

文章编号: 1004-7271(2000)04-0298-10

中国珊瑚礁毒鱼类的研究

伍汉霖¹, 庄棣华², 陈永豪³, 牟阳¹

(1. 上海水产大学鱼类研究室, 上海 200090; 2. 香港大学动物学系, 香港; 3. 上海市食品卫生监督检验所, 上海 200335)

摘要:本文较全面地叙述珊瑚礁毒鱼中毒的定义, 珊瑚礁鱼毒素的毒源、毒理作用, 中毒症状、治疗及预防, 毒鱼种类。经 20 多年来的调查研究, 在中国的台湾、西沙群岛、海南岛南部共发现 45 种珊瑚礁鱼类为有毒种。

关键词:珊瑚礁鱼毒素; 西加中毒; 中国

中图分类号: Q959.4 **文献标识码:** A

Study on the Ciguatera fishes in China

WU Han-lin¹, CHONG Dee-hwa², CHEN Yong-hao³, MOU Yang¹

(1. Department of Ichthyology, SFU, Shanghai 200090, China; 2. Department of Zoology, University of Hong Kong, Hong Kong, China; 3. Institute of Food Sanitation, Supervise and Inspection of Shanghai, Shanghai 200335, China)

Abstract: The present paper reports the definition of ciguatera, original and toxicology of the ciguatera toxin; symptoms, treatment and prevention of ciguatera fish poisoning, and the species of ciguatera fishes in China. The results show that the 45 ciguatera species were found in Taiwan, Xisha Islands as well as south Hainan Island, China in the past 20 years.

Key words: ciguatera toxin; ciguatera; China

1997年, 在香港发生 16 宗食用热带珊瑚礁毒鱼而中毒的案例, 有 103 人中毒; 1998 年 1 月又发生 70 多人被怀疑吃了在珊瑚礁附近觅食的含有珊瑚礁鱼毒素(“西加”毒素)的深海大鱼而中毒。据了解, 其中大部分人是吃了超过 5 kg 重的“老虎斑”(棕点石斑鱼 *Epinephelus fuscoguttatus*) 后中毒的^[1], 这一年因食“老虎斑”等珊瑚礁毒鱼中毒的案例共 117 宗, 420 人中毒。1999 年 3~5 月又爆发因食用“杉斑”(清水石斑鱼 *Epinephelus polyphekadion*)、“西星斑”(蓝点鳃棘鲈 *Plectropomus areolatus*) 等珊瑚礁石斑鱼而中毒的案例 27 宗, 118 人中毒。由于这几年在香港连续发生多次食鱼中毒, 人们对珊瑚礁毒鱼的情况及研究现状多少给予较大的关注。

1 概述

1.1 珊瑚礁毒鱼中毒的定义

热带珊瑚礁毒鱼(Ciguatera-producing fishes) 早在 16 世纪就有报道, 珊瑚礁毒鱼是指栖息于各大洋

收稿日期: 2000-07-03

作者简介: 伍汉霖(1934-), 男, 广东肇庆人, 研究员, 从事鱼类学、有毒及药用鱼类的研究。Tel: 021-65710211, E-mail: hlwu@shfu.edu.cn

热带、亚热带陆棚边缘及岛屿沿岸珊瑚礁的有毒鱼类。这些有毒鱼类与含有河鱒毒素的鱒毒鱼类不同，其鱼体肌肉或内脏含有珊瑚礁鱼毒素 (ciguatoxin, CTX) (即“西加”毒素或“雪卡”毒素)，食后能引起中毒，称为珊瑚礁毒鱼中毒 (肉毒鱼类中毒)^[2] (ciguatera)。“Ciguatera”一词源自西班牙语词语，为 18 世纪葡萄牙生物学家 Don Antonio Para 首先使用。当时是指 18 世纪移民到古巴的西班牙人取食大西洋西端加勒比海域中所产的一种卷贝 (Turban shell)，当地居民称之为“西加、雪卡 (cigua)” (*Cittarium pica*)，所造成的胃肠紊乱或神经系障碍的中毒现象，其后在西方只要吃食加勒比海域中所产的鱼、贝类而引起的类似中毒，均称之为珊瑚礁毒鱼中毒 (ciguatera)。现在则将此名词加以扩大，凡食用热带、亚热带珊瑚礁的毒鱼 (鱒形目鱼类除外)、虾、贝、蟹所引起的低死亡率食物中毒均称之。我国南部沿海、南海诸岛及台湾海域食用的鱼中不乏热带珊瑚礁鱼类，尤以近年来海钓及潜水猎鱼运动日盛，越来越多的鱼类成了水产食谱，使原本多发生于渔船上的热带珊瑚礁毒鱼中毒事件转而发生于一般家庭或海鲜餐厅，造成了对消费者健康上的威胁。

2 毒素研究

2.1 毒源

珊瑚礁毒鱼含毒原因十分复杂。从鱼中获得的某种毒素具有反复无常的特性，是波动型的；鱼体含毒不规律，有些鱼类在某一海区是无毒的，为食用鱼，但在另一海区却成为有毒；也有若干种类平时并不含毒，而在生殖期则毒性加强；在这一边岩礁有毒，稍远岩礁无毒；有的幼体无毒，而大型个体有毒。原来没有毒鱼的海域在遭受暴风、地震或其他灾难侵袭之后，无毒鱼会突然变得有毒。迄今还未发现有哪一个种、属的鱼在任何年份、任何海区始终含有珊瑚礁鱼毒素的。此外，毒素常常只存在于一些鱼的不同组织中，这是鱼类所吃的有毒生物产生的毒素残余所致。关于珊瑚礁鱼毒的起因及毒素的来源、形成，比较普遍的看法认为与其摄食习性有关。即“食物链理论”，Randall 氏^[3]、安元健氏等^[4]提出珊瑚礁毒鱼中毒的食物链学说，认为毒之产生者为岗比毒甲藻 (一种类涡鞭毛藻) (*Gambierdiscus toxicus*)，它是底栖、附生甲藻，常栖息于巨型藻类 (*Macroalgae*) 的表面，为珊瑚礁毒鱼中毒的毒源生物、初级生产者。如草食鱼因摄食有毒的岗比毒藻类而被毒化，毒素积聚于体内，它对鱼本身无害，但当食肉性凶猛鱼类捕食了草食鱼时，也同样被毒化，毒素转移到食肉性鱼类体中积累，而使该鱼成为有毒。人们摄食上述这两类被毒化的鱼时而中毒。

2.2 毒素种类

造成珊瑚礁毒鱼中毒的毒素已有 5 种。

2.2.1 珊瑚礁鱼毒素

珊瑚礁毒鱼所含毒素称为珊瑚礁鱼毒素 (ciguatoxin, CTX)，也有称之为“西加”、“雪卡”毒素，CTX 是最早被命名与珊瑚礁鱼毒素直接相关的主要脂溶性毒素。它不仅存在于鱼体肌肉内，也存在于皮肤、内脏和生殖腺中，故也有称之为肉毒鱼毒素，其内脏含量一般较肌肉高，如海鳗 (*Muraena spp.*) 肝脏的毒素含量比肌肉高达 100 倍。CTX 在内脏中浓度最高者为肝、肾和脾脏。其正式的毒性化学研究，在国外始于 1957 年。早先认为它是与河鱒毒素相同的水溶性物质，可用水抽提法进行试验；其后发现鱒鱼 (*Sphyaena*) 的毒素溶于脂肪而不溶于酸性水中，始知与以前所知的河鱒毒素不同。它不溶于水，是一种脂溶性物质，对热十分稳定，为外源性和积累性的神经毒素。CTX 的化学结构 (图 1) 由 13 个连续连接成阶梯状之环醚组成，环醚之大小包括有 5、6、7、8、9 元环，溶于极性有机溶剂但不溶于水。这些结构显示出蒴鞭毛藻中的岗比毒素 (CTX4B) 经由食物链的传递到鱼体，经鱼体内进一步的氧化作用成为珊瑚礁鱼毒素 (CTX)，在小鼠生物试验的基础上其毒性 (半致死量) 也由原来的岗比毒素 (CTX4B) 的 $LD_{50} = 4.0 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ 增加了 11 倍，成为 CTX 的 $LD_{50} = 0.35 \mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$ ^[5]。

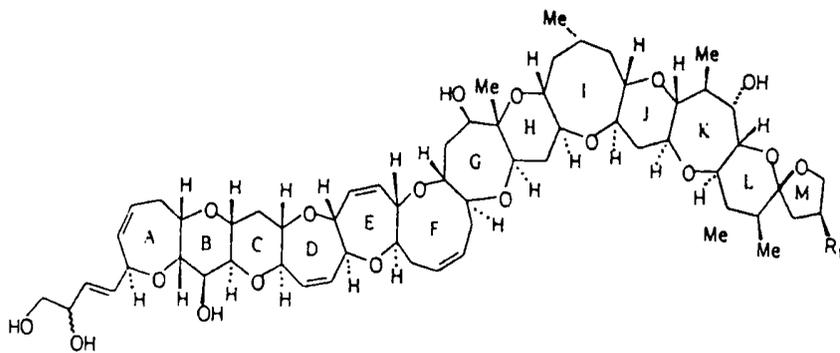


图 1 珊瑚礁鱼毒素的结构式

Fig. 1 The structure formula of CTX

2.2.2 岗比毒素

岗比毒素(gambiertoxin, CTX4B),该毒素被疑为是 CTX 的前驱物,其化学结构与 CTX 相似(图 2),仅在 2 个官能基上有所差异,其极性比 CTX 略低,亦为脂溶性毒素。

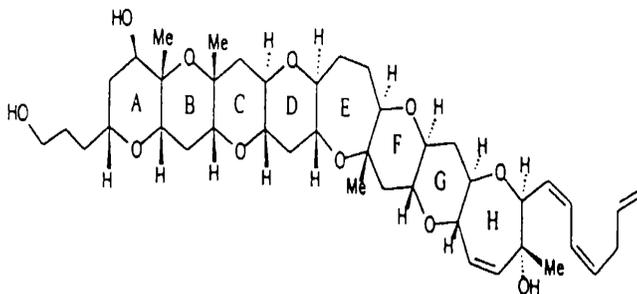


图 2 岗比毒素的结构式

Fig. 2 The structure formula of CTX4B

2.2.3 鹦嘴鱼毒素

Bagnis 氏^[6]从岗比尔群岛的驼背绿鹦嘴鱼(*Chlorurus gibbus*)引起的中毒事件中,分离提取一种脂溶性毒素,称为鹦嘴鱼毒素(scaritoxin, STX)。毒素主要集中于鱼的肌肉。鹦嘴鱼毒素存在于各种珊瑚礁毒鱼中,其中毒症状最初呈现典型的 ciguatera 的症状,但随后于第 5 天至第 10 天则进入病症的第二阶段,其症状起了极大变化,出现平衡失调、震颤、步伐蹒跚、辨距障碍(dysmetria)、小脑平衡障碍、持续性的发抖等现象,且持续 2~3 周之久、通常 1 个月以上才能完全恢复。此乃脂溶性新毒素。

2.2.4 刺尾鱼毒素

热带珊瑚礁鱼毒素除了脂溶性的 CTX 毒素外,在一种小型草食性鱼类栉齿刺尾鱼(*Ctenochaetus striatus*)的内脏中亦发现到另一种水溶性毒素称为刺尾鱼毒素(maitotoxin, MTX),常与 CTX 同时存在于相同的鱼体中。刺尾鱼毒素具有非常独特的性质,本身为生物聚合物(biopolymer),为分子量最大的天然物,也是造成草食性鱼类有毒的主要热带珊瑚礁鱼毒素,也是天然毒素最强的一种,其 $LD_{50} = 50\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, ip., 只有少数几种细菌性蛋白质毒素的毒性大于刺尾鱼毒素^[7]。

由于刺尾鱼毒素分子量高达 4322,其主要的化学结构直至近年方被解析出来(图 3),分子式为 $C_{164}H_{256}O_{68}S_2Na_2$,由 132 个碳所组成的 32 个环醚及 28 个羟基与 2 个硫酯(硫醚基)所构成的庞大天然物^[8, 9]。

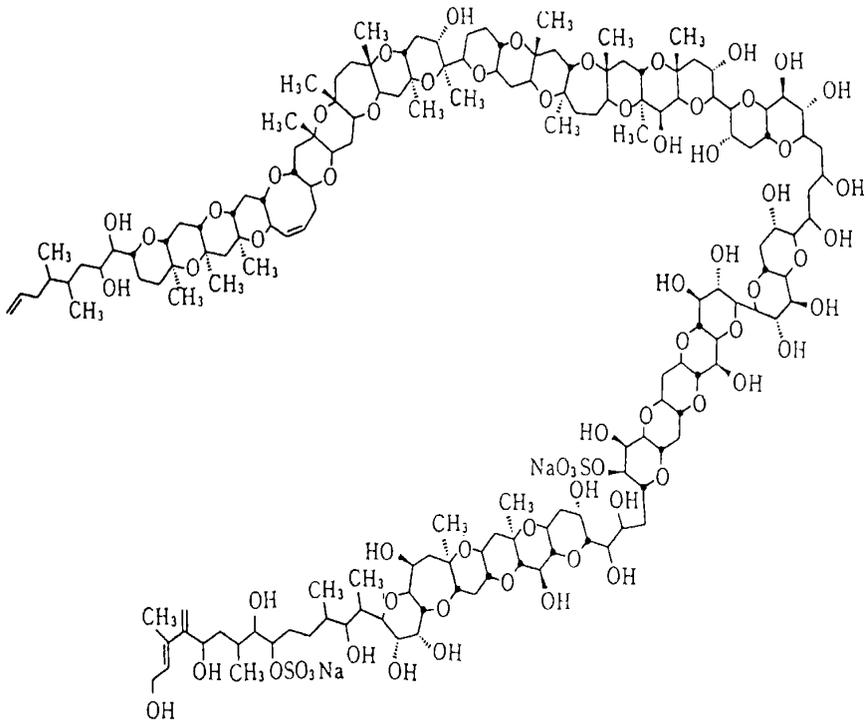


图 3 刺尾鱼毒素的结构式

Fig. 3 The structure formula of MTX

2.2.5 拟珊瑚礁鱼毒素

桥本氏等曾于 1969 年,将白斑笛鲷 (*Lutjanus bohar*) 的抽出液,以猫作生物实验,发现含有水溶性毒素存在,但其症状并非典型的 ciguatera 中毒现象,而将之命名为拟珊瑚礁鱼毒素(西加特林, ciguaterin)。毒素成分几乎全集中于珊瑚礁毒鱼的肝脏,有时在肌肉有少量存在,但冻结储藏后毒素很快破坏,毒性大减。拟珊瑚礁鱼毒素含有肽成份,酸性水解有 14 种氨基酸,主要为赖氨酸、天冬氨酸等。氨基酸总量为毒素的 40%。由于其缺乏药理作用,在珊瑚礁鱼毒素中不占重要地位。

2.3 毒理作用

珊瑚礁鱼毒素 (CTX) 的作用机理主要在于增加可兴奋细胞膜钠离子通透性,导致膜去极化,致使神经肌肉兴奋性传导改变,引起一系列药理学和毒理学作用。另外其去极化作用与膜可兴奋性改变还可被增加细胞外钙离子浓度所拮抗。珊瑚礁鱼毒素毒理作用主要在于神经末梢和中枢神经节,0.1~10 ng · mL⁻¹ 即能造成神经介质, γ -aminobutyric acid (GABA), dopamine 等的释放,造成神经细胞膜上的去极化反应,同时并能打开神经细胞膜上的钠离子通道,使大量钠离子进入细胞内,此作用恰好与河豚毒素 (tetrodotoxins, TTX) 或麻痹性贝毒 (STX) 的作用机制相反,即可被河豚毒素所拮抗^[11],河豚毒素会抑制钠离子进入细胞内。然而珊瑚礁鱼毒素 (CTX) 在钠管道上的结合位置与神经性贝毒 (Brevetoxin, BTX) 类似,因此两个毒素同时存在时,CTX 会与 BTX 相互竞争其受体的结合位置,并最终抑制 BTX 与细胞膜的结合^[11],由于两者所产生的毒理机制相同,中毒者所产生的病症也有很多的类似,很难在临床诊断上加以区分。动物实验阐明 CTX 的毒性强度要比河豚毒强 100 倍以上。

早期的研究曾发现 MTX 的毒性作用在钙离子的通道上,能够促进大量的钙离子进入细胞内,而影响和细胞内钙离子浓度增加相关的生理作用,诸如:刺激神经传导物质或激素的释放,活化磷酸化酶 C 与 A₂ 及蛋白质激酶,造成肌肉的收缩作用,同时也影响到许多与细胞内钙离子浓度增加无直接相关的生理作用,显示刺尾鱼毒素亦作用于其他部位。

3 中毒症状、治疗及预防

3.1 中毒症状

热带珊瑚礁毒鱼中毒因其病程长,对患者的健康和劳动效率的影响较大。珊瑚礁毒鱼中毒病死率虽低,然流行区发病率高,病程长,有些症状可持续数周或数月。患者长期全身疲劳,温度感觉异常,不宜接触过冷、过热环境,作为渔民不能下海,出勤率受到影响,造成重大经济损失。

珊瑚礁毒鱼中毒是热带地区最常见的、对健康和劳动效率影响最大的一种非细菌性食物中毒。因食用珊瑚礁毒鱼而引起轻度中毒已成为世界某些热带地区的地方病,有些地区使8%的人口受到影响,因而被视为公害,同时也成为开发海域渔业资源亟待解决的重大障碍。

珊瑚礁毒鱼中毒的症状与其他种海产毒素,如河豚毒素、麻痹性贝毒素等的中毒症状都非常相似,若详加区别,则热带珊瑚礁毒鱼中毒所产生的温感颠倒是各水产品中毒症状中唯一较为独特的现象。中毒的潜伏期平均6 h。珊瑚礁毒鱼中毒症状的记载涉及身体各部分,其面极为广泛,临床症状可分为4类:①胃肠症状。通常在进食后10 min至12 h内出现症状。病人首先感觉恶心,呕吐,痉挛性腹痛,腹泻和里急后重等,但24 h后恢复,病人仍会觉得虚弱、疲倦达1周之久。②神经症状。有些病例表现为口干,口有金属样味觉,手、脚指尖,口唇、舌、咽喉部产生刺痛感,继之出现麻痹;口、颊、颌部肌肉僵直。全身症状包括头痛,焦虑,关节痛,神经过敏,眩晕,失眠,进行性衰弱,苍白,紫绀,寒战,发热,大汗,脉快而微弱,肌肉疼痛,不能步行。尤其在腕部、脚部感到剧痛,齿根感觉松弛,眼窝疼痛,视物障碍或暂时失去视力,羞明,瞳孔扩大和对光反射消失等。皮肤病变也屡有报道,通常先有皮肤搔痒,继之出现红斑、斑丘疹、水疱,手脚广泛脱皮,甚至发生溃疡,毛发和指甲脱落等。有些患者可能主诉牙痛、牙齿松动。严重中毒时,神经障碍甚为明显,特别是肢体感觉异常,出现所谓冷热感觉倒错,把冷感自觉为烧灼感,犹如触干冰或触电的感觉,把温感自觉为冷感。一名摄食紫斑(*Seriola purpurascens*)发生中毒的患者,吃冰淇淋时感到烫嘴,因而下意识地吹之。这种感觉异常或过敏等神经症状通常经1周后即会恢复。③心脏血管症状。从草食性鱼类来的热带珊瑚礁鱼毒通常会心脏血管症状的出现,如心跳衰弱或不规则,每分钟心跳仅35~50次,血压降低等。心脏血管症状通常在48~72 h后恢复,时常被误认为心脏病发。④一般症状。虚弱造成走路困难、卧床数天之久,腰背僵直,关节痛,肌肉痛,特别是腿部肌肉,无力感或痉挛,头痛,晕眩等均使病人异常痛苦。

中毒情况严重时,呈现全身性肌肉运动共济失调,反射减弱,肌肉麻痹,阵挛性或强直性痉挛,肌肉颤搐,震颤,发音和咽下困难,昏迷等,甚至发生因呼吸麻痹而死亡的案例^[12]。死亡多发生在发病几天之内。但死亡率低,据不完全统计,死亡率约占7%。如患者存活,则体力恢复很慢,完全恢复往往需要几个月时间。在恢复过程中,其极度衰弱、感觉障碍和体重减轻等表现最后消失,严重中毒者可能需要更长时间才能恢复。

3.2 治疗

摄食珊瑚礁毒鱼引起的中毒,目前还没有特效疗法,也没有免疫方法,只是进行一些对症治疗和 supportive 疗法:①中毒患者应立刻就医,尽可能早期进行洗胃。用催吐剂20~30 mL吐根糖浆等口服催吐。然后给吸附剂(活性炭、山梨醇混悬剂等),以减少毒素的吸收。②病人催吐困难,可用1:200或1:5000高锰酸钾进行洗胃。③恶心、呕吐用甲哌氯丙嗪2.5mg静脉注射或羟嗪25mg肌肉注射。④用50%硫酸镁或硫酸钠50mL口服导泻。⑤静脉注射10%葡萄糖酸钙对控制低血压和心力衰竭有一定效果,还可减轻神经症状,使部分病例症状缓解。惊厥发作时,静卧休息及用镇静剂甚为重要。乙醚或副醛吸入对控制惊厥有效。⑥呼吸困难时可吸氧,或用尼可刹米或其他呼吸刺激剂。喉头痉挛则立即插管或作气管切开术。吸氧,静脉补液和维生素B₆复合剂也有效。粘液过多时必须及时吸出并避免用阿托品,以防粘液变得粘稠难以吸出。⑦全身痉挛用羟嗪,口服25mg每6~8h有效;也可用阿密替林,口服25mg,每日2次。⑧冷温感觉倒错者应给予温暖的饮料、静脉滴注普鲁卡因并补充复合B族维生素。⑨患者

全身或局部发痒难忍或刺痛感严重时,可用阿密替林,或安泰乐(口服 25mg,每 6~8h 一次),或苯海拉明(口服 25~50mg,每 4~6h 一次),或用冷水淋浴,可以奏效。

另外,使用甘露醇治疗,据信病情会明显缓解,一般 10 min 内减轻、48h 内消失^[13]。对患者的饮食应注意营养,给予高蛋白、高电解质、葡萄糖酸钙、复合维生素 B、维生素 C 也有利于缩短病程^[14, 15]。

3.3 预防

对珊瑚礁毒鱼的预防,从总体上说就是勿食热带珊瑚礁大型鱼。如必须食用,应注意下述各点:①对可疑的或不常见的热带珊瑚礁鱼类、岸边海钓所获不知名鱼种,应避免食用,第一次尝试食用时不要过量。在赤潮期间和产卵季节的大型石斑鱼类、类和裸胸鳝类等可能有毒,最好不要食用。②任何时候不要食用产于珊瑚礁附近的热带海洋鱼类的鱼头、内脏(肝、肠、生殖腺等)。③在煮食一些大型热带海洋鱼类时,先去除内脏,再将肉切成薄片,多次泡浸在淡水或盐水中至少 1h,取出挤去鱼汁,换水再浸,反复多次后,再进行烧煮,但此法并不绝对可靠,因有些毒素不溶于水。④比较安全的方法是将鱼肉及内脏喂猫(或狗)吃,12 h 以上未见出现中毒现象,证明该鱼无毒。也可先由 1 人试食一小块,如无不良反应,其余人再食。⑤若在食用这些珊瑚礁鱼类时,发生唇、舌刺痛或麻痹时,应立即停用,并保留残肴送交卫生单位检验。病人要及时送医院救治,详细记录所食鱼种、中毒症状和治疗过程,为进一步研究珊瑚礁毒鱼积累资料。

4 毒鱼种类

Halstead 氏^[16]将各国专家的研究成果及各地有关珊瑚礁毒鱼中毒的记录和报告,首次汇总报道了世界珊瑚礁毒鱼共 426 种。由于其中许多都是食用鱼类,甚至是经济种类,有的只是偶而有毒,以后再也未见中毒的报道。如果将这些偶然含毒的种类删除,真正称得上珊瑚礁毒鱼种类并不多,所以 1978 年该书修订版^[17]中,所报道的珊瑚礁毒鱼仅为 113 种。1988 年该书第三版^[18]中,则为 114 种。但该书对有关中国珊瑚礁毒鱼资料较少提及。

白井祥平^[19]记述产于日本南西诸岛及南太平洋的珊瑚礁毒鱼类 242 种,但有中毒案例的仅 34 种。盐见和长岛^[20]估计世界珊瑚礁毒鱼多达 300~500 种,但经常引起中毒者仅 18~20 种。由此可见,如果包括日本、中国大陆沿岸、南海诸岛及台湾地区的珊瑚礁毒鱼类,则其种类还将有所增加。现据综合其他的研究资料来看,估计真正的世界珊瑚礁毒鱼约在 250 种左右。

杨鸿嘉^[21]报道台湾产食毒鱼类 55 种,其中珊瑚礁毒鱼有 27 种(但有些种类并无中毒案例,而只是“可能”有毒;有些种类在鉴定上存疑,故实际种类应少于 27 种)。

伍汉霖等^[14]曾首次记述我国南部沿岸及南海诸岛等地热带珊瑚礁毒鱼类 30 种。

黄登福和邵广昭^[22]报道台湾产珊瑚礁毒鱼 90 种,但多数种类尚缺乏中毒案例。

经过 22 年的调查、补充及纠正,我国主要珊瑚礁毒鱼种类有 45 种,大部分均有中毒案例,不少案例报道于台湾,少数案例见于香港、西沙群岛及海南岛。其中个别种类在太平洋某些地区是有毒的,而在我国可能无毒,也会有些种类在国外是无毒的,而在我国海区是有毒的,因而一些种类会被遗漏。这些均需在实践中逐步积累资料,加以验证、充实和提高。

现将中国热带珊瑚礁毒鱼类叙述如下。

硬骨鱼纲 OSTEICHTHYES 海鲢目 ELOPIFORMES 北梭鱼科 Albulidae

(1)北梭鱼 *Albula glossodonta* (Forsskål)。见于南海和台湾海峡。肌肉、肝、肠和生殖腺含有珊瑚礁鱼毒素,误食后引起腹痛呕吐、全身乏力,严重者甚至呼吸麻痹而死^[22]。1983 年笔者在海南岛三亚调查时,据西洲岛 2 渔民报告,他们在 2 年前曾进食该鱼,2h 后发生口唇部严重麻痹、全身乏力和酸痛等症状,持续 2d 后症状渐消失,以后不敢再进食该鱼。

鼠鱚目 GONORHYNCHIFORMES 遮目鱼科 Chanidae

(2)遮目鱼 *Chanos chanos* (Forsskål)。见于南海、东海南部、台湾海峡。1977 年作者在西沙群岛东岛采集时,曾发生 3 名渔民进食珊瑚礁区捕获的遮目鱼而中毒。患者食后分别于 3~5 h 开始腹痛、下痢、全身乏力、肌肉疼痛、口唇部麻痹,

其中一人的皮肤还出现红疹。经治疗 7~10 d 后康复。

灯笼鱼目 SCOPELIFORMES 狗母鱼科 Synodidae

(3) 细蛇鲻 *Saurida gracilis* (Quoy et Gaimard)。见于西沙群岛和台湾。生活于礁区的个体偶有因食物链而于内脏积累珊瑚礁鱼毒素^[22]。

鳗鲡目 ANGUILLIFORMES 海鳝科 Muraenidae

(4) 豆点裸胸鳝 *Gymnothorax fawagineus* Bloch et Schneider。见于南海、台湾海峡沿岸。其内脏有弱毒。1998 年 12 月台北发生食用该鱼的中毒案例^[23]。

(5) 黄边裸胸鳝 *Gymnothorax flavimarginatus* (Rüppell)。见于南海诸岛、台湾海峡。曾发生仅进食鱼肉 200 g 而死亡的案例^[14, 21]。

(6) 爪哇裸胸鳝 *Gymnothorax javanicus* (Bleeker)。见于南海、台湾海峡。在台湾曾有人误食该鱼中毒之记录^[9, 22, 24]。

(7) 斑点裸胸鳝 *Gymnothorax meleagris* (Shaw)。见于台湾、广东和南海诸岛。肉有剧毒,在台湾曾发生食用斑点裸胸鳝中毒之事例^[9, 21]。

(8) 波纹裸胸鳝 *Gymnothorax undulatus* (Lacépède)。见于南海诸岛、广东和台湾。毒性较强,在台湾曾发生食用波纹裸胸鳝中毒之案例^[9]。

金眼鲷目 BERYCIFORMES 鲷科 Holocentridae

(9) 白边锯鳞鱼 *Myripristis murdjan* (Forsskål)。见于南海诸岛及台湾。误食后感到牙松动,出现惧光、暂时失明、视野暗点现象等中毒症状^[25]。

刺鱼目 GASTEROSTEIFORMES 管口鱼科 Aulostomidae

(10) 中华管口鱼 *Aulostomus chinensis* (Linnaeus)。见于西沙群岛、台湾。80 年代初,在西沙群岛曾发生误食其内脏及鱼肉引起食物中毒的案例。

鲷形目 MUGILIFORMES 鲷科 Sphyraenidae

(11) 大鲷 *Sphyraena barracuda* (Walbaum)。见于南海诸岛、台湾海峡。肉有毒,毒性强烈,台湾曾于 1953 年间在高雄市旗津渔港发生中毒事例^[6];1972 年台湾高雄市启亨号远洋渔船船员 7 人因进食有毒大鲷^[26]而中毒死亡。

鲈形目 PERCIFORMES 鲈科 Serranidae

(12) 斑点九棘鲈 *Cephalopholis argus* Bloch et Schneider。见于南海诸岛、台湾。肉有毒,毒性较轻,在台湾曾有中毒事件的发生^[8, 9]。

(13) 青星九棘鲈 *Cephalopholis miniata* (Forsskål)。见于南海诸岛和台湾等海域。内脏毒性较强。在台湾常引起中毒事件,1991 年及 1995 年在台北及屏东分别发生 5 人及 3 人食该鱼中毒事件^[9, 22]。

(14) 棕点石斑鱼 *Epinephelus fuscoguttatus* (Forsskål)。见于南海。在香港俗称“老虎斑”。1998 年 1 月在香港有 70 多人进食“老虎斑”而爆发中毒事件,3 月又有 18 人进食该鱼而中毒。在台湾曾有中毒事件的发生^[8, 9]。

(15) 清水石斑鱼 *Epinephelus polyphkadion* (Bleeker)。见于南海。在香港俗称“杉斑”,其肉常含珊瑚礁鱼毒素。1999 年 3 月在香港曾发生多宗食用清水石斑鱼中毒病例,中毒人数近百人。

(16) 蓝点鳃棘鲈 *Plectropomus areolatus* Rüppell。见于南海、台湾海峡。在香港俗称“西星斑”,1999 年 3 月 6—8 日的短短 3 天中,在香港就发生 5 宗 30 人在餐厅食用该鱼中毒的事例。在台湾曾有中毒事件的发生^[8, 9]。

(17) 线点鳃棘鲈 *Plectropomus oligacanthus* Bleeker。见于南海北部沿岸。在台湾曾有中毒事件的发生^[8, 9]。

(18) 侧牙鲈 *Variola louti* (Forsskål)。见于南海诸岛和台湾。内脏毒素较强,误食后可引起中毒,在台湾及太平洋地区常造成食物中毒^[8, 9]。

笛鲷科 Lutjanidae

(19) 绿短鳍笛鲷(绿笛鲷) *Aprion virescens* Valenciennes。见于南海诸岛和台湾。肉及内脏常含有珊瑚礁鱼毒素^[14, 22]。在台湾曾发生食绿短鳍笛鲷中毒之事例^[8, 9]。

(20) 白斑笛鲷 *Lutjanus bohar* (Forsskål)。见于南海诸岛、台湾。肉及内脏有毒,1976 年台湾高雄市启亨号远洋渔船船员 7 人因进食有毒白斑笛鲷而中毒死亡^[26]。

(21) 火焰笛鲷 *Lutjanus fulviflammus* (Forsskål)。见于南海诸岛、广东和台湾。肉有微毒,内脏毒性较强,在台湾曾有中毒事件的发生^[8, 9]。

(22) 焦黄笛鲷 *Lutjanus fulvus* (Forster)。见于南海诸岛海域、广东沿岸。食内脏者几乎全部中毒。成鱼毒性较幼鱼

强^[27]。一般进食后 3~4h 后发病, 症状为下痢、呕吐、手足遇冷水似针扎感和麻痹。

(23) 驼背笛鲷 *Lutjanus gibbus* (Forsskål)。见于南海诸岛及台湾海域。1976 年台湾高雄市启亨号远洋渔船船员 7 人因进食有毒驼背笛鲷而中毒死亡^[26]。

裸颊鲷科 Lethrinidae

(24) 金带齿颌鲷 *Gnathodentex aureolineatus* (Lacépède)。见于南海诸岛、台湾。人食毒鱼后严重者亦会有肌肉疼痛、扭曲、麻痹、昏睡不醒, 最后因呼吸麻痹而死亡, 死亡率在 12% 左右^[25]。在台湾曾有中毒事件的发生^[8, 9]。

(25) 长吻裸颊鲷 *Lethrinus miniatus* (Forster)。见于南海诸岛、广东和台湾沿海。肉、肝脏、血液均有毒, 个体大者有强毒, 能致死。1976 年台湾高雄市启亨号远洋渔船船员因进食南大洋珊瑚礁区长吻裸颊鲷, 造成 7 名船员集体死亡事件。据生还船员说, 船员中毒发病后, 有腹痛、胸部不适、呼吸困难、继而呕吐、全身浮肿、口渴, 最后手足麻痹, 数小时后死亡^[26]。

(26) 单列齿鲷 *Monotaxis grandoculis* (Forsskål)。见于南海诸岛、台湾海域。其肉有毒^[22]。据报道进食鱼肉达于 300g 以上时可致人死亡。因而在太平洋某些地区禁止食用, 在台湾曾有中毒病例之发生^[8, 9]。

大眼鲷科 Priacanthidae

(27) 灰鳍异大眼鲷 *Heteropriacanthus cruentatus* (Lacépède)。见于南海诸岛海域及台湾沿岸。内脏积累珊瑚礁鱼毒素, 误食后约 3~5h 即会发病, 症状与珊瑚礁毒鱼中毒者相似^[22, 25]。

𩚑科 Carangidae

(28) 黑尻𩚑(毒扁𩚑) *Caranx melampygus* Cuvier。见于南海诸岛和台湾。肌肉和内脏偶含有珊瑚礁鱼毒素, 毒性较强^[22], 但尚无死亡病例。1977 年 5 月作者在西沙群岛东岛调查时进食黑尻𩚑无中毒感觉, 但在台湾省曾发生食用黑尻𩚑中毒病例^[8, 9]。

蝴蝶鱼科 Chaetodontidae

(29) 丝蝴蝶鱼 *Chaetodon auriga* Forsskål。见于南海诸岛、海南岛及台湾等海域。成鱼内脏毒性较强^[22, 25], 误食后会引起中毒, 毒素主要影响人的消化和神经系统。

隆头鱼科 Labridae

(30) 黄斑普提鱼 *Bodianus perditio* (Quoy et Gaimard)。见于台湾南部及东岸沿海。在台湾曾发生误食带有珊瑚礁鱼毒素的鱼而中毒的案例。死亡率在 12% 左右^[25]。

(31) 黄带唇鱼(横带唇鱼) *Cheilinus fasciatus* (Bloch)。见于南海诸岛和台湾海域。肉有微毒, 在台湾曾有中毒病例之报道^[8]。

(32) 三叶唇鱼 *Cheilinus trilobatus* (Lacépède)。见于南海诸岛、东海南部和台湾沿海。小型个体之毒性仅为微毒, 体长 400mm 之大型个体为轻毒, 在台湾曾有进食该鱼中毒之病例^[8, 9]。

(33) 露珠盔鱼 *Coris gaimard* (Quoy et Gaimard)。见于南海诸岛及台湾海域。肉有毒, 是隆头鱼科中毒性较强的一种。在台湾曾有中毒事件的发生^[9]。

(34) 伸口鱼 *Epibulus insidiator* (Pallas)。见于南海诸岛及台湾海域。肉有微毒。在台湾曾有误食含珊瑚礁鱼毒素的伸口鱼在 10min 后死亡之案例^[9, 22, 25]。

鹦嘴鱼科 Scaridae

(35) 青点鹦嘴鱼 *Scarus ghobban* Forsskål。见于南海诸岛、海南岛、广东、福建及台湾沿海。误食后轻则恶心、呕吐、下痢, 重则肌肉疼痛、昏睡不醒、呼吸麻痹而死^[22, 25]。

(36) 黑鹦嘴鱼 *Scarus niger* Forsskål。见于南海诸岛、台湾海域。误食中毒, 其症状轻则腹痛、恶心、呕吐、下痢, 重则肌肉疼痛、扭曲麻痹、昏睡不醒、呼吸麻痹而死^[25]。

(37) 突额鹦嘴鱼 *Scarus ovifrons* Temminck et Schlegel。见于台湾海峡。内脏含猛毒, 肌肉亦有强毒, 在台湾曾发生使人中毒死亡的病例^[22]。

𩚑形目 Tetraodontiformes 三刺𩚑科 Triacanthidae

(38) 双斑三刺𩚑 *Triacanthus biaculeatus* (Bloch)。见于中国沿海。其内脏有弱碱毒, 胆有弱毒, 煮食鱼肝前需把胆弃除, 否则食含胆之鱼肝会发生口舌麻木^[14]。

鳞𩚑科 Balistidae

(39) 宽尾鳞𩚑 *Abalistes stellatus* (Lacépède)。见于南海诸岛、广东和台湾沿海。内脏有弱碱毒^[28]。

(40) 波纹钩鳞 *Balistapus undulatus* (Mungo Park). 见于南海诸岛、海南岛及台湾海域。体内累积珊瑚礁鱼毒素^[22], 以内脏为甚, 误食后引起上吐下泻、肌肉疼痛、口腔麻痹、皮肤出现红斑, 甚至死亡。

(41) 圆斑拟鳞 *Balistoides conspicillum* (Bloch et Schneider). 见于南海诸岛和台湾南部海域。体有强毒, 毒性不详, 故不宜食用^[14]。

(42) 绿拟鳞 *Balistoides viridescens* (Bloch et Schneider). 见于南海诸岛、海南岛、台湾等海域。内脏含毒较多, 通常误食后 3—5h 病发, 除上吐下泻、肌肉疼痛、口腔麻痹、皮肤出现红斑外, 还有全身痉挛, 甚至死亡。无特效疗法^[25]。

革 *Aluteridae*

(43) 拟态革 *Aluterus scriptus* (Osbeck). 见于南海诸岛、台湾海域。体内常积累珊瑚礁鱼毒素, 尤以肠含毒量高, 肠给猪吃曾使猪死亡。但也有报道认为该鱼含菟葵毒素 (palytoxin)^[22]。

(44) 尖吻 *Oxymonacanthus longirostris* (Bloch et Schneider). 见于南海诸岛海域、台湾南部沿海。误食会引起中毒, 严重时肌肉疼痛、扭曲麻痹、昏睡不醒, 最后呼吸麻痹而死^[25]。

(45) 黑头前角 *Pewagor melanocephalus* (Bleeker). 见于南海诸岛、台湾海域。误食会引起中毒, 在台湾曾有食后 10 min 即死亡的案例^[25]。

5 结语

珊瑚礁鱼毒素是一种具有多方面生物活性和特异性的极为重要的海洋生物毒素, 在生命科学基础研究和应用研究方面具有广阔的前景。珊瑚礁鱼毒素和刺尾鱼毒素虽然二者的化学结构和作用机理完全不同, 但可以用来作为研究体温调节药物的重要工具药。珊瑚礁鱼毒素还可用作研究兴奋细胞膜结构和功能的分子探针, 也可用作局部麻醉药物作用机理的分子探针。另外, 刺尾鱼毒素无论在体内体外对某些瘤细胞都具明显的抑制作用, 这也是一个颇具前景的研究课题^[15]。

热带珊瑚礁毒鱼中毒的分布是全球性的, 世界各地皆有因食用毒鱼而导致中毒的报告。据统计全球每年约有 2 万个以上的中毒病历^[29], 虽然中毒的致死率微乎其微, 但因中毒的临床症状具多样性, 病人承受极大痛苦, 而康复又非常缓慢, 加以对毒鱼的难以预测, 所以它对人类的健康及渔业经济上的危害, 实难以估计。热带珊瑚礁毒鱼中毒发生的范围主要在南、北纬 35 度线之间, 引起中毒事件的鱼种, 有的也是当地生产和食用的种类。有些鱼种原本无毒, 只是由于珊瑚礁内毒藻偶然大量存在而将毒素藉食物链传递至不同鱼种。

由地缘关系及中毒事件发生的记录来看, 我国台湾、西沙群岛、南沙群岛及海南岛南部沿海应是热带珊瑚礁毒鱼中毒的常发地区。由于已知的和未知的毒素种类繁杂, 尤其是大部分未知的毒素来源、毒理机制至今仍无法确切掌握; 加之公众一般对有毒鱼种缺乏辨别知识, 这些都是造成误食中毒的原因。为防止中毒事件之发生, 一方面应管制水产品之货源, 加强鱼贩之专业知识; 另外, 因近年工业之迅速发展, 污染之增加, 掠夺性开采珊瑚礁导致珊瑚礁被破坏及其生态的改变, 常会引起有毒藻类的过于繁生, 使赤潮发生的机率严重升高连带渔业资源及水产养殖业遭到莫大损失。所以当某海域毒藻大量繁生或环境恶化时, 考虑到食物链传递的结果, 此水域所产之鱼应避免吃食。加强取缔工业污染, 防范赤潮的发生, 以及学术界加强对热带珊瑚礁毒鱼中毒的系统研究, 实乃当务之急。

参考文献:

- [1] 伍汉霖, 陈永豪. 中国珊瑚礁毒鱼中毒的调查[A]. 中国第五届海洋湖沼药物学术开发研讨会(中册)[C]. 青岛: 中国药学会海洋药物专业委员会等, 1998. 229—234.
- [2] 李宗徽, 周宏农. 热带珊瑚礁毒鱼 *Ciguatera* [J]. 中国水产月刊(台湾), 1992, (476): 5—12.
- [3] Randall J E. A review of ciguatera tropical fish poisoning with a tentative explanation of its cause [J]. Bull Mar Sci Gulf Caribb, 1958, 8: 236—267.
- [4] 安元健. シガテラ・医学のめゆみ[J]. 1980, 112 (13): 886.
- [5] Murata M, Legrand A M, Ishibashi Y, et al. Structure of ciguatoxin and its congener [J]. J Am Chem Soc, 1989, 111: 8927—8935.
- [6] Bagnis R, Roussan E, Thevenin S. Parrotfish poisonings in the Gambier Islands [J]. Med Trop, 1974, 34: 523.
- [7] Murata M, Naoki H, Iwashita T, et al. Structure of maitotoxin [J]. J Ann Chem Soc, 1993, 115: 2060—2067.

- [8] 卢重光, 周宏农. 热带珊瑚礁鱼毒 Ciguatera [J]. 中国水产月刊(台湾), 1997, (531):43—55.
- [9] 周宏农. 水产品藻源毒素检测操作手册[M]. 基隆:水产出版社, 1999. 89—103.
- [10] Bidard J M, Vijeverberg H P M, Frelin C, et al. Ciguatoxin is a novel type of Na^+ channel toxin [J]. J Biol Chem, 1984, 259:8353—8360.
- [11] Yasumoto T, Fukui M, Sasaki K, et al. Determination of marine toxins in foods [J]. J A O A C Int, 1995, 78:574—581.
- [12] Sennecal P E, Osterloh J D. Normal fetal outcome after maternal ciguateric toxin exposure in the second trimester [J]. J Toxicol Clin, 1991, 29(4):473.
- [13] Pearn J, Lewis R J, Ruff T A, et al. Ciguatera and mannitol: experience with a new treatment regimen [J]. Med J Aust, 1989, 151:77.
- [14] 伍汉霖, 金鑫波, 倪勇. 中国有毒鱼类和药用鱼类[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1978. 6—34.
- [15] 宋杰军, 毛庆武(主编). 海洋生物毒素学[M]. 北京:北京科学技术出版社, 1996. 129—158.
- [16] Halstead B W. Poisonous and venous marine animals of the world. v.2, vertebrates[M]. Washington D C U.S Govern Prin Office, 1967. 63—129.
- [17] Halstead B W. Poisonous and venous marine animals of the world. (revised edition) [M]. Princeton:The Darwin Press, 1978. 325—402.
- [18] Halstead B W. Poisonous and venous marine animals of the world (2nd revised edition) [M]. Princeton:The Darwion Press. 1988. 397—485.
- [19] 白井祥平. 有毒有害海中动物图鉴[M]. 东京:株式会社マリシ企画, 1984. 28—93.
- [20] 盐见一雄, 长岛裕二. 海洋动物之毒[M]. 东京:成山堂书店, 1997. 14—20.
- [21] 杨鸿嘉. 台湾有毒及有害鱼类[J]. 台湾省立博物馆科学年刊, 1967, 10: 37—57.
- [22] 黄登福, 邵广昭. 台湾地区有毒鱼贝介类图鉴[M]. 台北:台湾省渔业局, 1997. 24—164.
- [23] 杨鸿嘉, 吴明玲, 邓昭芳. 大斑裸胸鳝之食用中毒病例[J]. 渔友(台湾), 1999, (4): 32—33.
- [24] 沈世杰(主编). 台湾鱼类志[M]. 台北:国立台湾大学动物学系, 1993. 98—108.
- [25] 邵广昭, 林幸助. 水生有毒动物[M]. 台北:渡假出版社, 1991. 1—200.
- [26] 杨鸿嘉. 台湾的毒鱼和中毒事件引发的省思(上) [J]. 高雄渔讯, 1992, 12(9): 10—12.
- [27] 浅野元一. シガテラ—南洋有毒鱼类中毒[J]. 日本水产学会志, 1965, 31(7): 558—569.
- [28] 李思忠. 南海鱼类志[M]. 北京:科学出版社, 1962. 1015—1114.
- [29] Yasumoto T, Satake M. Chemistry, etiology and determination methods of ciguatera toxins[J]. J Toxicol-Toxin Reviews, 1996, 15(2):91—107.