

正常大鼠视网膜苗勒(Müller)细胞的形态学结构特点

过贵元¹, 郑宏华¹, 陈秀丽²

(1. 解放军 476 临床部, 福建福州 350002; 2. 山东眼科研究所, 山东青岛 266071)

[摘要] **目的** 观察正常大鼠视网膜 Müller 细胞的形态特征及其与神经细胞之间的区别, 从形态学方面探索 Müller 细胞的生理功能。**方法** 应用透射电镜技术观察正常大鼠视网膜 Müller 细胞形态结构。**结果** 电镜下视网膜 Müller 细胞的胞体发出放射状突起, 这些坚韧的突起纵贯视网膜全层, 几乎占据了神经细胞所没有占据的空间。**结论** Müller 细胞不仅是视网膜的支架, 而且是神经节细胞能量的重要来源、是维持视网膜内环境的稳定及保护神经突触传递的重要的神经胶质细胞。

[关键词] Müller 细胞; 形态学; 超微结构

中图分类号: R322.9+1 献标识码: A 文章编号: 1672-271X(2009)03-0193-03

Morphology characteristics of Müller cells of the retina

GUO Gui-yuan¹, ZHENG Hong-hua¹, CHEN Xiu-li² (1. No. 476 Department of Ophthalmology, Fuzhou General Hospital, Nanjing Military Area Command, Fuzhou 350002, Fujian, China; 2. Shandong Eye Institute, Qingdao 266071, Shandong, China)

[Abstract] **Objective** To observe the morphology of Müller cells of retina in normal rat, difference between Müller cells and neurons of retina and the function of Müller cells. **Methods** To study the morphology of the Müller cell of the normal retina by transmission electron microscope (TEM). **Results** At the ultra-structural level, the Müller cell body sends out radial processes, which go through vertically the retina entirely, and nearly occupy the space where nerve cell doesn't occupy. **Conclusion** Müller cells are the principal glia of the retina. They not only support the whole retina but also provide energy to the ganglion cell. They can maintain the stabilization of microenvironment, and protect the neurotransmission.

[Key words] Müller cells; Morphology; Ultrastructure

视网膜 Müller 细胞是哺乳动物视网膜内最主要的神经胶质细胞, 占视网膜神经胶质细胞的 90% 以上。早在 1851 年德国人 Müller 首次描述了该细胞, 后来以其名字命名。Müller 细胞仅存在于视网膜中, 它的胞体位于内核层, 但是它的突起占据从内界膜到外界膜, 贯穿整个视网膜^[1]。Müller 细胞不仅在结构上起支架及填充作用, 而且能合成、储存糖原, 为神经细胞提供葡萄糖; 它还直接参与视网膜微循环的调节以及对神经细胞的突触传递有绝缘作用^[2]。由此可见, Müller 细胞在视网膜中发挥重要的生理作用。本文通过光镜、电镜系统观察研究分析正常大鼠视网膜 Müller 细胞的形态学结构特点。

1 材料和方法

1.1 实验动物 健康雄性 Sprague-Dawley (SD) 大鼠 16 只 (由上海斯莱克实验动物有限责任公司提供), 6 周龄, 体重 180 ~ 200 克。

1.2 取材方法 将大鼠予以 10% 水合氯醛 0.3 ml/100 g 腹腔注射麻醉, 仰卧固定于手术台上。托品卡胺滴眼液滴双眼, 充分散瞳, 直接眼底镜观察正常大鼠视网膜颜色、视网膜血管、视乳头境界形态变化。然而迅速摘除眼球, 清除球外眼组织后, 立即投入 2.5% 戊二醛固定液 1 h 后, 去除角膜、晶状体及玻璃体, 在赤道部沿赤道方向剪取 1 mm × 3 mm 视

作者简介: 过贵元 (1959-), 男, 浙江长兴人, 医学硕士, 主任医师, 研究生导师, 从事眼科及管理工作。

网膜组织 1 块,迅速放入新鲜的 2.5% 戊二醛固定液中,用于电镜制样。将剩余视网膜组织放入 4% 的甲醛溶液固定 24 h 以上用于光镜制样。

1.3 光镜制样^[3] ①标本常规脱水、二甲苯透明、浸蜡、石蜡包埋。②石蜡切片:用一次性刀片在西德 Leitz 型号切片机上行石蜡切片,切片厚度 4 μm 。③ HE 染色。

1.4 透射电镜制样^[4] ①标本取材后,经 3% 戊二醛-1.5% 多聚甲醛前固定,1% 锇酸-1.5% 亚铁氰化钾后固定,酒精-丙酮脱水,环氧树脂 618 包埋剂包埋。②超薄切片。③醋酸铀、柠檬酸铅染色。④日立 Hu-12A 型(飞利浦 208 型)透射电镜观察、摄影。

2 结果

2.1 光镜下视网膜组织形态 正常大鼠视网膜结构:视网膜为眼球壁最内层,分为视网膜感光层和色素上皮层。大鼠视网膜组织学结构与人视网膜组织学结构相似,有完整的十层结构。大鼠视网膜神经纤维层及外网状层很薄,内网状层最厚,视网膜各层结构清晰,排列整齐,光镜下 HE 染色的组织切片中 Müller 细胞不容易与其它视网膜细胞鉴别。

2.2 电镜下观察视网膜 Müller 细胞 Müller 细胞是贯穿视网膜内界膜与外界膜之间的巨大的胶质细胞(图 1),在透射电镜下,我们在视网膜内、外核及节细胞层对其进行了细致的观察。

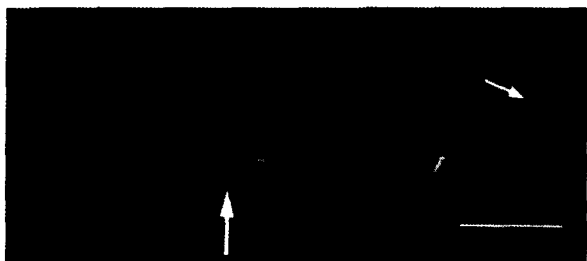


图 1 扫描电镜下大鼠视网膜 Müller 细胞 长箭头指向胞体,短箭头指向外侧突,横线代表 10 μm (引自, Donald G. Puro, Diabetes-induced dysfunction of retinal Müller cells)。

内核层:Müller 细胞胞核在内核层,双极细胞、水平细胞、无长突细胞的胞核都在这一层。双极细胞是内核层的主要细胞,细胞核呈均一圆形。Müller 细胞核呈椭圆形或多角形,致密度比周围其它细胞高,染色质颗粒均匀分布,与其它神经成分易于区别。核周胞质较少,在细胞核周围形成薄层,着色深。胞质中含有散在的细丝、不同大小的囊泡状

滑面内质网和少量的圆形线粒体。Müller 细胞的内外侧突起分别向内、外网状层伸展,侧突伸入其他细胞之间(图 2)。



图 2 正常大鼠视网膜内核层结构 $\times 8\,800$ 。Müller 细胞胞核电子致密度高,排列紧密,多角形。

节细胞层:Müller 细胞含有大量的直径约 10 ~ 12 nm 微丝、纵形排列的线粒体、囊泡状滑面内质网、直径 25 ~ 30 nm 高密度糖原颗粒、直径 10 ~ 15 nm 高密度核糖体颗粒。Müller 细胞突起分支伸于节细胞胞体之间,形成神经元周围的微环境。末端膨大分支与其所附着的基底膜共同组成视网膜第 10 层,即内界膜。基底膜直接与玻璃体相邻,将 Müller 细胞与玻璃体隔开(图 3)。

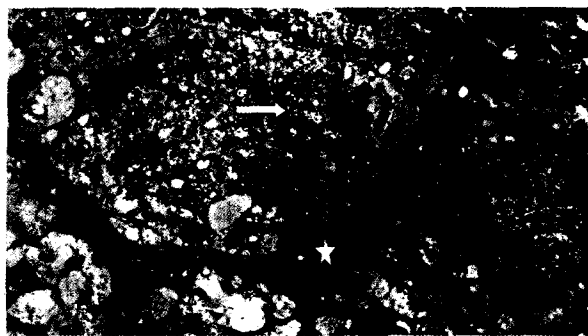


图 3 正常大鼠视网膜神经纤维层结构 $\times 4\,800$ Müller 细胞突起(星号部分)包绕着神经节细胞的胞体(箭头所指)。

外核层及视锥、视杆细胞层:Müller 细胞胞突向外伸至视锥、视杆细胞外节之间,突起外形凹凸不平,内有细丝、不发达高尔基复合体、糖原颗粒,线粒体多集中于突起顶部。Müller 细胞外侧突起顶端之间、Müller 细胞外侧突起与视细胞内节之间及视细胞内节与内节之间有连接复合体共同构成外界膜。外界膜并不是一层膜,而是由细胞与细胞之间的连接结构粘连小带所构成。Müller 细胞突起顶端有微

绒毛,穿插在视细胞内节之间(图4)。

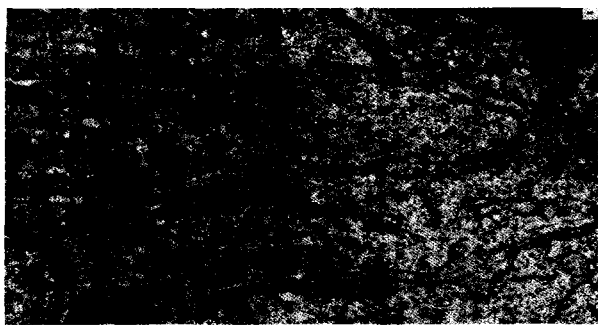


图4 正常大鼠视网膜锥、杆细胞层结构×15 000
Müller细胞突起顶端有微绒毛,穿插在视细胞内节之间。

3 讨论

光镜下 HE 染色的组织切片中 Müller 细胞不容易与其它视网膜细胞鉴别。为了进一步观察 Müller 细胞在视网膜不同层次的细微结构及其与邻近细胞之间的关系,我们采用电镜技术对同一标本的视网膜进行观察。

电镜观察结果显示:在内核层的内中间区,从 Müller 细胞的胞体发出放射状突起,这些坚韧的突起纵贯视网膜全层,几乎占据了神经细胞所没有占据的空间。从形态学上支持 Müller 细胞是整个视网膜的支架。在神经纤维层,放射状突起的终末端呈圆锥形膨大,参与内界膜的结构。在外核层、内核层及神经节细胞层,从 Müller 细胞放射状突起的侧壁发出带状分支,这些分支突起形成网状,包绕着神经细胞的胞体,有利于视网膜微环境的稳定。在外网状层、内网状层及神经纤维层,从 Müller 细胞放射状突起的侧壁向水平方向发出细微的分支,这些水平分支包绕着神经细胞的树突、轴突及其突触。跟中枢神经系统的神经胶质细胞类似,Müller 细胞对视网膜神经细胞的神经冲动的传递可能起到绝缘作用。Müller 细胞还向血管表面发出小的分支,贴附于毛细血管壁,从形态上支持 Müller 细胞参与构成血-视网膜屏障^[5]。

Müller 细胞内可见丰富的线粒体、大量糖原颗粒、发育良好的滑面内质网、核糖体及微丝等。Müller 细胞的胞质特别是线粒体在视网膜各层分布并不均匀,表现为从视锥、视杆细胞层到神经节细胞及神经纤维层逐渐增多,线粒体的形状也由长杆状到椭圆形到圆形变化,与 Rasmussen^[6-7]的研究结果

基本一致。线粒体是细胞生物氧化产生能量的重要场所。细胞生命活动所需的总能量中,约有 95% 来自线粒体。线粒体在细胞内多集中于代谢活跃的区域及细胞需 ATP 较多的部位。有研究表明,Müller 细胞中乳酸脱氢酶也主要集中在节细胞层及神经纤维层。Müller 细胞所提供的葡萄糖是神经节细胞的主要能量来源^[8-9]。

通过上述研究和分析可见:Müller 细胞不仅是视网膜的支架,而且在视网膜神经节细胞层与神经纤维层代谢最活跃,为神经细胞特别是神经节细胞提供能量。Müller 细胞的突起贴附在毛细血管壁,参与构成血-视网膜屏障并可能将血液中的大分子营养物质转运给神经细胞。与中枢神经系统中神经胶质细胞类似,Müller 细胞还具有维持视网膜内环境的稳定及保护神经突触传递的绝缘作用。

参考文献

- [1] Reichenbach A, Robinson SR. Neuroglia[M]. Oxford University Press, 1995:58.
- [2] 李凤鸣. 中华眼科学(上册)[M]. 2 版. 北京:人民卫生出版社, 2005:114-115.
- [3] 龚志锦,詹熔洲. 病理组织制片和染色技术[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1994:17-22.
- [4] 张景强,朴英杰,蔡福筹,等. 生物电子显微镜技术[M]. 2 版. 广州:中山大学出版社, 1993:43-61.
- [5] Chan-Ling T. Glial, neuronal and vascular interactions in the mammalian retina[J]. Progress in Retinal and Eye Research, 1994, 13:357-389.
- [6] Rasmussen KE. A morphometric study of the Müller cell, their nuclei and mitochondria rat retina [J]. Ultrastructure Research, 1973, 44:96 - 112.
- [7] Rasmussen KE. A morphometric study of the Müller cell cytoplasm in the rat retina [J]. Ultrastructure Research, 1972, 39:413 - 429.
- [8] Kuwabara T, Cogan DG. Ratinal glycogen[J]. Arch Ophthalmol, 1961, 66:680.
- [9] Magalhaes MM, Coimbra A. Electron microscope radioautographic study of glycogen synthesis in the rabbit retina[J]. J Cell Biol, 1970, 47:263.

(收稿日期:2009-2-18;修回日期:2009-03-21)

(本文编辑:黄攸生; 英文编辑:王建东)