



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Nekrotizující infekce měkkých tkání a možnost hyperbarické léčby

Necrotizing Soft Tissue Infection and the Possibility of Hyperbaric Oxygen Treatment

Bakalářská práce

Studijní program: Zdravotnické záchranářství

Autor bakalářské práce: Anežka Turnovcová

Vedoucí bakalářské práce: MUDr. Tomáš Hyánek

Kladno 2023



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Turnovcová** Jméno: **Anežka** Osobní číslo: **499559**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Zdravotnické záchranářství**

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce:

Nekrotizující infekce měkkých tkání a možnosti hyperbarické léčby

Název bakalářské práce anglicky:

Necrotizing Soft Tissue Infection and the Possibility of Hyperbaric Oxygen Treatment

Pokyny pro vypracování:

Předmětem bakalářské práce bude zhodnocení léčby nekrotizujících infekcí měkkých tkání prostřednictvím hyperbarické komory. Teoretická část se bude zabývat charakteristikou nekrotizujících infekcí měkkých tkání, především její etiologií, klasifikací, diagnostikou a klinickými příznaky. Dále bude nastíněn princip hyperbarické kyslíkové terapie a její účinek na organismus. V praktické části budou prostřednictvím kvalitativního výzkumu rozebrány případové studie pacientů s nekrotizujícími infekcemi měkkých tkání, při nichž byla aplikována léčba hyperbarickou komorou. Budou zhodnoceny jednotlivé kroky procesu léčby a porovnány se současnými doporučenými postupy. Cílem práce bude komparace doporučených postupů léčby nekrotizujících infekcí měkkých tkání s možností léčby hyperbarickou komorou.

Seznam doporučené literatury:

- [1] HÁJEK, Michal a kol., Hyperbarická medicína, ed. 1., Praha: Mladá fronta, 2017, 456 s., ISBN 978-80-204-4235-2
- [2] HÁJEK Michal, KLUGAR Miloslav a CHMELÁŘ Dittmar, Význam hyperbarické medicíny a současná doporučení u vybraných akutních indikací v urgentní medicíně a intenzivní péči, Anesteziologie a intenzivní medicína, ročník 31, číslo 3, 2020, 106 - 113 s., ISSN: 1214-2158, DOI: 10.36290/aim.2020.024
- [3] KOBZOVÁ, Šárka a kol., Enzymová léčba infekcí kůže a měkkých tkání, Epidemiologie, mikrobiologie, imunologie, ročník 70, číslo 1, 2021, 52 - 61 s., ISSN: 1210-7913

Jméno a příjmení vedoucí(ho) bakalářské práce:

MUDr. Tomáš Hyánek

Jméno a příjmení konzultanta(ky) bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **14.02.2023**

Platnost zadání bakalářské práce: **20.09.2024**

doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
děkan

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Nekrotizující infekce měkkých tkání a možnost hyperbarické léčby vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Kladně dne 18.05.2023

.....
Anežka Turnovcová

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych ráda poděkoval svému vedoucímu práce panu MUDr. Tomáši Hyánkovi za trpělivost, podporu a jeho čas věnovaný konzultacím. Velký dík patří i Nemocnici Na Homolce v Praze za poskytnutí potřebných dokumentů k vypracování praktické části bakalářské práce. Nakonec bych ráda poděkovala svým přátelům a rodině, kteří mi byli velkou oporou po celou dobu studia.

ABSTRAKT

Nekrotizující infekce měkkých tkání jsou závažná a život ohrožující onemocnění, která při neposkytnutí rychlé a multioborové léčebné strategie mohou končit amputací končetiny či smrtí pacienta. Za vysoce efektivní adjuvantní léčebnou metodou je považována hyperbarická oxygenoterapie.

Teoretická část se zabývá charakteristikou, diagnostikou, klasifikací, etiologií a klinickými příznaky nekrotizujících infekcí měkkých tkání. Následně je popsán vývoj hyperbarické medicíny ve světě a aktuální postavení v České republice. Zmíněny jsou základní fyzikální a fyziologické aspekty této terapie, její indikace a vliv na organismus.

Praktická část je zpracována formou kazuistik pěti pacientů, kteří byli hospitalizováni na anesteziologicko-resuscitačním oddělení Nemocnice Na Homolce, kde podstupovali hyperbarickou oxygenoterapii. Aplikované postupy léčby byly porovnány s doporučenými a byl zhodnocen stav pacientů prostřednictvím vybraných zánětlivých markerů a katecholaminové podpory.

Klíčová slova

Nekrotizující infekce měkkých tkání; nekrotizující fasciitida; hyperbarická oxygenoterapie; hyperbarická medicína

ABSTRACT

Necrotizing soft tissue infections are severe and life-threatening diseases that, if not treated promptly with a multidisciplinary approach, can result in limb amputation or patient death. Hyperbaric oxygen therapy is considered a highly effective adjuvant treatment method.

The theoretical part deals with the characteristics, diagnosis, classification, etiology, and clinical symptoms of necrotizing soft tissue infections. The development of hyperbaric medicine worldwide and its current position in the Czech Republic are then described. Basic physical and physiological aspects of this therapy, its indications, and its effects on the body are mentioned.

The practical part is presented in the form of case studies of five patients who were hospitalized in the anesthesiology and resuscitation department of Na Homolce Hospital, where they underwent hyperbaric oxygen therapy. The applied treatment procedures were compared with recommended ones, and the patients' condition was evaluated through selected inflammatory markers and catecholamine support.

Keywords

Necrotizing soft tissue infections; necrotizing fasciitis; hyperbaric oxygen therapy; hyperbaric medicine

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Cíle práce.....	10
3	Přehled současného stavu.....	11
3.1	Nekrotizující infekce měkkých tkání.....	11
3.1.1	Klasifikace nekrotizujících infekcí měkkých tkání.....	11
3.1.2	Etiologie nekrotizujících infekcí měkkých tkání.....	12
3.1.3	Diagnostika nekrotizujících infekcí měkkých tkání.....	15
3.1.4	Jednotlivá onemocnění.....	16
3.2	Léčba nekrotizujících infekcí měkkých tkání.....	18
3.2.1	Doplňkové léčby nekrotizujících infekcí měkkých tkání.....	20
3.3	Historie hyperbarické medicíny.....	20
3.4	Vývoj a aktuální situace hyperbarické medicíny v České republice ..	21
3.5	Fyzikální aspekty v hyperbarickém prostředí.....	23
3.6	Vliv hyperbarického prostředí na organismus.....	24
3.6.1	Kardiovaskulární systém.....	24
3.6.2	Mikrocirkulace.....	25
3.6.3	Nervový systém.....	25
3.6.4	Respirační systém.....	25
3.7	Indikace k léčbě hyperbarickou oxygenoterapií.....	26
3.7.1	Intoxikace oxidem uhelnatým.....	26
3.7.2	Anaerobní a smíšené infekce měkkých tkání.....	27
3.7.3	Popáleniny.....	27
3.8	Kontraindikace k hyperbarické oxygenoterapii.....	28

3.9	Toxicita kyslíku.....	28
4	Metodika.....	31
5	Výsledky.....	32
5.1	Kazuistika č.1.....	32
5.2	Kazuistika č.2	34
5.3	Kazuistika č. 3.....	38
5.4	Kazuistika č.4.....	43
5.5	Kazuistika č. 5.....	47
5.6	Grafy shrnující kazuistiky a vybrané hodnoty.....	51
6	Diskuze	52
7	Závěr	57
8	Seznam použitých zkratk.....	58
9	Seznam použité literatury	60
10	Seznam použitých obrázků	65
11	seznam použitých grafů.....	66
12	Seznam použitých tabulek.....	67
13	Seznam Příloh.....	68

1 ÚVOD

Komplikované nekrotizující infekce měkkých tkání jsou závažná a život ohrožující onemocnění, která postihují tkáně v oblasti kůže, podkožní tkáně, svalů a dalších měkkých tkání v těle. Tyto infekce jsou charakterizovány rychlou a agresivní progresí, což se vyznačuje rychlým šířením a poškozením okolní tkáně. Včasná diagnóza a léčba jsou klíčové pro úspěšné zvládnutí pacientova stavu a prevenci rozvoje komplikací.

Léčba nekrotizujících infekcí měkkých tkání vyžaduje včasný a multioborový přístup. Zcela zásadní je chirurgická terapie, která zajišťuje odstranění poškozené tkáně, a antibiotická terapie, díky níž dochází k inhibici růstu mikroorganismů nebo je usmrcují. Jako efektivní adjuvantní léčba u tohoto onemocnění se jeví hyperbarická oxygenoterapie, která disponuje velkým množstvím pozitivních účinků na lidský organismus.

Tato práce bude zaměřena na charakteristiku, diagnostiku a léčbu nekrotizujících infekcí a postavení hyperbarické medicíny v České republice. Následně bude zpracováno pět případových studií, které budou zaměřeny na postup léčby těchto závažných infekcí a vyvíjející se stav pacienta prostřednictvím vybraných zánětlivých markerů a oběhové podpory. Zaměření bude především na hyperbarickou oxygenoterapii, která bude porovnána s doporučenými postupy, a stav pacienta po ukončení této léčebné metody.

2 CÍLE PRÁCE

Cílem této bakalářské práce je porovnat léčbu pacientů s nekrotizující infekcí měkkých tkání léčených adjuvantní metodou hyperbarickou oxygenoterapií s doporučenými postupy a posoudit jejich stav po ukončení této léčebné metody prostřednictvím vybraných zánětlivých markerů a podpory katecholaminy.

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

3.1 Nekrotizující infekce měkkých tkání

Nekrotizující infekce měkkých tkání (NSTI) jsou závažné, život ohrožující onemocnění, s kterými se lékaři nesetkávají běžně. Postihují především dermis a epidermis, ale zasahují i do hlubších vrstev tukové tkáně, fascií nebo svalů. Může postihovat jak mladé a zdravé lidi bez predisponujících faktorů, tak lidi starší a polymorbidní. Neprokázala se ani souvislost s věkem či pohlavím. NSTI jsou charakterizovány velmi rychlou progresí se značnou destrukcí tkáně. Pacienty ohrožují ztrátou končetiny, rozvojem těžké sepse a septickým šokem, což může vést až ke smrti (Ulrych 2020; Hakkarainen et al. 2014).

Obecně se tyto infekce vyznačují přítomností nekróz, výrazným rizikem ztráty končetiny, možným výskytem plynů tvořících infekci, systémovými projevy rozvíjející sepse. Lokálním klinickým nálezem může zpočátku připomínat prostou flegmónu bez nekróz s fulminantním průběhem. Při těchto závažných infekcích se laboratorně vyšetřují markery, které alespoň částečně vypovídají o přítomnosti a aktivitě zánětu, ale i o závažnosti stavu. Mimo hodnocení CRP a počtu leukocytů se přihlíží i na hladinu hemoglobinu, natria, kreatininu, glukózy, albuminu nebo laktátu, který může být markerem nekrotizující fasciitidy. Doporučuje se monitorovat i hladiny prokalcitoninu (PCT), myoglobinu a eventuálně kreatinofosfokinázy (Gürlich et al. 2016).

3.1.1 Klasifikace nekrotizujících infekcí měkkých tkání

NSTI se řadí do velké skupiny chirurgických infekcí kůže a měkkých tkání, v rámci nichž bylo vytvořeno mnoho klasifikačních schémat založených na anatomické lokalizaci, mikrobiální etiologii, rychlosti progresu onemocnění, hloubce invaze a závažnosti klinického průběhu. V současné době je hojně používaná klasifikace, která rozlišuje komplikované a nekomplikované (řešitelné

samostatnou antibiotickou terapií nebo jednoduchým chirurgickým výkonem) infekce kůže a měkkých tkání. Nevýhodou tohoto členění je fakt, že určité nozologické jednotky mohou probíhat zpočátku jako nekomplikované a postupně i jako komplikované. Roku 2014 byla zveřejněna nová klasifikace, která samostatně rozlišuje infekce spojené s chirurgickým výkonem a ostatní. Ty jsou rozděleny na nekrotizující infekce a infekce bez nekrotizace. Jelikož přítomnost nekrotizace je nejdůležitější prognostický faktor neohledně na anatomickou lokalizaci či rozsah (Ulrych 2020).

V rámci NSTI se můžeme setkat hned s několika klasifikačními schémata. Na základě primárně zasažené anatomické vrstvy rozlišujeme nekrotizující flegmónu (dermální a subkutánní vrstva), nekrotizující fasciitidu (fascie) a nekrotizující myozitidu (svalová část). Podle bakteriální etiologie můžeme infekce rozčlenit na typ I (polymikrobiální), typ II (monomikrobiální), typ III (způsobený určitými specifickými gramnegativními patogeny), typ IV (způsobený houbami) (Ulrych 2020).

3.1.2 Etiologie nekrotizujících infekcí měkkých tkání

Z pohledu bakteriální etiologie jsou NSTI monomikrobiální (typ II) onemocnění nejčastěji vyvolány kmeny *Streptococcus pyogenes* nebo *Staphylococcus aureus* (včetně MRSA), polymikrobiální onemocnění (typ I) způsobují bakterie v kombinaci aerobních i anaerobních s významným podílem anaerobních a to zejména *Clostridium* sp., ale i další enterobakterií, jako je například *Escherichia coli*, *Proteus* sp.. Tyto patogeny se vyznačují schopností produkovat specifické toxiny a enzymy, jež jsou zodpovědné za určité projevy (Ulrych et al. 2022).

U nás vzácně se vyskytující NSTI způsobené například *Vibrio vulnificus* nebo *Aeromonas hydrophilia* (typ III), které jsou sice monomikrobiální, avšak bakterie

tohoto typu jsou fixované na vodní prostředí, často v mořích. Poslední typ z pohledu mikrobiální etiologie je typ IV, který je mykotického původu, způsobený například *Candida* sp. (Ulrych 2020).

Za nejvýznamnějšího původce monomikrobiálních nekrotizujících infekcí se považuje *Streptococcus pyogenes* skupiny A. Jeho nebezpečí tkví ve schopnosti produkce řady proteinů a exotoxinů, díky nimž se dokáže bránit před humorální imunitou a fagocytózou leukocyty, dále se vyznačuje rychlým obnažením a pomnožením ve svalu při drobném traumatu příčně pruhované svaloviny. Právě produkcí pyrogenních exotoxinů dokážou nespecificky stimulovat velké množství T-lymfocytů a makrofágů, což vede k uvolnění velkého množství cytokinů a následně ke tkáňové destrukci a systémově indukuje rozvoj toxického šoku (Ulrych 2020).

Do skupiny jak monomikrobiální, tak i polymikrobiální způsobující NSTI je zařazen *Staphylococcus aureus*, který disponuje několika faktory virulence. Například produkcí toxinů postihujících mnohé orgánové systémy. Projevuje se řadou příznaků, především febriliemi, hypotenzí nebo různými opouzdřenými substancemi. Právě ty mají schopnost inhibovat chemotaxi a bránit fagocytóze polymorfonukleárními leukocyty. Stejně jako předchozí může způsobit syndrom toxického šoku (Goering et al.2016; Ulrych 2020).

Další bakterie schopné vyvolat NSTI jsou sporulující klostridie, které se vyskytují přirozeně v půdě a lidských i zvířecích výkalech. Mezi nebezpečně kmeny patří *Clostridium perfringens*, *Clostridium septicum*, *Clostridium sordellii*, *Clostridium histolyticum* a *Clostridium novyi*. Často jsou zaneseny do tkáně v důsledku traumatu, avšak klostridiové nekrotizující infekce mohou být způsobeny i spontánně bez poranění kůže, například hematogenní cestou (*Clostridium septicum*). Běžně jsou spojovány se vznikem klostridiové

myonekrózy, známé také pod pojmem plynatá sněť. Bakterie pronikají do svalů a následně mají schopnost metabolismem vytvořit plyny, které mohou být v tkáni zjištěny pohmatem nebo rentgenograficky. Infekce se rozvíjí ve špatně prokrvených oblastech těla, kromě poraněných oblastí se může jednat o hýždě nebo perineum. Patogeneze plynaté sněti je komplexní proces, jenž se rozděluje do čtyř stádií. V prvním jde o kontaminaci svalu vegetativními sporami, transformace a proliferace. Následuje produkce toxinu. Ve třetím stadiu dochází ke tkáňové destrukci a v posledním stádiu jde o toxinem indukovanou systémovou toxicitu s rozvojem orgánového selhání a šoku. Důležitý faktor pro transformaci spor do vegetativní formy klostridií, které následně začnou proliferovat a produkovat toxiny, je prostředí s tkáňovou hypoxií (Goering et al. 2016; Ulrych 2020).

Tabulka 1 Klasifikace nekrotizujících infekcí měkkých tkání podle etiologie. Převzato z (Ulrychl 2020, s. 153), upraveno

typ NSTI	etiologie
typ I. - polymikrobiální	smíšená aerobní a anaerobní – streptokoky, stafylokoky a enterobakterie (<i>Bacteroides</i> sp., <i>Clostridium</i> sp., <i>Peptostreptosossus</i> sp.)
typ II - monomikrobiální	<i>Streptococcus pyogenes</i> nebo <i>Staphylococcus aureus</i>
typ III.	<i>Vibrio vulnificus</i> , <i>Aeromonas hydrophilia</i>
typ IV. - mykotická	<i>Candida</i> sp.

3.1.3 Diagnostika nekrotizujících infekcí měkkých tkání

Diagnostika NSTI je v časném stádiu velice obtížná, téměř nemožná, pokud vyšetřující lékař aktivně na tuto možnost nepomýšlí. Pozdní fáze, která přichází již po 12-24 hodinách se mohou objevit typické příznaky jako jsou například ekchymózy, nekrózy, buly, krepitace, emfyzém, hypestezie. Včasnému odhalení mohou napomocť laboratorní biomarkery a zobrazovací vyšetření. Laboratorní testy nejsou zpočátku zcela specifické pro NSTI. Zdánlivá neshoda mezi vysokými hodnotami biomarkerů zánětu či tkáňového poškození a relativně chudým lokálním klinickým nálezem může napomocť k časně diagnostice (Ulrych 2022).

Většina případů se projevuje otokem a erytémem, ale nejzásadnějším projevem je silná bolest nepřiměřená lokálnímu objektivnímu nálezů. Pokud nelze získat kvalitní anamnézu, je zapotřebí, aby vyšetření bylo opravdu důkladné. A to proto, že v časně fázi onemocnění mohou příznaky pacientů s NSTI svádět k jiným systémovým onemocněním. Dalším významným prediktorem pro podezření na NSTI jsou buly (nepravidelné fialové kožní okrsky (ekchymózy)), edém mimo oblast erytému nebo kožní anestezie (v důsledku poškození periferních senzitivních nervů). Často jsou klinické příznaky nejednoznačné, tudíž součástí diagnostického procesu je laboratorní vyšetření. A to především u praktických lékařů, kteří nemusí být s danou problematikou dostatečně obeznámeni. Důležitým prediktorem se ukázaly laboratorní nálezy leukocytózy a hyponatremie. Pro hodnocení spíše závažnosti NSTI byl navržen skórovací systém Laboratorní indikátor rizika nekrotizující fascitidy (LRINEC), který zahrnuje hodnocení C-reaktivního proteinu, leukocytů, hemoglobinu, sodíku, kreatinu a glukózy (Bonne et al. 2017).

Zobrazovací vyšetření můžeme zařadit mezi pomocné diagnostické vyšetření, rozhodně by neměly vést k oddálení chirurgické léčby. Touto metodou můžeme

potvrdit určenou diagnózu, určit přesnou lokalizaci, rozsah, hranice NSTI nebo může dojít i k vyloučení jiné etiologie obtíží. Rentgenový snímek může zobrazit otok měkkých tkání, případně v pokročilejším stádiu zánětu podkožní emfyzém propagující podél fascie nebo bubliny plynu ve svalech. Pomocí ultrasonografie můžeme zaznamenat ztlustění fascie, akumulace tekutiny perifasciálně a přítomnost plynu v podkoží. Počítačovou tomografií (CT) můžeme detekovat například plyn v měkkých tkáních, tekutinové kolekce nebo ztlustění a prosáknutí kůže. I touto metodou může rozeznat rozsah postižení měkkých tkání a kostí (Ulrych 2020).

3.1.4 Jednotlivá onemocnění

3.1.4.1 Klostridiová myonekróza

Klostridiová myonekróza nebo také plynová sněť, je velmi závažná rychle progredující infekce vyvolaná anaerobními grampozitivními kmeny *Clostridium perfringens*, která způsobuje rozsáhlou nekrózu svalových skupin. Rapidní šíření této infekce zapříčiňují klostridiové exotoxiny. Mimo lokální příznaky infekce je charakteristická celkovou alterací a především rychlou progresí septického šoku a multiorgánovým selháním s nutností její podpory. Při použití HBO může být zastavena progresse alfa toxinu a urychlit demarkaci nekrotických tkání, avšak v krajních případech není možné se vyhnout například amputačním výkonům (Chmelař et al. 2017).

3.1.4.2 Nekrotizující fasciitida

Nekrotizující fasciitida zasahuje podkožní měkké tkáně až po hlubokou fascii. Nejčastěji je způsobena smíšenou bakteriální flórou aerobně-anaerobní. Objevuje se především u traumatických nebo chirurgických ran. Okolo cizích těles se může rozvinout spíše u imunokompromitovaných pacientů (diabetes, hepatopatie, arteriální nedostatečnost (Chmelař et al. 2017).

Nejčastěji se s tímto onemocněním podle topografie můžeme setkat na dolních končetinách, avšak postižení horních končetin, hlavy, obličeje, krku a trupu není výjimečné. Ve většině případů se infekce rozvíjí v důsledku poranění kůže po traumatu, perforující poranění, kousnutí zvířetem, hmyzem, malých zákroků, zavedení katetrů, injekce léků nebo nelegálních drog, včetně pohmoždění bez ztráty kontinuity kůže. Spíše postihuje osoby starší a dospělé než osoby mladé a děti. V současné době je nekrotizující fasciitida spíše používaná jako univerzální označení infekčních procesů, které postupují rovinou povrchové svalové fascie a vyvíjejí se k nekróze podkožních tkání do epidermis až do hluboké fascie a svalové roviny (Marques et al. 2020).

3.1.4.3 Fournierova gangréna

Fournierova gangréna je vzácné a velmi závažné život ohrožující onemocnění, jež spadá pod nekrotizující fasciitidu a gangrénu zasahující měkké tkáně v oblasti zevního genitálu, perinea a perianální oblasti. Postihuje především mužské pohlaví. Je známě více než 250 let a jako první toto onemocnění zaznamenal Jean Alfred Fournier. Většinou jde o polymikrobiální typ infekce, tudíž o kombinaci aerobních a anaerobních mikroorganismů, která je spojena s vysokou mírou mortality a morbidit. Mortalita se u tohoto onemocnění pohybuje mezi 20-75 % případů. Infekce se šíří z oblasti anorekta, urogenitálního traktu či z oblasti kůže zevního genitálu. Rozvoj tohoto onemocnění často souvisí s rizikovými faktory, jako jsou nemoci ovlivňující imunitní systém. Nejčastěji se jedná o *diabetes mellitus*, extrémní obezitu, malnutrici, cévní onemocnění, nádorová onemocnění, chemoterapie, alkoholismus, HIV infekce. Diagnóza se stanovuje jak na základě kompletní anamnézy, fyzikálního, biochemického vyšetření, krevních testů, tak především i palpačním vyšetřením genitálu a vyšetření per rectum k možnému odhalení skrytých poranění, fluktuace, krepitace, citlivosti. Doporučuje se použití i zobrazovacích metod pro potvrzení diagnózy (Richtarová et al. 2019)

3.2 Léčba nekrotizujících infekcí měkkých tkání

Efektivní léčba pacientů postižených NSTI spočívá v komplexní terapii vyžadující multioborovou spolupráci, avšak zcela kruciólní je léčba chirurgická. Aktuální doporučení klade důraz především na rychlost chirurgického debridementu, jelikož oddalováním léčby se značně zhoršuje prognóza a zvyšuje letalita (Ulrych 2022 et al.).

Urgentní chirurgické strategie výkonů se od původních čistě život zachraňujících úkonů (amputace) posunula ve prospěch chirurgických, které kromě záchrany života berou stále více v potaz kvalitu života. Avšak základním předpokladem úspěšné léčby je chirurgický debridement, tudíž odstranění všech avitálních infikovaných a nekrotických tkání, ať už je postižena kůže, fascie nebo sval. Při chirurgickém debridementu, který by se měl odehrávat vždy na operačním sále, je u progredující NSTI typický nález koagulační nekrózy tkání a přítomnost kalné tekutiny. Lze se setkat s dvěma odlišnými chirurgickými přístupy (Ulrych et al. 2022).

Prvním přístupem je tradiční radikální chirurgický debridement a druhým je kůži šetřící chirurgický debridement. Tradiční radikální debridement spočívá v provedení širokých excizí postižených měkkých tkání a současně i odstranění přilehlé kůže. Takovéto extenzivní zásahy do kožního krytu vede ke vzniku rozsáhlých komplexních ranných ploch, jež zapříčiňují dlouhodobé morbididy. Zásadou druhého léčebného chirurgického přístupu je odstranění pouze jasně nekrotické fascie nebo avitální tkáně z podkoží a tím zachování maximální vitality kůže pro následné hojení ranných ploch a lepší možnosti rekonstrukce (Ulrych et al. 2022).

Z důvodu rychlé progresse nekrotizující infekce je nezbytné zahrnutou do chirurgické strategie i časnou operační revizi (za 12-24 hodin) pro posouzení lokálního vývoje zánětu. Opakování operační revize a chirurgického debridementu jsou standardem a měly by být prováděny až do úplné eliminace všech avitálních tkání. Následně přichází na řadu zdlouhavá a náročná péče o ránu, která má za úkol rány zklidnit a připravit vhodné lokální podmínky na definitivní rekonstrukci kožního krytu. Možnost univerzálního rekonstrukčního krytí je například kožními autotransplantáty (dermoepidermálními štěpy) (Ulrych et al. 2022).

Včasná a cílená antibiotická terapie je nezbytná a měla by být nasazena současně s chirurgickou. V souvislosti s touto terapií je nezbytné i včasné mikrobiologické vyšetření pro její přizpůsobení. Počáteční empirická terapie by měla obsahovat širokospektrální antibiotika zaměřená proti typickým patogenům. Po identifikaci etiologie a testování citlivosti lze terapii upravit (Bonne et al. 2018).

Vzhledem k rozmanitosti patogenních mikroorganismů je důležité vybrat dostatek širokospektrálních antibiotik, jejichž antibakteriální spektrum by mělo pokrývat grampozitivní, gramnegativní, aerobní a anaerobní bakterie. Výběr antibiotik by měl být včas upraven podle výsledků mikrobiologického vyšetření a citlivosti na léky. Například při podezření na infekci *Staphylococcus aureus* rezistentní na meticilin by měl být přidán vankomycin nebo linezolid. Deeskalace antibiotik je většinou bezpečná a důležitá, což může zlepšit jak ekonomické aspekty léčby, tak i snížit riziko rezistence vůči antibiotikům a snížit toxicitu a vedlejší účinky. Je tedy nezbytné upravit management antibiotické terapie, jakmile je výsledek bakteriální kultury jasný, včetně eliminace podávání zbytečných antibiotik a zúžení antibakteriálního spektra (Zhang et al. 2022).

3.2.1 Doplnkové léčby nekrotizujících infekcí měkkých tkání

Za adjuvantní léčebnou metodu k chirurgické a antibiotické lze přiřadit hyperbarickou oxygenoterapii, která přináší mnoho mechanismů účinku jako například ovlivnění metabolismu bakterií, zvýšení aktivity některých druhů antibiotik, baktericidní efekt na striktní anaeroby, bakteriostatický účinek vůči fakultativním anaerobům a striktním aerobům. Tato terapie pozitivně ovlivňuje imunitní systém a zlepšuje proces fagocytózy. Avšak v rámci této terapie doposud nebyla uskutečněna dvojitě zaslepená randomizovaná kontrolovaná studie (Chmelař et al. 2017)

Mezi další doplňkovou metodu se řadí podání polyspecifických intravenózních imunoglobulinů, jež mají funkci imunomodulační a schopnost opsonizovat bakterie a neutralizovat bakteriální toxiny (Pettermans et al. 2020).

Vakuově uzavřené rány (V.A.C.) může podporovat debridement a zvýšit perfuzi rány díky kontinuálnímu odsávání, což přispívá vaskularizaci rány, migraci fibroblastů a proliferaci buněk. I přesto, že snižuje frekvenci výměny krytí a dávku analgetik a tím v konečném důsledku zvyšuje kvalitu života pacienta, brání tento systém v jasném pozorování rány, tudíž by měl být celý systém měněn každých 72 až 96 hodin. V.A.C. může být použit u velkých kožních defektů jako dočasná uzavírací metoda pro přípravu sekundární rekonstrukce rány (Zhang et al. 2022).

3.3 Historie hyperbarické medicíny

Počátky hyperbarické medicíny se datují již k 17. století, kdy Nathaniel Henshaw sestrojil komoru s názvem Domicilium, v níž mohly být vytvořeny podmínky hypobarické i hyperbarické. V budoucích letech nabírala na významu a již roku 1830 se přepokládalo, že díky léčbě stlačeným vzduchem dochází k lepšímu prokrvení vnitřních orgánů, zlepšuje průtok krve mozky a vytváří

pocit pohody. Hojně se této metody využívalo i v 2. polovině 19. století a počátkem 20. století, a to i přesto, že jeden z lékařů utrpěl fatální dekompresní nehodu. Nadále se budovaly lázně, instituty, kde byli pacienti léčeni pro syfilis, cukrovku, rakovinu a mnoho dalších obtíží. Historicky největší hyperbarické zařízení, nazvané Steel Ball Hospital, bylo vybudováno 1928. Roku 1930 bylo však uzavřeno, o několik let později rozebráno a materiály byly využity na výrobu tanků v průběhu 2. světové války. Důležitým objevem přispěl i britský teolog, duchovní, filozof a chemik Joseph Priestley, který objevil kyslík (Hájek 2017).

Tento vědní obor začal opět nabývat na významu po 2. světové válce, kdy holandský kardiochirurg profesor Ite Boerema publikoval své práce, díky nimž se zasloužil o velký zájem a rozmach této metody ve světě. Je považován za zakladatele moderní éry tohoto odvětví medicíny. Dalšími průkopníky, jejichž práce přispěli k rozvoji hyperbarické oxygenoterapie, jsou I. McA. Ledingham (skotský docent chirurgické kliniky univerzitní nemocnice Western Infirmary v Glasgow), I. Churchill-Davidson. Od 60. let přibývaly další odborné práce (například ohledně léčby intoxikace oxidem uhelnatým). Roku 1970 byla poprvé aplikována léčba na pacienta s roztroušenou sklerózou v Městské nemocnici Ostrava. Byla ověřována účinnost u zhruba 60ti různých indikací. Avšak v letech 1980 až 1994 začala být metoda zpochybňována a byla nastolena přísná pravidla pro využití (Hájek 2017).

3.4 Vývoj a aktuální situace hyperbarické medicíny v České republice

Hyperbarická medicína zahrnuje problematiku jak hyperbarické oxygenoterapie, tak i problematiku potápěčské medicíny. Ta má dlouholetou tradici především v přímořských státech, avšak díky velkému rozmachu a oblibě rekreačního a sportovního potápění se v posledních desetiletích dostává i do ostatních zemí včetně České republiky. Přijetím zákona č. 95/2004 Sb. se hyperbarická medicína stala samostatným oborem specializačního vzdělávání.

Tentýž rok byla založena odborná společnost, která se aktuálně nazývá Česká společnost hyperbarické a letecké medicíny (ČSLHM). Na základě vybraných vyhlášek se tato vědní disciplína řadí mezi takzvané nástavbové obory specializačního vzdělávání. Náplní oboru je stanovení způsobilosti a provádění všech typů prohlídek profesionálních pracovníků ve zvýšeném atmosférickém tlaku. Dále také řeší následky nehod v souvislosti s potápěním. Letecká medicína se zaměřuje na posuzování zdravotní způsobilosti leteckého personálu, na hodnocení a na vydávání rozhodnutí týkajících se optimalizace pracovnílékařských podmínek provozu jednotlivých druhů letectva a na posuzování příčin leteckých nehod v oblasti lidského činitele (Hájek 2015).

Aktuálně je použití hyperbarické oxygenoterapie v klinické praxi a odborné literatuře popsáno několik desítek potenciálních indikací z mnoha medicínských oborů, jako je například diabetologie, chirurgie, angiologie, traumatologie, ortopedie, neurologie, onkologie, pediatrie, urgentní nebo intenzivní medicína. Indikační spektrum schválené k léčbě hyperbarickou oxygenoterapií z veřejného pojištění v České republice zahrnuje až 21 diagnóz a klinických stavů. V moderní medicíně má tento druh terapie nepochybný význam, jelikož přináší lepší funkční výsledky, snižuje mortalitu, morbiditu a zmírňuje neurologické následky patologických stavů, a to především úrazové a infekční etiologie (Hájek 2020).

V České republice je k roku 2020 nerovnoměrně rozmístěno třináct pracovišť. V Čechách se nachází dvanáct z nich, na Moravě pouze jedno (v Ostravě). Toto rozložení je příčinou nevyrovnané dostupnosti péče. Určité oblasti odpovídají dostupnosti zařízení evropskému průměru, avšak ve většině krajů tomu tak není. Hyperbarické zařízení chybí v Karlovarském, Olomouckém, Jihomoravském, Zlínském, Pardubickém, Plzeňském kraji a na Vysočině. U chronických onemocnění je dostupnost léčby zajištěna pouze v některých krajích. Dalším

velkým problémem je dostupnost takových zařízení, ve kterých je možnost ošetření akutních stavů. Mezi akutní stavy se řadí například pacienti v ohrožení života se selhávajícími životními funkcemi, v bezvědomí nebo na umělé plicní ventilaci. V těchto případech je potřeba zajistit adekvátní přístrojové vybavení certifikované pro použití v hyperbarickém prostředí, zejména plicní ventilátory, monitory životních funkcí, lineární dávkovače. U takto rizikových pacientů je nutné zajistit dostatečně vyškolený personál pro doprovod a ošetření uvnitř komory, optimálně se specializovanou způsobilostí z anesteziologie a intenzivní medicíny. Dále je potřeba zajistit snadnou dostupnost následné péče, nejlépe v těsné blízkosti jednotky intenzivní péče či anesteziologického oddělení. V České republice jsou obtížně řešitelné i situace spojené s poraněním či postižením více osob současně, například pokud se jedná o hromadnou intoxikaci oxidem uhelnatým (Hájek 2020).

3.5 Fyzikální aspekty v hyperbarickém prostředí

Hlavní veličina, která figuruje v hyperbaroxii, je tlak. Lze jej definovat jako účinek síly působící na jednotku plochy. Jednotka tlaku je 1 Pa (Pascal). V našem životním prostředí je člověk vystaven tlaku okolního prostředí. Tlak při hladině moře, který označujeme jako normální, je 101kPa. Při hyperbaroxii se uplatňuje několik fyzikálních zákonů, které se týkají plynu a tekutiny (Ružička 2017).

Boyle-Mariottův zákon popisuje závislost tlaku na objemu při neměnné teplotě, jinak řečeno izotermický děj. Izochronický děj naopak popisuje závislost teploty na tlaku při neměnném objemu. Pokud se bude plyn ohřívat, molekuly se začnou v uzavřeném prostředí rychleji pohybovat a narážet na stěny. Výsledkem bude zvýšení tlaku. Poslední děj zahrnující tyto tři veličiny je izobarický děj, který spočívá v závislosti teploty na objemu při neměnném tlaku. Při stlačování či rozpínání plynu dochází k výměně tepla s okolím. Tento děj lze označit jako polytropický děj. Pokud se však zajistí dokonalá tepelná izolace, tak

k výměně tepla s okolím nedochází a jedná se o děj adiabatický. Tento proces zapříčiňuje rychlé a velké teplotní změny při kompresi a dekompresi v hyperbarických komorách a právě jejich rychlost ztěžuje možnost jejich účinné korekce klimatizačními zařízeními. (Růžička 2017)

Daltonův zákon popisuje, že součet parciálních tlaků jednotlivých plynů se rovná výslednému tlaku směsi plynů. Účinky vyššího tlaku při hyperbaroxii se projevují na stlačitelnosti plynů, jejich rozpustnosti, difúzi v tělesných tekutinách a změně jejich fyzikálně-chemickému průběhu při vyšších parciálních tlacích (Růžička 2017).

3.6 Vliv hyperbarického prostředí na organismus

Hyperoxygenace způsobuje mnohonásobné zvýšení parciálního tlaku v krvi a tkáních. Tento druh oxygenace disponuje velkým množstvím efektů. Navozuje velké množství interakcí na nejrůznějších buněčných, tkáňových a orgánových úrovních. Má vliv na transkripční pochody DNA s buněčnými procesy jako například exprese hormonů, enzymů. Během 24 hodin po expozici dochází k ovlivnění až 8100 genů (Hájek et. al. 2021).

3.6.1 Kardiovaskulární systém

Účinky hyperbaroxie se mohou lišit podle použitých tlaků, délky expozice a zdravotního stavu pacienta. Kardiovaskulární systém na hyperbarickou oxygenoterapii reaguje snížením srdečního výdeje v důsledku bradykardie. Krevní tlak zůstává v podstatě nezměněn. Průtok krve většiny orgánů klesá úměrně s poklesem srdečního výdeje, s výjimkou pravé a levé komory. V souvislosti s popsanými ději nevzniká poškození žádného z orgánů, jelikož zvýšené pO_2 více než kompenzuje snížení průtoku. Vzniklá vazokonstrikce může být spojována s regulačním mechanismem k ochraně zdravých orgánů před nadměrnému pO_2 . Obvykle vazokonstrikce nenastává v hypoxických tkáních.

Tudíž hyperoxická vazokonstrikce je lokální jev, kdy místní průtok krve je přizpůsobován požadavkům prokrvovaných tkání (Jain 2017).

3.6.2 Mikrocirkulace

Při tkáňovém otoku, změněné afinitě kyslíku k hemoglobinu, změně rychlosti toku erytrocytů vznikají difúzní bariéry, které mohou zhoršit difuzi kyslíku z kapilár do mitochondrií. V podkoží oproti svalové tkáni je interkapilární vzdálenost vyšší a spotřeba kyslíku poměrně nízká, a proto je při hojení ran těchto částí důležité zvýšit parciální tlak kyslíku, potažmo hnací sílu difuze kyslíku s korekcí přítomné tkáňové hypoxie v důsledku traumatu, infekce nebo zánětu. Další jev, při kterém dochází k poruše mikrocirkulace, je sepse, při které je HBO teoreticky jediná léčebná metoda, při níž dochází k dosažení supranormálního okysličení. Například v případě závažné nekrotizující infekce měkkých tkání. Dále v důsledku HBO dochází k zvýšené deformabilitě erytrocytů. Tudíž snížená viskozita krve může též podporovat perfuzi a výměnu plynu na úrovni kapilár (Hájek, 2017).

3.6.3 Nervový systém

Vazokonstrikce a snížený průtok krve centrálním nervovým systémem nevyvolávají žádné klinicky pozorovatelné účinky u zdravého jedince při tlaku 1,5 – 2,5 ATA. Při tlaku vyšší než 3 ATA po delší dobu mohou vést ke křečím v důsledků kyslíkové toxicity. Účinek HBO jsou významnější u ischemických stavů mozku, jelikož snižuje edém a zlepšuje funkci neuronů. Tento efekt se odráží ve zlepšené elektrické aktivitě nervové tkáně (Jain 2017).

3.6.4 Respirační systém

Respirační systém je během HBO ovlivněn několika vlivy. Řadí se k nim hyperoxie, zvýšení okolního tlaku v komoře, změna teploty, zvýšení hustoty

plynů, zvýšení dechové práce a spotřeby kyslíku v dýchacích svalech a zvýšení proudového odporu. U zdravých jedinců jsou popsány jevy bez problému tolerovány, avšak u pacientů s hraničními ventilačními funkcemi nebo dlouhým léčebným profilem to může být problematické. V důsledku výrazného uplatnění turbulentního proudění v průdušnicích a průduškách při hyperbaroxii může být tento jev subjektivně vnímán jako zvýšení dechové práce (Hájek 2017).

3.7 Indikace k léčbě hyperbarickou oxygenoterapií

V několikaletých intervalech se konají konsenzuální konference, které organizuje Evropský výbor pro hyperbarickou medicínu, jehož úkolem je zvyšování kvality péče a bezpečnosti v hyperbarické medicíně. Předmětem konferencí je mimo jiné i probírání doporučeného seznamu indikací. Prostřednictvím metodologie medicíny založené na důkazech se posuzuje počet a kvalita dostupných vědeckých důkazů. Vybrané indikace budou rozebrány v následujících kapitolách (Hájek 2020).

3.7.1 Intoxikace oxidem uhelnatým

V současné době je otrava oxidem uhelnatým významným problémem jak zdravotním, tak socioekonomickým v mnoha zemích. Řadí se mezi první příčky v náhodných otravách v Evropě i v Severní Americe. Každoročně je celosvětově zaznamenáno stovky tisíc pacientů s tímto onemocněním a desítky tisíc zemře nebo utrpí trvalé neurologické postižení. Přímo v České republice je odhadovaný počet případů kolem 1 000–1 500 za rok. Dlouhá expozice oxidu uhelnatého může vést k závažné intoxikaci vedoucí až k zástavě oběhu. Tento stav je často spojen s vysokými hodnotami laktátu, pyruvátu a těžkou metabolickou acidózou. U těhotných žen může působení oxidu uhelnatého způsobit poškození plodu. Podání 100 % kyslíku se doporučuje u všech osob s intoxikací oxidu uhelnatého v rámci první pomoci. Následně se doporučuje aplikace HBO u všech pacientů,

kteří vykazují poruchu vědomí, klinické neurologické, kardiální, respirační nebo psychologické příznaky v souvislosti s otravou oxidu uhelnatého, navzdory jakékoliv hodnotě karboxylhemoglobinu při příjmu do nemocnice. U těhotných žen se doporučuje HBO mimo jakékoliv hodnoty karboxylhemoglobinu i klinickému stavu při příjmu do nemocnice. Naopak se doporučení nevztahuje na asymptomatické pacienty prezentované 24 hodin po ukončení působení oxidu uhelnatého (Hájek et. al. 2019).

3.7.2 Anaerobní a smíšené infekce měkkých tkání

Nekrotizující smíšené infekce měkkých tkání jsou nejčastějšími anaerobními infekcemi, u nichž je zvažováno použití HBO, a to i přestože u této indikace nebyla provedena dvojitě zaslepená prospektivní kontrolovaná studie prokazující klinickou efektivitu této metody. Terapie spočívá především v multioborové spolupráci. Léčba spočívá především v chirurgickém debridementu, provedení širokých incizí a proplachy antiseptickými roztoky. Zároveň je potřeba zahájit včasnou adekvátní empirickou širokospektrou antibiotickou terapii, následně cílenou na základě výsledků. Součástí komplexního přístupu je samozřejmě i intenzivní ošetrovatelská péče. V kombinaci s předchozími léčebnými postupy je HBO považována za adjuvantní metodu. Doporučení použití HBO se vztahuje na nekrotizující infekce měkkých tkání všech lokalizací, zejména u perineální gangrény (Hájek et. al. 2020).

3.7.3 Popáleniny

Vzhledem k ploše je kůže největší ze všech orgánů, tudíž jakákoliv změna integrity má přímý vliv na funkci mnohých orgánových systémů. Mortalita popálenin je závislá především na hloubce a ploše, přidruženým patologickým stavům, inhalačnímu poranění, věku a celkovému stavu pacienta. Očekávaný

efekt HBO tkví ve snížení otoku a extravazace plazmy se zachováním mikrocirkulace v okrajových tkáních nebo tam, kde nekróza nepostihuje kožní kryt ve všech vrstvách. Zároveň dochází k adekvátní oxygenace popálených částí a neoangiogeneze. Prospěšný je i antibakteriální efekt, vliv na ischemicko-reperfúzní poranění. Dochází k urychlení hojení, snížení mortality a nákladů na léčbu. Užití HBO je navrženo v léčbě popálenin 2. stupně a se zasažením více než 20 % tělesného povrchu. Pokud by popáleniny zasáhly obličej, krk, ruce, prsty a hráze nemuselo by být splněných výše zmíněných 20 % tělesného povrchu. Největší profit by mohly dosáhnout popáleniny s velkým povrchem hlubokých popálenin (Hájek 2020)

3.8 Kontraindikace k hyperbarické oxygenoterapii

Kontraindikace pro aplikaci HBO lze obecně definovat jako stav, který neumožňuje bezpečné provedení léčebné expozice HBO, případně by za jistých okolností mohla vést ke zhoršení stavu pacienta s následkem smrti. Konkrétně mezi kontraindikace můžeme zahrnout neošetřený pneumotorax, dlouhodobá léčba některými léky (cytostatika, disulfiram, bleomycin), akutní infekt horních cest dýchacích, akutní sinusitida, ušní operace v anamnéze či těžké ušní infekce, závažné astma bronchiale, chronická obstrukční choroba s emfyzémem. Často je nutno hodnotit kontraindikace této terapie individuálně s ohledem na indikaci a urgentnost léčby. Je potřeba zvážit poměr přínosu a rizika léčby (Hájek et al. 2011).

3.9 Toxicita kyslíku

Objevuje se obava z toxicity kyslíku při dlouhodobém vystavování léčby v hyperbarické komoře. Kyslík by mohl mít toxické účinky na krevní destičky, což by mohlo velmi závažně ovlivnit budoucí život pacienta. Studie, provedená na toto téma, zkoumala metabolismus u pacientů vystavených dlouhodobé léčbě

v hyperbarické komoře. Přišla s výsledky, že dlouhodobá léčba v hyperbarické komoře neměla žádný negativní vliv na zdravé jedince v oblasti krevních destiček a toxicity kyslíku. Jediné výjimky byly u kuřáků, kde se po dvacátém sezení objevily změny v počtu bílkovin červených krvinek. Jinak lze objektivně říci, že dvacet sezení v hyperbarické komoře nemělo žádný vliv na srážlivost a metabolismus kyslíku. Žádné změny nebyly zaznamenány ani v hodnotách antioxidantů, které se vyskytovaly v krevní plazmě (Jain 2017).

Pulmonární toxicita kyslíku je více běžná při dlouhodobé expozici 100 % kyslíku v normálním prostředí. Na druhé straně při krátkodobých expozicích kyslíku v hyperbarickém prostředí není tento problém tak závažný. Kyslíkové expozice při vysokých tlacích jsou omezeny centrální nervovou soustavou, nikoliv plicemi. To znamená, že u lidí, kteří dýchají kyslík při tlacích od 2,4 do 4 ATA, nejsou pozorovány žádné příznaky poškození plic, dokud se neobjeví neurologické příznaky, jako jsou například sucho v ústech, bolest na prsou, dušnost, kašel či nevolnost. Experimentální pozorování týkající se toxicity kyslíku při normobarických a hyperbarických podmínkách nelze srovnávat. I když jsou strukturální změny v plicích způsobené inhalací kyslíku v obou prostředích stejné, stupeň změny závisí na velikosti a délce kyslíkové expozice. Krátkodobá expozice kyslíku v hyperbarickém prostředí nemá vliv na metabolismus pojivové tkáně plic (Jain 2017).

Část mechanismu toxicity je způsobena účinkem kyslíku na syntézu surfaktantu, když kyslík inhibuje enzymy zapojené do syntézy. Může také zamezit transportu surfaktantu do alveolů. Důležitým mechanismem, který vede k poškození plic, je zvýšení minimálního povrchového napětí v důsledku zvýšeného množství cholesterolu v alveolech. Dlouhodobé vystavení se hyperoxii, které je důsledkem dýchání koncentrace kyslíku vyšší než 95 % po dobu 48 hodin, poškozují syntézu, sekreci a vstřebávání fosfatidylcholinu

v plicích novorozenců králíků. To naznačuje, že hyperoxie má na plicní surfaktantový systém novorozenců více míst působení. To má vážné důsledky pro předčasně narozené děti s respiračním distressovým syndromem, které potřebují kyslík k léčbě. Figurují zde patologické změny, které se vyskytují v plicích v reakci na hyperbarický kyslík (Jain 2017).

Fyzická aktivita je doprovázena zvýšením tělesné teploty, což může zvýšit možnost toxicity kyslíku. V hyperbarické komoře je teplota obvykle regulována a tento faktor je eliminován. Periferní vazokonstrikce obvykle omezuje průtok krve a dodávání kyslíku při hyperoxii, ale cvičení může mít vazodilatační účinek, což by mohlo umožnit vystavení tkání vysokým koncentracím kyslíku. Z důvodu vyššího průtoku krve mozem se pak může objevit neurotoxicita, která se může projevit například neklidem, zmateností, svalovými záškuby kolem úst a očí, pocením, nevolností, zvracením a křečemi s bezvědomím (Jain 2017).

4 METODIKA

Následující kapitoly jsou zpracovány formou případových studií neboli kazuistik. Popsány jsou jednotlivé kroky léčby pacientů, u kterých byla diagnostikována nekrotizující fasciitida nebo flegmona. Chorobopisy pacientů byly poskytnuty Nemocnicí Na Homolce v Praze, která disponuje jednomístnou hyperbarickou komorou a kde byly hospitalizováni nebo přeloženi z nemocnic blízkého okolí na anesteziologicko-resuscitačním oddělení.

Popsán je jak léčebný postup, tak i vyvíjející se stav pacienta. Formou tabulek a grafů jsou znázorněny zánětlivé markery a podpora oběhu noradrenalinem. Jednotlivé kroky budou porovnány s doporučenými postupy pro léčbu nekrotizujících infekcí měkkých tkání a bude zhodnocen stav pacienta po ukončení hyperbarické oxygenoterapie, a to prostřednictvím hodnot zánětlivých markerů a podpory oběhu noradrenalinem.

5 VÝSLEDKY

5.1 Kazuistika č.1

55 letý pacient dosud zdravý byl 11.06.2014 odvezen do nemocnice v Litomyšli pro bolest v pravé hýždě. U pacienta byly pozorovány rychle se rozvíjející febrilie, otok hýždě, tachykardie a dušnost. Pacient byl schvácený a bolest propagovala do stehna a celé dolní končetiny až po lýtko. Končetina oteklá, mramorovaná, napnutá. Na CT pozorován absces a zánětlivá infiltrace vpravo *ve fossa ischiorectalis* se šířením do měkkých tkání hýždě, zadní stěny stehna až po lýtko. Byly pozorovány i známky plynotvorby. Následně přijat na anesteziologicko-resuscitační oddělení, byla podána antibiotika, analgetika, antipyretika, nastolena rehydratace a byl indikován k operační revizi.

12.06.2014 byla provedena evakuace periproktálního abscesu, stav byl zhodnocen jako nekrotizující fasciitida. Provedena drenáž ischiorektální dutinou na zadní stranu stehna, nekrektomie, dermatofasciotomie. U pacienta došlo k rozvoji šokového stavu. Nemocný byl i po operaci ponechán na umělé plicní ventilaci.

13.06.2014 byl pacient přijat do Nemocnice Na Homolce pro hyperbarickou terapii. Při příjmu byl pacient febrilní (39,5 °C), tachykardický (120/minutu), oběhově nestabilní, na umělé plicní ventilaci, tlumen, relaxován, na vysoké podpoře noradrenalinu. Nadále se pokračovalo i v antibiotické terapii a volumoterapii. Zároveň proveden převaz chirurgem. Před hyperbarickou terapií byla provedena kontrola ORL lékařem a paracentéza bubínků. Následovala hyperbaroxie po dobu 60 minut při 1,5 ATA a FiO₂ 1,0.

Mikrobiologické vyšetření z rány:

Periproktální absces: *Escherichia coli*, *Bacteroides fragilis*,

Výtěr rány na stehně: *Escherichia coli*, *Clostridium ramosum*, *Bacteroides fragilis*

Mezi 13.06.2014 – 17.06.2014 byla každý den prováděna 2x denně hyperbarická expozice po dobu 60 minut při 1,5 ATA, převazy s persterilem a proplachy peroxidem vodíku.

Postupně se snižovali zánětlivé markery, lokální nález byl uspokojivý. Pravá dolní končetina výrazně zlepšena, ischemie a mramoráž v regresi.

17.6.2014 vysazen Gentamycin. Postupně se snižovala katecholimonová podpora i volumoterapie. Zároveň byla ukončena hyperbarická terapie. Lokální nález byl uspokojivý a zánětlivé markery se výrazně snížili, pacient již afebrilní.

Pacient podstoupil celkem 10 hyperbarických terapií bez komplikací. Následně byl přeložen do Fakultní nemocnice Hradec Králové pro pokračující chirurgickou léčbu.

Antibiotická terapie:

13.06.2014 - penicilin G, gentamicin, metronidazol.

14.06.2014 -17.06.2014 cefotaxim, penicilin G, gentamicin, metronidazol.

18.06.2014 – 19.06.2014 penicilin G, metronadizol, cefotaxim

Tabulka 2 – Zánětlivé markery a katecholaminová podpora v průběhu hospitalizace, kazuistika č. 1

datum	CRP (mg/l)	LEUK (10 ⁹ /l)	PCT (ng/ml)	NA (μg/kg/h)	počet expozič
13.06.2014	336	12,6	43,56	65,9	2x
14.06.2014	382,3	23,7	70,2	56,5	2x
15.06.2014	236,2	19,3	50,5	28,2	2x
16.06.2014	153,8	18,2	25,36	14,1	2x
17.06.2014	74,5	13,3	14,8	2,8	2x
18.06.2014	45,4	14,3	8,51	2,8	-
19.06.2014	43,2	14,8	-	2,8	-

CRP – C – reaktivní protein, LEUK – leukocyty, PCT – prokalcitonin, NA – nejvyšší podaná dávka noradrenalinu za 24 hodin

5.2 Kazuistika č.2

34 letý dělník (svářeč) dosud údajně zdravý byl 1.11.2022 přijat na chirurgické oddělení nemocnice v Litomyšli pro několik dní progredující zarudnutí a otok pravé horní končetiny. Vstupně febrilní s CRP 450mg/l, PCT 80ng/l, empiricky podávána antibiotika. Pacient byl schvácený tachykardický, hypotenzní. Nález byl zhodnocen jako epifasciitis necrotisans ectr. L.dx. s rozvojem septického šoku

2.11.2022 indikován akutní operační výkon na pravé horní končetině, na které byla provedena, revize, incize palce, dvě incize předloktí, Rána byla propláchnuta peroxidem vodíku a braunolem. Výkon byl proveden v celkové anestezii a v umělé plicní ventilaci, v které byl ponechán i po výkonu.

3.11.2022 byl pacient přeložen k hyperbarické oxygenoterapii na anesteziologicko-resuscitační oddělení do Nemocnice Na Homolce. Při příjmu byl pacient subfebrilní (37,5 °C), akce srdeční 80/min, oběhově nestabilní,

volumoterapie, kontinuálně analgo-sedovaný. Svaly a fascie na pravé horní končetině byly vitální a otok jen minimální. Periferní pulzace byla hmatná bez akrocyanózy. Diagnostikovaná byla Flegmóna (celulitida) jiných částí. Po přijetí vyšetření ORL, provedena paracentéza. Následně indikován k hyperbaroxii po dobu 60 minut při 2 ATA, která proběhla bez komplikací.

Mikrobiologická vyšetření z rány:

Streptococcus Pyogenes skupiny A

4.11.2022 byl u pacienta lokální nález zhoršen, kožní kryt s hraniční vitalitou, marginální ischemie. Oběhově byl na vysoké symptomatologické podpoře, nadále se pokračovalo i ve volumoterapii, hyperbarické a antibiotické terapii. Převasy incizí se prováděly 2x denně. Pacient febrilní 38,3 °C.

5.11.2022 Byly zánětlivé markery lehce v poklesu, oběhově stále nestabilní na vyšší podpoře noradrenalinu. Proběhl převaz na operačním sále – povlaky na svalových skupinách povšechně, byly provedeny proplachy peroxidem vodíku a braunolem, egalizace povšechná povlaků, podkoží, svalů, fascií, nebyli známky abscesu či produkce hnisu, vitalita svalů dobrá, podkoží ischemické ale kůže samotná s kapilárním krvácením při ischemických barevných změn, provedena egalizace kůže marginálně, vloženy roušky a krytí celkovou bavlněnou rouškou a jemně elastickým obvazem

CT pravé horní končetiny: Defekt v podkožním tuku palmárně a dorzálně pravé horní končetiny – v oblasti předloktí a krátce nad loktem V zbylé oblasti podkožního tuku jen s mírným prosáknutím ulárně. V svalech předloktí bez abscesový kolekce. Skelet bez známek osteomyelitidy

Postupně zánětlivé markery v ústupu.

7.11.2022 pacient opět podstoupil zákrok na operačním sále. Opět byla prováděna revize všech incizí, nekrektomie, exkochleace. Všechny svalové skupiny byly obnaženy a vitalita svalů byla dobrá, kožní kryt nekrotický na dorzu. Výplach opakovaně peroxidem vodíku, braunolem a actimarysem. Do rány se vložili modré roušky, sterilní krytí bez komprese.

Nadále se pokračovalo každý den s převazy a hyperbarickými sezeními.

9.11.2022 hyperbarická terapie ukončena. Ze strany septického stavu i lokálního nálezu na pravé horní končetině byla situace považována za vyřešenou (obrázek 1). Pacient podstoupil celkem devět expozií v hyperbarické komoře, při 2ATA, vyjma 6.11., kdy tlak byl 1,5ATA, po dobu 60 minut.



Obrázek 1 – Pravá horní končetina po ukončení HBO, 9.11.2022, kazuistika č. 2

Nález na pravé horní končetině byl příznivý nález, rána klidná, bez nekrotéz, stav stabilizován.

Opětovné febrilní špičky a vzrůst zánětlivých markerů byli zapříčiněny katetrovou infekcí krevního řečiště.

Antibiotická terapie:

3.11.2022 ampicilin sulbaktain, ampicilin, metronidazol,

4.11.2022 penicilin, klindamycin

5.11.2022 – 6.11.2022 penicilin, klindamycin, gentamycin

7.11.2022 - 10.11.2022 penicilin, klindamycin

11.11.2022 – 16.11.2022 penicilin klindamycin, cefepim



Obrázek 2 – Pravá horní končetina po úplném zahojení, kazuistika č. 2

Tabulka 3 - Zánětlivé markery a katecholaminová podpora v průběhu hospitalizace, kazuistika č. 2

datum	CRP (mg/l)	LEUK (10 ⁹ /l)	PCT (ng/ml)	NA (µg/kg/h)	počet expozic
03.11.2022	-	-	-	15,2	2x
04.11.2022	463	7,3	-	15,2	2x
05.11.2022	316	8,9	42,14	10,1	2x
06.11.2022	236	9,3	-	7,1	2x
07.11.2022	209	8,8	12,08	2,5	-
08.11.2022	195	11,7	-	-	1x
09.11.2022	159	10,7	-	-	1x
10.11.2022	173	12,9	-	-	-
11.11.2022	230	9,1	-	-	-

CRP-C-reaktivní protein, LEUK-leukocyty, PCT-prokalcitonin, NA-nejvyšší podaná dávka noradrenalinu za 24 hodin

5.3 Kazuisticka č. 3

42-letý polymorbidní pacient převzat po dohodě z anesteziologicko-resuscitační kliniky fakultní nemocnice Motol (FNM) pro nekrotizující infekci lýtka a stehna pravé dolní končetiny. 9.5.2021 ve FNM po revizi měkkých tkání stehna a lýtka, kde během revize patrné třaskání plynu. Provedena incize a drenáž vícečetných intermuskulárních abscesů stehna a lýtka a fasciotomie bérce mediálně. Po výkonu byl pacient v septické stavu, na umělé plicní ventilaci a sedován. Tentýž den nasazena empiricky antibiotická terapie. 10.5.2021 pro hypoalbumémii opakovaně podávány bolusy albuminu. Septický stav přetrvává, vyšší podpora noradrenalinem, plicní funkce s mírným zlepšením. V odpoledních hodinách přijat do Nemocnice na Homolce pro hyperbarickou oxygenoterapii.

Při příjmu tachykardický 130/minutu, tlak 150/74 mm Hg, dechová frekvence 15/min, teplota 37,0 °C. Provedena paracentéz, konzilium chirurga – převaz rány, její inspekce, vyloučení přítomnosti mastných látek. Úprava antibiotické terapie. Pacient podstoupil první hyperbarickou expozici po dobu 60 minut isokomprese při 2 ATA

Mikrobiologické vyšetření z rány:

Staphylococcus aureus

Streptococcus spp.

11.05.2021 při převazu přítomen otok celé pravé dolní končetiny, rozsáhlá fasciotomie bérce (obrázek 3) bez zjevné retence intermuskulární, svalové skupiny bez pokračující ischemie a zánětu, drenáž femoropopliteální bez retence. Debricasan roztok s proplachem drenu. Fyziologické chlazení. (2x expozice HBO)



Obrázek 3 – Rozsáhlá fasciotomie bérce pravé dolní končetiny z 11.05.2021, kazuistika č.3

12.05.2021 CT vyšetření prokázalo obraz nekrotizující fasciitidy pravého stehna a bérce s vícečetnými abscesy, oproti minulému vyšetření progresse abscesu v *musculus adductor magnus*, shluk vícečetných abscesů v oblasti hluboké dorsální svalové skupiny bérce a *musculus soleus* se hodnotitelně nemění, abscesy v hluboké dorsální svalové skupině podél *arteria fibularis* nejsou drenované. Částečná regrese abscesu zevně podél *musculii peronei* a při hlavičce fibuly. Nově plošná kolekce na ventrolaterální straně bérce. Flegmona celého bérce s bublinami plynu v měkkých tkáních. Reaktivní synovitida v pravém kolenním kloubu. Tepny pravé dolní končetiny jsou průchodné až do periferie (2x expozice HBO).

Operační protokol: V celkové narkóze, intubovaný, umělá plicní ventilace. Již provedené otevřené nářezy bérce mediálně s obnažením kosti *tibie*, svalů, nářezy 2x mediálně na stehně s drenáží, 2x incize dorzálně na stehně.

Nově incize stehna laterálně, výplach opakovaně peroxidem vodíku a betadine. Protážen trubicový drén kontralaterálně a fixován, provedeny výplachy a digitální revize podél původních drénů. Laterálně a mediálně na stehna vloženy do incizí po jedné roušce.

Dále na laterální straně pod kolenem incizí otevírání podkožní kapsy se zastaralým hematodem, výplach a vložena rouška s betadine. Na dorzu stehna do původních incizí vloženy roušky s betadine.

Dále revizí na bérce otevřené rány kolem *musculus tibialis anterior* a *musculus exterior diggitus longus* zde kapsy hnisu a při digitální revizi mesiosáoního prostoru dochází k venóznímu krvácení přemostujících vén. Opakovaná sutura. Ztráta 1600ml. Dokončen proplach peroxidem vodíku a betadine. Mezi *tibii* a sval vložena Fibrilar a dvě roušky s betadine. Na končetinu jako krytí použity roušky a zabalení končetiny do sálového krytí a elastická jemná bandáž.

13.05.2021 na operačním sále pacient podstoupil debridement tkání (2x expozice HBO).

14.05.2021 - 2x expozice HBO

15.05.2021 - 2x expozice HBO

16.05.2021 – BEZ expozice HBO

17.05.2021 – revize a převazy končetiny na operačním sále (1x expozice HBO).

18.05.2021 – pacient i nadále sedován a na umělé plicní ventilaci, laboratorní zánětlivé markery v mírném poklesu, zaznamenána i nižší katecholaminová podpora.

Převaz rány metodou založené na kontrolovaném podtlaku (V.A.C.).

Na operačním sále byly odstraněny zavedené drenáže. Nekrektomie cárů fascie, kůže a svalů. Poté na bérec založen do defektu V.A.C. systém napojené na samostatné sání, incize na stehně rovněž sanovány, na mediální části incizí po dvou houbách, mezi které vložen redon. Dren 2x na laterální části, poté dvě samostatně houby a 2x redon (1x expozice HBO).

19.05.2021 končetina ošetřena podtlakovou léčbou (1x expozice HBO)

20.05.2021 Proběhla opět chirurgická revize operační rány, debridement, V.A.C. systém. Mírné zvýšení C-reaktivní proteinu je možná v souvislosti s uzavřeným systémem péče o rány. Oběhově stabilní. Dle klinického stavu i laboratorního nálezu sepse již v remisi, od dalších hyperbarických expozic je upouštěno. Překlad zpět na původní pracoviště.

Pacient podstoupil celkem třináct expozič v hyperbarické komoře bez komplikací po dobu 60 minut a při 2,0 ATA, FiO₂ 1,0.

Antibiotická terapie:

10.05.2021 - piperacilin, tazobaktam, linezolid, metronidazol

11.05.2021–13.05.2021 - oxacilin, linezolid, vankomycin, metronidazol

12.05.2021 - jednorázově podán meropenem

14.05.2021–18.05.2021 - meropenem, linezolid, flukonazol, metronidazol, vankomycin

Od 19.05.2021 - meropenem, linezolid, flukonazol

Tabulka 4 - Zánětlivé markery a katecholaminová podpora v průběhu hospitalizace, kazuistika č. 3

datum	CRP (mg/l)	LEUK (10 ⁹ /l)	PCT (ng/ml)	NA (μg/kg/h)	počet expozič
10.V	264,72	5,7	-	14,8	-
11.V	291,19	7,6	1,69	11,1	2x
12.V	321,4	7,1	2,3	11,1	2x
13.V	222,29	6	1,9	12,9	2x
14.V	268,59	6,5	1,88	12,9	2x
15.V	238,64	8,2	-	10,2	2x
16.V	208,08	7,8	-	7,4	-
17.V	167,17	8,2	0,55	4,6	1x
18.V	147,78	6,9	0,5	2,8	1x
19.V	138,82	6,1	0,41	2,3	1x
20.V	151,68	8,2	0,42	3,2	-

CRP-C-reaktivní protein, LEUK-leukocyty, PCT-prokalcitonin, NA-nejvyšší podaná dávka noradrenalinu za 24 hodin

5.4 Kazuistika č.4

65 letá pacientka při pokročilé roztroušené skleróze imobilní, paraplegie, na invalidním vozíku, měla dekubit na pravé hýždi, byla 24.6.2018 přijata na chirurgické oddělení nemocnice v Benešově s diagnózou nekrotizující fasciitis. Primárně byla chirurgicky ošetřena výkon byl prováděn v celkové anestezii a byla nasazena antibiotická terapie, po výkonu byla extubována, neurologicky intaktní. Oběhově byla stabilní, subfebrilní, septická.

25.06.2018 byla pacientka přeložena na anesteziologicko-resuscitační oddělení Nemocnice na Homolce k hyperbarické terapii. Při přijetí byla v kontaktu, subfebrilní, oběhově stabilní, orientovaná, edukována, avšak byl problém

s obsluhou těžké masky, bez které nelze expozice absolvovat proto byla zvolena expozice v intravenózní anestezii a na umělé plicní ventilací. Před expozicí proveden kontrola ORL a paracentéza. Antibiotická terapie byla modifikována. Na hrudníku vlevo byl zachycen a popsán podkožní emfyzém který byl jasně hmatný. V podbřišku tři incize a kontraincize, korugovany dren Per rectum.

Mikrobiologická vyšetření:

Enterobakterie a enterokoky

Biologický materiál dren: *Escherichia coli*, *Proteus mirabilis*, *Peptostreptococcus species*

Expozice v hyperbarické komoře byla podstoupena při 2 ATA FiO₂ 1,0 60 minut isokomprese.

26.06.2018 genitál byl oteklý, pro infekt z dekubitu v pravé gluteální krajině šířící se přes genitál na stěnu břišní, je pro nekrektomie dekubitu, mnohočetná drenáž stěny břišní (obrázek 4), na RTG snímku podkožní emfyzém vlevo. V sedaci provedena kontraincize v místě podkožního emfyzému. Z původní incize vlevo nad pupkem protažen korugovany dren, opakovaně proplach drenu peroxidem vodíku, krytí s betadine.

Následně každý den pacientka podstoupila dvakrát denně hyperbarickou expozici, převazy rány výplachy.

27.06.2018 zaveden flexiseal pro udržení čistoty rány.

30.06.2018 stav pacientky byl stabilizovaný, afebrilní, zánětlivé markery nadále v poklesu, nález na břicho uspokojivý, ustupující zarudnutí břišní stěny, provedeno snesení povrchní nekrózy v pravém podbřišku, aplikace betadine. Po

odstranění nekrotizace na hrázi aplikován debridec gel. Po opakovaných expozicích pozorována mírná sekrece s krví z pravého ucha.

1.7.2018 podstoupení posledních dvou expozic v hyperbarické komoře

2.7.2018 stěna břišní s odstupujícím infiltrátem v podbřišku, kanály s drenáží již bez retence. Celkový i lokální stav zlepšen. Chirurg provedl převaz rány, extrahovány 2 dreny, nález uspokojivý.

3.07.2018 přeložena zpět do Benešova



Obrázek 4 Mnohočetná drenáž břišní stěny

Pacientka podstoupila celkem 13 hyperbarických expozií. Nález na břiše a hrázi zlepšen, zánětlivé markery v poklesu, oběhově stabilní. Nemocná v dobrém stavu, bez bolesti a afebrilní.

Antibiotická terapie:

25.06.2018 - penicilin G, metronidazol

26.06.2018 - piperacilin, tazobaktam, metronidazol, gentamicin

27.06.2018 - piperacilin, tazobaktam, metronidazol

28.06.2018–03.07.2018 - piperacilin, tazobactam, metronidazol, flukanazol

Tabulka 5 - Zánětlivé markery a katecholaminová podpora v průběhu hospitalizace, kazuistika č. 4

datum	CRP (mg/l)	LEUK (10 ⁹ /l)	PCT (ng/ml)	NA (μg/kg/h)	počet expozič
25.06.2018	241,7	7,9	-	3,7	1x
26.06.2018	161,9	10,8	6,24	-	2x
27.06.2018	141,5	19,4	-	-	2x
28.06.2018	82,9	18,5	-	-	2x
29.06.2018	59,3	15,1	3,45	-	2x
30.06.2018	42,8	12,2	-	-	2x
01.07.2018	15,9	10,9	-	-	2x
02.07.2018	24,7	12,7	0,69	-	-
03.07.2018	37	9,6	-	-	-

CRP-C-reaktivní protein, LEUK-leukocyty, PCT-prokalcitonin, NA-nejvyšší podaná dávka noradrenalinu za 24 hodin

5.5 Kazustika č. 5

64 letý pacient léčený diabetik na PAD, který vysadil terapii a odmítal včasné ošetření byl přijat na chirurgii nemocnice Kolín 15.06.2014, kdy byla provedena demaskulinizace, nekrektomie, drenáž, laváž dutiny břišní, 16.06.2014 byl operován, proběhla revize dutiny břišní a dutiny pánevní, zavedena transverzostomie. Následně se pacient dostal do septického šoku, byla zavedena podpora oběhu katecholaminy, nastavena antibiotická terapie, opakovaná korekce hypoglykémie. Pro fibrilaci síní podán amiodaron.

17.06.2014 byl přijat pro hyperbarickou terapii do Nemocnice Na Homolce. Při příjmu byl pacient febrilní 37,5°C, s tlakem 140/80 a pulsem 95 tepů za minutu. Pacient byl na umělé plicní ventilaci. Pacient při Fournierově gangréně, genitál kompletně odstraněn, celý podbřišek obnažen až na fascii, zachován volně vlající

kožní kryt (obrázek 5), epicystostomie, transversostomie. Nohy od nártů a prsty chladné, špatné prokrvení, puls na ss. Dorsalis pedis bilat nehmatné. Proběhla kontrola ORL a paracentéza. Tentýž den zahájena série expozič HBO při 1,5 ATA, FiO₂ 1,0 po dobu 60 minut isokompresí.

Mikrobiologické vyšetření:

směs bakterií grampozitivních koků, gramnegativních tyčí i klostridií, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Pseudomonas aeruginosa*

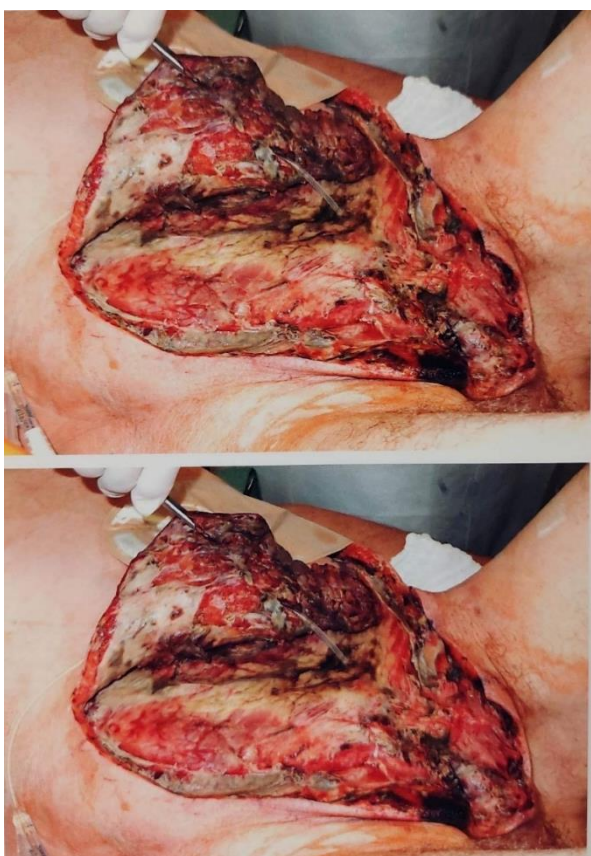
18.06.2014 – 21.06.2014 podstupovány expozič v hyperbarické komoře 2x denně, převazy rány.

22.06.2014 – 25.06.2014 pacient podstupoval expozič HBO 1x denně.

24.06.2014 plochy na břicho již granulní, čisté, marginální okrajové kožní nekrózy, toaleta rány, neckrektomie marginálních nekroz na kožním laloku. Epicystostomie funkční bez fixace, krytí s rouškami navlhčenými v persterilu. Kokcygeální oblast – plochy čisté, drobné nekrózy, kolem rekta choboty hluboko do malé pánve, výplachy rány peroxidem vodíku, nevelká necrektomie, založena rouška s persterilem.

26.06.2014 převazové rány klidné, vitální. Celkem pacient podstoupil třináct expozič v hyperbarické komoře bez komplikací, isokompresí 60 minut při 1,5 ATA, FiO₂ 1,0.

30.06.2014 byl pacient přeložen do nemocnice Kolín



Obrázek 5 Obnažený podbříšek až na fascii

Antibiotická terapie:

17.06.2014 penicilin G, gentamycin

18.06.2014 – 19.06.2014 penicilin G, gentamycin, cefotaxim

20.06.2014 – 22.06.2014 penicilin G, gentamycin

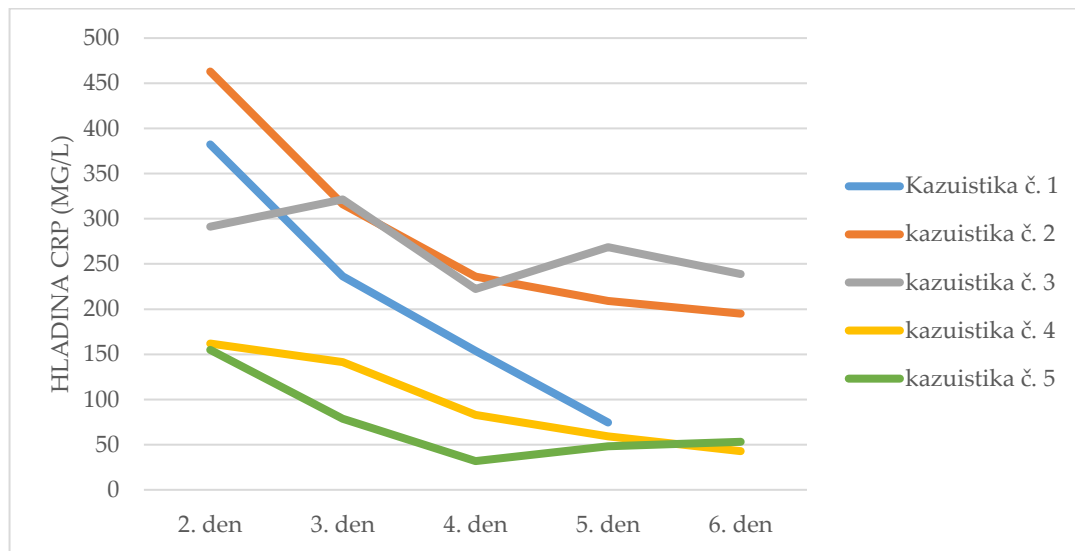
23.06.2014 – 27.06.2014 piperacilin, tazobaktam

Tabulka 6 - Zánětlivé markery a katecholaminová podpora v průběhu hospitalizace, kazuistika č. 5

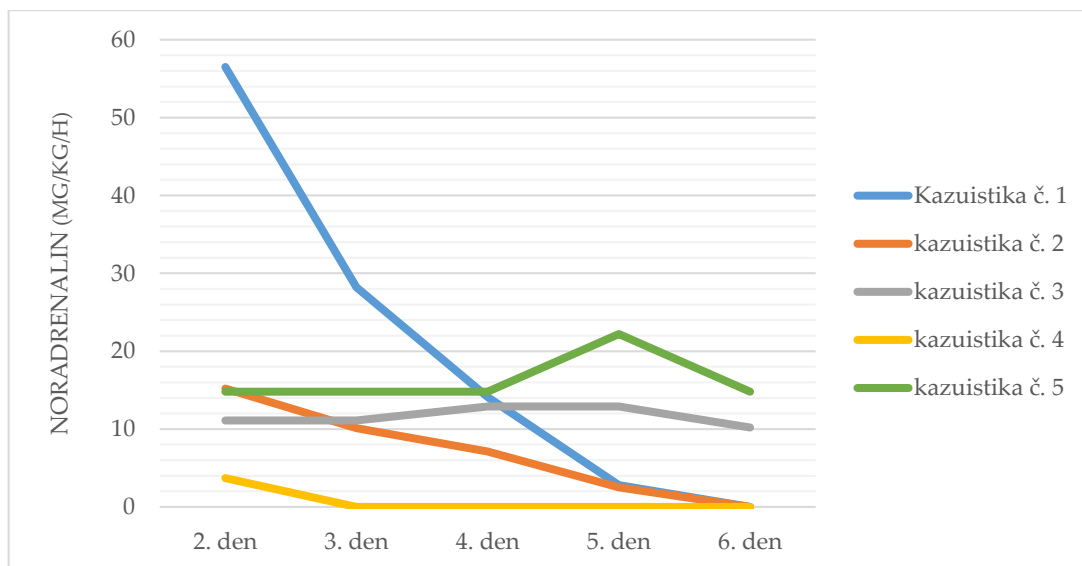
datum	CRP (mg/l)	LEUK (10 ⁹ /l)	PCT (ng/ml)	NA (μg/kg/h)	Počet expozič
17.06.2014	215,4	20,2	-	29,5	1x
18.06.2014	154,9	15,9	4,31	14,8	2x
19.06.2014	78,7	19,4	-	14,8	2x
20.06.2014	31,8	17,1	1,79	14,8	2x
21.06.2014	48,2	17,6	-	22,2	2x
22.06.2014	53,1	15,8	-	14,8	1x
23.06.2014	38,3	12,8	2,36	11,1	1x
24.06.2014	47,7	14,3	-	11,1	1x
25.06.2014	63,6	10,9	1,44	7,4	1x
26.06.2014	48,4	9,9	-	5,5	-
27.06.2014	41,2	7,9	-	9,2	-

CRP-C-reaktivní protein, LEUK-leukocyty, PCT-prokalcitonin, NA-nejvyšší podaná dávka noradrenalinu za 24 hodin

5.6 Grafy shrnující kazuistiky a vybrané hodnoty



Graf 1 Hladina C-reaktivního proteinu jednotlivých pacientů vzhledem ke dni hospitalizace



Graf 2 Hodnoty noradrenalinové podpory vzhledem ke dni hospitalizace

6 DISKUZE

Cílem bakalářské práce bylo porovnání doporučených postupů pro léčebnou metodu hyperbarickou oxygenoterpií u nekrotizujících infekcí měkkých tkání s vypracovanými pěti kazuistikami. Dalším cílem bylo posoudit stav pacienta po aplikování této léčebné metody.

Vybraní pacienti byli hospitalizováni na anesteziologicko-resuscitačním oddělení Nemocnice Na Homolce, kam byli přeloženi z nemocnic Středočeského kraje, z Prahy, a ve dvou případech až z kraje pardubického. Ve dvou případech se jednalo o pacienty bez rizikových faktorů, u zbývajících se jednalo o pacienta polymorbidního, imobilního a s diagnostikou *diabetes mellitus*. Průměrný věk výše zmíněných byl 52 let. Čtyři pacienti byli již při příjmu na umělé plicní ventilaci. Všichni hospitalizovaní byli v septickém stavu a na katecholaminové podpoře. Již na odesílajícím pracovišti byla u všech pacientů zahájena chirurgická a antibiotická terapie. Po přijetí byla co nejdříve aplikována první expozice v hyperbarické komoře, následovalo i případné upravení antibiotické léčby podle mikrobiologických výsledků. Po celou dobu hospitalizace byla aplikována i chirurgická léčba nejčastěji v podobě mnohočetných incizí, debridementů ran, nekrektomií, zavádění a proplachů drénů a výplachů ran. Součástí komplexní terapie byla poskytnuta i intenzivní a resuscitační péče.

Dle Chmelaře a Hájka (2017) doporučený postup zahrnuje aplikaci HBO po dobu 60–90 minut na 2,5–2,8 ATA, 2–3x denně během prvního dne a následující dny 2x denně. Zpravidla se HBO poskytuje 5–7 dní nebo do zhojení rány. Tento druh terapie musí být zahrnut do léčebného protokolu kombinující okamžitý a odpovídající operační zákrok a antibiotika cílená na anaerobní a aerobní mikroflóru. Jako samozřejmost je brána i intenzivní a ošetrovatelská péče.

Ve výše uvedených kazuistikách byl postup léčby v jistých bodech odlišný. A to konkrétně v maximálně použitých tlacích při isokompresy v hyperbarické komoře, které dosahovaly hodnot v rozmezí 1,5–2,0 ATA. Expozice byla podstupována ve většině případů 2x denně, avšak v několika případech pouze 1x denně. Léčebná metoda byla aplikována vždy minimálně pět dnů a maximálně deset dnů. Celkový počet expozičních cyklů po celou dobu léčby se pohyboval mezi 9-13 sezeními. I přes jisté odlišnosti v postupech byl stav pacientů stabilizován, fulminantní infekce a septický šok byl zvládnut, zánětlivé markery byly ve významném poklesu a katecholaminová podpora byla významně nižší a nebo byla úplně vysazena (graf 2).

U všech pacientů byl po ukončení HBO pozorován významný pokles zánětlivých markerů. U čtyř pacientů byl zaznamenán pokles C-reaktivního proteinu od 170 mg/l až po 317 mg/l, vyjma polymorbidního pacienta, kdy byl pokles o 109 mg/l (graf 1). Všichni pacienti byli po sériích expozičních cyklů v nejbližších dnech přeloženi na pracoviště nižšího typu. Lokální nález byl u všech pacientů komentován jako uspokojivý, rány klidné a nález příznivý.

Jak nám ukazuje rozsáhlejší studie publikovaná Mladenov et al. (2022), která porovnává pacienty, kteří byli podrobena léčbě v hyperbarické komoře s pacienty, kteří této léčbě podrobena nebyli. Vliv hyperbarické komory má jednoznačně pozitivní vliv na prognózu a vývoj zdraví pacienta. Výzkum prezentuje výsledky pacientů, kteří byli podrobena léčbě v hyperbarické komoře, jako pozitivní pro léčbu. Současně se během celého kontrolovaného období vyskytl pouze jeden incident, který mohl být spjatý s pobytem v hyperbarické komoře. Velmi pozitivní fakt je sledován i v oblasti amputací při řešení nekrotizujících infekcí měkkých tkání. To se velmi často vyskytuje u pacientů trpících *diabetem mellitu* 2. typu. Pobyt v hyperbarické komoře ukazuje snížení

rizika amputace v porovnání s pacienty, kterým nebyla léčba v hyperbarické komoře umožněna.

V porovnání s našimi výsledky lze spolehlivě říct, že vliv hyperbarické komory na nekrotizující infekce měkkých tkání je definitivně pozitivní. Všichni námi zkoumaní pacienti byli podrobena léčbě v hyperbarické komoře a došlo k výraznému zlepšení jejich zdravotního stavu. Toto zjištění se shoduje s poznatky této studie, tedy pobyt v hyperbarické komoře má určitě smysl. V rámci léčby nekrózy infekce měkkých tkání by měl rozhodně alespoň doprovázet standardní procesy v léčbě tohoto závažného zdravotního stavu.

Další studie, publikovaná v článku roku 2015 (Devaney et al. 2015), vykazuje podobné pozitivní výsledky v případě použití hyperbarické komory pro léčbu nekrotizujících infekcí měkkých tkání. Během třinácti let bylo identifikováno 341 pacientů trpících tímto onemocněním. 275 z nich bylo podrobena léčbě v hyperbarické komoře. Jak se ukázalo, bylo signifikantně nižší riziko úmrtí u pacientů, kteří léčbu v hyperbarické komoře podstoupili. Současně kleslo i riziko amputací.

Výsledky opět vykazují pozitivní vliv hyperbarické komory a její léčby v případě nekrotizující infekce měkkých tkání. Toto zjištění se opět shoduje s výsledky našeho šetření. Lze tedy spolehlivě říci, že hyperbarická komora by měla být doporučena při léčbě nekrotizujících infekcí měkkých tkání (Devaney et al.2015).

Výsledek zkoumání přinesl poznatky, že HBO může být užitečnou terapeutickou volbou u pacientů s NSTI. I když tato léčba zahrnuje vysoké náklady a speciální vybavení, může přinést zlepšení výsledků u pacientů s tímto onemocněním, zejména u těch s vysokým rizikem úmrtí nebo amputace.

Nicméně jsou zapotřebí další studie, které by potvrdily tyto závěry a přinesly více informací o optimálních dávkách a délkách léčby.

V souhrnu dle Huang et. al. (2023) bylo provedeno 49 152 retrospektivních kohortových a případových kontrolních studií týkajících se léčby NSTI kyslíkovou terapií pod vysokým tlakem, zahrnujících 1448 pacientů léčených HBO a 47 704 kontrolních pacientů. Zjištěno bylo, že skupina pacientů léčených HBO měla významně nižší úmrtnost než skupina pacientů, kteří HBO nedostali. Nicméně, skupina léčená HBO podstoupila více chirurgických debridementů než skupina, která HBO nedostala. Rozhodně však lze pozitivně hodnotit vliv hyperbarické komory na léčbu NSTI. I tato studie, publikována v roce 2023, nám ukazuje pozitivní vliv hyperbarické komory pro léčbu.

Všechny studie měly současně velký počet pacientů trpících onemocněním *diabetes mellitus*. Dá se tedy předpokládat velký vliv tohoto onemocnění pro rozvoj tohoto onemocnění. Jeden náš pacient také trpěl diabetem, tudíž tento závěr nelze vyvrátit. Další zásadní faktor byl vysoký věk (55 let a více) či chronické kouření či abusus alkoholu.

Hedetoft et al. (2021) identifikoval 486 prací, z nichž bylo 31 zahrnuto do kvalitativní syntézy a 21 do metaanalýz, která shrnovala 48 744 pacientů s nekrotizující infekcí měkkých tkání ve spojení HBO oproti 47 507 léčených též s NSTI, ale bez zařazení HBO do léčebného protokolu. Nemocniční mortalita a souhrnný poměr šancí vykazovala prospěch HBO. Tentýž jev byl shodný v oblasti amputací. Konkrétní postupy nebyly u devíti studií při použití HBO zaznamenány, avšak u identifikovaných byl použit protokol HBO po dobu 90 minut při 2,0 – 2,8 ATA. Frekvence se značně lišila od jednoho sezení denně až po agresivnější léčebné postupy se třemi sezeními během 24 hodin a následně dvakrát denně. Tudíž závěr i této studie naznačuje, že pacienti, kterým byla

poskytnuta HBO, mají sníženou pravděpodobnost úmrtí. Nižší pravděpodobnost je zaznamenána i s potřebou rozsáhlé amputace postižené končetiny.

Všechny čtyři publikace studií prokazují totožné výsledky. Užití hyperbarické komory pro léčbu NSTI má pozitivní vliv na prognózu pacienta. Jak na jeho pravděpodobnost přežití, tak na snížení případného rizika amputace končetiny. Současné důkazy naznačují, že použití HBO při léčbě NSTI může významně snížit míru úmrtnosti a výskyt komplikací. Nicméně, kvůli retrospektivnímu charakteru studií jsou důkazy slabé a je zapotřebí dalšího výzkumu pro potvrzení jeho účinnosti. Je také důležité poznamenat, že možnost HBO není dostupná ve všech nemocnicích a jeho použití by mělo být pečlivě zvažováno na základě individuálních okolností pacienta. Navíc je stále důležité zdůraznit význam promptního hodnocení chirurgických rizik, aby nedošlo ke zmeškání optimálního času pro léčbu.

Opačný efekt zaznamenal Tutino et al. (2022), který vyhodnotil data o 23 léčených pro Fournierovu gangrénu, kdy celkově zemřeli tři pacienti, z nichž dva byli léčeni doplňkovou metodou HBO. Tento fakt koreloval s prodlevou mezi přijetím a chirurgickým zákrokem. U pacientů, kteří podstoupili HBO, se zvyšovala doba hospitalizace a zřejmě se nezlepšila míra mortality.

K podobnému závěru došel i Massey et al. (2012), kteří identifikovali 80 případů. Mezi skupinami nebyly žádné významné rozdíly v demografii, fyziologii nebo v komorbiditách. Pacienti, u nichž byla do léčebného protokolu zařazena HBO oproti pacientům bez HBO, se nezaznamenal žádný značný rozdíl v mortalitě pacientů ani v míře amputací.

7 ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo porovnat aplikované postupy v rámci zpracovaných kazuistik hyperbarické oxygenoterapie v případě nekrotizujících infekcí měkkých tkání s doporučenými postupy. Zároveň je v práci posouzen stav pacienta po ukončení této metody prostřednictvím zánětlivých markerů a katecholaminové podpory.

Porovnání kazuistik nekorelovalo s doporučenými postupy, a to především v použitých tlacích v hyperbarické komoře. I přesto byl zaznamenán významný pozitivní efekt po ukončení této terapie. U všech pacientů byl pozorován významný pokles jak vybraných zánětlivých markerů, tak i katecholaminová podpora byla výrazně snížena nebo úplně vysazena. Při překladu na pracoviště nižšího typu byl jejich stav hodnocen jako zlepšený, stabilní a lokální nález uspokojivý.

I přes velké množství studií a analýz v oblasti léčby nekrotizujících infekcí hyperbarickou oxygenoterapií není její efekt vždy spojen s jednoznačně pozitivním výsledkem. Zároveň chybí dvojitě zaslepená randomizovaná kontrolovaná studie, jejíž provedení je v tomto oboru velice komplikované. Proto je potřeba dále provádět výzkumy, které by mohly prokázat účinnost této terapie a pomoci tak lékařům při rozhodování o vhodnosti léčby pro pacienty s touto závažnou infekcí.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ATA – absolutní atmosférický tlak

CRP – C – reaktivní protein

CT – Computer tomography (počítačová tomografie)

DNA – deoxyribonukleová kyselina

FiO₂ – inspirační koncentrace kyslíku

FNM – Fakultní nemocnice Motol

HBO – hyperbarická oxygenoterapie

kPa – kilopascal

LEUK – leukocyty

LRINEC – Laboratorní indikátor rizika nekrotizující fascitidy

MRSA – methicilin rezistentní *Staphylococcus aureus*

NA – noradrenalin

NSTI – nekrotizující infekce měkkých tkání

ORL – ortolaryngolog

Pa – Pascal

PCT – prokalcitonin

PO₂ – parciální tlak kyslíku

PAD – perorální antidiabetika

V.A.C. – Vacuum assisted closure (uzávěr rány vakuem)

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BONNE, Stephanire a Sameer KADRI, 2017. Evaluation and Management of Necrotizing Soft Tissue Infections. *Infectious disease clinics of North America*. **31**(3), 497-511. Dostupné z: doi:doi:10.1016/j.idc.2017.05.011

DEVANEY, Bridget, Geoff FRAWLEY, Lachlan FRAWLEY, David V PICHLER, 2015. Necrotising soft tissue infections: the effect of hyperbaric oxygen on mortality. *Anaesth Intensive Care*. **43**(6). 685-692. Dostupné z: <https://doi.org/10.1177/0310057X1504300604>

GOERING, Richard V., Hazel M. DOCKRELL, Mark A. ZUCKERMAN, Ivan M. ROITT a Peter L. CHIODINI, JULÁK, Jaroslav, ed., 2016. *Mimsova lékařská mikrobiologie*. 5. vydání. Praha: Stanislav Juhaňák - Triton. ISBN 978-80-7387-928-0.

GÜRLICH, Robert, Věra ADÁMKOVÁ, Jan ULRYCH, Helena BRODSKÁ, Václav JANÍK, Jaroslav LINDERT a Eduard HAVEL, 2016. Infekce kůže a měkkých tkání. *Rozhledy v chirurgii*. **95**(4), 141-146.

HÁJEK, Michal a Miroslav KOLIBA, 2011, Hyperbarická oxygenoterapie v léčbě syndromu diabetické nohy. *Interní medicína pro praxi*. **13**(6), 250-254, ISSN 1212-7299

HÁJEK, Michal, Dittmar CHMELÁŘ, Miroslav ROZLOŽNÍK, Alexandra LOCHMANOVÁ, Jozef KLUZMA, Miloslav KLUGAR, 2019. Současná evropská doporučení pro léčbu hyperbarickým kyslíkem. *Pracovní lékařství* **71**(1-2), 42-51, ISSN 0032-6291

HÁJEK, Michal, Dittmar CHMELÁŘ, Miroslav ROZLOŽNÍK, Jozef KUZMA, Alexandra LOCHMANOVÁ, Jitka KLUGAROVÁ, Miloslav KLUGAR, Boris

ONISČENKO, Jakub TLAPÁK, 2021, Klinické využití hyperbarického kyslíku u syndromu diabetické nohy a jiných obtížně se hojících ran. *Military Medical Science Letters* **90**(1), 33-42, ISSN 0372-7025

HÁJEK, Michal, Miloslav KLUGAR, Dittmar CHMELAR, 2020. Význam hyperbarické medicíny a současná doporučení u vybraných akutních indikací v urgentní medicíně a intenzivní péči. *Anesteziologie a intenzivní medicína*. **31**(3), 106-113, Dostupné z: 10.36290/aim.2020.024

HÁJEK, Michal, Roman PUDIL, Miroslav ROZLOŽNÍK, Dittmar CHMELAR, Vladimír BERAN, František NOVOMESKÝ, Miloš SÁZEL, Evžen HRNČÍŘ, 2015. Hyperbarická medicína v České republice – aktuální pohled. *Pracovní lékařství. Pracovní lékařství*. **62**(2), 61-70. ISSN 1212-8720. Dostupné z: doi:<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=114117740&site=ehost-live&scope=site>

HAKKARAINEN, Timo W., Nicole M. KOPARI, Tam N. PHAM a Heather L. EVANS, 2014. Necrotizing soft tissue infections: Review and current concepts in treatment, systems of care, and outcomes. *Current Problem in Surgery*. **8**(51), 344-362. ISSN: 0011-3840. Dostupné z: doi:<https://doi.org/10.1067/j.cpsurg.2014.06.001>

HEDETOFT, Morten, Michael H. BENNET, Ole hyldegaard, 2021. Adjunctive hyperbaric oxygen treatment for necrotising soft-tissue infections: A systematic review and meta-analysis. *Diving Hyperbaric Medicine*. **51**(1). 34-43. Dostupné z: 10.28920/dhm51.1.34-43

HUANG, Chengzi, Yilian ZHONG, Chaochi YUE, Bin HE, Yaling LI, Jun LI, 2023. The effect of hyperbaric oxygen therapy on the clinical outcomes of necrotizing soft tissue infections: a systematic review and meta-analysis. *World Journal of Emergency Surgery*. **18**(23). <https://doi.org/10.1186/s13017-023-00490-y>

CHMELAŘ, Dittmar a Michal HÁJEK. Nekrotizující infekce měkkých tkání. HÁJEK, Michal et al. *Hyperbarická medicína*. Praha: Mladá fronta, 2017, s. 284–300. Aeskulap. ISBN 978-80-204-4235-2.

JAIN, K. Kewal, *Textbook of hyperbaric medicine*, ed. 6., Cham: Springer, 2017, 640 s., ISBN 978-331-9836-645

LONGO, Dan L., Dennis L. STEVENS a Amy E. BRYANT, 2017. Necrotizing Soft-Tissue Infections. *New England Journal of Medicine* [online]. **377**(23), 2253–2265 [cit. 2023-02-15]. ISSN 0028-4793. Dostupné z: doi:10.1056/NEJMra1600673

LONGO, Dan L., Dennis L. STEVENS a Amy E. BRYANT, 2017. Necrotizing Soft-Tissue Infections. *New England Journal of Medicine* [online]. **377**(23), 2253–2265 [cit. 2023-02-15]. ISSN 0028-4793. Dostupné z: doi:10.1056/NEJMra1600673

MARQUES, Alencar S., Luciana ABBADE Fernandes P., 2020. Severe bacterial skin infections, *Anais Brasileiros de Dermatologia*, **95**(4), 407-417,ISSN 0365-0596

MASSEY, Paul R, Joseph V., SAKRAN, Angela MILS, Babak SARANI, David D. AUFHAUSER, Carrie A. SIMS, Jose L. PASCUAL, Rachel R. KELZ, Daniel N. HOLENA, 2012. Hyperbaric oxygen therapy in necrotizing soft tissue infections. *Association for Academic Surgery*. **17**(1). 146-151. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2012.03.016>

MLADENOV, Assen, Katharina DIEHL, Oliver MÜLLER, Christian von HEYMANN, Susanne KOPP, Wiebke K. PEITSCH, 2022. Outcome of necrotizing fasciitis and Fournier's gangrene with and without hyperbaric oxygen therapy: a retrospective analysis over 10 years. *World Journal of Emergency Surgery*. **17**(43). Dostupné z: [https://doi.org/10.1186/s13017-022-00448-](https://doi.org/10.1186/s13017-022-00448-6)

PEETERMANS, Marijke, Nicolas de PROST, Chris ECKMANN, Anna NORRBY-TEGLUND, Silje SKREDE, Jean DE WAELE, 2020. Necrotizing skin and soft-tissue infections in the intensive care unit. *Clinical Microbiology and Infection*. 26. 8-17. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2019.06.031>

RICHTAROVA, Jaroslava, SATINSKÝ Igor, 2019. Fournierova gangréna – příklad mezioborové spolupráce. *Praktický lékař*. 99(3). 127-132, ISSN 0032-6739. Dostupné z: <https://www.prolekare.cz/casopisy/prakticky-lekar/2019-3-10/fournierova-gangrena-priklad-mezioborove-spoluprace-113560>

RŮŽIČKA, Jiří, 2017. Fyzikální a fyziologické aspekty léčby hyperbarickým kyslíkem. HÁJEK, Michal et al. *Hyperbarická medicína*. Praha: Mladá fronta, 2017, s. 284–300. Aeskulap. ISBN 978-80-204-4235-2.

TUTINO, Roberta, Francesco COLLI, Giovanna RIZZO, Sebastiano BONVENTRE, Gregorio SCERRINO, Giuseppe SALAMONE, Giuseppina MELFA, Giuseppina ORLANDO, Geatano GALLO, Mauro SENTARELLI, Marco MASSANI, Gianfranco COCORULLO, 2022. Which Role for Hyperbaric Oxygen Therapy in the Treatment of Fournier's Gangrene? A Retrospective Study. *Frontiers in Surgery*. 9. Dostupné z: <https://doi.org/10.3389/fsurg.2022.850378>

ULRYCH, Jan, 2020. Definice, klasifikace a epidemiologie chirurgických infekcí a kůže měkkých tkání. In: *Chirurgické infekce kůže a měkkých tkání*. Praha: Galén, s. 53-58. ISBN 978-80-7492-496-5.

ULRYCH, Jan, 2020. *Chirurgické infekce kůže a měkkých tkání: Nekrotizující infekce kůže a měkkých tkání*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7492-496-5.

ULRYCH, Jan, Věra ADÁMKOVÁ, Robert GÜRLICH, Milan KOLÁŘ, Helena LAHODA-BRODSKÁ, Vladislav TŘEŠKA a Lenka VEVERKOVÁ, 2022. *Současná diagnostika a léčba chirurgických infekcí kůže a měkkých*

tkání. Rozhledy v chirurgii. **101**(7), 300-311. Dostupné z:
doi:10.33699/PIS.2022.101.7.300–311

ZHANG, Ke-Fan, SHI Chuan-Xin, CHEN Si-Yu, WEI Wei, 2022. Progress in Multidisciplinary Treatment of Fournier's Gangrene. *Infect Drug Resist.* 15. 6869-6880. Dostupné z: <https://doi.org/10.2147/IDR.S390008>

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Pravá horní končetina po ukončení HBO, 9.11.2022, kazuistika č. 2

Obrázek 2 – Pravá horní končetina z 16.01.2023, kazuistika č. 2 **Chyba!**

Záložka není definována.

Obrázek 3 - Rozsáhlá fasciotomie bérve pravé horní končetiny z 11.05.2021, kazuistika č. 3

Obrázek 4 – Mnohočetná drenáž břišní stěny, kazuistika č. 4

Obrázek 5 – Obnažený podbříšek až na fascii

11 SEZNAM POUŽITÝCH GRAFŮ

Graf 1 - Hladina C-reaktivního proteinu jednotlivých pacientů vzhledem ke dni hospitalizace

Graf 2 - Hodnoty noradrenalinové podpory vzhledem ke dni hospitalizace

12 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 - Klasifikace nekrotizujících infekcí měkkých tkání podle etiologie

Tabulka 2 Zánětlivé markery a katecholaminová podpora v průběhu hospitalizace, kazuistika č. 1

Tabulka 3 - Zánětlivé markery a katecholaminová podpora v průběhu hospitalizace, kazuistika č.2

Tabulka 4 - Zánětlivé markery a katecholaminová podpora v průběhu hospitalizace, kazuistika č. 3

Tabulka 5 - Zánětlivé markery a katecholaminová podpora v průběhu hospitalizace, kazuistika č. 4

Tabulka 6 - Zánětlivé markery a katecholaminová podpora v průběhu hospitalizace, kazuistika č. 5

13 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – Žádost o provedení výzkumného šetření v Nemocnici Na Homolce za účelem studijních prací



Roentgenova 2, 150 30 Praha 5
Tel.: +420 257 271 111
IČO: 00023884

03_F_NNH_104
Žádost o provádění výzkumného šetření v NNH za účelem studijních prací

Žádost o provádění výzkumného šetření v NNH za účelem studijních prací

Jméno a příjmení žadatele	Anežka Turnonvcová
Datum narození	19.03.1999
Adresa trvalého bydliště	Petřkovice 15
Kontaktní telefon	720 282 522
Kontaktní email	anezkaturnovcova@seznam.cz
Název vzdělávací instituce, kde žadatel studuje	České vysoké učení technické
Anotace výzkumu	Výzkum bude zaměřen na nekrotizující infekce měkkých tkání a jejich možnou léčbu hyperbarickou komorou, budou rozebrány případové studie pacientů s nekrotizujícími infekcemi měkkých tkání, při nichž byla aplikována léčba hyperbarickou komorou. Budou zhodnoceny jednotlivé kroky procesu léčby.
Způsob provádění výzkumu	Výzkum bude prováděn kvalitativní formou několika případových studií pacientů s danou problematikou.
Oddělení, na kterém bude výzkum prováděn	Anesteziologicko – resuscitační
Doba trvání výzkumu (od – do)	1.12.2022 – 30.04.2023
Způsob ochrany osobních údajů pacienta (GDPR), tj. přesně uvést, jak budou data získávána, kde budou uloženy zdrojové formuláře, v jaké formě budou data dále zpracovávána	Potřebná data budou získávána ze zdravotnické dokumentace pacientů, v které se zaměřím na způsob terapie, diagnostický souhrn před zahájením léčby v hyperbarické komoře, bude posuzován proces léčby a její dopady. Posbíraná data budou do bakalářské práce analyzována a zpracována formou kazuistik.

V Praze dne 1.12.2022

Podpis studenta

V Praze dne 1. XII - 22

Podpis garanta výzkumu (vedoucí stud. práce)

Vyjádření a podpis náměstka OP/náměstka LPP

souhlasím

nesouhlasím

Podpis náměstka OP/náměstka LPP

