亚型之间在形态学上的区分并没有精确的研究报道。Rivera等[8]将神经节细胞分为小(胞体横径在6～10 μm),中(胞体横径在11～14 μm),大(胞体横径≥14 μm),分别对应α、β和γ 3种亚型。本实验将横径在9 μm以上的神经元胞体认定为神经节细胞。并分类计数横径≥12 μm的节细胞,将其划分为细胞横径最大的α亚型的神经节细胞。本实验中观察到,RCS大鼠和对照组在横径9 μm以上的胞体计数上也没有显著差异,推测原因,其一是实验中选用时间段动物最大只有11周,内层神经元的改变虽在进行,但并没有到终末。节细胞或许仍然能够在总体数量上维持基本的正常。其二是其它非节细胞胞体被纳入计数中。因为在非特异性染色上区分无长突细胞和β和γ细胞亚群神经节细胞是困难的,尤其在密度高的地区[9]。

α亚型的神经节细胞胞体横径是内层神经元中最大的,容易和异位迁徙的细胞以及无长突细胞相区分。本实验中对于横径≥12 μm胞体进行计数发现RCS大鼠从5周龄段开始和对照组RCS-rdy+大鼠之间有显著差异,并且RCS大鼠变性过程中自身前后对照从7周龄段开始也出现显著差异。观测到的这种结果提示在视网膜变性疾病的过程中,早期节细胞虽然能够在整体数量上维持基本的一致,但是在亚型上已经开始出现明显的数量上变化。我们在实验中观察到,从出生后第7周开始,横径在12 μm以上的神经元胞体数量相对于出生后第3周就已经有相当显著的减少($P<0.01$),减少在30%以上。推测此时视网膜内层神经元的功能应该有比较大的变化。Radner等[10]在rd鼠的视网膜下腔移植视网膜片后发现在周龄较小rd鼠,移植后能够观察到光刺激下的神经冲动发放,而在周龄较大的rd鼠上,比如8周以上,光反应就无法记录得到。Rander的研究所提示的时间点与本实验观测到的结果相近。结合本研究的结果,推测在RCS大鼠出生后第7周,节细胞层就很难维持应有的正常功能。但是存留的节细胞的是否发生形态和功能上的改变,以及发生什么样的改变,需要进一步的研究。

本研究提示,在RCS大鼠视网膜病变发育过程中,随着光感受器细胞的缺失,视网膜α亚型神经节细胞也在数量上出现明显的缺失,这种变化在生后第7周加剧。并推测此时RCS大鼠视网膜的功能受到严重的影响。但是这种数量上的改变与整体视网膜功能的变化之间的关系还需要进一步研究。并且视网膜神经节细胞其他亚型是否出现变化还需要进一步的验证。

参考文献:

[1] Santos A, Humayun M S, de Juan E Jr, *et al*. Preservation of the inner retina in retinitis pigmentosa. A morphometric analysis[J]. Arch Ophthalmol, 1997, 115(4): 511-515.

[2] Kim S Y, Sadda S, Pearlman J, *et al*. Morphometric analysis of the macula in eyes with disciform age-related macular degeneration[J]. Retina, 2002, 22(4): 471-477.

[3] Marc R E, Jones B W, Watt C B, *et al*. Neural remodeling in retinal degeneration[J]. Prog Retin Eye Res, 2003, 22(5): 607-655.

[4] Nelson R, Famiglietti E V Jr, Kolb H. Intracellular staining reveals different levels of stratification for on- and off-center ganglion cells in cat retina[J]. J Neurophysiol, 1978, 41: 472-483.

[5] Dreher B, Fukada Y, Rodieck R W. Identification, classification and anatomical segregation of cells with X-like and Y-like properties in the lateral geniculate nucleus of old-world primates[J]. J Physiol, 1976, 258(2): 433-452.

[6] Dreher B, Sefton A J, Ni S Y, *et al*. Morphology, number, distribution and central projections of class I retinal ganglion cells in albino and hooded rats[J]. Brain Behav Evol, 1985, 26(1): 10-48.

[7] Poole J S. Early postnatal development of visual function in ganglion cells of the cat retina[J]. J Neurophysiol, 1993, 69(5): 1645-1660.

[8] Rivera N, Lugo N. Four retinal ganglion cell types that project to the superior colliculus in the thirteen-lined ground squirrel (*spermophilus tridecemlineatus*)[J]. J Comp Neurol, 1998, 396(1): 105-120.

[9] 黄厚斌, 崔如年, 马志中. 改良大鼠视网膜节细胞逆行标记方法的建立[J]. 眼科新进展, 2004, 24(5): 341-344.

[10] Radner W, Sadda S R, Humayun M S, *et al*. Light-driven retinal ganglion cell responses in blind rd mice after neural retinal transplantation[J]. Invest Ophthalmol Vis Sci, 2001, 42(5): 1057-1065.

(编辑 薛周文)

作者书写数字须知

根据《关于出版物上数字用法的规定》,本刊实行三位分节法(即从小数点算起,向左向右每3位分1节,节间留出一定空隙),废除千分撇分节法(如2,431改为2 431)。但年份、页数、部队编号、仪表型号、标准号不用三位分节法。中文出现的数字,凡属计数数值,一律用阿拉伯数字表示。

本刊编辑部