

POŻAR W KOMORZE HIPERBARYCZNEJ – PRZEGLĄD LITERATURY

Ewa Zieliński¹⁾, Piotr Dzięgielewski²⁾, Marek Kowalczyk³⁾, Gabriela Henrykowska⁴⁾

¹⁾ Katedra Ratownictwa Medycznego, Collegium Medicum w Bydgoszczy, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu

²⁾ Inspektorat Wojskowej Służby Zdrowia Ministerstwo Obrony Narodowej Warszawa

³⁾ Katedra Chirurgii Ogólnej, Małoinwazyjnej i Wieku Podeszłego Uniwersytet Warmiński Mazurski w Olsztynie

⁴⁾ Uniwersytet Medyczny w Łodzi, Zakład Epidemiologii i Zdrowia Publicznego

STRESZCZENIE

Wstęp

Autorzy artykułu dokonali przeglądu dostępnej literatury naukowej baz zasobów zbiorów bibliotecznych oraz doniesień medialnych celem przedstawienia tematu bezpieczeństwa w środowisku hiperbarycznym i wypadków pożarów w komorach hiperbarycznych. Ponieważ temat bezpieczeństwa użytkowania komór w kontekście zagrożenia dla życia i zdrowia zarówno pacjentów, obsługi i personelu jest ważnym zagadnieniem medycznym, podjęto próbę przybliżenia tematu, opisu wypadków oraz dokonano licznych spostrzeżeń.

Materiał i metody

Przeгляд literatury naukowej oraz materiałów multimedialnych baz zbiorów bibliotecznych

Wyniki

Pożar w komorze hiperbarycznej, skutkiem którego jest narażenie pacjentów, personelu i obsługi technicznej na niebezpieczeństwo utraty zdrowia i życia, jest brak przestrzegania procedur i stosowania opartych o nieadekwatnych algorytmów działania.

Słowa kluczowe: pożar w komorze hiperbarycznej, wypadek w komorze, bezpieczeństwo w komorze hiperbarycznej.

ARTICLE INFO

PolHypRes 2023 Vol. 85 Issue 4 pp. 43 – 54

ISSN: 1734-7009 **eISSN:** 2084-0535

DOI: 10.2478/phr-2023-0020

Pages: 12, figures: 0, tables: 0

page www of the periodical: www.phr.net.pl

Typ artykułu: przeglądowy

Termin nadesłania: 09.09.2023 r.

Termin zatwierdzenia do druku: 27.09.2023 r.

Publisher

Polish Hyperbaric Medicine and Technology Society



WSTĘP

Patrząc retrospektywnie na poruszane tematy artykułów naukowych zauważono, że problematyka bezpieczeństwa w medycynie hiperbarycznej znajduje swoje odzwierciedlenie w tematyce Czasopisma.

Autorzy zauważyli jednak, że od kilku lat nie był poruszany problem dotyczący zagrożenia pożarowego w komorach hiperbarycznych, co skłoniło ich do przygotowania artykułu mającego przypomnieć ważkość tego zagadnienia.

Ponieważ pożar w komorze hiperbarycznej jest najgroźniejszym i najtragicznym zjawiskiem pociągającym za sobą najwięcej przypadków zgonów w statystyce wszystkich wypadków w komorach, w artykule skupiono się właśnie na analizie tego typu zdarzeń.

Rozwój hiperbarii tlenowej w Polsce i na świecie prowadzi do powstawania nowych ośrodków hiperbarycznych, a także stymuluje do poszerzania oferty leczenia HBOT już istniejących.

Potrzeba bezpieczeństwa pacjenta i personelu w czasie udzielania świadczeń medycznych jest oczywista, ale wymaga stałego doskonalenia. Medycyna hiperbaryczna należy do dyscyplin, które w istocie swego działania wymagają skomplikowanej aparatury technicznej, co niesie ze sobą ryzyko mogące narazić pacjenta i personel medyczny na poważne konsekwencje zdrowotne, a nawet na utratę życia.

Obecnie po dziesiątkach lat doświadczeń, opracowane systemy i procedury bezpieczeństwa dowodzą, że ryzyko powstania wypadku w komorze hiperbarycznej jest niewielkie. Należy pamiętać, że jest to wynikiem nieustannego doskonalenia procedur i wyciągania właściwych wniosków z wypadków często okupionych ofiarą życia konstruktorów, badaczy oraz personelu medycznego i pacjentów.

Autorzy artykułu postanowili dokonać przeglądu dostępnej literatury specjalistycznej, baz medycznych jak i doniesień medialnych, aby przedstawić skalę zagrożenia pożarem i następstwa występowania tego typu zdarzeń niepożądanych związanych z użytkowaniem komór hiperbarycznych.

Jak wynika z literatury i aktualnych doniesień co jakiś czas na skutek nie przestrzegania procedur sprężania, błędów technicznych, uszkodzenia aparatury lub też błędów spowodowanych czynnikiem ludzkim dochodzi do tragicznych zdarzeń.

We wnioskach autorzy wskazują na konieczność stałego podnoszenie kwalifikacji i przegląd procedur bezpieczeństwa. Postulują także ujednoczenie systemu nadzoru i raportowania zdarzeń w komorach hiperbarycznych oraz całościowo z procesem udzielania świadczeń medycznych w ramach HBOT.

NIEBEZPIECZEŃSTWA ZWIĄZANE Z UŻYTKOWANIEM KOMÓR: ZAGROŻENIA ZWIĄZANE Z KONSTRUKCJĄ KOMÓR ORAZ ZAGROŻENIA WYNIKAJĄCE Z UŻYTKOWANIA KOMÓR

Do głównych przyczyn wypadków w komorach hiperbarycznych zalicza się:

- Błędy i nie przestrzeganie procedur wykonywania zabiegów hiperbarycznych.
- Naruszenie procedur bezpieczeństwa przez personel lub pacjentów (wniesienie przedmiotów zabronionych, odzież itp.).
- Utrata zasilania (prąd/gaz medyczny).
- Porażenie prądem.
- Awaria mechaniczna osprzętu (na zewnątrz i wewnątrz komory).
- Uszkodzenie poszycia komory (przeróbki i wady ukryte).
- Pożar i eksplozja budynku, instalacji zewnętrznych.
- Brak procedur szkoleń i treningów.

Incydenty związane ze sprzętem, stanowią aż 40% wszystkich zgłaszanych zdarzeń. Jak wiadomo, tlen, nie jest gazem palnym, ale podtrzymuje spalanie [1]. Natomiast powietrze sprężone pod ciśnieniem 1,5 bara zawiera tlen równy temu jak jest w mieszaninie normobarycznej zawierającej 52% tlenu [2]. Stężenie tlenu większe niż 23,5% jest potencjalnie niebezpieczne [3].

Poniżej w tabeli 1 przedstawiono wyniki pomiarów temperatury w testowej komorze hiperbarycznej względem procentowej zawartości tlenu [4].

Tab. 1

Wyniki pomiarów temperatury w testowej komorze hiperbarycznej względem procentowej zawartości tlenu [4].

Tlen %	Temperatura (°C)	Czas spalania (s)
21	350-400	5
23	800	5
30	1000-1200	12

Z szeregu przyczyn, które powodują wypadki w komorach hiperbarycznych - pożar jest najgroźniejszym w swoich skutkach i obciążony najwyższym wskaźnikiem śmiertelności. Wypadki pożarów komór hiperbarycznych stanowiły blisko 60 % wszystkich incydentów opisywanych w piśmiennictwie wypadków w komorach.

OCENA RAPORTÓW I DONIESIĘŃ ODNOŚNIE WYPADKÓW W KOMORACH HIPERBARYCZNYCH PRZEGLĄD PIŚMIENICTWA I WYNIKI Z RAPORTÓW I ARTYKUŁÓW

Autorzy na wstępie przedstawili uwagi ogólne dotyczące zbierania danych. Materiał ze zbieranych danych opracowano pod kątem tylko jednego z czynników determinujących wypadki w komorach hiperbarycznych. Zbierane dane stanowiły retrospekcje zdarzeń związanych z pożarem komory lub instalacji technicznych związanych z obsługą komór hiperbarycznych. Weryfikowano znalezione doniesienia w mediach porównując je z różnymi źródłami (w tym prasa Internet- bazy medyczne - doniesienia na mediach społecznościowych itp.).

Pierwsza z komór Orvala J. Cunninghama została zbudowana w 1920r.

W tej komorze w 1923 r. doszło do pierwszego odnotowanego pożaru w komorze hiperbarycznej. Pożar wywołał płomień z otwartych palników gazowych ogrzewających komory zimą. W tym wypadku wszyscy pacjenci zostali bezpiecznie ewakuowani. W innym zdarzeniu w tej komorze doszło do awarii mechanicznej sprężarki co spowodowało całkowitą utratę ciśnienia w komorze i wszyscy pacjenci zmarli (nie w wyniku pożaru) [5].

Największą bazę danych dotyczących wypadków w komorach zebrali Sheffield i Desautels. Wyniki badań opublikowali pierwszy raz w 1997 zamieszczając 73-letnią analizę (1923–1996) 77 ofiar śmiertelnych wśród ludzi, które wystąpiły w 39 pożarach komór hiperbarycznych i hipobarycznych (KNC) zgłoszonych w Azji, Europie i Ameryce Północnej.

1. W 1999r. Sheffield i Desautels zaktualizowali tę analizę, uzupełniając listę o 20 wcześniej niezgłoszonych pożarów [6].

Ogółem w ciągu 77 lat (1923–2000) miało miejsce 59 pożarów komór i spowodowało 117 zgonów na całym świecie [6].

- 2 pożary w dzwonach nurkowych(4 zgony),
- 20 pożarów w komorach dekompresyjnych(26 zgonów) 32 pożary w klinicznych komorach hiperbarycznych (81 zgonów),

Ponadto

- 1 wypadek w ciśnieniowym module dowodzenia Apollo(3 zgony),
- 5 wypadków w KNC (komorach niskich ciśnień) (3 zgony).

W latach 2001-2006 uzupełniono dane o dalsze 4 pożary w komorach klinicznych z 5 ofiarami śmiertelnymi (wszystkie dotyczyły pożarów komorze jednomiejscowej).

W latach 2007-2021 odnotowano kolejne wypadki pożarów w 7 komorach w których zginęło łącznie 13 osób.

Zebrane dane przez autorów po analizie doniesień naukowych i prasowych –omówiono w dalszej części artykułu.

W opisywanych danych najtragiczniejszym w skutkach śmiertelnych był rok 1997 kiedy to w 3 wypadkach pożarów komór hiperbarycznych zginęło 13 osób.

Najtragiczniejszy zdarzeniem w historii wypadków w komorach hiperbarycznych był pożar komory wielomiejscowej Szpitala Ricardo Galeazzi w Mediolanie, który miał miejsce 31.10 1997 roku. W tym wypadku zginęło 11 osób: 10 pacjentów i jedna pielęgniarka.

W tabeli 2 zamieszczonej poniżej po analizie wybrano wyniki dla przyczyn które najczęściej powodują zapłon w komorach hiperbarycznych. Okazało się, że ponad 25 % zdarzeń nie zostało w pełni wyjaśnionych i nie podano źródła pożaru w komorze [7].

Tab. 2

Przyczyny zapłonu komór hiperbarycznych. Źródło [7].

Wybrane źródła zapłonu	Komory zastosowaniem klinicznym	Komory nurków	dla	Komory KNC	Kapsuły kosmiczne	Razem
Łuk elektryczny/iskra	5	6	3		1	15
Elektrostatyczne wyładowanie	7	1	-	-	-	8
Ogrzewacz do rąk	4	-	-	-	-	4
Palenie tytoniu	5	1	-	-	-	6
Źródła zewnętrzne	2	2	-	-	-	4
Zabawka dziecięca	2	-	-	-	-	2

W dalszej części artykułu, przedstawiono podział komór przyjętych wg. Krajowego Stowarzyszenia Ochrony Przeciwożarowej, ang. *National Fire Protection Association* (NFPA). NFPA jest międzynarodową organizacją non-profit zajmującą się eliminacją śmierci, obrażeń, strat majątkowych i ekonomicznych spowodowanych pożarem, zagrożeniami



elektrycznymi i podobnymi zagrożeniami [8]. W tabeli 3 zamieszczonej poniżej przedstawiono podział komór przyjęty wg. NFPA 99 i 99B.

Tab. 3

Podział komór hiperbarycznych wg NFPA 99 i 99B. Źródło [18].

Klasa	Przeznaczenie komory hiperbarycznej/hypobarycznej
A	Komora wielomiejskowa z przeznaczeniem dla ludzi
B	Komora jednomiejskowa z przeznaczeniem dla ludzi
C	Komora jednomiejskowa z przeznaczeniem dla zwierząt
D	Komora przystosowana dla ludzi, atmosfera powietrza nie wzbogacona tlenem – komory NC
E	Komora przeznaczona dla ludzi, wzbogacona tlenem (ciśnienie cząstkowe tlenu powyżej 0,235 ATA), komory NC

Norma 99B jest standardem dla obiektów hipobarycznych. Norma ta określa kryteria projektowania, budowy, eksploatacji i konserwacji obiektów hipobarycznych, w których ludzie będą lub mają być użytkownikami takiej komory. Wymagania dotyczące obiektów hiperbarycznych i znajdujących się w nich komór znajdują się w Rozdziale 14 NFPA 99. W rozdziale zawarto także standard ewakuacji z komory 3 ATA, ponieważ te komory są pod ciśnieniem, muszą przejść proces dekompresji, zanim pacjenci będą mogli bezpiecznie wyjść. Proces musi trwać nie więcej niż sześć minut dla komór klasy A i dwie minuty dla klasy B dla komory sprężonej z trzykrotnego standardowego ciśnienia atmosferycznego. Potencjalne skutki pożaru w komorze hiperbarycznej, komory klasy A wymagają instalacji zraszaczy zalewowych w każdej części komory przeznaczonej dla pacjentów z uruchamianiem automatycznym. Oprócz systemu zraszaczy, w komorze wymagana jest również niezależny system uruchamiany ręcznie. Ponieważ komory klasy B lub klasy C są statkami jednoosobowymi, systemy zalewowe nie są wymagane. Wszystkie pomieszczenia w których posadowione są komory typu ABC muszą być wyposażone w gaśnice. Np. NFPA 99B Standard dla obiektów hipobarycznych, NFPA 99-Kodeks zakładów opieki zdrowotnej, NFPA 101-Kodeks bezpieczeństwa życia, NFPA 53 - Zalecana

Tab. 4

System kategoryzacji klinicznych komór hiperbarycznych w Wielkiej Brytanii. Źródło: [9].

Kategoria Komory	Obiekt hiperbaryczny
I	Kompleksowe wielomiejskowe obiekty hiperbaryczne zdolne do: wspieranie pacjentów OIT w stanie krytycznym, którzy mogą wymagać zaawansowanych zabiegów podtrzymywanie życia (ALS).
II	Wielomiejskowe obiekty hiperbaryczne przeznaczone do leczenia w nagłych wypadkach (wg wskazań do leczenia schorzeń na liście do stosowania leczenia hiperbarycznego), ale z wyłączeniem krytycznie chorych w chwili skierowania którzy mogą wymagać zaawansowanych zabiegów podtrzymywanie życia (ALS).
III	Wielomiejskowe obiekty hiperbaryczne z niektórymi możliwościami - kategoria 1 i 2 zlokalizowane specjalnie do leczenia przypadków choroby dekompresyjnej (DCI).
IV	Komory jednomiejskowe, do których nie ma dostępu podczas zabiegu

Natomiast wskazania do hiperbarycznej terapii tlenem, wymagają, aby pacjent oddychał blisko 100% tlenem podczas przebywania w komorze pod ciśnieniem co najmniej 1,5 atmosfery bezwzględnej. Zaznaczyć należy, że niskociśnieniowe komory tkaninowe nie są zaprojektowane do dostarczania tej klinicznej dawki tlenu i ciśnienia. Stąd też należy projektować kliniczne hiperbaryczne komory tlenowe, aby były produkowane, przechowywane i obsługiwane zgodnie kodami FDA, NFPA i ASME-PVHO. Przepisy klasyfikacji i budowy urządzeń i systemów techniki podwodnej instalowanych na statkach oraz innych obiektach - tymczasowe zostały zatwierdzone przez Zarząd PRS S.A. w dniu 21 grudnia 2020 r. i wchodzi w życie z dniem 23 grudnia 2020 r.

Ważnym zagadnieniem jest także zarządzanie ryzykiem w wykorzystaniu komór hiperbarycznych. Aby wykonać komorę hiperbaryczną należy przestrzegać wymogów NFPA 99. Z wybranych zaleceń z wymogów dla komór hiperbarycznych wg NFPA99 przedstawiono następujące:

- Wg norm przyjętych w wymogach NFPA99 granica stężenia tlenu w komorze hiperbarycznej wynosi 23,5%.

- Działanie komór hiperbarycznych w atmosferze zawierającej więcej niż 23,5% tlenu wymaga uziemienia pacjenta.
- Powietrze z wymiany gazowej z komory powinno być wyrzucane na zewnątrz pomieszczenia w którym znajduje się komora [3].

Natomiast Rząd Kanady dostrzega inne zagrożenie odnoszące się do eksploatacji tzw komór łagodnej hiperbarycznej terapii tlenowej - mHBOT, (ang.mild hyperbaric oxygen therapy).

Komory hiperbaryczne z miękką skorupą są sprzedawane bezpośrednio konsumentom przez internet

lub są oferowane jako usługa (tj. jako leczenie). Urządzenia te mogą nie być bezpieczne i mogą narażać pacjentów lub osoby znajdujące się w pobliżu na poważne obrażenia, w tym śmierć. Zagrożenia obejmują pożar, rozprzestrzenianie się chorób zakaźnych poprzez zanieczyszczenie krzyżowe między użytkownikami, uszkodzenie uszu, oczu, zatok, płuc i zębów oraz zmiany poziomu cukru we krwi.

Ryzyko pożaru jest znacznie zwiększone, gdy urządzenie jest używane w połączeniu z urządzeniem do pomiaru stężenia tlenu [10].

Z zarządzaniem ryzykiem powiązane jest zagadnienie raportowanie zdarzeń w komorach hiperbarycznych. Wg. definicji zawartej w polskich standardach akredytacyjnych Centrum Monitorowania Jakości w Ochronie Zdrowia, *zdarzenie niepożądane to szkoda wywołana w trakcie / w rezultacie leczenia, niezwiązana z naturalnym przebiegiem choroby, stanem zdrowia pacjenta lub ryzykiem jej wystąpienia* [11].

W Unii Europejskiej w pełni uregulowany prawem system zgłaszania zdarzeń niepożądanych występuje w Dania, Norwegii i Szwecji. W Polsce nie ma obowiązkowego systemu zgłaszania zdarzeń niepożądanych, jak również nie istnieje centralny rejestr takich zdarzeń. Każdy podmiot leczniczy indywidualnie decyduje o rejestracji zdarzenia. W Polsce trwają prace nad przygotowaniem projektu ustawy o jakości w opiece zdrowotnej i bezpieczeństwie pacjenta. Przedmiotem uregulowania prawdopodobnie będzie wprowadzenie rozwiązań w zakresie:

- autoryzacji podmiotów wykonujących działalność leczniczą
- monitorowania zdarzeń niepożądanych;
- usprawnienia akredytacji w ochronie zdrowia;
- usprawnienia wypłaty pacjentom rekompensat za zdarzenia medyczne;
- tworzenia i prowadzenia rejestrów medycznych.

Uregulowanie kwestii systemowego monitorowania jakości udzielanych świadczeń zdrowotnych obejmują

- poprawę skuteczności diagnostyki i leczenia przez systematyczną ocenę wskaźników jakości;
- stałe udoskonalanie praktyki klinicznej przez prowadzenie rejestrów medycznych;
- poprawę bezpieczeństwa i satysfakcji pacjenta przez rejestrowanie i monitorowanie zdarzeń niepożądanych;

Warto podkreślić, iż najlepiej zorganizowany system zgłaszania zdarzeń niepożądanych ma Australia. Funkcjonuje tam Australijska Komisja ds. Bezpieczeństwa i Jakości Opieki Zdrowotnej (Australian Commission on Safety and Quality in Healthcare – ACSQHC) oraz Australian Incident Monitoring System (AIMS) [12,13].

OMÓWIENIE SZCZEGÓŁOWE NIEKTÓRYCH WYPADKÓW OPISANYCH W PIŚMIENNICTWIE, ZACZYNAJĄC OD POŻARÓW W KOMORACH TYPU A [18]

Włochy-Mediolan-1.10.1997

Pożar wybuchł wewnątrz komory hiperbarycznej Szpitala Ricardo Galeazzi, znajdujący się w Bruzzano, na północnych przedmieściach Mediolanu. Prawdopodobną hipotezą jest to, że iskra została wywołana przez metalowy przedmiot wprowadzony do komory przez jednego z pacjentów. Liczba ofiar, to 11 zgonów. W skutego pożaru, zamknięto centrum hiperbaryczne. Lekarz naczelny ośrodka hiperbarycznego

Indonezja –Dżakarta-15.03.2016

Pożar także wybuchł wewnątrz komory hiperbarycznej Szpitala Marynarki Wojennej Bendungan Hilir in Jakarta. 4 osoby zginęły w pożarze. Przyczyną pożaru była eksplozja butli montowanej w instalacji tlenowej. Do eksplozji doszło prawdopodobnie z powodu zwarcia elektrycznego [15].

USA, Lauderdale-by-the-Sea, Floryda-1 maja 2009

Pożar wybuchł w The Hyperbaric Neurological Therapy Center Lauderdale by the Sea. Zginęły w osoby: babcia z dzieckiem, które wniosło do komory zabawkę. W skutego pożaru zamknięto centrum hiperbaryczne. Dwóch lekarzy zostało postawionych w stan oskarżenia. Pożar został spowodowany przez elektryczność statyczną, zaniedbania i błędy w użytkowaniu komory, a także odsłonięte przewody i przedłużacze, niewłaściwe ubiory i wniesienie przedmiotów łatwopalnych do komory [16].

Poniżej przedstawiono przypadki wypadków i pożarów w komorach typu B [17].

Włochy-Neapol-26.04.1987

Pożar wybuchł wewnątrz komory hiperbarycznej jednomiejscowej, szpitala dziecięcego w Neapolu. Jedna osoba zginęła w pożarze. Przyczyną pożaru mogło być zwarcie urządzeń elektrycznych. Jako prawdopodobne uznano również przeskok iskry spowodowanej elektrycznością statyczną z syntetycznej piżamy chłopca lub plastikowych zabawek, które pielęgniarka pozwoliła dziecku wnieść do komory [18].

Chiny- Nanxiong w prowincji Guangdong -31.07.2014

Pożar powstał w komorze jednoosobowej, w wyniku prawdopodobnie próby zapalenia papierosa, ponieważ przy ofiarze znaleziono zapalniczkę. Jedna osoba zginęła [19].



Rosja-Stawropol-23.08.2012

Pożar powstał w komorze jednoosobowej szpitala regionalnego. W wyniku prawdopodobnie użycia zapalniczki, którą posiadał 17 letni pacjent. Jedna osoba zginęła. Sąd rejonowy w Stawropolu uznał byłego lekarza szpitala rejonowego winnym spowodowania śmierci przez zaniedbanie z powodu nienależytego wykonywania obowiązków zawodowych [20].

Peru- San Borja – 22.05.2019

Eksplzja komory hiperbarycznej w Klinice Hiperbarycznej w San Borja w Peru. Pożar powstał w komorze jednoosobowej. Jedna osoba zginęła w pożarze. Nie ustalono źródła zapłonu wskazując na awarie aparatury tlenowej i wyciek tlenu [21].

Kolumbia-Bogota Clínica Soring 4.02.2021

Pożar wybuchł wewnątrz komory jednomiejscowej w Söring Wound Clinic and Integrative Medicine. Śmierć poniosła jedna osoba. Pożar wybuchł w wyniku awarii aparatury tlenowej. Dalszych szczegółów, nie ujawniono [22].

Poniżej przedstawiono przykłady wypadków, pożarów i eksplozji w komorach typu C [17].

USA-Kesmarc Kentucky - Equine Rehabilitation-10.02. 2012

Jak ustalono pożar wywołało zwierzę umieszczone w komorze. Leczone zwierzę zmarło w wyniku poparzeń i obrażeń. Ponadto zginęła jedna osoba, a inna znajdująca się po za komorą, została ranna. Jak ustalono, do pożaru doszło w skutek kopnięcia tylnym kopytem w górę i uderzenie w uszczelkę obręczy tylnego portu. Powstała iskra spowodowała pożar i wybuch komory [23].

USA- Cape Canaveral Floryda - 27.01.1967

Było to wypadek w module dowodzenia APOLLO 1. Była to pierwsza misja na księżyc w komorze w module, wypełnionej tlenem pod ciśnieniem. Trzy osoby zginęły. Dochodzenie wykazało, że wadliwy przewód elektryczny wewnątrz modułu dowodzenia Apollo 1, był prawdopodobną przyczyną pożaru. Mimo długoletniego dochodzenia nie sprecyzowanego jednak konkretnej przyczyny pożaru, ale wykryto wiele usterek i materiałów niebezpiecznych nie tylko w kapsule, ale i w skafandrach [24].

Południowa Afryka prowincja Limpopo -02.02.2004

Do wybuchu doszło w komory hiperbarycznej własnej konstrukcji. Leczeniu poddawał się 76- letni emerytowany lekarz który, leczył się w ten sposób z powodu „słabego krążenia krwią”, a komorę skonstruował i obsługiwał jego brat. Komora nie miała żadnych atestów. Zginęły dwie osoby, a jedna została ranna. Przyczyny eksplozji nie zostały poznane [25].

PODSUMOWANIE

Zagadnienie pożarów jest szeroko opisywane w dostępnej literaturze przedmiotu. Niedosyt doniesień naukowych dotyczy pożarów w komorach hiperbarycznych. Oczywiście przygotowując się do zmierzania z podejmowanym tematem, autorzy zapoznali się z dostępnym materiałem [26,27,28,29,30]. W artykule podano kilka możliwych przyczyn tego zjawiska, a w wyniku analizy wypadków pożarów w komorach hiperbarycznych, skonstruowano wnioski.

WNIOSKI

- Należy stale podnosić kwalifikacje personelu pracującego w komorach hiperbarycznych.
- Należy cyklicznie dokonywać przeglądu procedur bezpieczeństwa użytkownika komór hiperbarycznych.
- Należy ujednoclić system nadzoru i raportowania zdarzeń w komorach hiperbarycznych.
- Ujednolicenie i raportowanie wypadków, czy zdarzeń w komorach hiperbarycznych powinno wynikać z obowiązku i być zawarte przy kontraktowaniu udzielania świadczeń medycznych w ramach HBOT.
- Należy edukować ludzi w kwestii zagrożeń dotyczących budowy i użytkowania komór hiperbarycznych własnej konstrukcji.

BIBLIOGRAFIA

1. PFGT 04/18 Rewizja dokumentu EIGA Doc 04/09 Zagrożenia pożarowe stwarzane przez tlen i atmosfery wzbogacone przez tlen. PFGT 04/18 Rewizja dokumentu EIGA Doc 04/09. EIGA 115/04 (pfgt.org.pl) dostęp 14.02.2023;
2. Mathieu, D.. (2006). Handbook on Hyperbaric Medicine. 10.1007/1-4020-4448-8.Jacek Kot , Robert Houman,, Roly Gough-Allen Rozdział 3.6 Bezpieczeństwo w medycynie hiperbarycznej. 691–711;
3. Risk management and the use of hyperbaric oxygen chambers tom workman and jim bell, uhms Safety Committee: Hyperbaric Oxygen Chambers: Hard Vs. Soft Chambers | Oxygen Oasis | Oxygen Oasis (o2oasis.com) dostęp 14.02.2023;
4. Ivm, Helena & Diogo, Miguel & Tato, L. & Camacho, Oscar & Baptista, João & Nobrega, J. & Ponce, R.. (2011). Fire drills in hyperbaric medicine. Proceedings of the 9th International Conference on Occupational Risk Prevention;
5. <https://alpoma.medium.com/the-spherical-hospital-f6daf6617db0> dostęp 15.08.2024;
6. 6. Undersea and hyperbaric medical society chamber experience and mishap database report for 1923 – 1998 David A. Desautels, MPA, RRT, CHT;
7. Sheffield PJ, Desautels DA. Hyperbaric and hypobaric chamber fires: a 73-year analysis. Undersea Hyperb Med. 1997 Sep;24(3):153-64. PMID: 9308138;
8. <https://www.nfpa.org/For-Professionals/Codes-and-Standards> dostęp 15.08.2024;
9. <http://www.ukhyperbaric.com/wp-content/uploads/2019/03/BHA-Fire-Guideines-2018-OCR.pdf> dostęp 13.08.2024;
10. <https://recalls-rappels.canada.ca/en/alert-recall/unlicensed-soft-shelled-hyperbaric-chambers-may-pose-serious-health-risks> dostęp 13.08.2024

11. www.cmj.org.pl/akredytacja/standardy/php dostęp 15.08.2024;
12. Witczak I., Rypicz Ł. (2020)- Bezpieczeństwo pacjentów i personelu medycznego Uwarunkowania ergonomiczne. Wrocław 2020;
13. AD, Swan J. Review of the Australian incident monitoring system. ANZ J Surg. 2005 Aug;75(8):657-61;
14. <https://www.letelegramme.fr/ar/viewarticle1024.php?aaaaammjj=19971101&article=2812423&type=ar>) dostęp 15.08.2024;
15. <https://www.thejakartapost.com/news/2016/03/15/fire-kills-4-inside-hyperbaric-chamber.html> dostęp 15.08.2024;
16. https://www.lazaruslaw.us/2012/04/charges_filed_in_2009_fort_lau.html dostęp 15.08.2024;
17. Podział komór przyjęty wg. NFPA 99B, Standard for Hypobaric Facilities edycja 2021 <https://www.nfpa.org/News-and-Research/Publications-and-media/NFPA-Journal/2021/Fall-2021/In-Compliance/NFPA-13> dostęp 15.08.2024,
18. <https://www.upi.com/Archives/1987/04/26/Boy-burned-alive-in-oxygen-chamber/6807546408000/> dostęp 15.08.2024;
19. <https://www.dailymail.co.uk/news/article-2711646/Patient-killed-blowing-hospital-ward-decided-sm> dostęp 15.08.2024;
20. <https://rus.postimees.ee/1239602/vrach-v-stavropole-zazhivo-szheg-podrostka-v-barokamere> dostęp 15.08.2024;
21. <https://larepublica.pe/sociedad/279832-explosion-mata-a-paciente-en-clinica-de-san-borja> dostęp 15.08.2024;
22. <https://www.infobae.com/america/colombia/2021/02/04/por-explosion-de-una-camara-hiperbarica-en-un-centro-hospitalario-de-bogota-murio-adulto-mayor/> dostęp 15.08.2024;
23. <https://eu.ocala.com/story/news/local/2012/02/13/investigation-continues-at-kesmarc/64310458007/> dostęp 15.08.2024;
24. <https://spacecoastdaily.com/2022/01/this-day-in-history-tragedy-strikes-apollo-1-crew-in-cape-canaveral-january-27-1967/> dostęp 15.08.2024;
25. <http://www.samj.org.za/index.php/samj/article/view/2688/1914> dostęp 15.08.2024;
26. Pirone C, Bullock M, Williamson J. (1997)Report of 1996 data from the international hyperbaric incident monitoring study (HIMS). Adelaide: Australia Safety Foundation, Royal Adelaide Hospital;
27. Youn, B., Gordon A, et al (1989), 'Fire in the multiplace chamber', Journal of Hyperbaric Medicine, vol 4, no. 2, pp'63-67;
28. Butler G.J. et al (2006). Hyperbaric Chamber Fire in Peru on 2006 February;
29. Abstract of the Undersea and Hyperbaric Medical Society. Available in <http://archive.rubiconfoundation.org/3768>;
30. Yan L, Liang T, Cheng O. Hyperbaric oxygen therapy in China. Med Gas Res. 2015 Feb 18;5:3.

dr Ewa Zieliński

Katedra Ratownictwa Medycznego
Collegium Medicum w Bydgoszczy
Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu