

OPIS PRZYPADKU / CASE REPORT

Otrzymano/Submitted: 17.11.2023 • Zaakceptowano/Accepted: 21.11.2023

© Akademia Medycyny

Zastosowanie terapii hiperbarycznej u pacjenta z urazem wielonarządowym – opis przypadku***The use of hyperbaric therapy in a multiple trauma patient – a case report*****Krystyna Frydrysiak¹, Kacper Wojtczyk¹, Łukasz Kikowski², Małgorzata Grześkowiak³**¹ Zakład Medycyny Ratunkowej i Medycyny Katastrof, Uniwersytet Medyczny w Łodzi² Ośrodek Terapii Hiperbarycznej NZOZ Creator Sp. z o.o. w Łodzi³ Zakład Dydaktyki Anestezjologii i Intensywnej Terapii, Uniwersytet Medyczny im. Karola Marcinkowskiego w Poznaniu**Streszczenie**

Wstęp. Terapia hiperbaryczna jest prężnie rozwijającą się metodą leczenia, która wykorzystuje działanie tlenu pod wysokim ciśnieniem. **Cel.** Celem pracy jest przedstawienie przypadku młodego mężczyzny, który na skutek wypadku komunikacyjnego doznał urazu wielonarządowego. Otwarte złamanie uda lewego po wielokrotnych zabiegach operacyjnych nie goiło się prawidłowo i z tego powodu pacjent był leczony w komorze hiperbarycznej. **Wnioski.** Terapia hiperbaryczna może być metodą leczenia trudno gojących się ran. Do rozważenia pozostaje szybsze wdrożenie leczenia w komorze hiperbarycznej (jako formy profilaktyki czy też terapii pomocniczej w leczeniu trudno gojących się ran). Umożliwia to szybszy powrót do odzyskania sprawności fizycznej osoby poszkodowanej oraz poprawy samopoczucia. *Anestezjologia i Ratownictwo 2023; 17: 238-244. doi:10.53139/AIR.20231732*

Słowa kluczowe: wypadek komunikacyjny, uraz wielonarządowy, trudno gojące się rany, terapia hiperbaryczna

Abstract

Introduction. Hyperbaric therapy is a dynamically developing method of treatment which uses oxygen under high pressure. **Aim.** The aim of the study is to present the case of a young man who suffered multi-organ injuries as a result of a traffic accident. An open fracture of the left thigh did not heal properly after repeated surgeries and for this reason the patient was treated in a hyperbaric chamber. **Conclusions.** Hyperbaric therapy can be a method of treating difficult-to-heal wounds. A quicker implementation of treatment in a hyperbaric chamber (as a form of prevention or an auxiliary therapy in the treatment of difficult-to-heal wounds) remains to be considered. This allows the injured person to regain physical fitness faster and improve their well-being. *Anestezjologia i Ratownictwo 2023; 17: 238-244. doi:10.53139/AIR.20231732*

Keywords: traffic accident, multiple trauma, difficult-to-heal wounds, hyperbaric therapy

Wstęp

Terapia hiperbaryczna jest prężnie rozwijającą się metodą leczenia, która wykorzystuje działanie tlenu

pod wysokim ciśnieniem. W takich warunkach hemoglobina ulega prawie całkowitemu wysyceniu tlenem. Pod wpływem ciśnienia stosowanego w komorze hiperbarycznej rozpuszczalność tlenu w osoczu zwięk-

sza się nawet 14-krotnie. Wysokie ciśnienie powoduje zwiększenie rozpuszczalności tlenu w osoczu, zwiększa gradient stężenia pomiędzy krwią, a tkankami i powoduje znaczną poprawę utlenowania tkanek. Z uwagi na te korzyści terapię hiperbaryczną stosuje się tam gdzie istnieje konieczność szybkiej poprawy utlenowania, czyli w chorobie dekompresyjnej, zatorach gazowych, zatruciach tlenkiem węgla, martwiczych zakażeniach oraz ostrych niedokrwieniach tkanek miękkich, następstwach urazów zmiążdżeniowych i amputacji kończyn, oparzeniach termicznych, nagłej głuchocie idiopatycznej, głuchocie po urazie akustycznym, popromiennym uszkodzeniu tkanek i narządów, trudno gojących się ranach (np. zespół stopy cukrzycowej), ropniach [1-3]. Natomiast bezwzględnym przeciwwskazaniem do stosowania tlenu pod ciśnieniem jest nieleczona odma ponieważ podczas dekompresji komory objętość gazu wzrasta, a ciśnienie wewnątrz komory maleje, co może doprowadzić do częściowego uszkodzenia płuc lub powiększenia odmy. Jeśli jednak pacjent u którego występuje nieleczona odma został zakwalifikowany do sesji w komorze hiperbarycznej musi mieć wykonany drenaż klatki piersiowej. Inne przeciwwskazania obejmują: nowotwory, niektóre choroby płuc, ciążę, gorączkę, epilepsję, klaustrofobię, wszczepiony rozrusznik serca, infekcje wirusowe, wrodzone anomalie krwinek czerwonych, stosowanie niektórych leków [1,3].

Cel pracy

Celem pracy jest przedstawienie przypadku młodego mężczyzny, który na skutek wypadku komunikacyjnego doznał urazu wielonarządowego. Otwarte złamanie uda lewego po wielokrotnych zabiegach operacyjnych nie goiło się prawidłowo i z tego powodu pacjent był leczony w komorze hiperbarycznej.

Opis przypadku

Mężczyzna lat 28, będąc pod wpływem alkoholu spowodował wypadek komunikacyjny, uderzając czołowo samochodem osobowym w przydrożne drzewo, stracił przytomność i pozostawał w pojeździe. Przybyły na miejsce zdarzenia zespół ratownictwa medycznego (ZRM) z powodu braku dostępu do pacjenta wezwał do pomocy straż pożarną. Po wydobyciu z pojazdu i wstępnym zaopatrzeniu został przetransportowany do Wojewódzkiego Szpitala Specjalistycznego.

W momencie przyjęcia pacjent był w stanie ogólnym ciężkim, nieprzytomny, pod wpływem leków sedacyjnych, zaintubowany, wentylowany respiratorem. W badaniu przedmiotowym stwierdzono: otwarte złamanie wieloodłamowe uda lewego, wieloodłamowe złamanie przestawowe bliższej części kości piszczelowej z przemieszczeniem odłamów kończyny lewej oraz złamanie końca dalszego kości strzałkowej prawej i złamanie kostki przyśrodkowej. Osluchowo nad płucami było ściszenie szmeru po stronie lewej, rozpoznano odmę opłucnową lewostronną, niewielką odmę opłucnową prawostronną oraz odmę śródpiersiową.

Zniekształcenie w okolicy kostek goleni zaopatrzono opatrunkiem gipsowym podudziowym. Wykonano zabiegi pielęgnacyjne złamanej kości udowej lewej, dokonano próby ręcznej repozycji odłamów uzyskując pokrycie odłamów powłokami skórnymi. Z uwagi na niestabilny stan pacjenta odstąpiono od operacyjnej stabilizacji złamania. Założono drut K 2,0 w przynasadę dalszą kości piszczelowej celem zastosowania wyciągu bezpośredniego. Założono szynę gipsową stopowo-udową.

W celu kontynuacji specjalistycznego leczenia pacjent został przetransportowany do Uniwersyteckiego Szpitala Klinicznego w tej samej dobie leczenia. W 29 dobie hospitalizacji zdjęto stabilizator zewnętrzny i pacjent przeszedł otwartą repozycję i stabilizację złamania dalszego kości udowej lewej przy pomocy stabilizatora typu ORTHOPHIX. W 36 dobie pobytu wykonano operację polegającą na otwartej repozycji złamania dwukostkowego podudzia prawego i stabilizacji przy pomocy płyty LCP na kość strzałkową, założenia śrub kaniulowanych i śruby ciągnącej na kostkę przyśrodkową oraz dwóch śrub więzozrostowych.

Po dwóch miesiącach hospitalizacji pacjent został wypisany ze szpitala w stanie ogólnym dobrym z zaleceniem kontynuacji leczenia w warunkach ambulatoryjnych. Pacjentowi zaordynowano odpowiednią farmakoterapię o działaniu przeciwbólowym i przeciwzapalnym. Przyjmował leki zgodnie z wytycznymi lekarza, prowadził także, po odpowiednim instruktażu fizjoterapeuty, samodzielną (ze względu na pandemię COVID-19) kinezyterapię.

Po miesiącu pobytu w domu, zgłosił się do Kliniki Ortopedii z powodu ropiejącej rany zespoleń dalszego końca kości udowej lewej. Wykonano operacyjne opracowanie ubytku skóry i pacjenta wypisano do domu.

Po prawie dwóch miesiącach pobytu w domu pacjent został ponownie przyjęty do Kliniki Ortopedii

z powodu rozejścia dystalnego bieguna rany z uwidocznieniem zespolenia. Po półtora miesiąca został zakwalifikowany do wycięcia operacyjnego przetoki w obrębie uda lewego po zespoleniu złamania wieloodłamowego, usunięcia ziarniny zapalnej oraz martwaka kostnego. Wykonane zostało uzupełnienie ubytku kostnego po stronie przyśrodkowej i odtworzenie ciągłości tkanki kostnej odcinka obwodowego kości udowej przy pomocy ceramicznego substytutu kości - CERAMENT firmy Bonesupport. Po dwóch tygodniach pacjent został wypisany do domu.

Po prawie czterech miesiącach pacjent był ponownie hospitalizowany z powodu przetoki uda lewego w bliźnie pooperacyjnej i został zakwalifikowany do leczenia zachowawczego (ostrzykiwanie brzegów rany oraz nieprawidłowego zrostu). W posiewie z rany wyhodowano *Staphylococcus epidermidis* i wdrożono celowaną antybiotykoterapię. W stanie stabilnym został wypisany do domu.

Jednak ponownie po trzech miesiącach pacjent był hospitalizowany z powodu przetoki ropnej w obrębie zespolenia lewej kości udowej i został zakwalifikowany do leczenia operacyjnego polegającego na usunięciu metalu oraz założeniu EX-FIX (stabilizatora zewnętrznego). W miejsce rany pooperacyjnej założono opatrunk podciśnieniowy VAC. Stosowano profilaktykę antybiotykową, a po uzyskaniu wyniku posiewu celowaną (Kloksacyliną). Pacjentowi zmieniano opatrunki na operowanej kończynie i po 25 dniach usunięto VAC. Po 26 dniach hospitalizacji pacjent został wypisany do domu z zaleceniem: odkażania rany Octeniseptem, stosowanie opatrunków Elastopor oraz przeciwobrzękowego układania kończyny dolnej.

W ciągu kolejnych 2 miesięcy problem z gojeniem rany powtórzył się. W trakcie kolejnej hospitalizacji wykonano tomografię komputerową lewego uda, która uwidoczniała obecność martwaków okolicy złamania. Rana została oczyszczona, wykonano wycięcie przetoki, usunięcie ziarniny i martwaków. Zastosowano częściowe uzupełnienie ubytków kostnych przy pomocy syntetycznego materiału kośćcozastępczego (cerament z wankomycyną). Wykonano posiew z trzonu oraz nasady dalszej kości udowej lewej. W posiewie wyhodowano *Staphylococcus aureus* wrażliwy na metycylinę. Wymaz z trzonu kości udowej był jałowy. Zastosowano antybiotykoterapię celowaną. Po 22 dniach pobytu pacjent został wypisany ze szpitala.

Po niespełna dwóch miesiącach pacjent w typie planowym został poddany zabiegowi usunięcia stabili-

zatora zewnętrznego EX-FIX. Bezpośrednio po zabiegu założono jałowy opatrunk oraz szynę gipsową.

Wtedy to z uwagi na długotrwałą, powikłany proces leczniczy - niegojącą się ranę zespolenia kości udowej lewej, pacjent po konsultacji chirurgicznej został skierowany na leczenie do Ośrodka Terapii Hiperbarycznej.

Leczenie tlenem pod zwiększonym ciśnieniem rozpoczęło się po 21 miesiącach od wypadku. Pacjent uzyskał kwalifikację na serię 30 zabiegów w komorze hiperbarycznej. Czas pierwszego zabiegu, zgodnie z przyjętymi na świecie wytycznymi, wynosił 90 minut, a w skład jego wchodziły, trzy 20-minutowe ekspozycje na tlen z 2 przerwami 5-minutowymi, podczas których pacjent oddychał powietrzem atmosferycznym, a także po 10 minut sprężenia i rozprężenia [1]. Po 15 zabiegach leczenia tlenem pod zwiększonym ciśnieniem widoczna była znaczna poprawa wyglądu rany, a po zakończonej serii sprężeń rana zamknęła się przez rychłozrost, co wskazywało na to, że pomyślnie udało się zakończyć leczenie.

Niestety, po upływie 3 tygodni od zakończonej terapii, rana znów uległa otwarciu. Zaczęła wydobywać się z niej ropna wydzielina, skóra wokół zmieniła zabarwienie i pojawiła się biała otoczka. W badaniach mikrobiologicznych stwierdzono jak poprzednio zakażenie bakteryjne gronkowcem złocistym. Doszło do zakażenia miejsca operowanego. Postanowiono usunąć płytkę stabilizującą złamanie, w obawie przed jej alergizującym działaniem. Obłożono kość cementem kostnym z antybiotykiem i ponownie założono stabilizator zewnętrzny.

Po miesiącu od wykonania zabiegu pacjenta wypisano ze szpitala. Stabilizator uniemożliwiał zgięcie kończyny w stawie kolanowym, utrudniając głównie wykonywanie czynności higienicznych, jednak poprawa wyglądu rany zmieniła psychiczne nastawienie pacjenta na bardziej pozytywne.

Po upływie 4 miesięcy leczenia, bez żadnych powikłań, stabilizator został zdjęty, a konsekwencją tego było unieruchomienie za pomocą opatrunku gipsowego na okres 4 tygodni. Mężczyzna po zdjęciu opatrunku gipsowego zaczął obciążać kończynę dolną (np. poruszać się przy pomocy balkonika) i przede wszystkim stopniowo zwiększać zakres jej ruchomości w celu powrotu do pełnej sprawności.

Fotografie (1-4) przedstawiają odpowiednio kończynę dolną z założonym stabilizatorem zewnętrznym Hoffmanna, RTG uda lewego, miejsce wydobywania się



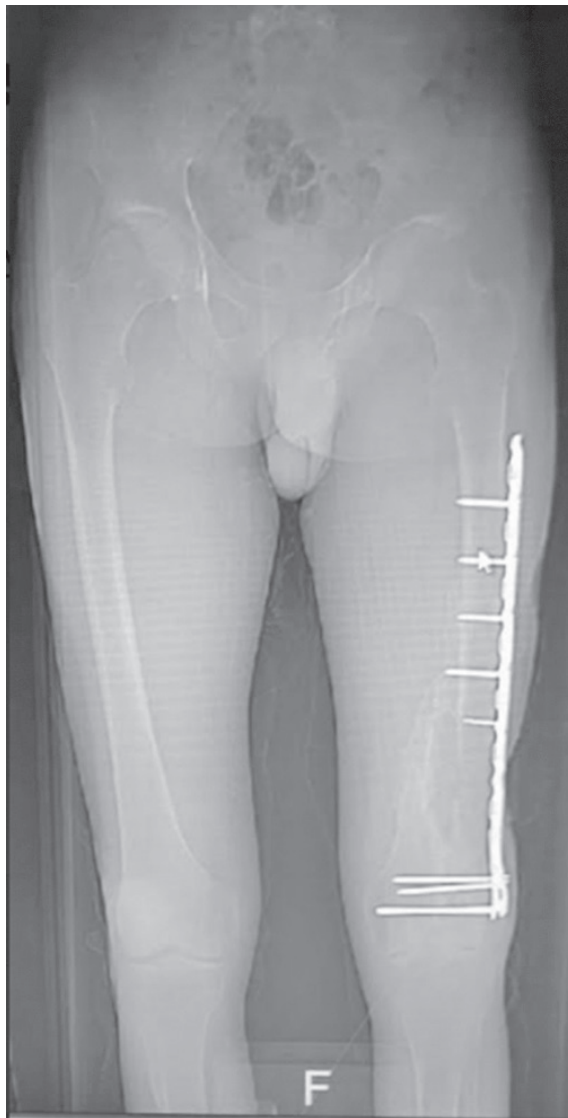
Zdjęcie 1. Kończyna dolna z założonym stabilizatorem zewnętrznym Hoffmanna oraz miejscem zakażenia bakterią gronkowcem złocistym (źródło własne)

Photo 1. Lower limb with Hoffmann's external stabilizer and the site of infection with the *Staphylococcus aureus* bacterium (own source)



Zdjęcie. Miejsce wydobywania się ropnej wydzieliny z zakażonej rany pooperacyjnej (źródło własne)

Photo 3. The site of purulent discharge from the infected postoperative wound (own source)



Zdjęcie 2. RTG uda lewego obrazujące stabilizację kości płytą kątowo stabilną (źródło własne)

Photo 2. X-ray of the left thigh showing bone stabilization with an angularly stable plate (own source)



Zdjęcie 4. Wygląd kończyny po zakończonym procesie leczenia (źródło własne)

Photo 4. The appearance of the limb after the treatment process is completed (own source)

ropnej wydzieliny z zakażonej rany pooperacyjnej oraz wygląd kończyny po zakończonym procesie leczenia.

Dyskusja

Terapia hiperbaryczna jest metodą leczenia, która polega na oddychaniu 100% tlenem w warunkach podwyższonego ciśnienia. W zależności od rodzaju komory ciśnienie to może wynosić od 1,3 do 3 atmosfer i trwać od 60 do 90 minut [3]. Takie oddychanie powoduje wzrost ilości rozpuszczonego gazu w osoczu, co prowadzi do lepszego utlenowania tkanek i szybszej ich regeneracji [1]. Wspomaga proces leczenia ran oraz redukcję hipoksji, a także poprawia mikrokążenie w miejscu urazu, zmniejszając stan zapalny.

W przypadku opisanego pacjenta, jak i w oparciu o inne doniesienia piśmiennictwa [4-6], terapia hiperbaryczna znacznie poprawiła efekt leczenia i jest wymieniana jako jedna z metod leczenia ran przewlekłych [7].

Także jest stosowana z powodzeniem w przypadku przeszczepów skóry i płatów skórnych zagrożonych martwicą, urazach zmiążdżeniowych i zespołach ciasnoty przedziałów powięziowych, czy też zapaleniach kości i szpiku opornych na leczenie [8-10].

Byrnda i wsp. [4] opisali przypadek 33-letniej pacjentki po zabiegu kardiochirurgicznym z powodu rozwarstwiającego tętniaka aorty oraz dwóch

tętniaków gałęzi łuku aorty. Po udanej operacji w 19 dobie hospitalizacji zauważono wyciek treści surowiczej z górnej części rany oraz formowanie się przetok. Z rany pobrano materiał na posiew i wyhodowano gronkowce metycylinooporne. Włączono celowaną antybiotykoterapię, bez poprawy. W 35 dobie po operacji założono specjalistyczny opatrunek ze srebrem, który niestety nie przyniósł oczekiwanych rezultatów, wobec czego skierowano pacjentkę na serię 20 zabiegów w komorze hiperbarycznej. Dopiero terapia tlenem hiperbarycznym spowodowała zamknięcie się przetok oraz zabliznienie rany.

Praca Grobelskiej i wsp. [5] opisuje przypadek 42-letniego żołnierza, u którego w wyniku eksplozji doszło do rozległych obrażeń kończyn dolnych, co skutkowało ich amputacją – lewa kończyna została amputowana na wysokości 1/2 dalszej kości piszczelowej, w prawej kończynie wykonano amputację na wysokości stawu kolanowego ze stabilizacją złamania kości udowej. Po 4 miesiącach od zabiegu doszło do ropnego wycieku z prawego kikuta. Pomimo otwarcia, mycia i płukania zakażonego miejsca konieczne było wykonanie kolejnej amputacji do wysokości szpary złamania z usunięciem płytki stabilizującej. W późniejszym etapie leczenia wykonano reamputację kikuta z powodu ropowicy do wysokości krętarza mniejszego. Po upływie kilkunastu miesięcy pacjent był ponownie hospitalizowany z powodu czynnego zapalenia z przetoką ropną w linii blizny chirurgicznej. Po oczyszczeniu, rana została zabezpieczona opatrunkiem VAC. Po 2 dniach, ze względu na rozpoznaną ropowicę kikuta prawego, wykonano zabieg usunięcia drenu od aparatu VAC. Podjęto decyzję o skierowaniu mężczyzny na terapię w komorze hiperbarycznej, zalecając serię 15 zabiegów; liczba zabiegów została jednak wydłużona do 30. Pacjent dobrze tolerował leczenie. Jedynym dyskomfortem były dolegliwości bólowe kikuta, które pod koniec skutecznej terapii ustąpiły.

Praca Zagrody i wsp. [6] opisuje przypadek 70-letniego mężczyzny po wypadku komunikacyjnym, w wyniku którego doszło do zmiążdżenia kończyny dolnej lewej. Podczas hospitalizacji pacjent przeszedł szczegółową diagnostykę, w której stwierdzono: zmiążdżenie lewej kończyny dolnej z otwartym złamaniem goleni w 1/3 długości, zwłknięcie lewego stawu skokowego, uszkodzenie ścięgna Achillesa i tętnicy piszczelowej tylnej. Pacjent przeszedł zabiegi rekonstrukcyjne powstałych urazów. Po 3 dniach hospitalizacji dokonano amputacji kończyny dolnej lewej w 1/3 długości,

gdyż istniało zagrożenie zakażeniem uogólnionym organizmu – posocznicą. Siedem dni po zabiegu odbyła się reamputacja, a po kolejnych 9 dniach oczyszczono kikut z tkanki martwiczej. Potwierdzono zakażenie pałeczką ropy błękitnej. Mężczyzna został zakwalifikowany do zabiegu nekrektomii oraz setonowania rany, a w perspektywie zamknięcia kikuta. Został skierowany na 30 zabiegów w komorze hiperbarycznej z powodu zmian zapalnych i martwiczych. Po zaledwie trzech zabiegach była widoczna poprawa w procesie gojenia się rany. Po półrocznej przerwie z rany ponownie zaczęła wydobywać się krew oraz pojawiły się dolegliwości bólowe kikuta. U pacjenta wykonano wiele badań podstawowych i specjalistycznych, które nie ujawniły powodu powstania bólu. Został ponownie skierowany na 30 zabiegów w komorze hiperbarycznej z rozpoznaną ropowicą. Po zakończeniu terapii rana zabiłżniła się, lecz pacjent nadal odczuwał dolegliwości bólowe. W badaniu obrazowym RTG kikuta uwidoczniiono nić chirurgiczną, będącą przyczyną dolegliwości bólowych, które ustąpiły po jej usunięciu.

Oprócz zastosowania terapii tlenem hiperbarycznym w przypadku trudno gojących się ran jest także wiele doniesień naukowych potwierdzających zasadność zastosowania tej terapii jako metody leczenia nagłej głuchoty idiopatycznej [11-14].

Terapia hiperbaryczna to także jedna z rekomendowanych terapii leczniczych w zatruciu tlenkiem węgla. Dwa lata temu została opublikowana praca w której przeprowadzono dziesięcioletnią analizę pacjentów leczonych tlenem hiperbarycznym w ośrodku w Gdyni. Wyniki były bardzo optymistyczne [15].

Reasumując, niniejszą analizę przypadku pacjenta z urazem w wyniku wypadku komunikacyjnego oraz innych pacjentów opisanych w piśmiennictwie [4-6] łączyło jedno – powikłanie związane z infekcją rany, które nie pozwalało na pełne zabiłżnienie się miejsca, w którym wykonywany był zabieg operacyjny.

Terapia hiperbaryczna jako metoda leczenia trudno gojących się ran znalazła zastosowanie u omówionych pacjentów. Po zakończeniu leczenia tlenem pod zwiększonym ciśnieniem, u wyżej opisanych, rany były w pełni zabiłżnione. U nikogo nie zauważono również żadnych działań niepożądanych w trakcie

trwania terapii.

Bardzo ważnym aspektem w przypadku stosowania zabiegów w komorze hiperbarycznej jest czas, który upłynął od wystąpienia urazu. Im szybciej pacjent zostanie poddany terapii, tym rokowanie jest lepsze [6]. W przypadku omawianych pacjentów zabiegi przyspieszyły proces gojenia się ran oraz poprawiły ich stan psychiczny. Obiecujące są dane płynące z publikacji Millar IL i wsp., gdzie zastosowano terapię hiperbaryczną w celu zmniejszenia ogólnoustrojowych powikłań urazu i stosowano ją już po pierwszym zabiegu chirurgicznym oraz później jako interwały do ostatecznego zamknięcia rany [16].

Wnioski

Terapia hiperbaryczna może być metodą leczenia trudno gojących się ran do których doszło w wyniku wypadków komunikacyjnych. Do rozważenia pozostaje szybsze wdrożenie leczenia w komorze hiperbarycznej (jako formy profilaktyki czy też terapii pomocniczej w leczeniu trudno gojących się ran). Umożliwia to szybszy powrót do odzyskania sprawności fizycznej osoby poszkodowanej oraz poprawy samopoczucia, które w przypadku opisywanych pacjentów na pewno pomogło w procesie rekonwalescencji.

Konflikt interesów / Conflict of interest

Brak/None

ORCID

Krystyna Frydrysiak 0000-0002-9963-0074

Kacper Wojtczyk 0000-0003-2564-1309

Łukasz Kikowski 0000-0002-5745-4906

Małgorzata Grześkowiak 0000-0003-4215-8730

Adres do korespondencji / Correspondence address

✉ Krystyna Frydrysiak

Zakład Medycyny Ratunkowej i Medycyny Katastrof
Uniwersytet Medyczny w Łodzi

ul. Pomorska 251, 92-213 Łódź

☎ (+48) 504 086 778

✉ krystyna.frydrysiak@umed.lodz.pl

Piśmiennictwo/References

1. Sieroń A, Cieślak G. Zarzys medycyny hiperbarycznej. Alfa Medica Press. 2007;15-25,43-44,117-125,133-139,166-170,186-196,226-248.
2. Paprocki J, Gackowska M, Pawłowska M, et al. Woźniak A. Aktualne zastosowanie hiperbarii tlenowej. Med Rodz. 2016;19(4):217-22.
3. Ponikowska I. Encyklopedia Balneologii i medycyny fizykalnej oraz bioklimatologii, balneochemii i geologii uzdrowiskowej. Aluna. 2015;75.
4. Bryndza M, Filip G, Bartuś K, et al. Terapia tlenem hiperbarycznym w leczeniu trudno gojącej się rany po operacji kardiochirurgicznej u pacjentki z wrodzonym defektem tkanki łącznej – opis przypadku. Pol Hyp Res. 2017;4(61):27-32.
5. Grobelska K, Zieliński E, Siermontowski P. Zastosowanie tlenoterapii hiperbarycznej w leczeniu trudno gojącej się rany po amputacji urazowej u żołnierza z Afganistanu – opis przypadku. Lek Wojsk. 2016;3(94):258-61.
6. Zagózda E, Frydrysiak K, Kikowski Ł. Application of hyperbaric therapy following traumatic amputation. Case report. Acta Balneol. 2021;63,2(164):5-9.
7. Cwajda-Białasik J, Mościcka P, Szewczyk M. Wybrane metody leczenia ran przewlekłych. Pielęgniarstwo Chirurgiczne i Angiologiczne. 2019;1:1-11.
8. Baynosa RC, Zamboni WA. Przeszczepy skóry i płaty skórne zagrożone martwicą w Polskie Towarzystwo Medycyny Ratunkowej: Wskazania do terapii tlenem hiperbarycznym. Weaver LK. Wrocław 2019;77-86.
9. Strauss MB. Urazy zmiążdżeniowe i zespoły ciasnoty przedziałów powięziowych in Polskie Towarzystwo Medycyny Ratunkowej: Wskazania do terapii tlenem hiperbarycznym. Weaver LK. Wrocław 2019;89-98.
10. Hart BB. Zapalenie kości i szpiku odporne na leczenie in Polskie Towarzystwo Medycyny Ratunkowej: Wskazania do terapii tlenem hiperbarycznym. Weaver LK. Wrocław 2019;151-66.
11. Jadczyk M, Rapiejko P, Kantor I, et al. Ocena wyników leczenia nagłej głuchoty idiopatycznej z zastosowaniem terapii tlenem hiperbarycznym. Otolaryngol. 2007;61(5):887-91.
12. Zielińska-Bliźniewska H, Paprocka M, Urbaniak J, et al. Zastosowanie tlenu hiperbarycznego w leczeniu nagłej głuchoty idiopatycznej. Acta Balneol. 2015;57(4):260-264.
13. Tworus R, Kosińska P, Ilnicki S. Efekty zastosowania hiperbarycznej terapii tlenowej u weterana PKW Irak z urazem akustycznym, mTBI i objawami PTSD – opis przypadku. Lek Wojsk. 2014;92(4):421-4.
14. Senderowicz S, Frydrysiak K, Kikowski Ł. Zastosowanie terapii hiperbarycznej w następstwie urazu akustycznego – opis przypadku. Acta Balneol. 2020;62, 3(161):145-9.
15. Góralczyk P, Kot J, Lizak E, Lenkiewicz E. Dziesięcioletnia analiza pacjentów leczonych tlenem hiperbarycznym w KMHIRM UCMMIT w Gdyni. Anestezjologia i Ratownictwo 2021;15:10-23.
16. Millar IL, McGinnes RA, Williamson O, Lind F, Åke Jansson K, Hajek M, Smart D, Fernandes T, Miller R, Myles P, Cameron P. Hyperbaric Oxygen in Lower Limb Trauma (HOLLT); protocol for a randomised controlled trial. BMJ Open 2015;5:e008381. doi:10.1136/bmjopen-2015-008381.