Dr. med. Dr. scient. med. Jürg Eichhorn

Traditionelle Chinesische Medizin ASA
Manuelle Medizin SAMM
F.X. Mayr-Arzt (Diplom)
CAS - Genomisch-klinische Medizin
Wissenschaftliches Doktoratsstudium (UFL)

Allgemeine Innere Medizin FMH

Sportmedizin SGSM
Ernährungsheilkunde SSAAMP
Anti-Aging Medizin SSAAMP
Thermographie (ThermoMed-ISTT)

Praxis für Allgemeine und Komplementärmedizin

Neuraltherapie SANTH & SRN
Orthomolekularmedizin SSAAMP
Applied Kinesiology ICAK-D & ICAK-A

Version: 12. März 2023

Rote Tiden und epidemische Muschelvergiftung

Fon +41 (0)71 350 10 20
Adresse Im Lindenhof Bahnhofstr. 23 CH-9100 Herisau
E-Mail drje49@gmail.com www.ever.ch

Rote Tiden und epidemische Muschelvergiftung

Das biologische Phänomen der *Roten Tiden*

Die lähmende Muschelvergiftung (paralytic shellfish poisoning) ist das eindrücklichste Symptom einer biologischen Erkrankung des Meeres. Die Krankheit heisst *Rote Tide* und kommt zustande durch ein massenweises Aufblühen von Dinoflagellaten (Panzergeisseltierchen).

Ein Bericht von Dr. med. Jürg Eichhorn (1979)

Brennendes Meer

New Jersey, Spätsommer 1971. Prof. Peter Lynch sitzt am Strand seines idyllisch gelegenen Ferienhauses und grüsst die letzten Strahlen der blutrot versinkenden Sonne. Ein leicht säuselnder Wind trägt ihm würzige Meeresluft entgegen. Tief saugt er den belebenden Hauch des Ozeans in sich auf.
Doch seine Gedanken irren für einmal nicht in die unendliche Weite des Meeres sondern verweilen bei viel weltlicheren Dingen - Eine Bouillabaisse, heiss dampfend, mit Knoblauch, Thymian und Safran pikant gewürzt, wird soeben von seiner Frau serviert.

Genüsslich lässt er das zarte Fleisch der Languste auf der Zunge zergehen. Verführerisch lacht ihm der orange Körper einer leicht geöffneten Miesmuschel entgegen. Er trennt die Schalen und schlürft sie mit sichtlichem Wohlbehagen aus.

Jedoch, kaum hat er den Bissen recht geschluckt, beginnt ein eigenartiges Kribbeln im Mund.
Dr. med. Peter Lynch, Professor für Radiologie und Meeresbiologie an der Universität von Philadelphia steht feierlich auf und richtet sich mit folgenden Worten an seine Familie:

Meine Lieben, ich wurde soeben vergiftet. Das Gift, das sich in dieser Muschel befindet, heisst Saxitoxin und ist ca. 1000-mal stärker als Zyankali. Da sich in ungefähr einer halben Stunde Gleichgewichtsstörungen und Lähmungen einstellen können, ist es unumgänglich, dass ich mich sofort in ärztliche Kontrolle begebe.

Er setzt sich ans Steuer seines Wagens und fährt ins nahe Spital. Schmunzelnd erzählt mir Peter diese Geschichte in einem grossen Zürcher Fischgeschäft, just in dem Moment, wo wir Miesmuscheln für eine Bouillabaisse einkaufen.

Doch das Beste kommt noch, erzählt er weiter, *da sich die Gleichgewichtsstörungen rascher einstellten als erwartet, landete ich statt als Patient im Spital als Betrunkener auf der Polizeiwache*.

Die epidemisch, lähmende Muschelvergiftung ist weltweit bekannt und gefürchtet, von den Küsten Nordeuropas bis Südafrika, von Nordamerika bis Japan, Neuguinea und Neuseeland.

Juni 1793. Einige Seeleute des Pioniers und Entdeckers George Vancouver erforschen die Küste des heutigen Britisch-Kolumbien und stossen auf einem Kanal ins Landesinnere vor. Sie machen Rast an einem ruhigen Strand und tun sich gütlich an Miesmuscheln, die sie an den umspritzten Felsen fanden. Das Mal bekam ihnen nicht: ein Kribbeln breitete sich über alle Glieder aus, und bald überkam die Seeleute eine eigenartige Schwerelosigkeit. Einer der Matrosen starb und wurde in einer stillen Bucht begraben. Die andern erholten sich nach geraumer Zeit.

Die lähmende Muschelvergiftung (paralytic shellfish poisoning) ist das eindrücklichste Symptom einer biologischen Erkrankung des Meeres. Die Krankheit heisst *Rote Tide* und kommt zustande durch ein massenweises Aufblühen von Dinoflagellaten (Panzergeisseltierchen). Wo diese Mikroorganismen *blühen,* verwandelt sich das Meer kilometerweit in eine stinkende Brühe und verfärbt sich gelb, braun oder rot. Millionen von Fisch Leichen werden dann an den Strand gespült. Vögel, die von den Fischen fressen, ereilt das gleiche Schicksal. Nur die Muscheln überleben. Sie speichern die Gifte dieser Organismen in ihrem Fleisch und den Eingeweiden, ohne selbst zu erkranken. Dabei sind es vorwiegend die planktonfressenden Miesmuscheln (Moules), die beträchtliche Giftmengen einlagern und so dem Geniesser von Meeresfrüchten Schaden zufügen können.
Nicht jeder *Roten Tide* folgt unweigerlich eine epidemische Muschelvergiftung. Die *Roten Tiden* des Mittelmeeres haben niemals derartige Vergiftungen zur Folge. Von den zahlreichen Mikroplanktonarten, die *Rote Tiden* zu bilden vermögen, enthalten nur wenige für den Menschen gefährliche Gifte.
Es sind dies vor allem: Conyaulax catenella, das besonders viel von dem hochgiftigen Saxitoxin enthält und die sehr gefürchteten *Roten Tiden* im Nordpazifik verursacht.

Conyaulax tamarensis enthält weniger Saxitoxin, dafür noch mindestens eine weitere Giftsubstanz. Vorkommen mehr im Nordatlantik und der Nordsee.

Gymnodinium breve, dessen Gift nicht lähmt, jedoch schwere Gleichgewichtsstörungen, Ameisenlaufen am ganzen Körper und Temperaturinversionen (kalt wird zum Beispiel als warm empfunden) zur Folge haben kann. Das Gift von Gymnodinium breve weist noch eine Eigenart auf. Der Staub, ausgehend von an den Strand gespülten und von der Sonne getrockneten Fischleichen, verursacht nach Einatmung eine Schwellung der Schleimhäute mit Husten, Atem Beklemmung, wässrigen Nasenfluss und Entzündung der Augenbindehaut. Gymnodinium breve ist verantwortlich für die *Roten Tiden* um Florida.

Ein Blick in die Vergangenheit

Dann sprach der Herr zu Mose: sage zu Aaron: nimm deinen Stab und strecke deine Hand aus über die Gewässer Ägyptens, dass sie zu Blut werden. Mose und Aaron taten so, wie der Herr ihnen geboten hatte: er erhob den Stab und schlug vor den Augen des Pharao auf das Wasser im Nil, und alles Wasser im Nil verwandelte sich in Blut. Die Fische im Nil starben, und der Nil war stinkend, so dass die Ägypter kein Wasser aus dem Nil mehr trinken konnten.

So geschrieben im Alten Testament, Exodus 7,19-21.

Dies ist die älteste Beschreibung einer *Roten Tide*, einer dazumal geläufigen Erscheinung an der arabischen Mittelmeerküste.
Das Naturphänomen beschäftigte schon die alten Griechen. Sie gaben der Erscheinung, die bereits von Homer in seiner Ilias erwähnt wird, den Namen *Rote Tide*. Später war es der Römer Tacitus, der in einigen seiner Schriften diese *üblen Launen der Natur* beschrieb. Mit dem 16. Jahrhundert, dem Zeitalter der grossen Entdeckungen, nahm das Problem *interkontinentale* Ausmasse an. Die Logbücher fast aller Seefahrer, Entdecker und Eroberer geben uns Zeugnisse von dieser Unbill der Natur. Mehr noch, sie berichten auch von eigenartigen Vergiftungen durch Muscheln.

Das biologische Phänomen der "Roten Tiden"

Bis sich das Meer sichtbar verfärbt, müssen 20 Mio. Dinoflagellaten pro Liter vorhanden sein. In der Hochblüte werden sogar bis 40 Mio. gezählt.

Woher stammen nun diese immensen Massen von Geisseltierchen? Diese Frage bewegte die Forscher auf der ganzen Welt. Dann kam das Jahr 1946. Bis dahin waren an den Küsten Floridas *Rote Tiden* so gut wie unbekannt. Im November dieses Jahres meldeten Fischer vor Naples eine eigenartige Wasser Trübung. Gegen Ende des Jahres entdeckten Sportfischer 33 km westlich von Fort Myers einen gelbbraunen Streifen, 100 m breit und 150 m lang. Von weitem meinten sie, es handle sich um einen Fischschwarm und fuhren mitten in die Brühe hinein. Der vermeintliche Schwarm entpuppte sich als ein weites Feld toter Fische; daneben, am Rande solche, die verzweifelt nach Luft schnappten. Etwas Meerwasser gelangte mit einer Welle ins Boot und dort in den Behälter, in dem Fische als Köder gehalten wurden. Nach kurzer Zeit zeigten sie eine eigenartige Unruhe, schnappten bald verzweifelt nach Luft und starben. Im Januar des nächsten Jahres wurden bereits Tausende toter Fische ans Ufer geschwemmt. Meilenweit war die See jetzt mit Fischleichen bedeckt.
In den nächsten Wochen schien das Meer über die Krankheit zu siegen und zeigte erste Anzeichen der Erholung. Doch schon im April schlug die Natur erneut zu, noch heftiger, noch wuchtiger, noch erbarmungsloser, Billionen toter Fische wurden an Land getrieben. Die Wissenschaftler registrierten über 500 Fischleichen pro Meter Strand.

Seither sind solche marinen Biointoxikationen an Floridas Westküste zu einer geläufigen Erscheinung geworden. Am Beispiel Floridas wurde in der Folge das Phänomen der *Roten Tiden* von Wissenschaftlern eingehender untersucht. Sie stellten fest, dass die *Roten Tiden* zwischen 16 und 64 km Entfernung von der Küste, in einer Tiefe von 12 bis 37 m entstehen (= initiales Aufblühen). Erst durch Meeresströmungen oder Winde gelangen dann diese Blüten in küstennahe Gewässer (= Transportphase). Damit die Blüten überhaupt das Ufer erreichen, das heisst so lange überleben können, müssen gewisse Bedingungen im Wasser erfüllt sein (= Umgebungsbedingungen).

Die Forscher fanden heraus, dass nur etwa ein Viertel aller Blüten die Küsten erreichen und Schaden anrichten können. Der Rest bleibt eine lokale Erscheinung draussen im Meer. Das Aufblühen nimmt im Mittel 2 bis 3 Wochen in Anspruch. Nach der Hochblüte gehen die Geisseltierchen allmählich wieder zugrunde. Die vorher gelben oder braunen Organismen nehmen dabei die bekannte rote Farbe an. Der ganze Spuk dauert meist nicht länger als 5 bis 6 Wochen. Ausnahmen kommen immer wieder vor. Aber auch in den *Roten Tiden* freien Monaten findet man ständig planktonische Dinoflagellaten. Ihre Konzentration übersteigt aber nie 100 bis 1000 Organismen pro Liter Meerwasser und führt zu keinen fassbaren Schäden.

Weltweit konzentrierte sich infolgedessen die Forschung auf die erste Phase, das initiale Aufblühen, das stets langsam (exponentiell) und nicht etwa explosionsartig erfolgt. Das heisst, die Vermehrung während einer Blüte geschieht nicht durch Zellteilung. Mit der Erkenntnis, dass die Dinoflagellaten Blüten küstenfern im Bereich lokal abgrenzbarer Areale entstehen und alljährlich am gleichen Ort wiederkehren trat die Forschung in eine neue entscheidende Phase ein. Der Meeresboden im Bereich dieser *Biotope* wurde nun eingehend unter die Lupe genommen und Proben mikroskopisch untersucht. Damit bahnte sich des Rätsels Lösung an. Die Wissenschaftler fanden Zysten, Überlebensformen der Dinoflagellaten. Dass einige Geisseltierchen in ihrem Lebenszyklus ein Zystenstadium aufweisen, wusste man schon seit dem 19. Jahrhundert. Nur eben, bei den *Roten Tiden* hat man Zysten nie gefunden, da immer am falschen Ort, nämlich küstennah gesucht wurde. Wie sich die Dinoflagellaten vermehren, ob sexuell oder asexuell, bleibt vorerst eine akademische Frage. Jedenfalls sind da die Zysten, die in Massen auf dem Meeresboden als benthische Saat Populationen in umschriebenen Biotopen überwintern. Monate, eventuell Jahre verharren sie in diesem Ruhestadium, um dann plötzlich aus ihrem Dornröschenschlaf zu erwachen und zu beweglichen Geisseltierchen heranzureifen. Welche Faktoren dieses Erwachen bewirken, ist zurzeit die brennendste Frage der Wissenschaft. Möglicherweise sind es die gleichen, die die Blüten selbst am Leben erhalten. Diskutiert werden Wasser Temperatur, Salzgehalt, Auftrieb, Unterwasserquellen, Einströmen von nährstoffreichem Süsswasser durch Flüsse und Bäche ins Meer sowie unbekannte Wachstumsfaktoren.

Der Transport zur Küste schliesslich erfolgt durch hydrologische und meteorologische Kräfte (Winde, Strömungen). Die vielen verschiedenen Arten von Dinoflagellaten zeigen zum Leidwesen der Wissenschaft unterschiedliche Verhaltensweisen. Diese müssen vorerst sehr genau studiert werden, will man das Übel an der Wurzel packen und eine kausale Prophylaxe betreiben. Davon ist die Wissenschaft aber noch ein gutes Stück weit entfernt. Der Mannigfaltigkeit der Natur sind einmal mehr weite Grenzen gesteckt.

Häufigkeit der epidemischen, lähmenden Muschelvergiftung

Nicht jede *Rote Tide* hat eine lähmende Muschelvergiftung zur Folge. Dies hängt, wie bereits dargelegt, von der Art des Geisseltierchens ab. Nicht jedes produziert ein für den Menschen gefährliches Gift. Andererseits geht, heimtückischerweise, nicht jede lähmende Muschelvergiftung mit einer sichtbaren Dinoflagellaten Blüte einher. Die Erklärung hierfür ist einleuchtend:

Die Blüte wird als r*ote, gelbe oder braune Tide* erst sichtbar, wenn mindestens 20 Mio. Organismen pro Liter vorhanden sind. Für das Giftigwerden der Muscheln genügen aber bereits 200 000 Flagellaten im Liter. Der amerikanische Biologe Halstead stellte 85 Epidemien zusammen, datiert von 1689 bis 1962. Dabei erlitten nach vorsichtiger Schätzung rund 1000 Menschenvergiftungen und über 222 fanden den Tod. Die Mortalität (Todesrate) wird weltweit mit 8.5% angegeben.

1898 wurde Japan von einer schweren Epidemie heimgesucht. Wohl erkrankten nur 59 Menschen, wovon 23 starben, aber die Fischerei war für Wochen über einen weiten Küstenstrich lahm gelegt. 1972 ereilte Neuengland (Nordamerika) ein gleiches Schicksal. Dank rasch eingeleiteten Vorsorgemassnahmen erkrankten lediglich 20 Menschen. Hingegen kam die sehr bedeutende Muschelindustrie total zum Erliegen, und die Fischer der betroffenen 3200 km langen Küste mussten für mehrere Monate auf jeglichen Fang verzichten.
1968 wütete eine leidvolle Epidemie an der englischen Nordseeküste: über 300 km Küste wurden vergiftet und die Muscheln ungeniessbar, obwohl die sichtbare *Rote Tide* selbst nur bescheidene Ausmasse aufwies. Im Oktober 1976 meldeten die toxikologischen Zentren Europas (Deutschland, Frankreich, Italien, Spanien, Schweiz) insgesamt 120 Opfer der lähmenden Muschelvergiftung. Allein in der Schweiz wurden 23 Erkrankungen bekannt. Die Nachforschungen ergaben, dass die giftführenden Muscheln aus Vigo an der spanischen Atlantik Küste stammten. Die geographische Verteilung der Vergiftungsfälle folgte dabei recht genau den 2 Hauptimportwegen Biarritz, Paris, Deutschland einerseits, Perpignan, Marseille, Schweiz und Norditalien andererseits. Wohl aus diesem Grunde wurden Erkrankungen in der Schweiz nur aus Genf gemeldet.

Das Krankheitsbild der lähmenden Muschelvergiftung

Mit einer konstanten Regelmässigkeit beginnt die Erkrankung mit Parästhesien (Ameisenlaufen, Taubheitsgefühl) im Bereich des Mundes mit raschem Übergreifen auf das Gesicht, anschliessend Hände und Füsse. Je nach Schwere des Krankheitsbildes (unter anderem abhängig von der Anzahl der gegessenen Muscheln) stellen sich in abnehmender Häufigkeit folgende Symptome ein:

Gleichgewichtsstörungen (82%), Gefühl des Schwebens, Lähmungen der Arme und Beine (62%), Müdigkeit, Kopfschmerzen, Gelenkbeschwerden, Übelkeit und Erbrechen (selten), Störungen der Atmung und Tod an Atemlähmung (8.5%).

Die mittlere Inkubationszeit (erstes Erscheinen der Symptome) beträgt 3 ½ Stunden (Schwankungen 1 bis 10 Stunden). Der Höhepunkt der Erkrankung liegt im Mittel bei 11 Stunden und 20 Minuten (2 bis 18 Stunden) und die durchschnittliche Dauer beträgt 42 Stunden (8 bis 96 Stunden).

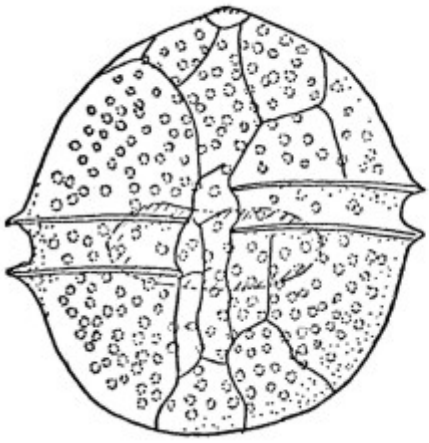
Der Tod tritt praktisch immer in den ersten 12 Stunden an Atemlähmung ein. Ist diese kritische Zeit einmal überschritten, so kann mit einer vollständigen Heilung gerechnet werden. Seit 1970 sind glücklicherweise keine weiteren Todesfälle durch Genuss gekaufter Muscheln gemeldet worden. Dies hat seinen Grund in einer streng durchgeführten prophylaktischen Massnahme: Die Muscheln gelangen nach der Ernte zunächst in ein grosses

Sammelbecken mit Meerwasser, wo sie für 1 bis 2 Wochen gebadet werden. Diese Zeit brauchen die Muscheln, um etwaiges Gift wieder auszuscheiden. Das Wasser im Becken wird dabei mehrmals gewechselt. Muscheln aus Epidemiegebieten kommen nicht in diese Becken. Sie werden zum vorneherein vernichtet. Die *Revivifikation* der Muscheln verhütet die Erkrankung nicht unbedingt. Die Methode ist aber geeignet, einer schweren Vergiftung mit eventuell tödlichem Ausgang vorzubeugen

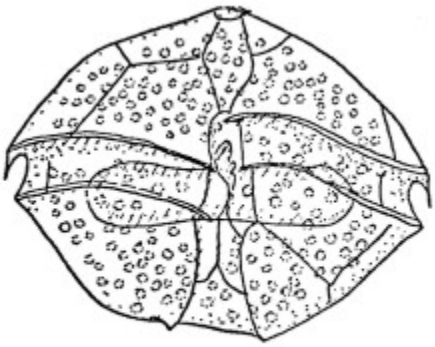
Das Gift Saxitoxin

Saxitoxin, das erstmals aus der kalifornischen Miesmuschel isoliert werden konnte, ist ein hitze- und säurestabiles Alkaloid. Es wird also durch Kochen in siedendem Wasser praktisch nicht zerstört (nach 20 Minuten sind immer noch 60.5% vorhanden). Da Saxitoxin durch Säure nicht zerstört, wird, passiert es zudem ungehindert den Magen und wird vom Darm vollständig resorbiert. Ferner ist es nur wenig wasserlöslich, das heisst, Auswaschen der Muscheln im Wasser verringert den Giftgehalt nicht.

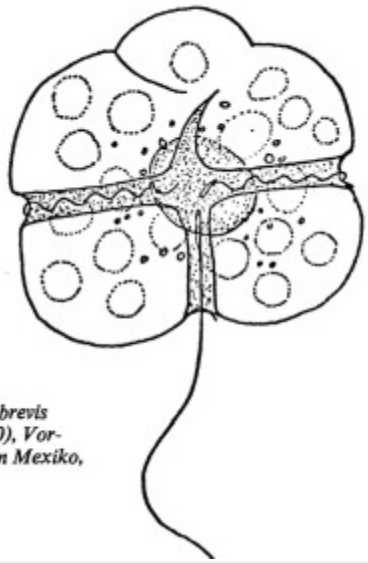
Saxitoxin mit der empirischen Formel C1O H17 N7 04 2HCl hat ein Molekulargewicht von 372 und ist rund 1000 mal giftiger als die gleiche Menge Kaliumzyanid (Zyankali). 1 mg vermag einen erwachsenen Menschen beziehungsweise 5000 Mäuse von 20 g zu töten. Saxitoxin ist ein Nervengift. Es blockiert die Nervenleitung zentral, das heisst im Hirn, sowie peripher die Übertragung der Impulse vom Nerv auf den Muskel. Weiter befällt es die Muskelspindeln, die den Tonus der Muskeln kontrollieren und die sensiblen Nervenfasern der Haut.



c) Conyaulax tamarensis (Massstab 1:1210), Vorkommen: Nordatlantik und Nordsee



b) Conyaulax catenella (Massstab 1:1450), Vorkommen: Nordpazifik



a) Symnodinium brevis (Massstab 1:1450), Vorkommen: Golf von Mexiko, Florida

Bildquelle: unbekannt