

A.B. Романенко

Национальный медицинский университет имени А.А. Богомольца, Киев, Украина

ТОКСИНЫ ЯДОВИТЫХ НАЗЕМНЫХ И ВОДНЫХ РЕПТИЛИЙ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

В статье акцентируется внимание на ядовитых рептилиях, обитающих на суше и в водных экосистемах, а также токсинах, которые образуются этими животными. Обсуждаются пути действия токсинов в организме.

Ключевые слова: ядовитые рептилии, токсины, экологический фактор

O.V. Romanenko

O.O. Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

LAND AND WATER POISONOUS REPTILES TOXINS AS ECOLOGICAL FACTORS

The article emphasizes the poisonous reptiles which inhabit land and water ecosystems and the toxins produced by these animals. The ways of toxins action in the organism are discussed.

Key words: poisonous reptiles, toxins, ecological factor

Рекомендує до друку

Надійшла 15.02.2013

В.В. Грубінко

УДК 591.5:592/599-114.5

О.В. РОМАНЕНКО

Національний медичний університет імені О.О. Богомольця
просп. Перемоги, 34, Київ, 03680, Україна

ОТРУЙНІ РИБИ ТА ДІЯ ЇХ ТОКСИНІВ У ПОСТТРАЖДАЛОМУ ОРГАНІЗМІ

У статті йдеться про отруйні риби, які мешкають у різних водних екосистемах, та токсини, що утворюються цими тваринами. Обговорюються шляхи дії токсинів у постраждалому організмі.

Ключові слова: отруйні риби, токсини, шляхи дії токсинів

У світі налічується багато видів отруйних тварин, які мешкають у водних екосистемах. У зв'язку з необхідністю задоволення харчових потреб людині частіше доводиться зустрічатися з рибами, які можуть створювати небезпеку її здоров'ю. Риби, що утворюють отрути, є серед представників класів Хрящові риби (Chondrichthyes) і Кісткові риби (Osteichthyes). Понад 200 видів риб є активно-отруйними тваринами (вони мають спеціальні органи, в яких продукується і накопичується отрута). Серед таких риб бувають малорухомі, що підстерігають свою здобич, а секрет отруйних залоз слугує їм для захисту.

Небезпеку для людини і багатьох хребетних тварин становлять отрути, що продукують такі хрящові риби, як акули, скати, химери. Вони належать до озброєних активно-отруйних тварин (окрім отруйної залози в них є раннячий апарат, за допомогою якого отрута надходить у тіло жертви). Отруйний апарат цих риб утворений модифікованими плакоїдними лусками, що перетворилися на шипи, які в акул та химер знаходяться на спинних плавцях, а в скатів-хвостоколів – на хвості. У розташованих уздовж шипа борознах міститься тканина отруйної залози, до секрету якої чутливі людина та хребетні тварини.

Скати-хвостоколи (*Dasyatidae*), що зустрічаються у Світовому океані, щороку уражають кілька тисяч людей. У представників *Dasyatiformes* довжина шипа може бути до 30 см. В його жолобах накопичується отруйний секрет. Під час удару шипа поблизу його кінчика виділяється цей секрет. Він потрапляє в ранку на тілі жертви. Людина, яка постраждала від ската-хвостокола, відчуває сильний спазматичний біль, в неї реєструються падіння кров'яного тиску, порушення дихання, судоми, втрата свідомості. Укол цієї риби в груди або живіт людини призводить до смерті постраждалого [6]. В отруті скатів-хвостоколів містяться білки-ферменти, зокрема, 5'-нуклеотидаза та фосфодіестераза.

Неподалік узбереж Європи, Західної та Північної Африки, в Чорному та Азовському морях мешкає скат-хвостокол морський кіт (*Dasyatis pastinaca*). Він являється донним видом, може зариватися в пісок. В тварини захисне забарвлення [1]. Тіло морського кота сплюснене в спинно-черевному напрямку. Воно має ромбоподібну форму. На кінці довгого хвоста риби знаходиться зазубрений шип. З нього виділяється отрута, коли тварина наносить небезпечні колоті рани жертві. Середня маса тіла самців чорноморських представників виду *Dasyatis pastinaca* становить 4,5 кг, а самок – 7,5 кг, при цьому середня довжина тіла в самців дорівнює 85 см, а в самок – 100 см, проте у Світовому океані трапляються тварини завдовжки до 250 см. Живиться морський кіт переважно рибою, ракоподібними, іноді моллюсками.

У водоймах Центральної та Південної Америки, зокрема в басейні Амазонки, зустрічаються річкові скати-хвостоколи, наприклад *Potamotrygon motoro*, уколи яких небезпечні для людини і хребетних тварин.

Гострі колючі шипи, що знаходяться перед першим і другим спинними плавниками, мають акули з родини *Squalidae*. Нижню частину шипа вкриває шкіряний чохла. Там знаходяться отруйні залози. А верхня частина шипа залишається відкритою. Отруйний секрет виділяється внаслідок виникнення тиску тоді, коли акула наносить удар шипом у тіло жертви. Вказаний секрет потрапляє в рану, що утворюється при цьому. Так вражають жертву катрани, два види яких зустрічаються в Чорному морі: колюча акула (*Scualus acanthis*) та мала колюча акула (*Scualus blainvillei*). Маса тіла колючої акули становить 15 кг, а окремих особин – до 20-22 кг. Довжина колючої акули досягає 140 см, а окремих особин – до 210 см. Живуть ці риби в основному в придонних водах, лише іноді піднімаються ближче до морської поверхні. Живляться вони переважно дрібною рибою, крабами, креветками, бокоплавами, а також восьминогами та кальмарами в місцях, де водяться ці тварини.

Отруйні сполуки можуть міститися в м'язовій тканині деяких видів скатів та акул, з чим пов'язані випадки харчового отруєння людини. Крім того, зареєстровані отруєння людини, спричинені вживанням в їжу печінки акул, що водяться в теплих водах Світового океану, зокрема акули-молота *Sphyrna zygaena*, білої акули *Carcharodon carcharias*, семизябрової акули *Heptranchias perlo*, гребінезубої акули *Hexanchus griseus*.

В активно-отруйних кісткових риб ранячий апарат представлений колючками або шипами. Такі тварини є серед Сомоподібних (*Siluriformes*), Окунеподібних (*Perciformes*), Скорпенодібних (*Scorpaeniformes*). В активно-отруйної риби колючки або шип можуть бути прикриті шкіряним чохлам, а під ним знаходяться отруйні залози, в яких утворюється відповідний секрет. У деяких риб отруйна залоза протокою з'єднується з шипом, який розвивається переважно на кістках черепа тварини. Колючки в активно-отруйних риб формуються з перетворених передніх променів спинного або анального плавців, а також зовнішніх грудних або черевних плавців.

Колючки, що є видозміненими променями черевного, анального та спинного плавників, характерні для риб з родини Скорпенові (*Scorpaenidae*). У представників родів *Pterois*, *Scorpaena*, *Synanceja* отруту можуть нести жорсткі промені спинного плавця, а також промені черевного та анального плавців. Отруйні залози локалізуються в борознах голкоподібних променів. Положення останніх регулюється скороченням привідних м'язів та м'язів-антагоністів. У риб з родів *Pterois* та *Scorpaena* відсутні вивідні протоки отруйних залоз. Внаслідок цього секрет останніх надходить у тіло жертви безпосередньо з борозни голкоподібного променя, де попередньо накопичується. У риб з роду *Synanceja* в промені колючки знаходиться отруйна залоза з вивідною протокою, яка відкривається на верхівці променя. Риби *Thallasophryne* мають шип, схожий на гостру голку. В проксимальному відділі

цього утворення знаходиться отруйна залоза. Її протока відкривається в проксимальному отворі шипа. При надавлюванні на шип з неї виходить отруйний секрет.

Дуже небезпечними для людини є бородавчатки *Synanceja*, зокрема *S. verrucosa*. Ці тварини віддають перевагу рифам, де маскуються між камінням та коралами. Людина, яка зазнала уколу бородавчатки, відчуває гострий біль. В місці уколу виникає набряк. Він зберігається тривалий час (від кількох днів до кількох тижнів), а потім відбувається некроз тканин ураженої ділянки. Надходження значної кількості отрути в організм людини спричинює утруднення дихання, іноді судоми, втрату свідомості, коматозний стан, а за п'ять годин після уколу бородавчатки може настати смерть постраждалого. Отрута бородавчатки зумовлює порушення нервово-м'язової передачі, збільшення проникності стінки капілярів.

Людина, яка зазнала уколу смугастої крилатки *Pterois volitans*, відчуває пекучий біль. У постраждалого швидко зменшується артеріальний тиск крові, розвиваються параліч скелетних і дихальних м'язів, і, як наслідок, наростають дихальна та серцево-судинна недостатності.

У Чорному морі зустрічається морський йорж (*Scorpaena porcus*) [1]. Він віддає перевагу кам'янистому дну. Укол цієї тварини спричинює в людини сильний біль, може призвести до розвитку парезів.

У морях помірних зон живуть представники родини Trachinidae. На першому спинному плавці і на зябрових кришках цих риб містяться довгі, гострі шипи. В їх основі та борознах знаходяться отруйні залози. Укол цих тварин спричинює в людини нестерпний біль у місці ураження, головний біль, порушення дихання та серцевої діяльності, судоми, марення. У Чорному морі мешкає представник родини Trachinidae морський дракончик, або скорпіон (*Trachinus draco*) [1].

Три види променеперих риб занесені до Червоної книги України. Зокрема, представник родини Вудильникові (Lophiidae) морський чорт європейський *Lophius piscatorius* Linnaeus, 1758; два представники родини Лірові (Callionymidae): 1) піскара сіра *Callionymus risso* Lesueur, 1814; 2) піскара бура *Callionymus pussilus* Delaroche, 1809 [3, 4, 5]. В людини, уколотої цими тваринами, розвивається запальна реакція внаслідок надходження в ранку токсичного секрету.

У риб з родини Вудильникові непропорційно велика, сплюснута зверху голова, на яку припадає дві третини довжини тіла, що може сягати двох метрів. На верхньопередній стороні голови знаходиться видозмінений передній промінь спинного плавця – вудилище, а перед спинним плавцем локалізовані декілька досить довгих гострих колючок. Поблизу останніх є слизові залози, секрет яких потрапляє в ранку, нанесену людині рибою [2].

Морський чорт європейський зустрічається в Атлантичному океані вздовж узбереж Африки та Європи, в Середземному, Мармуровому та Чорному морях, зокрема неподалік від узбережжя Криму та острова Зміїний. В дорослої тварини маса тіла становить до 20 кг, а довжина – до 150 см, однак у Чорному морі реєструвалися тільки молоді екземпляри масою до 9 кг і довжиною до 76 см. Тварина зустрічається на глибинах до 2000 м. Ця донна риба спостерігалася в шельфовій ділянці на глибинах 50-200 м, а також неподалік берега на глибині не менше ніж 10 м. Вона – хижак, полює із засідок. Надзвичайно малою є чисельність морського чорта європейського *Lophius piscatorius* Linnaeus, 1758. За природоохоронним статусом він належить до вразливих видів [3].

Риби з родини Лірові (Callionymidae) мають розмір від 7-8 до 30 см. Їх тіло та голова сильно видовжені, сплюснуті зверху. Тварини мають два спинні плавці. З боків голови є вирости з декількома (2-4) отруйними шипами [2].

Піскара сіра зустрічається вздовж Піренейського та Палестинського узбереж Середземного моря і в Чорному морі, зокрема вздовж північно-західного узбережжя, неподалік Тендерівсько-Джарилгацької мілини, а також узбережжя Криму на глибині 8-22 м. У Чорному морі реєструвалися тварини з тілом завдовжки до 6,7 см. Піскарі сірій притаманний придонний спосіб життя. Живиться нижчими ракоподібними, війчастими червами. Допускається, що отруйним для людини може бути м'ясо тварин виду піскара сіра *Callionymus risso* Lesueur, 1814. За природоохоронним статусом він належить до рідкісних видів [5].

Піскара бура зустрічається у Середземному, Мармуровому і Чорному морях, зокрема вздовж північно-західного узбережжя та узбережжя Криму на глибині до 35 м. Віддає перевагу піщаним ґрунтам, хоча іноді реєструється біля поверхні води. Має тіло завдовжки до 14 см.

Водорості, нижчі ракоподібні є джерелом їжі для дорослих представників виду піскара бура *Callionymus pussilus* Delaroché, 1809. За природоохоронним статусом він належить до рідкісних видів [4].

Серед кісткових риб зустрічаються також пасивно-отруйні тварини (вони накопичують отруйні продукти метаболізму в різних тканинах). Такими є представники родини Голкочеревні (Tetradontidae). В їх організмі утворюється тетродотоксин – гетероциклічна сполука небілкової природи, що містить гуанідинову групу [10]. Він акумулюється переважно в яєчниках та печінці, може знаходитися також у шкірі та кишечнику голкочеревних риб. Якщо людина використовує в їжу лише декількох грамів тих частин тіла риб *Fugu niphobles*, *F. poecilonotum*, *F. ocellatus obscurum*, де міститься тетродотоксин, вона отуїться. При цьому швидкість розвитку симптомів отруєння залежить від кількості спожитого з їжею тетродотоксину і може становити від декількох хвилин до трьох годин. У постраждалого спочатку німіють губи і язик, а потім усе тіло, згодом з'являються болі у голові та животі, блювання, розвиваються порушення функції органів дихання, падають артеріальний тиск і температура тіла, відмічаються атаксія, ступор. У 60 % випадків отруєння постраждалий вмирає через 4-6 годин після вживання в їжу багатих на тетродотоксин частин згаданих вище риб, здатних до його утворення, а у випадку гострого отруєння – через 1 годину. Тетродотоксин порушує функціонування чутливих до нього потенціалзалежних натрієвих каналів збудливих мембран, внаслідок чого в них унеможливується розвиток потенціалу дії. Спричинений тетродотоксином ефект є зворотнім. Ті, локалізовані в нейронах, м'язових та нейроендокринних клітинах потенціалзалежні натрієві канали, що беруть участь у генерації та поширенні потенціалу дії і є високочутливими до тетродотоксину належать до групи “швидких”, а слабкочутливими до тетродотоксину – “повільних”. Тетродотоксин проникає в зовнішнє гирло “швидкого” потенціалзалежного натрієвого каналу, проте не проходить крізь нього внаслідок стеричних обмежень, а завдяки наявній гуанідиновій групі взаємодіє з карбоксильними групами локалізованих там амінокислотних залишків пороформувального мембранного білка. В результаті, всередину потенціалзалежного натрієвого каналу потрапляє тільки одна частина молекули тетродотоксину, а інша частина молекули тетродотоксину, що є більшою за діаметр отвору цього каналу, “закупорює” його і це унеможливує проникнення іонів натрію через вказаний іонний канал [7, 8, 9, 10]. Однієї молекули тетродотоксину достатньо для блокування одного чутливого до неї потенціалзалежного натрієвого каналу, локалізованого в збудливій мембрані.

Серед пасивно-отруйних кісткових риб виділяється ще декілька груп тварин, що відрізняються за характером утворюваних ними токсинів. Так, в організмі кефалі *Neomuxus chaptalli*, *Mugil cephalus*, риби-султанки *Mulloidichthys samoensis*, *Upeneus arge* продукуються галюциногени. Вживання цих риб в їжу призводить до отруєння людини, спричинює в неї галюцинації. А у крові морського вугра *Conger conger*, який зустрічається в Чорному морі, прісноводного вугра *Anguilla vulgaris* та мурени *Murena helena* виявлені небезпечні для людини іхтіокемотоксини, які спричинюють діарею, блювання, розлади дихання, параліч, а іноді смерть постраждалого.

До окремої групи отруйних сполук належать іхтіокринотоксини, що входять до складу слизу, який утворюється в шкірних залозах або окремих клітинах певних риб. Іхтіокринотоксини виявляють гемолітичну дію, є токсичними для оточуючих тварин. Продукцентами таких сполук являються *Ostracion lentiginosus* та *O. meleagris* з родини Ostraciontidae, *Grammistes sexlineatus* та *Rypticus saponaceus* з родини Grammistidae, *Pardachirus marmoratus* з родини Soleidae, *Gobiodon quinquestrigatus* з родини Gobiidae, *Gymnothorax nudivomer* з родини Muraenidae. Так, слиз *Ostracion meleagris* містить пахутоксин, який спричинює в анемон та медуз зменшення чутливості щупалець, а в риб – порушення зябрового дихання та координації рухів; слиз *Pardachirus marmoratus* спричинює загибель невеликих риб та морських їжаків.

Отруйні риби продукують токсини різної хімічної природи. З'ясування механізмів дії таких сполук дозволяє не тільки розробляти підходи до протидії їхньому впливу на організм людини, але й використовувати їх як “інструменти” для вивчення конкретних фізіологічних та біохімічних процесів, будови та функціонування клітинних структур, рецепторів життєво необхідних природних сполук тощо. Так, здатність згаданого вище тетродотоксину вибірково

взаємодія з натрієвими каналами збудливої мембрани використовується для підрахунку їх кількості, проводяться також дослідження властивостей тетродотоксину як місцевого анестетика для подальшого створення на основі цієї сполуки нових препаратів для знеболювання.

1. *Зайцев Ю. П.* Введение в экологию Черного моря / Ю. П. Зайцев. – Одесса : Эвен, 2006. – 224 с.
2. Лобенко Ан. А. Атлас животных мирового океана опасных для человека / Ан. А. Лобенко, А. С. Владыка, А. М. Герасименко, Н. Н. Корпан [и др.] / под ред. проф. Ан. А. Лобенко. – Одесса : ОКФА, 1998. – 224 с.
3. *Смірнов А. І.* Морський чорт європейський *Lophius piscatorius* Linnaeus, 1758 // Червона книга України. Тваринний світ / А. І. Смірнов / за ред. І. А. Акімова. – К. : Глобалконсалтинг, 2009. – С. 342.
4. *Смірнов А. І.* Піскара бугра *Callionymus pusillus* Delaroches, 1809 // Червона книга України. Тваринний світ / А. І. Смірнов / за ред. І. А. Акімова. – К. : Глобалконсалтинг, 2009. – С. 372.
5. *Смірнов А. І.* Піскара сіра *Callionymus risso* Lesueur, 1814 / А. І. Смірнов, А. Н. Световидів // Червона книга України. Тваринний світ / за ред. І. А. Акімова. – К. : Глобалконсалтинг, 2009. – С. 371.
6. *Шувалова Е. П.* Болезни, вызываемые ядовитыми животными / Е. П. Шувалова, М. М. Антонов // Тропические болезни / под ред. Е.П. Шуваловой. 5-е изд. перераб. и доп. – СПб. : ЭЛБИ - СПб, 2004. – С. 621–645.
7. *Catterall W. A.* International Union of Pharmacology. 39. Compendium of voltage-gated ion channels: sodium channels / W. A. Catterall, A. L. Goldin, S. G. Waxman // Pharmacol. Rev. – 2003. – Vol. 55, № 4. – P. 575–578.
8. *Hille B.* Ionic channels of excitable membranes / B. Hille. – 3rd edition. – Sunderland, Massachusetts: Sinauer Assoc. Int., 2001. – 814 p.
9. *Noda M.* A single point mutation confers tetrodotoxin and saxitoxin insensitivity on the sodium channel II / M. Noda, H. Suzuki, S. Numa, W. Stuhmer // FEBS Lett. – 1989. – Vol. 259, № 1. – P. 213–216.
10. *Ogata N.* Molecular diversity of structure and function of the voltage-gated Na⁺ channels / N. Ogata, Y. Ohishi // Jpn. J. Pharmacol. – 2002. – Vol. 88, № 4. – P. 365–377.
11. *Zimmer R. K.* Neuroecology, chemical defense, and the keystone species concept / R. K. Zimmer, R. P. Ferrer // Biol. Bull. – 2007. – Vol. 213. – P. 208–225.

А.В. Романенко

ЯДОВИТЫЕ РЫБЫ И ДЕЙСТВИЕ ИХ ТОКСИНОВ В ПОСТРАДАВШЕМ ОРГАНИЗМЕ

В статье приведены данные о ядовитых рыбах, обитающих в разных водных экосистемах, а также на токсинах, которые образуются этими животными. Обсуждаются пути действия токсинов в пострадавшем организме.

Ключевые слова: ядовитые рыбы, токсины, пути действия токсинов

O.V. Romanenko

O.O. Bogomolets National Medical University, Kyiv, Ukraine

POISONOUS FISHES AND THEIR TOXINS ACTION IN THE VICTIM ORGANISM

The article emphasizes the poisonous fishes that inhabit different water ecosystems and the toxins they produce. The ways of toxins action in the victim organism are discussed.

Key words: poisonous fishes, toxins, the ways of toxins action

Рекомендує до друку

Надійшла 15.02.2013

В.З. Курант