

单眼缝合、双眼缝合对猫视觉中枢中一氧化氮合酶 阳性神经元数量与形态的影响

蒋斌¹ 丁锦东¹ 周逸峰¹ 寿天德^{1,2,3}

(1. 中国科技大学生命科学院 神经生物学与生物物理学系视觉研究实验室, 合肥 230027;

2 复旦大学生命科学学院 生理学与生物物理学系, 上海 200433;

3 中国科学院生物物理研究所 视觉信息加工开放实验室, 北京 100101)

摘要 用NADPH-d组织化学方法观察了在生后一周内即施行单眼缝合和双眼缝合成活至1年的猫视觉中枢(上丘表层, 外膝体和视皮层17区)中的一氧化氮合酶阳性神经元数量及形态。结果显示: (1)单眼缝合或双眼缝合并不改变上丘表层中一氧化氮合酶阳性细胞的分布模式, 也不影响该神经元的数量, 但单眼缝合使对侧上丘表层一氧化氮合酶阳性神经元的树突野最大半径减小, 树突总长度减少; 而双眼缝合可使双侧上丘中一氧化氮合酶阳性细胞胞体减少, 树突野最大半径以及树突总长度均明显减少。(2)单眼缝合导致外膝体非剥夺层中出现较多一氧化氮合酶阳性细胞, 剥夺层少量出现, 而双眼缝合却没有以上效应。(3)单眼缝合不影响视皮层17区中一氧化氮合酶阳性细胞的空间分布模式以及该神经元在皮层各层中的分布密度; 双眼缝合也不影响该神经元的分布模式, 但可使NADPH-d黄递酶活性明显降低。提示视觉神经中枢中的一氧化氮合酶阳性神经元的活动受视网膜活动依赖性的调节, 且受视觉经验的影响。

关键词 一氧化氮合酶 视觉中枢 视觉剥夺 猫

THE INFLUENCE OF REARING WITH MONOCULAR AND BINOCULAR LID SUTURE ON THE NUMBER AND MORPHOLOGY OF NOS POSITIVE NEURONS IN THE VISUAL CENTERS OF CATS

Jiang Bin¹, Ding Jindong¹, Zhou Yifeng¹, Shou Tiande^{1,2,3}

(1. Vision Research Laboratory, Department of Neurobiology and Biophysics,

School of Life Sciences, University of Science and Technology of China, Hefei 230027;

2 Department of Physiology and Biophysics, School of Life Sciences, Fudan University, Shanghai 200433;

3 Laboratory of Visual Information Processing, Institute of Biophysics, Academia Sinica, Beijing, 100101)

Abstract We investigated the changes in NADPH-diaphorase staining that occurred in the visual centers of cats following monocular and binocular lid suture. This staining allows visualization of the synthesizing enzyme of nitric oxide, a neuromodulator associated with plasticity. Early monocular and binocular lid suture had no effect on the distribution pattern of NOS positive neurons in the superficial layers of superior colliculus (SC), but monocular lid suture resulted in the morphological changes of NOS positive neurons in contralateral SC and binocular lid suture induced morphological changes in bilateral SC, such as reductions of the maximum radius of dendritic field, total dendritic length and shrinkage of the soma size. Monocular lid suture induced the abnormal appearance of NOS positive neurons in lateral geniculate nucleus (LGN). These cells were located mainly in the nondeprived laminae, but binocular lid suture had no effect on NADPH-diaphorase staining in LGN. Neither monocular lid suture nor binocular lid suture could influence the distribution pattern of NOS positive neurons in the visual cortex but binocular lid suture induced reduction of NOS activity in all cortical layers. These results suggest that the NOS activity in visual centers is experience-dependent.

Key words NOS, visual centers, visual deprivation, cat

最近的研究表明,一氧化氮(NO)在神经兴奋性中起到修饰活动的突触强度的作用。如在海马和小脑的学习、记忆诱发的机制中起逆行信使的作用,在神经发育中参与突触的精细化过程,但NO的表达水平也受到神经活动的调节。已有实验证明,NO水平可以被中枢神经系统中神经活动的改变而调节,如视觉神经通路中,在胚胎第13d烫烧双眼可使鸡顶盖一氧化氮合酶(NOS)阳性细胞数量急剧下降^[1],将大鼠的单眼或双眼摘除后,也可影响上丘表层中NOS细胞的形态^[2,3];此外,单眼缝合可使猫外膝体中非剥夺层中出现大量的NOS阳性细胞,而剥夺层却只少量出现^[4],将猴单眼摘除后可引起视皮层中被剥夺眼的眼优势柱中的NOS活性下降^[5,6]。这些实验均说明视觉剥夺可以明显改变视觉通路中NOS活性,NOS的表达受视网膜活动性的调节。但这些研究多是破坏或摘除动物眼球,彻底清除了视网膜电活动而引起的效应,而对幼小动物眼睑缝合剥夺视觉经验后对视觉中枢中的NOS活性是否有影响至今未见报道。为了探讨视觉经验与视觉中枢结构中NOS的表达关系,本文采用双眼和单眼缝合的方法,将动物在生后的第一周内(睁眼之前)即施行手术并使动物成活至成年后,研究视觉通路中NOS的表达状况,进一步探讨NO与视觉可塑性的关系。

材料和方法

小猫在生后的第一周中(眼睁开之前)即施行单眼和双眼缝合手术。在4~8mg/kg氯胺酮麻醉下用眼科剪剪去一侧或双侧眼的上下眼睑约0.5~1mm,然后将上下眼睑对齐,用眼科缝合针进行缝合,隔日一次检查缝合效果,如遇手术眼发炎化脓,肌肉注射青霉素(5~8单位/kg)治疗,眼睑缝合状态一直维持到成年。其中最后成功的动物模型数为:单眼缝合8只(左眼缝合3只,右眼缝合5只),双眼缝合5只。正常发育成年猫5只。

动物用乌拉坦(Urethane)深度麻醉后,经升主动脉依次灌流生理盐水(室温)和磷酸缓冲液(pH 7.4)配制的4%多聚甲醛固定液(4℃)后取脑入上

述固定液后固定2~4h(4℃),将脑组织依次经10%、20%、30%蔗糖磷酸缓冲液浸泡过夜(4℃),按猫脑定位图谱^[7],连续冠状冰冻切片从尾端至吻端贯穿整个上丘和外膝体。切片厚50μm,隔三取二,一套用于Nissl染色,一套用于NADPH-d组化反应;再按文献^[8]的图谱,从尾端至吻端贯穿视皮层17区进行切片(相当于Horsley-Clarke的P8-A2水平),切片厚50μm,隔三取二,一套用于Nissl染色,一套用于NADPH-d组化反应,即:脑切片用0.1mol/L磷酸缓冲液漂洗后入下列孵育液中0.5~1.2h(37℃):1mmol/L NADPH(Sigma)、0.5mmol/L氮蓝四唑(NBT)、0.2% Triton X-100、0.1mol/L磷酸缓冲液(pH 7.4)。反应中随时检查反应产物直至显示完整细胞形态和近端树突后,用上述磷酸缓冲液漂洗数次,玻片贴片后,依次用中性红复染(确定上丘、视皮层分层)、酒精脱水、二甲苯透明和中性树脂封片,用显微镜观察照相。从上丘尾端到吻端的切片中,每只动物取10~15张切片,用网格测微尺测定上丘表层每张切片由内向外五个样品区的NOS阳性神经元的数目,取平均值并换算成mm²中的细胞剖面密度,用同样方法计数上丘表层Nissl染色片上的表层细胞剖面密度;通过Camera lucida精确绘出不同年龄段上丘表层中不同类型的NOS阳性神经元200个,测定树突野最大半径、树突线性总长度并以点分析法测定胞体截面积。视皮层的切片中,每只动物取15~20张切片,用网格测微尺测定视皮层17区的每张切片由背侧至腹侧五个样品区中的NOS阳性神经元数目,取平均值并换算成mm²中的细胞剖面密度,用同样方法计数视皮层17区的Nissl染色切片上的全部神经元剖面密度。

结果

1. 上丘表层

成年猫上丘表层中NOS阳性细胞大多数为中等大小的细胞,胞体为梭形和星形,大多数主树突垂直于上丘表面。细胞剖面密度:左侧为(60.5 ± 11.5)细胞/mm²,右侧为(59.9 ± 10.4)细胞/mm²(表1)。

单眼缝合和双眼缝合并不影响该神经元在上丘中的分布模式,也不影响NOS阳性细胞剖面密度。NOS阳性细胞剖面密度在左眼缝合猫同侧上丘为 (63.8 ± 9.7) 细胞/ mm^2 ,对侧上丘为 (69.6 ± 6.8) 细胞/ mm^2 ;右眼缝合猫同侧上丘为 (56.8 ± 22.3) 细胞/ mm^2 ,对侧上丘为 (62.1 ± 20.6) 细胞/ mm^2 ;双眼缝合猫左右侧上丘分别为 (56.5 ± 24.4) 细胞/ mm^2 和 (55.9 ± 25.3) 细胞/ mm^2 。经统计学处理,正常猫上丘表层阳性细胞剖面密度左右侧无差异($P > 0.05$)。双眼剥夺猫左右侧无差异($P > 0.05$),单眼缝合猫同侧与对侧亦无差异($P > 0.05$) (表1)。

经投射筒人工描出200个NOS阳性细胞的统计结果:正常猫上丘NOS细胞胞体截面积左右侧分别为: $(290.6 \pm 92.2) \mu\text{m}^2$ 和 $(293.5 \pm 99.7) \mu\text{m}^2$,树突野最大半径是 $(114 \pm 52) \mu\text{m}$ 和 $(109 \pm 48) \mu\text{m}$,树突线性总长度左右侧分别为: $(191 \pm 103) \mu\text{m}$ 和 $(178 \pm 92) \mu\text{m}$ 。

单眼缝合使对侧上丘表层中NOS阳性细胞的树突野最大半径、树突线性总长度明显减少(表1, Figs 1, 2),双眼缝合使双侧上丘表层中的NOS阳性细胞胞体面积、树突野最大半径和树突线性总长度均明显减小(表1, Figs 3, 4)。

表1 上丘表层NOS阳性细胞形态和细胞剖面密度($\bar{x} \pm s$)

分 组	侧 别	树突野最大半径 (μm)	树突线性总长度 (μm)	胞体截面积 (μm^2)	细胞剖面密度 (Cells/ mm^2)
正常组	左侧	114 ± 52	191 ± 103	290.6 ± 92.2	60.5 ± 11.5
	右侧	109 ± 48	178 ± 92	293.5 ± 99.7	59.9 ± 10.4
双眼缝合组	左侧	87 ± 46**	166 ± 110*	252.7 ± 88.4**	56.5 ± 24.4
	右侧	82 ± 37**	154 ± 102*	261.6 ± 48.4**	55.9 ± 25.3
左眼缝合组	左侧	111 ± 53	174 ± 97	270.3 ± 94.6	63.8 ± 9.7
	右侧	84 ± 45**	125 ± 76**	274.3 ± 89.1	69.6 ± 6.8
右眼缝合组	左侧	92 ± 48**	139 ± 80**	285.1 ± 101.8	62.1 ± 20.6
	右侧	106 ± 54	177 ± 110	288.2 ± 114.4	56.8 ± 22.3

与正常组相比 * , $P < 0.05$ ** , $P < 0.01$

2 外膝体

外膝体在生后发育的各个年龄段均未见到NOS阳性细胞,但在生后的第三周,出现了NOS阳性纤维,这些纤维在成年时更为浓密地分布于A、A1、C层中(另文发表)。

双眼剥夺对NOS阳性纤维无任何影响(Fig 5),但单眼缝合使外膝体非剥夺层中出现了较多的NOS阳性细胞,而剥夺层只出现少量(Fig 6),且这些NOS细胞在正常成年猫的外膝体中是不存在的(Fig 9)。

3 视皮层17区

正常成年猫视皮层17区中NOS阳性神经元主要分布于2/3层、5/6层及白质中。2/3层中者以淡染的、突起不明显的细胞为主(Type V),而5/6层中者却是以浓染的、突起明显的细胞为主(Type D)(Figs 7, 8)。

单眼缝合不影响该神经元在皮层中的分布模式,表2表示单眼缝合无论是对同侧或对侧皮层中的NOS阳性神经元分布密度无任何影响(Figs 10, 11),双眼缝合也不影响神经元的分布模式,但可使左右侧皮层17区中各层的NOS阳性细胞剖面密度明显减少($P < 0.01$) (表2, Figs 12, 13)。

表2 视皮层17区的NOS阳性细胞剖面密度(Cells/ mm^2 , $\bar{x} \pm s$)

分 组	侧 别	2/3层	4层	5/6层
正常组	左侧	131.1 ± 13.8	74.0 ± 5.8	86.9 ± 7.1
	右侧	126.3 ± 17.4	69.0 ± 4.7	86.0 ± 3.8
双眼缝合组	左侧	91.9 ± 14.5**	49.8 ± 7.7**	52.5 ± 13.4**
	右侧	93.4 ± 13.4**	46.9 ± 8.9**	50.6 ± 10.9**
左眼缝合组	左侧	118.0 ± 11.2	60.3 ± 2.5	73.8 ± 18.1
	右侧	105.3 ± 11.9	61.6 ± 6.0	75.4 ± 4.1
右眼缝合组	左侧	121.4 ± 26.6	63.6 ± 18.1	72.3 ± 9.1
	右侧	132.8 ± 25.3	55.7 ± 14.0	66.4 ± 17.2

** , 与正常组相比 $P < 0.01$

讨 论

在动物发育的早期,单眼缝合或双眼缝合可明显影响上丘、外膝体、视皮层等视觉中枢的发育,而这些研究的结果多是来自猫的实验数据。电生理学研究表明,早期单眼缝合可使剥夺眼所支配的上丘细胞呈现不正常的感受野特性,如大多数细胞缺少方向选择性,而对静止的闪光刺激更为敏感。另外剥夺眼所支配的上丘双眼细胞数量减少,而非剥夺眼所支配的上丘双眼细胞无明显变化,其感受野特性是正常的^[9,10]。双眼缝合使上丘表层中对光刺激有反应的细胞明显减少,只占正常的69%~83%,方向敏感性细胞数目从60%降至15%,且大多数细胞对较低运动速度的光刺激更加亲和^[11,12]。

在外膝体,单眼缝合可使被剥夺层中的神经元细胞胞体减少,Y型细胞选择地消失^[13],细胞色素氧化酶(CO)和CA T-301反应减弱^[14,15],被剥夺层中的神经末梢在皮层中所占的领域减少^[16],但对外膝体中的中间神经元却无任何影响^[17]。

在视皮层,单眼缝合可使原先均为双眼反应的视皮层仅对未遮盖的眼的刺激有反应,双眼细胞大量消失;而双眼缝合同样使相当一部分细胞失去了双眼性、方位选择性和方向选择性细胞明显下降,但视皮层细胞的眼优势柱发育基本正常,因此双眼缝合的动物,视皮层具有相对较为正常的功能^[18-21]。

虽然从Hubel和Wiesel开创工作以来,对动物视觉系统的电生理和形态学上已有较多的研究,但至今尚未见到单眼缝合与双眼缝合对视觉神经通路中的NOS阳性细胞形态及数量的影响的报道。

生后发育过程中上丘表层和外膝体中的NO参与了这两个皮层下视觉中枢的功能成熟,在视皮层中NO表达可能与发育早期皮层中细胞分化、组织代谢、突触发生和突触精细化过程有关,但与视皮层的眼优势柱的可塑性无关(另文发表)。本文实验结果:单眼缝合和双眼缝合明显影响猫上丘表层中NOS阳性细胞的形态,使它们的树突野减小,因此视觉经验也可以调节NOS阳性细胞NO的表达量。据报道,大鼠的上丘表层中几乎所有类型的细胞都表达NO^[3]。本文结果显示上丘表层中NOS阳性细胞呈现多种细胞形态,胞体面积变异较大。在雪貂外膝体中用双标记研究发现,NOS阳性细胞有的是GABA能抑制神经元,而有的却不是^[22]。故认为,上丘表层中的NOS阳性神经元既有中间神经元又有

中继神经元,因此推测视觉经验剥夺可能主要影响上丘表层中那些具有视觉反应的中继神经元的形态结构,这些结果可能正是上丘表层神经元表现出剥夺效应的原因之一。

在成年动物的外膝体中,用NADPH-d组化方法不能显示出NOS阳性细胞,但单眼缝合可导致外膝体非剥夺层中出现较多的NOS阳性细胞,在剥夺层也有少量出现。本文实验结果与Gunluk等^[4]的结果是一致的,他们还用GABA和CA T-301抗体区分标记发现,这些在正常猫外膝体中不显现的NOS阳性神经元是外膝体中Y型中继细胞,这是单眼缝合引起外膝体剥夺层中Y型中继细胞大量丢失的从另一侧面进一步的形态学上的证明,同时也说明视觉经验同样可以影响外膝体中的NO表达量,但双眼缝合对外膝体中的NOS却无任何影响。

视皮层17区中,单眼缝合或双眼缝合造成的视觉经验的剥夺,不影响NOS阳性细胞在皮层中的分布模式,但双眼缝合可使皮层各层中NOS阳性细胞数目显著减少。Sandell^[5]发现在猴的视皮层VI区NOS的分布模式在神经纤维网里与邻近区域的细胞色素氧化酶相匹配,并受单眼摘除的调节。Aoki等^[6]进一步用电镜观察发现,单眼摘除的调节主要影响皮层中被剥夺眼优势柱中NOS阳性细胞的远端突起中的酶活性,而对细胞体中的酶活性却无显著影响,单眼摘除引起视觉活动的改变可以调节被剥夺的眼优势柱中的NOS阳性神经元远端的NOS蛋白合成,从而调节NOS神经元与外膝体传入纤维突触的强度。因此视皮层中的NOS活性受视网膜传入活动依赖性调节而与单眼缝合造成的视觉经验剥夺无关,由于视皮层的NOS阳性细胞大多数与神经肽Y或生长抑素共存的或与两者都共存,而90%~95%的神经肽Y阳性细胞和生长抑素阳性细胞与GABA共存,因此推测NOS与GABA共存,故NOS阳性细胞可能是视皮层中的中间神经元。猫视皮层中的NOS阳性细胞的生后发育模式与GAD酶活性基本一致,且在黑暗中饲养的猫双侧视皮层的GABA酶活性显著降低^[23]。由于视皮层神经元的感受野的形成需要外膝体的兴奋性输入,但这些输入在皮层内经过了中间抑制神经元的抑制作用,皮层细胞的方位选择性是受中间抑制神经元释放GABA来控制的,即皮层内部GABA能神经元可能参与了方位选择性的发生^[24,25]。本文的结果,双眼缝合可使皮层各层中的NOS数量大大

减少, NADPH-d 酶活性降低, 因此作为皮层中间神经元的 NOS 阳性细胞可能参与了方位选择性的形成过程。

猫视皮层发育过程中 NOS 活动与视觉发育的关键期无吻合关系(另文发表), 且 NOS 活性又与单眼缝合造成的视觉经验丧失无关, 进一步证明 NO 可能不参与视皮层眼优势柱的可塑性。但双眼缝合可使双侧皮层各层中的 NOS 阳性细胞数量显著减少, 可能对皮层的方位选择性的发育有一定的影响。

(收稿 1998- 10- 14)

本文图 1~ 13 见版图 56 页

参 考 文 献

- [1] Williams CV, Nordquist D, Mcloon SC. Correlation of nitric oxide synthase expression with changing pattern of axonal projections in the developing visual system. *J Neurosci*, 1994; 14: 1746~ 1755
- [2] Mendez-Otero R, Tenorio F, Giraldi-guinaraes A, *et al*. Effects of neonatal and adult enucleation on the distribution of nitric oxide synthase in the superficial layers of the rat superior colliculus. *Soc Neurosci Abstr*, 1996; 22: 762
- [3] Vercelli A, Biasiol S, Jhaveri S. Rapid response of NADPH-d expressing cells in the superior colliculus following eye removal in adult rat. *Soc Neurosci Abstr*, 1997; 23: 452
- [4] Gunluk AE, Bickford ME, Sheman SM. Rearing with monocular lid suture induces abnormal NADPH-diaphorase staining in the lateral geniculate nucleus of cats. *J Comp Neurol*, 1994; 350: 215~ 228
- [5] Sandell JH. NADPH-diaphorase histochemistry in the macaque striate cortex. *J Comp Neurol*, 1986; 251: 388~ 397
- [6] Aoki C, Fenstemaker S, Lubin M, *et al*. Nitric oxide synthase in the visual cortex of monocular monkeys as revealed by light and electron microscopic immunocytochemistry. *Brain Res*, 1993; 620: 97~ 113
- [7] Snide RS, Nimer WT. A stereotaxic atlas of the cat brain. Chicago: University of Chicago Press, 1961: A 3 0~ P1. 0
- [8] Tusa RJ, Palmer LA, Rosenquist AC. Multiple cortical visual areas. Visual field topography in the cat. In: CN Woolsey, ed. *Cortical Sensory Organization. Vol 2 Multiple Visual Areas*. Clifton, New Jersey: Humana Press, 1981: 1~ 31
- [9] Bemman N, Sterling P. Cortical suppression of the retino-collicular pathway in the monocularly deprived cat. *J Physiol*, 1976; 255: 263~ 273
- [10] Holmann KP, Sheman SM. Effect of early monocular deprivation on visual input to cat superior colliculus. *J Neurophysiol*, 1975; 37: 1267~ 1286
- [11] W ickelgren BG, Sterling P. Influence of visual cortex on receptive fields in the superior colliculus of the cats. *J Neurophysiol*, 1969; 32: 16~ 23
- [12] Flandrin JM, Jeannerod M. Superior colliculus: environmental influence on the development of directional responses in the kitten. *Brain Res*, 1975; 89: 348~ 352
- [13] Sur M, Frost DO, Hockfield S. Expression of a surface-associated Y-cells in the cat lateral geniculate nucleus is regulated by visual experience. *J Neurosci*, 1988; 8: 874~ 882
- [14] Wong-Riley M TT. Changes in the visual system of monocularly sutured or enucleated cats demonstrable with cytochrome oxidase histochemistry. *Brain Res*, 1979; 171: 11~ 28
- [15] Guinaraes A, Zarella S, Hockfield S. Molecular and morphological changes in the cat lateral geniculate nucleus and visual cortex induced by visual deprivation are revealed by monoclonal antibodies cat-304 and cat-301. *J Neurosci*, 1990; 10: 3014~ 3024
- [16] Friedlander MJ, Martin KAC, Wassenhove-McCarthy D. Effects of monocular visual deprivation on geniculocortical innervation of area 18 in the cat. *J Neurosci*, 1991; 11: 3268~ 3288
- [17] Robson JA, Martin-Elkins CL. The effects of monocular deprivation on the size of GAD+ neurons in the cat's dorsal lateral geniculate nucleus. *J Comp Neurol*, 1985; 239: 62~ 74
- [18] Shatz CJ, Stryker MP. Ocular dominance in layer IV of the cat's visual cortex and the effects of monocular deprivation. *J Physiol*, 1978; 281: 267~ 283
- [19] Wiesel TN. Postnatal development of the visual cortex and the influence of environment. *Nature*, 1982; 299: 583~ 591
- [20] Stryker MP, Harris WA. Binocular impulse blockade prevents the formation of ocular dominance columns in cat visual cortex. *J Neurosci*, 1986; 6: 2117~ 2133
- [21] Antonini A, Stryker MP. Development of individual geniculocortical arbors in cat striate cortex and effects of binocular impulse blockade. *J Neurosci*, 1993; 13: 3549~ 3573
- [22] Cramer KS, Moore CI, Sur M. Transient expression of NADPH-diaphorase in the lateral geniculate nucleus of the ferret during early postnatal development. *J Comp Neurol*, 1995; 353: 306~ 316
- [23] Fosse VM, Heggelund P, Fonnum F. Postnatal development of glutamatergic, GABAergic, and cholinergic neurotransmitter phenotypes in the visual cortex, lateral geniculate nucleus, pulvinar and superior colliculus in cats. *J Neurosci*, 1989; 9: 426~ 435
- [24] Sillito AM. Plasticity in the visual cortex. *Nature*, 1983; 303: 477~ 478
- [25] Sillito AM. Functional considerations of the operation of GABAergic inhibitory processes in the visual cortex. In: Jones EG and Peters A, eds. *Cerebral cortex Vol 2, Functional properties of cortical cells*. New York: Academic, 1984: 91~ 117

Explanation of Figures

- Fig 1 The morphology of NOS positive neurons in the ipsilateral superior colliculus of the monocular lid sutured cats
Bar= 50 μm
- Fig 2 The morphology of NOS positive neurons in the contralateral superior colliculus of the monocular lid sutured cats
Bar= 50 μm
- Fig 3 The morphology of NOS positive neurons in the left superior colliculus of the binocular lid sutured cats
Bar= 50 μm
- Fig 4 The morphology of NOS positive neurons in the right superior colliculus of the binocular lid sutured cats
Bar= 50 μm
- Fig 5 Coronal section of lateral geniculate nucleus of the binocular lid sutured cats, showing NOS positive fibers distributed in A, A1 laminae Bar= 200 μm
- Fig 6 Coronal section of lateral geniculate nucleus of the monocular lid sutured cats, showing NOS positive fibers distributed in A, A1 laminae and NOS positive neurons located in nondeprived lamina A (arrows) and deprived lamina A1 (arrows). Bar= 200 μm
- Fig 7 NOS positive neurons and fibers in left visual cortex (Areal17) of the normal adult cats Bar= 200 μm
- Fig 8 NOS positive neurons and fibers in right visual cortex (Areal17) of the normal adult cats Bar= 200 μm
- Fig 9 Coronal section of lateral geniculate nucleus of the normal adult cats, showing NOS positive fibers in A, A1 laminae
Bar= 200 μm
- Fig 10 NOS positive neurons and fibers in the ipsilateral visual cortex (Areal17) of the monocular lid sutured cats
Bar= 200 μm
- Fig 11 NOS positive neurons and fibers in the contralateral visual cortex (Areal17) of the monocular lid sutured cats
Bar= 200 μm
- Fig 12 NOS positive neurons and fibers in the left visual cortex (Areal17) of the binocular lid sutured cats Wm. white matter Bar= 200 μm
- Fig 13 NOS positive neurons and fibers in the right visual cortex (Areal17) of the binocular lid sutured cats Wm. white matter Bar= 200 μm

蒋 斌等 单眼缝合、双眼缝合对猫视觉中一氧化氮合酶阳性神经元
数量与形态的影响

(图说明见正文末页)

