DOI:10.16016/j.1000-5404.1984.01.007

大鼠脑干向小脑核的纤维投射
——HRP法研究

张素贞 徐敢熊 汪立鑫*

（解剖教研室）

提 要

本实验用辣根过氧化物酶（HRP）法研究了大鼠脑干向小脑核的纤维投射。观察到脑干具有HRP标记神经元的核团如下：下橄榄核、外侧网状核、脑桥被盖网状核、桥核、三叉神经脊束核、三叉神经感觉主核、三叉神经中脑核、前庭神经脊核、前庭神经内侧核、延髓腹侧网状核、延髓巨细胞网状核、延髓旁正中网状核、中缝桥核、中缝隐核、中缝大核、舌周核、兰斑核、薄束核、楔束核、楔外核。小脑各核接受脑干核团投射纤维不尽相同，其中以外侧核和间位核接受较多的脑干核团投射纤维，脑干标记核团基本相同，但有投射纤维到小脑顶核的脑干核团较少。本文讨论了橄榄小脑核投射的局部定位关系。

关于脑干核团向小脑皮质的纤维投射，研究者颇多[1][2][3]，1980年Gould[4]全面论述了猫的脑干核团向小脑皮质的纤维投射。国内对大白鼠脑干向小脑皮质的纤维投射也有摘要报导。但由于小脑核位于小脑皮质的深面，技术上存在一定困难，故研究脑干核团向小脑核的纤维投射者较少[5][6][7][8]。有鉴于此，本文在这方面作了些探讨。

材料和方法

本实验用成年大白鼠15只，重200—250克，经腹腔注射戊巴比妥钠麻醉后，固定于江湾Ic型定位仪上，将辣根过氧化物酶（Sigma Ⅵ型，RZ=3.2）用套管式微玻管法或微电泳法注入小脑各核。

有7只大白鼠是用套管式微玻管法将30% HRP水溶液注入小脑核，每只注入量约0.005微升。另外8只大白鼠用电泳法引入，用0.05M Tris-HCl缓冲液（pH8.6）配制成20% HRP溶液，电泳时电流强度为3—5μA，连续通电30—60分钟，留针10分钟。

动物存活40—48小时后，仍用戊巴比妥钠腹腔麻醉，然后经左心室灌流固定。先用少量0.1M磷酸盐缓冲液冲洗，继用冷冻的含3%多聚甲醛和1.25%戊二醛的0.1M磷酸盐缓冲液（pH7.4）灌注，灌完后立即取脑，浸于10%蔗糖磷酸盐缓冲液（4℃）中24小时，作厚40微米冰冻连续切片，按Mesulam法进行兰色反应。将全部切片贴成两套，一套用中性红复染，一套不复染，以明视野观察复染片为主，辅以暗视野观察。

观察结果

本文15例中有5例只注入小脑外侧核，

* 现在第二军医大学解剖教研室

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

7例只注入间位核，3例只注入顶核，小脑核附近白质略有弥散。当HRP注入小脑各核后，脑干核团标记情况见附表和图1—6，详情分述如后：

HRP注入大鼠小脑各核后，脑干内标记细胞分布

HRP注入部位 / 脑干标记核团	外侧核				间位核				顶核			
	本文		Eller 等		本文		Kitai 等 McCrea等		本文		Ruggiero等	
	本侧	对侧	本侧	对侧	本侧	对侧	本侧	对侧	本侧	对侧	本侧	对侧
下橄榄核		⫼	+	⫼		⫼		△		⫼		△
外侧网状核	⫼	+	+	+	⫼	+	△		⫼	+		
脑桥被盖网状核	⫼	⫼	⫼	⫼	⫼	⫼						
桥　核	+	⫼	⫼	⫼	+	⫼	△	△				
三叉神经脊束核	+	±	+		+	±						
三叉神经感觉主核	±	±	+		±	±						
三叉神经中脑核	±		+									
前庭神经脊核	+	+			+	+			+	+	△	△
前庭神经内侧核					±	±			±	±	△	△
延髓腹侧网状核	+	+			+	+						
延髓巨细胞网状核	+	+			+	+						
延髓旁正中网状核	+	+			+	+						
中缝桥核	+	+	+	+	+	+						
中缝隐核	+		+		+							
中缝大核			+	+	±	±						
舌周核	+	+	+	+	+	+	△	△	+	+	△	△
兰斑核	+	+	+		+	+						
楔外核	+				+	±	△		+	±		
薄束核					±							
楔束核					±							
三叉神经运动核			+									
背中缝核			+	+								
中央上核			+	+	+							
旁臂体				+								

注1：“⫼”表示较多HRP标记细胞，“++”表示中等量标记细胞，“+”表示少量标记细胞，“±”表示有些例子中出现标记细胞

注2：根据Kitai等、McCrea等、Ruggiero等原文记载，本文用“△”代为表示该文有HRP标记细胞

注3：Eller等项内“+”，“⫽”，“⫼”系引用原文表格

1．下橄榄核　15例中对侧下橄榄核均有HRP标记细胞出现，标记细胞数目较多，而且颗粒浓密，但本侧下橄榄核未发现标记细胞。我们观察到当HRP注入小脑外侧核时，对侧下橄榄核主核有标记细胞出现，当HRP只注入小脑间位核时，对侧头端的下橄榄背侧付核和内侧付核均有标记细胞，如HRP只注入小脑顶核时，对侧尾端的下橄榄内侧付核有标记细胞出现。

2．延髓外侧网状核　15例中延髓外侧网状核双侧均有标记细胞，数目稍多，颗粒也较多，大细胞部和小细胞部均有数量不等

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

的标记，通常本侧标记细胞略多于对侧。

3．脑桥被盖网状核 15例中除HRP注入顶核者无标记细胞外，其余的12例脑桥被盖网状核双侧均有中等量标记细胞，细胞为大的多角形，HRP颗粒明显。

4．桥核 15例中除HRP注入顶核者无标记细胞外，其余的12例双侧均有标记细胞，对侧标记细胞多而且HRP颗粒浓密，本侧标记细胞很少，标记细胞为中等大小的梭形细胞，分布于桥核的内侧、外侧、背侧和腹侧份，以腹侧份最多。

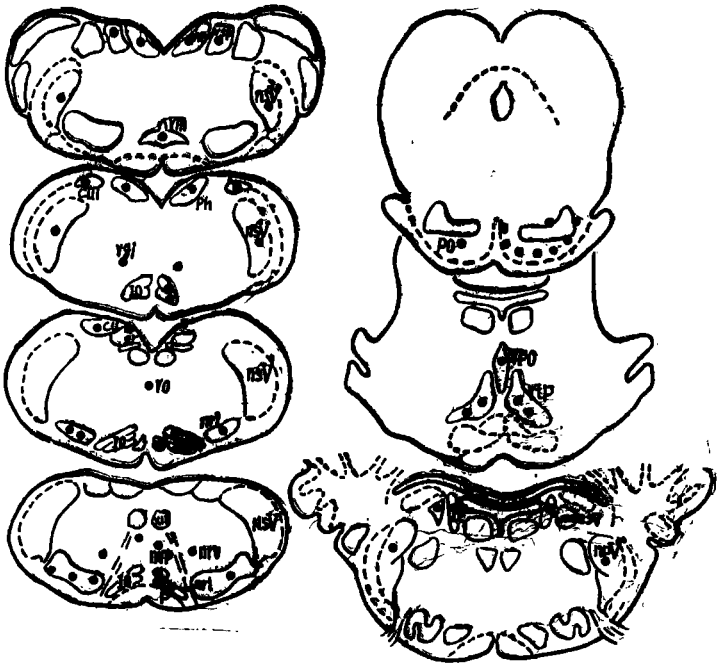


图1 HRP注入左侧小脑核后，脑干核团标记细胞分布情况：

P锥体，Io下橄榄核，nrl外侧网状核，nrp延髓旁正中网状核，nrV延髓腹侧网状核，nsV三叉神经脊束核，ro中缝隐核，Cu楔束核，gr薄束核，Cul楔外核，rgi延髓巨细胞网状核，ph舌周核，rm中缝大核，vm前庭神经内侧核，vsp前庭神经脊核，Lc兰斑核，nmesV三叉神经中脑核，npV三叉神经感觉主核，rpo中缝桥核，rtp脑桥被盖网状核，po桥核

5．脑神经感觉核 当HRP注入小脑外侧核或间位核时，三叉神经脊束核的中间亚核和咀侧亚核有少量散在的标记细胞，主要在本侧，对侧也偶有标记细胞。三叉神经感觉主核双侧均偶而出现过标记细胞。当HRP注入外侧核时，有2例本侧三叉神经中脑核有个别标记细胞。15例中均未发现三叉神经运动核有标记细胞。

当HRP注入小脑各核时，双侧前庭神经脊核均发现有少量标记细胞。当HRP注入间位核或顶核时，双侧前庭神经内侧核偶有标记细胞。

有3例HRP注入间位核者发现本侧前庭神经节有少量标记细胞。

6．脑干网状结构和中缝核群 当HRP注入外侧核或间位核时，延髓腹侧网状核、巨细胞网状核、旁正中网状核双侧均有少量标记细胞。中缝桥核有少量标记细胞，中缝隐核有个别标记细胞。当HRP注入间位核时，中缝大核偶有标记细胞。

7．其它核群 HRP注入小脑各核时，双侧舌周核有少量标记细胞出现。HRP注入外侧核或间位核时，双侧兰斑核均有个别标记细胞。HRP注入间位核时，本侧薄束核和楔束核偶有标记细胞。当HRP注入小脑各核时，本侧楔外核出现少量标记细胞，对侧偶而出现标记细胞。

讨　论

1．本文将HRP注入大鼠小脑外侧核后，脑干核团标记细胞的分布与 Eller 等所得结果基本相同；本文将HRP注入大鼠小脑顶核后，脑干标记核团与 Ruggiero等的结果基本一致。而本文将 HRP 注入小脑间位核时，脑干标记核团与注入外侧核者相似，与

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

Kitai 等和 McCrea 等注入间位前核的结果相差较大，他们仅提到脑干五个核团有标记细胞，而我们标记的脑干核团较多（见附表），其原因可能是Kitai 等和 McCrea 等仅将HRP注入小脑间位前核，范围较小，而本文将HRP注入整个间位核，范围较大，再加上动物种类不同可能有关系。

2．下橄榄核是一个复杂的核团，研究橄榄小脑投射的作者颇多[9][10][11][12]，Brodal 等系统的阐明了橄榄小脑投射的情况，Courville 等用HRP法对小脑核接受的下橄榄核的投射纤维作了全面的分析，发现橄榄小脑投射有明显的局部定位关系，即下橄榄主核（PO）投射到对侧小脑外侧核，下橄榄内侧付核（MAO）和背侧付核(DAO)的头端部分投射到对侧间位核。Eller 等观察到下橄榄主核主要投射到对侧小脑外侧核，Kitai 等观察到下橄榄核MAO和DAO的头端部分投射到对侧小脑间位核，本文观察结果与以上作者相一致。至于下橄榄核到顶核的投射，各家说法不很一致，Courville等认为MAO和DAO的尾端部分投射至双侧顶核，Ruggiero等观察到MAO的尾端部分投射到对侧顶核，本文同意后者的意见。Groenewegen等用Fink-Heimer 法研究了橄榄小脑投射，他们观察到下橄榄核投射到小脑核的局部定位关系与我们所得结果基本一致，并进一步证实这些纤维都是下橄榄核到小脑皮质的攀缘纤维的侧支。

Tolbert 等用放射自显影和HRP 法研究了小脑核和下橄榄核之间的投射问题，他发现外侧核和间位核与下橄榄核之间有往返纤维联系，而且定位关系明确，即外侧核投射到下橄榄主核，而间位前、后核依次投射到下橄榄背侧和内侧付核。此结果与下橄榄核投射到小脑核的纤维的位置相对应，说明下橄榄核与小脑核之间的纤维往返联系存在着局部定位关系。但 Tolbert 等并未发现顶核与下橄榄核之间有投射纤维联系，而本文、Courville等、Ruggiero等均发现下橄榄核投射到顶核的纤维，至于顶核是否有投射到下橄榄核的纤维联系则有待进一步探讨。

3．桥核到小脑皮质的纤维投射是众所周知的，至于桥核到小脑核的纤维投射文献上记载不多，Eller等观察到桥核投射到小脑外侧核，McCrea 等观察到桥核投射到间位前核。Dietrichs 等[13]用TMB法观察了小脑与桥核之间的顺行和逆行投射，他们发现HRP注入小脑皮质后，HRP经轴突逆行传递至桥核，使桥核标记，由该轴突发出细的分支到达小脑外侧核和间位核，这些细纤维被认为是桥小脑皮质纤维的侧支，即是说桥核投射到小脑皮质的同时发出侧支到小脑外侧核和间位核，本文同意以上作者意见，即桥核投射到小脑外侧核和间位核，至于是否属桥核到小脑皮质纤维的侧支因本文方法限制尚不能肯定。关于桥核是否有纤维投射到顶核的问题目前尚未见报导。

4．本文发现延髓腹侧网状核、巨细胞网状核和旁正中网状核均有纤维投射到小脑外侧核和间位核，而Eller等、McCrea 等均未提及。

本文发现楔外核投射到所有小脑核，楔束核投射到间位核，此结果与Somana等[14]所得结果基本一致。Kitai 等发现楔外核投射到间位核，而Eller等和Ruggiero等未发现楔外核或楔束核有任何投射到小脑核。另外，本文还发现薄束核也偶有投射到间位核的纤维。

Brodal等曾用银染法发现前庭神经纤维直接投射到小脑外侧核，以后有的作者用银染法或HRP法均未发现此种情况。本文当HRP注入间位核时，观察到本侧前庭神经节有HRP标记细胞，说明前庭神经第一级纤维除到小脑皮质外，还投射到小脑间位核，至于此纤维是否也是到小脑皮质的纤维的侧支尚无法肯定。

Eller等提到三叉神经运动核有投射纤

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

维到小脑外侧核，Kotchabhakolin等[15]提到颅神经运动核有到小脑核的投射纤维，本文未发现脑干颅神经运动核到小脑核的投射。以前有人用镀银法找到了红核小脑核投射，而本文用HRP法未发现有此投射纤维。

（糜建红同志参加了本文的技术工作，特此致谢。）

参 考 文 献

1. Azizi SA, et al: The pontocerebellar system in the rat: An HRP study. I. Posterior Vermis. J Comp Neur 1981, 197:543—558

2. Brodal A and Kawamura K: Olivocerebellar projection: A Review. Adv Anat Embryol cell Biol 1980, 64:1—140

3. Matsushita M and Ikeda M: Projections from the lateral reticular nucleus to the cerebellar cortex and nuclei in the cat. Exp Brain Res 1976, 24:403—421

4. Gould BB: Organization of afferents from the brain stem nuclei to the cerebellar cortex in the cat. Adv Anat Embryol Cell Biol 1980, 62:1—90

5. Eller T, et al: Afferents to the cerebellar lateral nucleus. Evidence from retrograde transport of horseradish peroxidase after pressure injections through micropipettes. J Comp Neur 1976, 166:285—301

6. Kitai ST, et al: Electrophysiological and horseradish peroxidase studies of precerebellar afferents to the mucleus interpositus anterior. I. Climbing fiber system. Brain Res 1977, 122:197—214

7. Ruggiero D, et al: Brain stem afferents to the fastigial nucleus in the cat demonstrated by transport of horseradish peroxidase. J Comp Neur 1977, 172:189—210

8. McCrea RA, et al: Electrophysiological and horseradish peroxidase studies of precerebellar afferents to the nucleus interpositus anterior II. mossy fiber system. Brain Res 1977, 122:215—228

9. Courville J, et al: Projections from the inferior olive to the cerebellar nuclei in the cat demonstrated by retrograde transport of horseradish peroxidase. Brain Res 1977, 130:405—419

10. Groenewegen HJ and Voogd T: The parasagittal zonation within the olivocerebellar projection. I. Climbing fiber distribution in the vermis of cat cerebellum. J Comp Neur 1977, 174:417—488

11. Groenewegen HJ, et al: The parasagittal zonal organization within the olivocerebellar projection II. Climbing fiber distribution in the intermediate and hemispheric parts of cat cerebellum. J Comp Neur 1979, 183:551—602

12. Tolbert DL, et al: The anatomical organization of the cerebello-olivary projection in the cat. J Comp Neur 1976, 170:525—544

13. Dietrichs E, et al: On retro- and anterograde transport of horseradish peroxidase in the pontocerebellar fibers as studied with the Mesulam TMB technigue. Brain Res 1981, 204:179—183

14. Somana R and Walberg F: A re-examination of the cerebellar projections from the gracile, main and external cuneate nuclei in the cat. Brain Res 1980, 186:33—42

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

15. Kotchabhakdi N and Walberg F: Cerebellar afferents from neurons in motor nuclei of cranial nerves demonstrated by retrograde axonal transport of horseradish peroxidase. Brain Res 1977, 137:158—163

Projections from Brain Stem to Cerebellar Nuclei in Rat Demonstrated with HRP Retrograde Transport Method

Zhang Suzhen, Xu Gangxiong, Wang Lixin

(Department of Anatomy, Third Military Medical College)

The projections from the nuclei of the brain stem to the cerebellar nuclei were studied with the horse-radish peroxidase (HRP) retrograde transport method. The following nuclei in the brain stem were labelled with HRP; the inferior olivary nucleus, the lateral reticular nucleus, the nucleus reticularis tegmenti pontis, the pontine nuclei, the spinal trigeminal nucleus, the principal sensory trigeminal nucleus, the mesencephalic nucleus of trigeminal nerve, the spinal vestibular nucleus, the medial vestibular nucleus, the nucleus reticularis medullae oblongatae pars ventralis, the nucleus reticularis gigantocellularis, the nucleus reticularis paramedianus, the raphe nucleus pontis, the raphe nucleus obscurus, the raphe nucleus magnus, the perihypoglossal nucleus, the locus caeruleus, the gracile nucleus, the cuneate nucleus, and the external cuneate nucleus.

It was found that there are different patterns for the cerebellar nuclei to receive the afferent fibers from the brain stem. The number of the labelled nuclei of the brain stem projecting to the cerebellar lateral nucleus is similar to that projecting to the interpositate nucleus, while the number of the labelled brain stem nuclei projecting to the cerebellar fastigial nucleus is smaller than the above two. The topographic organization of the projections from the inferior olivary nucleus to the cerebellar nuclei was discussed.

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

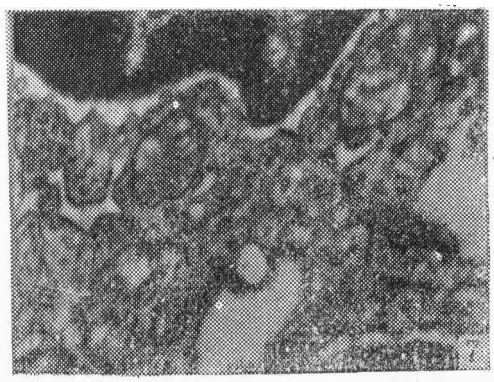


图7　16,000拉德照后24小时高倍观皱缩颗粒细胞内增多的游离多聚核蛋白体，呈星状分布于胞质。　×43,000

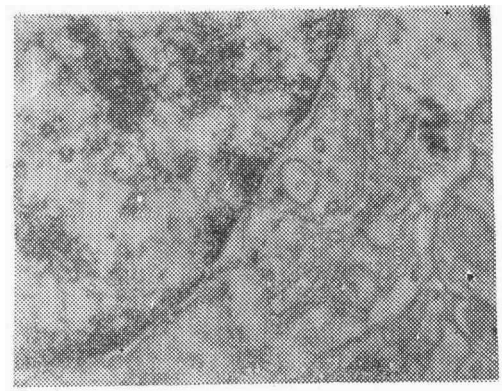


图8　16,000拉德照后24小时颗粒细胞外核膜呈锯齿状，核附近有两副发达的高尔基复合体相邻，上边的一副扁平囊泡末端扩张，有形成分泌颗粒的倾向。　×29,000

大鼠脑干向小脑核的纤维投射—HRP法研究（正文见第25页）

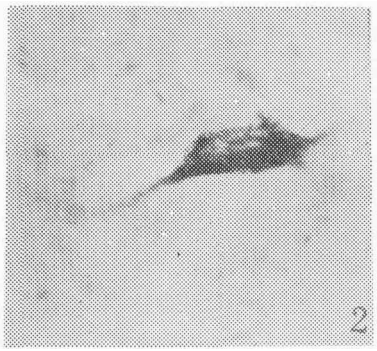


图2　前庭神经脊核HRP标记细胞，明视野，　×400

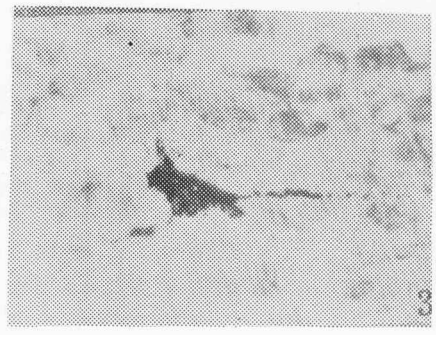


图3　兰斑核HRP标记细胞，明视野　×400

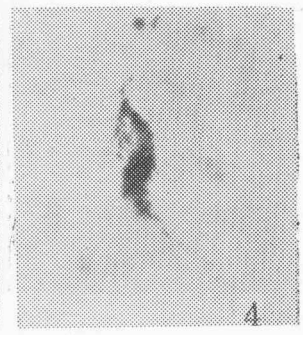


图4　中缝隐核 HRP 标记细胞，明视野，×400

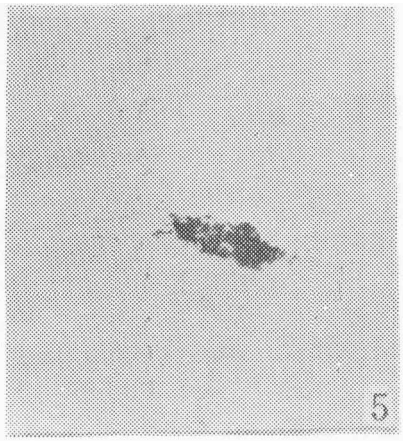


图5　桥核HRP标记细胞，明视野，　×470

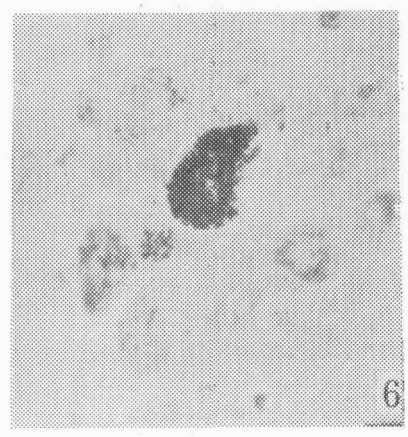


图6　前庭神经节HRP标记细胞，明视野，　×470

?1994-2016 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net