doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2018.03.007

# 人类胚胎三叉神经节细胞的局在性分布\*

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 迪力夏提·艾尼3 廖礼彬4 迪力木拉提·艾尼5 李 杰5 陈胜国1 古丽尼沙·克力木14

(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新疆医科大学第五附属医院药剂科 新疆 乌鲁木齐 830011;4 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;
 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:应用三维重建方法对人类胚胎三叉神经节细胞的局在性分布进行研究。方法:本研究选用非疾病死亡的引产胚胎标 本 8 例,胎龄 20-26 周,在获取标本 1-4 小时内,对标本进行灌流固定。其中 2 例标本在手术显微镜下开颅取出三叉圣经节,石蜡 包埋、冰冻切片、HE 染色、光学显微镜下观察、照相,用三位重建技术制作三维立体图片。其余 6 例标本在手术显微镜下开颅、找 出三叉神经三大分支眼神经、上颌神经及下颌神经,各选 2 例分别注入 Dil 结晶体、在 37 ℃恒温箱内保存 3 个月,取出标本、明胶 包埋、冰冻切片,在荧光显微镜下观察、照相,用三位重建技术制作三维立体图片。结果:0 眼神经的节细胞分布于神经节的前内 侧、下颌神经的节细胞在神经节的后外侧、上颌神经的节细胞位于眼神经和下颌神经节细胞之间。0 上颌神经和下颌神经节细胞 之间存在少量的重叠。结论:三叉神经节细胞在神经节内由前内侧向后外侧分别为眼神经、上颌神经、下颌神经的顺序排列;上颌 神经和下颌神经的起始细胞之间存在少量的重叠现象;三维重建图片结果显示人胚胎三叉神经节细胞即眼神经、上颌神经及下 颌神经的起始细胞存在明显的局在性分布特征。

关键词:人类胚胎;Dil;三维重建;三叉神经节细胞

中图分类号:R-33;R321.5 文献标识码:A 文章编号:1673-6273(2018)03-433-05

## A Study on the Distinct Distribution of Trigeminal Ganglion in Human Fetus\*

Kaisaierjiang • Duolaiti<sup>1</sup>, Gulimeire • Aimairula<sup>2</sup>, Tuerxunjiang • dadihan<sup>1</sup>, Dilxat Gheni<sup>8</sup>, LIAO Li-bin<sup>4</sup>, Dilmurat • Gheni<sup>8</sup>, LI Jie<sup>5</sup>, CHEN Sheng-guo<sup>1</sup>, Gulnisa • Kerem<sup>1</sup>

(1 Human 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 Department of pharmacy, Fifth Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang, 830011, China;

4 Histoembryology Department of Preclinical College 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 study the distinct distribution of trigeminal ganglion cells in human fetus by three bit reconstruction technique. **Methods:** 8 cases of human embryonic specimens which non-disease deaths of the fetus induced labor, gestational age 20 -26weeks, obtaining the specimen within 1 to 4 hours, and these specimens were fixed. 2 specimens, taking out the trigeminal ganglion under the operation microscope, and the paraffin embedding, frozen section, HE staining, and take photos under optical microscope and making 3D pictures with three bit reconstruction technique. In the rest 6 specimens, under operation microscope, finding out ophthalmic nerve, maxillary nerve, mandibular nerve and inject with DiI respectively, to keep 3 months in incubator at 37 °C, and to take out these specimens, gelatin embedding, frozen section and take photos under the fluorescence microscope and making 3D pictures with three bit reconstruction technique. In the rest 6 specimens emicroscope and making 3D pictures with three bit reconstruction and take photos under the fluorescence microscope and making 3D pictures with three bit reconstruction technique. **Results:** 0 The ganglion cells of the ophthalmic nerve are located in the anteromedial region of the trigeminal ganglion, the ganglion cells of the mandibular nerve are located in the posterolateral region of the trigeminal ganglion cells of the maxillary nerve lie between the ophthalmic and mandibular ganglion cells. There is a small amount of overlap between the maxillary and mandibular nerves respectively in the trigeminal ganglion; There is a small amount of overlap between the initial cells of maxillary nerve and the mandibular nerve; These three dimensional reconstruction pictures indicate the trigeminal ganglion cells in human fetus, the ophthalmic nerve, maxillary nerve and mandibular nerve; inteation reconstruction pictures indicate the trigeminal ganglion cells in human fetus, the ophthalmic nerve, maxillary nerve and mandibular nerve initiating cells have the

<sup>\*</sup>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

<sup>△</sup> 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

<sup>(</sup>收稿日期:2017-07-22 接受日期:2017-08-15)

Key words: Human fetus; DiI; Three bit reconstruction; Trigeminal ganglion cell Chinese Library Classification(CLC): R-33; R321.5 Document code: A Article ID: 1673-6273(2018)03-433-05

## 前言

1,1'-双十八烷 -3,3,3'3'-四甲基吲哚羰花青 - 高氯酸盐 (Dil-C18-(3),简称 Dil)是毒性极小、不溶于水的紫红色晶体,是 一种具有高度亲脂性的羰花青染料之一。Dil 在神经生物学、组 织细胞学和胚胎学研究方面已成为中常用的分子探针之一。随 着神经解剖学研究方法的进一步发展,Dil 也在神经解剖研究 领域上被广泛应用<sup>1-3</sup>。1986年,Honig等<sup>[4]</sup>首次将 Dil 应用于神 经系统的研究,成功地显示了 Dil 特异性地标记神经元的突起 与胞体,并在神经纤维中进行逆行与顺行扩散。虽然我们的研 究团队对人类胚胎三叉神经节内细胞躯体定位和纤维走行等 方面进行了有些研究<sup>154</sup>,但对人类胚胎三叉神经节细胞局在性 分布方面,未发现任何详细的研究报告。本实验通过 Dil 染色 技术和三维重建技术对人类胚胎三叉神经节细胞的局在性分

## 1 材料和方法

#### 1.1 材料

本研究选用非疾病死亡的引产胚胎标本 8 例,胎龄为 20-26 周,性别不限(根据胎儿 B 超检测和孕妇末次月经日期 来计算并获得胎龄),在获取胚胎标本 1-4 小时内,对胚胎标本 进行灌流固定。DiI 染色晶体由日本医科大学和上海浩然生物 技术有限公司提供。

### 1.2 方法

1.2.1 标本固定 1-4 小时内获取的新鲜胚胎标本,先打开胚胎胸腔暴露心包区,然后切开胚胎心包完全暴露心脏及其连接的大血管,将输液针头插入胚胎升主动脉处,在胚胎右心房处,用剪刀切开一个小切口。使用 50 mL 注射器连续推注 0.9 %生理盐水 500 mL 左右,然后再用 1500 mL 左右的新鲜配制的 10 %福尔马林溶液灌注固定胚胎标本。灌注完福尔马林溶液后,将胚胎标本继续放在新鲜配制的 10 %福尔马林溶液中进行固定并室温下避光保存。

1.2.2 取材切片 2例20周至26周胚胎标本待完全固定后, 切取胚胎头部,用PBS缓冲液冲洗干净后,沿胚胎头部耳廓上 方约1 cm处环形去除头部皮肤及颅盖骨,然后切开硬脑膜,暴 露大脑,摘取左右大脑半球和间脑。在外科手术显微镜下充分 暴露胚胎脑干部分、找出三叉神经根和三叉神经节、切断跟脑 干所连接的三叉神经根处、取出三叉神经节,将胚胎三叉神经 节标本在10%福尔马林溶液(新鲜配置)中浸泡并进行固定 后,在干燥处避光保存,用于制作三叉神经节HE染色切片及 三维立体图片。另外6例胚胎标本用上述同样方法完全暴露脑 干,在外科手术显微镜下暴露三叉神经三大分支眼神经、上颌 神经及下颌神经。标本中选出眼神经2例,上颌神经2例和下 颌神经2例作为目标神经。在目标神经下方垫一小块长条型封 口膜,离三叉神经节约5 mm 处,切开目标神经外膜,用插入针 取 Dil 染色晶体,植入神经外膜内后并复位好神经外膜,再用 小镊子钳夹,使 Dil 染色晶体能在神经纤维束内均匀扩散,最 后将目标神经根下方的封口膜抱住目标神经,然后用 7 %明胶 封闭,防止 Dil 染色晶体向周围神经组织扩散。然后用锡箔纸 包裹植入 Dil 染色晶体的胚胎标本放入 10 %福尔马林溶液中, 将标本在 37 ℃恒温箱中避光保存,等待 Dil 染色晶体在目标 神经纤维束内完全扩散。3 个月后,取出三叉神经节及其相连 的目标神经,明胶包埋、并使用恒冷切片机按 6 µm 厚度做连续 切片,最后用荧光显微镜(Motic BA-400)观察 Dil 染色晶体在 胚胎标本中的扩散情况并照相采集图片,用三位重建技术制作 三维立体图片及分析结果。

## 2 结果

#### 2.1 人胚胎三叉神经节细胞具有局在性分布

人类胚胎三叉神经节的连续切片通过 HE 染色后在光镜 下观察可以清楚地看到神经节细胞和神经纤维。在光镜下于 40 倍视野采集图像,用自动成像技术组成每张切片的原图,然 后用 Adobe photoshop 7.0 给每一张切片的神经根、及其分支及 细胞等用不同的颜色画出边界线。通过计算机三维重建技术进 行重建(图 1A)。在此图中显示神经节细胞从前内向后外呈半 月形分布,三叉神经的三大分支,感觉根和运动根以及运动根 的走行能清楚地观察到。图 1B-D 图像为给眼神经,上颌神经 和下颌神经注入 DiI 荧光标记物后,被标记的细胞通过荧光显 微镜观察并拍照,此图片与 HE 染色后的图片进行组合再进行 三维重建的图片。图 1B 为给眼神经注入 DiI 后被标记的细胞 (蓝色)和未标记的细胞(粉红色)。图 1C 为给上颌神经注入 DiI 后被标记的细胞(蓝色)和未标记的细胞(粉红色);图 1D 为给下颌神经注入 DiI 后被标记的细胞(蓝色)和未标记的细 胞(粉红色)。

2.2 三叉神经三大分支注入标记物后神经节细胞分布比较

2.2.1 眼神经注入标记物后神经节细胞分布比较 给眼神经 注入标记物后的三维重建图片中被标记的神经节细胞用蓝颜 色表示,没有标记的神经节细胞用粉红色表示。图 2.1 A-D 分 别为不同方向观察神经节细胞的分布部位。红色为眼神经,其 神经节细胞主要出现在神经节的前内侧,眼神经的根部。图 2.1 A-B 为神经节的上面观,图 2.1 C-D 为神经节的下面观。这些图 片中三叉神经节的位置,三叉神经的根三大分支都能观察到。2.2.2 上颌神经注入标记物后神经节细胞分布比较 给上颌 神经注入标记物后的三维重建图片中被标记的神经节细胞(蓝 色)主要出现在神经节的中间部位,上颌神经的根部,上颌神经

色)主要出现在神经节的中间部位,上颌神经的根部,上颌神经 为浅蓝色表示。图 2.2 A-B 为神经节的上面观,图 2.2 C-D 为神 经节的下面观。

2.2.3 下颌神经注入标记物后神经节细胞分布比较 给下颌 神经注入标记物后的三维重建图片中被标记的神经节细胞(蓝色)主要出现在神经节的后外侧,下颌神经的根部,下颌神经为 绿色表示。图 2.3 A-B 为神经节的上面观,图 2.3 C-D 为神经节 的下面观。



#### 图1 人胚胎三叉神经节细胞的局在性分布

Fig.1 The distribution of trigeminal Ganglion cells in Human Fetus

注:粉红色:未标记的三叉神经节细胞 蓝色:被标记的三叉神经节细胞 橘黄色:三叉神经感觉根 黄色:三叉神经运动根 红色:眼神经 淡蓝色;上

颌神经 绿色:下颌神经

Note: Pink: unlabeled trigeminal ganglion cells Blue: labeled trigeminal ganglion cells Orange: the sensory root of the trigeminal nerve Red: Ophthalmic nerve Light blue: Maxillary nerve Green:Mandibular nerve



图 2.1 眼神经注入标记物后三叉神经节细胞的三维重建图像

Fig.2.1 3D reconstruction image of trigeminal ganglion cells by ophthalmic nerve injected with DII

注:粉红色:未标记的三叉神经节细胞 蓝色:被标记的三叉神经节细胞 橘黄色:三叉神经感觉根 黄色:三叉神经运动根 红色:眼神经 淡蓝色;上 颌神经 绿色:下颌神经

Note: Pink: unlabeled trigeminal ganglion cells Blue: labeled trigeminal ganglion cells Orange: the sensory root of the trigeminal nerve Red: Ophthalmic nerve Light blue: Maxillary nerve Green:Mandibular nerve



图 2.2 上颌神经注入标记物后三叉神经节细胞的三维重建图像

Fig.2.2 3D reconstruction image of trigeminal ganglion cells by maxillary nerve injected with Dil

注:粉红色:未标记的三叉神经节细胞 蓝色:被标记的三叉神经节细胞 橘黄色:三叉神经感觉根 黄色:三叉神经运动根 红色:眼神经 淡蓝色;上

颌神经 绿色:下颌神经

Note: Pink: unlabeled trigeminal ganglion cells Blue: labeled trigeminal ganglion cells Orange: the sensory root of the trigeminal nerve Red: Ophthalmic nerve Light blue: Maxillary nerve Green: Mandibular nerve

## 3 讨论

三叉神经(trigeminal nerve)为十二对脑神经之中的第五对脑神经,是混合性脑神经之一。三叉神经由两种纤维成分所组成,一种是一般躯体感觉纤维,其神经元胞体位于颅中窝颞骨岩部三叉神经压迹处、由假单极神经元组成的三叉神经节(Trigeminal ganglion)内。三叉神经节的中枢突组成三叉神经感觉根,在脑干脑桥臂和脑桥基底部交界处入脑,传到头面部触觉的神经纤维终止于三叉神经脑桥核,传到温觉、痛觉的神经

纤维终止于三叉神经脊束核。三叉神经节的周围突分别组成三 叉神经三大分支眼神经(Ophthalmic nerve)、上颌神经(Maxillary nerve)、下颌神经(Mandibular nerve)。另一种纤维是特殊内 脏运动纤维,起源于特殊内脏运动核之中的三叉神经运动核, 三叉神经运动核发出来的特殊内脏运动纤维成分组成三叉神 经运动根,从脑桥臂和基底部交界处出脑,纤维成分加入到三 叉神经第三大分支下颌神经内支配咀嚼肌等肌肉的运动<sup>[7]</sup>。眼 神经是感觉性神经,纤维成分为一般躯体感觉纤维一种,从三 叉神经节发出后,穿眶上裂入眶,发出额神经、泪腺神经及鼻睫



图 2.3 下颌神经注入标记物后三叉神经节细胞的三维重建图像

Fig 2.3 3D reconstruction image of trigeminal ganglion cells by maxillary nerve injected with Dil

注:粉红色:未标记的三叉神经节细胞 蓝色:被标记的三叉神经节细胞 橘黄色:三叉神经感觉根 黄色:三叉神经运动根 红色:眼神经 淡蓝色;上

颌神经 绿色:下颌神经

Note: Pink: unlabeled trigeminal ganglion cells Blue: labeled trigeminal ganglion cells Orange: the sensory root of the trigeminal nerve Red: Ophthalmic nerve Light blue: Maxillary nerve Green:Mandibular nerve

神经等分支,传到眼裂以上头面部皮肤、结膜、眼球、部分鼻旁 窦粘膜等部位的一般躯体感觉信息。上颌神经是感觉性神经, 含一般躯体感觉纤维,经海绵窦外侧壁,穿圆孔出颅,发出眶下 神经、上牙槽神经,颧神经及翼腭神经等,分布于上颌牙、牙龈, 鼻腔粘膜等。下颌神经是混合性神经,其由特殊内脏运动纤维 和一般躯体感觉纤维组成,穿卵圆孔出颅,发出耳颞神经、颊神 经、舌神经、下牙槽神经及咀嚼肌神经,其运动纤维支配咀嚼肌 等;感觉纤维管理颞部、口裂以下的皮肤、舌前 2/3 粘膜及下颌 牙和牙龈的一般感觉<sup>18</sup>。

Dil 染色晶体是一种属于羰花青染料的,脂溶性较高的,不 溶于水的,能沿神经纤维进行逆行和顺行扩散、还能跟神经元 树突和轴突膜上的脂质膜容易结合的紫红色荧光染色晶体 <sup>[9,10]</sup>。Dil与神经元轴突和树突膜上的脂质的结合处于稳定状 态,Dil染色晶体也可以适用于甲醛固定后的标本,以能获得较 长稳定的染色效果。Dil 染色晶体在神经系统标本内扩散 2 年 时间后,也不能越过神经突触,Dil染色晶体在固定脑组织中沿 神经细胞质膜扩散速度比较慢[11,12]。Godement 等[13]报道 Dil 染 色晶体扩散速度大约400 µm/d,扩散距离也有限,一般最大距 离 10-12 mm 左右, Dil 在标本内扩散所需时间大约在 3 个月左 右,对标本储存时间再延长,但对 Dil 在标本内扩散变化也未 见到任何改变,因此本次实验研究确定 Dil 染色晶体在胎儿标 本中的扩散时间定为3个月。研究表明,目前 Dil 主要应用于 鱼类视觉传导路[14、小鼠三叉神经节[15]、小鸡[16]、大鼠[17,18]、人类 胚胎三叉神经[1821]等脑神经核和脑神经的位置及其细胞形态分 布研究。

目前古丽尼沙·克力木等对鱼类三叉神经节<sup>[223]</sup>、面神经节 <sup>[24]</sup>、动眼神经<sup>[25]</sup>、滑车神经<sup>[26]</sup>、三叉神经运动核<sup>[27]</sup>、人类胚胎三叉 神经节<sup>[28]</sup>有不少的研究,他们光镜下观察到鱼类三叉神经节细 胞为大小不一的卵圆形或圆形细胞,三叉神经节内可以看到成 群分布的假单极或双极细胞,神经节外被以结缔组织膜;应用 三维立体图像可以发现鱼类三叉神经节细胞主要分布于运动 纤维的外侧,三叉神经运动纤维穿过三叉神经节,然后在下颌 神经内走行,三叉神经节细胞在神经节内后前(背腹)方向排列 组成一群细胞团<sup>[29]</sup>。

本实验结果显示人胚胎三叉神经节的连续切片通过 HE 染色后在光镜下观察可以清楚地看到神经节细胞和神经纤维;

在光镜下于 40 倍视野采集图像,用自动成像技术组成每张切 片的原图,然后应用 Adobe photoshop 7.0 给每一张切片的神经 根、及其分支、细胞等用不同的颜色画出边界线;通过计算机三 维重建技术进行重建,在此图中显示神经节细胞从前内向后外 呈半月形分布,三叉神经的三大分支,感觉根和运动根以及运 动根的走行能清楚地观察到。眼神经节细胞主要出现在三叉神 经节的前内侧与眼神经的根部;上颌经节细胞主要出现在三叉神 经节的前内侧与眼神经的根部;上颌经节细胞主要出现在三叉 神经节的中间部位与上颌神经的根部;下颌经节细胞主要出现 在三叉神经节的后外侧位与下颌神经的根部。以上结果说明三 叉神经节细胞在神经节内由前内向后外分别为眼神经、上颌神 经、下颌神经的顺序排列,上颌神经和下颌神经的起始细胞之 间存在少量的重叠现象,人胚胎三叉神经节细胞即眼神经、上 颌神经及下颌神经的起始细胞存在明显的局在性分布特征。

#### 参考文献(References)

- Kiszler Gabor, Varhalmi Eszter, Berta Gergely, et al. Organization of the sensory system of the earthworm Lumbricus terrestris(Annelida, Clitellata)visualized by DiI [J]. Journal of Morphology, 2012, 273(7): 737-745
- [2] Ayadi Sofiene, Daghfous Amine, Makni Amine, et al. Prognostic factors in gastric carcinoma after R0 resection with DiI lymph node dissection. Tunisian experience [J]. La Tunisie medicale, 2012, 90(11): 812-8155
- [3] Majkowski Michal, Poda Pawel, Kulbacka Julita, et al. Alternation of Fluorescent Spectra of Membrane Markers DiI C18(3) and DiI C18(5) Evoked by Laser Illumination[J]. Journal of Histochemistry and Cytochemistry, 2012, 60(10): 789-791
- [4] Honig M G, Hume R I. Fluorescent carbocyanine dyes allow living neurons of identified origin to be studied in Iong-term cultures [J]. JCeII BioI, 1986, 103(1): 171-187
- [5] 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, Gulinisha·Kerem, Tuerxunjiang·Dadihan, et al. Somatotopic organization of trigeminal ganglion neurons in human fetus [J]. Chinese Journal of Anotomy, 2009, 32(5): 663-665
- [6] 吐尔逊江·达地汗,穆叶沙尔·吾拉木,古丽尼沙·克力木,等.人胚胎
   三叉神经连续切片的三维重建 [J]. 解剖学杂志, 2016, 39(3):
   308-310

Tuerxunjiang • Dadihan, Muyeshaer • Wulamu, Gulnisa • Kerem, et al. Reconstruction of the trigeminal nerve of human embryo based on serial sections[J]. Chinese Journal of anatomy, 2016, 39(3): 308-310

- [7] Wu Kai-yun, Xu Fei. Systematic Anatomy[M]. World Publishing Corporation, 2011, 11: 373-377
- [8] 白树令,应大君.系统解剖学[M].人民卫生出版社, 2013, 3: 362-365 Bai Shu-ling, Ying Da-Jun. Systematic Anatomy[M]. People's Medical Publishing House, 2013, 3: 362-365
- [9] D'A Biagio, L Luciano, R Rakesh K, et al. Tract-Tracing Study of the Extrabulbar Olfactory Projections in the Brain of Some Teleosts [J]. Microscopy research and technique, 2015, 78(4): 268-276
- [10] Green. Stephen A, Uy Benjamin R, Bronner. Marianne E. Ancient evolutionary origin of vertebrate enteric neurons from trunk-derived neural crest[J]. Nature, 2017, 544(7648): 88-91
- [11] Froelich K A, Steussloff G, Schmidt K B, et al. Dil Labeling of Human Adipose-Derived Stem Cells: Evaluation of DNA Damage, Toxicity and Functional Impairment [J]. Cells Tissues Organs, 2013, 197 (5): 384-398
- [12] L Michelle, T Mary, L Jodie, et al. Tracing Cranial Nerve Pathways (Glossopharyngeal, Vagus and Hypoglossal) in SIDS and Control Infants: A DiI Study [J]. Journal of Neuropathology & Experimental Neurology, 2000, 59(9): 822-829
- [13] Godement P, Vanselow J, Thanos S, et al. A study in development visual system with a new method of staining neurons and their processes in fixed tissue[J]. Development, 1987, 101(4): 696-713
- [14] 凯赛尔江·多来提,古丽美热·艾买入拉,古丽尼沙·克力木,等.Dil 对鱼类视觉传导路的形态学研究[J].现代生物医学进展, 2013, 13
   (26): 5012-5015

Kaisaierjiang · Duolaiti, Gulimeire · Aimairula, Gulnisa · Kerem, et al. A study on the morphology of Visual Pathway in Tilapia by DiI[J]. Progress in modern biomedicine, 2013, 13(26): 5012-5015

[15] 凯赛尔江·多来提,古丽美热·艾买入拉,古丽尼沙·克力木,等.小鼠 眼神经注入 Dil 后三叉神经节的形态学研究 [J]. 现代生物医学进展, 2013, 13(24): 4608-4614 Kaisaierjiang · Duolaiti, Gulimeire · Aimairula, Gulnisa · Kerem, et al.

A study on the morphology of Trigeminal Ganglion in Mice by Ophthalmic Nerve Injected with DiI [J]. Progress in modern biomedicine, 2013, 13(24): 4608-4614

- [16] Natio J, Chen Y. Morphotogic analysis and classification of ganglion Cells of the chick retina By intracellular injection of lucife yellow and retrograde labelling with DiI [J]. J Comp Neurol, 2004, 469 (3): 360-376
- [17] Manado M, Molist P, Anadón R, et al. A DiI-tracing study of the neural connections of the pineal organ in two elasmobranchs (Scyliorhinus canicula and Raia montagui)suggests a pineal projection to the midbrain GnRH immunoreactive nucleus [J]. Cell Tissue Res, 2001, 303(3): 391-401
- [18] 常丽荣,高秀来,陈亚亮,等.Dil 顺行追踪大鼠皮质脊髓束[J]. 解剖 学报, 2007, 38(3): 376-378

Chang Li-rong, Gao Xiu-lai, Chen Ya-lian, et al. Dil Anterograde-tracing The Corticospinal Tract of The Rat[J]. Acta Anatomica Sinica, 2007, 38(3): 376-378

- [19] 穆小云,梁爽,付苏,等.DiI示踪标记固定脑组织内神经元及其实起 的方法[J].解剖学杂志, 2015, 38(2): 212-213 Mu Xiao-yun, Liang Shuang, Fu Su, et al. DiI tracing method to label neurons and their processes in the fixed mouse brain[J]. Chinese Journal of anatomy, 2015, 38(2): 212-213
- [20] 吐尔逊江·达地汗,穆叶沙尔·吾拉木,古丽尼沙·克力木,等.Dil 在 已固定人胚胎周围神经的示踪研究[J].新疆医科大学学报,2015, 38(10): 1234-1236

Tuerxunjiang • Dadihan, Muyeshaer • Wulamu, Gulnisa • Kerem, et al. The Tracing Study of Dil in The Peripheral Nervese of Fixed Human Embryo [J]. Journal of Xinjiang Medical University, 2015, 38(10): 1234-1236

[21] 吐尔逊江·达地汗,陈胜国,古丽尼沙·克力木,等.人胚胎三叉神经 感觉纤维及运动纤维的形态学研究[J].新疆医科大学学报,2016, 39(3): 289-292

Tuerxunjiang Dadihan, Chen Sheng-guo, Gulnisa Kerem, et al. The morphological study of sensory fibers and motor fibers of the human bryonic trigeminal nerve [J]. Journal of Xinjiang Medical University, 2016, 39(3): 289-292

[22] 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, Nurmamat·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

[23] 古丽尼沙·克力木,吐尔逊江·达地汗,吴励,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, Wu Li, 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

[24] 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

[25] 凯赛尔江·多来提,古丽美热·艾买入拉,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

Kaisaierjiang • 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

 [26] 凯赛尔江·多来提,古丽美热·艾买入拉,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

Kaisaierjiang · 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 (下转第 446页) ceedings, 2015, 28(2): 200-203

- [10] Li Y W, Li Y M, Yan H, et al. AT1 Receptor Modulator Attenuates the Hypercholesterolemia-Induced Impairment of the Myocardial Ischemic Post-Conditioning Benefits [J]. Korean Circulation Journal, 2017, 47(2): 182-192
- [11] Chang G Y. An ischemic stroke during intravenous recombinant tissue plasminogen activator infusion for evolving myocardial infarction
   [J]. European Journal of Neurology, 2015, 8(3): 267-268
- [12] Koyamanakamura M, Mizobuchi M, Kaneko K, et al. Myocardial SPECT Images in Incident Hemodialysis Patients Without Ischemic Heart Disease [J]. Therapeutic Apheresis & Dialysis, 2016, 19 (6): 575-581
- [13] Kang K, Park T H, Kim N, et al. Recurrent Stroke, Myocardial Infarction, and Major Vascular Events during the First Year after Acute Ischemic Stroke: The Multicenter Prospective Observational Study about Recurrence and Its Determinants after Acute Ischemic Stroke I [J]. Journal of Stroke & Cerebrovascular Diseases, 2015, 25 (3): 656-664
- [14] Bhattacharya P K. End of Life Care, Good death or A dignified death in West Bengal state of India[J]. BMJ, 2017, 76(3): 600-602
- [15] Huang C, Ma W Y, Li J, et al. Requirement of Erk, but not JNK, for arsenite-induced cell transformation [J]. Journal of Biological Chemistry, 2015, 274(21): 14595-14601
- [16] Hyunryul R, Minhwan C, Maciej D, et al. Frequency modulation of ERK activation dynamics rewires cell fate [J]. Molecular Systems Biology, 2015, 11(11): 838
- [17] Zhang Z, Nie F, Chen X, et al. Upregulated periostin promotes angiogenesis in keloids through activation of the ERK 1/2 and focal adhesion kinase pathways, as well as the upregulated expression of VEGF and angiopoietin-1 [J]. Molecular Medicine Reports, 2015, 11 (2): 857-864
- [18] Liao B, Chen R, Feng L, et al. Imperatorin protects H9c2 cardiomy-

oblasts cells from hypoxia/reoxygenation-induced injury through activation of ERK signaling pathway [J]. Saudi Pharmaceutical Journal Spj the Official Publication of the Saudi Pharmaceutical Society, 2017, 25(4): 615-619

- [19] 杨小花, 胡晓. 欧前胡素与异欧前胡素的药理学研究进展[J].南昌 大学学报(医学版), 2012, 52(3): 95-97
  Yang Xiao-hua, Hu Xiao. A study on the pharmacological research of pre-eurohupsin and isoeuxanine[J]. Acta Academiae Medicinae Nanchang, 2012, 52(3): 95-97
- [20] Hu J, Xu C, Cheng B, et al. Imperatorin acts as a cisplatin sensitizer via downregulating Mcl-1 expression in HCC chemotherapy [J]. Tumor Biology, 2016, 37(1): 331-339
- [21] H OU, NAN Z AYNING ZHU, PENG ZHANG, et al. Imperatorin derivative OW1 inhibits the upregulation of TGF-β and MMP-2 in renovascular hypertension-induced cardiac remodeling [J]. Experimental & Therapeutic Medicine, 2016, 11(5): 1748-1754
- [22] Wang K S, Lv Y, Wang Z, et al. Imperatorin efficiently blocks TNF-α-mediated activation of ROS/PI3K/Akt/NF-κB pathway [J]. Oncology Reports, 2017, 37(6): 3397
- [23] Cao Y, Liu J, Wang Q, et al. Antidepressive-like effect of imperatorin from Angelica dahurica in prenatally stressed offspring rats through 5-hydroxytryptamine system[J]. Neuroreport, 2017, 28(8): 426
- [24] Zhang Z Y, Li Y, Li R, et al. Tetrahydrobiopterin Protects against Radiation-induced Growth Inhibition in H9c2 Cardiomyocytes [J]. Chinese Journal of Medicine (English Edition), 2016, 129(22): 2733-2740
- [25] Wang S G, Yan X U, Hao X, et al. Astragaloside IV prevents lipopolysaccharide-induced injury in H9C2 cardiomyocytes [J]. Chinese Journal of Natural Medicines, 2015, 13(2): 127-132
- [26] Cheung K G, Cole L K, Xiang B, et al. SIRT3 attenuates doxorubicin-induced oxidative stress and improves mitochondrial respiration in H9c2 cardiomyocytes [J]. Journal of Biological Chemistry, 2015, 290(17): 10981

## (上接第 437 页)

[27] 凯赛尔江·多来提,古丽美热·艾买入拉,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

Kaisaierjiang • 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

[28] 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, Gulinisha Kerem. Observation on Ttigeminal Ganglion Cells in Human Fetus by Light and Electron Microscopy [J]. Progress in Modern Biomedicine, 2009, 9(5): 881-883

[29] 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