



# Postępowanie doraźne po próbie samobójczej podczas oddychania w środowisku atmosfery zubożonej w tlen o wysokim stężeniu azotu gazowego – opis przypadku

Emergency management after attempted suicide due to inhalation of a gas mixture in environmental depletion of oxygen and high nitrogen concentration – a case report

Jacek Wadełek<sup>1, A-F</sup>

<sup>1</sup> Mazowieckie Centrum Rehabilitacji Sp. z o.o., Szpital Chirurgii Urazowej św. Anny, Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Polska

A – Koncepcja i projekt badania, B – Gromadzenie i/lub zestawianie danych, C – Analiza i interpretacja danych, D – Napisanie artykułu, E – Krytyczne recenzowanie artykułu, F – Zatwierdzenie ostatecznej wersji artykułu

Wadełek J. Postępowanie doraźne po próbie samobójczej podczas oddychania w środowisku atmosfery zubożonej w tlen o wysokim stężeniu azotu gazowego – opis przypadku. Med Og Nauk Zdr. 2020; 26(3): 309–313. doi: 10.26444/monz/126276

## ■ Streszczenie

**Wstęp.** Oddychając na co dzień powietrzem atmosferycznym, którego 78% stanowi azot w postaci gazowej, wielu ludzi uważa azot gazowy za gaz nieszkodliwy. Jednakże azot w postaci gazowej jest nieszkodliwy, gdy wdychany jest w mieszaninie oddechowej zawierającej tlen w odpowiednim stężeniu. W zależności od stężenia azotu w mieszaninie oddechowej człowiek jest narażony na wystąpienie określonych objawów, którymi mogą być nawet nagła utrata przytomności i śmierć z powodu uduszenia. W pracy przedstawiono przypadek pacjenta po próbie samobójczej nieprzytomnego z powodu oddychania powietrzem zubożonym w tlen.

**Opis przypadku.** 38-letni mężczyzna, sadownik, nieprzytomny, z napadami prężeń i drgawek został przywieziony z domu do izby przyjęć szpitala przez zespół medyczny pogotowia ratunkowego. Pacjent został znaleziony nieprzytomny przez rodzinę w komorze chłodniczej z kontrolowaną atmosferą. Była to komora chłodnicza o atmosferze z bardzo niskim stężeniem tlenu tzw. 1,5: 1,5, czyli zawierająca 1,5% dwutlenku węgla, 1,5% tlenu i 97% azotu. Rodzina wyniosła pacjenta z komory chłodniczej i wezwała karetkę pogotowia ratunkowego. W karetce podano pacjentowi do oddychania tlen przez maskę twarzową o przepływie 6l/min 100% tlenu oraz wykonano wkłucie do żyły obwodowej, co umożliwiło rozpoczęcie płynoterapii – pacjent otrzymał w postaci wlewu dożylnego roztwór wieloelektrolitowy o objętości 500 ml. Napady prężenia i drgawek leczono, podając i.v. diazepam w dawce 10 mg. Nie zaobserwowano oznak zewnętrznych urazu głowy. W czasie diagnostyki i leczenia w szpitalu pacjent

wymagał leczenia prężeń i drgawek. Odzyskał przytomność z logicznym kontaktem słownym.

**Wniosek.** Brak wystarczającego stężenia tlenu w mieszaninie gazów oddechowych spowodowany zwiększeniem stężenia gazowego azotu zagraża życiu ludzi i zwierząt.

## ■ Słowa kluczowe

postępowanie doraźne, środowisko zubożone w tlen, wysokie stężenie azotu gazowego

## ■ Abstract

**Introduction.** Because 78% of the air we breathe is nitrogen gas, many people assume that nitrogen is not harmful. However, nitrogen is safe to breathe only when mixed with the appropriate amount of oxygen. Depending on the concentration of nitrogen a person is exposed to, the signs and symptoms progress from sudden unconsciousness to death due to asphyxiation. The study presents a case of an unconscious patient after attempted suicide, due to breathing air depleted in oxygen.

**Case report.** A 38-year-old male fruit-grower was brought from his home by emergency services and admitted to the hospital emergency room in an unconscious state, with brief episodes of myoclonus and seizure. The patient had been found by family members in the controlled atmosphere of a cooling storage room. The controlled atmosphere was carefully regulated with an atmosphere containing a very low level of oxygen – 1.5%, carbon dioxide – 1.5% and gaseous nitrogen – 98%. Patient's family carried him out of controlled atmosphere storage room and called for emergency services and a Medical Team brought the patient to the Emergency Department of the regional hospital. In the ambulance, the patient was given oxygen via face mask – 6l/min, and the peripheral vein was secured for intravenous infusion, which was started with 500ml of electrolyte solution. Myoclonus and seizure was treated with iv, diazepam in a dosage of

Adres do korespondencji: Jacek Wadełek, Mazowieckie Centrum Rehabilitacji Sp. z o.o., Szpital Chirurgii Urazowej św. Anny, Oddział Anestezjologii i Intensywnej Terapii, ul. Barska 16/20, 02-315, Warszawa, Polska  
e-mail: WAD\_jack@poczta.fm

Nadesłano: 21.04.2020; zaakceptowano do druku: 10.08.2020; publikacja online: 31.08.2020

10mg. The patient had no signs of head injury. During hospital diagnostics and treatment, the patient required medication to control a brief episodes of myoclonus and seizure. Patient regained consciousness with logical verbal contact.

**Conclusion.** Lack of sufficient oxygen concentration due

to a rise in the nitrogen concentration of breathing gases endangers human and animal life.

### Key words

emergency management, environment depletion of oxygen, high concentration of gaseous nitrogen

## WPROWADZENIE

Powietrze wypełniająca atmosferę ziemską jest niczym innym jak mieszaniną azotu, tlenu, dwutlenku węgla, pary wodnej oraz argonu. Drugorzędnymi komponentami powietrza są takie związki jak: wodór, neon, hel, krypton, ksenon, ozon, jod. Najważniejszym z pierwszorzędnych gazów jest oczywiście tlen, który jest niezbędny w procesach utleniania oraz oddychania. Brak wystarczającej ilości tlenu zagraża życiu ludzi, zwierząt oraz roślin. W składzie powietrza wdychanego oraz wydychanego można zauważyć pewne różnice. Bowiem w wdychanym powietrzu znajduje się: 78% azotu, 21% tlenu, 1% innych gazów oraz 0,04% dwutlenku węgla. Powietrze wydychane zawiera w sobie: 78% azotu, 17% tlenu, 4% dwutlenku węgla oraz 1% innych gazów [1–3].

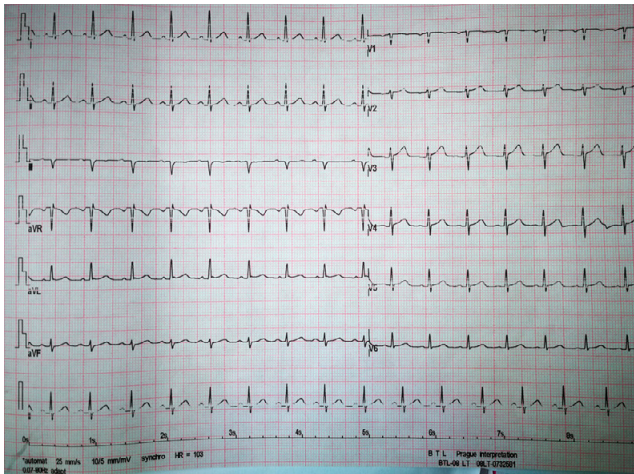
Azot jako składnik powietrza został odkryty w 1772 roku przez Daniela Rutherforda. Azot w stanie wolnym jest głównym składnikiem atmosfery (75,51% wag., 78,09% obj.). W powietrzu zawarta jest także niewielka ilość azotu w formie związanej: amoniak, który powstaje podczas gnicia substancji organicznej, oraz tlenki azotu, powstające pod wpływem wyładowań elektrycznych w atmosferze. Tlenki azotu są podstawowym czynnikiem smogu fotochemicznego. Duża zawartość tlenków w atmosferze stanowi bardzo poważny problem ekologiczny. Azot stosowany jest głównie do produkcji amoniaku, hydrazyny i kwasu azotowego. Używany jest również do produkcji nawozów sztucznych, do napełniania żarówek elektrycznych (wraz z argonem), jako gaz ochronny oraz w chłodnictwie [4].

W standardowej chłodni z kontrolowaną atmosferą (chłodnia KA) mieszanina gazowa posiada skład określany jako tzw. 5: 3 – 5% dwutlenku węgla, 3% tlenu i 92% azotu. W komorach z bardzo niskim stężeniem tlenu (chłodnia ULO – *ultra low oxygen*) tzw. 1,5: 1,5 – 1,5% dwutlenku węgla, 1,5% tlenu i 97% azotu.

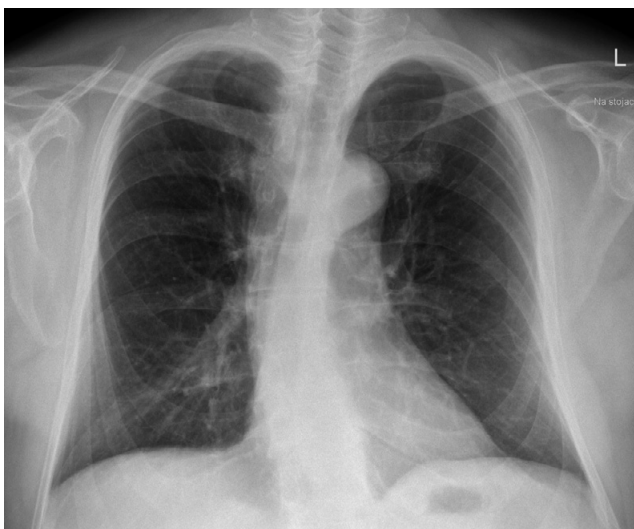
Duszenie gazem obojętnym (inercyjnym) występuje w wyniku oddychania fizjologicznie obojętnym gazem w mieszaninie oddechowej zubożonej w tlen [5] zamiast powietrzem o właściwym składzie gazowym. Przykładami gazów fizjologicznie obojętnych, które mogą powodować niezamierzoną lub zamierzoną śmierć w efekcie działania takiego mechanizmu, są argon, hel, azot i metan. Termin „fizjologicznie obojętny” oznacza, że sam taki gaz nie ma właściwości toksycznych ani anestetycznych i nie oddziałuje bezpośrednio toksycznie na serce i hemoglobinę. Mechanizm jego szkodliwego działania polega na zmianie stosunku procentowego składników wdychanej mieszaniny gazowej przez zmniejszenie stężenia tlenu w mieszaninie wdechowej i we krwi do niebezpiecznie niskiego poziomu, co prowadzi do pozbawienia tlenu wszystkich komórek organizmu [6].

## OPIS PRZYPADKU

Trzydziestoosmioletni mężczyzna, sadownik, nieprzytomny, z napadami prężeń i drgawek został przywieziony z domu do izby przyjęć szpitala przez zespół medyczny pogotowia ratunkowego. Z wywiadu chorobowego zebranego od żony: pacjent w stanie obniżonego nastroju z powodów osobistych, po próbie samobójczej w przeszłości, znaleziony nieprzytomny przez rodzinę w komorze chłodniczej z kontrolowaną atmosferą, nieznaną czas przebywania pacjenta w komorze chłodniczej. Komora chłodnicza posiadała atmosferę z bardzo niskim stężeniem tlenu, tzw. 1,5: 1,5 – 1,5% stanowił dwutlenek węgla, 1,5% tlen i 97% azot. Rodzina wyniosła pacjenta z komory chłodniczej i wezwała karetkę pogotowia ratunkowego, której zespół medyczny przewiózł go do izby przyjęć szpitala rejonowego. W karetce podano pacjentowi do oddychania tlen przez maskę twarzową o przepływie 6 l/min 100% tlenu oraz wykonano wklucie do żyły obwodowej, co umożliwiło zastosowanie płynoterapii – pacjent otrzymał w postaci wlewu dożylnego roztwór wieloelektrolitowy o objętości 500 ml. Napady prężenia i drgawek leczono, podając iv. diazepam w dawce 10 mg. Po przybyciu na izbę przyjęć szpitala rejonowego pacjent był nadal nieprzytomny, występowały także prężenia. W skali śpiączki Glasgow został oceniony na 8/15 pkt. Kontynuowano monitorowanie jego podstawowych parametrów życiowych. Były one następujące: tętno ok. 100/min (widoczne na monitorze aparatu elektrokardiograficznego), rytm zatokowy miarowy o częstości akcji serca 100/min, ciśnienie tętnicze krwi 180/100 mmHg, drożność dróg oddechowych zachowana, częstość oddechów ok. 26/min, saturacja przeskórna SpO<sub>2</sub> 98%. Kontynuowano podawanie pacjentowi tlenu przez maskę twarzową o przepływie 6 l/min czystego tlenu. Z uwagi na nawrót prężeń i drgawek dożylnie podano w dawkach frakcjonowanych łącznie 20 mg diazepamu i 50 mg tiopentalu, uzyskano ustąpienie prężeń, nie obserwowano więcej napadów drgawek. Ponownie oceniono drożność dróg oddechowych i wydolność oddechu. Drogi oddechowe były drożne, oddech wydolny z oddychaniem powietrzem wzbogaconym w tlen przez maskę twarzową o przepływie 6 l/min. Saturacja przeskórna 99% (pomiar z pulsoksymetru). Obserwowano regularne ruchy oddechowe o częstości oddechu ok. 26/min. Osluchano płuca nad płucami, szmer oddechowy pęcherzykowy był prawidłowy, symetryczny. Nie zaobserwowano oznak zewnętrznych urazu głowy. Pobrano krew do badań laboratoryjnych. Wykonano 12-odprowadzeniowe badanie elektrokardiograficzne (Ryc. 1). Wykonano badanie radiologiczne klatki piersiowej (Ryc. 2). Przeprowadzono badanie tomografii komputerowej głowy przy przyjęciu do szpitala (Ryc. 3) i 12 godzin później. Podczas przeprowadzania badania tomografii komputerowej głowy nie zaobserwowano zmian urazowych, krwawienia ani obrzęku mózgu. Uzyskano wyniki badań laboratoryjnych (Tab. 1). Z powodu braku miejsc na oddziale anestezjologii i intensywnej terapii



Rycina 1. Wynik badania elektrokardiograficznego w izbie przyjęć szpitala



Rycina 2. Wynik badania radiologicznego klatki piersiowej przy przyjęciu do szpitala



Rycina 3. Wynik badania tomografii komputerowej głowy bez wzmocnienia kontrastowego przy przyjęciu do szpitala

pacjent był leczony w monitorowanej sali oddziału chorób wewnętrznych, gdzie nie zaobserwowano już drgawek ani prężeń. W drugiej dobie leczenia po odzyskaniu przytomności pacjent wykazujący kontakt logiczny bez ubytków neurologicznych został skierowany i przewieziony do szpitalnego oddziału psychiatrycznego w celu obserwacji psychiatrycznej po próbie samobójczej.

Tabela 1. Wyniki badań laboratoryjnych przy przyjęciu na izbę przyjęć szpitala

Badanie	Wynik	Jednostki	Zakres referencyjny
<b>Morfologia krwi</b>			
Leukocyty	10,73	tyś/ $\mu$ l	4,23–9,07
Erytrocyty	4,41	mln/ $\mu$ l	4,63–6,08
Hemoglobina	14,0	g/l	13,7–17,5
Hematokryt	42,5	%	40,1–51,0
Płytki krwi	193	tyś/ $\mu$ l	150–400
<b>Badania biochemiczne</b>			
Kreatynina	1,6	mg/dl	0,70–1,20
GFR	46	ml/min/1,73 m <sup>2</sup>	
Glukoza	88	mg/dl	70–99
Bilirubina całkowita	0,8	mg/dl	0,3–1,0
Sód	142	mmol/l	136–145
Potas	4,03	mmol/l	3,5–5,10
<b>Gazometria krwi tętniczej</b>			
pH	7,43		7,35–7,45
pCO <sub>2</sub>	44,40	mmHg	35,00–45,00
pO <sub>2</sub>	73,20	mmHg	80–100
Saturacja	97	%	94–98
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	26,50	mmol/l	23–27
BE	2,2	mEq/l	0 $\pm$ 2

Tabela 2. Wpływ oddychania powietrzem o obniżonym stężeniu tlenu

Stężenie tlenu (%)	Efekt
19,5	Minimalne stężenie tlenu w pomieszczeniach pracowniczych dopuszczalne prawnie
15–19,5	Zmniejszenie zdolności koncentracji i wydolności do wykonywania pracy; pojawienie się wczesnych objawów u osób z chorobą wieńcową, chorobami płuc oraz zaburzeniami krążenia
12–15	Przyspieszenie tętna, przyspieszenie częstości oddechu, upośledzenie oceny sytuacji, upośledzenie percepcji
10–12	Dalszy wzrost częstości tętna i oddechu, zawroty głowy, upośledzenie oceny sytuacji, zasinienie ust
8–10	Niewydolność ośrodkowego układu nerwowego, nudności, omdlenia, wymioty, utrata przytomności
6–8	Stan zależny od czasu ekspozycji – gdy wynosi ona: 4–5 min, możliwy jest powrót do zdrowia, 6 min – śmiertelność jest na poziomie 50%, zaś 8 min – na poziomie 100%
< 6	W czasie krótszym niż 40 s utrata przytomności, drgawki, zatrzymanie oddechu, zgon

Źródło: [7].

**Tabela 3.** Skala śpiączki Glasgow

	Stopień zaburzeń	Liczba punktów
Badana reakcja	spontaniczne	4
	na polecenie	3
	w odpowiedzi na bodziec bólowy	2
	brak reakcji	1
Odpowiedź słowna	prawidłowa, pacjent jest w pełni zorientowany	5
	pacjent odpowiada, ale jest zdezorientowany	4
	pacjent używa niewłaściwych słów	3
	pacjent wydaje nieartykułowane dźwięki	2
	brak reakcji	1
Odpowiedź ruchowa	na polecenie	6
	pacjent potrafi umiejscowić bodziec bólowy	5
	prawidłowa reakcja zgięciowa (wycofanie w odpowiedzi na bodziec bólowy)	4
	nieprawidłowa reakcja zgięciowa (odkorowanie)	3
	reakcja wyprostna (sztywność odmóżdżeniowa)	2
	brak reakcji	1

## DYSKUSJA

Każdego roku ludzie umierają z powodu oddychania powietrzem zubożonym w tlen. Mając świadomość tego, że w powietrzu atmosferycznym, którym na co dzień oddychamy, znajduje się 78% azotu w postaci gazowej, wielu uważa azot w postaci gazowej za nieszkodliwy dla zdrowia. Tlen, jak i azot, nie posiadając zapachu, nie dają się wykryć za pomocą zmysłu węchu. Należy jednak podkreślić, że azot w postaci gazowej w stężeniach wyższych niż 78% jest szczególnie niebezpieczny i szkodliwy dla ludzkiego zdrowia [7]. Wyższe stężenia azotu w mieszaninie gazów oddechowych w zamkniętej przestrzeni prowadzą do niebezpiecznego nagromadzenia obojętnego gazu, co w powietrzu zubożonym w tlen prowadzi do duszenia. Środowisko wzbogacone o azot gazowy, który zubaża mieszaninę oddechową w tlen, może zostać wykryte jedynie specjalistycznym sprzętem. Wdychanie powietrza o zwiększonym stężeniu azotu gazowego powoduje występowanie różnorodnych objawów [5]. Podstawową zasadą jest uprzytomnienie sobie, że komora kontrolowanej atmosfery jest pomieszczeniem beztlenowym, czyli śmiertelnie niebezpiecznym dla człowieka. Na drzwiach komory kontrolowanej atmosfery musi znajdować się na tabliczka z napisem: „Pomieszczenie beztlenowe. Wejście grozi śmiercią”. Na tej tabliczce powinna być instrukcja bezpiecznego korzystania z chłodni, która powinna być znana wszystkim użytkownikom tego typu pomieszczeń. Komora nieposiadająca na drzwiach tabliczki z powyższą informacją nie powinna być dopuszczona do użytkowania. Na wyposażeniu obiektu powinny być też dostępne na rynku sygnalizatory spadku tlenu poniżej 17%. Inna zasada dotyczy wejścia do komory. Jeżeli musimy tam wejść, to trzeba albo komorę rozhermetyzować i napowietrzyć (tzn. doprowadzić do bezpiecznego stężenia tlenu w komorze), albo użyć aparatu tlenowego do oddychania. Nie wolno wkładać głowy do komory przez okienko kontrolne. Jest to równoznaczne z wejściem do komory, a to można zrobić dopiero po przeprowadzeniu rozhermetyzowania i napowietrzeniu. Normalny skład powietrza to ok. 21% obj. tlenu, 78% obj. azotu i 1%

obj. innych gazów [6]. Tlen potrzebny jest do podtrzymania życia wszystkich organizmów, w tym również ludzi. Jeżeli procentowa zawartość w powietrzu wdychanego przez ludzi tlenu się zmieni, ludzie mogą zostać poważnie zagrożeni, a skrajnym efektem tego narażenia może być śmierć. Jeżeli procentowa zawartość tlenu w powietrzu zostanie zredukowana przez jego usunięcie albo przez dodanie innych gazów tak, że osiągnie wartość poniżej 21%, mówimy wówczas o niedoborze tlenu [8] (Tab. 2).

Kluczowe dla zrozumienia działania gazów obojętnych jest to, że duszenie następuje bez znaków ostrzegawczych. Gazy obojętne nie posiadają zapachu, koloru ani smaku. Są one niewykrywalne za pomocą zmysłów, dlatego są bardziej niebezpieczne niż gazy toksyczne, takie jak chlor, amoniak, siarkowodór, których zapach można wykryć przy ich bardzo niskim stężeniu w powietrzu. Do duszenia gazem obojętnym dochodzi bez fizjologicznych objawów poprzedzających, które mogłyby ostrzegać ofiarę o zagrożeniu dla zdrowia. Zubożenie powietrza w tlen może powodować zawroty głowy, ból głowy, zaburzenia mowy, ale ofiara nie jest w stanie rozpoznać objawów duszenia. Duszenie szybko powoduje utratę przytomności, przy bardzo niskim stężeniu tlenu po upływie sekund. Utrata przytomności to stan zaburzenia prawidłowej czynności ośrodkowego układu nerwowego prowadzący do zaburzeń świadomości z jej utratą włącznie. Osoba w stanie nieprzytomności traci kontakt z otoczeniem i przestaje reagować na bodźce ze świata zewnętrznego, jak i niektóre bodźce wewnątrzustrojowe. W zależności od tego, jak głęboka jest utrata przytomności, zanikają odruchy kaszlu i połykania chroniące organizm przed zachłyśnięciem. Utrata przytomności jest stanem zagrożenia życia [10–13]. W jej następstwie może bowiem dojść do niedrożności dróg oddechowych na skutek ich zablokowania językiem lub załania śliną czy treścią żołądka. Ponadto utrata przytomności jest najczęściej efektem urazu, wstrząsu lub stanu chorobowego, co dodatkowo zagraża zdrowiu bądź życiu poszkodowanego. Pierwszym krokiem pomocy osobie, która straciła przytomność, jest ocena, czy ratownik, poszkodowany oraz osoby postronne są bezpieczne. Może się zdarzyć, że wciąż istnieje zagrożenie, które doprowadziło do utraty przytomności przez poszkodowanego. Jeśli mamy do czynienia z pacjentem nieprzytomnym, należy wdrożyć postępowanie resuscytacyjne i głośno wezwać pomoc.

Głębokość nieprzytomności bywa różna. Istnieje wiele skal jej oceny, wydaje się jednak, że dostatecznie określa ją stosunkowo prosta i powszechna skala śpiączki Glasgow (Tab. 3).

Postępowanie wobec nieprzytomnego człowieka jest oczywiście zależne od podstawowej przyczyny utraty przytomności. Jednak można przyjąć kilka zasad ogólnych. W każdym przypadku w stanie zagrożenia życia z zaburzeniami przytomności należy dokonać oceny podstawowych funkcji życiowych pacjenta: drożności dróg oddechowych, oddychania i krążenia krwi. Zaburzenia drożności dróg oddechowych prowadzą do niedotlenienia i śpiączki, a śpiączka zwiększa ryzyko niedrożności dróg oddechowych. W każdym przypadku zaburzeń przytomności należy zbadać drożność dróg oddechowych i doprowadzić bezprzyrządowo, a jeśli trzeba również przyrządowo, do ich pełnej drożności. Jeśli pacjent nie oddycha, to odpowiednio do posiadanej wyposażenia należy rozpocząć wentylację jego płuc. Gdy pacjent oddycha po udrożnieniu dróg oddechowych, należy odessać zalegającą wydzielinę, założyć rurkę ustno-gardłową, podać tlen przez maskę twarzową i wykonać badanie gazometryczne

krwi tętniczej, tak jak w opisywanym przypadku. Przyczyną nieprzytomności mogą być zaburzenia krążenia krwi, należy zatem ocenić czynność serca i układu krążenia, a przede wszystkim wykluczyć zatrzymanie akcji serca. Dalsze postępowanie wymaga zapewnienia sprawnego dostępu do naczyń żylnych przez wprowadzenie kaniuli do żyły obwodowej. Drgawki toniczno-kloniczne i drgawkowe stany padaczkowe to nagłe przypadki medyczne. Lek pierwszego wyboru powinien być skuteczny, działać szybko i nie może wiązać się z występowaniem żadnych poważnych skutków ubocznych. Preferowanym sposobem leczenia uogólnionego drgawkowego stanu padaczkowego jest dożylnie podanie 4–8 mg lorazepamu albo 10 mg diazepam i bezpośrednio po nim fenytoiny w dawce 18 mg/kg mc. Jeżeli 10 min po wstrzyknięciu pierwszego leku napad trwa nadal, zaleca się podanie powtórnej dawki 4 mg lorazepamu lub 10 mg diazepam. Jeśli uogólniony drgawkowy stan padaczkowy okaże się oporny na takie leczenie, należy zastosować barbiturany, midazolam lub propofol w dawkach wywołujących znieczulenie ogólnie [14].

## PODSUMOWANIE

Kluczowy dla zrozumienia działania gazów obojętnych, w tym azotu w postaci gazowej, jest fakt, że duszenie następuje bez znaków ostrzegawczych. Azot gazowy nie posiada zapachu, koloru i smaku. Niebezpieczne stężenie azotu gazowego jest niewykrywalne za pomocą zmysłów, dlatego jest on bardziej niebezpieczny niż gaz toksyczny. Do duszenia azotem gazowym dochodzi bez fizjologicznych objawów poprzedzających, które mogłyby ostrzegać ofiarę

o zagrożeniu dla zdrowia. Szybko następuje wówczas utrata przytomności.

## WNIOSEK

Brak wystarczającego stężenia tlenu w mieszaninie gazów oddechowych spowodowany zwiększeniem stężenia gazowego azotu zagraża życiu ludzi i zwierząt.

## PIŚMIENNICTWO

1. <https://www.windows2universe.org/earth/Atmosphere/overview.html>.
2. <https://opentextbc.ca/anatomyandphysiology/chapter/22-4-gas-exchange/>.
3. <https://www.spinalcord.com/blog/what-is-hypoxia-and-why-is-it-so-dangerous>
4. Azot; Wikipedia.
5. European Industrial Gases Association, Hazards of Inert Gases and Oxygen Depletion. 2009; IGC Doc 44/09/E.
6. MacIntyre NR. Tissue hypoxia: implications for the respiratory clinician. *Respir Care*. 2014; 59(10): 1590–6.
7. Gaseous nitrogen. Safetygram 2. Air Products. Internet.
8. Inerting in the chemical industry. [www.linde-gas.com](http://www.linde-gas.com).
9. Use Nitrogen Safely. [www.aiche.org/cep](http://www.aiche.org/cep) 2012.
10. Edlow J, Rabinstein A, Traub S, Wijdicks E. Diagnosis of reversible causes of coma. *Lancet*. 2014; 384: 2064–76.
11. Cooksley T, Holland M. The management of coma. *Medicine*. 2017; 45: 115–19.
12. Braun M, Schmidt WU, Mockel M, Romer M, et al. Coma of unknown origin in the emergency department: implementation of an in-house management routine. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2016; 24: 61.
13. Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet*. 1974; 304: 81–84.
14. Meierkord H, Boon P, Engelsens B, et al. EFNS guideline on the management of status epilepticus in adults. *Eur J Neurol*. 2010; 17(3): 348–55.