Kolor śmierci, odcień grobu czyli 50 odcieni morderczej zieleni

Wiktoria Król

Kolor śmierci, odcień grobu czyli 50 odcieni morderczej zieleni


Kolor
śmierci,
odcień grobu
czyli
50 odcieni
morderczej
zieleni
Wiktoria
Król

Kraków 2021

Tytuł: *Kolor śmierci, odcień grobu czyli 50 odcieni morderczej zieleni*

Copyright
© 2021 by Wiktoria Król
© 2021 by Wydawnictwo IX

Copyright for the cover art
© 2021 Joanna Widomska

All rights reserved.

Redakcja: Paweł Wielopolski

Korekta: Małgorzata Biernacka

Skład, łamanie i przygotowanie do druku: Krzysztof Biliński

Ilustracja na okładce: Joanna Widomska

Wszystkie prawa zastrzeżone.
Żadna część książki nie może być w jakikolwiek sposób powielana bez zgody wydawcy, z wyjątkiem krótkich fragmentów użytych na potrzeby recenzji oraz artykułów.

Wydawnictwo IX
biuro@wydawnictwoix.pl
wydawnictwoix.pl
Kraków 2021
Wydanie elektroniczne.

ISBN 978-83-962994-7-5

SPIS TREŚCI

Wstęp 11

Rozdział I
Na plugastwo wszelakie, szczury i ludzi 13
Rozmowa w zielonym pokoju: okiem toksykologa 19
Testy 26
Ustawa o arszeniku 27

Rozdział II
To cóż, że ze Szwecji 29
A nie można mieć tego taniej? 32
Rozmowa w zielonym pokoju: kolekcja pigmentów 39
Niebezpieczne dzieła impresjonistów 42
Rozmowa w zielonym pokoju: opowieść o obrazach 44

Rozdział III
Niebo w gębie 67
Po drugiej stronie kanału 70
Ostrze „Lanceta" 71
Pewnie za dużo słodkiego zjadły 75
Cuda pod mikroskopem 78
Dlaczego wy trujecie ludzi? 85

Rozdział IV
Mroki spowiły ściany śmierci 89
Moda na tapety 91
Morderczy kapitalizm 93
Ból głowy i cywilizowana Europa 96

Kryształy, diamenty, wapory i inne naukowe przepychanki 105
Polowanie na czarownice 117
Nie zawiera arszeniku 123
Higiena pracy 132
O grzybie, co jadł arszenik 136
Rozmowa w zielonym pokoju: grzyby i gazy 139
Co z tym Napoleonem? 142

Rozdział V
Takie piękne, że zaraz padnę 145
Kwiaty zła 145
Danse macabre 162
Rozmowa w zielonym pokoju: czy zachowały się mordercze suknie? 175

Rozdział VI
Jakże kolorowo 181
Farbki, kredy i zabawki 181
Rozmowa w zielonym pokoju: zatrute książki 185
Odrobina hazardu 194
Papier, koperty itp. 200
Nowe drogi zatrucia arszenikiem 207
Zielone zbrodnie 208
Rozmowa w zielonym pokoju: medycyna sądowa 211
Zielono mi 216

Rozdział VII
Każda moda się kiedyś kończy 219
Dlaczego prawo w Anglii nie działało? 219

Rozmowa w zielonym pokoju: okiem historyka medycyny 229
Inne zastosowania zieleni paryskiej 233
Nie tylko zieleń była zła 234
Ustawodawstwo w dziewiętnastowiecznej Europie 238
Czy dzisiejsza zieleń jest bezpieczna? 239

Zakończenie
Arsenin miedziowy? A na co to komu! 243

Podziękowania 245

Dodatek
Nie próbujcie tego w domu! Czyli przepisy na zielony pigment 247

Bibliografia 252

Wstęp

Rewolucja przemysłowa. Epoka wiktoriańska. Zamknijcie oczy i pozwólcie, aby wyobraźnia stworzyła dla was obraz tego, z czym się kojarzą obydwa określenia. Założę się, że macie szaroburą wizję, tysiące kominów domowych i fabrycznych wypluwających kłęby duszącego dymu, dostrzegacie brudne ulice, umazane dzieci, slumsy i pijaństwo. Ale równie dobrze wyobraźnia może podsunąć wam obraz eleganckich balów, kobiet ściśniętych gorsetami, sukni rozpiętych na krynolinach, bogactwa, królowej Wiktorii w żałobnym stroju, dandysów wspartych na laseczkach i modnych bokobrodów. Czy w wyobrażeniach pojawił się jakiś konkretny, być może wesoły, kolor?

Wiktorianie kochali przepych, bibeloty, reprodukcje wiszące na ścianach, zasłony, kapy, dywany, stojące na półkach figurki, ubóstwiali zawalone nieprzydatnymi przedmiotami przestrzenie, a gdyby usłyszeli słowo „minimalizm", uznaliby to za nonsens.

Na początku XIX wieku królowała wciąż imperialna moda i jasne kolory, ale wkrótce wszystko miało się zmienić. Naturalne zielone barwniki, takie jak paprocie, pokrzywy, naparstnica, liście brzozy czy kora olchy, tworzyły kolory stonowane i matowe, które pod wpływem słońca czy prania blakły. Szczególnie soczysta zieleń była kolorem trudnym do odwzorowania, nie tylko na tkaninach, ale i na obrazach. Z pomocą sztuce z końcem XVIII wieku przyszła chemia i tzw. zieleń Scheelego oraz zieleń szwajnfurcka – mineralne pigmenty idealnie naśladujące odcienie występujące w naturze. Były to piękne kolory odzwierciedlające ogród, którego mieszkańcom zakopconych miast szczególnie brakowało. Nikt nie mógł się oprzeć urokowi tego zielonego pigmentu, a tania masowa produkcja pozwoliła wszystkim, nawet ludziom z najniższym dochodem, na urządzanie skromnych pokoi w kolorach natury.

Zieleń z płótna malarzy przeniosła się na tapety (szczególnie popularne z wzorem kwiatowym), ubrania i wszystkie inne produkty, które dało się barwić.

Cóż morderczego i złego jest w zieleni?, spytacie. Nic, dopóki wśród składników nie ma arsenu.

> Kto by rzeczywiście pomyślał, że śmiertelna trucizna może czaić się w ładnej i atrakcyjnej kolorowej tapecie, w nowo pomalowanym pokoju, w pięknym stroju, perkalu zasłon, pończochach, rękawiczkach, kartach do gry w wista, świecach i abażurach, zabawkach dla dzieci i słodyczach. Jednak we wszystkich tych i wielu innych artykułach użytku domowego stwierdzono, że dostateczna ilość arszeniku wywołuje wiele chorób, a w niektórych przypadkach nawet śmierć[1].



Typowe wiktoriańskie wnętrze. M.E. Best, 1837–1840
Źródło: https://collection.cooperhewitt.org/objects/18708251/

[1] J. Hogg, *Arsenical Poisoning by Wall-Papers and Other Manufactured Articles*, London 1885.

Rozdział I

Na plugastwo wszelakie, szczury i ludzi

W połowie XIX wieku londyńscy lekarze uznawali morderstwa dokonane za pomocą arszeniku za narodową hańbę, największą ujmę cywilizacji epoki wiktoriańskiej. Katherine D. Watson przeanalizowała bazę danych 535 spraw sądowych o otrucie w Anglii i Walii z lat 1750–1914[2]. Nie jest to pełna lista wszystkich przestępstw związanych z otruciami, ale reprezentacyjna próbka, w której koronerzy, sędziowie i policja sklasyfikowali otrucia jako umyślne przestępstwa (nie uwzględniając samobójstw i przypadkowych zgonów). Najczęściej używaną trującą substancją był arsen (w postaci tlenku i siarczków), którego użyto w 237 przypadkach. Opium i laudanum, zajmujące drugie miejsce w raporcie, zastosowano tylko w 52 sprawach.

Dlaczego akurat w XIX wieku truto za pomocą arszeniku częściej niż w wiekach poprzednich? Odpowiedź jest prosta: w Anglii nie trzeba było mieć chemicznego czy farmaceutycznego wykształcenia, by sprzedawać leki i trucizny (przynajmniej do 1868 roku). Wszystko było dostępne w sklepach spożywczych, u sprzedawców świec, farb, oleju. Trutka na szczury na bazie arszeniku była bardzo tania i nieźle na niej zarabiano.

Arsen (As) jest pierwiastkiem chemicznym i może występować w 4 odmianach alotropowych jako: arsen szary, zwany też metalicznym (o charakterystycznym zapachu czosnku), oraz arsen żółty (miękki i woskowy), który przy ogrzaniu przekształca się w arsen szary, brązowy czy

[2] K.D. Watson, *Medical and Chemical Expertise in English Trials for Criminal Poisoning, 1750–1914*, „Medical History" 2006, t. 50(3).

czarny. Pierwiastek ten występuje w skorupie ziemskiej, źródłach i wodzie morskiej, emisjach wulkanicznych, a także w meteorytach. W Układzie Słonecznym został wykryty w atmosferach Jowisza i Saturna oraz, w śladowych ilościach, w skałach księżycowych.

Arsen szczególnie powszechny jest w rudach metali, w których tworzy arsenopiryt (siarczek żelazowo-arsenowy FeAsS; w Polsce występuje między innymi w Złotym Stoku na Dolnym Śląsku), realgar (tetrasiarczek tetraarsenu As_4S_4; w Polsce występuje w okolicach Leska i Bytomia) oraz aurypigment (trisiarczek diarsenu As_2S_3; w Polsce został znaleziony koło Baligrodu w Bieszczadach). Ponadto znane są związki arsenu z żelazem (loellingit $FeAs_2$), niklem (chloantyt $NiAs_2$, nikielin NiAs) i kobaltem (kobaltyn CoAsS).

Nazwa pierwiastku prawdopodobnie pochodzi od perskiego słowa *az-zarnikh*, które odnosiło się do żółtego lub złotego aurypigmentu. W starożytnej Syrii arsen znany był pod nazwą *zernika*, w Grecji określano żółte aurypigmenty mianami *arrenikos* lub *arsenikos*. Ostatecznie nazwa przybrała formę *arsenikon*, po łacinie zaś *arsenicum*.

Starożytne cywilizacje chińskie i indyjskie używały arsenu do zabijania gryzoni i much. Grecki pisarz Pedanios Dioskurydes w traktacie *De Materia Medica* zalecał *arsenikon* na brodawki i inne zmiany skórne, choć przestrzegał, że użycie może powodować wypadanie włosów. Według *Oxford English Dictionary* słowa *arsenic* po raz pierwszy użyto w języku angielskim w 1310 roku. O arszeniku po polsku pisał Andrzej Maksymilian Fredro: „Arszenik nie cukier, choć biały" i Jan Andrzej Morsztyn: „Wierz, że tam pod miodem. Arszenik, / y musk nadziewany smrodem".

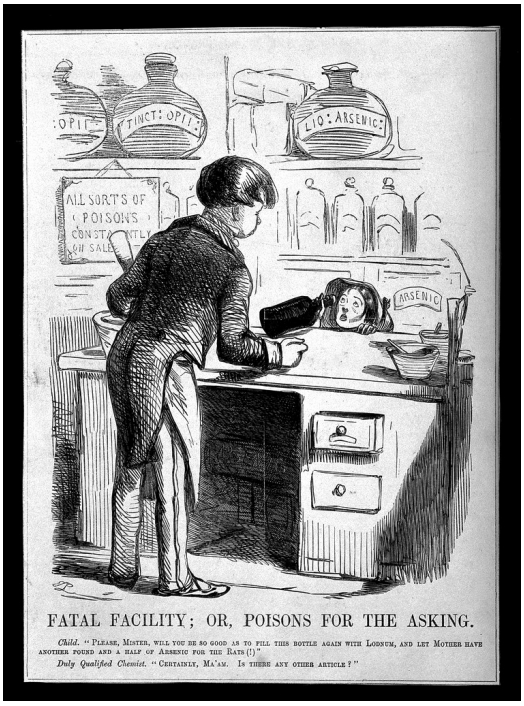
Arsen metaliczny po podgrzaniu nie topi się, lecz zamienia w parę, a podczas reakcji z tlenem tworzy biały tritlenek diarsenu (As_2O_3), zwany białym arszenikiem lub po prostu arszenikiem. Co ciekawe, arszenik w małych ilościach działa na organizm pobudzająco i wzmacniająco, a w naszym organizmie arsen znajdziemy w ilości od 0,1 do 0,5 miligrama na 1 kilogram tkanki. Dopiero w określonej dawce arszenik jest toksyczny dla wszystkich zwierząt posiadających centralny układ nerwowy.

Znikoma produkcja białego arszeniku rozpoczęła się w XV wieku. Był on produktem ubocznym przy wytopie żelaza w Austrii. Dopiero 200 lat później nastąpiło znacznie zwiększenie produkcji arszeniku wraz z rosnącym zapotrzebowaniem na oczyszczenie metali. Kopalnie zachodniej Anglii bogate w miedź, cynę i ołów istniały już od epoki brązu. Arsen zanieczyszczał miedź i cynę, dlatego musiał być usuwany przez prażenie rud. W wyniku tego procesu w przewodach kominowych gromadził się tritlenek diarsenu. Od czasu

do czasu w procesie czyszczenia kominów arszenik był wyrzucany na stosy odpadów kopalnianych. Arszenik był tani, gdyż był odpadem generowanym w dużej ilości, z którym nie było co robić. Kupowano go zatem i odsprzedawano dalej jako trutkę na szczury.

Biały arszenik nie ma smaku, jest bezbarwny i bezwonny, łatwo rozpuszcza się w cieczach, dlatego szybko stał się prostą trucizną. Można go wprowadzić do organizmu nie tylko przez przewód pokarmowy, ale również drogami oddechowymi, poprzez skórę lub błony śluzowe.

Przez długi czas nie było żadnego miarodajnego testu do wykrywania arszeniku w tkankach ciała. Doktor Walter Fergus na łamach czasopisma „The Lancet" pisał, że zatrucie arszenikiem to „najbardziej godny pożałowania stan zdrowia[3]". Wybitny toksykolog José Matteo Bonaventure Orfila tak opisuje objawy zatrucia:



Aptekarze sprzedawali arszenik i laudanum nawet dzieciom.
Drzeworyt J. Leecha
Źródło: Wellcome Collection.
Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

> Cuchnące usta, nadmierne wydzielanie śliny, ciągłe plucie, zwężenie gardła i przełyku, czkawka, nudności, wymioty materii czasem brązowej, a czasem krwawej; […] stolec czarniawy i o okropnym fetorze; niski puls, częsty, skoncentrowany i nieregularny; czasami powolny i nierówny; kołatanie serca, omdlenia, nieugaszone pragnienie. Uczucie kłującego ciepła na całym ciele, uczucie ognia; czasami lodowaty chłód; trudności w oddychaniu; zimne poty, skąpy i krwawy mocz, zmiana cech oblicza; sine kręgi wokół oczu; obrzęk i swędzenie całego ciała, które jest pokryte sinymi plamami […][4].

3 *On arsenical poisoning*, „The Lancet", 7.06.1862.

4 J.M.B. Orfila, *A General System of Toxicology, or a Treatise on Poisons, Drawn from the Mineral, Vegetable, and Animal Kingdoms, Considered as to Their Relations with Physiology, Pathology, and Medical Jurisprudence*, London 1815–1817.

Pierwsze objawy zatrucia następują w ciągu 15–30 minut po dostaniu się arszeniku do organizmu człowieka: są to uczucie ucisku i trudności w połykaniu spowodowane zapaleniem naczyń włosowatych. Następnie pojawiają się wymioty, a po około 12 godzinach zaczyna się biegunka, która staje się wodnista i trwa aż do wystąpienia stanu zwanego *tenesmus*: uczucia chęci wypróżniania jelit, nawet jeśli nie ma już czego wydalić. Po przyjęciu trucizny arszenik trafia do żołądka, przenika do krwiobiegu, a stamtąd do pozostałych organów, kości, włosów[5] i paznokci[6]. W 1880 roku obliczono, że średni czas od spożycia trucizny do śmierci to 11 godzin i 5 minut, choć większość ekspertów medycznych podawała dobę.

W czasopismach medycznych znajdziemy wiele relacji lekarzy opisujących stan pacjentów zatrutych arszenikiem. Oto niektóre z nich:

> Po zbadaniu zawartości utensyliów, do których wymiotował, zauważono płyn o żółtawym i zielonkawym kolorze, a w dwóch z nich – materię litą. Puls zanikał, jego głos był osłabiony i drżący, [pacjent] z wielkim bólem wskazał na brzuch. Podczas badania odkryłem bardzo niezwykłą nieregularność powierzchni, spowodowaną spazmatycznymi skurczami mięśni brzucha, a nawet wnętrzności; ta nierówność rozciągała się od nadbrzusza po podbrzusze i pod obydwa żebra. […] Skarżył się na skrajną słabość i straszne mdłości. Pan R.T. został gwałtownie przeczyszczony; a po zbadaniu wydzielin jelitowych, osobliwość ich wyglądu wywołała wielkie zaskoczenie; wszystkie miały jasny, jednorodny zielony kolor, podobnie jak farba[7].

> Była prawie martwa. Kończyny zimne, puls na nadgarstku lewo wyczuwalny, oczy szkliste, a naczynia rogówki nabrzmiałe od krwi. Skarżyła się na intensywny ból głowy, potęgowany przez światło i hałas. Nie była w stanie podnieść się bez pomocy. Język suchy i chorobliwie czerwony, z brodawkami znacznie uniesionymi na jego czubku. Usta suche oraz pokryte opryszczką, błona śluzowa jamy ustnej nieznacznie starta. […] Podano następnie siarczan cynku, który wywołał mdłości po upływie kilku minut, przy czym

5 Arszenik we włosach łączy się z atomami siarki znajdującymi się w cząsteczkach keratyny, dlatego zalecana jest analiza włosów ofiar, które mogły zostać otrute tą trucizną.

6 Pojawiają się charakterystyczne białe poprzeczne linie zwane pasmami Meesa.

7 J. Marshall, *Remarks on arsenic, considered as a poison and a medicine; to which are added, five cases of recovery from the poisonous effects of arsenic…*, „Edinburgh Medical and Surgical Journal", październik 1817.

zwymiotowana materia była ciemna i lepka, zmieszana ze skrzepami krwi, a po każdym wysiłku przy kolejnych wymiotach pojawiało się około łyżki jasnej, niestrawionej, płynnej krwi[8].

Nastąpiły silne bóle nóg i ramion, które opisał jako najbardziej rozdzierające. Porównał je do gryzienia szczurów lub wwiercania w kości świdra ręcznego. Pojawił się obrzęk nóg i stóp, ale [pacjent] nie odczuwał nienaturalnego ciepła. Po kilku dniach bólu zaobserwowano częściowy paraliż kończyn[9].

Kilkakrotnie dobrze zwymiotował, mimo to działanie środka trującego pozostawało jeszcze zawsze bardzo silnem. A mianowicie: straszne bóle brzucha, pomimo że takowy był mało napiętym; silne pragnienie, bezustanne rozwolnienie i wymioty; tętno małe, zaledwie wyczuwać się dające; tony serca słabe; twarz, wargi, oraz błona łączna oczu przy spokojnem oddychaniu mocno zasinione; skóra, zwłaszcza kończyn tak górnych, jak i dolnych, zimna; wreszcie drganie ścięgien i kurcze w łydkach dopełniały skreślonego dopiero co obrazu. W massach zwymiotowanych i stolcach znaczna ilość podanego, jako antidotum, żelaza, a oprócz tego, zwłaszcza w tych ostatnich, jeszcze białe bryłki arszeniku[10].

Dziewiętnastowieczne antidotum po spożyciu arszeniku zazwyczaj ograniczało się do zastosowania środków wymiotnych, przykładania pijawek i upuszczania krwi. *Skorowidz środków zaradczych w wypadku otrucia*[11] radził eter podany podskórnie i napoje wyskokowe. Nie podano wszakże, ile trzeba ich wypić w celu oczyszczenia organizmu. Jednak amerykański lekarz Nathaniel Potter pisał: „Żadne remedium nie może złagodzić tego melancholijnego preludium śmierci, chyba że z prędkością światła rozcieńczy truciznę lub usunie ją z żołądka[12]".

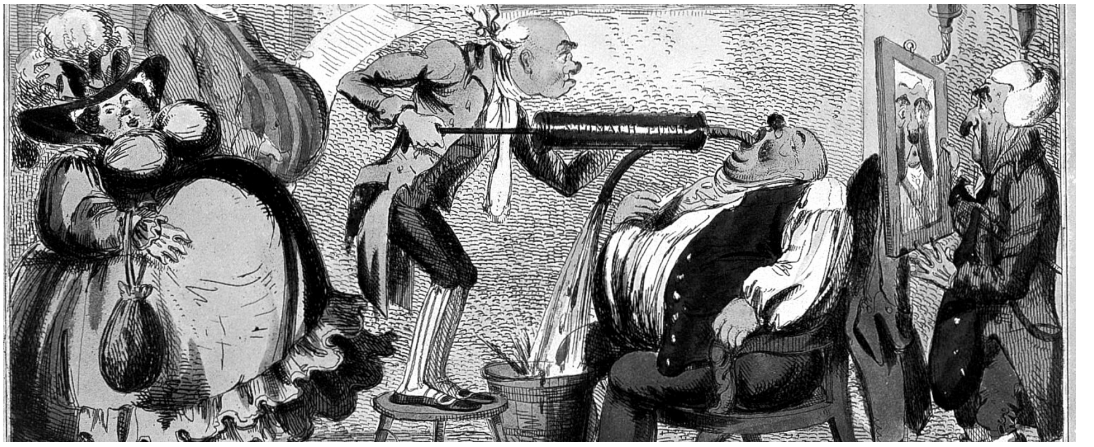
8 H. Dermott, *Case of poisoning by arsenic, and recovery*, „The Lancet", 13.12.1851, t. 58(1476).

9 A.B. Shipman, *Effects of a Large Dose of Arsenic Taken by a Lunatic*, „Provincial Medical and Surgical Journal", 30.12.1843.

10 A. Wolff, *Zmiany anatomo-patologiczne przy otruciu arszenikiem*, „Klinika: Tygodnik Lekarski", 7.10.1869, [R. 4], t. 5, nr 15.

11 H. Klawe, *Skorowidz środków zaradczych w wypadkach otrucia*, Warszawa 1887.

12 N. Potter, *An essay on the medical properties and deleterious qualities of arsenic*, Philadelphia 1796.



Płukanie żołądka. H. Heath, 1827
Źródło: Wellcome Collection.
Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Inny sposób radzenia sobie z arszenikiem zademonstrował chemik Michel Bertrand w czasie posiedzenia Francuskiej Akademii Nauk. Spożył 5 gramów arszeniku wraz z węglem drzewnym i nie umarł, ba! nawet nie miał żadnych objawów zatrucia trucizną. Test dowodził, że węgiel w jakiś sposób zablokował działanie arszeniku. W rzeczywistości wcale nie deaktywował trucizny, tylko zatrzymał ją w swoich mikroskopijnych porach i nie pozwolił na wchłonięcie przez organizm.

Rozmowa w zielonym pokoju: okiem toksykologa

Co na temat arsenu, arszeniku i trucizn ma do powiedzenia nowoczesna medycyna? Lekarz medycyny, Eryk Matuszkiewicz, który od 19 lat pracuje w zawodzie, a od 12 na oddziale toksykologii w Poznaniu, chętnie odpowiedział na moje pytania.

Z jakich powodów pacjenci są hospitalizowani na oddziale toksykologii? Zatrucie grzybami, podejrzanym alkoholem?

Najwięcej jest zatruć lekami psychotropowymi, często kilkoma, i alkoholem. Zaraz potem są zatrucia narkotykami. Do „sezonowych" zatruć należą zatrucia tlenkiem węgla jesienią i zimą, a późnym latem i jesienią – grzybami.

Czy zatrucia lekami to próby samobójcze, czy nieradzenie sobie z farmakoterapią?

Zatrucia są tylko samobójcze, choć część nie chce się do tego przyznać. Rzadko zdarza się, że ktoś z powodu bólu głowy czy zęba zażyje ponadterapeutyczną dawkę leków i wtedy, obawiając się o swoje zdrowie, zgłasza się do nas.

W jaki sposób określa się, jaką substancją zatruł się pacjent? Czy są jakieś dodatkowe badania oprócz krwi i moczu?

W przypadku leków bada się ich obecność we krwi lub moczu, natomiast obecność narkotyków potwierdza się badaniem moczu. W przypadku grzybów również badamy mocz, badanie zarodników jest starym badaniem i praktycznie niezalecanym.

Czy ma Pan swoją „ulubioną" truciznę?

Nie mam swojej „ulubionej" trucizny. Ciekawi mnie toksykologia w wydaniu sprzed wieków, gdzie traktowano ją jako swoistą „sztukę". Wykorzystywano w tym celu wiele roślin, by wspomnieć szalej jadowity, szczwół plamisty, tojad mocny czy pokrzyk wilczą jagodę. Magią zawsze owiana była mandragora lekarska. Dziś już rzadko kto zwraca uwagę na te rośliny w aspekcie ich toksyczności i nie obserwujemy zatruć tymi gatunkami. Ciekawie tę perspektywę pokazuje serial „Rodzina Borgiów", bo jak wiadomo, papież Aleksander VI i jego syn Cezar Borgia to jedni z najbardziej znanych trucicieli w historii. Do tego grona można także zaliczyć Katarzynę Medycejską, żonę francuskiego króla Henryka II.

Porozmawiajmy o królu trucizn, arszeniku. Arsen wiele ma twarzy, jego toksyczność zależy od postaci, w której się znajduje, prawda?

Arsen występuje na 2 stopniach utlenienia: 3+ i 5+ w postaci związków nieorganicznych i organicznych. Obie formy są toksyczne i bardzo niebezpieczne, a różnica polega na tym, że As^{3+} łatwiej i szybciej wchłania się z przewodu pokarmowego niż As^{5+}. Związki te mogą również być przekształcane jedne w drugie, tzn. As^{3+} w As^{5+} i odwrotnie. W środowisku naturalnym arsen występuje najczęściej w postaci związków nieorganicznych na piątym stopniu utlenienia. Drogi narażenia na ten metal to droga pokarmowa i inhalacyjna (wziewna), czyli poprzez układ oddechowy.

Chyba każdy w liceum mówił: „po co się uczyć cyklu Krebsa, skoro w życiu się nie przyda". Mamy dla moich czytelników niespodziankę: arsen na trzecim stopniu utlenienia, czyli ten gorszy, potrafi wpłynąć na ten cykl i zabić człowieka. Czy mógłby Pan opowiedzieć nieco o tym znienawidzonym przez uczniów cyklu w kontekście trucizny?

Toksyczność As^{3+} polega głównie na zahamowaniu funkcji kompleksu dehydrogenazy pirogronianowej, jednego z najważniejszych enzymów w naszym organizmie. Zahamowanie go uniemożliwia powstanie acetylokoenzymu A (acetylo-CoA), którego obecność z kolei warunkuje prawidłowe funkcjonowanie cyklu Krebsa. W cyklu tym powstaje związek o nazwie ATP (adenozynotrójfosforan), będący głównym źródłem energii dla wszystkich komórek organizmu. Jego brak powoduje zaprzestanie funkcjonowania wszystkich komórek naszego organizmu. Innym skutkiem

działania As^{3+} jest powstanie tzw. wolnych rodników, na przykład nadtlenku wodoru, który bezpośrednio uszkadza komórki. Arsen na piątym stopniu utlenienia, czyli As^{5+}, jest redukowany do As^{3+}, o którego toksyczności już wiemy. As^{5+} budową przypomina fosfor i może być transportowany poprzez te same kanały i wykorzystywany jako fałszywy substrat do produkcji ATP. Brak ATP w organizmie skutkuje wyczerpaniem energetycznym komórek, o czym wspominano powyżej. Arszenik to inaczej tlenek arsenu As_2O_3, jest arseninem (to grupa związków, jak tlenki, sole, w których arsen występuje na 3+ stopniu utlenienia). Dla odmiany, arseniany to związki arsenu na piątym (5+) stopniu utlenienia. Biorąc pod lupę toksyczność As^{3+}, można powiedzieć, że przyłącza się on do grup -SH (nazywanych sulfhydrylowymi) kompleksu dehydrogenazy pirogronianiowej, a dokładnie dihydrolipoamidu. Uniemożliwia to powstanie lipoamidu, który niezbędny jest do powstania acetylo-CoA. To, co dzieje się w dalszej kolejności, opowiedziałem wcześniej.

A co się dzieje po zatruciu arsenem już nie na poziomie komórkowym, ale całego ciała?

Obraz zatrucia arsenem wygląda nieco inaczej w tzw. zatruciu ostrym, w którym narażeni jesteśmy na jego działanie w krótkim czasie, a inaczej w tzw. zatruciu przewlekłym, w którym możemy mieć kontakt z tym metalem przez długi czas. Zatrucia ostre mogą być spowodowane bardzo toksycznym nieorganicznym związkiem arsenu, a mianowicie arsenowodorem o wzorze AsH_3, na drodze wziewnej. Jest to gaz o charakterystycznym zapachu czosnku. Jest cięższy od powietrza i dlatego gromadzi się przy gruncie. Używany jest w syntezie związków organicznych i w produkcji półprzewodników.

Pierwsze objawy pojawiają się między 2. a 14. godziną po zatruciu w postaci bólu i zawrotów głowy, wzmożonego pragnienia, złego samopoczucia, dreszczy oraz trudności w oddychaniu. W dalszej kolejności pojawia się ból brzucha, nudności i wymioty. Może pojawić się także osłabienie siły mięśniowej oraz spadek ciśnienia. Bardzo groźnym skutkiem zatrucia arsenowodorem jest uszkodzenie czerwonych krwinek, erytrocytów, co prowadzi do anemii, krwiomoczu i w dalszej kolejności do żółtaczki (ta pojawia się zwykle nieco później, 12–48 godzin po zatruciu). Powiększeniu ulega także wątroba. Jest to zatrucie na drodze wziewnej, więc uszkodzeniu ulega błona śluzowa nosa, gardła i oskrzeli, co przejawia się bólem, pieczeniem i wspomnianymi trudnościami w oddychaniu, oraz spojówka oka, co wywołuje łzawienie, ból i zaczerwienie.

Jakie są różnice między zatruciem arszenikiem na drodze pokarmowej a zatruciem przewlekłym?

Po spożyciu objawy pojawiają się między 30. minutą a 2. godziną od zatrucia. Występują ból brzucha, nudności i wymioty (niekiedy krwiste). Wymioty w ciężkich zatruciach mogą doprowadzić do szybkiego odwodnienia, spadku ciśnienia tętniczego krwi i w konsekwencji do ostrego uszkodzenia nerek. W ciągu kolejnych godzin dochodzi do rozwoju niewydolności wielonarządowej z uszkodzeniem wątroby, serca, nerek, trzustki oraz centralnego układu nerwowego, co przejawia się zaburzeniami świadomości, omamami, drgawkami, oraz obwodowego układu nerwowego, czego manifestacją są zaburzenia czucia i ruchomości w obrębie kończyn górnych i/lub dolnych.

W długotrwałym narażeniu na arsen, czyli w zatruciu przewlekłym, dochodzi do uszkodzenia skóry i błon śluzowych oraz obwodowego układu nerwowego. Arsen ma tendencję do kumulowania się w tkankach bogatych w keratynę, jak włosy, paznokcie i skóra, a także w nabłonku przewodu pokarmowego. Typowymi zmianami są poprzeczne białawe pasma w płytce paznokciowej (hiperpigmentacja), zwane pasmami Meesa. Na skórze mogą pojawiać się płytkie owrzodzenia, jak również nadmierne rogowacenie (hiperkeratoza). Obserwuje się także wystąpienie cukrzycy typu 2. Może dojść do uszkodzenia wątroby oraz rozwoju raka płuc i pęcherza moczowego, a także skóry.

Czy na oddział toksykologii nadal trafiają pacjenci zatruci arsenem i jego związkami?

Z perspektywy pracownika oddziału toksykologii mogę powiedzieć, że nie obserwujemy w ogóle zatruć arsenem i jego związkami. Nie wspominają o nich także lekarze konsultujący swoich pacjentów na terenie prawie całej Polski. W przeszłości źródłem narażenia na arsen było środowisko pracy, narażeni byli na przykład górnicy wydobywający rudy zawierające arsen, osoby pracujące przy produkcji herbicydów czy środków do konserwacji drewna. Obecnie, przy dobrze rozwiniętej medycynie pracy, taka ekspozycja ma niewielkie znaczenie. Być może inne doświadczenia w tym zakresie ma policja lub medycy sądowi, podejrzewający otrucie przy użyciu związków arsenu.

Jeśli chodzi o antidotum, to czy takowe istnieje?

W przypadku zatruć arsenem oprócz leczenia objawowego stosuje się tzw. chelatory, na przykład BAL, Succimer lub DMPS. Zasada ich działania

polega na opłaszczaniu jonów As^{3+} lub As^{5+}, co prowadzi do ich unieszkodliwienia. Taki mało toksyczny związek jest wydalany z organizmu. Leki te nie są powszechnie dostępne, ale sprowadzane na tzw. import docelowy dla danego pacjenta. Natomiast w przypadku uszkodzenia nerek w przebiegu zatrucia wykonuje się zabieg hemodializy, dzięki któremu arsen jest szybciej usuwany z organizmu.

W podręczniku z 1894 roku, *Pierwsza pomoc przy ostrych zatruciach*[13], przeczytałam instrukcję, w jaki sposób powinno się postępować z pacjentem, który spożył arszenik:

> ***Nie trzeba czasu tracić i zarządzić pierwszą pomoc, która polega na wydaleniu trucizny z ciała, podaniu odtrutki i usuwania objawów otrucia zagrażających życiu człowieka. Truciznę wydalamy z żołądka przez wzbudzenie wymiotów i w tym celu drażnimy gardło palcem, piórkiem; dajemy do picia wodę ciepłą w wielkiej ilości i to samą albo z dodatkiem soli kuchennej lub mąki gorczycznej. Lekarze podają środki wymiotne jak proszek lub napar z korzenia Ipekakuany, emetyk, siarczan miedzi, apomorfinę albo też za pomocą pompy żołądkowej, którą można zastąpić zwykłą rurką gumową na metr długą, a do 1 1/2 cm w średnicy mającą. Jeden koniec rurki pomazanej oliwą wprowadza się przez usta do żołądka zmuszając chorego, o ile jest przytomnym, niejako do połknięcia tejże rurki; następnie drugi koniec rurki z ust wysterczający podnosimy po nad głowę chorego, zasadzamy lejek i wlewamy przez ten znaczniejszą ilość wody. Po nagłem obniżeniu lejku wszystka woda wprowadzona do żołądka wraz z treścią a więc i trucizną wypłynie. Wypompowanie żołądka w sposób opisany należy kilkakrotnie powtórzyć.***

Czy w dzisiejszych czasach nadal używa się środków na przeczyszczenie i stosuje się płukanie żołądka?

Oczywiście. Płukanie żołądka oraz środki przeczyszczające nadal są stosowane. Jest kilkanaście odtrutek i dializa, dzięki czemu szybciej eliminowane są niektóre leki.

[13] J. Szpilman, *Pierwsza pomoc przy ostrych zatruciach: tablica zawierająca odtrutki wskazane przed przybyciem lekarza wraz z pouczeniem o ratowaniu ludzi otrutych*, Lwów 1894.

Jak obecnie przeprowadza się płukanie żołądka?

Czytając powyższy opis, mogę powiedzieć, że niewiele się zmieniło. Obecnie do płukania żołądka używamy giętkiego zgłębnika, który jest nieco grubszy niż endoskop podczas wykonywania gastroskopii. Pacjent musi być przytomny i współpracować z nami podczas płukania. Po wprowadzeniu końcówki zgłębnika polecamy, aby pacjent przełykał ślinę, gdyż umożliwi to przejście przez górny zwieracz przełyku, czyli pasmo mięśniowe fizjologicznie zapobiegające cofaniu się treści pokarmowej podczas jedzenia. W dalszej kolejności wlewamy porcje wody o temperaturze pokojowej, pierwsza około pół litra, kolejne około 1 litra. Po wlaniu wody drugi koniec zgłębnika umieszczamy w brodziku, aby woda na zasadzie naczyń połączonych i różnicy poziomów samoczynnie wypływała z żołądka. Nie stosuje się obecnie środków prowokujących wymioty, a wciąż pokutującym mitem jest dodawanie soli kuchennej do ich wywołania.

Gdzie możemy znaleźć arsen? I czy to prawda, że jedzenie owoców morza, ryb i ryżu może spowodować nagromadzenie się tego pierwiastka w organizmie?

Źródłem arsenu może być żywność i woda. Na szczęście w środowisku arsen występuje najczęściej na piątym stopniu utlenienia, czyli As^{5+}, który jest trudniej wchłanialny niż As^{3+}. Przyjmuje się, że zatrucie nieorganicznymi związkami arsenu może mieć miejsce na przykład po zjedzeniu ryżu rosnącego na glebie zanieczyszczonej arsenem. Natomiast do zatruć organicznymi związkami arsenu może dojść po zjedzeniu glonów, ryb lub skorupiaków, w których może się kumulować ten pierwiastek.

Ważnym źródłem narażenia jest picie skażonej arsenem wody. Na szczęście obecnie różne instytucje w Europie i USA, jak również o zasięgu globalnym (WHO), określają, jaka może być bezpieczna i nieszkodliwa zawartość arsenu w wodzie pitnej, co w ogromnym stopniu eliminuje to źródło narażenia. Przyjmuje się, że dziennie może się dostawać do naszego organizmu od 10 μg do 370 μg arsenu. Łatwiej z przewodu pokarmowego, bo w 45–95%, wchłaniają się związki nieorganiczne arsenu 3+ z uwagi na jego dobrą rozpuszczalność w wodzie. Natomiast związki organiczne, trudniej rozpuszczalne w wodzie, wchłaniają się w 75–85%. Z badań na zwierzętach wiadomo, że drogą oddechową arsen wchłania się w 60%. Wydalanie arsenu nieorganicznego zachodzi głównie poprzez nerki, a tylko niewielka ilość usuwana jest z kałem.

Czytałam, że arszenik stosuje się w leczeniu białaczki. Jak to możliwe, że tak straszna trucizna może coś leczyć?

Rzeczywiście, w hematologii w jednym z rodzajów ostrej białaczki, zwanej promielocytową, stosuje się trójtlenek arsenu, czyli arszenik. Wykorzystuje się fakt, że trójtlenek arsenu doprowadza do apoptozy, czyli śmierci, komórek nowotworowych. Różnica pomiędzy jego terapeutycznym zastosowaniem a kryminalnym (w celu otrucia) polega na tym, że podaje się go w ściśle określonych dawkach, a następnie kontroluje się jego stężenie w organizmie.

Testy

Zabójstwa za pomocą arszeniku stały się prawdziwą plagą XIX wieku. Na sali sądowej nie raz dochodziło do prób udowodnienia winy oskarżonych. Prosty test na otrucie arszenikiem wynalazł James Marsh, chemik z Royal Arsenal i asystent Michaela Faradaya w Królewskiej Akademii Wojskowej. W 1832 roku sąd wezwał go na świadka w procesie o morderstwo: John Bodle został oskarżony o otrucie dziadka kawą z arszenikiem. Nie znaleziono śladów trucizny ani w wydzielinach ofiary, ani w resztkach starej kawy. Marsh miał za zadanie przeanalizować próbkę fusów oraz kawę, którą otrzymała jedna z niedoszłych ofiar. Przeprowadził standardowy test, ale ława przysięgłych nie dopuściła tego dowodu, a oskarżony został uniewinniony. Marsh postanowił opracować lepszy test, by nie doszło więcej do sytuacji uniewinnienia mordercy. Co ciekawe, jego metoda opierała się na odkryciu Carla Wilhelma Scheelego, postaci bardzo ważnej w całej historii morderczej zieleni.

Arsen w dowolnej postaci łatwo łączy się z wodorem i tworzy arsenowodór. Chemik połączył zatrutą arszenikiem próbkę jedzenia z kwasem siarkowym i cynkiem – w ten sposób uzyskał lotny związek. Odkrył, że jeśli przepuści się arsenowodór przez szklaną rurkę z cienką dyszą na końcu, a następnie podpali go, wytrąca się metaliczny arsen, który po zetknięciu z zimną powierzchnią wygląda jak srebrno-czarny osad (tzw. lustro arsenowe), a przy tym wydziela niemiłosierny smród czosnku. Marsh opisał swoje odkrycie w „Edinburgh Philosophical Journal" w 1836 roku. Test był tak dokładny, że umożliwiał wykrycie jednej pięćdziesiątej miligrama arsenu. Rok później szwedzki chemik Jöns Jacob Berzelius zmodyfikował go nieznacznie, by można było zważyć, ile arszeniku spożyła ofiara. Co ciekawe, test Marsha stosowano do lat 70. XX wieku – zastąpiły go dopiero metody chromatograficzne i spektrofotometryczne.

W 1841 roku niemiecki chemik Hugo Reinsch opracował inny test, wymagający znacznie mniej umiejętności i czasu. Podczas gdy do testu Marsha próbkę należało gotować kilka godzin, w tym przypadku wystarczyło pół godziny. Reinsch gotował pocięty materiał organiczny z kwasem solnym, a następnie zanurzał w roztworze miedzianą folię. Jeśli znajdowałby się w niej arszenik, osadziłby się on na folii w postaci stalowoszarej warstwy.

Pod koniec XIX wieku w celu wykrycia arszeniku w organizmie zaczęto stosować analizę moczu. W latach 80. XIX wieku na Harvardzie przeprowadzono badania moczu i okazało się, że 30% pacjentów wydaliło arszenik –

niektórzy z nich przyjmowali go jako lekarstwo, ale wielu było zaskoczonych wynikiem. Wyniki znacząco poprawiły się, gdy usunęli z mieszkania podejrzane sprzęty i materiały. Ale o tym za chwilę.

Ustawa o arszeniku

Czy potraficie sobie wyobrazić, ilu mniej więcej rocznie ludzi umierało tylko dlatego, że mogli nabyć truciznę w każdym możliwym miejscu, a potem trzymać ją w domu nieopisaną? „Gazeta Lwowska" nie miała najlepszych wiadomości o otruciach w Anglii:

> W przeciągu sześciu lat od 1848 do 1853 padło według wykazów rządowych ofiarą trucizny 1700 mężczyzn, a 1518 kobiet, co wynosi przeciętnie po 536 osób na rok, czyli po 10 na tydzień, czyli 1 co godzin 16. Wielka bez wątpienia liczba, a przecież nie zupełna, gdy pomniemy, jakim trudnościom ulega podjęcie z urzędu śledztwa w Anglii. Ledwo czwarty jaki przypadek pochwytuje angielskie ramię sprawiedliwości, trzy bez śladu toną w powodzi występków i zbrodni. Chciano by teraz obostrzyć poszlakę, szukają tylko powodów prawnych, ażeby bil przeprowadzić. Naco szukać, mnogość wypadków zbrodni sama za nim przemawia. Życie każdemu miłe; niech tylko ukrócą lub ograniczą wolność sprzedaży trucizny, a pewnie będzie lepiej. […] W roku 1831 liczono w Anglii 5835 handlarzy (*chymists and druggists*) truciznami; a w roku 1851 już było ich 3632 mężczyzn, a 12 kobiet wieku niżej 20 lat, starszych zaś laty było mężczyzn 11 701, a kobiet 298, nie licząc 15 163 chirurgów i aptekarzy, którzy częstokroć mało co sposobniejsi lub bieglejsi w naukach. Radzą więc teraz, czyliby się nie dała ograniczyć przedaż wszelkich innych szkodliwych preparatów chemicznych[14].

W 1851 roku dzięki współpracy Prowincjonalnego Stowarzyszenia Lekarzy i Chirurgów oraz Towarzystwa Farmaceutycznego wprowadzono ustawę o arszeniku (*Arsenic Act*), która miała na celu uregulowanie spraw handlu detalicznego tą trucizną. Sprzedawca mógł sprzedawać truciznę tylko osobom, które ukończyły 21 lat, a każda transakcja musiała być zarejestrowana w tzw. księdze trucizn wraz z adresem i zawodem klienta oraz datą, ilością sprzedanej substancji i celem użycia. Sprzedawca i kupujący musieli podpisać protokół. Gdy sprzedawca nie znał osobiście konsumenta, ten musiał

[14] „Gazeta Lwowska" 1856, nr 217.

Dalsza część książki dostępna w wersji pełnej.

