

猫儿山两种有尾两栖类消化道嗜银细胞比较观察

崔甄甄 陈毓[#] 宁梅红 杨波 韩丽霞 黄华苑^{*}

广西师范大学珍稀濒危动植物生态与环境保护教育部重点实验室, 广西珍稀濒危动物生态学重点实验室 桂林 541004

摘要: 为探究有尾两栖类消化道内分泌细胞的特点, 以分布于猫儿山保护区的猫儿山小鲵 (*Hynobius maershanensis*) 和瑶山肥螈 (*Pachytriton inexpectatus*) 为研究对象, 采用 Grimelius 银染法, 对二者消化道嗜银细胞的形态特征、分布区域与分布密度进行了比较研究, 为有尾两栖类消化道比较组织学和内分泌学研究积累基础资料, 并为两栖类消化生理学研究提供形态学数据基础。结果显示, 两种动物从食道至直肠均有嗜银细胞分布, 分布型都呈波浪形, 均在食道处分布密度 (个/视野) 最高, 猫儿山小鲵为 2.00 ± 0.69 , 瑶山肥螈为 3.42 ± 0.31 , 在猫儿山小鲵回肠 (1.45 ± 0.50) 和瑶山肥螈在直肠 (1.63 ± 0.97) 分布密度最低。瑶山肥螈消化道各部位嗜银细胞的分布密度都高于猫儿山小鲵, 两种动物嗜银细胞分布密度在食道、贲门、十二指肠和回肠中差异显著, 但在胃体、幽门和直肠中差异不显著。对同一物种消化道不同部位嗜银细胞进行比较, 猫儿山小鲵及瑶山肥螈的嗜银细胞分布密度高峰均出现在食道, 其中, 猫儿山小鲵食道与十二指肠、回肠、直肠差异显著 ($P < 0.05$), 瑶山肥螈食道与其他各部位差异显著 ($P < 0.05$)。嗜银细胞形状多样, 有圆形、椭圆形、锥形和梭形等, 可分为闭合型和开放型细胞。猫儿山小鲵生活环境多为沼泽地, 富含淤泥、落叶, 喜食蛙类蝌蚪、蚯蚓等个体较小且易消化的食物, 瑶山肥螈生活环境为石块粗砂较多的山溪, 以虾、蟹、螺等为食, 这两种动物消化道嗜银细胞的形态特征和分布密度各具自身特点, 可能与其生境及食性等因素有关。

关键词: 猫儿山小鲵; 瑶山肥螈; 消化道; 嗜银细胞; 形态与分布

中图分类号: Q954 **文献标识码:** A **文章编号:** 0250-3263 (2022) 06-905-08

Comparative Observation of Argyrophilic Cells in the Digestive Tract of Two Urodele Amphibians in the Maershan Nature Reserve

CUI Zhen-Zhen CHEN Yu[#] NING Mei-Hong YANG Bo
HAN Li-Xia HUANG Hua-Yuan^{*}

Key Laboratory of Ecology of Rare and Endangered Species and Environmental Protection, Ministry of Education,
Guangxi Normal University, Guangxi Key Laboratory of Rare and Endangered Animal Ecology, Guilin 541004, China

基金项目 国家自然科学基金项目 (No. 31860609), 广西高校中青年骨干教师科研基础能力提升项目 (No. 2021KY0059);

***** 通讯作者, E-mail: hhy-121@163.com;

第一作者介绍 崔甄甄, 女, 实验师; 研究方向: 动物生态学; E-mail: czz9102022@163.com;

共同第一作者 陈毓, 女, 硕士; 研究方向: 动物生理学; E-mail: chen_y_117@163.com。

收稿日期: 2021-12-14, 修回日期: 2022-08-28 DOI: 10.13859/j.cjz.202206010

Abstract: [Objectives] In order to explore the characteristics of the endocrine cells of the digestive tract of the urodele amphibians, we studied the morphological characteristics, distribution area, and distribution density of argyrophilic cells in the digestive tract amphibians of *Hynobius maoershanensis* and *Pachytriton inexpectatus* in the Maershan Nature Reserve. The present study should accumulate basic information for comparative histology and endocrinology studies of the urodele amphibian digestive tract, and provide a basis for morphological studies of urodele amphibian digestive physiology. **[Methods]** Each part of the digestive tract was separated by anatomical means, and the experiment was performed using routine paraffin sectioning, Grimelius staining, block observation, photo counting, and other procedures. The original data were converted into LN logarithm, and all the data were in line with normal distribution after examination. Duncan multiple comparison and one-way analysis of variance were used for statistical analysis of argyrophilic cells in different parts of digestive tract (Microsoft Excel 2016 and SPSS26.0 software), and results of density distribution were expressed by Mean \pm standard error (Mean \pm SE). **[Results]** The results showed that there was undulate distribution of argyrophilic cells in digestive tract from esophagus to rectum of these two animals, and the distribution of density peak appeared in esophagus (*H. maoershanensis* 2.00 ± 0.69 ; *P. inexpectatus* 3.42 ± 0.31), but the lowest densities were in ileum (*H. maoershanensis* 1.45 ± 0.50) and rectum (*P. inexpectatus* 1.63 ± 0.97), respectively. The density of argyrophilic cells in each part of digestive tract of *P. inexpectatus* was higher than that in *H. maoershanensis*, and the difference is significant in esophagus, cardia, duodenum and ileum, but not in stomach, pylorus and rectum. We compared the argyrophilic cells in different parts of the digestive tract of the same species, the distribution peak of density in both *H. maoershanensis* and *P. inexpectatus* were appeared in esophagus, with significant differences were found between *Hynobius maoershanensis* esophagus and the duodenum, ileum and rectum ($P < 0.05$), and between the *P. inexpectatus* esophagus and all other parts ($P < 0.05$) (Table 1). The argyrophilic cells had various shapes, including round, elliptical, pyramidal, fusiform, etc., which could be divided into two types: closed type and open type (Fig. 1). **[Conclusion]** *H. maoershanensis* lives in a swampy environment where rich in silt and fallen leaves, and prefers small and easily digestible foods such as frog tadpoles and earthworms, while *P. inexpectatus* lives in a rocky and coarse sandy mountain stream and prefers to feed on shrimps, crabs and snails, etc. The morphological characteristics and density of distribution of argyrophilic cells in the digestive tracts of these two species have their own characteristics, which may be related to their habitat and feeding habits.

Key words: *Hynobius maoershanensis*; *Pachytriton inexpectatus*; Digestive tract; Argyrophilic cells; Morphology and distribution

嗜银细胞属于内分泌细胞类,是消化道所含各类内分泌细胞的总称(谢冰楠等 2012),内分泌细胞可分泌多种激素、胺类或肽类物质,这些物质在营养物质吸收、肠道运动等消化过程中发挥重要作用(Çinar 2002),在多种脊椎动物的消化道中均有发现(El-Salh et al. 1985, 唐晓雯等 1991)。消化道内嗜银细胞可分为开放型和闭合型,开放型嗜银细胞基部膨大而顶

部狭窄,有胞突伸向管腔或邻近细胞,大多为锥形、棒状、梭形等,有化学感受器的功能,基部可接受来自体液的刺激,引起激素释放活动的变化,有外分泌的功能;而闭合型嗜银细胞的顶端无胞突,细胞基部常沿基膜伸出突起,大多为圆形、椭圆形等,主要功能为感受局部组织内环境的变化和肠腔内容物压力的刺激,执行内分泌的功能(成令忠等 2003, 张志强

2013, 庾云等 2017)。相关研究表明, 在两栖纲蚓螈目(李家洲等 2011)、无尾目(楚德昌 2003, 牛鑫鑫等 2013, 伍亮等 2018)的消化道中分布着丰富的嗜银细胞, 但分布特征多种多样, 分布差异与多种因素相关, 如生活环境、系统发育等(谢冰楠等 2012)。在形态上, 有尾目和无尾目两栖动物嗜银细胞形态种类相似, 分为开放型和闭合型(付雪枫等 2011, 牛鑫鑫等 2013)。在分布密度方面, 无尾目两栖动物消化道嗜银细胞分布密度高峰多位于胃幽门、食道, 分布密度低谷常见于食道、十二指肠、回肠和直肠(陈霞等 2002, 马雪沅等 2012, 伍亮等 2018, 汪寅等 2019)。另有学者对 3 种有尾目两栖动物的嗜银细胞分布密度也进行了相关探究, 结果表明, 其分布密度高峰同样处于胃幽门, 密度低谷多见于十二指肠(任春宇等 2011, 付雪枫等 2011)。在其他脊椎动物相关研究中, 嗜银细胞大多主要分布于胃部, 在肠道、食道中分布较少或没有(Wang et al. 2010, Barbosa Lopes et al. 2021)。

猫儿山小鲵(*Hynobius maoershanensis*) 属两栖纲有尾目(Urodela)小鲵科(Hynobiidae)小鲵属, 仅分布于广西猫儿山国家级自然保护区海拔 2 000 m 左右的山区沼泽及其周边地带, 栖息范围十分狭小, 野外种群数量极低(周放等 2006, Huang et al. 2016, 黄华苑等 2019), 为猫儿山国家级自然保护区特有种, 已被列为国家 I 级重点保护野生动物(国家林业和草原局等 2021)。瑶山肥螈(*Pachytriton intexpectatus*) 属于蝾螈科(Salamandridae)肥螈属, 多生活于海拔 1 140 ~ 1 800 m 水流较为平缓的山溪内(费梁等 2012)。猫儿山小鲵和瑶山肥螈消化道的形态和组织结构相似, 两者的比肠长数值均小于 1, 符合肉食性动物消化道短的特征(陈毓等 2021)。本研究采用 Grimelius 银染法, 对猫儿山小鲵和瑶山肥螈消化道嗜银细胞的形态特征及分布密度进行观察, 为有尾两栖类动物消化道比较组织学和内分泌学研究积累基础资料, 并为两栖类动物消

化生理学研究提供形态数据基础。

1 材料及方法

1.1 实验材料

猫儿山小鲵和瑶山肥螈成体均采自广西猫儿山自然保护区内, 福尔马林溶液浸泡保存。标本各 5 只, 两物种雌雄比均为 2 : 3。瑶山肥螈标本于 2018 年 7 月采自猫儿山自然保护区庵堂坪附近(25°54'45" N, 110°27'45" E, 海拔 1 600 m), 体长(164.64 ± 7.08) mm, 体重(20.52 ± 2.44) g; 猫儿山小鲵标本于 2017 年 12 月采自猫儿山保护区状元桥(25°53'45" N, 110°25'58" E, 海拔 1 960 m), 体长(176.15 ± 7.15) mm, 体重(26.13 ± 3.58) g。

1.2 实验方法

取消化道中食道、胃贲门部、胃体、胃幽门部、十二指肠、回肠、直肠 7 个部位。采用常规石蜡切片, 切片厚度 6 μm。为便于观察组织结构与嗜银细胞分布密度的变化, 对胃贲门和幽门进行纵切, 其他部位消化道均采用横切方式制取组织切片。采用 Grimelius 银染法染色, 具体染色方法同方福德等(1996), 奥林巴斯 BX-63 显微镜观察并拍照。镜下观察时尽量选择切片质量好、镜下组织结构和细胞形态清晰的进行观察并拍照, 观察过程中应一个视野挨一个视野地连续观察, 并参照细胞各形态标准图进行对比, 以消除误差(李瑾等 2019)。

1.3 统计分析

每个物种消化道各部位的切片在物镜 40 倍、目镜 10 倍随机取 50 个视野进行细胞计数, 作为嗜银细胞的分布密度。将原始数据进行自然对数转换, 经检验后所有数据均符合正态分布, 采用单因素方差分析法统计不同动物消化道同一部位的嗜银细胞分布密度的差异, 用 Duncan 多重比较法统计同种动物消化道不同部位的嗜银细胞分布密度的差异。 $P < 0.05$ 为差异显著, $P < 0.01$ 为差异极显著, 分布密度结果用平均值 ± 标准误(Mean ± SE)表示, 使用 Excel 和 SPSS26.0 软件进行数据分析和

检验。

2 结果

2.1 嗜银细胞的分布及形态特征

显微镜下,经 Grimelius 法进行银染后的切片标本,嗜银细胞呈现黑棕色、棕色,而背景细胞则呈现淡黄色,两者对比鲜明,容易辨认。

通过显微镜观察发现,嗜银细胞在猫儿山小鲵和瑶山肥螈消化道各部位均有分布,处于上皮细胞中嗜银细胞比较明显,易观察(图 1),形态主要有圆形、椭圆形、梭形和锥形等。其中,梭形细胞具有细胞突起,指向肠腔、固有膜,或同时指向肠腔和固有膜,处于不同位置的嗜银细胞形态和大小有差别。在食道,猫儿山小鲵与瑶山肥螈均主要有圆形细胞和梭形细胞(图 1a, b);在贲门,猫儿山小鲵有梭形细胞,而瑶山肥螈有圆形细胞和梭形细胞(图 1c, d);在胃体,猫儿山小鲵与瑶山肥螈均主要有圆形细胞和梭形细胞(图 1e, f);在幽门,猫儿山小鲵与瑶山肥螈均主要有梭形细胞和锥形细胞(图 1g, i);在十二指肠,猫儿山小鲵有圆形细胞和梭形细胞,而瑶山肥螈有梭形细胞(图 1j, l);在回肠,猫儿山小鲵有梭形细胞,而瑶山肥螈有杯状细胞(图 1m, n);在直肠,猫儿山小鲵有梭形细胞和椭圆形细胞,而瑶山肥螈有长条形细胞(图 1o, p)。

2.2 嗜银细胞的分布密度

嗜银细胞在猫儿山小鲵及瑶山肥螈的消化道各部位均有分布,瑶山肥螈消化道各部位嗜银细胞的分布密度都高于猫儿山小鲵(表 1),二者消化道同一部位对比发现,食道、贲门、十二指肠和回肠部差异显著,但胃体、幽门和直肠部差异不显著。同一物种消化道不同部位嗜银细胞对比发现,猫儿山小鲵及瑶山肥螈的嗜银细胞分布密度高峰均出现在食道,其中猫儿山小鲵食道与十二指肠、回肠、直肠差异显著($P < 0.05$),瑶山肥螈食道与其他各部位差异显著($P < 0.05$)。猫儿山小鲵的消化道嗜银细胞密度最高峰位于食道,胃体次之,十二指

肠与回肠处分布较为稀少,最低位于回肠;瑶山肥螈食道为最高峰,回肠次之,直肠处的分布密度最低。二者嗜银细胞分布密度最高峰均位于食道,但最低谷各不相同,猫儿山小鲵位于回肠部,瑶山肥螈位于直肠部。

3 讨论

3.1 嗜银细胞的形态特征

猫儿山小鲵和瑶山肥螈的消化道各段均有嗜银细胞分布,该细胞形态多样,从形态上可分为闭合型和开放型两种细胞类型,其中,闭合型嗜银细胞的顶端无胞突,一般呈圆形或椭圆形,细胞基部常沿基膜伸出突起,发挥内分泌作用(成令忠等 2003, 张志强 2013)。研究发现,消化道嗜银细胞还具有外分泌和旁分泌的作用(楚德昌等 2002),开放型嗜银细胞的基部膨大而顶部狭窄,一般呈锥体形、梭形、棒形等,具胞突伸向管腔或相邻细胞,有外分泌的功能(张志强 2013, 庾云等 2017)。在本研究中,猫儿山小鲵和瑶山肥螈的消化道中既有圆形或椭圆形的闭合型嗜银细胞,这与北方狭口蛙(*Kaloula borealis*) (牛鑫鑫等 2013)、凹耳蛙(*Odorrana tormota*) (马雪洸等 2012)等两栖动物相似;同时也含有锥体形或梭形的开放型嗜银细胞的存在,这与中国林蛙(*Rana chensinensis*) (高欣等 2005)、极北鲵(*Salamandrella keyserlingii*) (任春宇等 2011)等两栖动物类似,二者消化道嗜银细胞形态多变,兼具多种形态学特征,这一特点可能与消化道执行的复杂生理学功能相关,其主要作用为局部调节消化吸收功能。本研究表明,猫儿山小鲵和瑶山肥螈消化道嗜银细胞同时具备内、外分泌功能的形态基础,至于其是否具有旁分泌功能,还有待进一步研究。

3.2 嗜银细胞的分布密度

嗜银细胞广泛分布于各类动物消化道中,但不同物种消化道嗜银细胞的分布型与分密度各不相同,黄威权等(1985)曾将消化道嗜银细胞的分布曲线归纳为三种类型:倒 V 形(I

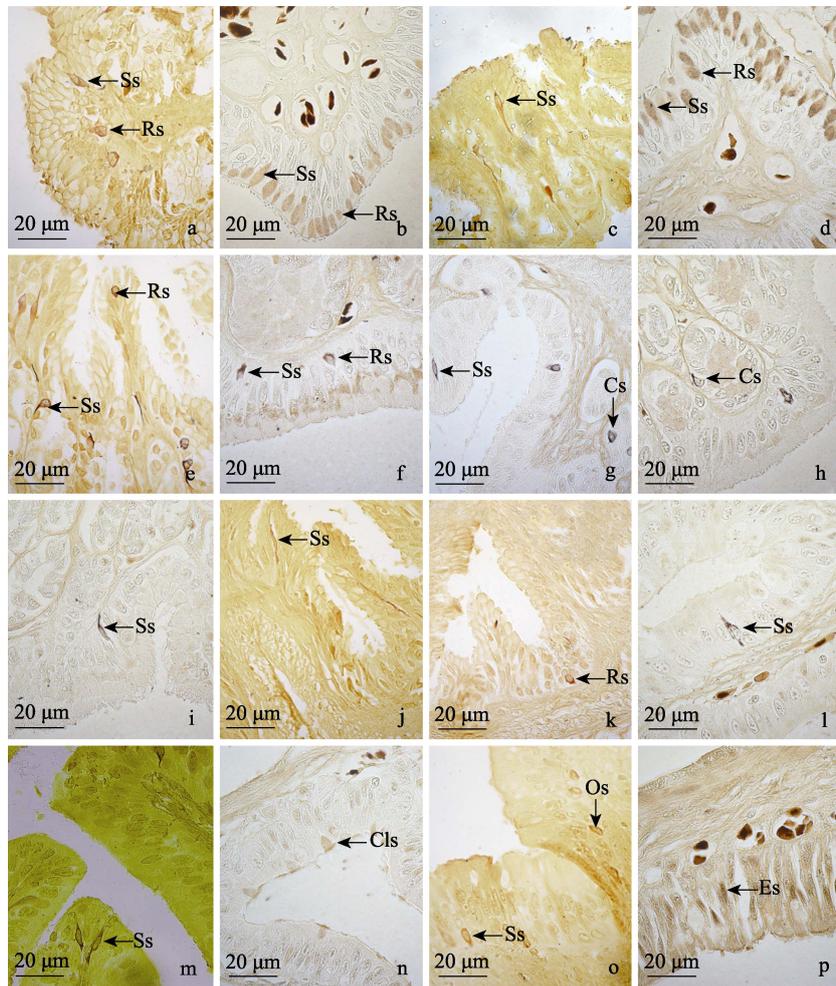


图 1 两种有尾类两栖动物消化道嗜银细胞的分布和形态

Fig. 1 The distribution and morphology of argyrophilic cells in the digestive tract of two urodele amphibians

a. 猫儿山小鲵食道圆形和梭形嗜银细胞；b. 瑶山肥螈食道圆形和梭形嗜银细胞；c. 猫儿山小鲵贲门圆形和梭形嗜银细胞；d. 瑶山肥螈贲门圆形和梭形嗜银细胞；e. 猫儿山小鲵胃体圆形和梭形嗜银细胞；f. 瑶山肥螈胃体圆形和梭形嗜银细胞；g. 猫儿山小鲵幽门圆形和梭形嗜银细胞；h, i. 瑶山肥螈幽门圆形和梭形嗜银细胞；j, k. 猫儿山小鲵十二指肠圆形和梭形嗜银细胞；l. 瑶山肥螈十二指肠圆形和梭形嗜银细胞；m. 猫儿山小鲵回肠圆形和梭形嗜银细胞；n. 瑶山肥螈回肠圆形和梭形嗜银细胞；o. 猫儿山小鲵直肠圆形和梭形嗜银细胞；p. 瑶山肥螈直肠圆形和梭形嗜银细胞。

a. Round and spindle shaped argyrophilic cells in the esophagus of *Hynobius maoershanensis*; b. Round and spindle shaped argyrophilic cells in the esophagus of *Pachytriton inexpectatus*; c. Round and spindle shaped argyrophilic cells in the cardia of *H. maoershanensis*; d. Round and spindle shaped argyrophilic cells in the cardia of *P. inexpectatus*; e. Round and spindle shaped argyrophilic cells in the stomach body of *H. maoershanensis*; f. Round and spindle shaped argyrophilic cells in the stomach body of *P. inexpectatus*; g. Round and spindle shaped argyrophilic cells in the pylorus of *H. maoershanensis*; h, i. Round and spindle shaped argyrophilic cells in the pylorus of *P. inexpectatus*; j, k. Round and spindle shaped argyrophilic cells in the duodenum of *H. maoershanensis*; l. Round and spindle shaped argyrophilic cells in the duodenum of *P. inexpectatus*; m. Round and spindle shaped argyrophilic cells in the jejunum of *H. maoershanensis*; n. Round and spindle shaped argyrophilic cells in the jejunum of *P. inexpectatus*; o. Round and spindle shaped argyrophilic cells in the ileum of *H. maoershanensis*; p. Round and spindle shaped argyrophilic cells in the ileum of *P. inexpectatus*.

Cls. 杯状嗜银细胞；Cs. 锥形嗜银细胞；Es. 长条形嗜银细胞；Os. 椭圆形嗜银细胞；Rs. 圆形嗜银细胞；Ss. 梭形嗜银细胞

Cls. Cup-like shaped argyrophilic cells; Cs. Cone shaped argyrophilic cells; Es. Elongated shaped argyrophilic cells; Os. Oval shaped argyrophilic cells; Rs. Round shaped argyrophilic cells; Ss. Spindle shaped argyrophilic cells

表 1 消化道各部分嗜银细胞的分布密度 ($n = 50$)Table 1 *Argyrophil cell distribution density in each part of the digestive tract*

消化道 Digestive tract	猫儿山小鲵 <i>Hynobius maoershanensis</i>	瑶山肥螈 <i>Pachytriton inexpectatus</i>
食道 Esophagus	2.00 ± 0.69 ^{***}	3.42 ± 0.31 ^a
贲门 Cardiac	1.68 ± 0.62 ^{ab***}	2.74 ± 1.26 ^b
胃体 Stomach body	1.99 ± 0.51 ^a	2.00 ± 0.40 ^d
幽门 Pylorus	1.83 ± 0.68 ^{ab}	2.01 ± 0.78 ^{cd}
十二指肠 Duodenum	1.47 ± 0.68 ^{ab***}	1.98 ± 0.56 ^d
回肠 Ileum	1.45 ± 0.50 ^{b***}	2.41 ± 0.65 ^{bc}
直肠 Rectum	1.50 ± 0.53 ^b	1.63 ± 0.97 ^d

物镜 40 ×, 目镜 10 ×, 单位为个/视野; 数值以平均值 ± 标准误差表示; 同列数据, 含相同小写字母表示同种动物消化道不同部位的差异不显著 ($P > 0.05$), 含完全不同的小写字母表示差异显著 ($P < 0.05$); *** 表示不同种动物消化道同一部位的差异极其显著 ($P < 0.001$)。

Objective 40 ×, eyepiece 10 ×, Unit: number of cells /field; The value is shown as Mean ± SE; In the same column, difference is not significant with same lowercase letters in different parts of the digestive tract of the same animal ($P > 0.05$), while significant with the different lowercase letters ($P < 0.05$); *** Extremely significant differences in the same part of the digestive tract in different species of animals ($P < 0.001$).

型)、U形(II型)和波浪形(III型)。凹耳蛙(马雪洸等 2012)、秦岭滑蜥(*Scincella tsinlingensis*) (王丽敏等 2016)的嗜银细胞分布高峰在十二指肠处, 向后端呈递减趋势, 这与I型(倒V形)较为相似。东北小鲵(*Hynobius leechii*) (任春宇等 2011)小肠中嗜银细胞的分布情况与II型相近, 头尾两端多、中部较少, 形成一个“U”型的密度分布曲线, 即空肠分布数量较少, 十二指肠和回肠分布数量较多。黑斑蛙(*Pelophylax nigromaculatus*) (赵文艳等 2003)、巴西彩龟(*Trachemys scripta*) (周长文等 2008)消化道内嗜银细胞呈高低变动的波浪形分布, 有3个分布密度高峰, 最突出的高峰位于胃幽门或十二指肠处, 另两个高峰分别位于食道或胃贲门和小肠末段或大肠前段, 这类似于III型。本研究对猫儿山小鲵和瑶山肥螈的消化道嗜银细胞

分布型的测定结果与III型相近, 分布密度呈高低变动的波浪形。上述物种的消化道内虽均有嗜银细胞分布, 分布特征也存在一定的相似之处, 但不同物种消化道嗜银细胞的分布型与分布密度各不相同, 相关研究至今未发现完全相同的物种。由此可见, 消化道嗜银细胞分布型和分布密度存在物种差异性。

相关研究认为, 动物消化道嗜银细胞的分布型和分布密度与它们的栖息地环境及食性有关, 不同物种的消化道嗜银细胞分布特征并不相同(杨贵波等 1997, 赵文艳等 2003, 牛鑫鑫等 2013)。在本研究中, 猫儿山小鲵和瑶山肥螈的消化道嗜银细胞分布密度最高峰均位于食道, 可能与食道最先与食物接触, 受到食物的刺激有关, 需要分泌较多的激素润滑食物来推动食物的下行(张盛周等 1999)。青海沙蜥(*Phrynocephalus vlangalii*)为适应高海拔环境, 胃部嗜银细胞增多(赵阳阳等 2020)。本研究结果显示, 猫儿山小鲵与瑶山肥螈胃部嗜银细胞分布密度较各自的十二指肠、直肠而言略高, 这也许与二者生活环境均位于猫儿山高海拔山区有关, 说明它们的主要消化过程在胃部完成, 剩余未消化的食物残渣下行至肠道继续消化吸收。

猫儿山小鲵和瑶山肥螈消化道嗜银细胞分布密度最低谷的所在部位各不相同, 分别为回肠与直肠, 且瑶山肥螈消化道各部位嗜银细胞密度均高于猫儿山小鲵, 这可能与其生境及食性不同相关, 猫儿山小鲵和瑶山肥螈虽均生活在海拔较高的猫儿山保护区内, 但二者的生活环境仍存在一定差异, 且食性不同。猫儿山小鲵的栖息地周围植被繁茂利于隐藏躲避敌害, 多为沼泽地及其周边地带, 其生境富含淤泥和落叶, 瑶山肥螈所处环境则为山溪, 淤泥较少, 石块粗砂较多(费梁等 2012)。猫儿山小鲵多以个体较小且易消化的食物为主, 如蛙类蝌蚪、蚯蚓等, 瑶山肥螈则喜爱以虾、蟹、螺等为食(费梁等 2012), 这类食物常含有坚硬的外壳难以消化, 因此需要更多的嗜银细胞帮助其完

成消化过程。与极北鲵相似(任春宇等 2011), 瑶山肥螈十二指肠至回肠的嗜银细胞密度呈上升趋势, 其带壳类食物在胃部未完全消化, 更多的食物残渣入肠道继续完成消化过程, 又因十二指肠长度较短, 故残渣在回肠部位停留的时间较长, 需较多的嗜银细胞分泌激素调节肠道运动, 有利于机体吸收更多的营养成分。

综上, 猫儿山小鲵和瑶山肥螈的消化道均有嗜银细胞分布, 且形态多样, 有圆形、椭圆形、锥体形、梭形等, 可分为闭合型和开放型, 两者均在食道出现嗜银细胞分布密度最高, 分别在回肠和直肠分布密度最低, 差异可能是由于不同部位的不同生理功能而决定的。瑶山肥螈消化道各部位嗜银细胞分布密度均高于猫儿山小鲵, 这可能与二者的生境及食性不同有关, 猫儿山小鲵和瑶山肥螈对其特有的生境及食性具有独特的生理适应性, 具体的适应机制有待进一步探讨。

参 考 文 献

- Barbosa Lopes F, Assis Rodrigues M L, Souza Silva C H, et al. 2021. Identification of enteroendocrine cells of *Tropidurus torquatus* and *Salvator merianae* (Squamata: Lacertilia). *Cuadernos de Herpetología*, 35(1): 97–107.
- Çinar K. 2002. Immunohistochemical localization of glucagon, substance-P and vasoactive intestinal peptide in gastrointestinal tract mucosa of zander. *Journal of Fish Biology*, 60(2): 319–327.
- El-Salh M, Wilander E, Lundqvist G. 1985. Comparative studies of serotonin-like immunoreactive cell in the digestive tract of vertebrates. *Biomed Research*, 6(6): 371–375.
- Huang H Y, Lin B J, Guo C, et al. 2016. The complete mitochondrial genome of the *Hynobius maoershanensis* (Caudata: hynobiidae). *Mitochondrial DNA*, 27(1): 173–174.
- Wang J X, Peng K M, Liu H Z, et al. 2010. Distribution and morphology of argyrophilic cells in the digestive tract of the African ostrich. *Tissue & Cell*, 42(1): 65–68.
- 陈霞, 于海波, 李淑兰. 2002. 黑龙江林蛙消化道嗜银细胞的分布及形态学观察. *哈尔滨学院学报(教育)*, 22(8): 62–63.
- 陈毓, 崔甄甄, 杨波, 等. 2021. 猫儿山小鲵和瑶山肥螈消化道组织结构及 5-羟色胺细胞分布特征. *动物学杂志*, 56(4): 597–607.
- 成令忠, 钟翠平, 蔡文琴. 2003. 现代组织学. 上海: 上海科学技术文献出版社, 812/
- 楚德昌. 2003. 三种无尾两栖类动物消化道嗜银细胞的观察. *潍坊学院学报*, 3(4): 10–12.
- 楚德昌, 邓振旭. 2002. 中华大蟾蜍消化道嗜银细胞的形态与分布. *解剖学杂志*, 25(3): 289–292.
- 方福德, 周吕, 丁濂, 等. 1996. 现代医学实验技巧全书(上册). 北京: 北京医科大学中国协和医科大学联合出版社, 51–52.
- 费梁, 叶昌媛, 江建平. 2012. 中国两栖动物及其分布彩色图鉴. 四川: 四川科学技术出版社, 40–41, 106–107.
- 付雪枫, 张志强. 2011. 禁食对东方蝾螈胃肠道嗜银细胞形态和分布密度的影响. *动物学杂志*, 46(2): 114–119.
- 高欣, 李淑兰. 2005. 中国林蛙(*Rana chensinensis*)消化道嗜银细胞的研究. *哈尔滨师范大学自然科学学报*, 39(6): 75–78.
- 国家林业和草原局, 农业农村部. 2021. 国家林业和草原局农业农村部公告(2021 年第 3 号)(国家重点保护野生动物名录). [EB/OL]. [2021-03-10]. <https://www.forestry.gov.cn/main/5461/20210205/122418860831352.html>.
- 黄华苑, 卜荣平, 谢海, 等. 2019. 猫儿山小鲵(*Hynobius maoershanensis*)繁殖期生境选择. *生态学报*, 39(17): 6443–6451.
- 黄威权, 黄荫乔, 王文超, 等. 1985. 大鼠小肠嗜银、亲银细胞的分布及形态学观察. *解剖学报*, 16(4): 412–416.
- 李家洲, 李桂芬, 苏福来, 等. 2011. 版纳鱼螈消化道嗜银细胞的分布及形态学. *解剖学杂志*, 34(2): 213–215.
- 李瑾, 韩月臣, 蔡晶. 2019. 生物卵膜促进小鼠皮肤创面愈合及病理观察. *中华耳科学杂志*, 17(6): 953–957.
- 马雪泷, 唐鑫生, 吴仁红. 2012. 凹耳蛙消化道组织学和嗜银细胞形态观察. *动物学杂志*, 47(1): 9–15.
- 牛鑫鑫, 金晨晨, 咸振飞. 2013. 北方狭口蛙消化道嗜银细胞的分布与形态. *四川动物*, 32(2): 246–249.
- 任春宇, 曹雷, 李淑兰, 等. 2011. 极北鲵与东北小鲵消化道嗜银细胞的比较. *中国农学通报*, 27(11): 46–49.
- 唐晓雯, 郑一守. 1991. 不同脊椎动物消化道内 5-羟色胺免疫染色细胞的分布. *动物学研究*, 12(3): 293–297.
- 庚云, 曹坤, 刘龙伟, 等. 2017. 花鲢消化道嗜银细胞的分布及形态学观察. *黑龙江畜牧兽医*, 45(21): 245–247+300.

- 汪寅, 汪子怡, 刘溯源, 等. 2019. 中华蟾蜍登陆后消化道嗜银细胞形态和分布密度的增龄变化. *中国组织化学与细胞化学杂志*, 28(4): 345–349.
- 王丽敏, 杨纯, 郭俐. 2016. 秦岭滑蜥消化系统组织结构及消化管嗜银细胞观察. *动物学杂志*, 51(4): 614–622.
- 伍亮, 赵秋平, 吴颖, 等. 2018. 花背蟾蜍消化道嗜银细胞形态和分布密度的增龄变化. *中国组织化学与细胞化学杂志*, 27(6): 548–552.
- 谢冰楠, 李丕鹏, 陆宇燕. 2012. 爬行动物消化道嗜银细胞的研究进展. *四川动物*, 31(3): 504–507.
- 杨贵波, 王平. 1997. 改变食物组成对大鼠胃肠道嗜铬细胞的影响. *动物学报*, 43(1): 55–60.
- 张盛周, 吴孝兵, 陈壁辉, 等. 1999. 扬子鳄消化道嗜银细胞的分布及形态学观察. *动物学杂志*, 34(3): 31–35.
- 张志强. 2013. 两栖类消化道嗜银细胞和 5-羟色胺细胞的研究进展. *中国组织化学与细胞化学杂志*, 22(2): 172–175.
- 赵文艳, 李淑兰. 2003. 黑斑蛙胃肠道嗜银细胞的分布及形态学研究. *中国比较医学杂志*, 13(6): 364–367.
- 赵阳阳, 祁玥, 王晓宁, 等. 2020. 青海沙蜥消化道组织结构及嗜银细胞研究. *生态学报*, 40(16): 5855–5861.
- 周放, 蒋爱伍, 蒋得斌. 2006. 中国两栖类一新种(有尾目, 小鲵科). *动物分类学报*, 31(3): 670–674.
- 周长文, 楚德昌, 李春华. 2008. 巴西彩龟与无蹼壁虎消化道银染观察. *四川动物*, 28(2): 230–232, 235, 321.