

DIABETICKÁ NEUROPATIA A SYNDRÓM DIABETICKEJ NOHY V KONTEXTE HYPERBARICKEJ OXYGENOTERAPIE *DIABETIC NEUROPATHY AND DIABETIC FOOT SYNDROME IN THE CONTEXT OF HYPERBARIC OXYGEN THERAPY*

POLIAKOVÁ Nikoleta, MATIŠÁKOVÁ Iveta, GERLICHOVÁ Katarína, HAVIAROVÁ Kristína

Fakulta zdravotníctva, Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne, Trenčín

ABSTRAKT

Syndróm diabetickej nohy vzniká v dôsledku diabetickej neuropatie a poruchy mikrocirkulácie ako komplikácia chronickej hyperglykémie. Vyznačuje sa širokým spektrom obťažujúcich príznakov typicky najmä v oblasti dolných končatín, vznikom deštrukcie hlbokých tkanivových štruktúr a s ňou súvisiacej amputácie dolnej končatiny. Cieľom príspevku je prezentovať vedecké dôkazy podporujúce využitie hyperbarickej oxygenoterapie (HBOT) v liečbe syndrómu diabetickej nohy, diabetickej neuropatie a výsledky preliminárnej štúdie Centra pre hyperbarickú oxygenoterapiu TnUAD skúmajúcej vplyv HBOT na zníženie subjektívneho vnímania symptómov diabetickej neuropatie na vzorke 15 probandov. Po liečbe HBOT sa u 14 probandov z 15 znížil počet príznakov periférnej diabetickej neuropatie a významne sa znížila miera prežívania subjektívnych obťažujúcich príznakov. U probandov boli v najväčšej miere redukované pocity páľivej bolesti rúk a nôh, pocity pichania a bodania v nohách, svalové kŕče v dolných končatinách a bolesť dolných končatín počas chôdze. HBOT má na základe vedeckých dôkazov potenciál byť účinnou podporou v liečbe pacientov nielen s už vzniknutým diabetickým vredom ale aj s diabeticou neuropatiou. Ďalší výskum v tejto oblasti je však nutný.

Kľúčové slová: Syndróm diabetickej nohy. Diabetická neuropatia. Hyperbarická oxygenoterapia

ABSTRACT

Diabetic foot syndrome results from diabetic neuropathy and microcirculation disorder as a complication of chronic hyperglycaemia. It is characterised by a wide range of annoying symptoms typically in the region of the lower limb, by the formation of deep tissue destruction and associated with that the lower limb amputation. The aim of the study is to present scientific evidence which supports the use of hyperbaric oxygen therapy in the treatment of diabetic foot syndrome and diabetic neuropathy and the results of a preliminary study of the Centre for Hyperbaric Oxygen Therapy ADU in Trenčín. We investigated the impact of hyperbaric oxygen therapy on the reduction of subjective perception of symptoms of diabetic neuropathy in a sample of 15 probands. After the treatment with HBOT, in 14 probands out of 15 there was reduced the number of signs of peripheral diabetic neuropathy and there was significantly reduced the survival rate of the subjective perception of annoying symptoms. In probands, There were greatly reduced the following: the burning feeling in the hand and foot, tingling and stinging sensations in the feet, muscle cramps (claudication) in the lower limbs and lower limb pain during walking. Based on scientific evidence, hyperbaric oxygen therapy has the potential to be an effective support in the treatment of patients with both diabetic ulcer and diabetic neuropathy. However, further research in this area is needed.

Keywords: Diabetic foot syndrome. Diabetic neuropathy. Hyperbaric oxygen therapy

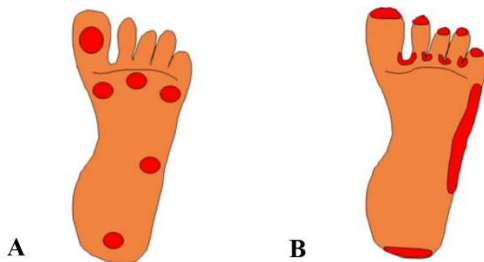
ÚVOD

Diabetická neuropatia a syndróm diabetickej nohy (SDN) patria k najzávažnejším neskorým komplikáciám diabetu. Shah (2011) uvádza, že SDN je častou príčinou atraumatických amputácií dolných končatín. SDN je výsledkom viacerých etiopatogenetických faktorov, predovšetkým diabetickej neuropatie v spojení s diabeticou angiopatiou a infekčnými komplikáciami. V liečbe a ošetrovateľskej starostlivosti je nevyhnutná multidisciplinárna spolupráca medzi cievnym chirurgom, diabetológom, rádiológom, mikrobiológom, protetikom a sestrou. Zlepšením kvality liečebnej a ošetrovateľskej starostlivosti je možné znížiť počet a rozsah amputácií dolných končatín. Zmyslupnejším však zostáva prevencia vzniku defektu ako takého. Už v čase stanovenia diagnózy Diabetes mellitus (DM) je približne u 10 % diabetikov zistená neuropatia alebo angiopatia (Kopal, 2011). Potenciál vidíme vo využití hyperbarickej oxygenoterapie (HBOT) nielen ako prostriedku na liečbu už vzniknutého defektu, ale aj na liečbu diabetickej neuropatie ako jedného z hlavných rizikových faktorov vzniku defektu.

Syndróm diabetickej nohy

SDN je podľa Svetovej zdravotníckej organizácie definovaný ako „*ulcerácia a/alebo deštrukcia hlbokých tkanív nohy, spojená s neuropatiou a rôznym stupňom ischemie alebo infekcie*“ (Broulíková, 2013). V etiológii SDN pôsobí množstvo faktorov, ale v popredí je najmä diabetická periférna neuropatia v kombinácii s diabeticou angiopatiou, infekciou a osteoartropatiou. Riziko vzniku diabetickeho defektu sa zvyšuje kumuláciou viacerých faktorov, medzi ktoré patrí nedostatočne kompenzovaný DM, periférne arteriálne ochorenie, obezita s hypomobilitou, nesprávna obuv, mikrotraumy a otlaky na ploskách nôh, strata vízu, chronické renálne ochorenie a vyšší vek (Volmer-Thole, Lobman, 2016).

Diabetické neuropatické defekty vznikajú najčastejšie na ploche nohy – pod kostnými kĺbmi (Obr. 1A). Charakteristickým miestom vzniku ischemických vredov (Obr. 1B) sú najmä palce nohy a päta (Aumiller, Dollahite, 2015).



Obrázok 1 Typické rozloženie defektov: A) neuropatickej diabetической nohy; B) ischemickej diabetической nohy

Neuropatické defekty sú zvyčajne okrúhle, okraj je keratotický, trochu podmínovaný, spodina býva pokrytá fibrínom a granulácie bývajú špongiovité, svetloružové. Spodina defektu môže pri ošetrovaní krváčať. Hojenie väčšinou stagnuje, koža z okrajov vrastá pod podmínovaný okraj. V okolí defektu je možné v miestach vyššieho plantárneho tlaku nájsť ďalšie prelúzie (miesta predisponované k tvorbe ďalších defektov). V defekte môžu byť prítomné fistuly a sínusy, dokonca cudzie telesá. Ischemické defekty sa vyskytujú akralne na prstoch alebo na hrane nohy. Prejavom ischémie môže byť dokonca náhla gangréna prstov – bez vzniku akéhokoľvek defektu. Defekt býva pomerne hlboký, máva bledú, nekrváčajúcu spodinu, okrajovo môže mať nekrotický povlak, prípadne zvyšky eschary, okraje bývajú kolmé, bez výrazného zápalu (Kopal, 2011).

Diabetická polyneuropatia

Diabetická polyneuropatia (DPN) patrí medzi najčastejšie mikrovaskulárne komplikácie diabetu s akútnym i chronickým priebehom. Postihuje všetky časti periférneho nervu vrátane nervového koreňa a distálneho axónu. Prvýkrát bola popísaná už v roku 1864 Marchelom de Calvi (Hajaš, 2018). Diabetická neuropatia postihuje somatické nervy (nervy končatín, trupu a hlavy) a autonómne nervy (sympatikový a parasympatikový systém). Riziko diabetической neuropatie spočíva v tom, že je najčastejšou príčinou vzniku diabetической nohy a nezanebateľne častou príčinou úmrtia diabetikov v dôsledku kardiálnej autonómnej neuropatie (Grófik et al., 2005). Podiel diabetической neuropatie na vznik syndrómu diabetической nohy je až 50 % (Volmer-Thole, Lobman, 2016).

Údaje o prevalencii diabetической neuropatie sa významne odlišujú. Štúdie udávajú 10–25% prevalenciu neuropatie už pri prediabetu (Grófik, 2015). Klinicky ide prevažne o neuropatiu tenkých nervových vlákien alebo senzitivnu polyneuropatiu dolných končatín, často bolestivú formu (Grófik, Kurča, 2013). S dobou trvania a so zlou metabolickou kompenzáciou diabetu výskyt neuropatie narastá (Olšovský, 2015). Prevalencia pri trvaní diabetu viac ako 25 rokov stúpa už na 50 % (Hajaš, 2018, Krahulec, 2002). Prítomnosť diabetической neuropatie je potrebné predpokladať u každého pacienta s DM 1. typu trvajúceho aspoň 5 rokov a u každého pacienta s DM 2. typu bez ohľadu na dĺžku jeho trvania (Grófik et al, 2005).

V etiopatogenéze diabetической neuropatie dominuje najmä hypoxia a znížený prietok krvi vo *vasa nervorum*. Za najzávažnejší rizikový faktor sa považuje dlhodobá hyperglykémia v kontexte s ďalšími metabolickými poruchami s genetickými a exogénnymi vplyvmi (Hajaš, 2018).

DPN môže mať symptomatickú (klinickú) a asymptomatickú (subklinickú) formu. Asymptomatická forma je pre pacienta zákernejšia, keďže práve tá je spojená so závažnými komplikáciami, často až so vznikom diabetической nohy (Kopal, 2011). Na základe klinického obrazu je možné DPN rozdeliť na typické, bolestivé, atypické a autonómne formy (Grófik et al., 2005).

Typickou formou DPN je symetrická distálna senzitivna a senzitivne-motorická polyneuropatia (DSPN). Ide o symetrické postihnutie nervov s distálnym maximom. Subjektívne prežívanie DSPN je spočiatku viazané najmä na senzitivné symptómy. Pravidlom je redukcia citlivosti prstov a chodidiel a rôzne lokalizované parestézie. Niektorí pacienti majú pocit, že ich ponožky sú silno stiahnuté alebo že im nesedia topánky. Končatiny cítia strpnuté a zároveň nadmerne citlivé (Hajaš, 2018). Čisto senzitivna forma polyneuropatie je menej častá ako senzitivne motorická polyneuropatia, ktorú charakterizuje súčasná slabosť dolných končatín v kombinácii so zvýšenou únavnosťou a nočnými kŕčmi svalov. Znižujú sa šľachové reflexy, objavujú sa poruchy rovnováhy vedúce k opakovaným pádom. Zaujímavosťou je, že DSPN je typický najmä pre mužské pohlavie. K typickým formám DPN patrí aj symetrická proximálna motorická neuropatia, ktorá je menej častá a postihuje stehenné svaly.

Bolestivá senzitivna a senzitivne-motorická polyneuropatia je charakteristická relatívne silnou bolesťou páľiveho charakteru s distálnym maximom

(„*burning feet – horiace nohy*“). Funkčná hyperglykemická neuropatia sa vyskytuje pri zvýšených hodnotách glykémie. Po úprave glykémie bolesti spontánne ustúpia. Akútna bolestivá diabetická neuropatia (diabetická neuropatická kachexia) sa prejavuje rýchlym a výrazným úbytkom hmotnosti, silnými bolesťami lokalizovanými akralne na dolných končatinách a hypotrofiou svalov dolných končatín.

K atypickým formám DPN patrí:

- ataktická neuropatia prejavujúca sa poruchami postoja a chôdze, ataxiou (tzv. pseudotabickým syndrómom),
- akrodystrofická neuropatia s poruchami trofiky kože a podkožia, často aj vznikom kožného defektu, ktorý sa zle hojí (*malum perforans pedis*),
- neuropatická artropatia postihujúca autonómne nervové vlákna chodidla s dôsledkom poruchy trofiky kĺbov, rozpadu kĺbových hlavic a zániku kĺbu (najčastejšie sú postihnuté metatarzofalangálne kĺby), súčasná atrofia drobných svalov (poškodenie motorických vlákien) podmieňuje deformáciu nohy a zánik pozdĺžnej aj priečnej klenby nohy,
- fokálna (multifokálna) neuropatia so selektívnym poškodením jedného alebo viacerých periférnych nervov hlavy (*n. oculomotorius*, *n. facialis*), trupu (*n. intercostalis*) alebo končatín (*n. fibularis*, *femoralis*, *radialis*, *ulnaris*), typická je aj obrna postihnutého nervu,
- diabetická amyotrofia sprevádzaná výraznou svalovou slabosťou a hypotrofiou stehenného svalstva, kedy môže byť prítomná aj bolesť. Spôsobuje periférnu parézu postihnutej dolnej končatiny a obmedzenie chôdze, najmä do schodov (Grófik, Kurča, 2013).

Autonómne formy DPN sa prejavujú na kardiovaskulárnom, gastrintestinálnom, urogenitálnom a endokrinnom systéme, zrenici a poruchou termoregulácie (Grófik et al., 2005).

Z uvedenej typológie vyplýva, že subjektívne pociťovanie symptómov DPN býva veľmi variabilné a pre pacientov nepríjemné. Dominujúce subjektívne ťažkosti ako bolesť, brnenie, pálenie, mravenčenie zhoršujúce sa v noci, znížená citlivosť, pocity chladu, zvýšená únava končatín, kŕče, svalová slabosť a objektívne ťažkosti ako opuchy, svalové atrofie, zmeny na kĺboch, zmeny farby, ragády, ulcerácie, poruchy citlivosti, poruchy reflexov v oblasti končatín celkovo negatívne vplyvajú na kvalitu

života diabetikov. Bolestivé formy neuropatie bývajú sprevádzané úzkostnými stavmi a depresiami (Černý, 2012).

V súčasnosti neexistuje 100% efektívna liečba diabetickej neuropatie, ktorá by bola schopná obnoviť funkciu nervových vlákien. Existujú však postupy, ktoré môžu zmierniť priebeh neuropatie a znížiť subjektívne prežívanie obtiažnosti jej jednotlivých symptómov.

Základom liečby je dobrá metabolická kompenzácia, čo znamená zníženie a dlhodobú stabilizáciu hladiny glykémie, najmä u diabetikov 1. typu. Subjektívne ťažkosti pacienta vyplývajúce z neuropatie, ktorými sú najmä nepríjemné pocity, páľivé bolesti, parestézie, svalové kŕče možno ovplyvniť farmakologicky – tiamín, kyselina alfalipoová, tricyklické antidepresíva, gabapentín, pregabalín, duálne inhibítory (duloxetín a venlafaxín) a nefarmakologicky – podiatrická starostlivosť, fyzioterapia a dodržiavane správneho životného štýlu – pohybová aktivita, zákaz alkoholu, fajčenia, diabetická diéta a redukcia hmotnosti (Hajaš, 2015, 2018).

Hyperbarická oxygenoterapia v liečbe syndrómu diabetickej nohy

Vhodnou podpornou liečbou môže byť HBOT, nakoľko cieľom samotného mechanizmu HBOT je zvýšiť koncentráciu kyslíka v tkanivách ako aj prepraviť voľné molekuly kyslíka do hypoxického tkaniva. Dodávka a spotreba kyslíka sa v jednotlivých tkanivách líši aj v jednotlivých bunkách v závislosti od rovnováhy medzi jednotlivými faktormi ako sú napr. arteriálny pO₂, veľkosť kapilárneho prietoku, diferenciacia v kapilárnych a tkanivových parciálnych tlakoch kyslíka, povrch kapilár, kapilárna denzita, interkapilárna vzdialenosť, permeabilita kapilár a aktuálny tkanivový metabolizmus. Dodávka kyslíka do organizmu je normálne 3–4 krát vyššia ako spotreba O₂. Jednou z dôležitých vlastností mikrocirkulácie je to, že každému tkanivu poskytuje schopnosť kontrolovať svoj vlastný lokálny prietok krvi v závislosti od vlastných požiadaviek. Prietok krvi je v každom tkanive obvykle nastavený na minimálnu úroveň, ktorá spĺňa jeho požiadavky. Takto tkanivo nikdy netrpí nedostatkom živín. Kontrola lokálneho prietoku krvi je rozdelená do dvoch fáz: okamžitá a dlhodobá. Okamžitá je zabezpečovaná rýchlymi zmenami priesvitu arteriol a prekapilárnych zvieračov, ktoré sa menia počas niekoľkých sekúnd alebo minút, čo vedie k zachovaniu adekvátneho prietoku krvi. Dlhodobá kontrola je zodpo-

vedná za zmeny v prietoku krvi v období dní, týždňov alebo aj dokonca mesiacov. Platí, že dlhodobé zmeny zahŕňajú zvýšenie alebo zníženie počtu a priesvitu krvných ciev, ktoré poskytujú výživu tkanív. Mikrocirkulácia je podrobená presnému nastaveniu na konkrétne podmienky oxygenácie. Jedná sa o efektívny ochranný mechanizmus pred zvýšením tlaku kyslíka nad určitú úroveň (Krajčovičová et al., 2019; Hájek, 2017).

Vplyvom hyperbaroxie sa niekoľkonásobne zvyšuje parciálny tlak kyslíka v krvi i v tkanivách. Na základe Henryho zákona dochádza k zvýšeniu množstva fyzikálne rozpusteného kyslíka v krvi a k predĺženiu jeho difúznej vzdialenosti z kapilár do tkanív na 2–4 násobok a do tkanív sa dostane až 10 násobne viac kyslíka ako v bežnom prostredí. Pri HBOT dochádza k vazokonstrikcii v zdravom tkanive s nasmerovaním prietoku krvi do hypoxického tkaniva. Hyperbaroxia má vplyv na metabolizmus z dôvodu zvýšenej produkcie reaktívnych kyslíkových substancií, čo má v konečnom dôsledku žiaduci vplyv na usmrcovanie fagocytovaných baktérií (Hájek, Koliba, 2011).

Výsledky dostupných vedeckých štúdií poukazujú na priaznivý vplyv HBOT na hojenie chronických rán a sekundárne na zníženie množstva amputácií, predovšetkým dolných končatín (Pokrývková, 2017). Zo štúdií zameriavajúcich sa na rany podliehajúce infekciám vyplýva pozitívny efekt HBOT na odstránenie infekcie, čiže zvýšenie antimikrobiálnej aktivity. Hyperoxygenácia tkaniva preto môže byť významným činiteľom v prevencii šírenia infekcie, keďže infekcia je zodpovedná až za 90 % amputácií. Štúdie zamerané na meranie pO_2 , ktorý má význam pri posúdení stupňa ischémie, rozsahu amputácie a zhodnotenie účinku terapie potvrdili, že HBOT významne zvyšuje hodnoty pO_2 v postihnutom tkanive. Hodnoty transkutánneho pO_2 môžu byť použité aj ako prediktor odpovede na HBOT a môžu mať pozitívnu koreláciu s ohľadom na hojenie rán. Zníženie pO_2 pod 40 mmHg indikuje hypoxiu, jeho zvýšenie prostredníctvom HBOT zlepšuje a urýchľuje proces hojenia rany. Pri meraní laktátu, potrebného na tvorbu VEGF a kolagénu, bola potvrdená jeho zvýšená produkcia počas HBOT (Krajčovičová et al., 2018). Výsledky vybraných štúdií poukazujú najmä na benefity HBOT, napr. Faglia et al. (1996) zistil v skupine 35 pacientov liečených HBOT nižší počet amputácií ako v kontrolnej skupine 33 pacientov v pomere 2 : 11. Kalani et al. (2002) publikoval výsledky štúdie pacientov s chronickými hypoxic-

kými ulceráciami, kedy k amputácii bolo indikovaných 7 pacientov z 21 liečených konvenčne a 2 pacienti zo 17 liečených HBOT. Abidia et al. (2003) publikovali štatisticky významné kompletne zahojenie diabetických defektov s využitím HBOT (5 z 8 pacientov vs. 0 z 8 pacientov). Welslau (2010) publikoval výsledky metaanalýzy výsledkov liečby syndrómu diabetickej nohy s využitím HBOT – zo 145 pacientov liečených HBOT bolo 17 amputácií a zo 152 pacientov liečených konvenčne bolo 50 amputácií.

V posledných rokoch je HBOT čoraz viac uznávaná ako potenciálny spôsob liečby širokej škály ochorení vrátane bolesti, predovšetkým chronickej. Preto je predpoklad vplyvu HBOT aj na neuropatiu a bolesť vznikajúcu pri nej. Vzhľadom k relatívne nízkemu počtu štúdií v tejto oblasti v porovnaní s ostatnými aplikáciami v liečbe chronických komplikácií pri DM, napr. už spomínanými ulceráciami však zatiaľ prevažujú iba vedomosti získané v laboratórnych podmienkach a na experimentálnych objektoch. Hoci využitie HBOT v liečbe chronických komplikácií DM nemá vypracované špecifické protokoly, prezentované štúdie významne podporujú svojimi výsledkami kladný vplyv HBOT pri liečbe tohto ochorenia (Jain, 2009).

SÚBOR A METÓDY

V preliminárnej štúdií Centra pre hyperbarickú oxygenoterapiu TnUAD tvorilo vzorku pacientov s potvrdenou diabetickou neuropatiou 15 probandov (3 ženy a 12 mužov s diagnostikovaným ochorením DM 2. typu) vo veku 55–80 rokov. Priemerná dĺžka liečby diabetu bola u tejto skupiny probandov 19,6 rokov. 13 probandov bolo liečených inzulínom, 3 probandi mali ordinované perorálne antidiabetiká. Zaraďujúcimi kritériami bola potvrdená diagnóza Diabetická neuropatia, ochota probandov spolupracovať a liečba HBOT. Cieľom štúdie bolo zistiť efekt HBOT na redukcii obťažujúcich príznakov diabetickej neuropatie u pacientov s DM.

Zber údajov sa uskutočnil v Centre pre hyperbarickú oxygenoterapiu TnUAD v čase od septembra 2016 do februára 2017. Pacienti absolvovali okrem štandardnej farmakoterapie sériu 20 expozícií v hyperbarickej komore Haux Starmed 2200 Centra pre hyperbarickú oxygenoterapiu TnUAD pri tlaku 2,5 ATA (+150 kPa) a dĺžke expozície 90 minút.

Metódou zberu údajov boli štandardizované screeningové dotazníky *Michigan Neuropathy Screening Instrument I a II* zamerané na zistenie

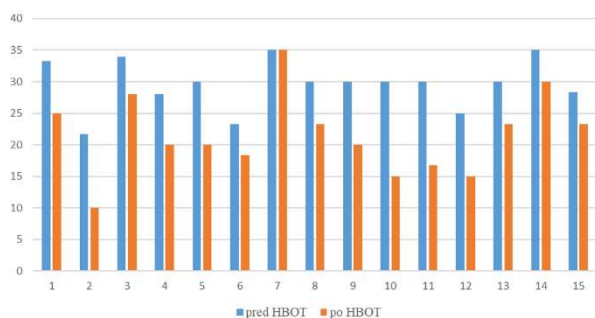
príznakov periférnej a autonómnej neuropatie. Dotazník zameraný na zistenie periférnej diabetickej neuropatie obsahuje 15 jednoduchých dichotomických otázok typu áno – nie, z toho 13 odpovedí áno je bodovaných. Otázky zisťujú prítomnosť klinických symptómov periférnej diabetickej neuropatie. Viac ako 7 dosiahnutých bodov signalizuje prítomnosť ochorenia.

Druhý dotazník, tvorený 12 položkami, je zameraný na prítomnosť resp. neprítomnosť jednotlivých príznakov zhoršenej funkcie autonómneho nervového systému. Pri odpovedi signalizujúcej prítomnosť sledovaného príznaku sa zároveň vyhodnocuje miera intenzity obťažovania na škále 1 – 5 (vôbec – veľmi). Každý zistený bod zodpovedá 20 %, a to znamená, že pri miere obťažovania číslom 5, je obťažovanie v hodnote 100 %.

Dotazník *Michigan Neuropathy Screening Instrument I* je vhodné využiť na screening bolestivej formy diabetickej i nediabetickej neuropatie. Dáva informáciu skôr o postihnutí tenkých nervových vlákien. *Michigan Neuropathy Screening Instrument II* lepšie detekuje postihnutie hrubých nervových vlákien. Klinická časť je zložená z jednoduchého klinického vyšetrenia hodnotiaceho vzhľad a trofiku kože, výbavnosť reflexu Achilovej šľachy, vibračnú a tlakovú citlivosť pomocou ladičky a monofilamentu (Buršová et al., 2012).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Z výsledkov našej preliminárnej štúdie vyplýva, že u každého účastníka sa po 20 expozičiách HBOT, pracovnom tlaku 2,5 ATA (+150 kPa),



Graf 1 Príznaky periférnej neuropatie

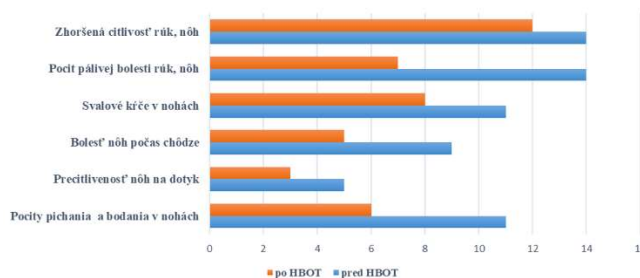
dĺžke 1 expoziície 90 minút znížila miera obťažovania sledovanými príznakmi diabetickej neuropatie u 14 z 15 probandov minimálne o 5 %, maximálne o 15 % (graf 1).

Graf 2 ilustruje, ako u respondentov klesal počet obťažujúcich príznakov. U pacientov boli v najväčšej miere redukované pocity pichania a bodania v nohách, pocity pálivej bolesti rúk a nôh, svalové kŕče v nohách a bolesť nôh počas chôdze. Kým pocit pálivej bolesti rúk a nôh sa pred HBOT vyskytoval u 14 pacientov, po HBOT u 7 pacientov. Pocity pichania a bodania v nohách sa pred HBOT vyskytovali u 11 pacientov, po HBOT u 6 pacientov. Bolesť nôh počas chôdze pred HBOT udávalo 9 pacientov, po HBOT 5 pacientov, svalové kŕče v nohách udávalo pred HBOT 13 pacientov, po HBOT 8 pacientov.

Z výsledkov štatistického spracovania dát subjektívneho vnímania miery obťažovania pred a po HBOT terapii u 15 jedincov vyplýva, že po terapii vnímali probandi uvedený parameter v štatisticky významnej miere nižšej miere v porovnaní so stavom pred expozičiou hyperbarickému kyslíku (Tab. 1; $p < 0,001$).

Priemerná hodnota vnímania miery obťažovania činila pred terapiou $29,6 \pm 3,9$ (%), po terapii $21,5 \pm 6,4$ (%). Väčšia hodnota smerodajnej odchýlky svedčí o rôznej miere individuálneho zlepšenia, no napriek vekovej, rodovej i diagnostickej heterogenite súboru jedincov je efekt HBOT štatisticky významný.

Pre jednoznačnejšie závery bude nutné zvýšiť početnosť a homogenitu súboru respondentov a do-



Graf 2 Porovnanie príznakov pred a po HBOT

Tabuľka 1 Overenie miery zlepšenia vnímania miery obťažovania symptómami po HBOT

Vyšetrenie	n	\bar{x}	sd	x_m	min.	max.	p_t	p_w
Pred terapiou	15	29,6	3,9	30	21	35	$p < 0,001$	$p < 0,001$
Po terapii	15	21,5	6,4	20	10	35		

Legenda: n – počet pacientov, \bar{x} – aritmetický priemer, sd – smerodajná odchýlka, x_m – medián, min. – minimálna hodnota, max. – maximálna hodnota, p_t – hodnota testovacieho kritéria párového t-testu, p_w – hodnota testovacieho kritéria neparametrického párového Wilcoxonovho testu

plniť súbor respondentov bez HBOT ako kontrolný/referenčný súbor, ktorý by slúžil aj pre posúdenie subjektívneho vplyvu terapie na jednotlivca.

ZÁVER

Na záver môžeme konštatovať, že HBOT je účinná, podporná terapia u pacientov s diabetickou neuropatiou. Redukuje subjektívne prežívanie príznakov periférnej neuropatie, ale aj príznaky, ktoré poukazujú na zhoršenú funkciu autonómneho nervového systému. Stúpa počet vedeckých dôkazov o pozitívnom účinku HBOT na liečbu syndrómu diabetickej nohy, obzvlášť diabetických defektov. Je však potrebné dodržať homogenitu vzorky vzhľadom na typ a kompenzáciu diabetu a brať do úvahy aj pôsobenie ďalších terapeutických postupov vo vzťahu k spôsobu ošetrenia rany a použitiu krycích obväzových materiálov.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- ABIDIA A., LADEN G., KUHAN G. et al. The role of hyperbaric oxygen therapy in ischaemic diabetic lower extremity ulcers: a double – blind randomised-controlled trial. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2003; 25 (6): 513-518.
- AUMILLER W.D., DOLLAHITE H.A. Pathogenesis and management of diabetic foot ulcers. *JA-APA.* 2015, 28: 28-34.
- BROULÍKOVÁ A. Syndrom diabetické nohy – diagnostika a liečba. *Interní Med.* 2013; 15 (2): 84-86.
- BURŠOVÁ Š., VLČKOVÁ E., HNOJČÍKOVÁ M. et al. Validita a prediktivní hodnota skrínigových testů u prediabetické a časné diabetické polyneuropatie. *Cesk Slov Neurol N.* 2012; 75/108 (5): 562-572.
- ČERNÝ R. Novinky v léčbě neuropatické bolesti. *Interní medicína pro praxi.* 2012; 14 (1): 32.
- FAGLIA E., FAVALES F., ALDEGHI A. et al. Adjunctive systemic hyperbaric oxygen therapy in treatment of severe prevalently ischemic diabetic foot ulcer. A randomized study. *Diabetes Care.* 1996; 19 (12): 1338-1343.
- GRÓFIK M., NOSÁL V., KURČA E. et al. Neurologické prejavy Diabetes mellitus. *Neurol Prax.* 2005; 6 (1): 28-33.
- GRÓFIK M., TURČANOVÁ KOPRUŠÁKOVÁ M., KURČA E. Skrínig diabetickej neuropatie v ambulantnej praxi. *Súč klin pr.* 2015; 1: 43-48.
- GRÓFIK M., KURČA E. Diabetická neuropatia: klinický obraz a súčasné možnosti diagnostiky a liečby. *Forum Diab.* 2013; 2 (2): 108-116.

- HAJAŠ G. Diabetická neuropatia – súčasné možnosti liečby. *Súč klin pr.* 2015; 2: 41-48.
- HAJAŠ G. Diabetická polyneuropatia. *Neurol Prax.* 2018; 19 (3): 161-171.
- HÁJEK M. et al. *Hyperbarická medicína.* Mladá fronta a.s., Praha, 2017, 453 s., ISBN 978-80-204-4235-2.
- HÁJEK M., KOLIBA M. Hyperbarická oxygenoterapie v léčbě syndromu diabetické nohy. *Interní Med.* 2011; 13 (6): 250-254.
- JAIN K.K. *Textbook of Hyperbaric Medicine.* Hogrefe and Huber Publishers, Göttingen, 2009, 578 s., ISBN 978-0-88937-361-7.
- KALANI M., JÖRNESKOG G., NADERI N. et al. Hyperbaric oxygen (HBO) therapy in treatment of diabetic foot ulcers. Long-term follow-up. *J Diabetes Complication.* 2002; 16 (2): 153-158.
- KOPAL T., KOPALOVÁ I. Diagnostika a liečba syndrómu diabetickej nohy. *Dermatológia pre prax.* 2011; 5 (1): 16-21.
- KRAHULEC B. Chronické komplikácie diabetes mellitus – polyneuropatia. *Interní medicína pro praxi.* 2002; 5: 244-250.
- KRAJČOVIČOVÁ Z., KUDLÁČKOVÁ A., MELUŠ V. et al. Modulácia koncentrácie VEGF vplyvom hyperbarickej oxygenoterapie. *Zdravotnícke listy.* 2018; 6 (3): 55-61.
- KRAJČOVIČOVÁ Z., POLIAKOVÁ N., MATIŠÁKOVÁ I. et al. *Hyperbarická oxygenoterapia: využitie z pohľadu nelekárskych zdravotníckych odborov.* Trenčín: FZ TnUAD, 2019. 234 s. ISBN 978-80-8075-865-3.
- OLŠOVSKÝ J. Diabetická neuropatie. *Vnitřní lékařství.* 2015; 61 (6): 582-586.
- POKRÝVKOVÁ I., KRAJČOVIČOVÁ Z., MELUŠ V. et al. Podporná aplikácia hyperbarickej oxygenoterapie v liečbe chronických rán z pohľadu laboratórnej medicíny. *Zdravotnícke listy.* 2017; 5 (3): 23-30.
- RYBKA J. *Diabetes mellitus – komplikace a pridružená onemocnění.* Praha: Grada Publishing, a.s., 2007. 317 s. ISBN: 978-80-247-1671-8.
- SHAH S.F. Evaluation and management of diabetic foot: A multicentric study conducted at Rawalpindi, Islamabad. *Ann Pak Inst Med Sci.* 2011; 7 (4): 233-237.
- VOLMER-THOLE M., LOBMAN R. Neuropathy and Diabetic Foot Syndrome. *Int J Mol Sci.* 2016; 17 (917): 2-11.
- WELSLAU W. Hyperbaric Oxygen Therapy Indication Diabetic Foot Syndrome – HTA Report of

Federal Joint Committee for German Social Health Care System. *Proceedings of the 1st Central*

European Conference of Hyperbaric and Diving Medicine. Velke Karlovice 2010: 13-18.