

Zuzanna Raczkowska<sup>1,2</sup>, Dorota Samońłowicz<sup>1</sup>

## Przypadek zgonu kierowcy na skutek wylania ciekłego azotu w kabinie samochodowej podczas wypadku drogowego

A case of death of the driver due to environmental asphyxia by liquid nitrogen leakage in the cabin of the car during a road accident

<sup>1</sup> Z Zakładu Medycyny Sądowej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego

Kierownik: dr hab. n. med. P. Krajewski

<sup>2</sup> Z Zakładu Anatomii Prawidłowej i Klinicznej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego

Kierownik: prof. dr hab. med. B. Ciszek

Azot należy do gazów duszących fizycznie. Wyparcie tlenu z powietrza przez azot w zamkniętym pomieszczeniu może prowadzić do zgonu. Przedmiotem pracy jest analiza przypadku zgonu kierowcy transportującego pojemniki z ciekłym azotem, które w wyniku wypadku drogowego rozszczelniły się w kabinie pojazdu. Analizy dokonano pod kątem ustalenia mechanizmu i przyczyny zgonu w oparciu o wynik sekcji zwłok oraz wynik badania histopatologicznego. Jednocześnie autorzy zwracają uwagę na szczególne znaczenie znajomości okoliczności ujawnienia zwłok w przypadkach tego typu zgonów.

Nitrogen causes environmental asphyxia by displacing oxygen in the air leading to death. The study presents a case of a death of a driver who was transporting flasks with liquid nitrogen that depressurized during an accident. The mechanism and cause of death were determined based on the result of the autopsy and histopathologic examination. The authors emphasize the relevance of accident scene inspection during establishing the cause of death in similar cases.

Słowa kluczowe:

wypadek drogowy, ciekły azot, zgon

Key words:

traffic accident, liquid nitrogen, death

### WSTĘP

W praktyce medyka sądowego spotyka się przypadki zgonów w wypadkach komunikacyjnych osób znajdujących się w pojeździe, do których nie dochodzi na skutek doznanych obrażeń mechanicznych lecz innych czynników, jak np. zmiany chorobowe, objęcie pożarem pojazdu uczestniczącego w wypadku lub zatonięcie pojazdu wraz ze znajdującymi się w jego wnętrzu osobami. Wśród tego typu zdarzeń w Zakładzie Medycyny Sądowej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego odnotowano przypadek zgonu kierowcy samochodu osobowego, który przewoził w kabinie pasażerskiej pojemniki z ciekłym azotem.

W niniejszej pracy chcemy przedstawić przypadek zgonu wywołanego wylaniem się ciekłego azotu w obrębie niewielkiej przestrzeni kabiny samochodowej w kontekście trudności z ustaleniem jednoznacznej, bezpośredniej przyczyny zgonu.

### MATERIAŁ I METODY

Pracę oparto na wynikach sekcji zwłok przeprowadzonej w Zakładzie Medycyny Sądowej Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego w październiku 2012 roku oraz informacjach zgromadzonych przez policję i prokuraturę w toku postępowania. Podczas sekcji zwłok typowo dokonano oględzin zewnętrznych i wewnętrznych zwłok. Ponadto pobrano próbki krwi i moczu do badania na zawartość alkoholu etylowego w organizmie denata oraz wycinki z mózgu, płuc, mięśnia sercowego, nerek, wątroby, bło-

ny śluzowej krtani i skóry do badań histopatologicznych. Badania na zawartość alkoholu etylowego wykonano w pracowni toksykologicznej ZMS WUM, natomiast ocenę histopatologiczną przeprowadził lekarz specjalista patomorfolog.

### Opis przypadku

W październiku 2012 roku w godzinach wczesno porannych w przydrożnym rowie melioracyjnym ujawniono odwrócony do góry kołami samochód osobowy marki Fiat Seicento. Wszystkie okna w pojeździe były zamknięte i pokryte od wewnątrz warstwą szronu. Jednocześnie należy nadmienić, iż w rowie melioracyjnym nie było wody. Wewnątrz pojazdu na miejscu kierowcy znajdowały się zwłoki 44-letniego mężczyzny. Mężczyzna przypięty był pasami bezpieczeństwa. Ponadto w kabinie pasażerskiej samochodu ujawniono dwa rozszczelnione, opróżnione pojemniki do przechowywania ciekłego azotu o pojemności po 12 litrów (ryc. 1). Z późniejszych ustaleń wynika, iż mężczyzna ten był zootechnikiem inseminującym zwierzęta, a w pojemnikach z ciekłym azotem przewoził zamrożone nasienie. Podczas wypadku doszło do wylania się ciekłego azotu ze zbiorników.

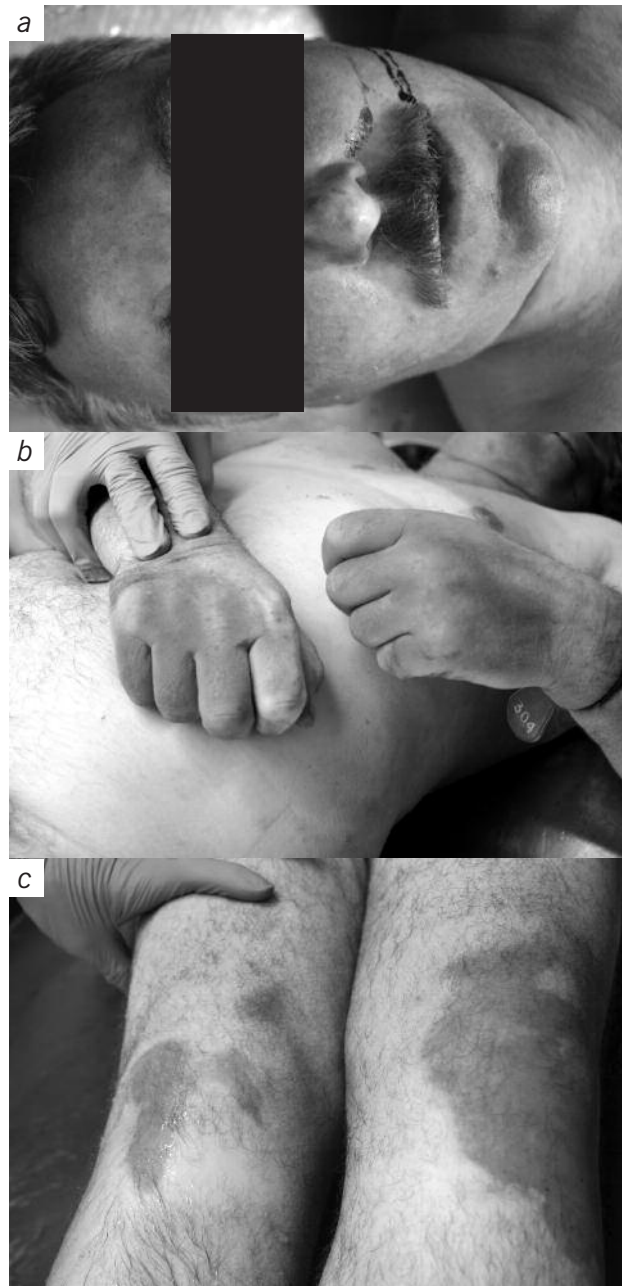


Ryc. 1. Rozszczelnione pojemniki do przechowywania ciekłego azotu.

Fig. 1. Depressurized flasks with liquid nitrogen.

W toku sekcji zwłok nie ujawniono jakichkolwiek obrażeń mechanicznych, zarówno w zakresie powłok, głębiej położonych tkanek, jak i narządów wewnętrznych. Stwierdzono natomiast nieregularnego kształtu różowawe przebarwienia skóry w obrę-

bie twarzy (w okolicy otworów nosowych, ust i okolicy bródkowej), grzbietowych powierzchni obu rąk, tylnej powierzchni przedramienia lewego w części bliższej oraz na przednich powierzchniach obu kończyn dolnych w okolicach stawów kolanowych (ryc. 2a-c). Po nacięciu skóry na wysokości zmian nie stwierdzono obecności podbiegnięć krwawych. Zmienione okolice skóry pobrano do badań histopatologicznych.



Ryc. 2a-c. Różowawe przebarwienia skóry.

Fig. 2a-c. Areas of pinkish discoloration of the skin.

Ponadto sekcyjnie stwierdzono obecność wybroczyn krwawych w obrębie spojówek obu oczu oraz pod opłucną płucną, obrzęk płuc, a także przekrwienie narządów wewnętrznych. Ze zmian chorobowych stwierdzono jedynie niewielkiego stopnia zmiany miażdżycowe tętnic.

W wykonanych badaniach próbek krwi i moczu nie stwierdzono obecności alkoholu etylowego. W badaniu histopatologicznym poza przekrwieniem narządów wewnętrznych stwierdzono obecność pęcherzy śródskórkowych w pobranym wycinku skóry oraz obrzęk i pojedyncze limfocyty w błonie śluzowej krtani.

W opinii końcowej wskazano możliwość zgonu w mechanizmie odruchowym na skutek gwałtownego ochłodzenia dróg oddechowych. Stwierdzono również, że do śmierci mogło dojść w wyniku uduszenia, spowodowanego brakiem tlenu w mieszaninie oddechowej, w wyniku wyparcia go przez azot. Zwrócono uwagę na niewielką objętość kabiny pasażerskiej samochodu i pozycję w jakiej znajdowało się ciało, w tym położenie głowy ofiary w dolnej części zamkniętej, wypełniającej się oparami azotu przestrzeni.

### **Dane na temat ciekłego azotu**

Azot jest gazem, który stanowi 78% powietrza atmosferycznego. Ciekły azot otrzymywany jest przez destylację frakcyjną skroplonego powietrza. W normalnych warunkach atmosferycznych wrze on w temperaturze  $-195,8^{\circ}\text{C}$ . W temperaturze pokojowej ciekły azot szybko paruje, gromadząc się w dolnych partiach pomieszczeń i zbiorników. Jest bezbarwny i bezwonny. W przypadku wylania się ciekłego azotu w obrębie pomieszczenia o niewielkich wymiarach, szybko dochodzi do wyparcia tlenu i obniżenia temperatury. Z medycznego punktu widzenia azot nie wywiera działania toksycznego na organizm człowieka, ale w stężeniu przekraczającym warunki atmosferyczne jest gazem duszącym, zaliczanym do tzw. gazów duszących fizycznie. Gazy te pozbawione są jakiegokolwiek działania chemicznego na organizm ludzki; nie łączą się z metalami, hemoglobina ani żadnymi enzymami. Ich działanie polega na zastąpieniu miejsca tlenu w mieszance oddechowej, co skutkuje zmniejszonym dowozem tlenu do płuc. Efekt szkodliwy zależy od wielkości konkurencyjnego zmniejszenia stężenia tlenu w powietrzu. Narządami szczególnie

wrażliwymi na niedotlenienie są serce i ośrodkowy układ nerwowy. Wśród objawów występujących u osób narażonych na działanie gazów (w tym azotu) dominują objawy będące wynikiem hipoksji, a wśród nich: przyspieszenie akcji serca, tachypnoe, zaburzenia koncentracji i koordynacji ruchów, ból i zawroty głowy, uczucie duszności i zmęczenia, nudności i wymioty, przy większym stężeniu dołączają się zaburzenia świadomości. Przy stężeniu w atmosferze ponad 70% gwałtownie spada ciśnienie tętnicze, następuje utrata przytomności, pojawiają się drgawki i zaburzenia oddychania, mogące prowadzić do zgonu.

W przypadku miejscowego kontaktu ciekłego azotu z tkankami może dojść do powstania odmrożeń, a przebywanie w oparach wrzącego ciekłego azotu może doprowadzić do wychłodzenia organizmu. Podrażnienie przez opary azotu zakończeń nerwowych znajdujących się w krtani może doprowadzić do zgonu w mechanizmie odruchowym.

Ciekły azot znajduje zastosowanie między innymi do przechowywania materiału biologicznego w postaci zamrożonej. Do transportu ciekłego azotu wykorzystuje się specjalne pojemniki o pojemności do 50 litrów nazywane naczyniami Dewara oraz specjalne zbiorniki o pojemności do kilku tysięcy litrów. Jednocześnie przestrzeń ładunkowa, w której przewożony jest ciekły azot powinna być oddzielona od kabiny kierowcy.

W konkretnym przypadku stwierdzono oszronienie szyb samochodu od wewnątrz. Należy wyjaśnić, iż parujący azot sam w sobie nie powoduje oszronienia, lecz w kontakcie z wilgotnym powietrzem może ono wystąpić [1, 2, 3].

### **DYSKUSJA**

Niejednokrotnie w przypadku zgonów wywołanych działaniem gazów nie jesteśmy w stanie jednoznacznie określić mechanizmu zgonu, pomimo że znane jest ich działanie na organizm ludzki. Jak zaprezentował w swoim doniesieniu M. Strona i wsp. [4] w takich przypadkach niezwykle istotnym jest wnikliwe zapoznanie się z okolicznościami zdarzenia. W przypadkach zgonów spowodowanych działaniem ciekłego azotu do zdarzenia dochodzi zwykle w małych, niedostatecznie wentylowanych pomieszczeniach (np. piwnice), podczas przelewania ciekłego azotu z jednego naczynia do

drugiego [5]. W takiej ograniczonej przestrzeni może dojść do szybkiego parowania ciekłego azotu do dużych objętości azotu gazowego (z jednego litra ciekłego azotu powstaje 700 litrów gazowego azotu) i wyparcia tlenu z powietrza przez azot, co prowadzi do natychmiastowej utraty przytomności i tym samym pozbawia ofiary możliwości wydostania się z pomieszczenia. Dzieje się tak, gdy stężenie tlenu w powietrzu spadnie poniżej 10% (normalna zawartość tlenu w powietrzu wynosi ok. 21%) [6]. Podczas oględzin miejsca zdarzenia (dopóki temperatura pomieszczenia nie podniesie się) zawory pojemników są zimne i oszronione. Inne elementy otoczenia, znajdujące się blisko zbiorników z ciekłym azotem również mogą być oszronione.

Zgony związane z działaniem ciekłego azotu są przede wszystkim następstwem uduszenia i jako takie nie manifestują się żadnymi charakterystycznymi zmianami zarówno w obrazie sekcyjnym, jak i histopatologicznym. W obu badaniach stwierdza się w głównej mierze cechy śmierci nagłej. W podobnych do przedstawianego przez autorów przypadkach opisywano jedynie obecność wybroczyn podspojówkowych, obrzęku płuc oraz przekrwienie narządów wewnętrznych [5, 6]. Objawy te nie są specyficzne wyłącznie dla śmierci w wyniku pozbawienia tlenu, mogą również występować w przypadkach zgonów z innych przyczyn. Należy jednocześnie zaznaczyć, iż w prezentowanej sprawie na obraz sekcyjny dodatkowo mogła mieć wpływ pozycja ciała w jakiej znajdował się mężczyzna. Niestety autorom pracy nie jest znany czas jaki upłynął od wypadku do przybycia służb ratunkowych, dlatego też trudno jest się odnieść do tej okoliczności. Sekcyjnie stwierdzono ponadto obecność różowawych przebarwień skóry w okolicy otworów nosa, ust i w okolicy bródkowej. Podobne zmiany na skórze w różnych lokalizacjach opisywane są przez autorów innych prac dotyczących podobnego zagadnienia; wykonywane badania histopatologiczne tych obszarów wykazują obecność obkurczonych i za-

gęszczonych (pyknotycznych) jąder komórkowych oraz wakuolizację karatynocytów [6, 7]. W prezentowanym przypadku, w badaniu histopatologicznym wycinka zmienionej skóry stwierdzano jedynie obecność pęcherzy śródskórkowych. Natomiast w zbadanym wycinku błony śluzowej krtani obecność obrzęku i pojedynczych limfocytów. W konkretnym przypadku doszło do wylania się dużej ilości ciekłego azotu w niewielkiej, zamkniętej kabinie samochodowej, przy czym głowa kierowcy znajdowała się w jej dolnej części. Powyższe ustalenia, w zestawieniu ze stwierdzonymi zmianami, dają podstawę do wnioskowania, że do zgonu mogło dojść również w mechanizmie odruchowym, na skutek gwałtownego oziębienia dróg oddechowych.

## WNIOSKI

Jakkolwiek nie można zaprzeczyć, iż w przypadku działania gazów duszących fizycznie do zgonu dochodzi w następstwie wyparcia tlenu z powietrza, jak to podają w swoich pracach M. Strona i wsp. [4], D. Kim i wsp. [5], czy też G. Kernbach-Wighton i wsp. [7], to jednak analizując dany przypadek należy zastanowić się nad możliwością zejścia śmiertelnego także w innym niż uduszenie mechanizmie zgonu lub współistnieniem kilku mechanizmów zgonu. Szczególnie wobec często mało charakterystycznego dla tych przypadków obrazu sekcyjnego i wyniku badania histopatologicznego. Wśród nich w przypadku działania ciekłego azotu, na skutek jego gwałtownego wylania się w obrębie niewielkiego, zamkniętego pomieszczenia należy rozważyć możliwość zgonu w mechanizmie odruchowym w wyniku gwałtownego oziębienia dróg oddechowych. Końcowa sądowno-lekarska opinia na temat przyczyny śmierci w przypadkach zgonów na skutek działania gazów powinna uwzględniać nie tylko wynik sekcji zwłok, wyniki badań dodatkowych: histopatologicznych i toksykologicznych, ale także dane dotyczące okoliczności ujawnienia zwłok.

## PIŚMIENICTWO

1. Karta charakterystyki ciekłego azotu, Zakłady Azotowe „Puławy” S.A.

2. Karta charakterystyki ciekłego azotu, Messer Polska.

3. Karta charakterystyki ciekłego azotu, PGNiG SA w Warszawie.

4. Strona M., Bolechała F., Rojek S.: Aerozolowe preparaty do czyszczenia klawiatur komputerowych jako nowa metoda odurzania się wśród młodzieży – zarys zjawiska oraz studium przypadku zgonu po inhalacji. V ŁÓDZKIE SYMPOZJUM NAUKOWE, Przepięstwa przeciwko zdrowiu i życiu, Smardzewice, 2011.

5. Kim D., Lee H.: Evaporated Liquid Nitrogen-Induced Asphyxia: A Case Report. *Journal of Korean Medical Science*. 2008, 23: 163-165.

6. Tabata N., Funayama M., Ikeda T., Azumi J., Morita M.: On an accident by liquid nitrogen – histological changes of skin in cold. *Forensic Sci. Int.* 1995, 76: 61-67.

7. Kernbach-Wighton G., Kijewski H., Schwanke P., Saur P., Sprung R.: Clinical and morphological aspects of death due to liquid nitrogen. *Int. J Legal Med.* 1998, 111: 191-195.

Adres do korespondencji:  
Zakład Medycyny Sądowej  
Warszawskiego Uniwersytetu Medycznego  
ul. Oczerki 1  
02-007 Warszawa  
tel.: +48 22 628 89 75  
e-mail: dorotea\_7@poczta.onet.pl