

mgr Marek Bogusz

Pracownia Toksykologiczna, Zakład Medycyny Sądowej, Warszawski Uniwersytet Medyczny; Katedra Socjologii, Instytut Dziennikarstwa i Socjologii, Wydział Nauk Społecznych i Humanistycznych, Społeczna Akademia Nauk

mgr Iwona Bogusz

Zakład Szkoleń Specjalnych, Centrum Szkolenia Policji

lek. Magdalena Kwiatkowska

Zakład Medycyny Sądowej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

mgr Agnieszka Siwińska

Pracownia Toksykologiczna, Zakład Medycyny Sądowej, Warszawski Uniwersytet Medyczny

dr hab. Joanna Żelazna-Wieczorek prof. nadzw. UŁ

Pracownia Algologii i Mykologii, Wydział Biologii i Ochrony Środowiska, Uniwersytet Łódzki

Czy występowanie okrzemek w organach wewnętrznych zawsze świadczy o utonięciu?

Streszczenie

Okrzemki (*Bacillariophyta*) to jednokomórkowe organizmy zasiedlające ekosystemy wodne i siedliska wilgotne na całej Ziemi. Wśród tej zróżnicowanej gatunkowo grupy glonów są takie, które występują kosmopolitycznie, lecz są również gatunki, których występowanie jest ograniczone do specyficznych warunków środowiska – gatunki stenotopowe. Okrzemki wyróżniają się unikatową ścianą komórkową, tworzącą tzw. skorupkę, której struktura stanowi podstawę do ich rozróżnienia gatunkowego i jest odporna na działanie większości czynników środowiskowych niszczących inne glony. Ze względu na powyższe cechy okrzemki zostały włączone do postępowań kryminalistycznych i mogą być rozstrzygającą składową postępowania, wskazującą utonięcie jako przyczynę śmierci. W tych przypadkach istotne staje się udzielenie odpowiedzi na pytanie, czy występowanie okrzemek w narządach wewnętrznych zwłok osób znalezionych w wodzie zawsze świadczy o utonięciu. W niniejszej publikacji wykorzystano protokoły sądowo-lekarskich oględzin zwłok oraz protokoły badania na obecność okrzemek w organach wewnętrznych, sporządzone w latach 2013–2017 w Zakładzie Medycyny Sądowej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego, który jest obecnie jedynym ośrodkiem w Polsce przeprowadzającym rutynowo test okrzemkowy. Wykazano, że pozytywny wynik testu okrzemkowego pokrywa się ze wskazaniami przyczyny śmierci z sądowo-lekarskich protokołów oględzin zwłok. Jedynie w pojedynczych, dających się wytłumaczyć przypadkach wyniki testu okrzemkowego nie potwierdzają opinii z sekcji sądowo-lekarskiej, wykluczającej utonięcie jako przyczynę zgonu.

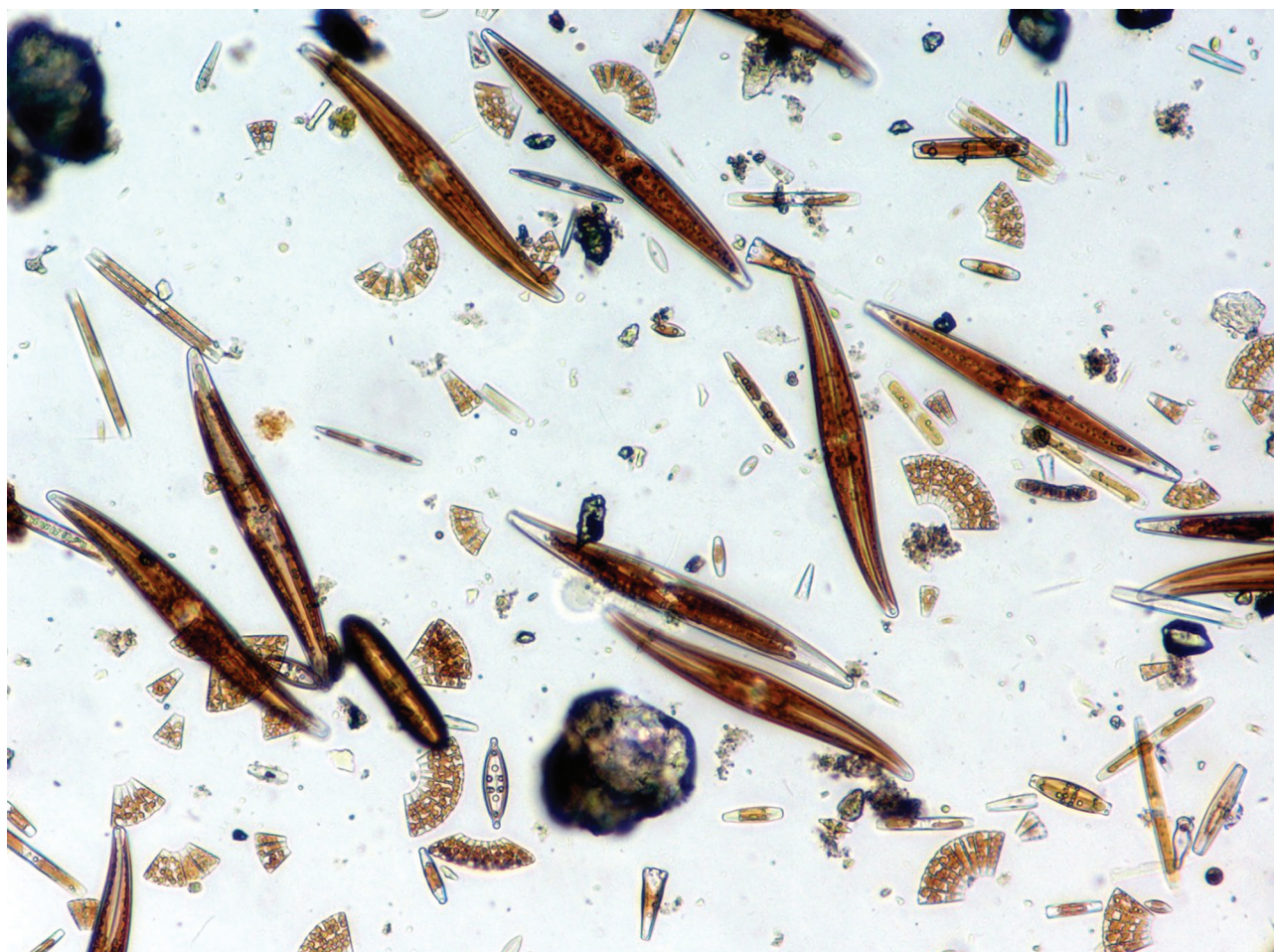
Słowa kluczowe: okrzemki, utonięcie, obraz sekcyjny, sekcja zwłok

Wprowadzenie

Okrzemki (*Bacillariophyta*) są autotroficznymi organizmami zasiedlającymi środowiska wodne na Ziemi. To jednokomórkowe glony, których wielkość waha się zwykle od kilku do kilkuset mikrometrów. Komórki okrzemek mogą występować pojedynczo, ale też mogą łączyć się ze sobą za pomocą kolców lub galaretowatej substancji w kolonie, które przyjmują różne kształty: gwiazdkowate, wachlarzykowate, łańcuszkowate lub wstęgowate (Rakowska, 2003) (ryc. 1).

Okrzemki jako grupa organizmów zasiedlają wszystkie ekosystemy wodne, od oceanów przez wody

śródlądowe, takie jak jeziora i rzeki, po wilgotne skały i glebę. Wśród nich są gatunki o szerokiej tolerancji na warunki środowiska – gatunki eurytopowe, ale również takie, które charakteryzują się wąskim zakresem tolerancji wobec wybranych warunków środowiska – gatunki stenotopowe. Określone zespoły gatunków okrzemek występują w różnych typach wód, mogą to być zarówno wody bardzo dobrej jakości, jak i silnie zanieczyszczone. Zróżnicowanie składu gatunkowego tych organizmów związane jest również ze strefą ekosystemu wodnego oraz typem podłoża, ich środowisko może zatem stanowić na przykład: plankton,



Ryc. 1. Okrzemki – zbiorowisko okrzemek, formy jednokomórkowe i kolonijne – obraz z mikroskopu optycznego.

bentos lub epifiton (Pliński, Witkowski, 2009; Kawecka, Eloranta, 1994). Okrzemki są grupą organizmów autotroficznych wyróżniającą się ze względu na różnorodność gatunkową. Według różnych źródeł ocenia się, że na Ziemi żyje ponad 100 000 gatunków okrzemek (Rakowska, 2003). W Polsce, w różnych ekosystemach śródlądowych, występuje około 3500 gatunków (Bąk i in., 2012).

Bardzo ważną cechą okrzemek z punktu widzenia postępowań kryminalistycznych jest budowa ściany komórkowej, nazywanej pancerzykiem lub skorupką. Składa się ona z dwóch zachodzących na siebie części: wieczka oraz denka, które są silnie wysycone uwodnioną krzemionką (nawet do 60% suchej masy komórki), nadającą im strukturę opalu. Ściana komórkowa o takiej budowie chemicznej odporna jest na działanie większości związków chemicznych, w tym mocnych kwasów nieorganicznych, nadtlenu wodoru oraz wysokiej temperatury, co ma znaczenie podczas preparatyki, która prowadzi do uwidocznienia jej struktury i ornamentacji na potrzeby identyfikacji taksonomicznej (Pliński, Witkowski, 2009; Round i in., 1990) (ryc. 2). Budowa chemiczna ściany komórkowej okrzemek gwarantuje możliwość ich zachowania w postaci preparatów trwałych (utrwalonych w syntetycznej

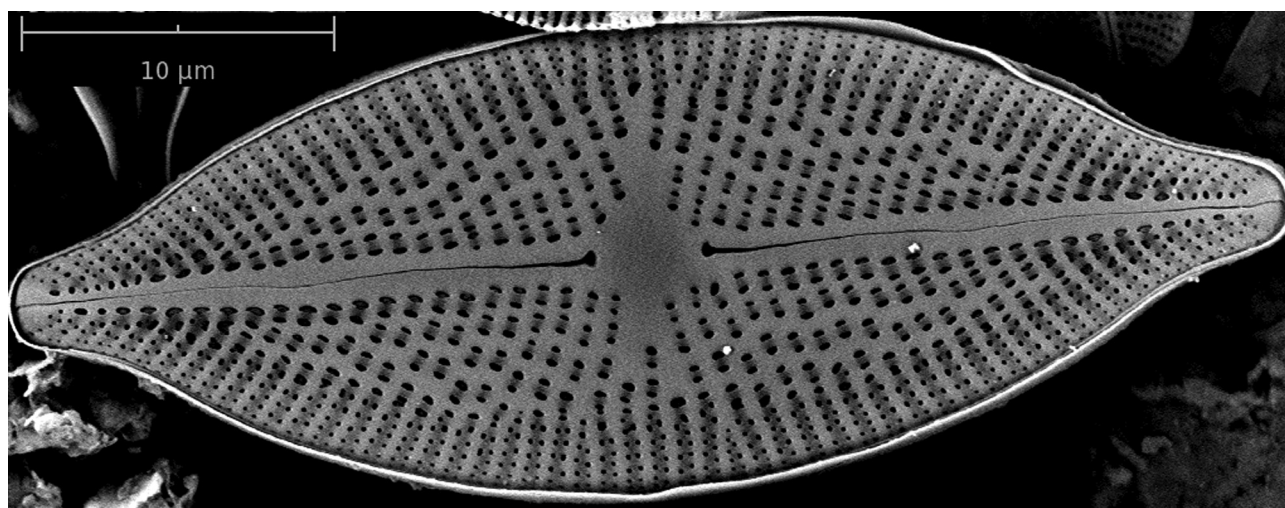
żywicy) jako materiału porównawczego i dowodowego, bez ograniczenia czasowego.

Wprowadzie zasoby wodne Polski są stosunkowo niewielkie, wody powierzchniowe zajmują mniej niż 3% powierzchni kraju w odniesieniu do 70% powierzchni Ziemi, którą pokrywa woda, jednak rocznie dochodzi tu do kilkuset utonięć, stanowiących 27% wszystkich wypadków śmiertelnych (Bodziak, 2004). Najczęściej zdarzają się one w rzekach (ok. 30%), jeziorach (ok. 25%) oraz stawach i sadzawkach (ok. 10–12% ogólnej liczby utonięć). Może to dotyczyć także innych miejsc, takich jak: gliniarki, baseny kąpielowe i przeciwpożarowe, rowy melioracyjne, kanały lub studnie (Hołyst, 2004).

Utonięcie kwalifikowane jest w medycynie sądowej jako śmierć z powodu uduszenia gwałtownego i polega na aspiracji cieczy, najczęściej wody, do dróg oddechowych. Patomechanizm zgonu polega na ostrym niedotlenieniu ośrodkowego układu nerwowego (Śliwka, 1978; Pearn, 1985; Rasmus i in., 1989).

Historycznie wyróżnia się cztery rodzaje utonięcia (Rasmus i in., 1989):

1. Mokre (ang. *wet drowning*) – drogi oddechowe zostają całkowicie lub prawie całkowicie zalane cieczą, co powoduje niedotlenienie.



Ryc. 2. Pancerzyk okrzemki *Aneumastus* sp. z widoczną ornamentacją ściany komórkowej – obraz z elektronowego mikroskopu skaningowego (SEM).

2. Suche (ang. *dry drowning*) – aspiracja stosunkowo niewielkiej ilości cieczy w wyniku odruchowego pobudzenia nerwu krtaniowego górnego prowadzi do skurczu głośni, a w konsekwencji upośledzenia wymiany gazowej i niedotlenienia.
3. Wtórne (ang. *secondary drowning*) – następuje od 15 minut do 72 godzin od momentu ratowania tonącego, jest spowodowane masywnym obrzękiem płuc.
4. Zespół zanurzeniowy (ang. *immersion syndrome*) – odruchowe pobudzenie nerwu błędnego i zatrzymanie akcji serca.

W wyniku procesu tonięcia po okresie wstrzymania oddechów (Ponsold, 1957) do płuc, a następnie do krwioobiegu, dostaje się woda. Jeżeli do utonięcia dochodzi w ekosystemach wodnych, wraz z wodą do organizmu człowieka wnikają okrzemki. Razem z krwią są one transportowane po całym organizmie, głównie do narządów dużego krążenia. Wynika z tego, że sam fakt ujawnienia obecności okrzemek w organach wewnętrznych zwłok wydobytych z wody, takich jak nerki i szpik kostny, może świadczyć o tym, iż osoba jeszcze żyła (ponieważ oddychała i było zachowane krążenie) po znalezieniu się w wodzie, a więc najprawdopodobniej śmierć nastąpiła w wyniku utonięcia (Marcinkowski, 2000). Znane są liczne przypadki, w których właśnie dzięki testowi na obecność okrzemek stwierdzono, że śmierć nastąpiła na skutek utonięcia (Kaushik i in., 2017; Delabarde i in., 2013; Aghayew i in., 2005).

Pomimo wiedzy i doświadczenia lekarzy medycyny sądowej zdarza się, że jednoznaczne diagnozowanie na podstawie obrazu sekcyjnego nie daje odpowiedzi na pytanie, czy śmierć nastąpiła na skutek utonięcia, czy też ciało znalazło się w wodzie już po śmierci (Piette, De Letter, 2006).

Cel pracy

Celem pracy jest wykazanie na podstawie danych statystycznych i opisu konkretnych przypadków powiązania między występowaniem okrzemek w organach wewnętrznych zwłok a utonięciem. Pozwoli to na udzielenie odpowiedzi na pytanie, czy stwierdzenie obecności tych organizmów w próbkach tkanek pobranych ze zwłok znalezionych w zbiorniku wodnym lub w jego bezpośredniej bliskości w każdym przypadku pozwala na zdiagnozowanie utonięcia jako przyczyny zgonu.

Materiały i metody

Zakład Medycyny Sądowej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego jest jedynym ośrodkiem w Polsce wykonującym rutynowo badanie w kierunku obecności okrzemek w narządach wewnętrznych w przypadkach podejrzenia utonięcia jako przyczyny śmierci. Należy jednak zaznaczyć, że są one oznaczane tu jedynie ilościowo z zastosowaniem kwantyfikatorów „pojedyncze”, „liczne”, „nie znaleziono okrzemek”, bez analizy jakościowej – określania gatunków oraz prowadzenia badań środowiskowych. W dwóch innych ośrodkach (ZMS w Bydgoszczy i IES w Krakowie) badania takie wykonywane są incydentalnie na życzenie zleceniodawcy (Teresiński, 2016). Na potrzeby niniejszej pracy przeanalizowano sporządzone w ZMS w Warszawie protokoły sądowo-lekarskich oględzin zwłok oraz protokoły badania na obecność okrzemek w płucu i nerce z lat 2015–2017 pod kątem występowania klasycznych cech obrazu sekcyjnego utonięcia oraz obecności tych organizmów. Skupiono się na tych przypadkach, w których obducent podał w opinii inną niż utonięcie przyczynę zgonu pomimo znalezienia okrzemek w pobranych podczas sekcji zwłok próbkach z płuca i nerki. W analizowanym okresie wykonano 277 oznaczeń okrzemek w materiale sekcyjnym w postaci próbek nerki i płuca oraz

1 oznaczenie w materiale sekcyjnym w postaci próbek śledziony, nerki i szpiku kostnego, z czego 210 oznaczeń z materiału pobranego podczas sekcji wykonanych na miejscu. Do analizy wykorzystano, z różnych przyczyn, 195 protokołów sekcyjnych, okrzemki ujawniono w 167 przypadkach.

Wyniki

W 2013 r. przeprowadzono 60 oznaczeń okrzemek w próbkach pobranych z płuc i nerek, 1 oznaczenie w próbkach pobranych ze śledziony, nerki i szpiku kostnego podczas sekcji zwłok wykonanych w ZMS WUM oraz 8 oznaczeń w próbkach z płuc i nerek pobranych podczas sekcji zwłok wykonanych w innych ośrodkach. W pracy wykorzystano 55 protokołów sekcyjnych.

W wyniku analizy protokołów stwierdzono: 1 przypadek (nr 2013_50), w którym obducent opiniował inną niż utonięcie przyczynę zgonu pomimo znalezienia okrzemek w badanych próbkach pobranych podczas sekcji zwłok z płuca i nerki, oraz 1 przypadek (nr 2013_2) obecności okrzemek tylko w próbkach z płuca. Inna niż utonięcie przyczyna zgonu została podana w opinii z sekcji sądowo-lekarskiej w 10 przypadkach, w których okrzemek w badanych próbkach z płuc i nerek nie znaleziono. W 3 przypadkach przyczyny zgonu nie ustalono i nie znaleziono okrzemek w badanych próbkach, a w 1 przypadku (nr 2013_41) nie ustalono przyczyny mimo znalezienia okrzemek w badanych próbkach pobranych podczas sekcji zwłok ze śledziony i szpiku kostnego, wobec niestwierdzenia ich obecności w badanych próbkach pobranych z nerki.

Przypadek nr 2013_50 dotyczy mężczyzny w średnim wieku, znalezione go w końcu maja w zaroślach starorzeczka Bzury, na terenie powiatu sochaczewskiego, w stanie zaawansowanego rozkładu gnilnego. W badanych próbkach pobranych podczas sekcji z płuca stwierdzono obecność licznych okrzemek, a w próbkach pobranych z nerki – obecność pojedynczych okrzemek. Opierając się na obrazie sekcyjnym, obducent zaopiniował, że nastąpił „zgon w wodzie osoby z przewlekłymi zaawansowanymi zmianami chorobowymi w układzie sercowo-naczyniowym, ponadto znajdującej się w stanie nietrzeźwości”.

Przypadek 2013_2 to zwłoki mężczyzny znalezione na początku grudnia w kanale burzowym w Warszawie. W badanych próbkach pobranych podczas sekcji z płuca stwierdzono obecność pojedynczych okrzemek, a w próbkach pobranych z nerki ich nie znaleziono. Opierając się na obrazie sekcyjnym, obducent zaopiniował, że „zgon nastąpił na drodze chorobowej u osoby z przewlekłymi zmianami chorobowymi wielonarządowymi”.

Przypadek nr 2013_41 dotyczy mężczyzny w średnim wieku, który po kilku dniach od zaginięcia został odnaleziony na plaży w Libanie na początku maja. Pierwsza sekcja zwłok została przeprowadzona pod koniec maja w Libanie. Zwłoki dostarczone do ZMS

w Warszawie w czerwcu 2013 r. objęte były silnymi zmianami gnilnymi i pozbawione m.in. narządów szyi i klatki piersiowej. W pobranych podczas sekcji zwłok próbkach szpiku kostnego i śledziony stwierdzono obecność pojedynczych okrzemek, natomiast w próbkach pobranych z nerki ich nie znaleziono. Obducent nie wydał opinii odnośnie do przyczyny zgonu z uwagi na stan zwłok.

W 2014 r. przeprowadzono 52 oznaczenia okrzemek w próbkach pobranych z płuc i nerek podczas sekcji zwłok wykonanych w ZMS WUM oraz 22 oznaczenia w próbkach z płuc i nerek podczas sekcji zwłok wykonanych w innych ośrodkach. W pracy wykorzystano 51 protokołów sekcyjnych.

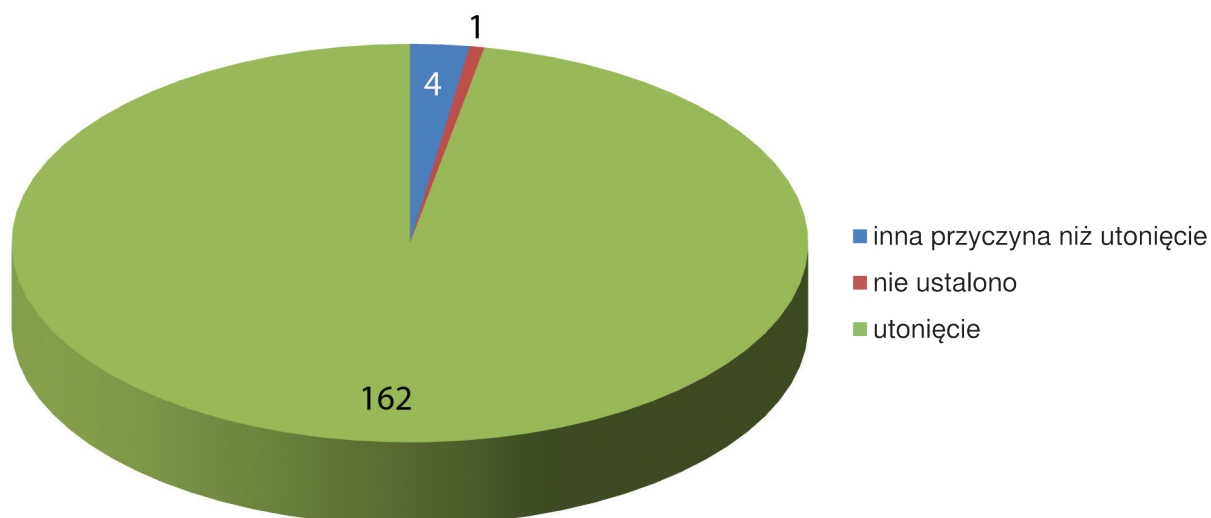
W wyniku analizy protokołów stwierdzono 1 przypadek (nr 2014_60), w którym obducent opiniował inną niż utonięcie przyczynę zgonu pomimo znalezienia okrzemek w badanych próbkach pobranych podczas sekcji zwłok z płuca i nerki. Ponadto inna niż utonięcie przyczyna zgonu została podana w opinii z sekcji sądowo-lekarskiej w 5 przypadkach, w których okrzemek w badanych próbkach z płuc i nerek nie znaleziono. W 1 przypadku przyczyny zgonu nie ustalono – badano tylko próbki szpiku kostnego pobrane podczas sekcji sądowo-lekarskiej, okrzemek nie znaleziono.

Przypadek nr 2014_60 dotyczy mężczyzny w średnim wieku, który zaginął na początku stycznia, a został odnaleziony pod koniec marca 2014 r. na brzegu rzeki Płonki w gminie Suchocin bez ubrania, w stanie zaawansowanego rozkładu gnilnego. Pomimo że w badanych próbkach płuca i nerki, pobranych podczas sekcji zwłok, stwierdzono obecność pojedynczych okrzemek, jako przyczynę zgonu podano „nagłe wyziębienie ciała u osoby bez ubrania, która znalazła się w zimnej wodzie w porze zimowej”.

W 2015 r. przeprowadzono 32 oznaczenia okrzemek w próbkach pobranych z płuc i nerek podczas sekcji zwłok wykonanych w ZMS WUM oraz 18 oznaczeń w próbkach z płuc i nerek podczas sekcji zwłok wykonanych w innych ośrodkach. W pracy wykorzystano 29 protokołów sekcyjnych.

W wyniku analizy protokołów stwierdzono 1 przypadek (nr 2015_17), w którym obducent opiniował inną niż utonięcie przyczynę zgonu pomimo znalezienia okrzemek w badanych próbkach pobranych podczas sekcji zwłok z płuca i nerki. Ponadto inna niż utonięcie przyczyna zgonu została podana w opinii z sekcji sądowo-lekarskiej w 2 przypadkach, w których okrzemek w badanych próbkach z płuc i nerek nie znaleziono.

Przypadek nr 2015_17 dotyczy mężczyzny w średnim wieku, który stracił przytomność podczas pływania w stawie na terenie Otwocka w pierwszych dniach lipca. Na miejscu podjęto w stosunku do niego czynności ratunkowe, w tym odesłano wodę z drzewa oskrzelowego. Mężczyzna zmarł w szpitalu po trzech dniach. Stwierdzono obecność licznych okrzemek w próbkach pobranych podczas sekcji zwłok z płuca, natomiast



Ryc. 3. Przyczyny zgonów osób, u których stwierdzono obecność okrzemek w próbkach pobranych z organów wewnętrznych, według protokołów sekcyjnych z Zakładu Medycyny Sądowej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego z lat 2013–2017.

ich brak w próbkach pobranych podczas sekcji zwłok z nerki. Jako przyczynę zgonu podano „mechanizm niewydolności oddechowo-kръżeniowej u osoby po utonięciu w stawie, ze stwierdzanymi klinicznie, jak i sekcyjnie objawami masywnego zapalenia płuc”.

W 2016 r. przeprowadzono 28 oznaczeń okrzemek w próbkach pobranych z płuc i nerek podczas sekcji zwłok wykonanych w ZMS WUM oraz 13 oznaczeń w próbkach z płuc i nerek podczas sekcji zwłok wykonanych w innych ośrodkach. W pracy wykorzystano 27 protokołów sekcyjnych.

W wyniku analizy protokołów nie stwierdzono, by obducent opiniował inną niż utonięcie przyczynę zgonu w przypadkach, w których w badanych próbkach pobranych podczas sekcji zwłok z płuc i nerek znaleziono okrzemki. Gdy zaś w badanych próbkach z płuc i nerek nie stwierdzono ich obecności, w 2 przypadkach w opinii z sekcji sądowo-lekarskiej została podana inna niż utonięcie przyczyna zgonu, a w 1 przypadku jej nie ustalono.

W 2017 r. przeprowadzono 36 oznaczeń okrzemek w próbkach pobranych z płuc i nerek podczas sekcji zwłok wykonanych w ZMS WUM oraz 7 oznaczeń w próbkach z płuc i nerek podczas sekcji zwłok wykonanych w innych ośrodkach. W pracy wykorzystano 33 protokoły sekcyjne.

W wyniku analizy protokołów nie stwierdzono, by obducent opiniował inną niż utonięcie przyczynę zgonu w przypadkach, w których znaleziono okrzemki w badanych próbkach pobranych podczas sekcji zwłok z płuc i nerek. Inna niż utonięcie przyczyna zgonu została podana w opinii z sekcji sądowo-lekarskiej w 4 przypadkach, w których okrzemek w badanych próbkach z płuc i nerek nie stwierdzono.

Podsumowanie i wnioski

W wyniku przeanalizowania protokołów sekcyjnych z Zakładu Medycyny Sądowej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego z lat 2013–2017 ustalono, iż obecność okrzemek w próbkach pobranych z organów wewnętrznych zwłok u osób ujawnionych w akwenach lub bezpośrednio przy nich (podejrzanie śmierci w wyniku utonięcia) została stwierdzona w 167 przypadkach, w tym w 4 przypadkach (2,4%) obducent zaopiniował inną niż utonięcie przyczynę zgonu pomimo znalezienia okrzemek w próbkach pobranych podczas sekcji zwłok z płuca i nerki (ryc. 3).

W dwóch przypadkach (nr 2013_50 i nr 2014_60) doszło do silnych przemian gnilnych zwłok przed ich ujawnieniem, co może tłumaczyć spontaniczne (bez udziału układu kръżenia) przenikanie okrzemek z wody do tkanek miękkich płuc i nerek. Na problem ten zwrócili uwagę m.in. Krstic i in. (2002), opisując to zjawisko jako tzw. kontaminację pasywną (*passive contamination*) – zanieczyszczenie wtórne. Celowe w takich sytuacjach wydaje się przeprowadzanie testu na obecność okrzemek w szpiku kostnym, np. żeber, nie powinny one bowiem wnikać doń samoistnie, gdy nie doszło do uszkodzenia mechanicznego.

Osoba opisana jako przypadek nr 2015_17 została wyciągnięta z wody żywa i zmarła w szpitalu na skutek masywnego zapalenia płuc. Zgon ten nie nastąpił więc w wyniku typowego utonięcia mokrego, lecz utonięcia wtórnego, które jest odmienne od dotychczas analizowanych w ramach niniejszej publikacji.

Problematyczny wydaje się przypadek nr 2013_2. Zwłoki nie były objęte zmianami gnilnymi, a powłoki ciała nie zostały naruszone. W płucach stwierdzono obecność pojedynczych okrzemek. Jednak obducent wykluczył utonięcie jako przyczynę śmierci, opiniując

zgon w wyniku zmian chorobowych. Jak należy się domyślać, o takim rozstrzygnięciu zdecydował obraz sekcyjny. W tym przypadku należy wziąć pod uwagę, że woda z okrzemkami mogła dostać się do płuc, gdy ciało znalazło się w wodzie już po zgonie, tym bardziej iż w nerce nie ujawniono okrzemek. Innym wytłumaczeniem może być kontaminacja, ale tym razem do zanieczyszczenia okrzemkami znajdującymi się na zewnętrznej powierzchni ciała mogło dojść przez narzędzia użyte podczas sekcji, a także podczas preparatyki laboratoryjnej (Lunetta i in., 2013).

W jednym z analizowanych przypadków (nr 2013_41), który stanowi 0,6% wszystkich, nie ustalono przyczyny zgonu pomimo obecności okrzemek w próbkach szpiku kostnego i śledziony (ryc. 3). Pierwsza sekcja została przeprowadzona poza granicami kraju, natomiast zwłoki przekazane do ZMS w Warszawie objęte były silnymi zmianami gnilnymi oraz pozbawione narządów szyi i klatki piersiowej, co uniemożliwiło wydanie opinii odnośnie do przyczyny zgonu.

Analiza powyższych przypadków wykazała, że okrzemki mogą być obecne w organach wewnętrznych nawet wtedy, gdy na podstawie sekcji zwłok stwierdzono inną przyczynę zgonu niż utonięcie.

Źródła rycin:

Ryciny 1, 2 – Joanna Żelazna-Wieczorek

Rycina 3 – Zakład Medycyny Sądowej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego

Bibliografia

1. Aghayev, E., Thalia, M.J., Sonnenschein, M., Hurlimann, J., Jackowski, C., Kilchoer, T., Dirnhofer, R. (2005). Fatal steamer accident – blunt force injuries and drowning in post-mortem MSCT and MRI. *Forensic Science International*, 152.
2. Bąk, M., Witkowski, A., Żelazna-Wieczorek, J., Wojtał, A.Z., Szczepocka, E., Szulc, K., Szulc, B. (2012). *Klucz do oznaczania okrzemek w fitobentosie na potrzeby oceny stanu ekologicznego wód powierzchniowych w Polsce*. Warszawa: Biblioteka Monitoringu Środowiska.
3. Bodziak, A. (2004). Specyfika oględzin miejsca znalezienia zwłok. Podwodni świadkowie. *Przegląd Pożarniczy*, 4.
4. Delabarde, T., Keyser, C., Tracqui, A., Charabidze, D., Ludes, B. (2013). The potential of forensic analysis on human bones found in riverine environment. *Forensic Science International*, 228.
5. Hołyst, B. (2004). Utonięcia w Polsce i na świecie. W: F. Parnicki, J. Telak (red.), *Międzynarodowa konferencja naukowa. Wodne Ochotnicze Pogotowie Ratunkowe w jednoczącej się Europie*. Sandomierz: ZG WOPR.
6. Kaushik, N., Pal, K.S., Sharma, A., Thakur, G. (2017). Role of diatoms in diagnosis of death due to drowning: Case studies. *International Journal of Medical Toxicology and Forensic Medicine*, 7(1).
7. Kawecka, B., Eloranta, P. (1994). *Zarys ekologii glonów wód słodkich i środowisk lądowych*. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN.
8. Krstic, S., Duma, A., Janevska, B., Levkov, Z., Nikolova, K., Noveska, M. (2002). Diatoms in forensic expertise of drowning – a Macedonian experience. *Forensic Science International*, 127.
9. Lunetta, P., Miettinen, A., Spilling, K., Sajantila, A. (2013). False-positive diatom test: A real challenge? A post-mortem study using standardized protocols. *Legal Medicine*, 15(5).
10. Marcinkowski, T. (2000). *Medycyna sądowa dla prawników*. Poznań: Ars Boni et Aequi.
11. Pearn, J. (1985). Pathophysiology of drowning. *The Medical Journal of Australia*, 142.
12. Piette, M., De Letter, E. (2006). Drowning: Still a difficult autopsy. *Forensic Science International*, 163.
13. Pliński, M., Witkowski, A. (2009). *Okrzemki – Bacillariophyta*. Seria: *Flora Zatoki Gdańskiej i wód przyлегłych (Bałtyk Południowy)*, cz. 4/1. Gdańsk: Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego.
14. Ponsold, A. (1957). *Lehrbuch der gerichtlichen Medizin*. Stuttgart: G. Thieme.
15. Rakowska, B. (2003). Okrzemki – organizmy, które odniosły sukces. *Kosmos. Problemy nauk biologicznych*, 52.
16. Rasmus, A., Urbanowicz, J., Skrzynecki, M. (1989). Utonięcia. *Wiadomości Lekarskie*, 42(10).
17. Round, F.E., Crawford, R.M., Mann, D.G. (1990). *The Diatoms. Biology & Morphology of the Genera*. Cambridge–New York: Cambridge University Press.
18. Śliwka, K. (1978). Metoda badania włókien srebrnochłonnych płuc w rozpoznawaniu śmierci z utonięcia. *Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii*, 28.
19. Teresiński, G. (2016). Polska medycyna sądowa A.D. 2016 – raport konsultanta krajowego. *Archiwum Medycyny Sądowej i Kryminologii*, 66.