

Agnieszka Grabińska¹, Łukasz Michalczyk², Tomasz Żąbkowski¹,
Anna Grabińska³, Andrzej Kwiatkowski⁴, Tomasz Syryło¹

Otrzymano: 08.01.2021
Zaakceptowano: 18.06.2021
Opublikowano: 30.09.2021

Wpływ tlenoterapii hiperbarycznej na szybkość gojenia ran w zgorzeli Fourniera

The impact of hyperbaric oxygen therapy on the rate of wound healing in Fournier's gangrene

¹ Klinika Urologii Ogólnej, Czynnościowej i Onkologicznej, Wojskowy Instytut Medyczny, Warszawa, Polska

² Oddział Urologii i Urologii Onkologicznej, Szpital Praski, Warszawa, Polska

³ Medycyna Estetyczna dla Lekarzy, Górnośląska Wyższa Szkoła Handlowa im. Wojciecha Korfa, Katowice, Polska

⁴ Klinika Chirurgii Ogólnej, Onkologicznej, Metabolicznej i Torakochirurgii, Wojskowy Instytut Medyczny, Warszawa, Polska

Adres do korespondencji: Agnieszka Grabińska, Klinika Urologii Ogólnej, Czynnościowej i Onkologicznej, Wojskowy Instytut Medyczny, ul. Szaserów 128, 04-141 Warszawa, e-mail: urodent@wp.pl

Streszczenie

Cel: Celem badania było określenie wpływu tlenoterapii hiperbarycznej na proces gojenia ran w zgorzeli Fourniera. **Materiał i metoda:** Badania przeprowadzono, poddając analizie retrospektywnej przypadki 13 chorych, których leczono z powodu zgorzeli Fourniera w Wojskowym Instytucie Medycznym w okresie od października 2017 do listopada 2020 roku. Badaną grupę stanowiły wyłącznie osoby płci męskiej ($n = 13$) w wieku 24–83 lat. Wyodrębniono 2 podgrupy: grupa 1 – 8 pacjentów, u których zastosowano tlenoterapię hiperbaryczną jako leczenie wspomagające, grupa 2 – 5 pacjentów, u których ta terapia nie została zastosowana. **Wyniki:** W grupie 1 (62% grupy badanej) u 8 z 13 pacjentów zastosowano tlenoterapię hiperbaryczną jako leczenie wspomagające gojenie ran w zespole Fourniera. W grupie tej stwierdzono zdecydowane przyspieszenie tego procesu i skrócenie czasu trwania hospitalizacji (średnio 29 dni). W grupie 2 (38% grupy badanej) u 5 z 13 pacjentów czas trwania hospitalizacji był dłuższy i wynosił średnio 51 dni. Zarówno w grupie 1, jak i w grupie 2 nie odnotowano przypadków śmiertelnych. **Wnioski:** Uzyskane wyniki badań wykazują, że tlenoterapia hiperbaryczna wpływa korzystnie na szybkość gojenia ran w zgorzeli Fourniera, powoduje znaczne skrócenie czasu hospitalizacji chorych, a także zmniejszenie liczby wykonywanych procedur chirurgicznych.

Słowa kluczowe: zgorzel Fourniera, tlenoterapia hiperbaryczna, leczenie

Abstract

Aim: The aim of the study was to assess the impact of hyperbaric oxygen therapy on the rate of wound healing in Fournier's gangrene. **Materials and methods:** This was a retrospective analysis of 13 patients treated for Fournier's gangrene at the Military Institute of Medicine from October 2017 to November 2020. The study group consisted of males ($n = 13$) aged 24 to 83 years. Two groups of patients were distinguished: group 1 – patients who underwent hyperbaric oxygen therapy as an adjuvant treatment, group 2 – patients who did not undergo hyperbaric oxygen therapy. **Results:** In the first group, hyperbaric oxygen therapy was used as an adjuvant treatment of wound healing in 8/13 patients (62%) with Fournier's gangrene. In this group, significant acceleration of this process and shorter hospital stay were observed (mean = 29 days). In the second group, the hospitalisation time was significantly longer (mean = 51 days) in 5 out of 13 patients (38%). There were no deaths in either group 1 or group 2. **Conclusions:** Hyperbaric oxygen therapy is an effective adjuvant therapy in the treatment of Fournier's gangrene. It has an impact on the rate of wound healing and shorter hospitalisation time.

Keywords: Fournier's gangrene, hyperbaric oxygen therapy, treatment

WSTĘP

Zgorzel Fourniera (*Fournier gangrene*, FG) to agresywna i często śmiertelna choroba wywołana przez wiele drobnoustrojów, obejmująca tkanki miękkie krocza, odbytnicy i zewnętrznych narządów płciowych. Stanowi rodzaj martwiczego zapalenia powięzi. Po raz pierwszy opisał ją Jean Alfred Fournier, który przedstawił 5 przypadków FG u młodych mężczyzn. Choroba ta może wystąpić w każdym wieku, przy czym jest dziesięć razy częstsza u mężczyzn niż u kobiet⁽¹⁾. Zwykle powoduje bolesny obrzęk moszny lub krocza z posocznicą. W badaniu przedmiotowym widoczne są niewielkie obszary martwiczej skóry z rumieniem i obrzękiem. W bardziej zaawansowanym stadium choroby pojawia się cuchnąca, ropna wydzielina (ryc. 1).

Częstymi objawami ogólnoustrojowymi FG są gorączka, dreszcze, tachykardia i złe samopoczucie⁽²⁾. Śmiertelność zwiększają czynniki ryzyka, takie jak: immunosupresja, cukrzyca, alkoholizm, miażdżyca, niedożywienie, niedawne operacje cewki moczowej lub krocza, zakażenie ludzkim wirusem niedoboru odporności (*human immunodeficiency virus*, HIV), choroby wątroby, białaczka i otyłość⁽³⁾. Podstępny początek choroby występuje w 40% przypadków i obejmuje niewielkie dolegliwości bólowe w obrębie moszny, krocza i odbytu. Często jest ignorowany przez pacjentów i dlatego powoduje opóźnienie leczenia. Zgorzel Fourniera może być spowodowana urazem, ukąszeniem owada lub niebezpiecznymi praktykami seksualnymi⁽⁴⁾. Tomografia komputerowa (*computed tomography*, CT) lub rezonans magnetyczny (*magnetic resonance imaging*, MRI) mogą być pomocne w ocenie stopnia zajęcia odbytnicy, krocza i moszny⁽⁴⁾. Stopień martwicy wewnętrznej jest zwykle wyższy, niż wskazują na to objawy zewnętrzne. Chirurgiczne oczyszczenie rany powinno się przeprowadzić w ciągu 24 godzin, ponieważ opóźnienie zabiegu zwiększa ryzyko zgonu (ryc. 2)⁽⁵⁾. Zaleca się natychmiastowe rozpoczęcie empirycznej antybiotykoterapii o szerokim spektrum działania. Sugerowany schemat obejmuje zwykle wankomycynę albo linezolid i piperacylinę z tazobaktamem, ewentualnie karbapenemy lub ceftriakson i metronidazol⁽⁶⁾.

Tlenoterapia hiperbaryczna (*hyperbaric oxygen therapy*, HBOT) jest metodą stosowaną coraz częściej w leczeniu



Ryc. 1. Zmiana martwicza skóry prącia i moszny z obrzękiem tkanki podskórnej

ciężkich zakażeń tkanek miękkich, szczególnie FG. Polega ona na ekspozycji chorego na podwyższone ciśnienie otoczenia podczas oddychania 100-procentowym tlenem. W warunkach HBOT tlen jest transportowany do komórek zarówno przez utlenowanie hemoglobiny, jak i w osoczu krwi. Dane badawcze wykazują, że 1 l surowicy krwi dostarcza 3 ml rozpuszczonego fizycznie tlenu. Oddychanie 100-procentowym tlenem w warunkach normobarii zapewnia wysycenie krwi tlenem na poziomie 20 ml/l⁽⁷⁾. Uważa się, że fizjologicznymi efektami HBOT są zwiększona zdolność leukocytów do neutralizacji bakterii tlenowych, stymulacja tworzenia kolagenu i zwiększone stężenie dysmutazy ponadtlenkowej, co skutkuje lepszą vitalnością tkanek. Zastosowanie HBOT ma charakter wspomagający główne składowe leczenie, tj. interwencję chirurgiczną oraz szeroko-spektralną antybiotykoterapię^(5,8).

Interdyscyplinarne leczenie FG polega na połączeniu interwencji chirurgicznej i urologicznej, antybiotykoterapii, zastosowania opatrunku podciśnieniowego typu VAC, HBOT oraz plastycznych zabiegów rekonstrukcyjnych (ryc. 3).

CEL PRACY

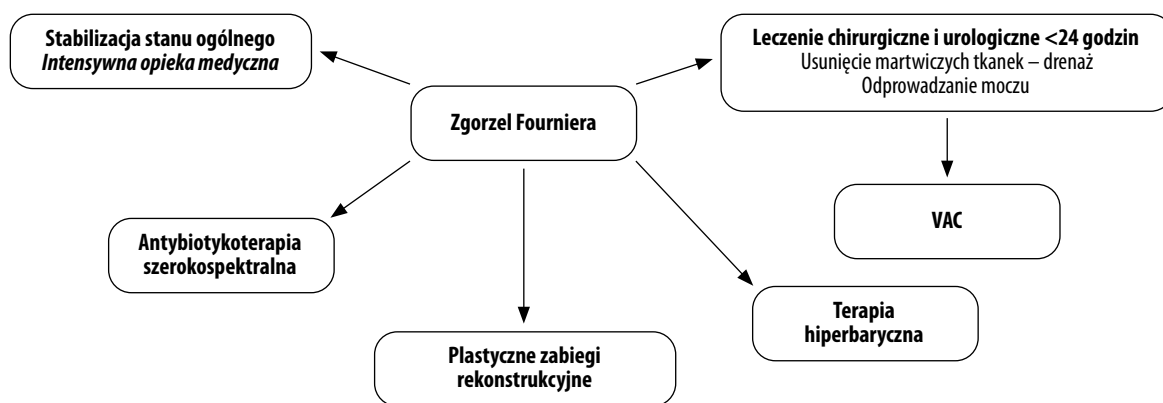
Celem badania było określenie wpływu tlenoterapii hiperbarycznej na szybkość gojenia ran w FG.

MATERIAŁ I METODA

Badanie przeprowadzono, poddając analizie retrospektywnej przypadki 13 pacjentów, których leczono z powodu FG



Ryc. 2. Szerokie wycięcie tkanek martwiczych podbrzusza, krocza, moszny i pośládka



Ryc. 3. Interdyscyplinarne leczenie FG⁽⁹⁾ (modyfikacja autorów)

w Wojskowym Instytucie Medycznym w okresie od października 2017 do listopada 2020 roku. Badanie uzyskało zgodę Komisji Bioetycznej Wojskowego Instytutu Medycznego. Badaną grupę stanowiły wyłącznie osoby płci męskiej ($n = 13$) w wieku 24–83 lat (tab. 1). Wyodrębniono 2 grupy pacjentów: grupa 1 – pacjenci, u których zastosowano HBOT jako leczenie wspomagające, grupa 2 – pacjenci, u których ta terapia nie została zastosowana. Zabiegi z wykorzystaniem HBOT wykonywano na Oddziale Klinicznym Medycyny Hiperbarycznej Wojskowego Instytutu Medycznego w Warszawie. W trakcie standardowego protokołu leczniczego w komorze hiperbarycznej wykorzystuje się czysty tlen pod ciśnieniem 2,5 atmosfery absolutnej (*atmosphere absolute*, ATA). Standardowa HBOT obejmuje 3 cykle oddychania tlenem hiperbarycznym. Każdy cykl trwa 20 minut, a pomiędzy cyklami stosuje się 5-minutowe przerwy, podczas których pacjent oddycha powietrzem. Ponadto w skład zabiegu wchodzi 2 okresy kompresji oraz dekompresji, z których każdy trwa po 10 minut, odpowiednio na początku i na końcu zabiegu. W tych okresach pacjenci także oddychają powietrzem⁽¹⁰⁾.

Kryteria włączenia do badania stanowiły rozpoznanie FG, czyli martwiczego zakażenia tkanek miękkich, oraz wiek >18 lat. Kryteriami wyłączenia z badania były brak spełnienia kryterium włączenia oraz przeciwwskazania do HBOT.

Analizowano takie parametry, jak: płeć, wiek, choroby współistniejące, wyniki badań laboratoryjnych wykonanych niezwłocznie po przyjęciu do szpitala – stężenie białka C-reaktywnego (*C-reactive protein*, CRP), liczba leukocytów (*white blood cells*, WBC), hematokryt (*haematocrit*, HCT), liczba płytek krwi (*platelets*, PLT), stężenia sodu, potasu, kreatyniny, prokalcytoniny, wartość międzynarodowego współczynnika znormalizowanego (*international normalised ratio*, INR), posiew materiału ze zgorzeli, zastosowana antybiotykoterapia, długość czasu trwania hospitalizacji, liczba wykonanych interwencji chirurgicznych oraz liczba zabiegów HBOT.

Ponadto przeprowadzono analizy porównawcze 2 grup pacjentów z uwzględnieniem wpływu HBOT na szybkość gojenia ran w FG.

Lp.	Hiperbaria	Wiek [lata]	CRP [mg/dl]	WBC [$\times 10^9/l$]	HCT [%]	PLT [$\times 10^9/l$]	Sód [mmol/l]	Potas [mmol/l]	Kreatynina [mg/dl]	Prokalcytonina [ng/ml]	INR
1	Tak	50	399,6	28,2	36,8	170	139,2	3,87	1,33	–	1,06
2	Tak	60	61,4	13,11	42,0	289	137	5,0	4,3	8,53	1,31
3	Tak	24	46,6	7,11	43,0	280	133	3,9	1,9	85,92	1,35
4	Tak	66	25,2	4,56	35,0	–	134	3,7	1,4	–	–
5	Tak	69	166,4	13,69	36,7	–	141,4	3,1	1,0	0,88	1,36
6	Tak	83	320,0	29,2	39,8	177	137	5,5	4,75	340,60	1,77
7	Tak	43	13,4	8,76	24,0	378	134	4,6	0,8	–	1,26
8	Tak	34	–	6,68	31,0	405	133	4,4	0,4	–	1,39
9	Nie	73	38,1	20,50	34,0	119	138	4,7	1,6	21,10	1,54
10	Nie	31	4,22	10,05	38,0	293	142	4,5	0,8	–	0,95
11	Nie	42	0,1	10,12	38,0	244	143	4,7	1,3	–	1,01
12	Nie	43	15,7	19,98	25,0	594	137	3,0	1,1	0,60	1,95
13	Nie	55	23,1	16,65	35,0	378	116	7,3	1,2	1,16	1,12

CRP – *C-reactive protein*, stężenie białka C-reaktywnego; WBC – *white blood cells*, liczba leukocytów; HCT – *haematocrit*, hematokryt; PLT – *platelets*, liczba płytek krwi; INR – *international normalised ratio*, międzynarodowy współczynnik znormalizowany.

Tab. 1. Dane demograficzne oraz wyniki laboratoryjne pacjentów przed zastosowaniem leczeniem z uwzględnieniem podziału na grupę 1 (HBOT; kolor niebieski) i grupę 2 (bez HBOT; kolor szary)

Lp.	Hiperbaria [liczba zabiegów]	Czas hospitalizacji [dni]	Antybiotykoterapia [dni]	Liczba zabiegów chirurgicznych
1	2	22	11	2
2	2	46	22	3
3	2	25	12	2
4	6	7	7	2
5	2	29	15	1
6	2	60	31	1
7	19	26	17	1
8	3	22	13	2
9	0	55	22	2
10	0	23	14	2
11	0	7	7	4
12	0	64	32	3
13	0	106	33	6

Tab. 2. Analiza obu grup pod względem czasu trwania hospitalizacji, antybiotykoterapii oraz liczby zabiegów chirurgicznych

WYNIKI

W grupie 1, obejmującej 8 pacjentów (62% badanej grupy), zastosowano HBOT jako leczenie wspomagające gojenie ran w FG. W grupie tej stwierdzono zdecydowane przyspieszenie tego procesu i skrócenie czasu trwania hospitalizacji (7–60 dni, średnio 29 dni). Średnia wieku pacjentów w tej grupie wynosiła 54 lata. Wyniki badań laboratoryjnych były następujące: CRP 13,4–399,6 mg/dl (norma: 0–0,8 mg/dl; średnia: 147,0 mg/dl), WBC 4,56–29,2 × 10⁹/l (średnia: 14,0 × 10⁹/l), HCT 24,0–43,0% (średnia: 36,0%), PLT 170,0–405,0 × 10⁹/l (średnia: 283,2 × 10⁹/l), sód 133,0–141,4 mmol/l (średnia: 136,0 mmol/l), potas 3,1–5,5 mmol/l (średnia: 4,0 mmol/l), kreatynina 0,4–4,75 mg/dl (średnia: 2,0 mg/dl), prokalcytonina 0,88–340,6 ng/ml (średnia: 109,0 ng/ml), INR 1,06–1,77 (średnia: 1,0).

W grupie 2, obejmującej 5 pacjentów (38% badanej grupy), czas trwania hospitalizacji był dłuższy i wynosił 7–106 dni (średnio 51 dni). Średnia wieku pacjentów wynosiła 49 lat. Wyniki badań laboratoryjnych były następujące: CRP 0,1–38,1 mg/dl (norma: 0–0,8 mg/dl; średnia: 16,0 mg/dl), WBC 16,65–20,5 × 10⁹/l (średnia: 16,0 × 10⁹/l), HCT 25,0–38,0% (średnia: 34,0%), PLT 119,0–594,0 × 10⁹/l (średnia: 326,0 × 10⁹/l), sód 116,0–143,0 mmol/l (średnia: 135,0 mmol/l), potas 3,0–7,3 mmol/l (średnia: 5,0 mmol/l), kreatynina 0,8–1,6 mg/dl (średnia: 1,2 mg/dl), prokalcytonina 0,6–21,1 ng/ml (średnia: 7,62 ng/ml), INR 0,95–1,95 (średnia: 1,4) (tab. 1).

W żadnej grupie nie odnotowano przypadków śmiertelnych. 2 pacjentów, po 1 w każdej grupie, chorowało na cukrzycę. U 4 osób odnotowano wywiad choroby nowotworowej, po 2 osoby w każdej grupie.

W posiewach materiału ze zgorzeli w grupie 1 wykrywano bakterie: *Escherichia coli* u 4 osób, *Pseudomonas aeruginosa* u 2 osób i *Enterococcus faecalis* u 2 osób. Natomiast w grupie 2 wykryto *Escherichia coli* u 1 osoby, *Enterococcus faecalis* u 1 osoby i *Pseudomonas aeruginosa* u 3 osób. Antybiotykoterapia celowana obejmowała w szczególności zastosowanie metronidazolu, wankomycyny, klindamycyny, karbapenemów, piperacyliny z tazobaktamem lub linezolidu.

Nie odnotowano korelacji pomiędzy skutecznością HBOT a typem wykrytego szczepu bakteryjnego, jak również pomiędzy skutecznością HBOT a rodzajem zastosowanego antybiotyku. W badanej grupie wykonano 1–6 zabiegów chirurgicznych (średnio 2 zabiegi w grupie 1 i 3 zabiegi w grupie 2). Czas trwania antybiotykoterapii wynosił 7–33 dni (średnio: 16 dni w grupie 1 i 22 dni w grupie 2). Ponadto w grupie 1 wykonano 2–19 zabiegów HBOT (średnio 5 zabiegów) (tab. 2).

OMÓWIENIE

Zgorzel Fourniera jest rzadką chorobą o ciężkim przebiegu; pomimo postępów w zrozumieniu jej etiologii i patofizjologii śmiertelność w przypadku FG pozostaje wysoka i waha się w zakresie 3–45%⁽¹¹⁾. Odpowiednio szybko podjęta HBOT stanowi element efektywnego leczenia w ciężkich stanach chorobowych. Ponadto kluczowe znaczenie ma natychmiastowy transport pacjenta do specjalistycznego ośrodka, optymalnie w ciągu 3–5 godzin od wystąpienia początkowych objawów⁽¹²⁾. Do wystąpienia FG predysponuje wiele stanów, takich jak: cukrzyca, alkoholizm, niedobór odporności, urazy i infekcje układu moczowo-płciowego^(12,13). Przegląd literatury z lat 1980–2017, obejmujący prospektywne i retrospektywne randomizowane badania kliniczne, wykazał śmiertelność w FG na poziomie 5–10%^(14–16). Wyższe ryzyko śmiertelności koreluje z zaawansowanym wiekiem, otyłością i cukrzycą⁽¹⁷⁾. W badanej grupie 2 pacjentów, po 1 w każdej podgrupie, chorowało na cukrzycę. U 4 osób odnotowano wywiad choroby nowotworowej; mimo to nie stwierdzono przypadków śmiertelnych.

Lauerman i wsp. przeprowadzili retrospektywne badanie dotyczące czasu trwania antybiotykoterapii i wyników leczenia FG. Autorzy nie stwierdzili istotnej różnicy w śmiertelności u chorych, którym podawano antybiotyki pozajelitowo przez ≤10 dni ($n = 80$), w porównaniu z chorymi, którym podawano antybiotyki pozajelitowo >10 dni ($n = 88$)⁽¹⁸⁾. Przegląd piśmiennictwa dotyczącego zamykania rany wykazał, że pierwotne lub wtórne zamknięcie rany jest zalecane, gdy ubytek moszny nie przekracza 50%, a przeszczep płata lub skóry jest

konieczny w przypadku ubytków moszny większych niż 50% lub rozciągających się poza mosznę⁽¹⁹⁾.

W grupie badanej przez autorów niniejszej pracy odnotowano krótszy czas trwania antybiotykoterapii w grupie 1, w której stosowano HBOT (średnio 16 dni), niż w grupie 2, w której nie stosowano HBOT (średnio 22 dni).

Li i wsp. wykazali korzystny aspekt stosowania HBOT u 16 pacjentów w porównaniu z 12 pacjentami, u których ta terapia nie była stosowana: u tych chorych zaobserwowano również zmniejszoną śmiertelność i potrzebę wykonania mniejszej liczby zabiegów chirurgicznych⁽¹⁹⁾.

Anheuser i wsp. przeprowadzili wielośrodkowe badanie retrospektywne obejmujące grupę 62 chorych z FG. U 17 osób zastosowano HBOT i wykazano brak przypadków śmiertelnych. U 45 osób nie zastosowano HBOT, wykazano natomiast śmiertelność na poziomie 4,5%⁽²⁰⁾. Tym samym można podkreślić zasadność zastosowania HBOT w leczeniu FG.

Creta i wsp. również wykazali, że HBOT zarówno przyczynia się do szybszego gojenia ran, jak i zwiększa stopień przeżycia chorych z FG. W grupie osób, u których zastosowano HBOT, nie odnotowano przypadków śmiertelnych, natomiast w grupie niepoddanej HBOT śmiertelność wynosiła 33,3%⁽²¹⁾.

W obecnej sytuacji epidemiologicznej spowodowanej wybuchem pandemii COVID-19 zaleca się, aby każda medyczna placówka hiperbaryczna dokonała ponownej oceny ryzyka związanego z zastosowaniem HBOT w określonych wskazaniach jako rozszerzenia standardowej analizy ryzyka i zgodności z zaleceniami szpitala. W ciężkich przypadkach chorób bezpośrednio zagrażających życiu, które są wskazaniami do HBOT (np. zator gazowy, martwicze zakażenie tkanek miękkich, zgorzel gazowa, ciężkie zatrucie tlenkiem węgla) u pacjenta z potwierdzonym rozpoznaniem lub podejrzeniem COVID-19, HBOT należy przeprowadzić dopiero po dokładnej ocenie wszystkich zagrożeń związanych z chorobą pierwotną, chorob współistniejących, możliwości transportu, a także bezpiecznego prowadzenia sesji HBOT⁽²²⁾.

WNIOSKI

Tlenoterapia hiperbaryczna wpływa korzystnie na szybkość gojenia ran w FG, powoduje znaczne skrócenie czasu hospitalizacji chorych, a także zmniejszenie liczby wykonywanych procedur chirurgicznych.

Konflikt interesów

Autorzy deklarują brak konfliktu interesów. Autorzy nie zgłaszają żadnych finansowych ani osobistych powiązań z innymi osobami lub organizacjami, które mogłyby negatywnie wpłynąć na treść publikacji oraz rościć sobie prawo do tej publikacji.

Podziękowania

Autorzy składają serdeczne podziękowania osobom, które przyczyniły się do powstania artykułu lub udostępniły dane pacjentów. Podziękowania kierujemy do pracowników Oddziału Klinicznego Medycyny Hiperbarycznej Wojskowego Instytutu Medycznego w Warszawie.

Piśmiennictwo

- Hung MC, Chou CL, Cheng LC et al.: The role of hyperbaric oxygen therapy in treating extensive Fournier's gangrene. *Urol Sci* 2016; 27: 148–153.
- Singh A, Ahmed K, Aydin A et al.: Fournier's gangrene. A clinical review. *Arch Ital Urol Androl* 2016; 88: 157–164.
- Schneidewind L, Anheuser P, Schönburg S et al.: Hyperbaric oxygenation in the treatment of Fournier's gangrene: a systematic review. *Urol Int* 2021; 105: 247–256.
- Krishna Gowtham V, Vaishnavi A, Bhargav Narendra J: Case report on Fournier's gangrene. *World J Curr Med Pharm Res* 2020; 2: 191–193.
- Chennamsetty A, Khourdaji I, Burks F et al.: Contemporary diagnosis and management of Fournier's gangrene. *Ther Adv Urol* 2015; 7: 203–215.
- Stevens DL, Bisno AL, Chambers HF et al.: Infectious Diseases Society of America: Practice guidelines for the diagnosis and management of skin and soft tissue infections: 2014 update by the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis* 2014; 59: 147–159.
- Konturek S: Fizjologia człowieka. Podręcznik dla studentów medycyny. Elsevier Urban & Partner, Wrocław 2007.
- Wilkinson D, Doolette D: Hyperbaric oxygen treatment and survival from necrotizing soft tissue infection. *Arch Surg* 2004; 139: 1339–1345.
- Drewa T, Juszczak K (eds.): Urologia. Ilustrowany podręcznik dla studentów i stażystów. PZWL, 2018.
- Paprocki J, Gackowska M, Pawłowska M et al.: Aktualne zastosowanie hiperbarii tlenowej. *Med Rodz* 2016; 19: 217–222.
- Czymek R, Kujath P, Bruch HP et al.: Treatment, outcome and quality of life after Fournier's gangrene: a multicentre study. *Colorectal Dis* 2013; 15: 1529–1536.
- Sieroń A, Cieślak G, Kawecki M (eds.): Zarys medycyny hiperbarycznej. α-medica press, Bielsko-Biała 2006.
- Hong KS, Yi HJ, Lee RA et al.: Prognostic factors and treatment outcomes for patients with Fournier's gangrene: a retrospective study. *Int Wound J* 2017; 14: 1352–1358.
- Furr J, Watts T, Street R et al.: Contemporary trends in the inpatient management of Fournier's gangrene: predictors of length of stay and mortality based on population-based sample. *Urology* 2017; 102: 79–84.
- Kim SY, Dupree JM, Le BV et al.: A contemporary analysis of Fournier gangrene using the National Surgical Quality Improvement Program. *Urology* 2015; 85: 1052–1057.
- Sorensen MD, Krieger JN: Fournier's gangrene: epidemiology and outcomes in the general US population. *Urol Int* 2016; 97: 249–259.
- Roghamann F, von Bodman C, Löppenber B et al.: Is there a need for the Fournier's gangrene severity index? Comparison of scoring systems for outcome prediction in patients with Fournier's gangrene. *BJU Int* 2012; 110: 1359–1365.
- Lauerman MH, Kolesnik O, Sethuraman K et al.: Less is more? Antibiotic duration and outcomes in Fournier's gangrene. *J Trauma Acute Care Surg* 2017; 83: 443–448.
- Li C, Zhou X, Liu LF et al.: Hyperbaric oxygen therapy as an adjuvant therapy for comprehensive treatment of Fournier's gangrene. *Urol Int* 2015; 94: 453–458.
- Anheuser P, Mühlstädt S, Kranz J et al.: Significance of hyperbaric oxygenation in the treatment of Fournier's gangrene: a comparative study. *Urol Int* 2018; 101: 467–471.
- Creta M, Longo N, Arcaniolo D et al.: Hyperbaric oxygen therapy reduces mortality in patients with Fournier's gangrene. Results from a multi-institutional observational study. *Minerva Urol Nefrol* 2020; 72: 223–228.
- Kot J, Marroni A, Welslau W; European Committee for Hyperbaric Medicine: ECHM position on Hyperbaric Oxygen Therapy (HBOT) in multiplace hyperbaric chambers during coronavirus disease (COVID-19) outbreak. 2020. Available from: https://www.uhms.org/images/Safety-Articles/ECHM-position-on-HBOT-and-COVID-19-16th-March-2020_1.pdf [cited: 17 August 2021].