

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2018.01.007

鱼类三叉神经中脑核位置及细胞形态的研究*

凯赛尔江·多来提¹ 古丽美热·艾买如拉² 吐尔逊江·达地汗¹ 陈胜国¹ 廖礼彬³

迪力夏提·艾尼⁴ 迪力木拉提·艾尼⁵ 李 杰⁵ 古丽尼沙·克力木^{1Δ}

(1新疆医科大学基础医学院人体解剖学教研室 新疆 乌鲁木齐 830011; 2新疆医科大学第六附属医院检验科 新疆 乌鲁木齐 830002;

3新疆医科大学基础医学院组织胚胎学教研室 新疆 乌鲁木齐 830011; 4新疆医科大学第五附属医院药剂科 新疆 乌鲁木齐 830011;

5新疆医科大学临床医学本硕 2014-4 班 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要 目的:应用生物胞素法观察罗非鱼三叉神经中脑核位置及细胞形态特征。**方法:**本研究选用罗非鱼 15 只(雌雄不限),体长 15~20 cm,浸入 140 mg/L 三卡因间氨基苯酸乙酯甲磺酸盐(MS222)溶液中麻醉,在手术显微镜下暴露脑和神经,通过生物胞素(Biocytin)结晶追踪技术研究罗非鱼三叉神经中脑核的位置、细胞形态分布。**结果:**① 罗非鱼的三叉神经中脑核位于中脑后交联水平。② 三叉神经中脑核的下行纤维与运动核之间存在突触联系。③ 三叉神经中脑核的细胞形态为圆形或卵圆形。**结论:**罗非鱼的三叉神经中脑核位于中脑后交联的高度,其接受走行于三叉神经三大分支内的感觉纤维并发出的下行纤维与运动核形成突出联系。

关键词:三叉神经中脑核;生物胞素;鱼类

中图分类号:Q95-3 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2018)01-32-05

A Study on the Location and Cell Morphology of Mesencephalic Trigeminal Nucleus in Tilapia*

Kaisaierjiang·Duolaiti¹, Gulimeire·Aimairula², Tuerxunjiang·dadihan¹,

CHEN Sheng-guo¹, LIAO Li-bin³, Dilxat·Gheni⁴, Dilmurat·Gheni⁵, LI Jie⁵, Gulnisa·Kerem^{1Δ}

(1Human Anatomy Department of Preclinical College of Xinjiang Medical University Urumqi, Xinjiang, 830011, China;

2 Department of Clinical Laboratory of Sixth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang, 830002, China;

3 Histoembryology Department of Preclinical College of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang, 830011, China; 4 Department of pharmacy, Fifth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang, 830011, China; 5 Clinical Medicine Class

2014-4 Licenciatura Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang, 830011, China)

ABSTRACT Objective: To observe the location and morphology of mesencephalic trigeminal nucleus in tilapia by Biocytin tracing method. **Methods:** This experiment with tilapia, 15 (male or female), body length 15-20 cm, tilapias were deeply anesthetized by immersion in a solution of approximately 140 mg/L {tricaine methanesulfonate (MS222)}, then the brain and nerves were exposed under surgical microscope and the location and morphology of mesencephalic trigeminal nucleus in tilapia was investigated by Biocytin tracing method. **Results:** ① Mesencephalic trigeminal nucleus in tilapia located in posterior position of midbrain of crosslinking level. ② Between descending fibers of mesencephalic trigeminal nucleus and motor nucleus has synaptic connections in tilapia. ③ The morphology of mesencephalic trigeminal nucleus is round or oval shape. **Conclusion:** Mesencephalic trigeminal nucleus in tilapia located in posterior position of midbrain of crosslinking level. Mesencephalic trigeminal nucleus can accept the sensory fibers of the three branches of trigeminal nerve and between descending fibers of mesencephalic trigeminal nucleus and motor nucleus has synaptic connections in tilapia.

Key words: Mesencephalic trigeminal nucleus; Biocytin; Tilapia

Chinese Library Classification(CLC): Q95-3 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2018)01-32-05

前言

三叉神经中脑核(Mesencephalic trigeminal nucleus)是三叉神经四个核的其中之一,是一个细长的细胞柱,下端在三叉神经根水平,位于脑桥被盖背外侧,第四脑室底两侧,上端延伸至

中脑导水管周围灰质两侧。此核中的细胞特征是有许多假单极和双极细胞。一般三叉神经中脑核主要管理咀嚼肌和表情肌的自体感觉,并参与调解咀嚼肌力^[1]。目前,对大鼠、小鼠等动物三叉神经中脑核的相关研究有些文献报道^[2-4],但对鱼类三叉神经中脑核的位置和细胞形态分布未见任何详细的研究报道。本实

* 基金项目:国家自然科学基金项目(31360284)

作者简介:凯赛尔江·多来提(1978-),硕士,副教授,主要研究方向:神经解剖学,电话:18999151124, E-mail: kaisaierjiang1978@163.com

Δ 通讯作者:古丽尼沙·克力木(1961-),硕士研究生导师,教授,主要研究方向:神经解剖学, E-mail: 709926917@qq.com

(收稿日期:2017-05-23 接受日期:2017-06-16)

验研究通过应用生物胞素法(Biocytin)结晶逆行或顺行追踪法研究鱼类三叉神经中脑核的位置及细胞形态特征。

1 材料和方法

1.1 麻醉及固定

罗非鱼 15 只(雌雄不限),体长 15-20 cm,体重 80-120 克左右,将其浸入 140 mg/L 三卡因间氨基苯酸乙脂甲磺酸盐 {tricaine methanesulfonate (MS222)} 溶液中麻醉后置于手术台,并在手术台上置含有 50 mg/LMS222 的冰块于罗非鱼周围保持麻醉状态。在手术显微镜下暴露脑干和神经,用薄蜡片(American can Co.)放入被注入标记物的神经下面以免生物胞素(Biocytin)结晶体扩散,Biocytin 结晶体(Sigma Co.)放入目标位置(先切开目标神经的神经外膜,用玻璃细管取 Biocytin 结晶体,植入神经外膜内后并复位好神经外膜),之后在切口处用土霉素眼膏(Pfizer,Groton,CT)以防止感染,并用丙烯酸(类)树脂封闭手术部位。罗非鱼在 25-26 °C 的水池内存活三到四天,再次用三卡因间氨基苯酸乙脂甲磺酸盐深度麻醉,先使用生理盐水 50 到 100 mL 经心脏灌注,再用预冷的百分之二点五的戊二醛、多聚甲醛和 0.1 M 磷酸缓冲液的混合溶液 500 mL 灌注进行固定。

1.2 取材及染色

在近脑端切断神经根并将脑从颅内移出后用百分之五的凝胶(typeA, Sigma)进行包埋,用一样浓度的固定液在 4 °C 环境中固定并过夜。进行完固定后,实验所用的样本组织在浓度 20 %蔗糖的 0.1M 磷酸盐缓冲液(pH 7.4)中给予保存,并在 4 °C 冷藏环境下保存一天。使用浓度 20 %蔗糖的 5 %琼脂(typeIX, Sigma)进行包埋,然后在 -50 °C 正己烷内浸泡并冷冻,并使用恒冷切片机按 40 μ m 厚度做连续切片。在室温环境下风干切片 1.5 小时左右,用 PBS 缓冲液冲洗切片,用含有 0.5 % 双氧水(H₂O₂)PBS 缓冲液处理二十分钟,去除非特异性染色反应物及残留的血细胞,再用含 0.3 % Triton-X-100 的 PBS 缓冲液冲洗,然后孵育在卵白素-生物素-HRP 复合物(Vector, Burlingame, CA)溶液中,在二氨基联苯(DAB)中给予显色,最后在 DAB 显色后,在 0.025 % 甲酚紫内进行复染,用乙醇进行脱水并用盖玻片盖上样本。

1.3 光镜观察

使用显微镜观察连续切片上三叉神经中脑核的位置,细胞的形态及下行纤维的走行以及其他核团之间的突出联系。

2 结果

2.1 罗非鱼脑的外形,三叉神经的形态、分支分布及注入标记物部位

2.2 中脑核的位置及形态

2.2.1 三叉神经根注入标记物后的细胞形态 三叉神经根注入标记物时在中脑后交连的尾侧,半圆体尾吻侧部出现标记细胞(Fig.3 A),从前到后逐渐增多。细胞体圆形或卵圆形、清楚地看到被标记的突起(Fig.3 B-D),中脑核的轴索从细胞的腹侧向尾侧方向,内侧纵束的外侧下降,在滑车神经核水平分内、外两束。终末主要出现于同侧的三叉神经运动核,颜面神经核,迷走神经运动核,二次味觉核以及下行路核等部位(Fig.3 E-H)。

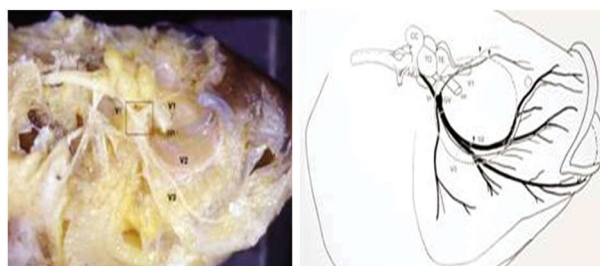


图 1 罗非鱼脑和三叉神经的形态,三叉神经分支分布及注入 Biocytin 部位

Fig.1 Morphology of brain and trigeminal nerve and place of injected with Biocytin

注:TE:终脑 TO:中脑盖 CC:小脑体 Vr:三叉神经根 V1:眼神经

V2:上颌神经 V3:下颌神经

Note: TE: Telencephalon TO: Tectum opticum CC: Corpus Cerebelli

Vr: Root of Trigeminal Nerve V1: Ophthalmic Nerve V2: Maxillary Nerve V3: Mandibular Nerve.

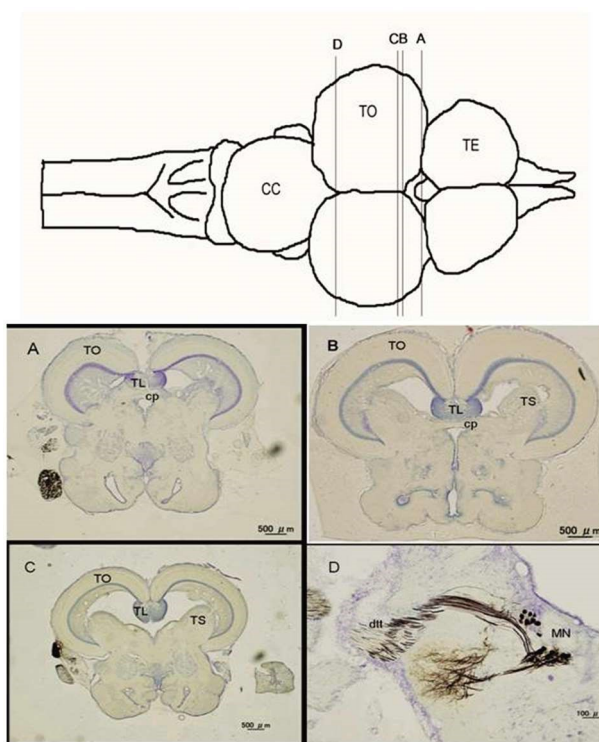


图 2 罗非鱼脑的外形及分布(上图)及下图片(A B C D)对应的切面

Fig.2 The shape and distribution of the brain of tilapia and the corresponding sections of the following pictures (A B C D)

注:TO:中脑盖 TS:半圆体 cp:后交连 dtt:下行路 MN:三叉神经运动核

Note: TO: Tectum opticum TS: Torus Semicircularis cp: Commissura posterior dtt: Descending Terminalis Tracts MN: Motor Nucleus.

2.2.2 眼神经注入标记物后的细胞形态 三叉神经的第一分支眼神经注入标记物时在中脑后交连的水平出现标记细胞(Fig.4 A)。细胞体圆形或卵圆形、颜色较淡,数量较少(Fig.4 B)。在同侧的三叉神经感觉核的背侧有少量的终末,下行路核也有少量的终末(Fig.4 C D)。

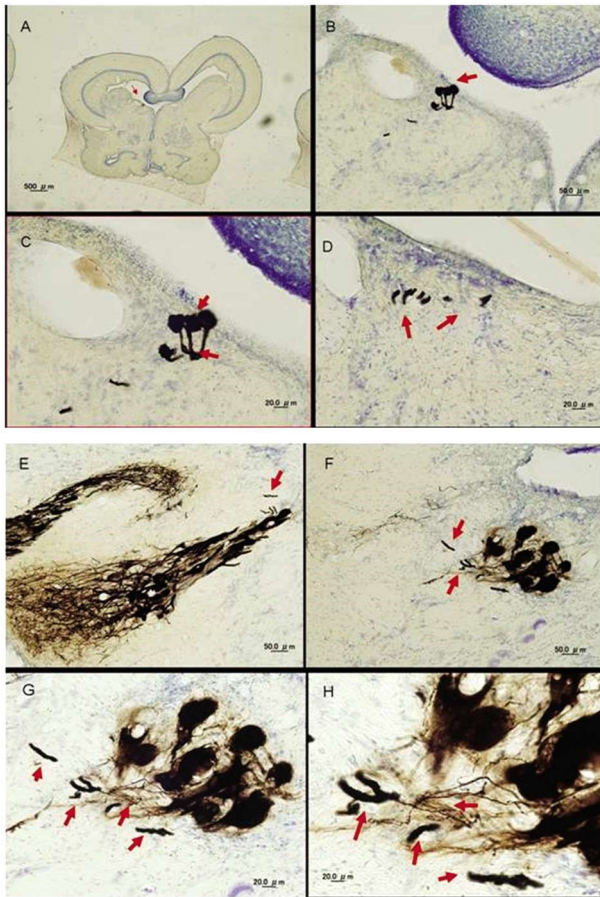


图3 三叉神经根注入标记物时所标记的神经细胞、神经纤维以及突触
Fig.3 Labeled nerve cells, nerve fibers and synapses of root of trigeminal nerve

注:A B C 被标记的三叉神经中脑核 D E 三叉神经中脑核发出的下行纤维 F G H 三叉神经中脑核的下行纤维与三叉神经运动核之间的突触联系

Note: A B C labeled mesencephalic trigeminal nucleus D E descending fibers of mesencephalic trigeminal nucleus G H synaptic connections of between descending fibers of mesencephalic trigeminal nucleus and motor nucleus.

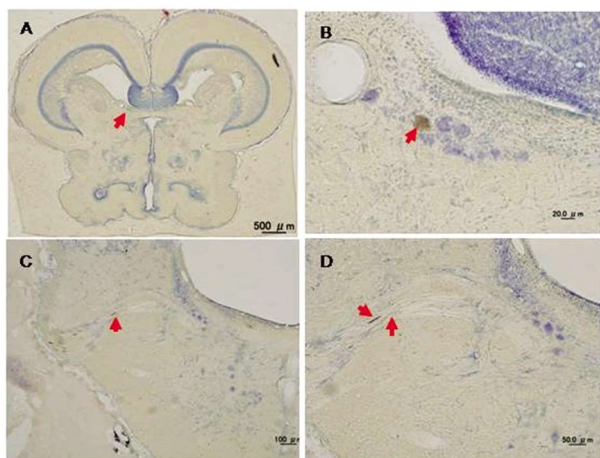


图4 眼神经注入标记物时所标记的神经细胞、神经纤维

Fig.4 Labeled nerve cells and nerve fibers of ophthalmic nerve

注:A B 被标记的中脑核 C D 被标记的下行路

Note: A B mesencephalic trigeminal nucleus C D labeled descending tracts.

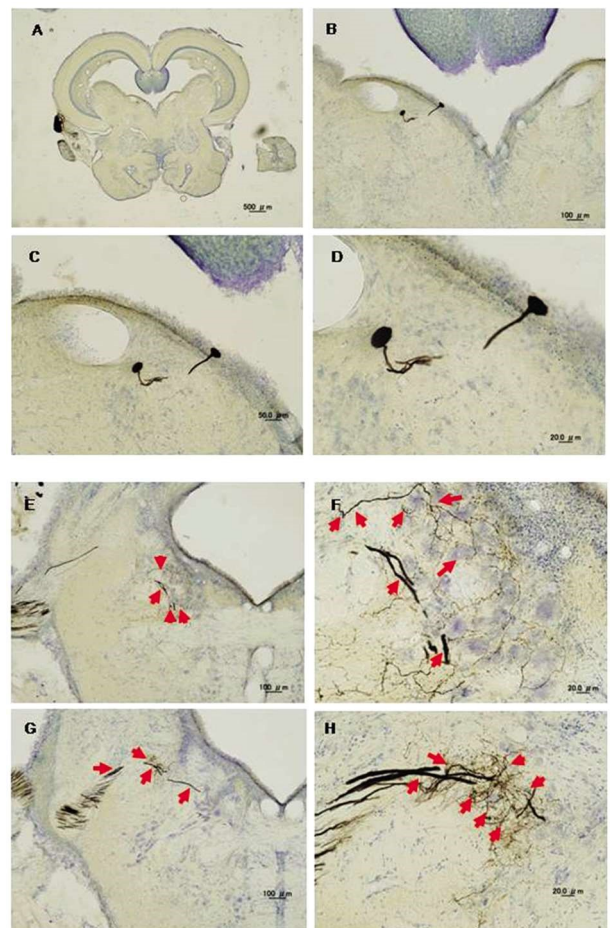


图5 上颌神经注入标记物时所标记的神经细胞、神经纤维以及突触
Fig.5 Labeled nerve cells, nerve fibers and synapses of maxillary nerve

注:A B C D 三叉神经中脑核的细胞体及突起 E F 中脑核的下行纤维与运动核之间的突触联系 G 下行路及下行路核 H 中脑核的下行纤维与下行路核之间的突出联系

Note: A B C D cell body and synaptic of mesencephalic trigeminal nucleus E F synaptic connections of between descending fibers of mesencephalic trigeminal nucleus and motor nucleus G descending tracts and nucleus of descending tracts H synaptic connections of between descending fibers of mesencephalic trigeminal nucleus and nucleus of descending tracts.

2.2.3 上颌神经注入标记物后的细胞形态 三叉神经第二分支上颌神经注入标记物时在中脑后交连的尾侧,半圆体吻侧部出现标记细胞(Fig.5 A)。细胞体圆形或卵圆形、清楚地看到被标记的突起(Fig.5 B-D)。终末支主要出现于同侧的三叉神经运动核,颜面神经核的腹内侧,迷走神经运动核的腹外侧,感觉核吻侧部以及下行路核等部位(Fig.5 E-H)。

2.2.4 下颌神经注入标记物后的细胞形态 三叉神经第三分支下颌神经注入标记物时在中脑后交连的吻侧水平出现标记细胞,细胞体圆形被标记的细胞数量较少(Fig.6 A B)。终末主要出现于同侧的三叉神经运动核的腹外侧群,感觉核的最吻侧部以及下行路核的腹外侧等部位(Fig.6 C D)。

3 讨论

三叉神经(Trigeminal nerve)为混合性脑神经,含一般躯体感觉和特殊内脏运动两种纤维,特殊内脏运动纤维起于脑桥三叉神经运动核,组成三叉神经运动根,自脑桥基部与小脑中

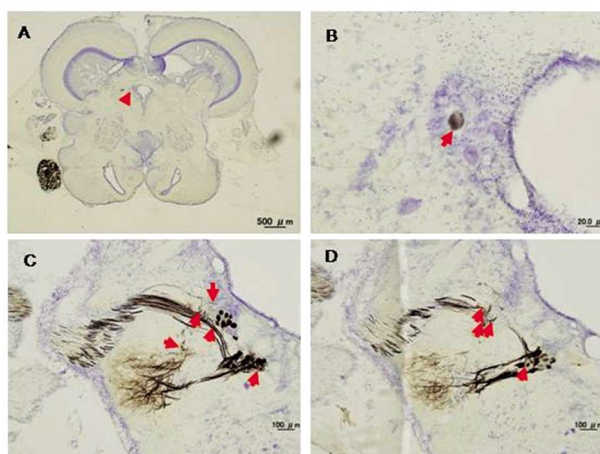


图6 下颌神经注入标记物时所标记的神经细胞、神经纤维以及突触
Fig.6 Labeled nerve cells, nerve fibers and synapses of mandibular nerve
注:A B 三叉神经中脑核的细胞体 C D 中脑核的下行纤维与运动核及下行路核之间的突出联系

Note: A B cell body of mesencephalic trigeminal nucleus C D synaptic connections of between descending fibers of mesencephalic trigeminal nucleus, motor nucleus and nucleus of descending tracts.

脚交界处出脑,位于感觉根下内侧,纤维并入下颌神经,经卵圆孔出颅,随下颌神经的分支分布于咀嚼肌等。运动根内尚含有至三叉神经中脑核的纤维,主要传导咀嚼肌和眼外肌的本体感觉。三叉神经内躯体感觉神经纤维胞体位于三叉神经节(Trigeminal ganglion)内,该节位于颅中窝颞骨岩部尖端前面的三叉神经压迹处。三叉神经节由假单极神经元胞体组成,其中枢突集中成粗大的三叉神经感觉根,自脑桥基底部分与小脑中脚交界处入颅,传导头面部痛温觉的纤维主要终止于三叉神经脊束核,传导触觉的纤维主要终止于三叉神经脑桥核;其周围突组成三叉神经三大分支,即眼神经、上颌神经、下颌神经,分布于面部皮肤、眶及眶内、口腔、鼻腔、鼻窦的粘膜、牙齿、脑膜等,传导痛、温、触等浅感觉。三叉神经中脑核是一细长的细胞柱,上起中脑上丘水平,下达脑桥中部三叉神经根水平,位于中脑导水管周围灰质的外侧边缘和菱形窝上部室底灰质的外侧缘。核内含有许多假单极神经元以及少量的双极和多级神经元。三叉神经中脑核中假单极神经元的突起分出周围支和中枢支,周围支随三叉神经分布至咀嚼肌、下颌关节,牙周膜及硬脑膜等处的本体感受器和压觉感受器,中枢支形成三叉神经中脑束向下走行于三叉神经脊束的背内侧,直至颈髓上段,主要终止于三叉神经脊束核背侧亚核的背内侧部和邻接的网状结构并分出侧支,沿途终止于三叉神经运动核、疑核、三叉神经脊束核、中脑上丘^[5],以上说明三叉神经中脑核细胞属于第一级感觉神经元,有不少纤维联系。三叉神经中脑核与三叉神经运动核也有纤维联系^[6]。

罗非鱼神经系统由中枢神经系统、外周神经系统两部分组成。中枢神经系统包括脑和脊髓,跟人类基本相似,外周神经系统由脊神经和脑神经两部分组成。本实验在外科显微镜下开颅发现,罗非鱼脑由端脑、间脑、中脑、小脑和延髓5部分组成,端脑发达,体积较中脑大;小脑特别发达,前伸遮住间脑、中脑和部分端脑。本实验观察到罗非鱼只有10对脑神经,其中第V对脑神经三叉神经源于延髓,分布于吻部上、下颌,管理头面部

感觉和咀嚼肌运动。生物胞素(Biocytin)是一种细胞内示踪剂,是生物素与赖氨酸的复合物,分子量为373。分子量小和含生物素使得此化合物容易通过高阻抗玻璃微电极注入所记录的神经元内,并用常规的卵白素-生物素-酶复合物染色法(ABC方法)显示,其染色效果相比辣根过氧化物酶(HRP)更为明显。另外,Biocytin不仅是一种细胞内示踪剂,在逆行与逆行束路追踪的应用中也有着相当不错效果。研究表明,目前Biocytin主要应用于鱼类滑车神经^[7]、动眼神经^[8]、面神经^[9]、三叉神经节^[10-12]、三叉神经运动核^[13]及人类胚胎三叉神经^[14,15]等脑神经核和脑神经的位置及其细胞形态分布研究。目前对人类^[16]、猴^[17]、猫^[18]、北京鸭^[19]及大鼠^[20-22]等动物的三叉神经中脑核有不少的研究,研究表明三叉神经中脑核位于中脑和脑桥的吻侧,是传递口面部本体感觉信息的初级神经元所在地,也是该信息调控的重要部位。三叉神经中脑核是一个很独特的核团,与其它核团有着明显的不同。首先,虽然在形态和功能上都与其它外周神经节相似,但神经元却是唯一的位于中枢内的初级感觉神经元。还有研究表明,应用逆行和跨节束路追踪结合免疫荧光组织化学双标的对大鼠三叉神经中脑核向三叉神经运动核之间的间接投射通路进行了研究,发现三叉神经中脑核神经元的中枢突终末在三叉神经运动核神经元发出直接神经元的同时,也向运动前神经元发出广泛的投射,这些投射区主要包括三叉上核(Vsup)尾端,三叉神经运动核周区。但目前,对鱼类三叉神经中脑核的位置和细胞形态学方面未见详细的文献报告。

由于伦理学原因,我们难以在人类活体上注射标记物进行实验,故对于三叉神经核团的分布研究报道极少,罗非鱼的相关实验由于其特殊生理构造,对人类三叉神经核团分布具有指导意义和极大参考价值。在本次实验中我们可以发现罗非鱼的三叉神经中脑核主要分布于中脑后交连的吻尾侧水平;罗非鱼三叉神经中脑核的下行纤维与运动核之间存在突触联系,三叉神经中脑核的细胞形态为圆形或卵圆形。三叉神经中脑核主要由滞留在脑内的感觉神经元组成,明确三叉神经中脑核的位置对于临床治疗三叉神经痛有着非常大的帮助^[23-27],另外可由实验所发现的三叉神经中脑核与三叉神经运动核、面神经核及迷走神经运动核之间的突触联系,进一步证明头面部的深感觉主要与三叉神经中脑核有关。

参考文献(References)

- [1] 白树令,应大君.系统解剖学[M].人民卫生出版社,2013,3:299
Bai Shu-ling, Ying Da-Jun. Systematic Anatomy [M]. People's Medical Publishing House, 2013, 3: 299
- [2] 路岩,王双燕,王守彪.大鼠三叉神经初级传入神经元的NADPH-d分布[J].青岛大学医学院学报,2013,49(5):397-398
Lu Yan, Wang Shuang-yan, Wang Shou-biao. The distribution of NADPH-d of the trigeminal primary afferent neurons in rats [J]. Acta Academiae Medicinae qing dao Universitatis, 2013, 49(5): 397-398
- [3] 郭威,刘涛,刘春然,等.GAD67-GFP基因敲入小鼠5-羟色胺样和P物质样阳性终末与三叉神经中脑核神经元的联系[J].神经解剖学杂志,2008,24(2):166-170
Guo Wei, Liu Tao, Liu Chun-ran, et al. Association of 5-HT-like and substance P-like immunoreactive terminals with mesencephalic trigeminal nucleus neurons in the GAD67-GFP knock-in mouse [J]. Chinese Journal of Neuroanatomy, 2008, 24(2): 166-170

- [4] Chen P, Li JL. Association of vestibular glutamate transporters and 5-HT-like varicosities with mesencephalic trigeminal nucleus neurons in the rat[J]. Chinese Journal of Neuroanatomy, 2005, 21: 10-16
- [5] 白树令, 应大君. 系统解剖学[M]. 人民卫生出版社, 2011, 6: 332-402
Bai Shu-ling, Ying Da-Jun. Systematic Anatomy [M]. People's Medical Publishing House, 2011, 6: 332-402
- [6] Wu Kai-yun, Xu Fei. Systematic Anatomy[M]. Xi'an: World Publishing Corporation, 2011(11): 288-290
- [7] 凯赛尔江·多来提, 古丽美热·艾买拉, 古丽尼沙·克力木, 等. 鱼类滑车神经的形态学研究 [J]. 现代生物医学进展, 2013, 13(23): 4414-4418
Kaisaijiang · Duolaiti, Gulimeire · Aimairula, Gulnisa · Kerem, et al. A study on the morphology of trochlear nerve in tilapia[J]. Progress in modern biomedicine, 2013, 13(23): 4414-4418
- [8] 凯赛尔江·多来提, 古丽美热·艾买拉, 古丽尼沙·克力木, 等. 鱼类动眼神经的形态学研究 [J]. 现代生物医学进展, 2013, 13(25): 4810-4813
Kaisaijiang · Duolaiti, Gulimeire · Aimairula, Gulnisa · Kerem, et al. A study on the morphology of oculomotor nerve in tilapia[J]. Progress in modern biomedicine, 2013, 13(25): 4810-4813
- [9] 古丽尼沙·克力木, 廖礼彬, 吴励, 等. 鱼类面神经节的形态, 神经节细胞的分布及三叉神经节的关系 [J]. 现代生物学进展, 2010, 10(20): 3820-3882
Gulnisa · Kerem, Liao Li-bin, Wu Li, et al. Relationship between morphology and distribution of cells of facial nerve ganglion and trigeminal ganglion in tilapia [J]. Progress in Modern Biomedicine, 2010, 10(20): 3820-3882
- [10] 古丽尼沙·克力木, 吐尔逊江·达地汗, 等. 逆行追踪法对鱼类三叉神经节细胞的定位研究[J]. 现代生物学进展, 2009, 9(5): 852-855
Gulnisa · Kerem, Tuerxunjiang · Dadihan, et al. A study on the location of trigeminal ganglion cells in tilapia by tetrograde tracing [J]. Progress in Modern Biomedicine, 2009, 9(5): 852-855
- [11] 古丽尼沙·克力木, 努尔买买提·巴哈夏尔. 鱼类三叉神经节的形态及神经节细胞的分布[J]. 现代生物学进展, 2007, 7(12): 1816-1817, 1828
Gulnisa · Kerem, Nurmat · Bahaxar. The Morphology of Trigeminal Ganglion and the Distribution of Ganglion Cells in a Tilapia [J]. Progress in Modern Biomedicine, 2007, 7(12): 1816-1817, 1828
- [12] Gulnisa · Kerem, Masami Yoshimoto, Naoyuki Yamamoto, et al. Somatotopic organization of the trigeminal ganglion cells in a cichlid fish, oreochromis (tilapia) niloticus[J]. Brain Behv Evol, 2005, 65(2): 109-126
- [13] 凯赛尔江·多来提, 古丽美热·艾买拉, 古丽尼沙·克力木, 等. 鱼类三叉神经运动核的形态学研究[J]. 现代生物医学进展, 2013, 13(21): 4023-4026
Kaisaijiang · Duolaiti, Gulimeire · Aimairula, Gulnisa · Kerem, et al. A study on the morphology of trigeminal motor nucleus in tilapia[J]. Progress in modern biomedicine, 2013, 13(21): 4023-4026
- [14] 吴励, 古丽尼沙·克力木. 人胚胎三叉神经节细胞电镜及光镜观察 [J]. 现代生物学进展, 2009, 9(5): 881-883
Wu Li, Gulnisha · Kerem. Observation on Trigeminal Ganglion Cells in Human Fetus by Light and Electron Microscopy [J]. Progress in Modern Biomedicine, 2009, 9(5): 881-883
- [15] 吴励, 古丽尼沙·克力木, 吐尔逊江·达地汗, 等. 人胚胎三叉神经节神经元的躯体定位[J]. 解剖学杂志, 2009, 32(5): 663-665
Wu Li, Gulnisha · Kerem, Tuerxunjiang · Dadihan, et al. Somatotopic organization of trigeminal ganglion neurons in human fetus [J]. Chinese Journal of Anatomy, 2009, 32(5): 663-665
- [16] 陈鹏, 李金莲. 三叉神经中脑核的研究进展 [J]. 解剖科学发展, 2004, 10(1): 81-84
Chen Peng, Li Jin-lian. Progress of the Studies on the Mesencephalic Trigeminal Nucleus[J]. Progress of Anatomical Sciences, 2004, 10(1): 81-84
- [17] Vincent JL, Patel GH, Fox MD, et al. Intrinsic functional architecture in the anesthetized monkey brain[J]. Nature, 2007, 447: 83-86
- [18] Lazarov NE, Choukrov CN. Serotonin-containing projections to the mesencephalic trigeminal nucleus of the cat [J]. Anat Rec, 1995, 241: 136-142
- [19] 黄丽波, 袁学军, 刘济五. 北京鸭中脑网状结构内神经核团的形态学及细胞构筑研究[J]. 神经解剖学杂志, 2002, 18(3): 259-261
Huang Li-bo, Yuan Xue-jun, Liu Ji-wu. Cytoarchitecture and morphology of nuclei of reticular formation in pekin ducks mesencephalon[J]. Chinese Journal of Neuroanatomy, 2002, 18(3): 259-261
- [20] Chen P, Li JL, Li JS, et al. Glutamic acid decarboxylase-like immunoreactive axon terminals in synaptic contact with mesencephalic trigeminal nucleus neurons in the rat [J]. Neurosci Lett, 2001, 298: 167-170
- [21] Zhang Fu-xing, Dong Yu-lin, Li Jin-lian, et al. Synaptic responses of mesencephalic trigeminal nucleus neuron to stimulation of supratrigeminal nucleus[J]. Chinese Journal of Neuroanatomy, 2010, 26(1): 20-25
- [22] 庞有旺, 张富兴, 李金莲. 大鼠三叉神经中脑核到三叉神经运动核的间接投射通路研究[J]. 神经解剖学杂志, 2016, 32(6): 717-721
Pang You-wang, Zhang Fu-xing, Li Jin-lian. The study of indirect projection pathways from the mesencephalic trigeminal nucleus to the trigeminal motor nucleus of rats[J]. Chinese Journal of Neuroanatomy, 2016, 32(6): 717-721
- [23] Yuan W, Dan L, Faxiu B, et al. Microstructural abnormalities of the trigeminal nerve correlate with pain severity and concomitant emotional dysfunctions in idiopathic trigeminal neuralgia: A randomized, prospective, double-blind study [J]. Magnetic Resonance Imaging, 2015, 34(5): 609-616
- [24] Cruccu G, Biasiotta A, Rezzè SD, et al. Trigeminal neuralgia and pain related to multiple sclerosis[J]. Pain, 2009, 143(3): 186-191
- [25] Ferrolli P, Franzini A, Farina L, et al. Does the presence of a pontine trigeminal lesion represent an absolute contraindication for microvascular decompression in drug resistant trigeminal neuralgia? [J]. Journal of Neurology Neurosurgery & Psychiatry, 2002, 72(1): 122-123
- [26] Votruba M, Thong I. Neuropathic pain--a management update [J]. Australian Family Physician, 2013, 42(42): 92-97
- [27] Lorenzoni J, David P, Devriendt D, et al. Patterns of neurovascular compression in patients with classic trigeminal neuralgia: A high-resolution MRI-based study[J]. European Journal of Radiology, 2012, 81(8): 1851-1857