

PRÍLOHA / SUPPLEMENTUM

Recenzované abstrakty z vedeckej konferencie:

XXVI. Konferencie hyperbarickej medicíny

11. – 12.06.2026

Liblice, Česká republika

Reviewed abstracts from the scientific conference:

XXVI. Conference of hyperbaric medicine

11. – 12.06.2026

Liblice, Czech Republic

20 SEKUND MEZI ŽIVOTEM A SMRTÍ (Z PROBLEMATIKY VYŠETŘOVÁNÍ LETECKÝCH NEHOD)

DOŠEL Petr¹

¹ *Ústav leteckého zdravotnictví Praha, Praha, Česká republika*

Cíle: Účelem přednášky je jednak přinést posluchačům představu, jak rychle se může naplnit řetězec dějů vedoucích k letecké nehodě, a jednak představit auditoriu odbornou publikaci pojednávající o vyšetřování leteckých nehod.

Metoda: Modelová situace rozebere v časovém sledu, jak somatogravická iluze za určitých okolností může vést k neodvratné katastrofě v řádu sekund. Pro názornou představu rozporu mezi informacemi získanými pohledem a vestibulárním systémem bylo připraveno instruktážní video.

Výsledky: Somatogravická iluze byla v minulosti opakovaně příčinou leteckých nehod (například Soči: Tu-154M, 2016, nehoda souboru „Alexandrovci“; Rostov nad Donem: FlyDubai 981, 2016; Texas, Atlas Air 3591, 2019). Náležité objasnění nehodového děje je součástí příslušných závěrů vyšetřování takových nehod a zůstává tak důležitou součástí boje za zvyšování bezpečnosti létání. Druhá část přednášky posluchače v celkovém přehledu informuje o oblastech, aspektech a metodách souvisejících s vyšetřováním leteckých nehod. Publikace přináší informace o způsobu, jakým jsou jednotlivé typy létajících zařízení řízeny a ovládány, o základech letecké fyziologie a posuzování schopnosti pilotů k létání, o postupech šetření leteckých nehod, o možnostech soudního lékařství při šetření, o příčinách leteckých nehod a ve finále i rozbor konkrétních leteckých nehod. Předpokladem je komplexní pohled mnoha odborníků různých oborů – lékařů různého zaměření, psychologů, techniků specializujících se na různé segmenty a systémy letounu, složek řízení letového provozu, meteorologů, právníků a soudních znalců v příslušných oblastech a dalších. Publikace je dílem usilovné, trpělivé a zdoluhavé práce a odborných konzultací mnoha odborníků.

Závěr: Instruktážní video dává v reálném čase představu o tom, v jaké časové a informační tísní může být pilot při rozhodování za letu vystaven. Tím při výcviku přispívá ke zvýšení bezpečnosti létání. Publikace přináší z hlediska mnoha profesí náhled

a současně vodítko, jak postupovat při vyšetřování leteckých nehod. Současně poskytuje souhrnný přehled zohledňovaných faktorů při objasňování příčin leteckých nehod.

Klíčová slova: Letecké nehody. Vyšetřování leteckých nehod. Somatogravická iluze. Bezpečnost létání. Lidský faktor.

BIOMONITORACE V LETECKÉ FYZIOLOGII: INTEGRACE NOSITELNÝCH SENZORŮ, POKROČILÝCH ROZHRANÍ A ADAPTIVNÍCH SYSTÉMŮ

TLAPÁK Jakub^{1,2}

¹ *Ústav leteckého zdravotnictví Praha, Praha, Česká republika*

² *Fakulta biomedicínského inženýrství, České vysoké učení technické v Praze, Praha, Česká republika*

Úvod a cíle: Biomonitorace v letecké fyziologii představuje dynamicky se rozvíjející oblast zaměřenou na kontinuální sledování fyziologického a kognitivního stavu pilotů v extrémních podmínkách. Lidský faktor zůstává jednou z dominantních příčin leteckých incidentů, přičemž hypoxie, únava, přetížení a senzorická deprivace patří mezi hlavní rizika. Rozvoj nositelných technologií, jako jsou chytré textilie, senzory v dýchacích maskách, akustické monitorovací systémy a vizuální sledování (eye-tracking), umožňuje detailní analýzu stavu pilota v reálném čase. Integrace těchto systémů s pokročilými zobrazovacími technologiemi (např. HMD displeje a systémy nočního vidění) otevírá nové možnosti prevence chyb a zvýšení bezpečnosti.

Metodika: Tato práce vychází z analýzy dostupných publikací v databázích jako Web of Science, PubMed a Scopus, zaměřených na biomonitoraci v letecké a vojenské fyziologii. Hodnoceny byly studie zabývající se využitím chytrých textilií pro měření EKG, variability srdeční frekvence (HRV) a respirace, dále výzkumy integrace senzorů do dýchacích masek pro detekci hypoxie a analýzu respiračních parametrů. Součástí metodiky je i přehled studií zaměřených na akustickou biomonitoraci (otoakustické emise, sluchové evokované potenciály), eye-tracking jako nástroj sledování kognitivní zátěže a implementaci těchto dat do HMD systémů. Dále

byly zahrnuty práce analyzující vliv nočního vidění a hypoxie na výkon pilota.

Výsledky: Výsledky ukazují, že chytré textilie umožňují získat analyzovatelná fyziologická data v až 90 % případů i při vysokém přetížení a hypobarických podmínkách. Senzory integrované v dýchacích maskách prokazují schopnost detekovat časné známky hypoxie a predikovat kognitivní pokles při snížené saturaci kyslíkem. Eye-tracking systémy vykazují vysokou korelaci mezi změnami očních pohybů a úrovní pozornosti či únavy pilota. Akustické monitorovací systémy umožňují detekovat subklinické změny sluchu při dlouhodobé expozici hluku. Integrace těchto dat do HMD systémů umožňuje adaptivní zobrazení informací podle aktuálního stavu pilota. Studie rovněž potvrzují, že kombinace nočního vidění a hypoxie vede ke zhoršení vizuálního výkonu a reakční doby.

Závěr: Biomonitorace v letecké fyziologii směřuje k plně integrovaným, multimodálním systémům umožňujícím prediktivní analýzu a adaptivní řízení zátěže pilota. Kombinace chytrých textilií, respiračních a akustických senzorů, eye-trackingu a pokročilých zobrazovacích technologií představuje klíčový nástroj pro zvýšení bezpečnosti a efektivity leteckého provozu. Budoucí výzkum by měl být zaměřen na standardizaci těchto systémů, jejich miniaturizaci a implementaci pokročilých algoritmů umělé inteligence pro včasnou detekci rizikových stavů.

Klíčová slova: Biomonitorace. Letecká fyziologie. Senzory. Eye-tracking.

PROBLEMATIKA RADIAČNÍ OCHRANY PŘI KOSMICKÝCH LETECH

ONIŠČENKO Boris^{1,2}, SOCHA Vladimír²

¹ Ústav leteckého zdravotnictví Praha, Praha, Česká republika

² Fakulta dopravní, České vysoké učení technické v Praze, Praha, Česká republika

Úvod a cíle: Přednáška si klade za cíl připomenout základní poznatky ohledně vystavení radiaci při leteckém provozu a kosmických letech. V současnosti rezonuje odbornou společností mise Artemis, respektive její další pokračování. Paralelně se také výhledově plánují lety na Mars a další vědecko-

výzkumné projekty. Ochrana člověka proti radiaci je jedním ze zásadních limitujících faktorů ve vesmírném prostoru. Zvýšené vystavení kosmické radiaci je kritické zejména z pohledu stochastických účinků radiace, zejména karcinogeneze a dědičných změn. Při déletrvajících misích pak nelze vyloučit také efekty deterministické.

Metody: Pro prezentaci byly prozkoumány zdroje popisující dosavadní expozice posádek při vesmírných misích (Apollo, Skylab, ISS a další). Pro přehled současného stavu byl volen narativní přehled relevantní literatury a databází, například NASA (SRAG – Space Radiation Analysis Group) apod. Součástí sdělení není vlastní experiment, proto byla tato forma preferována před systematickým přehledem ve smyslu PRISMA. Pro širší rámec jsou porovnány také předpisy pro letectví, vycházející ze standardů ICAO a navazujících regulací FAA/EASA, doplněny zkušeností z praxe.

Výsledky: Radiační ochrana je věnována stoupající odborná pozornost. V oblasti kosmonautiky prochází tato problematika progresivním vývojem, přičemž dochází k rozvoji jak detekčních, tak protektivních metod. Jako jeden z příkladů lze zmínit přechod od jednoduché pasivní dozimetrie (TLD) na letech Apollo, kde nebylo možné zpětně s vysokou přesností převést absorbovanou dávku na dávkový ekvivalent – vzhledem k neznámému okamžitému přenosu energie. Mise Artemis proti tomu používala pokročilé techniky měření – aktivní polovodičové detektory (TimePix), ale i antropomorfní fantomy, které posunuly detekci na úroveň orgánové dozimetrie. Součástí prezentace je také připomenutí historických, ale i plánovaných hodnot u různých misí a předpokládané změny z hlediska lidského zdraví.

Závěr: Prezentace stručně shrnuje poznatky o vystavení radiaci v kosmonautice. Jedná se o vysoce aktuální téma, které bude v budoucnu hrát klíčovou roli z hlediska odolnosti člověka. Zajištění environmentálních systémů je samozřejmě mnohem širší problematika, ale často již lépe prozkoumaná (například management příjmu potravy nebo dýchacích plynů). Expozice radiaci stále zůstává plně nezodpovězenou otázkou pro další plánování explorační vesmíru. Odpověď na jednoduché a přímočaré řešení (například ve smyslu výměny filtrů nebo recyklace zdrojů) se u této otázky navíc nenabízí.

Klíčová slova: Radiační ochrana. Kosmické záření. Stochastické účinky.

HYPERBARICKÁ OXYGENOTERAPIE U VÝŠKOVÉ DEKOMPRESNÍ NEMOCI VE VOJENSKÉM LETECTVÍ: VÝZNAM ČASNÉ LÉČBY

TLAPÁK Jakub^{1,2}, MÁČALÍK Roman^{1,2},
PÁSLER Adam³

¹ Ústav leteckého zdravotnictví Praha, Praha, Česká republika

² Fakulta biomedicínského inženýrství, České vysoké učení technické v Praze, Praha, Česká republika

³ Katedra urgentní medicíny a vojenského všeobecného lékařství, Vojenská lékařská fakulta UO, Hradec Králové, Česká republika

Úvod a cíle: Dekompresní nemoc (DCS) vznikající v důsledku hypobarické expozice představuje relativně vzácnou, avšak potenciálně život ohrožující komplikaci vojenského letectví. Většina případů DCS se vyskytuje při expozici nad 25 000 stop, avšak neexistuje žádná konkrétní výška, která by zaručovala absenci dekompresní nemoci. Ve vojenském letectví je riziko DCS primárně ovlivněno dosaženou letovou výškou, rychlostí změny okolního tlaku, délkou expozice, předchozí expozicí hypobarickým podmínkám a individuálními faktory pilota. Z klinického hlediska je DCS u pilotů klasifikována obdobně jako u potápěčů. Typ I DCS zahrnuje mírnější projevy, především muskuloskeletální symptomy (bolesti kloubů a svalů, tzv. „bends“), kožní projevy (pruritus, erytém, cutis marmorata) a lymfatické symptomy. Typ II DCS představuje závažnější formu charakterizovanou poškozením centrálního nervového systému, vestibulárního aparátu, míchy nebo plic („chokes“). Neurologická výšková DCS patří mezi nejrizikovější projevy u vojenských pilotů a je spojena s významným rizikem trvalých následků. Včasná a správně vedená léčba dekompresní nemoci je klíčovým determinantem klinického výsledku, dlouhodobé prognózy a zachování letové způsobilosti pilotů. DCS je dynamický stav s potenciálem rychlé progresy symptomů. Hyperbarická oxygenoterapie (HBOT) zůstává definitivní a kauzální léčbou a představuje standard péče u všech klinicky významných forem dekompresní nemoci.

Metody: Tato studie byla provedena jako narativní přehled odborné literatury zaměřený na DCS u pilotů, se zvláštním důrazem na načasování a indikace

HBOT v rámci vojenského operačního prostředí. Na základě dostupných dat byl vytvořen terapeutický algoritmus pro management DCS, včetně integrace mobilní hyperbarické komory do léčebného řetězce. Systematické vyhledávání relevantních zdrojů bylo provedeno v mezinárodních databázích PubMed/MEDLINE, Scopus a Web of Science. Přehled literatury byl dále doplněn analýzou oficiálních doporučení vydaných vojenskými i civilními leteckými autoritami a příslušnými odbornými společnostmi.

Výsledky: Specifická prospektivní data pro vojenské piloty chybí; většina současných doporučení proto vychází z kazuistik a kazuistických souborů DCS, stejně jako z dat získaných v potápěčské medicíně. Terapeutický přístup zahrnuje podání 100% kyslíku, mírnou intravenózní hydrataci, klinické vyšetření s důrazem na neurologické nálezy, případné zahájení HBOT a následně implementaci preventivních opatření. Na základě dostupných důkazů jsou míry zotavení u potápěčů i letců nepřímo úměrné době do zahájení HBOT. Největší klinické zlepšení nastává v nejčasnější fázi léčby, nicméně terapeutický přínos přetrvává i při zpoždění HBOT o několik hodin. U neurologické DCS dostupná data naznačují pokles odpovědi na léčbu při zahájení HBOT později než přibližně 6 hodin od vzniku symptomů, zatímco podání normobarického 100% kyslíku před HBOT zmírňuje negativní dopad prodloužení. HBOT u pilotů s DCS I je proto indikována při přetrvávání nebo recidivě symptomů po sestupu a alespoň 2 hodinách podávání normobarického 100% kyslíku, nebo při přítomnosti jakýchkoli neurologických, plicních či závažných systémových projevů bez ohledu na odpověď na normobarický kyslík. Protokoly HBOT se volí podle závažnosti onemocnění, nejčastěji s využitím léčebných tabulek U.S. Navy 6 nebo 6A (TT6/TT6A). Alternativně lze použít krátké kyslíkové protokoly, jako je Hart-Kindwallův protokol. Všechny terapeutické strategie jsou v této studii přehledně shrnuty ve strukturovaných algoritmech.

Závěr: Výškově podmíněná DCS zůstává vzácným, avšak závažným rizikem u vojenských pilotů. Prognóza je zásadně závislá na včasném rozpoznání symptomů, zejména neurologických a plicních projevů, okamžitým podáním 100% kyslíku, rychlém sestupu a časném zahájení HBOT pomocí standardizovaných rekompresních tabulek. Z časového hlediska by měla být HBOT zahájena co nejdříve a minimalizace logistických prodlév je klíčová; mobilní

hyperbarické systémy proto predstavujú cennou súčasťou terapeutického algoritmu. Kľúčovým prvkom sníženia morbidity zůstává komplexní edukace pilotů i lékařů v rozpoznání a časném managementu dekompresní nemoci.

Klíčová slova: Dekompresní nemoc. Hyperbarická oxygenoterapie. Vojenské letectví. Časná léčba.

KARDIOVASKULÁRNÍ FYZIOLOGIE A ONEMOCNĚNÍ U HYPERBARICKÉ OXY- GENOTERAPIE

HÁJEK Michal^{1,2,3}, CHMELAR Dittmar^{2,3},
DOKULIL Martin¹, JOR Ondřej¹,
TLAPÁK Jakub^{4,5}

¹ *Centrum hyperbarické medicíny, Městská nemocnice Ostrava, Ostrava, Česká republika*

² *Ústav laboratorní medicíny, Lékařská fakulta Ostravské univerzity, Ostrava, Česká republika*

³ *Centrum hyperbarické medicíny Lékařské fakulty OU a Městské nemocnice Ostrava, Lékařská fakulta Ostravské univerzity, Ostrava, Česká republika*

⁴ *Ústav leteckého zdravotnictví Praha, Praha, Česká republika*

⁵ *Fakulta biomedicínského inženýrství, České vysoké učení technické v Praze, Praha, Česká republika*

Úvod: Hyperbarická oxygenoterapie (HBO) přechodně zvyšuje tlak kyslíku v tkáních a moduluje hemodynamiku, endoteliální biologii, mitochondriální signalizaci a vrozenou imunitu. Nově vznikající translační a klinická data naznačují potenciální roli v ischemicko-reperfučním (I/R) poškození, autonomní regulaci a perioperační kardioprotekci.

Metody: Tato práce syntetizuje mechanistické a klinické důkazy o interakcích HBO a kardiovaskulárního systému, nastiňuje aspekty výběru pacientů a bezpečnosti a zdůrazňuje výzkumné priority.

Výsledky: Jsou shrnuty účinky kyslíku na cévní tonus a mikrocirkulaci, signální kaskádu hypoxického faktoru 1 a vaskulárního endotelového růstového faktoru (HIF-1 α /VEGF), systém oxidu dusnatého a kyslíkových radikálů (NO-ROS), mitochondriální adaptaci a imunomodulaci odpovídající ischemicko-reperfučnímu (I/R) poškození. Kriticky jsou hodnoceny randomizované a observační studie

u akutních koronárních syndromů, srdečního selhání se zachovalou i sníženou ejekční frakcí levé komory (HFrEF/HFpEF), arytmií a autonomní rovnováhy a perioperačního prostředí. Rovněž jsou shrnuty nežádoucí účinky, kontraindikace a otázky praktické implementace HBO včetně problematiky implantovaných přístrojů. Závěrem představujeme dvě případové kazuistiky závažných život ohrožujících kardiovaskulárních komplikací během léčby HBO.

Závěr: HBO vykazuje reprodukovatelné hemodynamické, endoteliální, mitochondriální a imunomodulační účinky, které mohou být teoreticky prospěšné pro vybrané kardiovaskulární indikace. V současné době je však rutinní používání v kardiologii stále předčasné. Klinické důkazy zůstávají heterogenní a nedostatečně spolehlivé. Literatura je stále omezena malými velikostmi souborů, heterogenními protokoly, smíšenými cílovými parametry a neúplnou charakterizací bezpečnosti u populací s vyšším rizikem. Před rutinním zavedením jsou zapotřebí randomizované kontrolované studie s odpovídající spolehlivostí, standardizovanými protokoly a mechanistickými cílovými parametry.

Klíčová slova: Hyperbarická oxygenoterapie. Kardiovaskulární systém. Ischemie-reperfuze. Srdeční selhání. Endoteliální funkce. Autonomní regulace. Bezpečnost.

HBOT: BENEFITY A RIZIKÁ PREZENTOVANÉ NA KAZUISTIKÁCH Z KLINICKEJ PRAXE

ZIGO Rastislav^{1,2}, KRAJČOVIČOVÁ Zdenka¹,
MELUŠ Vladimír¹

¹ *Fakulta zdravotníctva, Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne, Trenčín, Slovenská republika*

² *ORL oddelenie, Fakultná nemocnica Trenčín, Trenčín, Slovenská republika*

Ciel': Cieľom príspevku je prezentovať dve prípadové štúdie pacientov, ktoré ilustrujú jednak výrazné terapeutické benefity hyperbarickej oxygenoterapie (HBOT) pri liečbe závažných, ťažko sa hojajících infekcií, ako aj potrebu dôsledného monitorovania pacienta počas a po expozícii v hyperbarickej komore. Príspevok zároveň poukazuje na

klinický význam správnej indikácie HBOT a na nevyhnutnosť presného vyhodnocovania symptómov a markerov pobytu v komore, ktoré môžu signalizovať riziko nežiaducich účinkov.

Metódy: Prezentácia klinických situácií prostredníctvom kazuistik pacientov, v ktorých HBOT zohrala zásadnú úlohu – buď ako podporná liečebná modalita pri hojení komplikovaných infekcií, alebo ako diagnostický a bezpečnostný nástroj pri včasnom rozpoznaní symptómov súvisiacich s expozíciou zvýšenému tlaku kyslíka.

Výsledky: *Kazuistika 1:* U pacienta s hlbokou, chronicky nehojacou sa infekciou krku bol zaznamenaný výrazný podporný efekt HBOT, ktorý významne prispel k zlepšeniu perfúzie, redukcii infekčnej záťaže a následnému hojeniu tkaniva. HBOT predstavovala kľúčový faktor v stabilizácii stavu a prevencii ďalšej progresie infekcie. *Kazuistika 2:* Druhý prípad poukazuje na dôležitosť včasného rozpoznanie symptómov počas HBOT, ktoré môžu indikovať riziko barotrauma alebo iných komplikácií. Rýchle a správne vyhodnotenie pacientových subjektívnych ťažkostí môže predísť trvalým následkom. Zároveň potvrdil nutnosť zaoberať sa správnosťou indikácie HBOT v danom klinickom kontexte

Záver: HBOT predstavuje významnú terapeutickú modalitu pri liečbe komplikovaných infekcií a ťažko sa hojajúcich rán. Súčasne však vyžaduje precíznu indikáciu, kontinuálne monitorovanie pacienta a správnu interpretáciu symptómov a markerov pobytu v komore. Adekvátne klinické rozhodovanie môže zásadne ovplyvniť bezpečnosť pacienta a efektívnosť liečby.

Kľúčové slová: Hyperbarická oxygenoterapia. Hojenie rán. Infekcie mäkkých tkanív. Barotrauma. Monitorovanie pacienta.

Pod'akovanie:

Tento príspevok vyšiel s podporou projektu KEGA č. 003TnUAD-4/2024 „Inovatívna adaptácia vzdelávacej platformy pre hyperbarickú oxygenoterapiu za účelom synergie zvýšenia vedomostného potenciálu absolventov zdravotníckych odborov a zlepšenia verejného zdravia“.

BEZPEČNOST PŘI HYPERBARICKÉ OXYGENOTERAPII

HOLZMANN Jana¹, BÖHM Pavel^{1,2}, HYÁNEK Tomáš^{1,3}

¹ *Katedra zdravotníckých oborů a ochrany obyvatelstva, Fakulta biomedicínského inženýrství, České vysoké učení technické v Praze, Kladno, Česká republika*

² *Zdravotnická záchranná služba Karlovarského kraje, Karlovy Vary, Česká republika*

³ *Anesteziologické a resuscitační oddělení, Fakultní nemocnice Motol a Homolka, Praha, Česká republika*

Úvod: Provoz hyperbarických komor je spojen se specifickými riziky vyplývajícími z kombinace zvýšeného tlaku a prostředí obohaceného kyslíkem. Zatímco lékařské aplikace jsou relativně dobře regulovány, používání hyperbarických komor v nelékařských a komerčních prostředích, zejména ve wellness zařízeních, zůstává nedostatečně standardizováno. Tato studie se zaměřuje na identifikaci a vyhodnocení klíčových provozních rizik a bezpečnostních mezer v těchto prostředích v České republice a v mezinárodním kontextu.

Metody: Výsledky této studie byly získány za pomoci kvalitativního výzkumu s využitím kombinovaného metodologického přístupu. Byla provedena retrospektivní analýza zdokumentovaných incidentů v hyperbarických komorách s cílem identifikovat opakující se příčiny a přispívající faktory. Pro doplňkové hodnocení byly použity srovnávací analýzy a analýzy hodnocení rizik (HAZOP a SWOT). Pro studii bylo použito zjednodušené fyzikální modelování vybraných rizikových scénářů se zaměřením na tzv. „wellness hyperbaroxii“, jako jsou úniky kyslíku a potenciální zdroje vznícení.

Výsledky: Data z retrospektivní analýzy ukazují, že až 70 % závažných incidentů zahrnují požár nebo výbuch v prostředí obohaceném kyslíkem, což má za následek smrtelné následky pro pacienty i personál. Modelové scénáře ukázaly, že i v nízkotlakých wellness komorách (1,3–1,5 ATA) mohou lokální koncentrace kyslíku dosáhnout 35–45 % během desítek sekund, což výrazně snižuje minimální energii vznícení potřebnou pro hoření. Nedodržování minimálních bezpečnostních kritérií při provozu wellness hyperbarických komor výrazně zvyšuje riziko nehody, která představuje bezprostřední hrozbu nejen pro klienta, ale i pro okolí hyperbarické komory. Jako hlavní systémové slabiny byly identifikovány absence jednotných systémů hlášení incidentů a nekonzistentní regulační rámce.

Závěr: Zjištění zdůrazňují, že bezpečnost hyperbarických komor je určena interakcí technických,

environmentálních a lidských faktorů. Přestože je celkové riziko rozsáhlé exploze ve wellness komorách nízké, pravděpodobnost lokálního vznícení není zanedbatelná. Studie připravuje nezpochybnitelné podklady pro návrh praktických opatření, včetně přísnějších kontrol zařízení, stanovení bezpečnostních podmínek podobných těm, které platí pro provoz lékařských hyperbarických komor – včetně pravidelného školení obsluhy a zavedení standardizovaných systémů hlášení. Tato doporučení mohou přispět ke zvýšení provozní bezpečnosti a harmonizaci národních předpisů s mezinárodními osvědčenými postupy.

Klíčová slova: Hyperbarická oxygenoterapie. Hyperbarické komory. Bezpečnost provozu. Riziko požáru. Wellness hyperbaroxie.

IATROGENNÍ PLYNOVÁ EMBOLIE

HYÁNEK Tomáš^{1,2}

¹ *Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva, Fakulta biomedicínského inženýrství, České vysoké učení technické v Praze, Kladno, Česká republika*

² *Fakultní nemocnice Motol a Homolka, pracoviště Homolka, Anesteziologické a resuscitační oddělení, Praha, Česká republika*

Úvod: Vzduchová embolie je stav, kdy do cévního řečiště vnikne vzduch. Obvykle byla popisována v souvislosti s použitím cévních vstupů, při neurochirurgických a kardiochirurgických operacích, zvláště pokud byly prováděny v elevované poloze horní poloviny těla. V současné době je minimálně invazivní operativa s použitím insuflace plynu či instalace kapaliny rutinním operačním přístupem v mnoha chirurgických oborech. Při selhání těchto postupů je insuflovaný plyn (vzduch, CO₂ apod.) vtlačěn do poraněné vény, arterie či solidního orgánu. Incidence iatrogenní plynové embolie je podle některých autorů 0,001 %.

Cíle: Cílem sdělení je podat přehled o problematice patofyziologie, diagnostiky terapeutických možnostech iatrogenní plynové embolie. Tato je vzácnou ale stále hrozící komplikací mnohých diagnostických a terapeutických postupů moderní medicíny. Sdělení má zvýšit povědomí o příčinách vzniku embolie, příznacích, klinickém průběhu a možnostech

léčby plynové embolie.

Metody: Rešeršní práce. Sdělení se soustřeďuje na příčiny, klinické projevy, diagnostiku a terapii plynové embolie.

Výsledky: Fyzikálním předpokladem pro vstup plynu do žilního systému představují insuflace plynu za vyššího tlaku, než je v žilním systému. Pokud dojde k průniku velkého množství plynu do žilního systému náhle, plynové bubliny se hromadí ve výtokovém traktu pravé komory a kmeni plicnice. Může dojít k vývoji akutního cor pulmonale a k asystolii. Pokud se bubliny plynu posunou více do periferie (volumoterapie, katecholaminová podpora), dojde ke zlepšení srdečního výdeje za cenu zhoršení perfuze v periferii. Bubliny plynu blokují krevní průtok v arteriálním i venózním řečišti. Dalším patofyziologickým momentem je interference bublin s krevními destičkami a leukocyty, s trombinem a fibrinogenem. Dochází tedy k aktivaci koagulační kaskády a tím k fixaci patologického uzávěru. Z pohledu orgánového poškození je pak nejzávažnější arteriální plynová embolie mozkového řečiště.

V terapii mozkové plynové embolie má přední místo expozice v HBO komoře. Krátký interval mezi embolií a HBO expozicí je spojen s lepším neurologickým výsledkem. Kortikoidy ani trombolytická léčba se nedoporučují. Rozsah postižení po prodělání plynové embolie je dán množstvím embolizovaného plynu, jeho možným přestupem z venózního do arteriálního řečiště s poruchou mozkové perfúze, a časovým intervalem mezi embolizační příhodou a léčbou v HBO komoře.

Závěr: Incidence iatrogenní plynové embolie je podle některých autorů 0,001 %. To je dostatečně malé číslo na to, aby postupy léčby plynové embolie byly nedostatečně známé. Místo urgentní léčby v HBO komoře se pak často ztrácí čas dalším vyšetřováním pacienta.

Klíčová slova: Iatrogenní plynová embolie. Vzduchová embolie. Hyperbarická oxygenoterapie. Patofyziologie embolie. Urgentní medicína.

HYPERBARICKÝ KYSLÍK V BRNĚ – CESTA A CÍL Z POHLEDU CHIRURGA

ČIŽMÁŘ Igor, PUKLOVÁ Patrícia,
KLAPALOVÁ Kristína

IC Klinika Brno, Brno, Česká republika

Autor popisuje genezi vzniku pracoviště HBO v Brně od původní spolupráce mezi Traumatologickou klinikou FN Olomouc a HBO komorou v Městské nemocnici Ostrava až po současný stav, kdy je projekt schválen přístrojovou komisí MZ i Ústředím VZP a probíhají přípravné práce. Pracovní název vznikajícího subjektu je Centrum chirurgické péče komplikovaných ran, Hyperbarická komora Brno. Cílem projektu je spojit HBO pracoviště s modelem jednodenní chirurgické péče o komplikované rány, s kterým mají autoři již od roku 2012 praktickou zkušenost. Profilace pracoviště má za cíl nejen řešení chirurgický indikací a celého spektra schválených indikací, ale nabídnout komoru i pro další vědecký výzkum a podpořit tak popularizaci oboru v ČR.

Klíčová slova: Hyperbarická oxygenoterapie. Komplikované rány. Jednodenní chirurgická péče.

HOJENÍ RAN U SYNDROMU DIABETICKÉ NOHY SE ZAMĚŘENÍM NA OXYGENOTERAPII

FEJFAROVÁ Vladimíra

CD IKEM, Praha, Česká republika

Syndrom diabetické nohy (SDN) jako jedna z pozdních komplikací dramaticky zvyšuje morbiditu i mortalitu nemocných zejména při nedostatečně komplexně nastolené léčbě nebo při dramatické progresi této pozdní komplikace.

Komplexní terapie se sestává z odlehčení, lokální terapie, léčby případné infekce nebo ischémie, ale také z managementu diabetu, malnutrice a komorbidit. Jedním z klíčových faktorů, který může významně zlepšit hojení ran / diabetických ulcerací, je zvýšení oxygenace periferních tkání přívodem molekul kyslíku přímo do rány.

Mezi možnostmi, jak zvýšit oxygenaci periferních tkání, řadíme revaskularizační metody řešící problematiku ischémie. Jak chirurgické, tak zejména endovaskulární metody revaskularizace mohou zaručit, pokud jsou technicky úspěšné, prakticky okamžitý, dostatečný přísun nutrientů, imunitních buněk i molekul O₂, což dramaticky zvyšuje pravdě-

podobnost zhojení lézí. Zvýšení oxygenace lze docílit i tzv. oxygenoterapií, která buď přímo ve formě TWO (topical wound oxygenation) nebo nepřímo systémově cestou hyperbaroxie, může přispět také k oxygenaci periferních tkání, které se můžeme v místě rány případně dočkat i aplikací vybraných prostředků moderní vlhké terapie.

Součástí prezentace bude seznámení se s efektem hyperbaroxie na hojení ran u SDN a kazuistiky popisující spolupráci podiatrického centra s pracovišti hyperbarické medicíny.

Klíčová slova: Syndrom diabetické nohy. Hojení ran. Oxygenoterapie. Hyperbarická oxygenoterapie. Revaskularizace.

NÁRODNÍ OPERATIVNÍ DOPORUČENÍ NIKEZ PRO LÉČBU KOMPLEXNÍHO REGIONÁLNÍHO BOLESTIVÉHO SYNDROMU

KLUGAR Miloslav¹, HÁJEK Michal^{2,3,4}, ČIŽMÁŘ Igor⁵, PUDIL Radek⁶, PILNÝ Jaroslav⁷, DYGRÝNOVÁ Martina⁸, KAMÍNEK Petr⁸, KEBRLE Radek⁹, KEBRLOVÁ Markéta¹⁰, NOVOTNÝ Štěpán¹¹, ONIŠČENKO Boris¹², ZUB David¹⁰, MARŠÁLKOVÁ Jana², KOHNOVÁ Ivana¹³, TUČKOVÁ Dagmar¹

¹ Metodické centrum Národního institutu kvality a excelence zdravotnictví (NIKEZ), Cochrane, JBI, a GRADE centra České republiky, Ústav zdravotnických informací a statistiky České republiky, Praha, Česká republika

² Centrum hyperbarické medicíny, Městská nemocnice Ostrava, Ostrava, Česká republika

³ Ústav laboratorní medicíny, Lékařská fakulta Ostravské univerzity, Ostrava, česká republika

⁴ Centrum hyperbarické medicíny Lékařské fakulty OU a Městské nemocnice Ostrava, Lékařská fakulta Ostravské univerzity, Ostrava, Česká republika

⁵ IC Klinika, Brno, Česká republika

⁶ Fakultní nemocnice Hradec Králové, Hradec Králové, Česká republika

⁷ Nemocnice Nové Město na Moravě, Nové Město na Moravě, Česká republika

⁸ Fakultní nemocnice Olomouc, Olomouc, Česká republika

⁹ *Klinika dr. Pirka, Mladá Boleslav, Česká republika*

¹⁰ *Rehabilitační ústav Hostinné, Hostinné, Česká republika*

¹¹ *Kübeck s. r. o.; Oblastní nemocnice Kladno, Kladno, Česká republika*

¹² *Ústav leteckého zdravotnictví, Praha, Česká republika*

¹³ *Nemocnice AGEL Prostějov, Prostějov, Česká republika*

Úvod: Národní institut kvality a excelence zdravotnictví (NIKEZ) zajišťuje metodickou podporu tvorby národních doporučených postupů, operativních doporučení a indikátorů kvality. Téma „Léčba komplexního regionálního bolestivého syndromu“ bylo zaregistrováno v Centrální evidenci NIKEZ jako operativní doporučení s datem zahájení 30. 10. 2025. Cílem práce je představit tvorbu operativního doporučení pro léčbu komplexního regionálního bolestivého syndromu (KRBS) se zaměřením na hyperbarickou oxygenoterapii (HBO).

Materiál a metody: Doporučení bylo vytvořeno podle metodiky NIKEZ jako nové operativní doporučení metodou de novo. Cílovou skupinou jsou lékaři poskytující ambulantní péči o pacienty s KRBS. Tvůrčí tým zahrnoval odborníky z hyperbarické medicíny, ortopedie, traumatologie, rehabilitační medicíny, chirurgie ruky, metodiky NIKEZ a zástupce cílové populace. Klinické otázky se zaměřily na diagnostická kritéria KRBS a na účinnost HBO ve srovnání s hyperbarickým vzduchem a/nebo standardními konvenčními postupy.

Výsledky a diskuse: Výsledkem je operativní doporučení sjednocující diagnostický a terapeutický přístup ke KRBS v české klinické praxi v kontextu hyperbarické medicíny. Doporučení zdůrazňuje význam jasných diagnostických kritérií, mezioborové spolupráce a hodnocení klinicky i patientsky významných výstupů, zejména bolesti, funkčních limitací, rozsahu pohybu, otoku, trofických změn, zobrazovacích nálezů a kvality života.

Závěr: Operativní doporučení pro KRBS představuje národní rámec pro standardizaci péče, podporu klinického rozhodování a další rozvoj evidence-based přístupu v hyperbarické medicíně.

Klíčová slova: NIKEZ. Operativní doporučení. KRBS. Hyperbarická oxygenoterapie. Doporučené postupy.

RISK MANAGEMENT IN HYPERBARIC MEDICINE: A SYSTEMS-ORIENTED APPROACH FOCUSING ON CHILDREN AND INTENSIVE CARE PATIENTS

STAAK Christina

Universitätsmedizin Halle, Universitätsklinik für Anästhesiologie und Operative Intensivmedizin, Zentrum für Tauch- und Überdruckmedizin, Halle, Germany

Background: Hyperbaric oxygen therapy (HBOT) is an established procedure with a generally low complication rate. Nevertheless, adverse events rarely occur in isolation, but rather as a result of the interplay between patient-specific factors, technical conditions and process-related influences. Vulnerable patient groups in particular, such as children and intensive care patients, place increased demands on risk assessment and treatment delivery.

Objective: The aim of this article is to present a systems-oriented approach to risk management in hyperbaric medicine, with particular consideration of paediatric and intensive care aspects.

Methods: A structured analysis of typical complications and risk constellations in HBOT is conducted based on published safety data and clinical experience. The assessment is carried out across key system components (patient, technology, environment, team and process) with a focus on preventive and interventional strategies.

Results: The majority of adverse events in HBOT are mild and reversible, with barotrauma being the most common complication. Serious events such as oxygen toxicity or haemodynamic instability are rare but require structured management. Paediatric patients are at increased risk of barotrauma and, due to limited communication ability, place special demands on monitoring and intervention. Patients requiring intensive care have an increased overall risk due to limited physiological reserves, the need for ventilation and complex monitoring requirements. Decision-making processes in emergencies are significantly influenced by human factors and team communication.

Conclusion: Effective risk management in hyperbaric medicine requires an integrative, system-oriented approach that takes equal account of patient-specific risk factors, technical conditions and proce-

dural aspects. The integration of paediatric and intensive care aspects enables a differentiated risk assessment and contributes to improving patient safety.

Key words: Risk management. Hyperbaric medicine. Children. Intensive care.

HBOT A RTMS JAKO STRATEGIE CÍLENÉ NEUROMODULACE U PTSD: NEUROPLASTICITA, BDNF A KONCEPT „INVISIBLE WOUNDS“, BUDOUCÍ PERSPEKTIVA

TLAPÁK Jakub^{1,2}, TLAPÁKOVÁ Eliška³,
PÁSLER Adam⁴, HÁJEK Michal^{5,6,7}

¹ Ústav leteckého zdravotnictví Praha, Praha, Česká republika

² Fakulta biomedicínského inženýrství, České vysoké učení technické v Praze, Praha, Česká republika

³ Psychiatrické oddělení, Pardubická nemocnice, Pardubice, Česká republika

⁴ Katedra urgentní medicíny a vojenského všeobecného lékařství, Vojenská lékařská fakulta UO, Hradec Králové, Česká republika

⁵ Centrum hyperbarické medicíny, Městská nemocnice Ostrava, Ostrava, Česká republika

⁶ Ústav laboratorní medicíny, Lékařská fakulta Ostravské univerzity, Ostrava, Česká republika

⁷ Centrum hyperbarické medicíny Lékařské fakulty OU a Městské nemocnice Ostrava, Lékařská fakulta Ostravské univerzity, Ostrava, Česká republika

Úvod: Narušená neuroplasticita, dysregulace neurotrofního signalizování, neurozáněť a změněná konektivita mozku jsou společnými rysy mnoha neurologických a psychiatrických onemocnění, včetně posttraumatické stresové poruchy (PTSD). Současné neurovědní práce, včetně studií publikovaných v prestižních časopisech typu *Lancet*, popisují PTSD jako poruchu mozkových sítí charakterizovanou funkčními a mikroskopickými změnami, které nejsou zachytitelné běžnými zobrazovacími metodami, ale vedou k významné dysfunkci – tzv. „invisible wounds“ (neviditelná zranění). Tato koncepce zahrnuje změny v konektivě mezi amygdalou, prefrontální kůrou a hipokampem, dysregulaci

stresové odpovědi a přetrvávající neurozánětlivé procesy.

Mozkový neurotrofní faktor (BDNF) je klíčovým regulátorem synaptické plasticity, přežívání neuronů a adaptivní reorganizace neuronálních sítí a představuje důležitý terapeutický cíl přesahující standardní farmakologické přístupy. V kontextu PTSD je narušení BDNF-dependentních mechanismů spojováno s poruchou adaptivní neuroplasticity a perzistencí patologických paměťových stop traumatu. Hyperbarická oxygenoterapie (HBOT) a repetitivní transkraniální magnetická stimulace (rTMS) jsou neinvazivní intervence, které jsou stále častěji zkoumány pro své neuromodulační účinky. Tento přehled shrnuje mechanistické a klinické důkazy o účincích HBO₂ a rTMS na neuroplasticitu se zaměřením na dráhy zprostředkované BDNF a hodnotí racionální základ i translační potenciál jejich kombinovaného využití, zejména ve vztahu k ovlivnění biologického podkladu „invisible wounds“ u PTSD.

Metody: Byl proveden strukturovaný přehled literatury v souladu s principy PRISMA. V databázích PubMed, Web of Science a Scopus byly vyhledány recenzované experimentální a klinické studie publikované v angličtině, které zkoumaly neurobiologické účinky HBOT a/nebo rTMS. Vyhledávací termíny zahrnovaly neuromodulaci, neuroplasticitu, neurotrofní faktory, cerebrální perfuzi, oxidační stres, záněť a mechanismy související s BDNF. Do přehledu byly zařazeny preklinické modely, klinické studie a translační výzkum hodnotící molekulární, funkční nebo klinické výsledky. Vzhledem k heterogenitě designů studií a hodnocených parametrů byly výsledky syntetizovány kvalitativně.

Výsledky: Preklinické studie naznačují, že HBOT zvyšuje expresi BDNF a signalizaci přes receptor TrkB, podporuje synaptickou plasticitu a neurogenезi a vykazuje protizánětlivé a antioxidační účinky v centrálním nervovém systému. rTMS moduluje kortikální excitabilitu a konektivitu rozsáhlých mozkových sítí, čímž podporuje aktivitou závislé neuroplastické změny a ovlivňuje signalizační dráhy spojené s BDNF. Klinické studie obecně popisují příznivé účinky obou metod na parametry související s neuroplasticitou, ačkoli periferní odpověď BDNF na rTMS je variabilní a závisí na stimulačních parametrech a klinickém kontextu. Dosud nebyly publikovány klinické studie hodnotící kombinované použití HBOT a rTMS u neuropsychiatrických pacientů, nepřímé důkazy však naznačují

možný aditivní efekt. Obě metody vykazují při použití dle zavedených protokolů přijatelný bezpečnostní profil.

Závěr: Schopnost HBOT a rTMS modulovat BDNF-dependentní signalizaci, podporovat synaptickou plasticitu, zlepšovat mozkovou konektivitu a tlumit neurozánětlivé procesy naznačuje jejich potenciál cíleně ovlivnit právě tyto „neviditelné“ patofyziologické změny. Tím mohou tyto metody nejen zmírňovat symptomy, ale potenciálně přispívat k reverzi maladaptivních neuroplastických procesů, které stojí v pozadí PTSD. Komplementární účinky obou přístupů proto představují silný biologický základ pro rozvoj kombinovaných multimodálních neuromodulačních strategií. Další randomizované kontrolované studie jsou však nezbytné k ověření jejich účinnosti, optimalizaci léčebných protokolů a identifikaci biomarkerů, které umožní cílenou terapii pacientů s PTSD a fenotypem „invisible wounds“.

Klíčová slova: posttraumatická stresová porucha (PTSD). Neuroplasticita. Brain-derived neurotrophic factor (BDNF). Hyperbarická oxygenoterapie (HBOT).

PROBLEMATIKA DEKUBITU U PACIENTŮ S MÍŠNÍ LÉZÍ

HYŠPERSKÁ Veronika

Spinální jednotka při Klinice rehabilitace a tělovýchovného lékařství 2. LF UK a FNMH, Praha, Česká republika

Míšní léze představuje závažné neurologické postižení s dlouhodobými medicínskými i sociálními dopady, které vyžaduje komplexní, multidisciplinární péči. Klíčovou rolí v péči o spinální pacienty představuje spinální jednotka, kam jsou přijímáni pacienti kardiopulmonálně stabilizovaní k intenzivní rehabilitaci a další péči. Dle lůžkové kapacity přijímáme i pacienty delší dobu od vzniku míšní léze s různými zdravotními komplikacemi. Jednou z nejčastějších a klinicky významných komplikací u pacientů s míšní lézí jsou dekubity, vznikající v důsledku kombinace imobility, poruchy čítí, trofických změn tkání, špatné ošetrovatelské péče v akutní fázi a u chroniků pak zanedbáním každodenní kontroly kožního krytu sedacích a opomenu-

tím včasného odlehčení při vzniku defektu.

Problematika dekubitů zásadně ovlivňuje kvalitu života pacientů, prodlužuje dobu hospitalizace a zvyšuje náklady na léčbu. Prevence jejich vzniku je proto stěžejní součástí péče ve spinálních jednotkách a zahrnuje pravidelné polohování, použití antidekubitních pomůcek, edukaci pacientů i personálu a důslednou péči o kůži. V případě vzniku dekubitu je nutný komplexní terapeutický přístup zahrnující zejména odlehčení, lokální ošetření rány, kontrolu infekce, optimalizaci výživy, v indikovaných případech chirurgickou léčbu.

Chirurgická léčba lakovou plastikou je spojená s poměrně vysokým rizikem komplikací. Mezi nejčastější komplikace patří infekce a rozpad rány, nekroza laloku a krvácení pod lalok. Vše vede k selhání plastiky a často ještě většímu defektu než byl původní dekubit. Mezi neoperační terapeutické přístupy patří podtlaková terapie (NPWT) a léčba v hyperbarické komoře (HBOT), které významně podporují proces hojení chronických ran.

Stále častěji jsou využívány neoperační terapeutické postupy, kam patří podtlaková terapie (NPWT) a léčba v hyperbarické komoře (HBOT), které významně podporují proces hojení. Hyperbarická oxygenoterapie využívá inhalaci 100% kyslíku za zvýšeného tlaku, čímž dochází ke zlepšení oxygenace tkání, podpoře angiogeneze, snížení edému a potlačení infekce. V kontextu hojení dekubitů může hyperbarická oxygenoterapie urychlit reparační procesy a zvýšit úspěšnost léčby, zejména u chronických a komplikovaných ran.

Cílem tohoto abstraktu je shrnout význam komplexní péče o pacienty s míšní lézí se zaměřením na prevenci a léčbu dekubitů v prostředí spinální jednotky, včetně využití moderních adjuvantních metod. Efektivní management těchto komplikací je zásadní pro zlepšení funkčního stavu pacientů, snížení morbidit a podporu jejich návratu do běžného života.

Klíčová slova: Dekubity. Míšní léze. Spinální jednotka. Hojení ran. Hyperbarická oxygenoterapie.

VÝSLEDKY HYPERBARICKEJ OXYGENOTERAPIE: JE ROZDIEL MEDZI ŠTATISTICKOU VÝZNAMNOSŤOU VÝSLEDKOV A ICH KLINICKOU VÝZNAMNOSŤOU PRE OŠETRUJÚCEHO LEKÁRA?

MELUŠ Vladimír¹, KRAJČOVIČOVÁ Zdenka¹,
ZIGO Rastislav^{1,2}

¹ *Fakulta zdravotníctva, Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne, Trenčín, Slovenská republika*

² *ORL oddelenie, Fakultná nemocnica Trenčín, Trenčín, Slovenská republika*

Úvod: Hyperbarická oxygenoterapia (HBO) sa v posledných rokoch znova dostáva do popredia v biomedicínskom výskume i v klinických aplikáciách. S tým súvisí aj nárast počtu klinických štúdií, ktoré hodnotia jej efekt na konkrétne ochorenia a komorbidity, či už ako primárnej terapie alebo terapie adjuvantnej. Vo všetkých prípadoch sú výsledky štúdií spracované s pomocou štatistického softvéru, ktorý na základe tzv. testovej charakteristiky zvoleného štatistického testu určí hodnotu pravdepodobnosti (angl. *probability level*) p , že získané výsledky vykazujú náhodný výskyt za predpokladu platnosti stanovenej nulovej hypotézy.

Cieľ: Posúdenie zhody získaných výsledkov štatistického spracovania údajov pacientov liečených HBO z aspektu formálno-štatistického a klinického.

Materiál a metódy: Re-analýza skoršie spracovaných dát obsahovala celkovo 313 probantov s náhlou idiopatickou stratou sluchu bolo liečených 250 mg Solumedrolu (súbor „A“, $n = 156$) a kombináciou 250 hg Solumedrolu + HBO 2,5 ATA 90 minút denne po dobu 15 dní (súbor „B“, $n = 156$). Zamerali sme sa na stredné pásmo hovorenej reči (1000-4000 Hz). Dáta boli spracované neparametrickým Mann-Whitneyovým testom. Následne boli vykonané testovanie normality distribúcie a výpočty s parametrickým párovým t-testom.

Výsledky a diskusia: V oboch skupinách došlo k štatisticky významnému zlepšeniu meraných audiometrických parametrov (súbor A zlepšenie zo $x_m = 36,5$ na $x_m = 28,0$; ; súbor B zlepšenie zo $x_m = 46,5$ na $x_m = 26,5$; v oboch prípadoch bola p -hodnota štatistického testu $< 0,001$). Z aspektu formálnej štatistickej analýzy preto možno konštatovať, že v oblasti hovorenej reči, ktorá je pre pacienta v každodennom živote zásadná a dôležitá, možno v oboch prípadoch konštatovať „účinnosť terapie“ – avšak z pohľadu formálneho zamietnutia pracovnej hypotézy štatistického testu, ktorá predpokladala zhodu distribúcií oboch skupín. Rovnako zaujímavé

údaje vykazovalo aj spracovanie dát s pomocou parametrických testov. Pojem „účinnosť terapie“ je však kľúčová predovšetkým z aspektu samotného lekára – klinika, pretože terapeutický benefit v skupine A činil 8,5 dB avšak v skupine B činil 20,0 dB. Je teda otázne, nakoľko je akceptovateľný relatívne malý rozdiel mediánov bez HBO a väčší rozdiel mediánov pri doplnení adjuvantnej HBO. Ďalšou „komplikáciou“ je uváženie rozdielov v aritmetických priemeroch, ktoré síce môžu byť väčšie, avšak zásadne ovplyvnené vnútornou heterogenitou súborov (nepítomnosť normality distribúcie dát).

Záver: Aj v prípade kvalitných dizajnov štúdií, selekčných kritérií výberu jedincov a korektného štatistického spracovania dát ostáva kľúčová a zásadná úloha transferu experimentálnych záverov do klinickej praxe z aspektu maximalizácie benefitu pre jedinca.

Kľúčové slová: HBO. Štúdie. Klinická významnosť. Štatistická významnosť.

Pod'akovanie:

Tento príspevok vyšiel s podporou projektu KEGA č. 003TnUAD-4/2024 „Inovatívna adaptácia vzdelávacej platformy pre hyperbarickú oxygenoterapiu za účelom synergie zvýšenia vedomostného potenciálu absolventov zdravotníckych odborov a zlepšenia verejného zdravia“.

MONITOROVANIE TELESNÉHO CVIČENIA V ICE PROSTREDÍ

ROZLOZNIK Miroslav^{1,7}, SCHNEIDER Jiri¹,
HEJDA Jan², KUTILEK Patrik², VOLF Petr², SO-
KOL Marek², HSU Wei-Chun³, HUANG Kuo-
Liang^{4,5}, LIN Yi-Jia³, SUGIARTO
Tommy^{3,6}, TANG Li-Xiang³, LIN Yu-Ching³

¹ *Hydronaut Project, a.s., Prague, Czech Republic,*

² *Faculty of Biomedical Engineering, Czech Technical University in Prague, Czech Republic*

³ *Graduate Institute of Biomedical Engineering, National Taiwan University of Science and Technology, Taiwan*

⁴ *Submarine and Hyperbaric Oxygen Medical Center, National Defense Medical Center, Taiwan*

⁵ *Graduate Institute of Medical Sciences, National Defense Medical Center, Taipei, Taiwan*

⁶*Electronics and Optoelectronics System Research Lab, Industrial Technology Research Institute, Taiwan*

⁷*Faculty of medicine, Ostrava University, Ostrava, Czech Republic*

Úvod: Izolované, uzavreté a extrémne prostredia (ICE), akými sú vesmírne stanice, ponorky či polárne základne, predstavujú pre ľudskú fyzickú kondíciu značnú záťaž. Efektívny tréning v týchto podmienkach si vyžaduje nielen špecializované vybavenie a protokoly pre aeróbne a silové cvičenia, ale aj odborné vedenie a dozor. Prítomnosť kondičného trénera je kľúčová pre správnu techniku, dodržiavanie tréningových plánov a prevenciu zranení. Moderná športová veda navyše potvrdzuje, že presné monitorovanie intenzity a objemu tréningovej záťaže je nevyhnutné na predchádzanie pretrénovaniu. Sledovanie svalovej aktivity v extrémnych podmienkach je však s tradičnými elektromyografickými (EMG) prístrojmi pre ich rozmery nepraktické. NASA v roku 2020 vyvinula inovatívne nositeľné zariadenie MyoMonito® EMG, toto riešenie však nie je komerčne dostupné pre iné prostredia ICE. V reakcii na túto technologickú medzeru sme vyvinuli vlastný systém pozostávajúci zo špecializovaného hardvéru, softvéru a tréningových protokolov.

Materiál a metódy: Vývoj technológií a cvičebných protokolov prebiehal v habitate DeepLabH03, ktorý slúži ako simulované prostredie ICE. Projekt schválila etická komisia projektu Hydronaut (č. 012023). DeepLabH03 je výskumné a tréningové zariadenie navrhnuté na krátkodobé aj dlhodobé pobyty v izolovaných a extrémnych podmienkach. Tento mobilný habitat môže fungovať pod vodou aj na povrchu a slúži na široké spektrum výskumu – od psychológie a fyziológie človeka až po testovanie technológií. Zariadenie sa nachádza v kampuse ČVUT v Prahe ako súčasť komplexu Little Moon City Prague, ktorý okrem samotného habitatu zahŕňa systémy podpory života, riadiace stredisko (Mission Control Center) a priestor pre simuláciu extravehikulárnej aktivity (EVA). Habitat s obytným objemom približne 20 m³ a plochou 8 m² pojme 3-člennú posádku. Priestor habitatu je nepretržite monitorovaný riadiacim strediskom a vnútorná atmosféra habitatu je zabezpečovaná systémom na podporu života. Na monitorovanie kvality a kvantity cvičenia sme vyvinuli prototyp hardvérového a softvérového riešenia, tzv. virtuálny tréner.

Počas 8 izolačných misií v habitate DeepLabH03 (v trvaní od 8 do 150 hodín) sme pomocou tohto zariadenia merali elektrickú aktivitu vybraných svalov a polohu tela. Testované subjekty (muži aj ženy vo veku 20 – 50 rokov) absolvovali počas izolačných misií 1 až 2 tréningové jednotky denne. Vzhľadom na špecifické podmienky ICE prostredia boli vyvinuté a otestované viaceré tréningové protokoly.

Výsledky: Vyvinutá technológia umožnila monitorovať cvičenie v prostredí habitatu. Vyvinuté EMG senzory bezdrátovo prenášali informácie o svalovej aktivite a polohe telesného segmentu do riadiacej jednotky pre ďalšie spracovanie a vizualizáciu dát. Životnosť batérií sensorov sa pohybovala v rozmedzí 2 až 4 hodín v závislosti od kapacity použitého akumulátora. Vyvinutý softvér, využívajúci komponenty strojového učenia, umožnil efektívnu detekciu svalovej aktivity z prijatých EMG signálov.

Záver: Na základe získaných výsledkov z testovacích kampaní z rokov 2023 – 2025 môžeme konštatovať, že novo vyvinutý systém, tzv. Virtuálny tréner je schopný poskytnúť v reálnom čase vizuálnu spätnú väzbu o kvalite a technike cvičenia. Tento projekt bol podporený Technologickou agentúrou Českej republiky v rámci programu Delta, pod číslom projektu TM04000062.

Kľúčové slová: ICE. EMG. Vesmírne analogické misie. Astronaut. Cvičenie.

SATURATION DIVING AND MIXED-GAS OPERATIONS IN THE EURASIAN TUNNEL PROJECT

TOKLU Akın Savaş^{1,2}

¹*Department of Underwater and Hyperbaric Medicine, Turkiye*

²*Istanbul University, Istanbul Faculty of Medicine, Istanbul, Turkiye*

Saturation diving is a specialized hyperbaric working technique used when divers are required to remain under high pressure for prolonged periods. At great depths and elevated ambient pressures, breathing compressed air becomes hazardous due to nitrogen narcosis, oxygen toxicity, and increased breathing resistance. Therefore, mixed breathing

gases are used to improve safety and operational efficiency under hyperbaric conditions.

The first project in Türkiye to utilize saturation diving techniques for compressed-air tunneling operations was the Eurasia Tunnel, which connects the European and Asian sides of Istanbul beneath the Bosphorus Strait. The underwater section of the tunnel was excavated using a specially designed tunnel boring machine (TBM) operating at pressures of up to 11 bar, with the deepest point reaching 106 meters below sea level.

Because the TBM periodically required maintenance and repair within pressurized compartments, professional divers had to work under extreme hyperbaric conditions. A total of 5,763 hours were spent under pressure during the bounce and saturation diving phases of the project. For deeper and longer hyperbaric interventions, saturation diving techniques were employed. Divers lived inside a saturation decompression chamber (SDC) at pressures ranging between 8 and 10 bar while breathing trimix gas mixtures. The breathing mixtures used during hyperbaric interventions were 4/84/12 (oxygen/helium/nitrogen, respectively) at pressures between 7.3 and 10.8 bar, and 6/77/17 at pressures between 4 and 7.3 bar. The longest saturation exposure lasted more than 15 days and included nearly 97 hours of decompression.

The project required continuous medical supervision by diving and hyperbaric physicians. Divers underwent comprehensive medical examinations before saturation and after decompression, and on-site medical support was available throughout all hyperbaric operations.

Environmental conditions within the saturation chamber were carefully controlled and monitored. Despite the complexity and duration of the operation, no serious diving-related medical complications occurred. Careful planning, experienced personnel, strict medical surveillance, and reliable decompression procedures were identified as the key factors contributing to the safety and success of the project. The experience further emphasized the critical role of hyperbaric medical support in modern underwater tunneling operations.

Key words: Saturation diving. Mixed-gas operations. Hyperbaric conditions. Tunneling project. Diving medicine.

FLUID LOSS UNDER PRESSURE – INTER AND INTRAINDIVIDUAL VARIABILITY AND RELATION TO DIVING PARAMETERS IN SCUBA DIVERS

FICHTNER Andreas^{1,3}, CHEKHANOVA Anastasia², WUENSCHÉ Andreas², STARKLOFF Hans-Jürgen², FIEBACK Thomas², KOCH Thea³

¹Freiberg Hospital, Emergency Department, Freiberg, Germany

²Bergakademie Freiberg, Freiberg, Germany

³Technische Universität Dresden, Dresden, Germany

Introduction: Sufficient hydration of a SCUBA diver is important to reduce the risk of decompression sickness. Mechanisms of fluid loss in diving and immersion are known, but not quantified. We aimed at relating dive profiles and individual parameters to fluid loss in order to develop an estimation of necessary amount of fluid restoration between dives.

Methods: 41 SCUBA divers with a broad spectrum of ages, sex, and bio data performed 342 single and repetitive dives on air in an open breathing system. Before and after the dives, body weight, bio data and dive profiles were recorded.

Results: Average dive profile was 22.9 meters and 46.5 minutes, average weight loss was 0.8 kg after repetitive dives and 1.0 kg (1.2% relative body weight) after the first dive of the day. Significant correlations were found between relative weight loss and a single dive (no repetitive diving), younger age, dive time, non smoking, body weight and lean body mass. No significant correlation was found for air consumption, fluid intake, circulatory parameters, bio data, water temperature, and salinity.

Discussion: Immersion-induced individual physiological responses are the major mechanisms leading to fluid loss in divers, since correlation with dive and biometric parameters is low. Except for small contribution from humidification of dry breathing gas, dive parameters are not suitable to determine necessary fluid replacement. Only a rough estimate of 1 liter per standard sports dive is possible.

Key words: Inert Gas Solution. Dehydration. Decompression. Immersion.

MONOGRAFIA „POTÁPAČSKÉ NEHODY: FORENZNÉ ASPEKTY A INTERPRETÁCIE“NOVOMESKÝ František¹,
RYBÁROVÁ Veronika¹, HATÁK Miroslav²¹ *Ústav súdneho lekárstva a medicínskych expertíz JLF UK a UNM, Martin, Slovenská republika*² *Potápečská stanice a.s., Praha - Chomutov, Česká republika*

Informačnou bázou pre vznik knižnej monografie s názvom „POTÁPAČSKÉ NEHODY: forenzne aspekty a interpretácie“ (Osveta, 2025), boli 40-ročné skúsenosti súdneho znalca prof. MUDr. Františka Novomeského, PhD., v oblasti vyšetrovania, skúmania a posudzovania príčin a okolností vzniku smrteľných nehôd potápačov rekreačných, technických, pracovných, či potápačov ozbrojených síl oboch štátov. Spoluautorka monografie MUDr. Veronika Rybárová, PhD., súdna lekárka a aktívna certifikovaná potápačka, je členkou Európskej spoločnosti potápačskej a hyperbarickej medicíny (EUBS) a v Lekárskej subkomisii Európskej komisie pre potápačské technológie (EDTC) zastupuje Slovenskú republiku. Po odchode prof. Novomeského do emeritúry dr. Rybárová prevzala štafetu vedeckého skúmania smrteľných nehôd potápačov. Tretím spoluautorom monografie je Miloslav Hatak (ČR), profesionálny potápač s viac ako 6000 pracovnými ponormi, súdny znalec v oblasti potápačskej techniky a bezpečnosti práce pod vodou.

Autori v prezentácii predstavia dôvody vzniku monografie o nehodách potápačov a priblížia ciele, zámery a realizačné výstupy tohto unikátneho diela.

Kľúčové slová: Potápačské nehody. Forenzne aspekty. Hyperbarická medicína. Súdne lekárstvo. Bezpečnosť potápania.

FORENZNÁ EXPERTÍZA SMRTEĽNEJ POTÁPAČSKEJ NEHODY: MOŽNOSTI A LIMITY REKONŠTRUKCIE POD VODOURYBÁROVÁ Veronika¹,
NOVOMESKÝ František¹, PRYGL Radek²,
ŠEJBA Jirí²¹ *Ústav súdneho lekárstva a medicínskych expertíz JLF UK a UNM, Martin, Slovenská republika*² *Policejní prezidium České republiky, Odbor speciálních potápěčských činností a výcviku, Brno, Česká republika*

Súdnolekárске nálezy pri smrteľných potápačských nehodách často identifikujú utopenie ako príčinu smrti, samé o sebe však nedokážu objasniť okolnosti a mechanizmus nehodového deja pod vodou. Poznanie pravdepodobného sledu udalostí, ktoré viedli k nehode (Chain of Events Analysis, CEA), je preto v expertíznej súdnolekárskej praxi pri objasňovaní príčin potápačských nehôd zásadné. Jednou z významných, hoci len zriedkavo využívaných investigatívnych metodík môže byť rekonštrukcia nehodovej udalosti v simulovaných podmienkach pod vodou, ktorá umožňuje experimentálne overiť plausibilitu predpokladaného mechanizmu nehody.

Kazuistika: 32-ročná potápačka vykonala nočný ponor v priehradnej vodnej nádrži. Pri výstupe z hĺbky približne 40 m došlo pri zníženej viditeľnosti k strate vizuálneho kontaktu medzi potápačmi a potápačka sa už nevyvorila. Jej telo bolo nájdené po 30 hodinách v hĺbke 28 m v polohe hlavou nadol s výrazne nafúknutými nohavicami suchého obleku. Okolo stredového ventilu mostíka (manifoldu) dýchacieho prístroja bola ovinutá tenká vodiaca šnúra. Dýchací prístroj bol prepadnutý cez hlavu potápačky, brušný popruh bol rozopnutý, ramenné popruhy boli zosunuté na predlaktia potápačky. Pitva potvrdila utopenie ako príčinu smrti, technickou expertízou neboli zistené nijaké závady na potápačskom výstroji zomrelej.

Rekonštrukcia udalosti pod vodou, realizovaná potápačmi Policie ČR v kontrolovaných podmienkach krytého bazéna s použitím identickej konfigurácie výstroja za prítomnosti znalca -súdného lekára preukázala, že kontakt napnutej vodiacej šnúry s manifoldom mohol viesť k rýchlemu znehybneniu potápača s následnou inverziou do polohy hlavou nadol a k výraznému obmedzeniu pohybu. Pri absencii rezacieho nástroja bola možnosť sebazachrany potápačky výrazne limitovaná. Rekonštrukcia potvrdila biomechanickú plausibilitu náhodného uviaznutia potápačky vo vodiacej šnúre ako iniciačného mechanizmu nehody, súčasne odhalila výhody aj obmedzenia tejto vyšetrovacej metódy pri skúmaní príčin potápačských nehôd.

Kľúčové slová: Forezná expertíza. Fatálna nehoda potápača. Rekonštrukcia pod vodou.

PROBLEMATIKA POTÁPĚNÍ DĚTÍ A MLÁDEŽE

PUDIL Radek^{1,2}

¹ *1. interní kardioangiologická klinika LFUK a Fakultní nemocnice Hradec Králové, Hradec Králové, Česká republika*

² *Lékařská komise Svazu potápěčů České republiky*

Úvod: Potápění dětí a mladistvých je populární. Důvodů je řada: přání dítěte, rodič je potápěč či dítě má přirozenou afinitu k vodním sportům. Svoji roli mají spolužáci a vrstevníci. Existují však zásadní rozdíly mezi fyzickou a mentální zralostí dětí a dospívajících na jedné straně a dospělých na straně druhé. Proto byly speciální potápěčské směrnice pro potápěčský výcvik a současně doporučené postupy pro posuzování zdravotního stavu dětí a mládeže pro potápění.

Cíle: Cílem sdělení je podat přehled o problematice odlišností fyzické a mentální zralosti této skupiny vzhledem k bezpečnosti potápění s přístrojem.

Metodika: Sdělení vychází z přehledu fyziologie vývoje základních orgánových soustav dětí a dospívajících a soustředí se na stavy, které podle současných doporučení znamenají limitaci či zákaz potápění.

Výsledky: Kognitivní a psychologické aspekty: kognitivní, sociální a emocionální vývoj dospívajícího (12 až přibližně 16 let) je bouřlivý, kdy dítě/adolescent - ať fyzicky vyvinuté/ý není zmenšený dospělý a schopnost potlačovat a regulovat impulsy ještě není dobře rozvinutá proto narůstá rizikové chování. Psychologické aspekty patří mezi základní příčiny potápěčských nehod a to především v důsledku nesprávného zvládnutí rizikové situace (panická reakce, rychlý výstup). V této oblasti jsou ADHD, poruchy pozornosti (ADD), dyslexie a autismus považovány za relativní/absolutní kontraindikaci potápění. Další oblastí je ORL oblast, kde zásadní odlišnosti vycházejí z morfologických příčin: děti mají kratší, horizontálně uloženou a přímější Eustachovu trubici, proto jsou častější nejenom záněty středouší, ale i jejich chronické komplikace (riziko barotraumatů středního ucha). Nezbytným je vyšetření schopnosti vyrovnávat tlak ve středouší. Odlišnosti představuje i zrání dýchacího systému, kdy je nutné u dětí počítat se sníženou elasticitou plic a malým průměrem dýchacích cest, které vedou k vyššímu dechovému úsilí, riziková může být

zvýšená kolabilita terminálních partií bronchiálního stromu. Proto je v řadě doporučení odborných společností kontraindikace potápění dětí s astmatem a to i kompenzovaným. Podobně existují i odchylky v oblasti kardiovaskulárního systému, je třeba počítat s gracilnější konstrukcí skeletu vzhledem k váze potápěčského vybavení.

Závěr: Potápění dětí a mladistvých se v některých ohledech zásadně liší od potápění dospělých a v této oblasti je důrazně doporučeno odpovědně hodnotit zdravotní stav mladých potápěčů.

Klíčová slova: Potápění dětí a mladistvých. Odlišnosti orgánových soustav. Bezpečnost.

MOBILNÍ DEKOMPRESNÍ KOMORA HAUX 1300 V PODMÍNKÁCH AČR

PÁSLER Adam¹, LOŠEK Václav², TLAPÁK Jan^{3,4}

¹ *Katedra urgentní medicíny a vojenského všeobecného lékařství, Vojenská lékařská fakulta Univerzity Obrany, Brno, Česká republika*

² *Velitelství výcviku – Vojenská akademie Vyškov, Ministerstvo Obrany, Vyškov, Česká republika*

³ *Ústav leteckého zdravotnictví, Praha, Česká republika*

⁴ *Fakulta biomedicínského inženýrství – České vysoké učení technické v Praze, Praha, Česká republika*

Východiska: Léčba v kontextu potápěčských nehod vyžadujících hyperbarickou terapii je časově i logisticky náročná a to zejména v přednemocniční neodkladné péči. Schopnost zahájit HBOT co nejdříve po vzniku potápěčské nehody může významně ovlivnit klinický výsledek. Mobilní dekompresní komory představují klíčový prvek zdravotnického zabezpečení výcviku i ostrém nasazení potápěčů AČR.

Cíle: Cílem sdělení je představit technické a provozní možnosti mobilní dekompresní komory HAUX 1300 využívané v rezortu Ministerstva obrany České republiky a zhodnotit její význam v systému zdravotnického zabezpečení potápěčských operací AČR. Současně s technickou stránkou mobilní dekompresní komory je cílem demonstrovat standardní operační postupy uplatňované AČR pro případ potápěčské nehody během výcviku.

Metodika / Popis zařízení: Sdělení je založeno na komplexním popisu technického řešení, provozních parametrů a možností využití mobilní dekompresní komory HAUX 1300/5,5. Komora je instalována v ISO kontejneru na podvozku Tatra T-815 8×8, čímž je zajištěna vysoká mobilita a nasaditelnost v terénu. Zařízení je určeno k přepravě postiženého potápěče a k poskytování HBOT. Kapacita komory umožňuje současný pobyt až čtyř osob (hlavní komora a předkomora). Součástí stacionární ukázky dekompresní komory HAUX bude také demonstrace simulovaného scénáře postupu pro případ potápěčské nehody v rámci AČR.

Závěr: Mobilní dekompresní komora HAUX 1300 STARCOM představuje efektivní prostředek pro časné řešení potápěčských nehod, a to včetně dekompresní nemoci, barotraumat, arteriální plynové

embolie a opomenuté dekompresce. Její mobilita umožňuje zkrácení času do zahájení léčby a zvyšuje operační soběstačnost potápěčských jednotek AČR. Zařízení je vhodné nejen pro terapeutické účely, ale i pro výcvik a adaptační trénink v hyperbarických podmínkách. Je nutné si uvědomit, že aktivní využití mobilní komory je pouze jeden z několika článků řetězce v rámci poskytované péče. Efektivní kooperace s IZS je zásadním předpokladem pro realizaci definitivní terapie ve vysoce specializovaném stacionárním zařízení na území ČR.

Klíčová slova: Dekompresní komora. Hyperbarická medicína. Potápěčská nehoda. Armáda České republiky.