17] 万选才, 杨天祝, 徐承焘. 现代神经生物学. 北京: 北京医科大学中国协和医科大学联合出版社, 1999: 50-61.
- Wan X C, Yang T Z, Xu C T. *Contemporary Neurobiology*. Beijing: Beijing Medicine University and China Xiehe Medicine University Press, 1999: 50-61. (in Chinese)
- [18] Young H M. The ultrastructure of the intestinal nerve of Remak in the domestic fowl. *Cell Tissue Research*, 1990, 260: 601-616.
- [19] Takahshi K, Hama K. Some observations on the fine structure of nerve cell bodies and their satellite cells in the ciliary ganglion of the chick. *Z. Zellforsch Mikrosk Anatomy*, 1965, 67: 835-843.
- [20] O'Donnell A M, Bannigan J, Puri P. Vagal neural crest contribution to the chick embryo cloaca. *Pediatric Surgery International*, 2006, 22(12): 983-986.
- [21] 成令忠, 钟翠平, 蔡文琴. 现代组织学. 上海: 上海科学技术文献出版社, 2003: 374-420.
- Cheng L Z, Zhong C P, Cai W Q. *Contemporary Histology*. Shanghai: Shanghai Science and Technological Literature Press, 2003: 374-420. (in Chinese)
- [22] Pick J. *The Autonomic Nervous System*. Lippincott Philadelphia Toronto. 1970: 221-237.
- [23] Gilpin C J, Dixon J S, Gilpin S A, Gosling J A. The fine structure of autonomic neurons in the wall of the human urinary bladder. *Journal of Anatomy*, 1983, 137: 705-713.
- [24] Marcel P M, Tusscher T, Klooster J, Vrensen G F J M. Satellite cells as blood-ganglion cell barrier in autonomic ganglia. *Brain Research*, 1989, 490: 95-102.
- [25] Wilson A J, Furness J B, Costa M. The fine structure of the submucous plexus of the guinea-pig ileum. II. Description and analysis of vesiculated nerve profiles. *Journal of Neurocytology*, 1981, 10: 785-804.

(责任编辑 林鉴非)