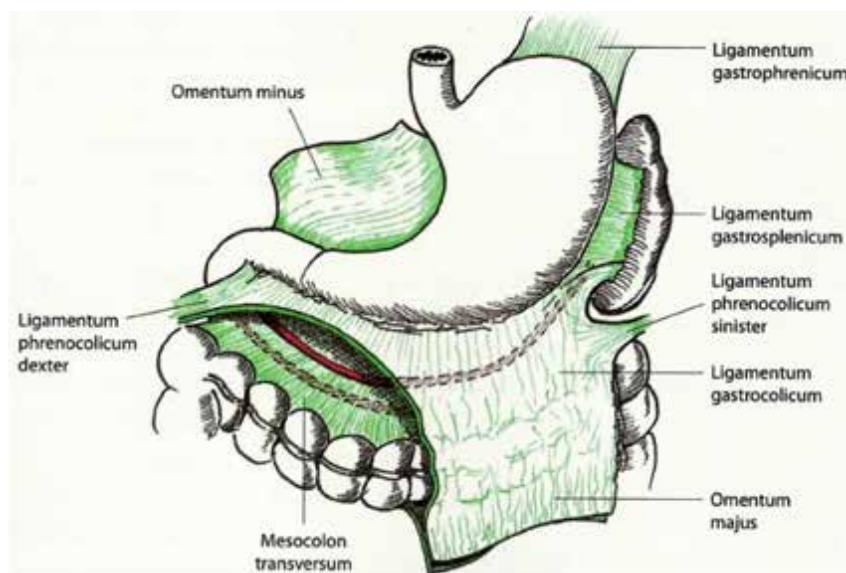


REHABILITACE a fyzikální lékařství



Vydává Česká lékařská společnost J. E. Purkyně

PŮVODNÍ PRÁCE

Vliv zvýšeného napětí závěsného aparátu žaludku na funkční zřetězení poruch v pohybovém aparátu L. Štolc

Vliv biofeedbacku na aktivaci svalů pánevního dna I. Palaščíková et al.

PŘEHLEDOVÉ ČLÁNKY

Představa pohybu – neurální podstata a možnosti jejího využití ve fyzioterapii H. Haltmar et al.

Biomechanický pohled na riziko pádu seniorů L. Bizovská et al.

Joga – vhodná doplňková metoda onkologické léčby? A. Obročníková et al.

PRAXE

Využití přístrojové technologie v rehabilitaci – zkušenosti z praxe M. Ragulová et al.



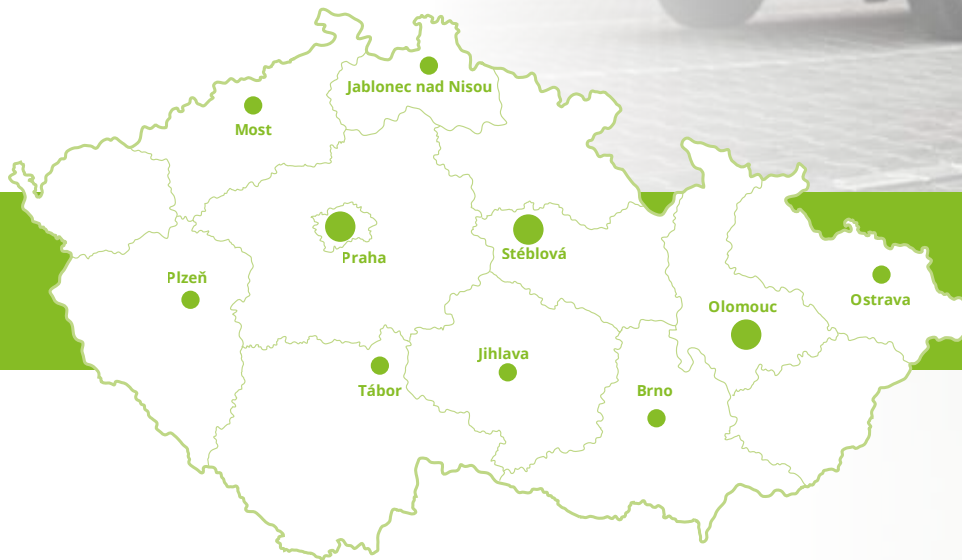
AVENIER



vakciny.avenier.cz



800 11 22 33



Jaké jsou výhody distribuce od Avenieru?

- největší distributor vakcín do ordinací všech lékařů v ČR
- distribuce centrových léčiv do specializovaných center a nemocnic po celé ČR
- kompletní nabídka všech vakcín na jednom místě
- dodání vakcín speciálně upravenými vozy, které splňují nejpřísnější normy pro rozvoz termolabilních látek
- nepřetržitý online monitoring teplot léčivých přípravků
- objednání online přes web **vakciny.avenier.cz** nebo na bezplatné zákaznické lince
- dodávky vakcín od 1 balení ZDARMA
- podpora při vykazování povinného očkování
- individuální přístup díky vyškoleným specialistům distribuce



DISTRIBUCE VAKCÍN DO ORDINACÍ

Obsah

Původní práce

Vliv zvýšeného napětí závěsného aparátu žaludku na funkční zřetězení poruch v pohybovém aparátu **112**

Influence of increased tension of the suspensory apparatus of the stomach on the functional concatenation of disorders of the musculoskeletal system

L. Štolc

Vliv biofeedbacku na aktivaci svalů pánevního dna **122**

The effect of biofeedback on pelvic floor muscle activation

I. Palaščíková Špringrová, M. Mrázová, D. Dupalová, L. Bizovská, R. Firýtová

Přehledové články

Představa pohybu – neurální podstata a možnosti jejího využití ve fyzioterapii **130**

Motor imagery – its neural principle and possibilities of its use in physiotherapy

H. Haltmar, B. Kolářová, M. Haltmar, M. Janura

Biomechanický pohled na riziko pádu seniorů **136**

Risk of falling in the elderly from a biomechanical point of view

D. Nohelová, L. Bizovská, M. Janura, Z. Svoboda

Joga – vhodná doplňková metoda onkologické léčby? **144**

Yoga – a suitable supplementary method of cancer treatment?

A. Obročníková, L. Derňárová, G. Kuriplachová

Praxe

Využití přístrojové technologie v rehabilitaci – zkušenosti z praxe **151**

Use of instrument technology in rehabilitation – practical experience

M. Ragulová, D. Pavlů, T. Dvořák

Obr. na titulce: Závěsný aparát žaludku *Zdroj: L. Štolc*

Fig. on the cover: Suspensory apparatus of the stomach. *Source: L. Štolc*

Vliv zvýšeného napětí závěsného aparátu žaludku na funkční zřetězení poruch v pohybovém aparátu

Influence of increased tension of the suspensory apparatus of the stomach on the functional concatenation of disorders of the musculoskeletal system

L. Štolc

Rehabilitace ŠL, Libina

Souhrn: Tématem práce je vliv zvýšeného napětí závěsného aparátu žaludku na funkční zřetězení. Prvořadým cílem pilotní studie je objektivní zhodnocení vlivu zvýšeného napětí závěsného aparátu žaludku na námi vysledovaný vzorec funkčních zřetězených poruch v pohybovém aparátu. Druhotným cílem je vyhodnocení vlivu manuálního ošetření závěsného aparátu žaludku na inhibici senzitivní složky nocicepce v pohybovém aparátu. Základem práce je průzkum testování záměrného výběru 60 probandů, u nichž se muselo vyskytovat současně sešikmení pánve doprava, pozitivní příznak spine sign vlevo a menší rozvíjení dolních žeber při nádechu vlevo. Vyhodnocení je provedeno srovnáním tří skupin probandů s pozitivním vzorcem. Srovnáváme skupinu s provedeným manuálním ošetřením závěsného aparátu žaludku se skupinou s provedenou manuální terapií v segmentech pohybového aparátu neurofyziologicky zřetězených se žaludkem a se skupinou ponechanou bez terapie. Výsledky statistického šetření nám potvrdily platnost vysledovaného vzorce funkčních zřetězení ($p < 0,0001$) a vliv na intenzitu bolesti v pohybovém aparátu ($p < 0,0001$). Hlavním přínosem této práce je potvrzení vzorce funkčních zřetězených poruch při zvýšeném napětí závěsného aparátu žaludku pro zkvalitnění diagnostiky a terapie poruch mající viscerosomatický podklad.

Klíčová slova: žaludek – závěsný aparát žaludku – funkční zřetězení poruch – intenzita bolesti

Summary: The pilot study focuses on the influence of increased tension of the suspensory apparatus of the stomach on the functional concatenation of disorders in the musculoskeletal system. Primarily, the study aims at objectively assessing the effect of an increased tension of the gastric suspensory apparatus on the considered pattern of functional disorder concatenation. Secondly, it aims at evaluating the effect of manual treatment of the gastric suspensory apparatus on the inhibition of the sensitive nociceptive components of the musculoskeletal system. The study relies on a testing survey of 60 deliberately selected subjects who had to simultaneously display the following characteristics: right pelvic tilt, a positive spine sign, and a lesser ratio of the left lower ribs expanding while inhaling. The assessment is based on the comparison of three groups of subjects with a positive pattern. A group of subjects who received manual treatment of the gastric suspensory apparatus was compared with a second group consisting of subjects receiving manual therapy of the musculoskeletal system segments that are neurophysiologically concatenated to the stomach, and, finally, with the group of subjects without any treatment. The statistical survey results confirmed the validity of the observed pattern of functional concatenation ($P < 0.0001$) and the influence on the level of pain in the musculoskeletal system ($P < 0.0001$). The main benefit of the study lies in the confirmation of the pattern of functional concatenation associated with increased tension of the suspensory apparatus of the stomach, which can improve the diagnostics and therapy of viscerosomatic-based disorders.

Key words: stomach – suspensory apparatus of the stomach – functional concatenation of disorders – intensity of pain

Úvod

Cílem pilotní studie je objektivizovat vliv zvýšeného napětí závěsného aparátu žaludku na námi vysledovaný ty-

pický vzorec funkčních zřetězení v pohybovém aparátu a jeho vliv na zvýšenou nocicepci v pohybovém aparátu. Vzorec při zvýšeném napětí závěsného aparátu

žaludku obsahuje následující funkční změny v pohybovém aparátu: sešikmení pánve doprava, pozitivní příznak spine sign vlevo, omezení pohybu dol-

ních žeber vlevo při nádechu. Závěsný aparát žaludku a žaludek přímo komunikují s bránicí, která je mimo svou respirační funkci také součástí pohybového aparátu. Přes tento závěsný aparát a syntopie má žaludek biomechanické a přes inervaci žaludku neurofyziologické propojení s pohybovým aparátem. Změna napětí závěsného aparátu může kvůli tomu působit dysfunkci v pohybovém aparátu.

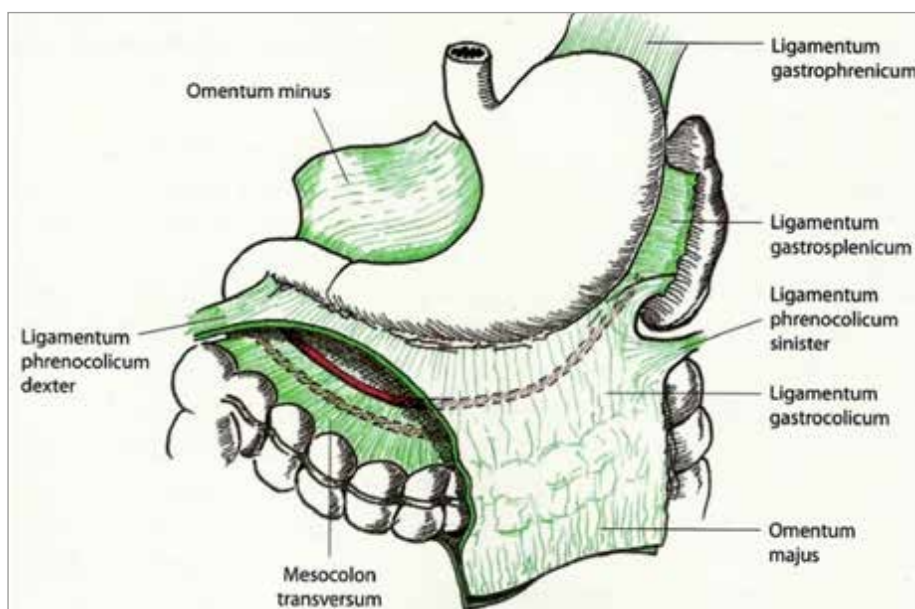
Teoretickým východiskem naší pilotní studie je prokázání vlivu zvýšeného napětí závěsného aparátu žaludku na funkční zřetězení poruch a bolesti v rámci pohybového aparátu. Porušená elasticita závěsného aparátu vyvolává globální ochrannou reakci změnou svalového napětí a tyto zřetězené poruchy lze vyjádřit v typickém vzorci. Ve starší literatuře, ale ještě i dnes se u některých autorů setkáváme s popisem vlivu vnitřních orgánů na pohybový aparát jako s viscerovertebrálními vztahy. Vyvolaná odezva lidského organismu na nociceptivní dráždění z oblasti vnitřního orgánu je globálnější a zasahuje více tělesných systémů než pouze osový orgán, proto je správné k popisu těchto vlivů používat výraz viscerosomatické vztahy. Závěsný systém vnitřních orgánů má své biome-

chanické vlastnosti, přičemž jejich pochopení nám dává možnost adekvátní terapie při poruše jejich elasticity. Tím, že je součástí vnitřního orgánu, ovlivňuje i jeho funkci, která je pod kontrolou svého nervového řízení, a reflexní děje na úrovni míšního segmentu a vyšších mohou reflexně způsobit dysfunkci jiných systémů. Vnitřní orgány, konkrétně žaludek se svým závěsným aparátem, nejsou rigidními strukturami v břišní dutině, ale vykonávají intraabdominální a intraviscerální pohyb, čemuž musí odpovídat jejich biomechanické vlastnosti. V kontextu každé biomechanické změny se projeví adekvátní neurofyziologická odpověď.

Anatomie závěsného aparátu žaludku

Žaludek je ve své poloze udržován a spojen s okolím v břišní dutině svými závěsy. Jsou to peritoneální duplikatury, dvojlisty pobřišnice, jež pokračují ze serózního povlaku žaludku od obou křivatur [1]. Tloušťka viscerální fascie břicha je 987 μm . Obsahují jak myelinizovaná, tak i nemyelinizovaná nervová vlákna [2]. Od malé křivatury k játrům se rozepíná omentum minus zvané také jako omentum gastrohepaticum. Má tvar

čtyřhranného plátu a nachází se ve frontální rovině, je více vzadu a orientováno doprava a nahoru. Dostává také rozšíření z ligamenta coronarium a ligamenta gastrophrenicum [3]. Rozděluje se na ligamentum hepatoduodenale a ligamentum hepatogastricum omenti minoris [4]. Od velké křivatury odstupuje omentum majus a přes colon transversum pokračuje před kličkami tenkého střeva kaudálním směrem. Je to široká, dlouhá a volně visící řasa peritonea prostoupená cévami a různým množstvím tuku. Část spojení mezi velkou křivaturou a příčným tračníkem tvoří ligamentum gastrocolicum, jehož levá hrana pokračuje nahoru a doleva a vytváří ligamentum gastrolienale a spojuje žaludek se slezinou [1], ale nemá podpůrnou roli [5]. Mezi duplikaturou omenta majus přicházejí k velké křivatuře žaludku gastroepiploické cévy a odvádějí krev gastroomentální žíly do vena portae. V obou omentech procházejí k žaludku jak sympatická, tak parasympatická nervová vlákna. Nervová vlákna parasympatiky doprovázejí cévy do žaludku po projití stěny jícnu a přímo vstupují do žaludku. Sympatická vlákna sledují průběh tepen po přepojení v celiakálním gangliu ve formě pletení [1]. Dalším závěsem žaludku je ligamentum gastrophrenicum, o němž Barral tvrdí, že je jediným skutečným závěsným vazem žaludku [5]. Spojuje zadní horní stranu – fundus žaludku s bránicí [5,6] v posteromediálním směru [7]. Přechází ze zadní strany velké křivatury v místě, kde se dvě vrstvy viscerálního peritonea žaludku vracejí zpět na peritoneum bránice. Doprava pokračuje jako horní část omentum minus a doleva s ligamentem gastrolienale [3] (obr. 1). Bývá často přetíženo a fibrotizuje, čímž vyvíjí velké napětí na žaludeční sliznici a svaly, do nichž se upíná [5]. Z anatomického a funkčního hlediska je pro žaludek neopomenutelná bursa omentalis. Ohraničuje prostor za žaludkem mezi žaludkem a jeho závěsy, nástěnným peritoneem, játry a bránicí [1]. Poskytuje lubrikační povrch, po kterém může ža-



Obr. 1. Závěsný aparát žaludku [3].

Fig. 1. Suspensory apparatus of the stomach [3].

luděk klouzat a poskytovat žaludku pohyblivost uvnitř břišní dutiny [3].

Viscerosomatické zřetězení

Vztah mezi vnitřním orgánem a pohybovým aparátem je dán reflexně, kontaktně a metabolicky. Nervově reflexní děje jsou u viscerosomatického vztahu určeny tím, že primární onemocnění je ve vnitřním orgánu a druhotné důsledky jsou v kůži, kosterních svalech a kloubech, tedy v somatické oblasti [8]. Tyto reflexní změny jsou dány jak na míšní segmentární úrovni, tak i reakcí ve vyšších etážích centrálního nervového systému (CNS). V míše se integrují sdružené informace nejen z kůže a podkoží, ale i fascií, šlach, svalů, kloubních receptorů a receptce z autonomního nervového systému [9]. Přes míšní úroveň je informace přenesena i do vyšších struktur CNS a zde potom vznikají změny v řízení ve smyslu změny pohybového chování a vzniku globálních protektivních vzorů, které ve fyzioterapii nazýváme viscerální vzorce. Viscerální vzorec obsahuje směs reflexních změn jako kloubní blokády páteře, žeber, mikrospazmy svalstva, globálnější multisegmentární hypertony, periostové bolestivé body, hyperalgické a hypersenzitivní kožní zóny (Headovy zóny) a změny v mobilitě měkkých tkání nebo lokální prosáknutí (edém). Tyto komplexní změny se vytváří v určité lokalizaci, která je typická pro každý orgán [10].

Vzhledem k zaměření této práce popíšeme viscerosomatické zřetězení a viscerální vzorec pro žaludek. Jako první v české odborné literatuře popsali reflexní změny u onemocnění žaludku Rychlíková s Lewitem [11]. Popsali palpační bolestivost musculus rectus abdominis převážně v epigastriu, processus xiphoideus, spasmus musculus psoas a iliacus, hyperalgické kožní zóny a spazmy plurisegmentárně od Th4 po Th10, s maximem Th5–Th7, bolestivost a blokády kostotransverzálních kloubů, bolestivé body na žebrech. Tyto změny popisovali v různé míře vlevo i vpravo.

Dále popisují i funkční potíže v cervikálním a bederním úseku (více u dospělých), v oblasti pánve převážně posun sakroiliakálního kloubu u mladistvých a u dospělých blokádu tohoto kloubu [12]. Lewit udává vzorec reflexních poruch v segmentech Th4–Th8 s maximem v segmentu Th5/6, blokády hlavových kloubů, zvýšené napětí v erektorech spinae v thorakálním úseku Th5–Th9 bilaterálně s maximem v segmentu Th6, taktéž hyperalgické zóny v této oblasti [13]. Barral et al. popisují bloky na levé straně dolní Cp, C7/Th1 a prvního žebra, blok Th6 a šestého kostovertebrálního skloubení vlevo, blokádu L1 a levého sakroiliakálního skloubení [5]. Hebgen přidává k Barralovu popisu navíc blokádu levého sedmého žebra, dysfunkci C4–C7, Th12–L3, Th11 s dysfunkcí kostotransverzálního skloubení 11. žebra vlevo a spasmus levého musculus psoas [14]. Tichý mimo klasickou dysfunkci v segmentech Th6–Th8 udává u orgánového vzorce žaludku příznaky dysfunkce v pletenci ramenním [8]. Nejobširněji popisuje viscerální vzorec pro žaludek Bitnar, kdy při potížích se žaludkem vznikají reflexní změny, jako je palpační bolestivost sternokostálního skloubení 5.–7. žebra vlevo, úponu musculus rectus abdominis v oblasti asi 2–5 cm od processus xiphoideus téměř vždy vlevo, trigger pointy v musculus infraspinatus v jeho dolní porci na levé lopatce, ve střední porci musculus iliocostalis (v thorakální oblasti), ve sternální části musculus pectoralis major vlevo, velmi torpidní a masivní trigger point ve střední části musculus rectus abdominis přibližně 2 cm kranálně od umbiliku a důležitý, ale hůře přístupný trigger point v přední části bránice. Nacházíme bolestivé periostální body na trnech střední Thp (zvláště Th5–Th7), sternokostálního skloubení 5.–7. žebra vlevo, Headovu hypersenzitivní-hyperalgickou kožní zónu na ventrální straně dolní hrudní apertury, vždy vlevo [10]. Patří sem také změna dechového vzoru ve smyslu hor-

ního zátěžového typu dechu [15]. Dochází ke změnám napětí orgánových závesů, jež jsou v kontaktu se skeletárním systémem, a ty mohou změnit postavení žeber a obratlů. Nejčastěji dochází k extenčním blokádám obratlů [16].

Manuální ošetření závěsného aparátu žaludku

Manuální ošetření závěsného aparátu žaludku jsme prováděli technikou vycházející z metody francouzského autora J. P. Barrala nazvanou viscerální manipulace. V této metodě se používá k terapii fasciální technika, kterou uvolňujeme vzniklé restriktce v závěsném aparátu vnitřního orgánu, čímž obnovujeme ztracenou elasticitu závěsného aparátu [17]. Jako u jiných technik i zde provádíme před samotným ošetřením nejdříve příslušné vyšetření.

Technika ošetření závěsného aparátu formou této fasciální techniky spočívá v tom, že dosáhneme bariéry v místě omezené elasticity (restriktce), v níž chvíli vyčkáme. Následně uvolníme tlak a opět se vracíme do bariéry. Při každém takovém pohybu se snažíme získat další prostor v bariéře. Pokračujeme uvedenou technikou až do odstranění restriktce s obnovením elasticity závěsného aparátu [17]. Kontraindikací ošetření závěsného aparátu žaludku jsou čerstvé jizvy v břišní krajině, teplota, pokud ošetření spouští silné vegetativní reakce (mimo jiné mohou zahrnovat pocení, silnou bolest s aktivní svalovou obranou, nevolnost až k bodu zvracení, závrať, tendenci ke kolapsu, tachykardii), palpovatelné lymfatické uzliny u mediálního konce levé klavikuly [14].

Terapii neprovádíme po najezení ani na lačný žaludek, ale nejlépe 2–3 hod po jídle.

Shodné pro vyšetření a ošetření pacienta je jeho poloha vleže na zádech s flektovanou levou dolní končetinou (opřena o lehátko ploskou nohy), aby došlo k uvolnění břišní stěny. Terapeut stojí nebo sedí na pravé straně pacienta. Shodné je také uvolnění epigastrického



Obr. 2. Ošetření omenta minus (zdroj: autor).

Fig. 2. Treatment of the lesser omentum (source: author).

prostoru pro snadnější přístup do břišní dutiny, kterým začínáme vyšetření. Provádí se tak, že terapeut svojí levou rukou (celou dlaní) uchopí laterální oblast dolní levé části hrudníku (dolních žebér) a přitáhne ho směrem mediálně a inferiorně.

a) Vyšetření/ošetření omentum minus

Thenar a palec pravé ruky dáme do kontaktu s malou křivaturou žaludku. Zároveň s tím uvolníme tlak levé ruky na levou dolní laterální část hrudníku. Uvá-

díme pravou rukou přiloženou na malou křivaturu žaludku směrem laterálním a testujeme elasticitu a případné restrikce v omentu minus. Při ošetření nalezených restrikcí v elasticitě omenta přiložíme levou ruku seshora přes pravou ruku a provádíme uvolnění ligamenta [17,18] (obr. 2).

b) Vyšetření/ošetření gastrofrenického ligamenta

Pravou rukou uchopíme žaludek tak, že thenarem a palcem máme kontakt

s malou křivaturou, hypotenarem s tělem žaludku a prsty ruky s velkou křivaturou žaludku. Povolíme fixaci hrudníku levou rukou a tuto ruku přiložíme přes pravou ruku. Takto uchopený žaludek přivádíme směrem inferiorně k levému kyčelnímu kloubu a vyšetřujeme elasticitu ligamenta. Pro terapii nalezené restrikce v ligamentu provádíme uvolnění omezené elasticity v jejím směru. Pro zvýšení tlaku také můžeme přidat protažení ve směru laterálním, mediálním nebo rotaci ve směru či proti směru hodinových ručiček [17,18] (obr. 3).

c) Vyšetření/ošetření omentum majus

Tak jako u předešlých vyšetření provedeme levou rukou uvolnění břišní stěny pomocí přitážení dolní části hrudníku. Prsty pravé ruky přiložíme na velkou křivaturu žaludku a uchopíme žaludek z laterální strany. Přivádíme žaludek mediálním směrem a testujeme elasticitu omenta a vyhledáváme případné restrikce. Pro ošetření omenta přiložíme levou ruku přes pravou a obnovujeme omezenou elasticitu ve směru její bariéry [17,18] (obr. 4).

Metodika

Do pilotní studie bylo zařazeno 60 probandů záměrným výběrem po vyšetření všech nově přichozících pacientů. Celkem bylo vyšetřeno 208 pacientů. Do záměrného výběru byli zařazeni probandi, u nichž bylo vyšetřením prokázáno současné vyskytnutí těchto tří parametrů:

- sešikmení pánve doprava;
- pozitivní příznak spine sign vlevo;
- omezení rozvíjení dolních žebér vlevo laterálně při nádechu.

Z výběru byli vyloučeni probandi s rozdílnou anatomickou délkou dolních končetin pro sešikmení pánve, které nemá funkční příčinu.

Po zařazení probandů do záměrného výběru byli rozděleni do tří skupin po 20, které jsme označili A, B, C. U probandů skupiny A bylo provedeno ma-



Obr. 3. Ošetření gastrofrenického ligamenta (zdroj: autor).

Fig. 3. Treatment of the gastrofrenic ligament (source: author).

nuální ošetření závěsného aparátu žaludku, u probandů kontrolní skupiny B byla provedena dle nálezu manuální terapie segmentů pohybového aparátu zřetěžených neurofyziologicky se žaludkem. Do kontrolní skupiny C byli zařazováni probandi, jejichž onemocnění (diagnózy) neměly žádný vztah k neurofyziologickým zřetěžením se žaludkem nebo probandi zcela bez jakékoli terapie. Šlo o probandy po úrazech, operacích atd. Probandi této skupiny zůstali bez terapie. Kontrolní vyšetření na pozitivitu vzorce funkčních zřetěžení bylo u skupiny A a B provedeno bezprostředně po provedené terapii a další po týdenní pauze. U kontrolní skupiny C jsme provedli kontrolní vyšetření po 2 týdnech. Dále u skupiny A a B jsme provedli hodnocení bolesti pomocí vizuální analogové škály (VAS). První bylo provedeno bezprostředně po provedené terapii a další s týdenním odstupem. Třetí vyšetření jsme provedli u skupiny A po provedené manuální terapii v segmentech pohybového aparátu zřetěžených se žaludkem. U skupiny B po manuálním ošetření závěsného aparátu žaludku.

Metoda

Wyšetření sešikmení pánve vzájemným postavením hřebenů kostí kyčelních, předních a zadních trnů kostí kyčelních

Provádí se u stojícího pacienta, kdy zezadu vyšetřujeme vzájemné postavení hřebenů kostí a zadních trnů kyčelních. Přední trny vyšetřujeme zepředu. Při vyšetření má být náš zrak ve výši sledovaných struktur. Při sešikmení pánve nacházíme všechny tři uvedené struktury na jedné straně výše oproti straně opačné. Rozeznáváme sešikmení doleva nebo doprava [19].

Wyšetření příznaku spine sign

Sakroiliakální blokáda (příznak spine sign) se vyšetřuje u pacienta vestoje, kdy palpujeme palcem jedné ruky trn L5 a palcem druhé ruky zadní horní spinu. Poté vyzveme pacienta, aby pokrčil dolní



Obr. 4. Ošetření omentum majus (zdroj: autor).

Fig. 4. Treatment of the greater omentum (source: author).

končetinu na vyšetřované straně v kolenu, ale nezvedal přitom patu. Při blokádě zůstává vzdálenost konstantní [13].

Manuální wyšetření rozvíjení dolních žebber (dechového stereotypu)

Provádíme hodnocení v bipedálním postoji probanda, kdy palpujeme rukama s mírně roztaženými prsty dolní hrudník (oblast dolních žebber) a sledujeme pohyb žebber [20]. Pro účel naší práce jsme zjišťovali, je-li pohyb žebber symetrický vlevo a vpravo. Pokud byl pohyb žebber (rozvíjení žebber) symetrický, považujeme test za negativní. Za pozitivní jsme považovali test, jestliže docházelo k menšímu pohybu hrudníku (žebber) vlevo oproti straně pravé.

Vizuální analogová škála bolesti

K wyšetření intenzity bolesti jsme použili hodnocení podle VAS. Používá se k subjektivnímu hodnocení intenzity bolesti v rozmezí 0–10. Hodnota 0 vyjadřuje stav bez bolesti, hodnota 10 nejvyšší prožitek bolesti. Probandům jsou tyto hodnoty vysvětleny a zároveň je i ukázána vizuálně provedená stupnice [21].

Výsledky

V práci jsme při hodnocení nerozlišovali, které z ligament nebo oment bylo ošetřeno. Považujeme pro naši práci fas-

ciální systém žaludku jako jeden celek. V praxi se většinou nesetkáváme s tím, že by byla postižena zvýšeným napětím pouze jedna část (ligamentum, omentum) závěsného aparátu žaludku. Naším prvním předpokladem bylo, že zvýšené napětí závěsného aparátu žaludku má za následek funkční zřetěžení poruch v pohybovém aparátu (vyjádřené popsáním vzorcem) a jeho eutonizace pomocí manuálního ošetření povede k vymizení tohoto zřetěžení. Šetření tohoto předpokladu jsme provedli u skupiny A a porovnávali jsme ho s kontrolními skupinami B a C. Vzhledem k záměrnému výběru měli všichni probandi u všech tří skupin při vstupním vyšetření přítomný znak positivity vzorce funkčních poruch. Testovali jsme přítomnost nebo nepřítomnost znaku positivity vzorce při kontrolních vyšetřeních. Pro testování hypotéz byla zvolena hladina významnosti $\alpha = 0,01$.

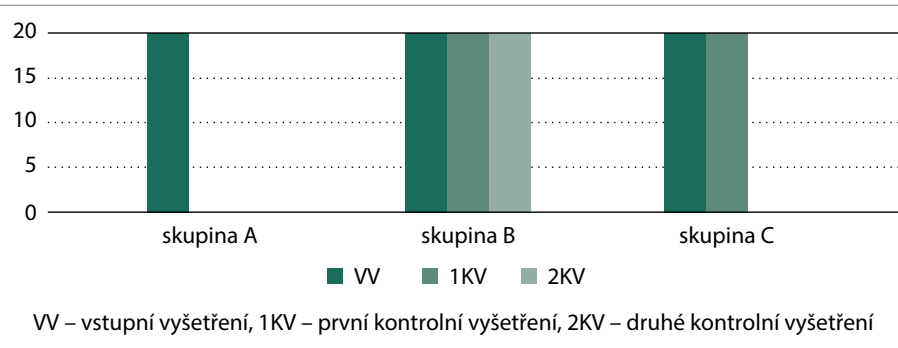
Po provedeném manuálním ošetření závěsného aparátu žaludku u skupiny A jsme při prvním kontrolním vyšetření u všech 20 (100 %) probandů konstatovali nepřítomnost znaku positivity vzorce (tab. 1). Provedený statistický výpočet pomocí McNemarova testu prokázal výsledek o dosažené hladině významnosti $p = 1,91E-6$. Můžeme konstatovat, že manuální ošetření závěsného aparátu žaludku má výraznou statistickou

Tab. 1. Znak pozitivitu vzorce funkčních poruch.

Tab. 1. Sign of positivity of the functional disorders pattern.

Skupina	Vzorec	Vzorec přítomen	Vzorec nepřítomen	p
Skupina A	VV	20	0	1,91E-6
	1KV	0	20	
	2KV	0	20	
Skupina B	VV	20	0	1,0
	1KV	20	0	
	2KV	20	0	
Skupina C	VV	20	0	1,0
	KV	20	0	

VV – vstupní vyšetření, 1KV – první kontrolní vyšetření, 2KV – druhé kontrolní vyšetření, p – hladina významnosti

**Graf 1. Znak pozitivitu vzorce funkčních poruch.**

Graph 1. Sign of positivity of the functional disorders pattern.

významnost na vymizení funkčních zřetězení v pohybovém aparátu vyjádřené v příslušném vzorci funkčních poruch. U druhého kontrolního vyšetření provedeného týden po vstupním vyšetření přetrvávala nepřítomnost pozitivitu vzorce funkčních poruch opět u všech 20 (100 %) probandů (tab. 1). Je evidentní, že časový odstup od provedené terapie

neměl vliv na změnu přítomnosti pozitivitu vzorce.

U kontrolní skupiny B, kde jsme aplikovali manuální terapii v segmentech pohybového aparátu neurofyziologicky zřetězených se žaludkem, jsme předpokládali, že dojde k významnému rozdílu v počtu probandů s negativním vzorcem funkčních poruch oproti

vstupnímu vyšetření. Po provedené terapii jsme při prvním kontrolním vyšetření u všech 20 (100 %) probandů našli přítomnost znaku pozitivitu vzorce (tab. 1). Nedošlo ke změně stavu pozitivitu vzorce ani u jednoho probanda. Protože nedošlo k dichotomickému rozdělení znaku proměnné, použili jsme pro statistický výpočet sign (znaménkový) test. Výpočet prokázal výsledek o dosažené hladině významnosti $p = 1,0$. Znamená, že manuální terapie segmentů pohybového aparátu neurofyziologicky zřetězených se žaludkem nemá statistickou významnost na změnu pozitivitu vzorce funkčních poruch. Při druhém kontrolním vyšetření provedeném týden po vstupním vyšetření se opakoval totožný výsledek statistické významnosti (tab. 1). Pozitivita vzorce funkčních poruch zůstává neměnná po provedené manuální terapii i s určitou latencí po provedení terapie.

U probandů skupiny C, kteří zůstali bez terapie zaměřené na závěsný aparát žaludku nebo segmenty pohybového aparátu neurofyziologicky zřetězených se žaludkem, jsme předpokládali, že dojde mezi vstupním a kontrolním vyšetřením k vymizení pozitivitu vzorce funkčních poruch u významného počtu probandů. Při kontrolním vyšetření provedeném za 14 dní bylo u všech 20 probandů (100%) zaznamenáno přetrvání pozitivitu vzorce funkčních poruch (tab. 1). Po provedeném statistickém výpočtu pomocí znaménkového testu byla prokázána dosažená hladina významnosti $p = 1,0$ (tab. 1). To znamená, že ponechání probandů bez terapie nemá statistickou významnost pro změnu pozitivitu vzorce funkčních poruch.

V závěru šetření jsme provedli srovnání výsledků u všech tří skupin probandů (graf 1). Důvodem bylo ujištění se, že výskyt funkčních zřetězení poruch v pohybovém aparátu při zvýšeném napětí závěsného aparátu žaludku není jevem náhodným. Statistický výpočet jsme provedli pomocí Cochranova Q testu, který ukázal výsledek dosažené

Tab. 2. Srovnání výsledků skupin.

Tab. 2. Comparison of groups results.

Skupina	Hodnota p	PVKV	Cochran Q
A	1,91E-6	0	$p = 2,06E-9$
B	1,0	20	
C	1,0	20	

PVKV – pozitivní vzorec při kontrolním vyšetření, p – hladina významnosti

hladiny významnosti $p = 2,06E-9$ (tab. 2). Jak tento výsledek, tak i samotné srovnání dosažené hladiny významnosti potvrzuje, že výskyt pozitivitu vzorce funkčních poruch je závislý na zvýšeném napětí závěsného aparátu žaludku.

Druhotně jsme ve studii zkoumali jeden z hlavních důvodů, proč klienti vyhledávají péči fyzioterapeutů. Je to změna senzitivní složky nocicepce, čímž je vnímání bolesti v pohybovém aparátu. Zkoumali jsme, bude-li mít změna pozitivitu vzorce při zvýšeném napětí závěsného aparátu žaludku po jeho manuálním ošetření odezvu na snížení intenzity bolesti. Základem bylo šetření u skupiny A, ale provedli jsme pro srovnání účinnosti mezi terapiemi i šetření u skupiny B. Statistické šetření jsme provedli pomocí jednovýběrového párového t-testu. Šetření jsme započali u skupiny A, kde při vstupním vyšetření byla u probandů průměrná intenzita bolesti 5,1, maximální 9, minimální 2 a medián 5. Bezprostředně po manuálním ošetření závěsného aparátu žaludku se intenzita bolesti snížila na průměrnou intenzitu 2,25, s maximem 6, minimem 0 a mediánem 1,5. Statisticky byl rozdíl v intenzitě bolesti na dosažené hladině významnosti $p = 3,15E-07$ (tab. 3). Lze tedy potvrdit, že manuální ošetření závěsného aparátu žaludku má významně signifikantní vliv na snížení intenzity bolesti. Při druhém vyšetření došlo k dalšímu snížení intenzity bolesti u probandů. Průměrná intenzita bolesti byla 1,85, maximální 6, minimální 0 a medián 0. Dosažená hladina statistické významnosti byla $p = 1,02E-05$. Prokazuje se, že ke změně senzitivní složky nocicepce dochází s určitou latencí po provedené terapii. Provedli jsme i šetření, dojde-li u skupiny A po manuální terapii v segmentech pohybového aparátu zřetězených se žaludkem ještě k dalšímu signifikantnímu snížení intenzity bolesti. I zde došlo ke snížení bolesti na průměr 0,55, maximální byla 4, minimální 0, medián 0. Statistický rozdíl mezi druhým a třetím vyšetřením byl vysoce významný s dosa-

Tab. 3. Vyšetření intenzity bolesti.

Tab. 3. Examination of pain intensity.

		Průměr	Minimum	Maximum	p	
Skupina A	VV	5,1	2	9	3,15E-7	
	1KV	2,25	0	6		
	2KV	1,85	0	6		1,02E-5
	3KV	0,55	0	4		0,003
Skupina B	VV	4,75	2	9	0,00026	
	1KV	3,45	1	9		
	2KV	3,75	0	8		0,0008
	3KV	2,15	0	8		8,52E-10

VV – vstupní vyšetření, 1KV – první kontrolní vyšetření, 2KV – druhé kontrolní vyšetření, 3KV – třetí kontrolní vyšetření, p – hladina významnosti

ženou hladinou významnosti $p = 0,003$ (tab. 3).

V dalším kroku jsme provedli statistické šetření u skupiny B. U probandů této skupiny byla při vstupním vyšetření průměrná intenzita bolesti 4,75, maximální 9, minimální 2 a medián 5. Při prvním kontrolním vyšetření provedeném bezprostředně po manuální terapii byla průměrná intenzita bolesti 3,45, maximální 9, minimální 1 a medián 3. Rozdíl v intenzitě bolesti byl statisticky vysoce významný s dosaženou hladinou významnosti $p = 0,00026$ (tab. 3). Po týdnu jsme provedli druhé kontrolní vyšetření. U průměrné intenzity bolesti došlo k mírnému navýšení průměrné intenzity na 3,75, maximální intenzita byla 8, minimální 0 a medián 3,5. I u dosažené hladiny významnosti došlo k jejímu navýšení na $p = 0,0008$. Výsledek naznačuje, že na rozdíl od manuálního ošetření závěsného aparátu žaludku dochází s latencí od ošetření k určitému nárůstu intenzity bolesti. Také u skupiny B jsme provedli statistický výpočet rozdílu vlivu na intenzitu bolesti mezi způsoby ošetření probandů. Při třetím kontrolním vyšetření provedeném u této skupiny po manuálním ošetření závěsného aparátu žaludku došlo ke snížení průměrné intenzity bolesti na 2,15 s maximem 8, minimem 0 a mediánem 2. Mezi manuální terapií v segmentech pohybového

aparátu zřetězených se žaludkem a manuálním ošetřením závěsného aparátu žaludku byla dosažená hladina významnosti $p = 8,52E-10$ (tab. 3).

Z výsledků obou skupin vyznívá, že manuální ošetření závěsného aparátu žaludku výrazně ovlivňuje intenzitu senzitivní složky nocicepce a má signifikantnější vliv na snížení její intenzity než manuální terapie provedená v segmentech pohybového aparátu neurofyziologicky zřetězených se žaludkem. Z hlediska klinické praxe se při zvolení nejúčinnější terapie jeví jako výhodnější nejdříve provést manuální ošetření závěsného aparátu žaludku a následně na to manuální terapii v segmentech pohybového aparátu zřetězených se žaludkem.

Diskuze

V naší práci jsme se snažili primárně přiblížit vliv vnitřních orgánů na potíže v pohybovém aparátu. Konkrétně vliv žaludku, tedy jeho fasciálního systému, na funkční zřetězení a jeho vliv na bolest v pohybovém aparátu. Stále je pro nás překvapující, na podkladě zpracovaných údajů, výskyt funkčních zřetězení v pohybovém aparátu mající příčinu v nociceptivní aferentaci od viscerálního orgánu. Poprvé nás tento výskyt překvapil v naší studii o vlivu zvýšeného napětí ligamenta pubovesicale na funkční zřetězení a mikční potíže [22,23]. Výskyt

pozitivity vzorce v této studii byl u 49 % probandů z celkového počtu 122 vyšetřených pacientů, tedy u každého druhého pacienta. V momentální studii byl výskyt positivity vzorce funkčních zřetězení u zvýšeného napětí závěsného aparátu žaludku u 28,8 % probandů z celkového počtu 208 vyšetřených pacientů, což zjednodušeně říká, že jde přibližně o každého třetího pacienta přicházejícího k fyzioterapii. Takže vliv viscerálních orgánů na potíže pohybového aparátu je větší, než si asi stále v medicíně připouštíme.

V první fázi práce jsme se soustředili na objektivizaci platnosti námi sledovaného vzorce. Popis tohoto vzorce, jak ho uvádíme, jsme při rešerších v medicínských databázích, odborných časopisech, publikacích nebo monografiích nezaznamenali. Pouze lze v literatuře nalézt částečný popis jednotlivých částí z našeho vzorce od několika autorů v rámci viscerálního vzorce pro žaludek, ale ne konkrétně pro jeho fasciální systém. Rychlíková s Lewitem a Barralem uvádí sakroiliakální blokádu vlevo v rámci viscerovertebrálních vztahů [5,12] a Bitnar změnu dechového stereotypu ve smyslu horního zátěžového typu dýchání [15]. Tím předpokládáme, že jsme tento vzorec funkčních poruch v pohybovém aparátu při zvýšeném napětí závěsného aparátu žaludku popsali jako první. V práci se potvrdil na základě výsledků náš předpoklad, že zvýšené napětí závěsného aparátu žaludku způsobuje menší rozvíjení dolních žebber vlevo při nádechu, přítomnost příznaku spine sign na levé straně a sešikmení pánve doprava.

Chceme-li provádět co nejefektivnější terapii, musíme v rámci funkčních poruch zasáhnout klíčové místo, které bývá primárním zdrojem potíží. Pokud tedy dochází při zvýšeném napětí závěsného aparátu žaludku ke změně postavení segmentů těla jako reakce v rámci funkčních zřetězení, může být toto zvýšené napětí významným zdrojem nocicepce? To se nám podařilo prokázat ve

studii, kde již bezprostředně po manuálním ošetření závěsného aparátu žaludku došlo u probandů k výrazně signifikantnímu snížení bolestí. Na základě uvedených dat ve studii je zřejmé, že jako nejúčinnější postup terapie se jeví u pacientů s pozitivním vzorcem funkčních zřetězení použit jako první formu terapie manuální ošetření závěsného aparátu žaludku a až následně manuální terapii segmentů pohybového aparátu zřetězených neurofyziologicky se žaludkem. Pokud provedeme pouze ošetření manuální terapií, lze předpokládat vzhledem k přetrvávajícímu zvýšenému napětí v závěsném aparátu, že i přes signifikantní snížení intenzity bolesti bude tato pozitivita vzorce dále působit jako latentní zdroj nocicepce v pohybovém aparátu. Také Barral uvádí, že je potřeba po uvolnění závěsného aparátu vnitřního orgánu provést manuální terapii v segmentech, kde přetrvává dysfunkce [5]. Potvrzení signifikantní inhibice na nocicepce po manuálním ošetření závěsného aparátu vnitřního orgánu bylo prokázáno i v jiných studiích. De Oliveira Silva et al. prokázali signifikanci $p < 0,001$ snížení bolesti u nespecifické bolesti krční páteře po ošetření žaludku a jater [24] bezprostředně po terapii a s odstupem 7 dní, Tozzi et al. [25] po uvolnění mobility ledviny snížení bolesti v bederní oblasti ($p < 0,0001$), McSweeney et al. [26] snížení prahové bolesti ($p < 0,001$) paraspinálně v oblasti L1 bezprostředně po manipulaci colon sigmoideum, Fernandes et al. [27] snížení bolesti v bederní oblasti ($p < 0,05$) po manipulaci tenkého a tlustého střeva u probandů s chronickou zácpou. Nám se podařilo prokázat snížení intenzity bolestí v pohybovém aparátu ($p = 5,3E-05$) v naší studii [22] u ovlivnění zvýšeného napětí ligamenta pubovesicale jako závěsného aparátu močového měchýře.

Zvýšené napětí závěsného aparátu žaludku způsobuje funkční zřetězení poruch, které jsou součástí námi zkoumaného vzorce. Dochází ke spazmu musculus quadratus lumborum, který

mění postavení pánve ve smyslu jejího sešikmení doprava [19]. Spasmus kostální části bránice, jenž má syntopii se žaludkem, omezuje inspirační pohyb dolních žebber vlevo. Spasmus musculus quadratus lumborum spolu se spazmem musculus psoas vytváří blokádu levého sakroiliakálního skloubení [13,19]. V oblasti dolní hrudní apertury se sbíhají tahy svalů stabilizačního systému (bránice, interkostální svaly, vlákna musculus transversus abdominis, serratus anterior, serratus inferior, transversus thoracis), které se podílejí na uzavřeném kinematickém řetězci trupu [28]. Jak uvádí Kolář [20], při správné aktivaci bránice poklesem centrum tendineum a oploštění bránice (břišní svaly drží žebra pro vznik punctum fixum) se intraabdominální tlak rovnoměrně zvyšuje ve všech směrech. Dochází k excentrické kontrakci břišních svalů, paraspinálních svalů, musculus quadratus lumborum, serratus posterior inferior, adduktorů lopatek a pánevního dna. Rozšiřují se mezižební prostory, žebra se pohybují laterálně a v kostovertebrálních skloubeních. Pokud tedy nacházíme v rámci našeho zkoumaného vzorce v dysfunkci svaly, které jsou součástí této rozsáhlé synergie, dochází k „rozpojení“ této koaktivační aktivity svalů v oblasti dolní hrudní apertury. Musculus serratus posterior inferior ve spolupráci s paralelně probíhajícími vlákny pars costovertebralis musculus quadratus lumborum nestáhnou dolní žebra kaudálně [29], a neumožní tak dolním žebřům plnit funkci punctum fixum pro dolní fixátory lopatky. To se odrazí ve změněném postavení lopatky, kdy není schopná udržet svoji kaudální pozici získanou během ontogeneze a fylogeneze a dochází k inhibici funkce dolních fixátorů, zevních rotátorů, abduktorů lopatky a facilitaci horních fixátorů lopatky a adduktorů lopatky, což dle Koláře [30] znamená, že lopatka není zajištěna v depresi a v rotačním postavení při fixaci kaudálního okraje lopatky. Tato změna postavení lopatky je právě

patrná při pozitivě námi sledovaného vzorce s výskytem trigger pointů v antagonistech této porušené koaktivace. Na zvýšení aktivity musculus trapezius pars descendens před manuálním ošetřením závěsného aparátu žaludku pomocí elektromyografického vyšetření ve své práci upozornili De Oliveira Silva et al. [24]. Porušené posturální aktivitě bránice a popsané koaktivací aktivitě odpovídají i nálezy spazmů a trigger pointů, jak je popisují různí autoři v rámci viscerosomatických vztahů – viscerálního vzorce pro žaludek. Je to výrazný trigger point v samotné bránici [5] – spasmus horní části musculus rectus abdominis [11,15] – střední část musculus iliocostalis [15] – musculus iliacus a psoas [11,14], spasmus sternální části musculus pectoralis major [15] s odpovídajícími spazmy v adduktorech lopatky a spasmus od Th4 po Th10 [13] vše s výskytem vlevo. Takto změněnému postavení lopatky a poruše stabilizační koaktivace (synergie) v oblasti dolní hrudní apertury odpovídají i nálezy potíží v pohybovém aparátu jak u probandů této studie (tab. 4 a 5), tak i v naší praxi. Proto také vzhledem k decentraci ramenního kloubu korelují nálezy funkčních potíží v oblasti levého ramene, v oblasti horních fixátorů lopatky a Cp vlevo, kde se také projevuje v segmentu C4 facilitace nocicepce od bránice přes její segmentární inervaci s popisem těchto lokalizací, jak je uvádějí Barral et al., Tichý a Rychlíková et al. [5,8,11]. Dále jsme nacházeli algický syndrom v oblasti střední a dolní Thp, dolních žeber a bederní oblasti, vše s převažující dominancí vlevo. V hrudní a žeberní oblasti jsou funkční poruchy reakcí na sympatickou inervaci žaludku a senzitivní inervace bránice. Tyto nálezy také korelovaly s nálezy ostatních autorů, kde Barral et al., Lewit, Bitnar a Kolář popisují potíže v hrudní oblasti [5,13,15,30]. S výskytem potíží v bederní oblasti, kde se projevují funkční potíže v rámci viscerosomatického zřetězení od žaludku a insuficience posturální funkce bránice, jsme

ve shodě s Barralem et al., Rychlíkovou, Hebgenem, Kolářem a Suchomelem [5,12,14,30,31]. Propojuje se zde biomechanická a neurofyziologická složka poruchy pohybu způsobená společnou participací změněné elasticity závěsného aparátu žaludku a funkce bránice, které v řízení nastavení postury a pohybu nelze zcela od sebe odloučit. Ošetření závěsného aparátu žaludku při nálezu námi popisovaného pozitivního vzorce funkčních poruch není výhodné jen u příslušných funkčních potíží pohybové aparátu, ale i pouřazových a pooperačních stavů v oblasti ramenního pletence. Zde v rámci ochranných posturálních vzorů také dochází k poruše kaudálního postavení lopatky a její stabilizace s decentrací ramenního kloubu. Souhlasíme s Bastlovou et al. [32], že u těchto stavů je vždy potřeba začít úspěšnou a efektivní fyzioterapii obnovou funkční synergie paraskapulárních svalů.

Pro co nejvyváženější hodnocení vlivu manuálního ošetření závěsného aparátu žaludku na funkční zřetězení musíme brát v úvahu i to, že při popisované a praktikované metodě jeho ošetření nepůsobíme manuálně pouze na ligamenta a omenta žaludku, ale i na povrchněji uložené struktury. V epigastrickém prostoru to jsou břišní svaly (musculus rectus abdominis, obliquus abdominis externus a internus), jejich fascie a břišní fascie, které jsou zapojeny do svalových řetězců, jako jsou například šikmé břišní řetězce podle Vojty et al. [29]. Ovlivňujeme jejich svalový spasmus a restrikce ve fasciích, které zde mohou být přítomné kvůli vlivu viscerosomatického reflexu ze segmentů Th5–6 [33] a dysfunkci funkce bránice. My zase manuálním působením recipročně ovlivňujeme pomocí somatoviscerálního, dermatoviscerálního a somatosomatického reflexu oblasti inervované těmito segmenty. Vidíme, že lze někdy těžce od sebe odlišit recipročně provázané viscerosomatické a somatoviscerální působení.

Tab. 4. Četnost diagnóz u skupiny A.
Tab. 4. Frequency of diagnoses in group A.

	Absolutní	Relativní (%)
bolesti v oblasti Lp	8	40
bolesti v oblasti Cp	5	20
bolesti v oblasti Thp	6	30
bolesti v oblasti ramene	1	10

Tab. 5. Četnost diagnóz u skupiny B.
Tab. 5. Frequency of diagnoses in group B.

	Absolutní	Relativní (%)
bolesti v oblasti Lp	8	40
bolesti v oblasti Cp	9	45
bolesti v oblasti Thp	3	15

Závěr

Práce formou pilotní studie prokázala, že zvýšené napětí závěsného aparátu žaludku způsobuje zřetězení funkčních poruch, které jsme schopni definovat v typickém vzorci. Současně toto zvýšené napětí zvyšuje nocicepci v pohybovém aparátu. Použití tohoto vzorce nám může při diagnostice potíží v pohybovém aparátu zjednodušit a zpřesnit vyhledávání primární příčiny potíží, a tím výrazně vylepšit terapeutický účinek námi použité terapie. Také se dá říci, že tento vzorec zpřesňuje viscerální vzorec pro žaludek.

Literatura

1. Čihák R. Anatomie 2. 3. vyd. Praha: Grada Publishing 2013.

2. Stecco C, Sfriso MM, Porzionato A et al. Microscopic anatomy of the visceral fasciae. *J Anat* 2017; 231(1): 121–128. doi: 10.1111/joa.12617.
3. Paoletti S. Fascie: anatomie, dysfunkce, léčení. Olomouc: Poznání 2009.
4. Platzer W. Atlas topografické anatomie. Praha: Grada Publishing 1996.
5. Barral JP, Mercier P. Viscerální terapie. Kroměříž: Zapletal Stanislav 2006.
6. Hudák R, Kachlák D et al. Memorix anatomie. 1. vyd. Praha: Triton 2013.
7. Helmsmoortel J et al. Visceral osteopathy: the peritoneal organs. Seattle: Eastland Press 2010.
8. Tichý M. Dysfunkce kloubu VII. Řetězení a viscerovertebrální vztahy. Praha: Miroslav Tichý 2009.
9. Jandová D. Balneologie. Praha: Grada Publishing 2009.
10. Bitnar P. Viscerální rehabilitace. In: Rokyta R, Hoschl C (eds). Bolest a regenerace v medicíně. Praha: Axonite 2015: 226–233.
11. Rychlíková E, Lewit K. Functional disorders of the spine and reflex changes in peptic ulcer of adolescents. *Vnitr Lek* 1976; 22(4): 326–335.
12. Rychlíková E. Manuální medicína. 3. vyd. Praha: Maxdorf 2004.
13. Lewit K. Manipulační léčba v myoskeletární medicíně. 5. přeprac. vyd. Praha: Sdělovací technika 2003.
14. Heibgen EU. Visceral manipulation in Osteopathy. 3rd ed. New York: Thieme 2011.
15. Bitnar P. Viscerosomatické a somatoviscerální vztahy. In: Kolář P (ed). Rehabilitace v klinické praxi. Praha: Galén 2012.
16. Bitnar P. Bolesti břicha u dětí. *Umění fyzioterapie* 2019; 4(8): 15–25.
17. De Koning AJ. Visceral manipulation: The abdomen 1. Praha, The Barral Institute, kurz 27.–30. 8. 2009.
18. De Koning AJ. Visceral manipulation: The abdomen 2. Praha, The Barral Institute, kurz 16.–19. 4. 2010.
19. Tichý M. Dysfunkce kloubu II. Pánev. Praha: Miroslav Tichý 2006.
20. Kolář P. Rehabilitace v klinické praxi. Praha: Galén 2012.
21. Shahid A, Wilkinson K, Marcu S et al. STOP, THAT and one hundred other sleep scales. *Springer* 2012: 399–400.
22. Štolc L, Havlová J. Vliv zvýšeného napětí ligamenta pubovesicalia na funkční zřetězení. *Fyzioterapie – vzdelanie a prax. Sborník příspěvků 2. mezinárodní vědecké konference, Bratislava: SZU* 2017: 207.
23. Štolc L. Možnost ovlivnění zvýšené frekvence mikce manuálním ošetřením ligamenta pubovesicalia. *Rehabil Fyz Léč* 2018; 25(3): 91–98.
24. de Oliveira Silva AC, Biasotto-Gonzales DA, Oliveira FH et al. Effect of osteopathic visceral manipulation on pain, cervical range of motion, and upper trapezius muscle activity in patients with chronic nonspecific neck pain and functional dyspepsia: a randomized, double-blind, placebo-controlled pilot study. *Evid Based Complement Alternat Med* 2018; 2018: 4929271. doi: 10.1155/2018/4929271.
25. Tozzi P, Bongiorno D, Vitturini C et al. Low back pain and kidney mobility: local osteopathic fascial manipulation decreases pain perception and improves renal mobility. *J Bodyw Mov Ther* 2012; 16(3): 381–391. doi: 10.1016/j.jbmt.2012.02.001.
26. McSweeney TP, Thomson OP, Johnston R. The immediate effects of sigmoid colon manipulation on pressure pain thresholds in the lumbar spine. *J Bodyw Mov Ther* 2012; 16(4): 416–423. doi: 10.1016/j.jbmt.2012.02.004.
27. Fernandes WVB, Blanco CR, Politti F et al. The effect of a six-week osteopathic visceral manipulation in patients with non-specific chronic low back pain and functional constipation: study protocol for a randomized controlled study. *Trials* 2018; 19(151): 151. doi: 10.1186/s13063-018-2532-8.
28. Dvořák R, Holibka V. Strukturální a funkční spojení bránice a svalů břišní stěny. *Rehabilitační* 2006; 43(2): 75–78.
29. Vojta V, Annegret P. Vojtův princip. Překlad 3. zcela přeprac. vyd. Praha: Grada Publishing 2010.
30. Kolář P. Systematizace svalových dysbalancí z pohledu vývojové kineziologie. *Rehabil Fyz Léč* 2001; 8(4): 152–164.
31. Suchomel T. Stabilita v pohybovém systému a hluboký stabilizační systém – podstata a klinická východiska. *Rehabil Fyz Léč* 2006; 13(3): 112–124.
32. Bastlová P, Krobot A, Mikova M et al. Strategie rehabilitace po frakturách proximálního humeru. *Rehabil Fyz Léč* 2004; 11(1): 3–18.
33. Schmidt RF, Willis WD. *Encyklopedia of pain*. Berlin: Springer 2007.

Doručeno/Submitted: 1. 3. 2022

Přijato/Accepted: 14. 6. 2022

Korespondeční autor:

PhDr. Lubomír Štolc

Rehabilitace ŠL Libina

Libina 534

788 05 Libina

e-mail: stolc-fyziio@seznam.cz

Konflikt zájmů: Autor deklaruje, že text článku odpovídá etickým standardům, byla dodržena anonymita pacientů a prohlašuje, že v souvislosti s předmětem článku nemá finanční, poradenské ani jiné komerční zájmy.

Publikační etika: Příspěvek nebyl dosud publikován ani není v současnosti zaslán do jiného časopisu pro posouzení. Autor souhlasí s uveřejněním svého jména a e-mailového kontaktu v publikovaném textu.

Dedikace: Článek není podpořen grantem ani nevznikl za podpory žádné společnosti.

Redakční rada potvrzuje, že rukopis práce splnil ICMJE kritéria pro publikace zasílané do biomedicínských časopisů.

Conflict of Interest: The author declares that the article/manuscript complies with ethical standards, patient anonymity has been respected, and he states that he has no financial, advisory or other commercial interests in relation to the subject matter.

Publication Ethics: This article/manuscript has not been published or is currently being submitted for another review. The author agrees to publish their names and e-mails in the published article/manuscript.

Dedication: The article/manuscript is not supported by a grant nor has it been created with the support of any company.

The Editorial Board declares that the manuscript met the ICMJE "uniform requirements" for biomedical papers.

Vliv biofeedbacku na aktivaci svalů pánevního dna

The effect of biofeedback on pelvic floor muscle activation

I. Palašáková Špringrová^{1,2}, M. Mrázová¹, D. Dupalová³, L. Bizovská⁴, R. Firýtová⁵

¹ REHASPRING centrum, s. r. o., ambulantní zdravotnické zařízení fyzioterapie, centrum postgraduálního vzdělávání, akreditované pracoviště MZ ČR, Praha-Čelákovice

² Katedra rehabilitačních oborů, Fakulta zdravotnických studií, Západočeská univerzita v Plzni

³ Katedra fyzioterapie, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci

⁴ Katedra přírodních věd v kinantropologii, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci

⁵ Katedra konstruování strojů, Fakulta strojní, Západočeská univerzita v Plzni

Souhrn: Cílem studie bylo zjistit, jak využití biofeedbacku v rámci transabdominálního ultrazvuku ovlivňuje aktivaci svalů pánevního dna. Studie se zúčastnilo 25 zdravých žen, z toho 17 nullipar a 8 rodiček, ve věku $26,7 \pm 4,9$ let. Měření bylo realizováno pomocí transabdominálního ultrazvuku Mindray M5 Ultrasound system ver. 1.0. Hodnocena byla distance liftu báze močového měchýře vypovídající o aktivaci svalů pánevního dna. Měření probíhalo v poloze vleže na zádech a ve stoji. K aktivaci svalů pánevního dna byly použity povely v rámci analytické metody, metody Akrální koaktivační terapie a hypopresivní techniky. Výsledné hodnoty sledovaných parametrů liftu báze močového měchýře neprokázaly při využití biofeedbacku statisticky významné rozdíly u jednotlivých metod. Ke statisticky významnému výsledku pro terapeutické využití biofeedbacku k nácvičku aktivace svalů pánevního dna se nejvíce přiblížila analytická metoda vleže na zádech.

Klíčová slova: biofeedback – svaly pánevního dna – transabdominální ultrazvuk – fyzioterapeutické metody

Summary: The aim of the study was to evaluate how the use of biofeedback in the form of transabdominal ultrasound affects the pelvic floor muscle activation. The research group consisted of 25 healthy women, 17 nulliparous and 8 parous, aged 26.7 ± 4.9 . The pelvic floor muscles activation rate was measured by transabdominal ultrasound Mindray M5 Ultrasound system ver. 1.0. The bladder base lift was evaluated, which indicates pelvic floor muscle activation. The measurement took place in a supine and standing position. In each position, the woman tried to activate the pelvic floor muscles using the analytical method, the Acral coactivation therapy, and the hypopressive technique. The resulting values of the lift of the bladder base did not show statistically significant differences in favour of the use of biofeedback with any method. However, the close to being statistically significant effect for the therapeutic use of biofeedback was shown in the supine position when using the analytical method.

Key words: biofeedback – pelvic floor – transabdominal ultrasound – physiotherapeutic methods

Úvod

Svaly pánevního dna, jejich klidový tonus a kvalita kontrakce jsou součástí mechanismu, který udržuje kontinenci a brání sestupu pánevních orgánů [1–3]. Metodou první linie v terapii močové a fekální inkontinence či mírného prolapsu pánevních orgánů je nácviček svalových kontrakcí pánevního dna [4,5]. Pro zachování optimální funkce svalů pánevního dna je nutné dosáhnout dostatečné výšky (liftu) jejich aktivace. Bylo zjištěno, že ženy, které se naučí tyto svaly

aktivovat, vykazují zlepšení symptomů spojených s dysfunkcemi svalů pánevního dna, mezi něž řadíme např. inkontinenci moči, pokles pánevních orgánů, pánevní bolesti či anorektální a sexuální dysfunkce [6–9]. Docílit správné a dostatečné aktivace těchto svalů však může být vzhledem k jejich anatomickému uložení obtížné. Až 35 % žen, které dosud nevykazují dysfunkci svalů pánevního dna, má potíže s aktivací těchto svalů [10]. Z toho důvodu se pro nácviček aktivace nabízí poskytnout biofeed-

back ve formě transabdominálního ultrazvuku, který však není v ČR doposud příliš dostupný. Přitom lze tuto formu biofeedbacku nabídnout i pacientkám, u nichž jiné formy biofeedbacku vzhledem ke své invazivní povaze nemohou být aplikovány. Samotné ženy preferují biofeedback ve formě transperineálního ultrazvuku, který je dokonce upřednostňován před palpací *per vaginam* a vaginálními sondami [11]. Ženy také kladně hodnotí možnost seznámit se s anomií svalů pánevního dna na obrazovce

ultrazvuku, a pochopit tak funkci těchto svalů.

Při vyšetření míry aktivace svalů pánevního dna pomocí transabdominálního ultrazvuku je hodnocena elevace báze močového měchýře [12]. Jelikož jsou svaly pánevního dna zodpovědné za podporu krčku močového měchýře a omezení kaudálního pohybu uretry, kontrakce m. levator ani podněcuje elevaci těchto svalů, posun krčku močového měchýře anteriorně a uzavření uretry. Tato elevace byla poprvé popsána Dr. Arnoldem Kegelem [13] a později potvrzena i pomocí ultrazvuku [14] a dynamické magnetické rezonance [15]. Hodnoty distance liftu naměřené pomocí ultrazvuku korelují s hodnotami svalové síly pánevního dna, a to při hodnocení svalové síly dle perineometru či vyšetření *per vaginam* [16]. Další autoři [17] dokonce uvádějí, že vyšetření pomocí transabdominálního ultrazvuku je pro posouzení schopnosti elevace svalů pánevního dna spolehlivější než vyšetření *per vaginam*. Transabdominální ultrazvukové vyšetření je validní a spolehlivou metodou pro hodnocení aktivity svalů pánevního dna [18,19]. Thompson et al. [20] potvrzují, že při správné aktivaci pánevního dna dochází k jejich elevaci, nikoli k jejich poklesu. Pacientky, u kterých je při pokusu o aktivaci patrný pokles těchto svalů, zřejmě využívají strategii zvýšení intraabdominálního tlaku. Dle Thompsona et al. [21] však dlouhodobý pokles svalů pánevního dna může představovat rizikový faktor pro vznik močové stresové inkontinence či prolapsu pánevních orgánů. V případě správně provedené a dostatečné aktivace pánevního dna dochází k elevaci pánevních orgánů a posléze ke zvětšení objemu svaloviny. Dále vlivem cvičení dochází ke zužování hiatus urogenitalis a posílení funkce strukturální podpory [22]. Aktivace svalů pánevního dna lze docílit buď přímou kontrakcí pomocí analytické metody, nebo nepřímou aktivací v rámci koaktivační a aktivace m. transversus abdominis [23–25].

Tab. 1. Charakteristika výzkumného souboru.

Tab. 1. Characteristics of the research group.

Proměnná	Průměr hodnot \pm SD
věk (roky)	26,8 \pm 4,9
tělesná hmotnost (kg)	68,1 \pm 12,8
výška (cm)	170,0 \pm 6,2
BMI (kg/m ²)	23,4 \pm 3,7

BMI – body mass index, SD – směrodatná odchylka

Cíl

Cílem studie bylo zjistit, jaký vliv má biofeedback s využitím transabdominálního ultrazvuku na distanci výšky (liftu) báze močového měchýře, a to při nácviku aktivace pomocí analytické metody, Akrální koaktivační terapie a hypopresivní techniky.

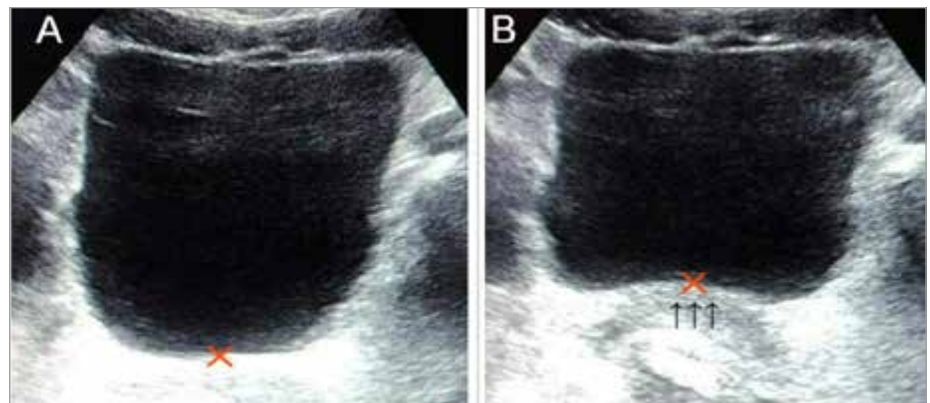
Metodika

Výzkumný soubor tvořilo 25 zdravých žen ve věkovém rozmezí 18–39 let. Základní charakteristika výzkumného souboru je uvedena v tab. 1.

Z celkového počtu 25 žen se studie zúčastnilo 17 nullipar a 8 rodiček. Dle exkluzivních kritérií nebylo možné do studie zařadit ženy s vysokým krevním tlakem, akutními záněty močové a pohlavní soustavy, gynekologickými operacemi či závažným gynekologickým,

urologickým a neurologickým onemocněním. Také nebyly zařazeny ženy, které měly předchozí zkušenost s aktivací svalů pánevního dna dle uvedených metod. Měření dat bylo realizováno na pracovišti Rehaspring centrum s. r. o. v Čelákovících. Míra aktivace svalů pánevního dna byla měřena pomocí transabdominálního ultrazvuku (Mindray M5 Ultrasound system ver. 1.0, Mindray Bio-Medical Electronics Co., Ltd., Shenzhen, China) s použitím konvexní sondy o frekvenci 3,5 MHz. Ultrazvuková sonda byla přiložena do oblasti střední čáry, a to ve vzdálenosti 12,7 \pm 1,2 cm od dolního okraje umbiliku. Sklon ultrazvukové sondy činil přibližně 45° (úhel sklonu sondy se vzhledem k anatomickým poměrům mohl mírně lišit).

Vizuální zpětná vazba byla poskytnuta prostřednictvím zobrazení báze močo-



Obr. 1. Lift báze močového měchýře (2D ultrazvuk).

1A – výchozí klidová poloha svalů pánevního dna označena křížkem

1B – lift báze močového měchýře vyznačený šipkami

Fig. 1. Lift of the bladder base (2D ultrasound).

1A – initial resting position of the pelvic floor muscles marked with a cross

1B – bladder base lift indicated by arrows

vého měchýře na obrazovce ultrazvuku. Výchozí klidová poloha byla označena křížkem (obr. 1A). Při provedení správné kontrakce svalů pánevního dna bylo druhým křížkem označeno místo nejvyšší možné kontrakce svalů pánevního dna, tedy liftu báze močového měchýře. V případě správné aktivace svalů pánevního dna žena pozorovala lift báze močového měchýře (obr. 1B), v opačném případě, tedy při provedení nesprávné aktivace, došlo k poklesu báze, k tzv. depresi báze močového měchýře.

Vliv biofeedbacku byl hodnocen ve dvou polohách – vleže na zádech a ve stoji. V každé poloze se pak žena v rámci prvotního nácviku aktivace pokusila aktivovat svaly pánevního dna pomocí analytické metody, metody Akrální koaktivační terapie a hypopresivní techniky (schéma 1).

Nejprve se žena pokusila aktivovat pánevní dno pouze na základě slovního povelu, tedy bez biofeedbacku. Při dalším opakování dané série cviků probíhal nácvik již s pomocí biofeedbacku, kdy žena sledovala lift či pokles báze močového měchýře.

Použité metody

Metoda analytického cvičení

O možnostech léčby inkontinence pomocí analytické metody cvičení se poprvé zmínil Dr. Arnold Kegel v roce 1948. Cvičení se skládá ze souboru jednoduchých cviků vedoucích k posílení svaloviny pánevního dna [26]. Podstatou cvičení je vtahování svalů pánevního dna, ovšem bez cílené aktivace gluteálních a břišních svalů [15].

Akrální koaktivační terapie

Princip Akrální koaktivační terapie, jejíž autorkou je PhDr. Ingrid Palaščíková Špringrová, Ph.D., se opírá o funkční nastavení aker, jejichž zatížení vede k aktivaci diagonálních svalových řetězců. Současná izometrická kontrakce je rozšířena až do oblasti trupového svalstva, čímž následně dochází k napřímení páteře. Pohybové vzory vychází z poloh

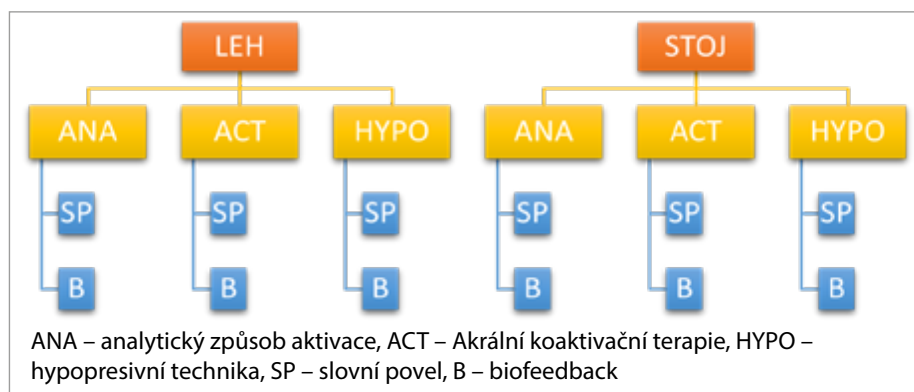


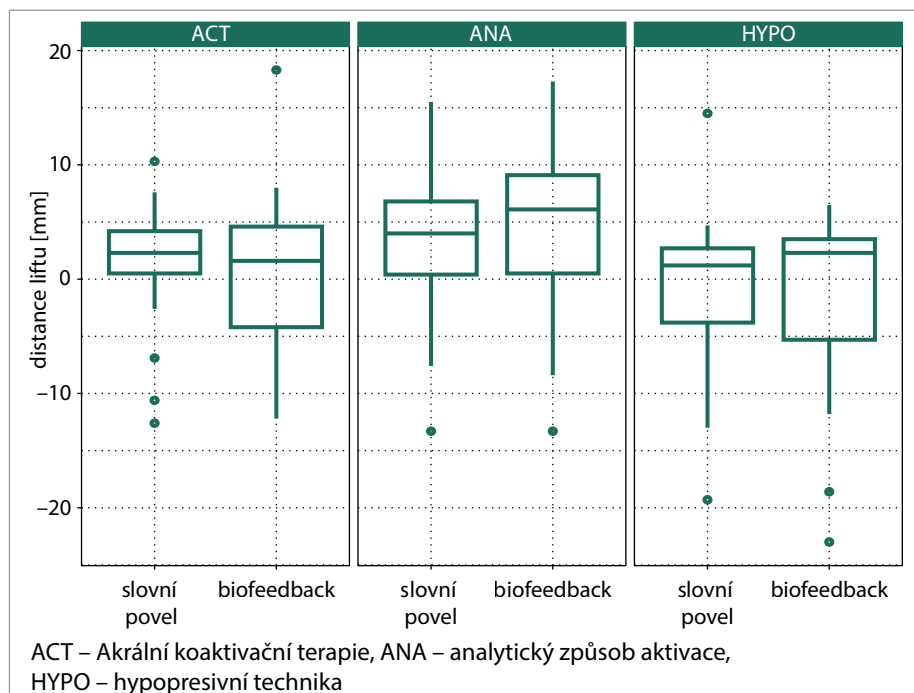
Schéma 1. Grafické schéma použitých postupů během měření u jednotlivých metod.

Scheme 1. Graphical diagram of the process during the measurement in the each method.

motorického vývoje a jejich variant [27]. Uplatnění metody Akrální koaktivační terapie je velmi široké [28–31]. V oblasti urogynéologie nachází své uplatnění u pacientů s projevy dysfunkce svalů pánevního dna. Tato metoda je také nedílnou součástí fyzioterapie v těhotenství a po porodu. Analytická aktivace svalů pánevního dna a následná aktivace těchto svalů v rámci Akrální koaktivační terapie je součástí Rehaspring konceptu.

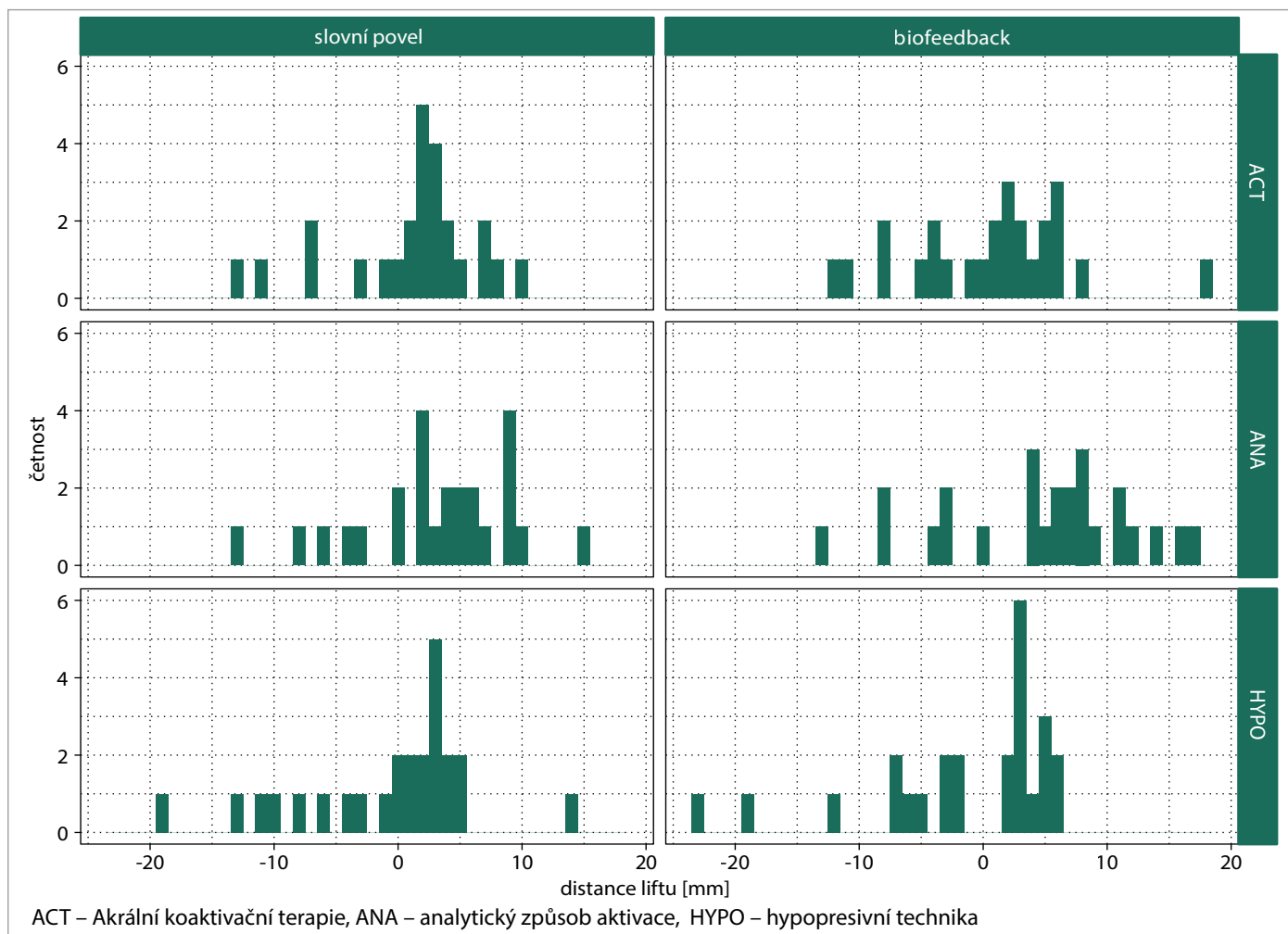
Hypopresivní technika

Hypopresivní technika, hojně využívána ve Španělsku, byla vyvinuta v 80. letech 20. stol. Dr. Marcelem Caufriezem. Jedná se o posturálně dechové cvičení, které prostřednictvím snížení intraabdominálního tlaku vyvolává reflexní aktivaci svalů pánevního dna a hlubokého stabilizačního systému [32,33]. Princip této metody spočívá v zaujetí výchozí polohy, ve které pacient provede



Graf 1. Grafické vyjádření výsledků hodnot distance liftu u jednotlivých metod v poloze vleže.

Graph 1. Graphical expression of the lift distance values for each method in the supine position.



Graf 2. Znárodnění četností výšky liftu svalů pánevního dna u jednotlivých metod v poloze vleže na zádech.

Graph 2. Representation of the pelvic floor lift frequencies for each method in the supine position.

dechový úkon, který vede ke snížení intraabdominálního tlaku. V důsledku pravidelného cvičení dochází ke zvýšení svalové síly, zvýšení klidového tonu a ke zlepšení vytrvalostní schopnosti svalů pánevního dna [32], čímž dochází k signifikantnímu snížení symptomů močové stresové inkontinence [33,34].

Statistické zpracování dat

Získaná data byla statisticky zpracována v programu Statistica 12.0 (StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, USA). K testování normality byl použit Shapiro-Wilkův test. Pro porovnání hodnot distance liftu bez využití biofeedbacku a s využitím biofeedbacku byl použit Wilcoxonův párový test. Statistická významnost byla posuzována standardně na hladině statistické významnosti 0,05.

Výsledky

A) Vliv biofeedbacku na míru aktivace svalů pánevního dna v poloze vleže na zádech

Nejprve bylo zjišťováno, jak biofeedback ovlivní míru aktivace svalů pánevního dna při nácviku aktivace v poloze vleže na zádech. Hodnocen byl tedy rozdíl míry aktivace bez využití biofeedbacku a při jeho využití v poloze vleže.

Grafické zpracování dat je vyjádřeno v grafu 1. Z grafu lze vysledovat, že největší rozdíl distance liftu (rozdíl hodnot mediánů) je patrný při aktivaci pánevního dna dle analytické metody.

Distribuce dat je pak pomocí histogramu vyobrazena v grafu 2.

Při statistickém porovnání míry aktivace svalů pánevního dna vleže na zádech bez využití a při využití biofeed-

backu nebyly zjištěny žádné rozdíly ($p > 0,05$). Výsledné hodnoty Wilcoxonova párového testu jsou uvedeny v tab. 2. K hodnotám statisticky významného rozdílu se však nejvíce přiblížila aktivace na základě analytické metody ($p = 0,076$). Při nácviku aktivace prostřednictvím této metody došlo s pomocí biofeedbacku ke zvýšení distance liftu u 17 žen (u 68 %).

B) Vliv biofeedbacku na míru aktivace svalů pánevního dna v poloze ve stoji

Dále bylo hodnoceno, jak využití biofeedbacku ovlivní míru aktivace v poloze ve stoji. Jak vidíme v grafu 3, rozdíl distance liftu bez využití a při využití biofeedbacku se neliší. Efekt vizuální zpětné vazby je tedy při nácviku aktivace v po-

Tab. 2. Porovnání míry aktivace svalů pánevního dna v poloze vleže bez a při využití biofeedbacku – Wilcoxonův test.

Tab. 2. Comparison of the pelvic floor activation rate in the supine position without and with biofeedback – Wilcoxon test.

Proměnná	p
ANA leh (SP × B)	0,076
ACT leh (SP × B)	0,572
HYPO leh (SP × B)	0,798

ANA – analytický způsob aktivace,
ACT – Akrální koaktivační terapie,
HYPO – hypopresivní technika,
SP – slovní povel, B – biofeedback,
p – hladina statistické významnosti

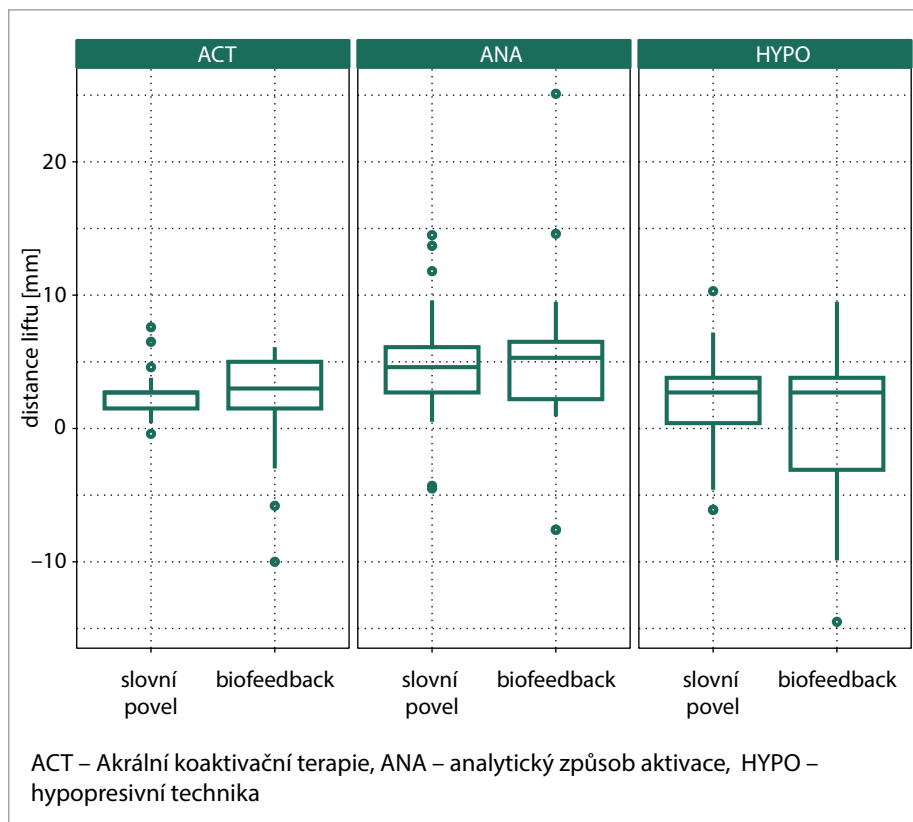
loze ve stoji poměrně zanedbatelný. Distribuce dat pomocí histogramu je vyjádřena v grafu 4.

Při statistickém porovnání míry aktivace svalů pánevního dna v poloze ve stoji bez využití a při využití biofeedbacku nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly ($p > 0,05$). Výsledné hodnoty statistické významnosti jsou uvedeny v tab. 3.

Diskuze

V rámci dostupných literárních zdrojů nebyla nalezena žádná studie, která by hodnotila vliv biofeedbacku přímo na distanci liftu báze močového měchýře. Převážná část studií hodnotí již výsledný vliv biofeedbacku na zlepšení symptomů močové stresové inkontinence či vliv na uvědomění si správné kontrakce svalů pánevního dna. V současné době také není dostatek studií využívajících biofeedback ve formě transabdominálního ultrazvuku na aktivaci svalů pánevního dna. Mezi nejčastěji používané přístrojové formy biofeedbacku patří intravaginální elektromyografické sondy a intravaginální sondy snímající tlakové změny [11].

Jak již bylo zmíněno, dosažení dostatečné výšky liftu je důležitým faktorem, který zajišťuje optimální funkci svalů pánevního dna, a to jak z preventivního,



Graf 3. Grafické vyjádření výsledků hodnot distance liftu u jednotlivých metod v poloze ve stoji.

Graph 3. Graphical expression of the lift values results for each method in the standing position.

tak terapeutického hlediska. Provedení správné aktivace svalů pánevního dna však není samozřejmostí a také se prokazatelně liší u žen trpících močovou stresovou inkontinencí či u žen s prolapsem pánevních orgánů. Pomocí transabdominálního ultrazvuku byly prokázány rozdíly v motorickém učení mezi kontinentními a inkontinentními ženami při nácviku aktivace svalů pánevního dna [10]. Thompson et al. [21] uvádějí, že při pokusu o aktivaci svalů pánevního dna reaguje 38 % inkontinentních žen elevací báze močového měchýře, 43 % poklesem a u 19 % žen nedochází k žádné změně.

Dle studie Frawley et al. [17], která hodnotila schopnost aktivace svalů pánevního dna u zdravých žen, dokázalo provést elevaci báze močového měchýře 18 z 20 žen, tedy 90 % žen. Z výsledků naší studie vyplývá, že provést lift báze močového měchýře vleže na zádech

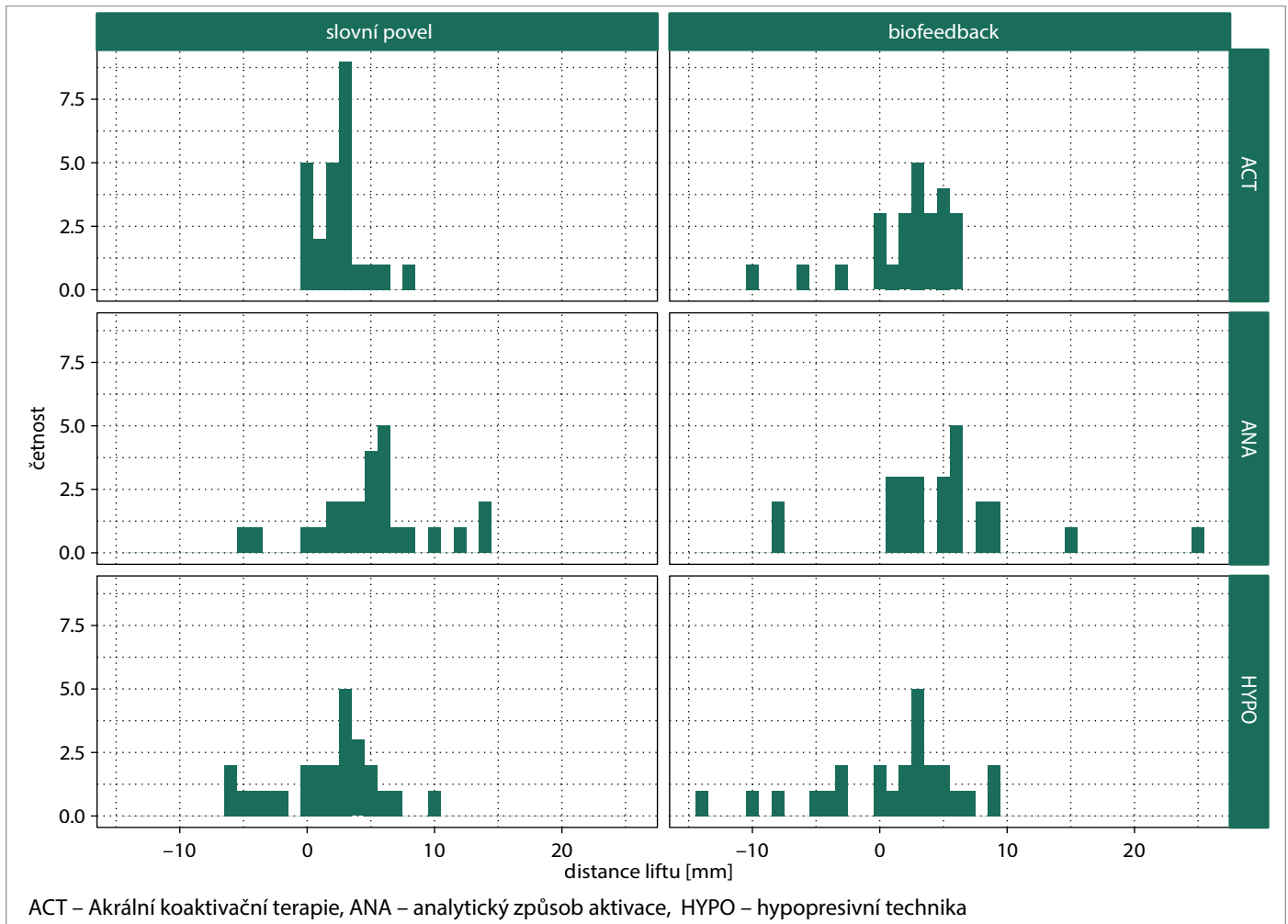
pomocí analytické metody je schopno 76 % žen. Z toho však 36 % z nich nedokáže tyto svaly aktivovat v dostatečně výšce liftu, v případě analytické metody

Tab. 3. Porovnání míry aktivace svalů pánevního dna v poloze ve stoji bez a při využití biofeedbacku – Wilcoxonův test.

Tab. 3. Comparison of the pelvic floor activation rate in the standing position without and with biofeedback – Wilcoxon test.

Proměnná	p
ANA stoj (SP × B)	0,554
ACT stoj (SP × B)	0,502
HYPO stoj (SP × B)	0,549

ANA – analytický způsob aktivace,
ACT – Akrální koaktivační terapie,
HYPO – hypopresivní technika,
SP – slovní povel, B – biofeedback,
p – hladina statistické významnosti



Graf 4. Znárodnění četností výšky liftu svalů pánevního dna u jednotlivých metod v poloze ve stojí.

Graph 4. Representation of the pelvic floor lift frequencies for each method in the standing position.

tedy alespoň ve výšce liftu 0,5 cm a více. S biofeedbackem se však zlepšila schopnost aktivace svalů pánevního dna a aktivovat svaly pánevního dna v dostatečné výšce liftu dokázalo o 20 % žen více. Toto zlepšení míry aktivace svalů pánevního dna při využití biofeedbacku však nebylo signifikantní ($p = 0,076$).

Nesprávná aktivace svalů pánevního dna se u žen projevila poklesem báze močového měchýře. Důvody, které vedou k poklesu svalů pánevního dna, mohou být různé. Příkladem může být nedostatečná svalová síla svalů pánevního dna či nadměrná aktivace bránice a břišních svalů, která vede ke zvýšení intraabdominálního tlaku, což by mohlo bránit elevaci svalů pánevního dna. Jedním z možných důvodů nesprávné aktivace těchto svalů může být také nedo-

statečné pochopení instrukcí ze strany pacienta. Dietz et al. [35] ve své studii hodnotili, zda ženy, které nedokázaly provést správnou aktivaci, dokáží svaly pánevního dna aktivovat právě s pomocí biofeedbacku. Z výsledků studie vyplývá, že s pomocí biofeedbacku došlo ke zlepšení, tedy docílení liftu báze močového měchýře, u více než poloviny žen (57 % žen), které předtím nebyly schopné správné aktivace bez biofeedbacku docílit.

Významná část autorů hodnotila již výsledný vliv biofeedbacku na případné snížení projevů dysfunkcí svalů pánevního dna, nejčastěji symptomů močové stresové inkontinence. Z výsledků studie Galea et al. [36] je patrné, že přestože došlo k signifikantnímu snížení frekvencí úniku moči u skupiny žen, v jejíž terapii

byl zařazen ultrazvukový biofeedback, žádné signifikantní rozdíly v porovnání s kontrolní skupinou nebyly zaznamenány. Další autoři Mørkved et al. [37] sice také nezjistili statisticky významné rozdíly mezi skupinou s biofeedbackem a bez biofeedbacku, avšak u obou skupin žen došlo po 6měsíčním cvičení ke statisticky významnému zvýšení svalové síly svalů pánevního dna. Autor další studie Basnet [6] zaznamenal signifikantní zvýšení svalové síly u skupiny žen, která absolvovala cvičení s pomocí biofeedbacku v poloze vleže na zádech.

Objektivnější zhodnocení efektu biofeedbacku poskytují výsledky systematické review Herderschee et al. [11], dle které nebylo prokázáno signifikantní snížení frekvencí úniku moči. Avšak v rámci výsledků dotazníkového šetření bylo

statisticky významně patrné, že ženy, které cvičily s pomocí biofeedbacku, méně udávaly, že nedošlo ke zlepšení symptomů močové inkontinence. Je tedy možné, že výsledky v rámci dotazníkového šetření mohou být zkreslené, jelikož ženy, které cvičily pomocí biofeedbacku, byly ve větším kontaktu se zdravotnickým personálem. Tento faktor ale nemohl ovlivnit výsledky naší studie, jelikož hodnocené parametry byly pomocí ultrazvuku objektivizovány (výška liftu).

Závěr

Závěrem lze konstatovat, že v naší studii vliv biofeedbacku na výšku liftu svalů pánevního dna nebyl prokázán, a to v žádné z uvedených poloh ani u vybraných metod. Výsledky však naznačují, že biofeedback by mohl být přínosný při nácviku aktivace svalů pánevního dna v poloze vleže na zádech v případě analytické metody. V tomto případě ženy dosahovaly největší výšky aktivace s pomocí biofeedbacku. Zároveň při tomto způsobu aktivace bylo také nejvíce žen schopno provést správnou aktivaci, aniž by docházelo k poklesu svalů pánevního dna. Nicméně při porovnání polohy vleže na zádech s polohou ve stoji se prokázalo, že výška liftu báze močového měchýře je vyšší v poloze ve stoji. Avšak toto zlepšení odpovídá jen nácviku aktivace pouze na základě slovního povelu, tedy bez biofeedbacku. Vzhledem k těmto poznatkům by mohlo být při prvních terapeutických intervencích přínosné svaly pánevního dna aktivovat dle analytické metody vleže na zádech nejprve s pomocí biofeedbacku a v poloze ve stoji nejprve na základě slovního povelu. Po správném provedení analytické kontrakce by pak mohlo být terapeuticky přínosné pokračovat aktivací pánevního dna pomocí metod syntetických. Pro nácvik aktivace svalů pánevního dna je tradičně zvolena zejména poloha vleže na zádech. Jelikož však k projevům dysfunkce svalů pánevního dna dochází zejména ve stoji, měla

by být aktivace těchto svalů v této poloze zdůrazněna. Vzhledem k menšímu počtu probandů v této studii by bylo vhodné provést další studie, které by tyto předpoklady potvrdily.

Literatura

1. Padda BS, Jung SA, Pretorius D et al. Effects of pelvic floor muscle contraction on anal canal pressure. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 2007; 292(2): G565–G571. doi: 10.1152/ajpgi.00250.2006.
2. Slieker-ten Hove M, Pool-Goudzwaard A, Eijkemans M et al. Pelvic floor muscle function in a general population of women with and without pelvic organ prolapse. *Int Urogynecol J* 2010; 21(3): 311–319. doi: 10.1007/s00192-009-1037-0.
3. Stafne SN, Salvesen KÅ, Romundstad PR et al. Does regular exercise including pelvic floor muscle training prevent urinary and anal incontinence during pregnancy? A randomised controlled trial. *BJOG* 2012; 119(10): 1270–1280. doi: 10.1111/j.1471-0528.2012.03426.x.
4. Abrams P, Andersson KE, Birder L et al. Fourth International Consultation on Incontinence Recommendations of the International Scientific Committee: evaluation and treatment of urinary incontinence, pelvic organ prolapse, and fecal incontinence. *NeuroUrol Urodyn* 2010; 29(1): 213–240. doi: 10.1002/nau.20870.
5. Dumoulin C, Hunter KF, Moore K et al. Conservative management for female urinary incontinence and pelvic organ prolapse review 2013: Summary of the 5th International Consultation on Incontinence. *NeuroUrol Urodyn* 2016; 35(1): 15–20. doi: 10.1002/nau.22677.
6. Basnet R. Impact of pelvic floor muscle training in pelvic organ prolapse. *Int Urogynecol J* 2021; 32(6): 1351–1360. doi: 10.1007/s00192-020-04613-w.
7. Del Forno S, Arena A, Alessandrini M et al. Transperineal ultrasound visual feedback assisted pelvic floor muscle physiotherapy in women with deep infiltrating endometriosis and dyspareunia: a pilot study. *J Sex Marital Ther* 2020; 46(7): 603–611. doi: 10.1080/0092623X.2020.1765057.
8. LaCross J, Proulx L, Brizzolara K et al. Effect of rehabilitative ultrasound imaging (RUSI) biofeedback on improving pelvic floor muscle function in individuals with stress urinary incontinence: a systematic review. *J Women Health Phys Therap* 2021; 45(4): 174–189. doi: 10.1097/JWH.0000000000000217.
9. Mathé M, Valancogne G, Atallah A et al. Early pelvic floor muscle training after obstetrical anal sphincter injuries for the reduction of anal incontinence. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2016; 199: 201–206. doi: 10.1016/j.ejogrb.2016.01.025.
10. Yoshida M, Murayama R, Hotta K et al. Differences in motor learning of pelvic floor muscle contraction between women with and with-

out stress urinary incontinence: evaluation by transabdominal ultrasonography. *NeuroUrol Urodyn* 2017; 36(1): 98–103. doi: 10.1002/nau.22867.

11. Herderschee R, Hay-Smith EJC, Herbison GP et al. Feedback or biofeedback to augment pelvic floor muscle training for urinary incontinence in women. *Cochrane Database Syst Rev* 2011; 7: CD009252. doi: 10.1002/14651858.CD009252.
12. Bø K, Sherburn M. Evaluation of female pelvic-floor muscle function and strength. *Phys Ther* 2005; 85(3): 269–282. doi: 10.1093/ptj/85.3.269.
13. Kegel AH. Progressive resistance exercise in the functional restoration of the perineal muscles. *Am J Obstet Gynecol* 1948; 56(2): 238–248. doi: 10.1016/0002-9378(48)90266-X.
14. Dietz HP, Wilson PD. Anatomical assessment of the bladder outlet and proximal urethra using ultrasound and videocystourethrography. *Int Urogynecol J Plevic Floor Dysfunct* 1998; 9(6): 365–369. doi: 10.1007/BF02199565.
15. Bø K, Lilleås F, Talseth T et al. Dynamic MRI of the pelvic floor muscles in an upright sitting position. *NeuroUrol Urodyn* 2001; 20(2): 167–174. doi: 10.1002/1520-6777(2001)20:2<167::aid-nau19>3.0.co;2-4.
16. Thompson JA, O'Sullivan PB. Levator plate movement during voluntary pelvic floor muscle contraction in subjects with incontinence and prolapse: a cross-sectional study and review. *Int Urogynecol J Plevic Floor Dysfunct* 2003; 14(2): 84–88. doi: 10.1007/s00192-003-1036-5.
17. Frawley HC, Galea MP, Phillips BA et al. Effect of test position on pelvic floor muscle assessment. *Int Urogynecol J Plevic Floor Dysfunct* 2006; 17(4): 365–371. doi: 10.1007/s00192-005-0016-3.
18. Sherburn M, Murphy CA, Carroll S et al. Investigation of transabdominal real-time ultrasound to visualise the muscles of the pelvic floor. *Aust J Physiother* 2005; 51(3): 167–170. doi: 10.1016/s0004-9514(05)70023-4.
19. Zajac B, Sulowska-Daszuk I, Mika A et al. Reliability of pelvic floor muscle assessment with transabdominal ultrasound in young nulliparous women. *J Clin Med* 2021; 10(15): 3449. doi: 10.3390/jcm10153449.
20. Thompson JA, O'Sullivan PB, Briffa NK et al. Altered muscle activation patterns in symptomatic women during pelvic floor muscle contraction and Valsalva manoeuvre. *NeuroUrol Urodyn* 2006; 25(3): 268–276. doi: 10.1002/nau.20183.
21. Thompson JA, O'Sullivan PB, Briffa K et al. Assessment of pelvic floor movement using transabdominal and transperineal ultrasound. *Int Urogynecol J Plevic Floor Dysfunct* 2005; 16(4): 285–292. doi: 10.1007/s00192-005-1308-3.
22. Brækken IH, Majida M, Engh ME et al. Morphological changes after pelvic floor muscle training measured by 3-dimensional ultrasono-

graphy: a randomized controlled trial. *Obstet Gynecol* 2010; 115(2): 317–324. doi: 10.1097/AOG.0b013e3181cbd35f.

23. Hay-Smith EJC, Herderschee R, Dumoulin C et al. Comparisons of approaches to pelvic floor muscle training for urinary incontinence in women. *Cochrane Database of Syst Rev* 2011; 7(12): CD009508. doi: 10.1002/14651858.CD009508.

24. Price N, Dawood R, Jackson SR. Pelvic floor exercise for urinary incontinence: a systematic literature review. *Maturitas* 2010; 67(4): 309–315. doi: 10.1016/j.maturitas.2010.08.004.

25. Stüpp L, Resende APM, Petricelli CD et al. Pelvic floor muscle and transversus abdominis activation in abdominal hypopressive technique through surface electromyography. *Neurolog Urodyn* 2011; 30(8): 1518–1521. doi: 10.1002/nau.21151.

26. Joshi C, Joshi AK, Mohsin Z. Role of postpartum Kegel exercises in the prevention and cure of stress incontinence. *Int J Reprod Contracept Obstet Gynecol* 2017; 5(3): 669–673. doi: 10.18203/2320-1770.ijrcog20160564.

27. Palašćáková Špringrová I. Akrální koaktivační terapie. Čelákovice: ACT centrum s.r.o. 2021.

28. Kristková Zwingerová A, Palašćáková Špringrová I, Žiaková E et al. Vliv Akrální koaktivační terapie na stabilitu dětí s mozkovou obrnou. *Rehab Fyz Léč* 2017; 24(3): 143–149.

29. Měrková H, Neumannová K, Dvořák R. Vliv Akrální koaktivační terapie na sílu výdechových

svalů a na rozvíjení hrudníku. *Rehab Fyz Léč* 2015; 22(2): 51–56.

30. Palašćáková Špringrová I, Krejčová A, Bendíková E et al. Comparison of the impact of two physiotherapeutic methods on pain and disability in patients with non-specific low back pain: a controlled clinical pilot study. *Fam Med Prim Care Rev* 2020; 22(2): 146–151. doi: 10.5114/fmPCR.2020.95323.

31. Vagner J, Palašćáková Špringrová I, Příkryl P et al. Vzpěrné pohybové vzory a jejich vliv na bolest u pacientů po implantaci totální endoprotézy kyčelního kloubu. *Rehab Fyz Léč* 2017; 24(1): 4–10.

32. Giraudo D, Beccaria N, Lamberti G. Pelvic floor muscle training, negative pressure abdominal exercise and pelvic organ prolapse symptoms: a randomized clinical trial. *Neurol Urodyn* 2011; 30(6): 1009–1011.

33. Navarro-Brazález B, Prieto-Gómez V, Prieto-Merino D et al. Effectiveness of hypopressive exercises in women with pelvic floor dysfunction: a randomized controlled trial. *J Clin Med* 2020; 9(4): 1149. doi: 10.3390/jcm9041149.

34. Soriano L, González-Millán C, Sáez MMÁ et al. Effect of an abdominal hypopressive technique programme on pelvic floor muscle tone and urinary incontinence in women: a randomised crossover trial. *Physiotherapy* 2020; 108: 37–44. doi: 10.1016/j.physio.2020.02.004.

35. Dietz HP, Wilson PD, Clarke B. The use of perineal ultrasound to quantify levator activity and

teach pelvic floor muscle exercises. *Int Urogynecol J Plevic Floor Dysfunct* 2001; 12(3): 166–169. doi: 10.1007/s001920170059.

36. Galea MP, Tisseverasinghe S, Sherburn M. A randomised controlled trial of transabdominal ultrasound biofeedback for pelvic floor muscle training in older women with urinary incontinence. *Australian and New Zealand Continence J* 2013; 19(2): 38–44.

37. Mørkved S, Bø K, Fjørtoft T. Effect of adding biofeedback to pelvic floor muscle training to treat urodynamic stress incontinence. *Obstet Gynecol* 2002; 100(4): 730–739. doi: 10.1016/S0029-7844(02)02160-9.

Doručeno/Submitted: 12. 3. 2022

Přijato/Accepted: 14. 6. 2022

Korespondenční autor:

PhDr. Ingrid Palašćáková Špringrová, Ph.D.

REHASPRING centrum, s. r. o.

Akreditované pracoviště MZ ČR

Náměstí 5. května 2/12,

250 88 Praha-Čelákovice

e-mail: palascakova@rehaspring.cz

Konflikt zájmů: Autoři deklarují, že text článku odpovídá etickým standardům, byla dodržena anonymita pacientů a prohlašují, že v souvislosti s předmětem článku nemají finanční, poradenské ani jiné komerční zájmy.

Publikační etika: Příspěvek nebyl dosud publikován ani není v současnosti zaslán do jiného časopisu pro posouzení. Autoři souhlasí s uveřejněním svého jména a e-mailového kontaktu v publikovaném textu.

Dedikace: Článek není podpořen grantem ani nevznikl za podpory žádné společnosti.

Redakční rada potvrzuje, že rukopis práce splnil ICMJE kritéria pro publikace zasílané do biomedicínských časopisů.

Conflict of Interest: The authors declare that the article/manuscript complies with ethical standards, patient anonymity has been respected, and they state that they have no financial, advisory or other commercial interests in relation to the subject matter.

Publication Ethics: This article/manuscript has not been published or is currently being submitted for another review. The authors agree to publish their names and e-mails in the published article/manuscript.

Dedication: The article/manuscript is not supported by a grant nor has it been created with the support of any company.

The Editorial Board declares that the manuscript met the ICMJE "uniform requirements" for biomedical papers.

Představa pohybu – neurální podstata a možnosti jejího využití ve fyzioterapii

Motor imagery – its neural principle and possibilities of its use in physiotherapy

H. Haltmar¹⁻³, B. Kolářová²⁻⁴, M. Haltmar²⁻⁴, M. Janura¹

¹ Katedra přírodních věd v kinantropologii, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci

² Ústav klinické rehabilitace, Fakulta zdravotnických věd, Univerzita Palackého v Olomouci

³ Kineziologická laboratoř, Oddělení rehabilitace, Fakultní nemocnice Olomouc

⁴ Neurologická klinika, Lékařská fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci a Fakultní nemocnice Olomouc

Souhrn: Představa pohybu neboli simulace pohybu v mysli bez jeho skutečného provedení je součástí plánování a přípravy pohybu. Rozdíl mezi představou a skutečně vykonaným pohybem je pak v utlumení vlastního provedení pohybu. Představa pohybu sdílí se skutečně vykonaným pohybem podobné neurální aktivace. Na základě této podobnosti, která je stále objektem zájmu, se v rámci tréninku profesionálních sportovců a ve fyzioterapii neurologických nebo ortopedických pacientů využívá k facilitaci motorického učení, a tím ke zlepšení kvality vykonání pohybu.

Klíčová slova: představa pohybu – exekuce pohybu – řízení pohybu – řízení představy pohybu – rehabilitace

Summary: Motor imagery or simulating the movement in the mind without actually performing it is part of planning and preparing the movement. The difference between motor imagery and motor execution is in the inhibition of the actual motor execution. Motor imagery shares similar neural activation with motor execution. Based on this similarity, which is still an object of interest, it is used in the training of professional athletes and in the physiotherapy of neurological or orthopaedic patients to facilitate motor learning and improve the quality of movement execution.

Key words: motor imagery – motor execution – motor control – motor imagery control – rehabilitation

Úvod

Představa pohybu bývala dříve součástí tréninku vrcholových sportovců a hráčů na hudební nástroj, nyní je i součástí komplexní rehabilitační péče, kdy je nutné optimalizovat pohybový deficit a obnovit nezávislost v běžných denních činnostech pacienta. Představa pohybu je kognitivní schopnost, při níž dochází k simulaci pohybu v mysli se současnou absencí jeho skutečného provedení [1–4]. Pohyb s jasně vymezeným cílem v sobě obsahuje nejprve představu o pohybu, tedy výběr a plán pohybu s vymezením jeho parametrů (směr, rozsah, síla, rychlost, úsilí aj.), a dále jeho účinků na vlastní tělo a okolí. Skutečně

vykonaný pohyb se pak od představy pohybu liší v následné iniciaci, jeho průběhu a ukončení [5].

Představa pohybu může být vykonávána z perspektivy první osoby (kinesteticky) anebo třetí osoby (vizuálně). V rámci vizuální představy pohybu se jedinec stává pozorovatelem pohybu jiné osoby – dívá se na pohyb, který provádí někdo jiný před ním – na rozdíl od kinestetické představy, kdy si jedinec představuje, že on sám pohyb vykonává [6,7].

Profesionální sportovci nebo hudebníci jsou schopni si pohyb představit velmi reálně i s přesnou polohou končetin v průběhu představovaného pohybu. Tedy vnímají představovaný pohyb, jako

by ho skutečně prováděli. Facilitují tím synaptické spoje, které jsou aktivní i při reálném vykonání stejného pohybu. Precizně naučený pohyb je pak velmi intenzivně ukotven v pohybové paměti, a je tak snazší ho v rámci tréninku vybavit, což je někdy u pacientů (zejména s neurologicky podmíněnou poruchou pohybu) složité [6].

Aktivita centrální nervové soustavy během představy pohybu

S ohledem na potenciál představy pohybu jako tréninkové metody se objektem zájmu posledních let stává zejména neurální aktivita při představě pohybu.

Bylo zjištěno, že mozkové oblasti, které se podílejí na skutečném vykonání pohybu, jsou aktivní již při pouhé představě pohybu. Množství studií se následně pokusilo ověřit toto tvrzení prostřednictvím neurovizuálních technik – nejčastěji funkční magnetickou rezonancí (fMRI – functional magnetic resonance imagin), pozitronovou emisní tomografií (PET) nebo transkraniální magnetickou stimulací (TMS). Metaanalýzy uvádí, že neurální mechanismy představy a skutečně vykonaného pohybu je žádoucí objektivizovat, aby bylo možné posoudit efektivitu terapie nebo tréninku představou [7–9].

Při představě pohybu byla prokázána aktivita v premotorickém kortexu, suplementární motorické arei (SMA), parietálním kortexu, cingulárním kortexu, bazálních gangliích, mozečku a některé TMS studie uvádí i aktivitu v primárním motorickém kortexu [7,8]. Kinestetická a vizuální představa vykazují aktivitu zejména v precentrálním gyru, SMA, insulu a putamen bazálních ganglií. Kinestetická představa dále aktivuje oblasti premotorického a parietálního kortexu. Při představě pohybu horní končetinou je aktivní zejména premotorický kortex, zatímco u dolní končetiny je sledována aktivita především v SMA, mozečku, putamen bazálních ganglií a oblasti parietálního kortexu [8]. Odlišnosti a podobnosti v zapojení motorického systému při různých typech představy jsou stále předmětem debaty [7,8].

Při skutečně vykonaném pohybu je mimo výše zmíněných oblastí mozku pozorována aktivita i v primárním motorickém kortexu, senzomotorickém kortexu a thalamu [10–12].

Představa pohybu je součástí plánování a přípravy pohybu. Rozdíl mezi představou a skutečnou realizací pohybu je pak v inhibici vlastní realizace pohybu. Jedna z možných inhibic při představě pohybu by mohla nastat dle TMS v mozečku [13]. Mozeček brání eferentním impulzům produkovanými představou pohybu, aby dosáhly úrovně míchy

a kosterních svalů, a mohla tak být produkována fázická svalová aktivita [14]. Další inhibiční vliv byl pozorován magnetoencefalografem na úrovni SMA, která utlumí aktivitu primárního motorického kortexu, a tím brání skutečnému provedení pohybu [15]. Jiní autoři zmiňují v kontextu inhibice mimo SMA také kontralaterální primární senzickou oblast [16]. Mechanismy inhibující realizaci pohybu však nejsou dosud zcela objasněny a výsledky některých studií prokazují, že představa pohybu moduluje aktivitu svalů, které se podílejí na realizaci představovaného pohybu [3,5,17,18].

Formování představy pohybu na úrovni frontoparietálních oblastí mozku

Premotorický kortex vykazuje aktivitu při představě a reálném pohybu v inferiorním gyru a SMA, což jsou oblasti, které se podílejí na výběru, plánování a přípravě konečného provedení pohybu a také na asociacích mezi podněty a akcemi [8]. Uvážíme-li, že množství času pro vykonání představy a reálného pohybu je velmi podobné, lze soudit, že se představa pohybu taktéž skládá z jednotlivých fází – plán a příprava pohybu [7,8,18]. Bylo zjištěno, že u jedinců po cévní mozkové příhodě v oblasti frontálního laloku může nastat zhoršení/neschopnost představy pohybu. Pokud je ale premotorická oblast neporušena, schopnost představy je zachována [8].

Komplexně podmíněné a interně generované pohyby nebo vizuospeciální transformace se dějí prostřednictvím SMA, se kterou je spjata také schopnost představy předmětu a jeho vlastností. SMA je sledována v rámci představy pohybu za jednu z nejdůležitějších oblastí. Při představě pohybu by mohla mít tato oblast podíl na výše zmíněných dějích a zejména pak na iniciaci, simulaci, programování nebo doladění pohybu, přesná role je dána typem představy pohybu [7,8,19].

Parietální kortex, konkrétně inferiorní a superiorní parietální laloky a supra-

marginální gyrus, se stávají aktivními při představovaném i reálném pohybu. Parietální kortex je označován za centrum multisenzorické integrace a jeho části se účastní reálného vykonání pohybu. Svě místo má především u vizuálně vedených pohybových úkolů. Při představě pohybu se pak účastní na přípravě pohybu, jeho cílení a nastavení postury [7,8,20]. Pokud je tato oblast narušena, jedinec má problémy se sebeuvědoměním, perspektivou první osoby, napodobováním a také následnou reprodukcí pohybu. Dále se ukazuje, že jedinci s porušeným parietálním kortexem mají narušenou schopnost představy pohybu, jelikož napodobení i představa pohybu se odvíjí od tvorby interních modelů a reprodukcí, které jsou uloženy v této korové oblasti [8,21–23].

Co se týče aktivace primární motorické oblasti při představě motorické akce, panují zde určité rozpory [6,8,24]. Primární motorický kortex se podílí na podvědomém kódování časoprostorových informací a dále senzickým zpracováním informací pro následný pohyb. Jedná se o oblast, odkud jsou vysílány příkazy do periferie, které musí být v případě představy pohybu potlačeny [11]. Dle současných poznatků z fMRI nebo PET studií není aktivita v této oblasti potvrzena anebo se objevuje, avšak s velmi malým účinkem. Studie využívající TMS však uvádějí, že při představě pohybu je primární motorická oblast aktivní vzhledem k excitaci v premotorické a/nebo parietální oblasti, které mají projekce do primární motorické oblasti [7–9].

V současnosti je stále více diskutována role somatosenzorického kortexu při představě pohybu. Ve studiích je uváděn především v kontextu primární senzické oblasti, která zpracovává somatosenzorické informace z těla. Somatosenzorické neurony mají projekce do míchy a stimulací somatosenzorického kortexu dochází k vyvolání pohybu. Při představě dosahu u tetraplegického pacienta byly zjištěny lokalizované kožní a proprioceptivní vjemy. Tato oblast se dle au-

torů podílí na směru pohybu při představě pohybu, ale nikoli na plánování pohybu nebo představě polohy paže. Při lézích somatosenzorického kortexu je možné pozorovat zásadní pohybové deficity, u nichž není jasné, zda souvisí s absencí senzoryckých vjemů, tedy s narušením plánování pohybu, nebo s přímou ztrátou v kortexu odpovědného za tvorbu pohybu [25].

Formování představy pohybu na úrovni bazálních ganglií, thalamu a mozečku

Výběr, plánování a iniciace pohybu při skutečně prováděné motorické akci a její představě jsou reprezentovány aktivitou v putamen a pallidu bazálních ganglií [7,26,27]. Bazální ganglia se se svými spoji podílí nejen na plánování pohybové sekvence, ale také na dalších faktorech řídících pohybovou strategii, a to emocích a motivaci. Putamen se podílí na uložení a výběru naučeného chování a automatických dovedností a dále na rychlosti a rozsahu pohybu. Pacienti s lézí v oblasti putamen nejsou schopni tvořit představu z perspektivy první osoby, nicméně vizuální typ představy je zachován [6]. Thalamus je označován za „relé“ v subkortiko-kortikální smyčce a je důležitý pro senzomotorickou integraci. Při představě a reálném vykonání pohybu se podílí na úpravě postury a spojením se SMA a putamen také na facilitaci motorického učení [28]. Excitace při představě a skutečně vykonaném pohybu se vyskytuje také ve střední porci mozečku, tj. vermis a paravermis, které řídí rovnováhu těla, a v mozečkové lokomoční oblasti, která se podílí na regulaci rychlosti a dává rytmické impulzy mozkovému kmeni a míše [8,26,29]. Aktivita mozečku koreluje s aktivitou senzomotorické kůry, protože je zapojen do senzorycké zpětné vazby pohybu, která umožňuje přenos interní představy o pohybu do skutečných fyzických podmínek vnějšího prostředí [6]. Léze mozečku narušuje přípravu pohybu a může zhoršit také představu pohybu [8].

Aktivita periferní nervové soustavy během představy pohybu

Skutečně vykonaný pohyb je spjat se senzoryckou zpětnou vazbou, která je nenahraditelnou v řízení pohybu, poskytuje totiž prostředek k posouzení úspěšnosti pohybového plánu a tvoří základ pro zlepšení budoucího pohybového výkonu. Řídící oblast dostává informace z receptorů těla, zpracovává je a integruje k zajištění adekvátní odpovědi organismu. Na generování vnitřní senzorycké předpovědi při skutečně provedeném a představovaném pohybu se může podílet mozeček. Bylo zjištěno, že náš mozek v rámci motorického učení využívá rozporu mezi předpovídanou zpětnou vazbou a skutečnou senzoryckou zpětnou vazbou (tzv. chyba senzorycké predikce) ke zlepšení plánování pohybu a jeho řízení. Představa pohybu tedy skutečně koresponduje s vnitřní simulací pohybu v mysli, kterou lze použít ke zlepšení dalšího vykonání pohybu a navození neurální plasticity [30].

V rámci přípravy na pohyb dochází k aktivaci další části periferní nervové soustavy, a to autonomního nervového systému (ANS), tedy vzestupných viscerálních drah, integračních center na úrovni mozku kmene, hypothalamu a mozkové kůry, a nakonec sestupných sympatických, parasympatických a enterických větví, které regulují činnost vnitřních orgánů. Při nadcházejícím pohybovém plánu a jeho programování, kdy se stanovují i jeho parametry (síla, amplituda a směr), je popisována předpokládaná kardiovaskulární a respirační adaptace, která připravuje organismus na předpokládaný energetický výdej [31]. V této fázi je nejspíše aktivována i předpokládaná zpětná vazba, která vzniká při skutečném provedení pohybu, a to somestetická (proprioceptivní nebo hmatové informace), a dále ta, která vzniká vlivem pohybu na okolní prostředí. ANS je aktivní i tehdy, je-li s akcí spojena emoce (např. úspěch/neúspěch při provedení), proto je možné hledat spojení

mezi fyziologickými reakcemi ANS a myšlenkou na pohyb [1,18]. Mentální procesy (představa pohybu a především pozorování pohybu) pak aktivují ANS pravděpodobně na základě podobnosti pozorovaného pohybu a vytvoření vnitřního modelu pohybu. Aktivita ANS při mentálních procesech je však pozorována v menší míře než při skutečně vykonaném pohybu [31].

Aplikace do fyzioterapie

Cílem fyzioterapie je maximální možná facilitace motorického učení pro zlepšení nebo obnovu pohybové samostatnosti pacientů. Jako nejefektivnější se pak jeví terapie zaměřené na konkrétní pohybový úkol, jehož podmínky provedení jsou obměňovány. Představa pohybu je vhodným doplňkem klasických rehabilitačních postupů. V současné chvíli se využívá potenciálu představy nejen u neurologických [6], ale také u ortopedických a traumatologických pacientů (rehabilitace u totálních endoprotéz kolenního/kyčelního kloubu, po operaci horních končetin nebo bederní páteře), u nichž by mělo být dosaženo nejefektivnějších výsledků z hlediska neporušených řídicích center pohybu [32,33]. Při tréninku představou se potencuje motorické učení, aniž by byl pohyb reálně prováděn [34]. Zařazení představy pohybu tak zlepšuje vnímání a plánování pohybu a také kvalitu a kvantitu skutečně vykonaného pohybu (konkrétně např. časnější dosažení pohybové samostatnosti, zvětšení rozsahu pohybu v příslušném kloubu, zlepšení flexibility, svalové síly, rychlosti a přesnosti pohybu). U ortopedických pacientů je také evidováno snížení rizika pádu, zlepšení schopnosti chůze nebo zmírnění bolesti [17,32,33].

Z terapie představou pohybu mohou benefitovat zejména pacienti, u nichž je vlastní pohyb omezen (například fixací nebo parézou). Představuje i vhodný typ autoterapie (po instruování jedince), která nevede ke svalové únavě. Jedná se zároveň o nízkonákladovou (pacient ji může provádět sám doma) a na pro-

stor nenáročnou alternativu, kterou je možné snadno aplikovat u všech spolupracujících pacientů [2,34,35].

Pro koho je terapie představou vhodná?

Základním předpokladem pro využití představy pohybu v terapii je schopnost představu pohybu generovat, proto je před terapií žádoucí schopnost tvorby mentální reprezentace pohybu ověřit, jelikož ne všichni jedinci jsou tvorby představy pohybu schopni (viz výše). V praxi je užívaným nástrojem subjektivní dotazník pohybu – Movement Imagery Questionnaire a jeho modifikace pro příslušnou populaci/pacienty [18]. Jedinec pohyb nejprve provede, následně zaujme výchozí pozici a poté si pohyb dle příslušné instrukce představí (bez reálného provedení) a nakonec ohodnotí charakter (snadnost/obtížnost) kinestetické a vizuální představy na sedmistupňové škále, kdy hodnota 4 (a vyšší) značí dobrou úroveň (snadnější provedení) představy pohybu, a pacient tak může podstoupit terapii představou pohybu [36,37].

Existuje mnoho forem tréninku představou, ovšem důležité je, aby jedinec představovaný pohyb znal, tedy aby měl v pohybovém systému uloženou reálnou senzomotorickou stopu pro představovaný pohyb. Prostřednictvím této reprezentace se totiž vytváří vnitřní kinestetický model, který facilite plánování pohybu. Pacient si představuje pohyb, se nímž má reálnou zkušenost, ať již aktivně, nebo pasivně pod vedením fyzioterapeuta. Trénink funkčního pohybu v představě navíc musí být pro jedince smysluplný s jasně vymezeným cílem, tak aby jej motivoval, zaměřoval se na jeho emoce. Pokud je představa kombinována se skutečným provedením pohybu, dochází ke zvýšení efektu tréninku [4,34,38].

Další doporučení

Na základě výsledků mnoha studií je doporučována kinestetická představa, a to z hlediska vyšší aktivity neurálních

struktur spojených se senzomotorickou aktivitou, dále snazšího a přirozenějšího generování představy než při vizuálním typu a v neposlední řadě také větší facilite motorického učení [35,39–41]. Vizuální typ představy zase napomáhá k uvědomění sebe sama a k vyšší motivaci. V případě vedení řízeného tréninku pohybu v představě nebo při snaze o objektivizaci účinků představy pohybu na pohybový systém a mechanismy jeho řízení je namísto vždy jasná instrukce, jak má být pohyb představován. Bez této instrukce není vyloučeno, že pohyb v představě je jedincem simulován pomocí vizuální představy namísto kinestetické a opačně [18].

Výchozí pozice jedince při představě pohybu by měla odpovídat nastavení postury při reálném provádění pohybu, protože tehdy dochází k plánování pohybu spojeného s aktivací příslušných řídicích center [34]. Je-li pozice spjata např. s držením nějakého předmětu, měl by být součástí terapie (držen pacientem, být ve stanovené vzdálenosti od pacienta apod.). Tehdy dochází k maximalizaci potenciálu představy prostřednictvím posturálního a haptického vnímání [42].

Další proměnnou, která má vliv na zvýšení efektivity představy pohybu, je prostředí, které by mělo odpovídat prostředí reálného vykonání pohybu. Mnohdy však není možné terapii provádět ve stejném prostředí, proto se doporučuje poříditi fotografii nebo videonahrávku daného místa. U sportovců se doporučuje i obléct si dres pro ještě intenzivnější vnímání pohybu [42].

Aplikace představy pohybu v rámci fyzioterapie je relativně nová. Proto existuje nekonzistentnost v určení optimální doby trvání intervence představou v rámci terapie. V praxi se běžně používají terapie představou v rozmezí 10–60 min [43]. Tento čas je spojen s krátkou počáteční a konečnou relaxací pro nabuzení vyšší koncentrace a motivace na představu pohybu. Je však nutné zmínit, že koncentrace časem upadá, a proto

je vhodné představu pohybu střídát s jejím reálným provedením [34,35].

Všechny výše zmíněné aspekty mají dle medicíny založené na důkazech významný vliv na úspěšnost terapie představou pohybu, proto je žádoucí se jimi řídit, aby bylo dosaženo požadovaného efektu.

Budoucí perspektivy představy pohybu

V současné době je neurokognitivní základ představy pohybu stále více zkoumán i na poli high-tech technologií, jelikož se představa testuje i jako prostředek pro ovládání pokročilých končetinových protéz nebo exoskeletonu, a tím vede k provedení pohybu. Podstatou je snímání změny elektrického potenciálu způsobeného aktivitou vznikající při představě motorické akce, která se využívá jako prostředek k ovládání exoskeletonu na postižené horní nebo dolní končetině, což vede ke zvýšení schopnosti motorické kůry ovládat svaly ve fyziologických, nikoli patologických pohybech. Tato neuroplasticitu potencující aplikace se označuje jako motor-imagery-based brain-computer interfaces a slibuje mnohé zejména pro pacienty s amputací nebo plegií [44,45].

Závěr

Objektem zájmu studií zabývajících se představou pohybu je především její neurální podstata na úrovni centrální nervové soustavy (premotorický kortex, SMA, parietální lalok, cingulární kortex, bazální ganglia, mozeček a nekonzistentně i primární motorický kortex), periferní nervové soustavy a ANS. Neurální základ skutečného a představovaného pohybu jsou v mnohém podobné. Tyto neurální podobnosti jsou neustále zkoumány zobrazovacími technologiemi, nyní především TMS, aby bylo možné lépe objasnit a následně vhodně využít nejen u profesionálních sportovců, ale také ve fyzioterapii u pacientů s neurologickými nebo ortopedickými diagnózami. Zde má představa

pohybu své opodstatnění v kombinaci s konvenční fyzioterapií pro facilitaci motorického učení, a z toho plynoucí zlepšení kvality pohybu. Jako každá terapeutická/tréninková technika má i tato své zásady, při nichž se stává efektivní. Tou hlavní je schopnost generovat představu a poté přizpůsobit trénovaný pohyb a prostředí tak, aby jedince motivovaly, a tím docházelo k potřebným neurálním mechanismům.

Literatura

1. Jeannerod M. The representing brain: neural correlates of motor intention and imagery. *Behav Brain Sci* 1994; 17(2): 187–202. doi: 10.1017/S0140525X00034026.
2. Mulder T. Motor imagery and action observation: cognitive tools for rehabilitation. *J Neural Transm* 2007; 114(10): 1265–1278. doi: 10.1007/s00702-007-0763-z.
3. Hanakawa T. Organizing motor imageries. *Neurosci Res* 2016; 104: 56–63. doi: 10.1016/j.neures.2015.11.003.
4. Oh DS, Choi JD. Effects of motor imagery training on balance and gait in older adults: a randomized controlled pilot study. *Int J Environ Res Public Health* 2021; 18(2): 650. doi: 10.3390/ijerph18020650.
5. Ridderinkhof KR, Brass M. How Kinesthetic Motor Imagery works: a predictive-processing theory of visualization in sports and motor expertise. *J Physiol Paris* 2015; 109(1–3): 53–63. doi: 10.1016/j.jphysparis.2015.02.003.
6. Lotze M, Halsband U. Motor imagery. *J Physiol Paris* 2006; 99(4–6): 386–395. doi: 10.1016/j.jphysparis.2006.03.012.
7. Hardwick RM, Caspers S, Eickhoff SB et al. Neural correlates of action: comparing meta-analyses of imagery, observation, and execution. *Neurosci Biobehav Rev* 2018; 94: 31–44. doi: 10.1016/j.neubiorev.2018.08.003.
8. Héту S, Grégoire M, Saimpont A et al. The neural network of motor imagery: an ALE meta-analysis. *Neurosci Biobehav Rev* 2013; 37(5): 930–949. doi: 10.1016/j.neubiorev.2013.03.017.
9. Loporto M, McAllister C, Williams J et al. Investigating central mechanisms underlying the effects of action observation and imagery through transcranial magnetic stimulation. *J Mot Behav* 2011; 43(5): 361–373. doi: 10.1080/00222895.2011.604655.
10. Bakker M, de Lange FP, Stevens JA et al. Motor imagery of gait: a quantitative approach. *Exp Brain Res* 2007; 179(3): 497–504. doi: 10.1007/s00221-006-0807-x.
11. Hanakawa T, Immisch I, Toma K et al. Functional properties of brain areas associated with motor execution and imagery. *J Neurophysiol* 2003; 89(2): 989–1002. doi: 10.1152/jn.00132.2002.
12. Jeannerod M. Neural simulation of action: a unifying mechanism for motor cognition. *Neuroimage* 2001; 14(1 Pt 2): 103–109. doi: 10.1006/nimg.2001.0832.
13. Cengiz B, Boran HE. The role of the cerebellum in motor imagery. *Neurosci Lett* 2016; 617: 156–159. doi: 10.1016/j.neulet.2016.01.045.
14. Decety J. The neurophysiological basis of motor imagery. *Behav Brain Res* 1996; 77(1–2): 45–52. doi: 10.1016/0166-4328(95)00225-1.
15. Di Rienzo F, Guillot A, Daligault S et al. Motor inhibition during motor imagery: a MEG study with a quadriplegic patient. *Neurocase* 2014; 20(5): 524–539. doi: 10.1080/13554794.2013.826685.
16. Solodkin A, Hlustik P, Chen EE et al. Fine modulation in network activation during motor execution and motor imagery. *Cereb Cortex* 2004; 14(11): 1246–1255. doi: 10.1093/cercor/bhh086.
17. Guillot A, Lebon F, Rouffet D et al. Muscular responses during motor imagery as a function of muscle contraction types. *Int J Psychophysiol* 2007; 66(1): 18–27. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2007.05.009.
18. Guillot A, Collet C. Contribution from neurophysiological and psychological methods to the study of motor imagery. *Brain Res Brain Res Rev* 2005; 50(2): 387–397. doi: 10.1016/j.brainresrev.2005.09.004.
19. Nachev P, Kennard C, Husain M. Functional role of the supplementary and pre-supplementary motor areas. *Nat Rev Neurosci* 2008; 9(11): 856–869. doi: 10.1038/nrn2478.
20. Fogassi L, Luppino G. Motor functions of the parietal lobe. *Curr Opin Neurobiol* 2005; 15(6): 626–631. doi: 10.1016/j.conb.2005.10.015.
21. Sunderland A, Wilkins L, Dineen R et al. Tool-use and the left hemisphere: what is lost in ideomotor apraxia? *Brain Cogn* 2013; 81(2): 183–192. doi: 10.1016/j.bandc.2012.10.008.
22. Heilman KM, Rothi LJG. Apraxia. In: Heilman KM, Valenstein E (eds). *Clinical Neuropsychology*. 5th ed. Oxford University Press 1993: 141–164.
23. Buxbaum LJ, Johnson-Frey SH, Bartlett-Williams M. Deficient internal models for planning hand-object interactions in apraxia. *Neuropsychologia* 2005; 43(6): 917–929. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2004.09.006.
24. Grèzes J, Decety J. Functional anatomy of execution, mental simulation, observation, and verb generation of actions: a meta-analysis. *Hum Brain Mapp* 2001; 12(1): 1–19. doi: 10.1002/1097-0193(200101)12:1<1::aid-hbm10>3.0.co;2-v.
25. Jafari M, Aflalo T, Chivukula S et al. The human primary somatosensory cortex encodes imagined movement in the absence of sensory information. *Commun Biol* 2020; 3(1): 757. doi: 10.1038/s42003-020-01484-1.
26. Hanakawa T, Dimyan MA, Hallett M. Motor planning, imagery, and execution in the distributed motor network: a time-course study with functional MRI. *Cereb Cortex* 2008; 18(12): 2775–2788. doi: 10.1093/cercor/bhn036.
27. Grillner S, Hellgren J, Ménard A et al. Mechanisms for selection of basic motor programs – roles for the striatum and pallidum. *Trends Neurosci* 2005; 28(7): 364–370. doi: 10.1016/j.tins.2005.05.004.
28. Takakusaki K. Functional neuroanatomy for posture and gait control. *J Mov Disord* 2017; 10(1): 1–17. doi: 10.14802/jmd.16062.
29. Jahn K, Deuschländer A, Stephan T et al. Brain activation patterns during imagined stance and locomotion in functional magnetic resonance imaging. *Neuroimage* 2004; 22(4): 1722–1731. doi: 10.1016/j.neuroimage.2004.05.017.
30. Kilteni K, Andersson BJ, Houborg C et al. Motor imagery involves predicting the sensory consequences of the imagined movement. *Nat Commun* 2018; 9(1): 1617. doi: 10.1038/s41467-018-03989-0.
31. Collet C, Di Rienzo F, El Hoyek N et al. Autonomic nervous system correlates in movement observation and motor imagery. *Front Hum Neurosci* 2013; 7: 415. doi: 10.3389/fnhum.2013.00415.
32. Zapparoli L, Sacheli LM, Seghezzi S et al. Motor imagery training speeds up gait recovery and decreases the risk of falls in patients submitted to total knee arthroplasty. *Sci Rep* 2020; 10(1): 8917. doi: 10.1038/s41598-020-65820-5.
33. Salik Sengul Y, Kaya N, Yalcinkaya G et al. The effects of the addition of motor imagery to home exercises on pain, disability and psychosocial parameters in patients undergoing lumbar spinal surgery: a randomized controlled trial. *Explore (NY)* 2021; 17(4): 334–339. doi: 10.1016/j.explore.2020.02.001.
34. Ruffino C, Papaxanthis C, Lebon F. Neural plasticity during motor learning with motor imagery practice: review and perspectives. *Neuroscience* 2017; 341: 61–78. doi: 10.1016/j.neuroscience.2016.11.023.
35. López ND, Monge Pereira E, Centeno EJ et al. Motor imagery as a complementary technique for functional recovery after stroke: a systematic review. *Top Stroke Rehabil* 2019; 26(8): 576–587. doi: 10.1080/10749357.2019.1640000.
36. Hall CR, Martin KA. Measuring movement imagery abilities: a revision of the Movement Imagery Questionnaire. *J Ment Imagery* 1997; 21(1–2): 143–154.
37. Monsma E, Short S, Hall C et al. Psychometric properties of the Revised Movement Imagery Questionnaire (MIQ-R). *J Imagery Res Sport Phys Activ* 2009; 4(1). doi: 10.2202/1932-0191.1027.
38. Suica Z, Platteau-Waldmeier P, Koppel S et al. Motor imagery ability assessments in four disciplines: protocol for a systematic review. *BMJ Open* 2018; 8(12): e023439. doi: 10.1136/bmjopen-2018-023439.
39. Harris JE, Hebert A. Utilization of motor imagery in upper limb rehabilitation: a systematic scoping review. *Clin Rehabil* 2015; 29(11): 1092–1107. doi: 10.1177/0269215514566248.

40. Naito E, Kochiyama T, Kitada R et al. Internally simulated movement sensations during motor imagery activate cortical motor areas and the cerebellum. *J Neurosci* 2002; 22(9): 3683–3691. doi: 10.1523/JNEUROSCI.22-09-03683.2002.

41. Stinear CM, Byblow WD, Steyvers M et al. Kinesthetic, but not visual, motor imagery modulates corticomotor excitability. *Exp Brain Res* 2006; 168(1–2): 157–164. doi: 10.1007/s00221-005-0078-y.

42. Holmes PS, Collins DJ. The PETTLEP approach to motor imagery: a functional equivalence model for sport psychologists. *J Appl Sport Psychol* 2001; 13(1): 60–83. doi: 10.1080/10413200109339004.

43. Stockley RC, Jarvis K, Boland P et al. Systematic review and meta-analysis of the effectiveness of mental practice for the upper limb after stroke: imagined or real benefit? *Arch Phys Med Rehabil* 2021; 102(5): 1011–1027. doi: 10.1016/j.apmr.2020.09.391.

44. Chaudhary U, Birbaumer N, Ramos-Murguialday A. Brain-computer interfaces for communication and rehabilitation. *Nat Rev Neurol* 2016; 12(9): 513–525. doi: 10.1038/nrneurol.2016.113.

45. Frolov AA, Mokienco O, Lyukmanov R et al. Post-stroke Rehabilitation training with a Motor-Imagery-Based Brain-Computer Interface (BCI) – controlled hand exoskeleton: a randomized controlled multicenter trial. *Front Neurosci* 2017; 11: 400. doi: 10.3389/fnins.2017.00400.

Doručeno/Submitted: 15. 3. 2022

Přijato/Accepted: 14. 6. 2022

Korespondenční autor:

Mgr. Hana Haltmar

Katedra přírodních věd

v kinantropologii

Fakulta tělesné kultury,

Univerzita Palackého v Olomouci

Třída Míru 117

771 11 Olomouc

e-mail: hana.haltmar@upol.cz

Konflikt zájmů: Autoři deklarují, že text článku odpovídá etickým standardům a prohlašují, že v souvislosti s předmětem článku nemají finanční, poradenské ani jiné komerční zájmy.

Publikační etika: Příspěvek nebyl dosud publikován ani není v současnosti zaslán do jiného časopisu pro posouzení. Autoři souhlasí s uveřejněním svého jména a e-mailového kontaktu v publikovaném textu.

Dedikace: Tento článek vznikl za podpory grantu IGA_FTK_2021_014.

Redakční rada potvrzuje, že rukopis práce splnil ICMJE kritéria pro publikace zasílané do biomedicínských časopisů.

Conflict of Interest: The authors declare that the article/manuscript complies with ethical standards and they state that they have no financial, advisory or other commercial interests in relation to the subject matter.

Publication Ethics: This article/manuscript has not been published or is currently being submitted for another review. The authors agree to publish their name and e-mail in the published article/manuscript.

Dedication: This manuscript was created with the support of the grant IGA_FTK_2021_014.

The Editorial Board declares that the manuscript met the ICMJE “uniform requirements” for biomedical papers.

Biomechanický pohled na riziko pádu seniorů

Risk of falling in the elderly from a biomechanical point of view

D. Nohelová^{1,2}, L. Bizovská¹, M. Janura¹, Z. Svoboda¹

¹ Katedra přírodních věd v kinantropologii, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci

² Université Grenoble Alpes, AGEIS, Grenoble, Francie

Souhrn: Zvyšující se incidence pádů je celosvětovým problémem, který ovlivňuje nejen kvalitu života zainteresovaných osob, ale má i rozsáhlý ekonomický dopad, a to jak přímý – zahrnující náklady na zdravotní péči, tak i nepřímý – zahrnující ztrátu produktivity osob postižených pádem a jejich rodinných příslušníků. Je známo, že u seniorů se incidence pádů zvyšuje, a proto se nabízí otázka, k jakým změnám, které mohou ovlivňovat riziko a výskyt pádů, ve stáří dochází. Z biomechanického hlediska jsou zásadní změny, které se týkají stavebních článků systému (svaly, kosti, klouby, vazy, fascie, potažmo smysly), ty však nelze separovat od změn neurofyzilogických, tedy od fungování centrálního nervového systému (vč. receptorů). Ve stáří se mění posturální nastavení, dochází k omezení rozsahu pohybu v kloubech, zhoršuje se kvalita měkkých tkání a kostí (sarkopenie, osteopenie), snižuje se svalová síla, ztrácí se zraková ostrost a zhoršuje se sluch a fungování vestibulárního aparátu. Počet receptorů a jejich citlivost se snižuje, zpomaluje se vedení nervových vzruchů, pomalejší je i proces vyhodnocování informací, tvorba odpovědi a nalezení adekvátního pohybového schématu. Ovlivněn je také přenos vzruchu na nervosvalovou ploténku a mění se pohybové stereotypy. Změna stavby jedné struktury se zákonitě projeví i ve změně funkce dané struktury a ovlivňuje funkci i stavbu dalších struktur. Všechny změny, ke kterým dochází postupně v průběhu života člověka, mají pravděpodobně za následek zhoršení schopnosti lidského organismu pružně a efektivně reagovat na zátěžové situace, a zabránit tak pádu.

Klíčová slova: stárnutí – pády – kontrolní systémy balanců – rizikové faktory pádu

Summary: The growing incidence of falls is a global problem that not only affects the quality of life of those involved, but also has a far-reaching economic impact, both direct – including health care costs, and indirect – involving the loss of productivity of those affected and their families. It is known that the incidence of falls increases in the elderly, and therefore the question arises as to what changes occur in old age that may affect the risk and incidence of falls. From a biomechanical point of view, there are fundamental changes that affect the building blocks of the system (muscles, bones, joints, ligaments, fascia, and also the senses), but these cannot be separated from neurophysiological changes, i.e. from the functioning of the central nervous system (including receptors). In old age, the postural setting changes, the range of motion in the joints is reduced, the quality of soft tissues and bones (sarcopenia, osteopenia) deteriorates, muscle strength decreases, visual acuity is lost and hearing and the vestibular system function deteriorate. The number of receptors and their sensitivity is decreasing, the conduction of nerve impulses is slowing down, the process of evaluating information, creating responses and finding adequate movement patterns is also slower. Neuromuscular junction is also affected and movement stereotypes change. A change in the construction of one structure will naturally result in a change in the function of the given structure and affects the function and construction of other structures. All the changes that occur gradually during a person's life are likely to result in a deterioration of the human body's ability to respond flexibly and effectively to stressful situations and thus prevent a fall.

Key words: aging – falls – balance control systems – risk factors of falls

Úvod

Riziko a výskyt pádu se ve stáří zvyšují [1–3]. Statistická data různých zemí uvádí, že až třetina jedinců starších 65 let zažívá v průběhu jednoho roku pád [4–6]. Následkem pádu nejsou pouze

fyzická zranění, ať už vážná, či středně těžká, a s nimi spojená ztráta nezávislosti, ale také strach z pádu a vyhýbání se pohybové aktivitě, které mají negativní vliv na zdraví, nezávislost a kvalitu života daných jedinců [7,8]. Vzhle-

dem k celosvětovému stárnutí populace se očekává zvýšení počtu zranění souvisejících s pády [9,10]. Toto navýšení by v roce 2030 mělo dosahovat již 100 %, přičemž náklady na léčbu by měly vzrůst až o 170 % [11]. Řada studií ukázala, že

intervence zaměřené na snižování rizika a výskytu pádu jsou efektivní [12–18]. V současné době je ale problematická dostupnost těchto programů, neboť neexistuje jednotný systém péče či chybí centra zabývající se výše uvedenou problematikou. Navíc není jasné, jak různá náplň intervencí ovlivňuje jejich efektivitu. Adherence a motivace starších jedinců k intervencím hraje rovněž velkou roli, neboť bez jejich aktivního zapojení nemůže dojít ke zlepšení jejich stavu.

Stárnutí

Proces stárnutí může být považován za nelineární systémovou reorganizaci těla, tj. biologického systému [19]. Tradičně bývá stárnutí považováno za něco negativního, co je spojováno s úbytkem struktur a omezováním funkcí neuromuskuloskeletálního systému [20]. Dle konceptu dynamického systému však proces stárnutí není způsoben izolovanými změnami v různých strukturách, ale souhrnnými změnami ve vzájemně na sebe působících subsystémech [20]. Změny spojované se stárnutím mohou být odrazem životního stylu jedince a ovlivněny výskytem disabilit vycházejících z onemocnění [21,22]. Ve stáří vykazuje systém méně komplexní vzorec variability [23]. Ztráta komplexnosti se odráží v tendenci k pravidelnějšímu kolísání fyziologických parametrů, což bývá spojováno také s nižší adaptabilitou [24]. Současně je pozorována tzv. dediferenciace, tj. ztráta funkční specializace struktur, mechanismů či chování, jež se tak stávají jednoduššími, méně zřetelnými a společnými pro různé funkce. Dovednosti (neurální spojení) vytvářející se v průběhu života se postupně vytrácejí, chování systému je lépe předvídatelné a periodičtější [19].

Stárnutí je dále charakteristické zvýšenou citlivostí a zranitelností, progresivním poklesem fyziologických funkcí, změnami v biochemickém složení tkání a omezením schopnosti adaptivně reagovat na environmentální podněty. Pro proces senescence je typické snižování

efektivity a účinnosti fungování lidského systému, v organismu dochází k hromadění rozličných defektů (chyb), přičemž organismus ztrácí schopnost tyto defekty opravovat a nahrazovat vadné či odumřelé buňky novými (Hayflickův limit – neschopnost obnovovat správnou strukturu biomolekul neomezeně dlouho), je náchylnější k různým onemocněním, ztrácí se jeho vitalita a dochází k postupnému „chátrání“ tělesné schránky jedince [25].

Teorií, které objasňují proces stárnutí, je mnoho – např. stochastické (teorie somatických mutací a opravy DNA; teorie chyba-pohroma; teorie příčných vazeb/modifikace proteinu; teorie volných radikálů/mutací mitochondriální DNA) a vývojově-genetické (geny dlouhověkosti; syndromy zrychleného stárnutí; neuroendokrinní a imunologická teorie; teorie programovaného stárnutí či buněčného stárnutí – telomery, buněčná smrt). Stochastické teorie předpokládají, že stárnutí je zapříčiněno náhodným poškozením molekul, přičemž se tato poškození hromadí a při dosažení určitého stupně způsobují pokles fyziologických funkcí. Vývojově-genetické teorie vnímají stárnutí jako součást genetického programu a řízeného procesu vývoje a dospívání [25].

Změny sledované ve stáří

Ve stáří dochází ke změnám na buněčné i molekulární úrovni, které se odráží v celkových změnách biologického systému. Tělesné změny postihují většinu orgánových soustav, tj. systém respirační, kardiovaskulární, nervový, pohybový, trávicí, pohlavní a vylučovací, ústrojí kožní i smyslové vnímání. Z funkčního hlediska nás může zajímat např. ztráta elasticity a pružnosti tkání, řídnutí kostí s úbytkem svalové hmoty, pokles pracovní kapacity srdce, snížení výkonnosti dýchacího systému, snížení schopnosti vedení a přijímání vzruchů nervovými vlákny a zpomalení reflexů, redukce ostrosti zraku a sluchu, snížení výšky postavy a ztráta napřímení projevující se např. mírným

předklonem při chůzi, zhoršené vnímání pohybu a dotyku či zpomalení psychomotorického tempa. Starší osoby reagují ve srovnání s mladšími pomaleji, ale přesněji, jednají podle schémat, k sestavení programu potřebují více času, hůře se mezi různými programy orientují a ztrácí schopnost přecházet z jednoho programu činnosti na jiný [20,26,27].

Pojivové tkáně

Ve stáří dochází ke změnám v pojivových tkáních, v kostní hmotě, chrupavkách, synoviální tekutině a kolagenu. Změny cirkulujících humorálních faktorů (hormony, cytokiny, růstové faktory), alterace programovaného buněčného stárnutí (ztráta schopnosti buňky dělit se a růst), pomalejší obnova buněk pojivových tkání, změny v síťování makromolekul (matrix), zvýšený obsah pigmentů a tukových látek uvnitř buněk, ztráta schopnosti buněk fungovat a jejich počínající abnormální fungování, hromadění odpadních látek ve tkáních (lipofuscin) a změny v procesu apoptózy předurčují změnu biologických procesů pojivových tkání a vedou ke snížení efektivního udržování homeostázy ve tkáních u starších lidí, což se navenek projevuje zvýšenou tuhostí, sníženou silou a ztrátou obsahu vody [28]. S přibývajícím věkem dochází dále ke zmenšení tloušťky a hustoty subchondrální kosti (vrstva pod kloubní chrupavkou). Změny kostní tkáně mají přímý vliv na pohyblivost kloubů, postihují totiž i samotné kloubní plochy, což následně působí na vlastní mechaniku kloubů [29]. Ve stáří jsou pohyby kloubů pomalejší a méně flexibilní, neboť dochází ke ztenčení chrupavky, klesá množství synoviální tekutiny uvnitř kloubů a zkracují se vazy, které ztrácí také svoji flexibilitu, což způsobuje zmíněný pocit kloubní tuhosti. S věkem se snižuje velikost molekul kyseliny hyaluronové v synoviální tekutině kloubů, což omezuje její schopnost účinně tlumit a „promazávat“ klouby pro zachování koordinovaného pohybu. Vazy, šlachy, kosti, chrupavky

i kůže obsahují kolagen. S přibývajícím věkem klesá hladina kolagenu, který má zásadní vliv na pružnost tkání a mění se jeho struktura, což vede ke ztrátě flexibility a zvyšuje se křehkost zmíněných pojivových tkání [30].

Svalová hmota a svalová síla

S přibývajícím věkem bývá sledován také úbytek kosterní svalové hmoty, a to z hlediska jejího objemu i funkčnosti [31]. Tento fenomén se nazývá sarkopenie a bývá doprovázen snížením svalové síly (maximální, rychlá, reakční, vytrvalostní) a snížením počtu motorických jednotek. Na nižší úrovni se ve stáří jedná především o ztrátu rychlých svalových vláken (II. typ), což limituje zejména rychlou sílu [32]. Dále dochází k tomu, že zbývající motorické jednotky rozšiřují svůj rozsah inervace, a to proto, aby kompenzovaly funkci zaniklých motorických jednotek [33]. U starších lidí však bylo pozorováno dosažení tzv. inflekčního bodu, kdy se již velikost motorických jednotek nezvyšuje, ale naopak snižuje. Díky moderním technologiím, které umožňují izolovat jednotlivá svalová vlákna, byly objasněny jejich enzymatické a kontraktilní vlastnosti [34]. Izoformy těžkého řetězce myosinu určují základní vlastnosti svalových vláken – typ I (pomalé oxidační), typ IIa (rychlé oxidačně-glykolitické) a typ IIb (rychlé glykolitické). Kromě zmíněných „čistých“ forem existují i hybridní formy, jejichž charakteristiky (fenotyp) se nacházejí na pomezí. Stárnutí způsobuje proporcionální zvýšení těžkých řetězců myosinu determinujících svalová vlákna typu I i denervaci svalových vláken [35], ale přeměna rychlých svalových vláken na pomalá prokázána nebyla. Přesto byl u starších jedinců (průměrný věk 88 let) sledován profil těžkých řetězců myosinu, který indikoval mimořádně vysoké procento hybridních izoform (tj. 51 % : 20 % sledovaných u mladých jedinců) [36]. Dále bylo pozorováno, že rychlá (fast-twitch) vlákna, která překonala stárnutím podmíněnou ztrátu motorických jednotek, se stala

„elitními“ (kompenzační mechanismus). U velmi starých jedinců (průměrný věk 89 let) bylo totiž v porovnání s mladými jedinci (20 let) zjištěno, že svalová vlákna typu IIa vykazují významně vyšší normalizovanou sílu při zohlednění jejich velikosti, síly a rychlosti [37].

Rozsahy pohybu a provedení pohybu

Se změnou postury, tj. odlišným nastavením segmentů těla, souvisí i změny v rozsahu pohybu v kloubech a změny v napětí ligament, šlach, svalových vláken, fascií a kůže. Ve stáří se snižují pasivní i aktivní rozsahy pohybu kloubů, přičemž aktivní se často snižují více než pasivní, a současně toto snížení není rovnoměrné – různé klouby mají různý stupeň omezení pohybu a liší se také směrem omezení [38,39]. Biomechanické postavení kloubních ploch je u mladých a starších jedinců odlišné, proto mohou být patrné i změny v provedení pohybu. S tím souvisejí i odlišné rozsahy pohybu v jednotlivých kloubech s rozdíly v distribuci adekvátní svalové síly. Ve stáří se také více projeví nevhodné pohybové stereotypy a dříve funkční problémy již často nabývají strukturální charakter.

Postura a vzpřímené držení těla

Vzpřímená poloha těla osciluje vlivem dynamického udržování polohy, ale i vlivem respiračních pohybů ovlivňujících profil postury [40]. Udržování vzpřímeného držení závisí jak na parametrech souvisejících s působením tíhové síly, jako jsou výška, hmotnost, struktura segmentů a vlastnosti opěrné plochy, tak především na svalové aktivitě [40]. Gravitace má na vzpřímené držení těla trvalý rušivý efekt vyvolávající pertubace s tendencí posouvat těžiště mimo opěrnou bázi [41]. S roustoucím věkem se konfigurace lidského těla mění. I přes řadu výjimek, které mohou být způsobeny nemocemi, životním stylem, pracovní náplní a vlivem okolního prostředí,

nalzáme u starších dospělých podobný charakter změn posturálních i funkčních s poklesem schopností a výkonnosti jedinců.

Změny postury, které se u seniorů objevují, mají vliv na biomechanické fungování celého těla. Neuromuskulofascioskeletální změny jsou spolu úzce provázané, neboť porucha jednoho systému vyvolává, způsobuje, odráží se či vzniká současně s poruchou ostatních systémů. I přes tuto funkční i strukturální propojenost často hodnotíme jednotlivé systémy odděleně a snažíme se najít primární příčinu těchto často dysfunkčních změn. S přibývajícím věkem se mění držení těla a postavení páteře. Pro stařekou postavu je typická menší tělesná výška a tzv. shrbení, které je spojeno s atrofií meziobratlových disků, s řidnutím těl obratlů a s atrofií kosterních svalů, které ztrácejí svoji primární funkci. Páteř jako celek tedy pozbývá na výšce, mění se její typické zakřivení a omezuje se její hybnost. Postupně dochází ke zvýraznění křivek páteře, přičemž nejnápadnější je kyfotizace hrudního úseku páteře s odpovídajícími změnami v oblasti bederní a krční. Těla obratlů již nejsou postavena vertikálně „nad sebou“, ale jakoby „utíkala“ anteriorním či posteriorním směrem do zešíkmení, což mění jejich artikulační plochy. Současně se mění i postavení hlavy, hrudního koše, ramenního a pánevního pletence i horních a dolních končetin. Odlišné nastavení segmentů těla zákonitě mění hybnost a působící síly. Ztrácí se centrované nastavení, tj. pozice jednotlivých segmentů, při níž jsou síly působící na kloub rovnoměrně rozloženy na styčných plochách, kloubní pouzdro je minimálně napjaté, kloubní vazy jsou uvolněny a svaly v tomto nastavení mohou fungovat efektivně s minimálními energetickými nároky, neboť mají příznivé mechanické podmínky, které umožňují produkovat velké napětí/sílu. Toto neutrální postavení segmentů umožňuje z biomechanického hlediska ideální statické zatížení [42].

Rizikové faktory pádu

Pro tvorbu co nejefektivnějších „protipádových“ intervencí je nutné vycházet ze samotné příčiny pádu. Příčiny pádu jsou však často multifaktoriální. Důvodem incidenčního pádu může být jak fyzický stav jedinců, tak i jejich okolní prostředí. Rizikové faktory pádu proto rozlišujeme na vnější a vnitřní [43–45]. Dělit je můžeme také na faktory biologické, behaviorální, environmentální a socioekonomické [11]. Pád je výsledkem složitých komplexních interakcí výše uvedených rizikových faktorů, které se vzájemně zesilují, a bývá definován jako „neočekávaná událost, jejímž důsledkem je nepředvídané spočinutí osoby na zemi, podlaze či ploše nižší výškové úrovně“ [43,44].

Biologické rizikové faktory zahrnují charakteristiky, které souvisejí s lidským tělem. Patří mezi ně např. věk, pohlaví a rasa; pokles úrovně fyzických, kognitivních a afektivních schopností či komorbidit spojené s chronickými onemocněními (Parkinsonova choroba, Alzheimerova choroba, artritida, osteoporóza, hypertenze, diabetes mellitus atd.) [11,46]. Četnost a závažnost biologických rizikových faktorů se ve stáří zvyšuje, a to mimo jiné i jako důsledek procesu stárnutí.

K behaviorálním rizikovým faktorům patří ty faktory, které se týkají lidských činů, emocí a každodenních rozhodnutí. Lze je, na rozdíl od biologických rizikových faktorů, modifikovat, upravovat, a to nezávisle na věku. Příkladem může být rizikové chování, kam se řadí např. nadměrný příjem alkoholu, užívání velkého počtu léků (nežádoucí vedlejší účinky), sedavé chování, nezdravá strava, nedostatek pohybu, tj. nezdravý životní styl [11,47]. Behaviorální rizikové faktory mají přímý dopad na biologické charakteristiky jedince.

Environmentální rizikové faktory označují především souhrn fyzických předpokladů jedince a jeho okolního prostředí, a to vč. rizikového domácího i venkovního prostředí. Za rizikové jsou

považovány např. úzké schody, kluzká podlaha a kluzký povrch schodů, volné koberce, prahy, nedostatečné osvětlení, nevhodný design budov či popráskané nebo nerovné chodníky [11]. Tyto faktory nebývají samy o sobě příčinou pádu. U starších lidí však mohou napomáhat vzniku pádu, neboť jejich schopnost přizpůsobení se zevnímu prostředí může být z různých příčin narušena.

Mezi socioekonomické rizikové faktory se řadí ty faktory, které jsou ovlivněny sociálními podmínkami a ekonomickým postavením jedinců. Zahrnují např. nízký příjem, nízké vzdělání, nevhovující bydlení, nedostatek sociálních interakcí, omezený přístup ke zdravotní a sociální péči a nedostatek komunitních zdrojů [11].

Všechny uvedené faktory jsou těsně provázané a o tom, jaké je riziko pádu, rozhoduje v daném okamžiku jejich souhrnný efekt. Riziko pádu také úzce souvisí se strachem z pádu a schopností se s pádem vyrovnat, s nezodpovědným chováním (lezení po žebříku atd.), s nevhodnou obuví [48,49] a oblečením či s nošením a přenášením břemen, s pohybovou aktivitou a výživou [50–52]. K vnitřním rizikovým faktorům patří např. svalové oslabení, snížená fyzická zdatnost, snížení svalové síly, zhoršení rovnováhy a chůze, zhoršení flexibility a koordinace, ztráta citlivosti a vnímání končetin a chodidel, bolest chodidel, jejich onemocnění, deformace či dřívější zranění, problémy se zrakem, ztráta sluchu, chronická a akutní onemocnění, závratě, posturální hypotenze, kognitivní deficit (vč. zmatenosti, demence a deliria), deprese a v neposlední řadě také sarkopenie (tj. úbytek svalové hmoty) [11,53]. Ke zvýšení rizika pádu mohou přispívat také různé skupiny léků. Negativní vliv byl pozorován např. u benzodiazepinů (úzkost, spánek), psychotropních látek (deprese), tyroxinu, analgetik, antikoagulantů a mnoha dalších [11]. Starší lidé mají navíc tendenci užívat větší množství léků v porovnání s mladými lidmi, s čímž souvisí i inter-

akce mezi různými léčivými. Problematické je také nedodržování doporučení stanovených lékařem (např. nadměrná konzumace léčiv či zapomenutí na medikaci), což může vést k poruchám bdělosti, úsudku a koordinace; k závratím, ke zvýšené ztuhlosti a slabosti, ke změnám mechanismu udržování rovnováhy a schopnosti rozpoznat překážky a přizpůsobit se jim [52].

Biomechanické hledisko rizika pádu

Z biomechanického pohledu je riziko pádu úzce spjato s procesem posturální kontroly. Posturální kontrola je nezbytná pro úspěšnou realizaci motorických akcí a zahrnuje kontrolu pozice těla v prostoru, orientaci a stabilizaci [54,55]. V klidovém stoji tělo nepřetržitě osciluje ve směru anteroposteriorním i mediolaterálním [56]. Tyto oscilace nazýváme spontánními titubacemi [56]. Titubace vznikají korekčním zásahem fázických svalů trupu a končetin, které se snaží navracet působiště reakční síly (tj. působiště vektoru výsledné reakční síly) do středu opěrné stabilizační báze [40,57].

Zdravý systém disponuje schopností rychle, přesně a koordinovaně reagovat na aktuální stav prostředí nebo jeho změnu. Potenciální nebezpečné důsledky nepředvídané, rušivé působící změny prostředí jsou omezovány reflexní činností míšního servomechanismu sloužícího k zamezení destabilizace, a tím i pádu. Riziko pádu bývá snižováno skrze automatický reflexní pohyb zaměřený proti pádu, na nějž navazuje vědomě řízený obranný pohyb korigující destabilizaci s cílem zabránit pádu [40]. Pád je tedy následek neadekvátní odezvy lidského systému, která může být způsobena vnějším, ale i vnitřním působením.

Pro eliminaci pádu se za klíčové považuje udržení balance neboli posturální stabilizace, tj. kontrola těžiště ve vztahu k opěrné bázi, tedy neustálé udržování polohy těžiště nad opěrnou bází [53]. Kontrolní systém balance sestává ze

Tab. 1. Kontrolní systémy balance (převzato a upraveno z [27]).

Tab. 1. Balance control systems (adapted according to [27]).

Kontrolní systémy balance	Subsystémy	Funkce v udržování balance	Vliv stárnutí
Senzorický systém	vestibulární systém	vnímání lineárního a úhlového zrychlení hlavy a gravitačního zrychlení	úbytek sensorů, snížená amplituda vestibulárních reflexů
	vizuální systém	vnímání lineárního a úhlového zrychlení hlavy a potenciálních překážek v prostředí ohrožujících udržení rovnováhy	úbytek sensorů; snížená ostrost, zhoršené vnímání hloubky a kontrastu, zhoršené přizpůsobení se slabému osvětlení a měnící se vzdálenosti předmětů v prostředí
	proprioceptivní somatosenzorický systém (svalová vřeténka, receptory ve šlachách, kloubech a kůži)	udržování postury a vnímání pohybu segmentů těla vůči sobě navzájem	úbytek počtu a citlivosti sensorů; snížené vnímání polohy kloubů
	exteroceptivní somatosenzorický systém (receptory v chodidlech, dlaních)	vnímání hmatových informací a sil vyvíjených na prostředí prostřednictvím chodidel a dlaní	úbytek sensorů; snížená citlivost chodidel
Centrální nervový systém	mícha a mozkový kmen	míšní reflexy a automatické rovnovážné reakce	úbytek bílé hmoty (myelinová pochva, myelinová nervová vlákna), zpomalení přenosu sensorických informací
	sensorická jádra; (pre-) motorická, frontální a prefrontální kůra	předvídaní vlastních a vnějších perturbací, inhibice plánovaných aktivit	úbytek bílé (myelinová pochva, myelinová nervová vlákna) a šedé hmoty (nervové buňky), narušení sensorické integrace a inhibice
	mozeček	senzomotorická integrace	úbytek šedé hmoty (nervových buněk), zhoršená koordinace
Motorický systém	motorické jednotky	regulace síly	úbytek počtu motorických jednotek, snížená přesnost
	svaly	produkce síly	úbytek svalových vláken (zejména typ II.), snížená svalová síla a výkon
	šlachy	přenos síly ze svalů na kostru	snížená tuhost, pomalejší přenos síly

sensorických subsystémů, jejich aferentních nervů, rozsáhlé neurální/mozkové sítě a motorického systému [27]. Sensorický systém je tvořen vizuálním, vestibulárním a somatosenzorickým (proprioceptivním a exteroceptivním) subsystémem, které jsou zodpovědné za interakce s prostředím a za určování polohy těla. Informace z těchto subsystémů jsou vedeny a dále zpracovávány centrálním nervovým systémem. Ten rozhoduje o odpovědi, tedy co je zapo-

třebí k udržení či obnovení balance, a to na základě porovnání, výběru a kombinace sensorických vstupů. Po určení odpovědi, tj. způsobu provedení pohybu, jsou zvoleny a nastaveny vzorce svalové aktivity a skrze svalový systém dochází k vlastní realizaci pohybu. Provedení tohoto pohybu je opět sledováno sensorickým systémem, který vytváří zpětnou vazbu. Nestabilita však nemusí být pouze detekována zpětnou vazbou (feedback), může být i předvídána prostřednictvím

dopředu před vlastním pádem (feedforward). Sensorická aference je v tomto případě využita k predikci budoucích perturbací. Díky anticipační reakci mohou být tyto perturbace zmírněny či dokonce zcela eliminovány [27,45].

Pro kontrolu balance jsou důležité všechny uvedené subsystémy a jejich kooperace, přesto se míra jejich zapojení a důležitosti v různých situacích liší (běžná chůze, chůze ve tmě, chůze proti proudu řeky). Omezení či nedostatečná

funkce jedné podsložky může být kompenzována jinými podsložkami, tj. zvýšením významu funkce ostatních. Kompenzační kapacita je však omezená, proto můžeme zejména v náročnějších situacích a podmínkách sledovat nedostatků v udržování balance. Jakmile dojde k výrazné poruše nebo omezení jednoho subsystému či subsystémů, odráží se to v kvalitě provedení úkonu. Jelikož jde o vysoce komplexní proces, není jednoduché odhalit, na které úrovni se vyskytl problém, neboť jednotlivé činnosti jsou úzce provázané. Fyziologické stárnutí těchto subsystémů však může limitovat naši schopnost řídit balanc (tab. 1).

U jedinců starších než 60 let bývá pozorováno progresivní zvyšování titubací těla [20,58]. To bývá považováno za následek zvýšeného „šumu“ v systému (organizmu), který je přičítán degradaci senzorického systému, která se objevuje při stárnutí [59]. Aby se spontánní titubace pozorované u mladých jedinců podobaly těm, které jsou sledovány u starších dospělých, musela by se hladina šumu zvýšit o 50 % [56]. Zvýšení titubací u starších jedinců indikuje dle některých autorů nestabilitu, a proto bývá spojováno s incidencí pádu a považováno za škodlivé [60].

Jiní autoři však oponují a uvádí, že centrální nervový systém záměrně produkuje titubace, které jsou tzv. průzkumným mechanismem pro získávání senzorických informací [59]. Tato strategie zabraňuje adaptaci senzorických receptorů a současně stimuluje zapojení většího počtu receptorů a podporuje jejich rozmanitost (rychle a pomalu adaptující se receptory). Skrze titubace by tak z hlediska kvality a kvantity mělo dojít k získání spolehlivých senzorických vstupů, jež jsou využívány v posturální kontrole. Vzhledem ke zvýšení prahů detekujících vjemy může dále zvýšení fyziologického kolísání u starších dospělých sloužit k získání kvalitnějších informací o mezích (limitech) stability [20].

Přirozeně, např. při dýchání, se rytmicky mění tvar hrudníku a břišní krajiny, čímž se mění i poloha průmětu těžiště do opěrné báze [40]. Tyto diskrétní změny jsou zaznamenávány senzoric-kým systémem a porovnávány s informacemi z kortexu, vestibulárního aparátu, mozečku a zrakového orgánu. Zpracované a vyhodnocené informace slouží následně k přizpůsobení polohy tělesných segmentů (prostřednictvím aktivity muskuloskeletálního systému) aktuálnímu stavu prostředí. Vzhledem k latenci jak nervového, tak i muskulárního systému můžeme sledovat výchyly, např. „hru šlach“, které jsou známkou adjustace polohy jednotlivých segmentů. Informace získané z vnějšího, ale i vnitřního prostředí jsou nepřetržitě zpracovávány a využity jak při udržování kvazistatické polohy (stoj, sed), tak i při provádění dynamického pohybu [40].

Závěr

S přibývajícím věkem se lidský organizmus mění. Tyto změny mají involuční charakter a bývají spojovány s úbytkem funkcí a struktur. Převážně jsou hodnoceny jako negativní. Z biomechanického hlediska jsou zásadní změny, které se týkají stavebních článků systému (svaly, kosti, klouby, vazy, fascie, potažmo smysly – zrak, sluch a vestibulární aparát), ty ale nelze oddělovat od změn neurofyziologických, tj. od fungování centrálního nervového systému (vč. receptorů). Dochází např. ke změně posturálního nastavení, přítomna bývá sarkopenie a snížená svalová síla, omezené rozsahy pohybu a změna kvality měkkých tkání. Dále se objevují problémy se zrakem, sluchem a vestibulárním aparátem, dochází ke snížení citlivosti a k úbytku receptorů, ke zpomalení neurálního vedení (vedení nervových vzruchů), ke zpomalení procesu vyhodnocování informací, ke zpomalení tvorby vhodné odpovědi či nalezení vhodného pohybového schématu. Výhodné pohybové stereotypy mohou být nahrazeny nevýhodnými až patologickými stereo-

typy. Změny se mohou objevovat i při přenosu vzruchu na nervosvalovou pleténku a v neposlední řadě se kumulují změny způsobené různými onemocněními, případně spojené s dlouhodobým či krátkodobým užíváním medikace. Tyto změny bývají sledovány současně, a to proto, že uvedené struktury (součásti) lidského organismu jsou od sebe neoddělitelné. Změna stavby jedné struktury se zákonitě projeví ve změně funkce této struktury a ovlivňuje funkci i stavbu dalších struktur. Všechny tyto změny, ke kterým dochází postupně v průběhu života jedince, mají pravděpodobně za následek zhoršení schopnosti lidského těla reagovat na zátěžové situace (tj. situace předcházející pádu). S rostoucím věkem se zvyšuje nejen četnost těchto změn, ale zhoršují se i jejich následky, neboť systém ztrácí také kompenzační kapacitu, tj. mechanismy, kterými zprvu nahrazoval funkci pozměněných tělesných struktur. To vše může určitou mírou limitovat adaptaci biologického systému a zvyšovat riziko i výskyt pádu ve stáří.

Proces stárnutí dosud stále skrývá mnoho otázek. Přesto je snahou pochopit základní mechanismy stárnutí, k čemuž přispívají nejnovější poznatky a porozumění základním biologickým, genetickým, molekulárním a buněčným aspektům životních procesů.

Literatura

1. Hamacher D, Singh NB, Van Dieën JH et al. Kinematic measures for assessing gait stability in elderly individuals: a systematic review. *J R Soc Interface* 2011; 8(65):1682–1698. doi: 10.1098/rsif.2011.0416.
2. Kang HG, Dingwell JB. Effects of walking speed, strength and range of motion on gait stability in healthy older adults. *J Biomech* 2008; 41(14): 2899–2905. doi: 10.1016/j.jbiomech.2008.08.002.
3. Lamothe CJ, van Deudekom FJ, van Campen JP et al. Gait stability and variability measures show effects of impaired cognition and dual tasking in frail people. *J Neuroeng Rehabil* 2011; 8(2): 1–9. doi: 10.1186/1743-0003-8-2.
4. Blake AJ, Morgan K, Bendall MJ et al. Falls by elderly people at home: prevalence and associated factors. *Age Ageing* 1988; 17(6): 365–372. doi: 10.1093/ageing/17.6.365.

5. Stalenhoef PA, Diederiks JPM, Knottnerus JA et al. A risk model for the prediction of recurrent falls in community-dwelling elderly: a prospective cohort study. *J Clin Epidemiol* 2002; 55(11): 1088–1094. doi: 10.1016/s0895-4356(02)00502-4.
6. Stalenhoef PA, Crebolder HFJ, Knottnerus JA et al. Incidence, risk factors and consequences of falls among elderly subjects living in the community. *Eur J Public Health* 1997; 7(3): 328–334. doi: 10.1093/eurpub/7.3.328.
7. Scott V, Pearce M, Pengelly C. Technical report: hospitalizations due to falls among Canadians age 65 and over. 2005. [online]. Available from: https://www.phac-aspc.gc.ca/seniors-aines/alt-formats/pdf/publications/pro/injury-blessure/seniors_falls/technical-report-hospitalization-s_e.pdf.
8. Florence CS, Bergen G, Atherly A et al. Medical costs of fatal and nonfatal falls in older adults. *J Am Geriatr Soc* 2018; 66(4): 693–698. doi: 10.1111/jgs.15304.
9. Eurostat. Statistics Explained. Population structure and ageing. 2019. [online]. Available from: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population_structure_and_ageing#Past_and_future_population_ageing_trends_in_the_EU.
10. Štyglarová T, Němečková M, Šimek M. Stárnutí se nevyhne. Český statistický úřad. 2014. [online]. Dostupné na: <https://www.czso.cz/csu/czso/ea002b5947>.
11. World Health Organization. WHO Global report on falls prevention in older age. Geneva: WHO Press 2007.
12. El-Khoury F, Cassou B, Charles MA et al. The effect of fall prevention exercise programmes on fall induced injuries in community dwelling older adults: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ* 2013; 347: f6234. doi: 10.1136/bmj.f6234.
13. Guirguis-Blake JM, Michael YL, Perdue LA et al. Interventions to prevent falls in older adults: updated evidence report and systematic review for the US preventive services task force. *JAMA* 2018; 319(16): 1705–1716. doi: 10.1001/jama.2017.21962.
14. Hamed A, Bohm S, Mersmann F et al. Follow-up efficacy of physical exercise interventions on fall incidence and fall risk in healthy older adults: a systematic review and meta-analysis. *Sports Med* 2018; 4(1): 56. doi: 10.1186/s40798-018-0170-z.
15. Medical Advisory Secretariat. Prevention of falls and fall-related injuries in community-dwelling seniors: an evidence-based analysis. *Ont Health Technol Assess Ser* 2008; 8(2): 1–78.
16. Pfortmueller CA, Kunz M, Lindner G et al. Fall-related emergency department admission: fall environment and settings and related injury patterns in 6 357 patients with special emphasis on the elderly. *Sci World J* 2014; 256519. doi: 10.1155/2014/256519.
17. Sherrington C, Whitney JC, Lord SR et al. Effective exercise for the prevention of falls: a systematic review and meta-analysis. *J Am Geriatr Soc* 2008; 56(12): 2234–2243. doi: 10.1111/j.1532-5415.2008.02014.x.
18. Wong R, Chong KC, Law SW et al. The effectiveness of exercises on fall and fracture prevention amongst community elderlies: a systematic review and meta-analysis. *J Orthop Translat* 2020; 24: 58–65. doi: 10.1016/j.jot.2020.05.007.
19. Sleimen-Malkoun R, Temprado JJ, Hong SL. Aging induced loss of complexity and dedifferentiation: consequences for coordination dynamics within and between brain, muscular and behavioral levels. *Front Aging Neurosci* 2014; 6(140): 1–17. doi: 10.3389/fnagi.2014.00140.
20. Moraes R, Mauerberg-deCastro E. Complex systems approach to the study of posture and locomotion in older people. In: Barbieri FA, Vitorio R (eds). *Locomotion and posture in older adults: the role of aging and movement disorders*. Springer 2017: 3–20.
21. Leyk D, Rütger T, Wunderlich M et al. Physical performance in middle age and old age: good news for our sedentary and aging society. *Dtsch Arztebl Int* 2010; 107(46): 809–816. doi: 10.3238/arztebl.2010.0809.
22. Rittweger J, Kwiet A, Felsenberg D. Physical performance in aging elite athletes –challenging the limits of physiology. *J Musculoskelet Neuro Interact* 2004; 4(2): 159–160.
23. Lipsitz LA, Goldberger AL. Loss of “complexity” and aging. Potential applications of fractals and chaos theory to senescence. *JAMA* 1992; 267(13): 1806–1809.
24. Manor B, Costa MD, Hu K et al. Physiological complexity and system adaptability: evidence from postural control dynamics of older adults. *J Appl Physiol* 2010; 109(6): 1786–1791. doi: 10.1152/jappphysiol.00390.2010.
25. Troen BR. The biology of aging. *Mt Sinai J Med* 2003; 70(1): 3–22.
26. Hollands M, Hollands K, Rietdyk S. Visual control of adaptive locomotion and changes due to natural ageing. In: Barbieri FA, Vitorio R (eds). *Locomotion and posture in older adults: the role of aging and movement disorders*. Springer 2017: 55–72.
27. Van Dieën JH, Pijnappels M. Balance control in older adults. In: Barbieri F, Vitorio R (eds). *Locomotion and posture in older adults: the role of aging and movement disorders*. Springer 2017: 237–262.
28. Freemont AJ, Hoyland JA. Morphology, mechanisms and pathology of musculoskeletal ageing. *J Pathol* 2007; 211(2): 252–259. doi: 10.1002/path.2097.
29. Yamada K, Healey R, Amiel D et al. Subchondral bone of the human knee joint in aging and osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2002; 10(5): 360–369. doi: 10.1053/joca.2002.0525.
30. Li Y, Wei X, Zhou J et al. The age-related changes in cartilage and osteoarthritis. *Bio-med Res Int* 2013; 916530. doi: 10.1155/2013/916530.
31. Machek SB. Mechanisms of sarcopenia: motor unit remodelling and muscle fibre type shifts with ageing. *J Physiol* 2018; 596(16): 3467–3468. doi: 10.1113/JP276586.
32. Lehnert M, Botek M, Sigmund M et al. Kondiční trénink. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci 2014.
33. Piasecki M, Ireland A, Piasecki J et al. Failure to expand the motor unit size to compensate for declining motor unit numbers distinguishes sarcopenic from non-sarcopenic older men. *J Physiol* 2018; 596(16): 1627–1637. doi: 10.1113/JP275520.
34. Murach KA, Bagley JR, McLeland KA et al. Improving human skeletal muscle myosin heavy chain fiber typing efficiency. *J Muscle Res Cell Motil* 2016; 37(1–2): 1–5. doi: 10.1007/s10974-016-9441-9.
35. Spendiff S, Vuda M, Gouspillou G et al. Denervation drives mitochondrial dysfunction in skeletal muscle of octogenarians. *J Physiol* 2016; 594(24): 7361–7379. doi: 10.1113/JP272487.
36. Andersen J, Terzis G, Kryger A. Increase in the degree of coexpression of myosin heavy chain isoforms in skeletal muscle fibers of the very old. *Muscle Nerve* 1999; 22(4): 449–540. doi: 10.1002/(sici)1097-4598(199904)22:4<449::aid-mus4>3.0.co;2-2.
37. Grosicki GJ, Standley RA, Murach KA et al. Improved single muscle fiber quality in the oldest-old. *J Appl Physiol* 2016; 121(4): 878–884. doi: 10.1152/jappphysiol.00479.2016.
38. Doriot N, Wang X. Effects of age and gender on maximum voluntary range of motion of the upper body joints. *Ergonomics* 2006; 49(3): 269–281. doi: 10.1080/00140130500489873.
39. Bible JE, Simpson AK, Emerson JW et al. Quantifying the effects of degeneration and other patient factors on lumbar segmental range of motion using multivariate analysis. *Spine* 2008; 33(16): 1793–1799. doi: 10.1097/BRS.0b013e31817b8f3a.
40. Věle F. Kineziologie: přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy. Praha: Triton 2006.
41. Loram ID, Lakie M. Direct measurement of human ankle stiffness during quiet standing: the intrinsic mechanical stiffness is insufficient for stability. *J Physiol* 2002; 545(3): 1041–1053. doi: 10.1113/jphysiol.2002.025049.
42. Kolář P. Rehabilitace v klinické praxi. Praha: Galén 2009.
43. Brahem MB, Ayena JC, Otis MJD et al. Risk of falling assessment on different types of ground using the instrumented TUG. In: 2015 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics, Kowloon, Hong Kong 2015. IEEE2015: 2372–2377. doi: 10.1109/SMC35812.2015.
44. Silva J, Madureira J, Tonelo C et al. Comparing machine learning approaches for fall risk as-

essment. In: BIOSTEC 2017. 10th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies. 2017: 223–230.

45. Polastri P, Godoi D, Gramani-Say K. Falls and postural stability in older individuals: implications for activities of daily living. In: Barbieri FA, Vitório R (eds). Locomotion and posture in older adults: the role of aging and movement disorders. Springer 2017: 263–277.

46. Ganz SB, Peterson MG, Russo PW et al. Functional recovery after hip fracture in the subacute setting. *HSS J* 2007; 3(1): 50–57. doi: 10.1007/s11420-006-9022-3.

47. World Health Organization. Falls. 2017. [online]. Available from: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs344/en/>.

48. Menant JC, Steele JR, Menz HB et al. Effects of walking surfaces and footwear on temporal-spatial gait parameters in young and older people. *Gait Posture* 2009; 29(3): 392–397. doi: 10.1016/j.gaitpost.2008.10.057.

49. Menant JC, Perry SD, Steele JR et al. Effects of shoe characteristics on dynamic stability when walking on even and uneven surfaces in young and older people. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89(10): 1970–1976. doi: 10.1016/j.apmr.2008.02.031.

50. Gardner MM, Robertson MC, Campbell AJ. Exercise in preventing falls and fall related injuries in older people: a review of randomised

controlled trials. *Br J Sports Med* 2000; 34(1): 7–17. doi: 10.1136/bjism.34.1.7.

51. Day L, Fildes B, Gordon I et al. Randomised factorial trial of falls prevention among older people living in their own homes. *BMJ* 2002; 325(7356): 128. doi: 10.1136/bmj.325.7356.128.

52. Division of Aging and Seniors. Report on senior's fall in Canada. Ontario: Public Health Agency of Canada 2005.

53. Mochizuki L, Aliberti S. Gait stability and aging. In: Barbieri FA, Vitório R (eds). Locomotion and posture in older adults: the role of aging and movement disorders. Springer 2017: 45–54.

54. Horak F, MacPherson JM. Postural orientation and equilibrium. In: Rowell LB, Shepherd JT (eds). Handbook of physiology: Section 12 Exercise: Regulation and integration of multiple systems. New York: Oxford University Press 1996: 255–292.

55. MacPherson JM, Horak F. Posture. In: Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM et al (eds). Principles of neural science. New York: McGraw Hill 2013: 935–959.

56. Maurer C, Peterka RJ. A new interpretation of spontaneous sway measures based on a simple model of human postural control. *J Neurophysiol* 2005; 93(1): 189–200. doi: 10.1152/jn.00221.2004.

57. Bizovská L, Janura M, Míková M et al. Rovnováha a možnosti jejího hodnocení. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci 2017.

58. Sheldon JH. The effect of age on the control of sway. *Gerontol Clin (Basel)* 1963; 5: 129–138. doi: 10.1159/000244784.

59. van Emmerik RE, van Wegen EE. On the functional aspects of variability in postural control. *Exerc Sport Sci Rev* 2002; 30(4): 177–183. doi: 10.1097/00003677-200210000-00007.

60. Berg WP, Alessio HM, Mills EM et al. Circumstances and consequences of falls in independent community-dwelling older adults. *Age Ageing* 1997; 26(4): 261–268. doi: 10.1093/ageing/26.4.261.

Doručeno/Submitted: 15. 3. 2022

Přijato/Accepted: 14. 6. 2022

Korespondenční autor:

Mgr. Denisa Nohelová

Katedra přírodních věd

v kinantropologii,

Fakulta tělesné kultury, Univerzita

Palackého v Olomouci

Třída Míru 117

771 11 Olomouc

e-mail: denisa.nohelova01@upol.cz

Konflikt zájmů: Autoři deklarují, že text článku odpovídá etickým standardům a prohlašují, že v souvislosti s předmětem článku nemají finanční, poradenské ani jiné komerční zájmy.

Publikační etika: Příspěvek nebyl dosud publikován ani není v současnosti zaslán do jiného časopisu pro posouzení. Autoři souhlasí s uveřejněním svého jména a e-mailového kontaktu v publikovaném textu.

Dedikace: Vznik tohoto článku byl podpořen z projektu Univerzity Palackého v Olomouci IGA_FTK_2021_004.

Redakční rada potvrzuje, že rukopis práce splnil ICMJE kritéria pro publikace zasílané do biomedicínských časopisů.

Conflict of Interest: The authors declare that the article/manuscript complies with ethical standards and they state that they have no financial, advisory or other commercial interests in relation to the subject matter.

Publication Ethics: This article/manuscript has not been published or is currently being submitted for another review. The authors agree to publish their name and e-mail in the published article/manuscript.

Dedication: This manuscript was created with the support of the project Palacký University Olomouc IGA_FTK_2021_004.

The Editorial Board declares that the manuscript met the ICMJE "uniform requirements" for biomedical papers.

Joga – vhodná doplnková metóda onkologickej liečby?

Yoga – a suitable supplementary method of cancer treatment?

A. Obročníková, L. Derňárová, G. Kuriplachová

Katedra ošetrovateľstva, Fakulta zdravotníckych odborov, Prešovská univerzita v Prešove, Slovenská republika

Súhrn: **Cieľ:** Hromadiace sa údaje naznačujú, že joga prispieva k zlepšeniu prežívania onkologického ochorenia a jeho liečby. Cieľom tohto prehľadu je opísať súčasný stav medicínskej literatúry na túto tému. **Metódy:** Naratívny prehľad súčasnej literatúry vrátane klinických, randomizovaných kontrolných štúdií, metaanalýz, systematických prehľadov, ktoré sa zaoberajú prínosom jogy u pacientov počas a po liečbe onkologického ochorenia. **Výsledky:** Jogová terapia ako najčastejšie používaná metóda tela a mysle je rozsiahle študovaná u onkologických pacientov a tých, ktorí prežili rakovinu. Joga ovplyvňuje fyziológiu človeka na viacerých úrovniach. Štúdie preukazujú, že joga znižuje psychický stres a únavu, zlepšuje spánok a kvalitu života pacientov s rakovinou a preživších. **Záver:** Ako súčasť holistického prístupu v starostlivosti o onkologického pacienta, joga predstavuje prospešnú, lacnú metódu, ktorá podporuje zdravie pacientov a preživších.

Kľúčové slová: joga – rakovina – prínosy – liečba – pacient – preživší – kvalita života

Summary: **Aim:** Accumulating data suggest that yoga contributes to improved cancer survival and treatment. The aim of this review is to describe the current state of the medical literature on this topic. **Methods:** A narrative review of the current literature, including clinical trials, randomized control trials, meta-analyses, and systematic reviews, addressing the benefits of yoga for patients during and after cancer treatment. **Results:** As the most commonly used mind-body method, yoga therapy has been extensively studied in cancer patients and survivors. Yoga affects human physiology on multiple levels. Studies show that yoga reduces psychological stress and fatigue, improves sleep and quality of life in cancer patients and survivors. **Conclusion:** As part of a holistic approach to cancer patient care, yoga is a beneficial, inexpensive method that promotes the health of patients and survivors.

Key words: yoga – cancer – benefits – treatment – patient – survivor – quality of life

Úvod

Diagnóza a liečba rakoviny predstavuje vážne psychologické utrpenie, ktoré ovplyvňuje funkčnú kvalitu života. Dlhodobé nepriaznivé fyzické a psychické príznaky ako znížená kondícia, zvýšené riziko úzkosti, únavy alebo depresie sú spoločným menovateľom rakoviny [1]. Liečebný proces je spätý s kumuláciou rôznych chorobných stavov a ťažkostí ako je zmena vzhľadu, neplodnosť, poruchy v sexuálnej oblasti, vypadávanie vlasov, únava, nevoľnosť, zvracanie, bolesť, infekcie, trombocytopenia a iné [2]. Rakovina je sprevádzaná výraznou psychickou záťažou, strachom z neznáma, z budúcnosti, obavami z utr-

penia a bolesti, pocitmi osamelosti, strachom zo smrti [3]. Skúsenosť pacienta s uvedenými symptómami môže viesť k pocitu bezmocnosti, zúfalstva, poruchám spánku, nepriaznivej protinádorovej imunitnej reakcii, skoršiemu relapsu, zhoršeniu pridružených chorôb a celkovo k nižšej miere prežitia [4]. V klinickej praxi sa stretávame s prípadmi, kedy toxicita onkologickej liečby znižuje schopnosť pacienta dokončiť liečbu podľa predpísaného protokolu. Problémom v klinickej praxi sú dlhodobé a neskoré následky, ktoré sa môžu objaviť u pacienta po vyše ročnom období po ukončení aktívnej onkologickej liečby [5]. Odhaduje sa, že postihujú zhruba po-

lovicu onkologických pacientov, avšak nie je vylúčený ich výskyt po dobe latencie 20 rokov od úspešne ukončenej liečby [6,7].

Zatiaľ čo onkologická liečba je zameraná výlučne na usmrcovanie nádorov, progredujúca oblasť pre udržanie dlhodobej kvality života onkologických pacientov neustále vyvíja farmakologické aj nefarmakologické postupy zamerané na minimalizáciu pretrvávajúcich a neskorých nežiaducich účinkov pri maximalizácii benefitu protinádorovej liečby. Existujú intervencie, ktoré zmierňujú ťažkosti spojené s liečbou a zlepšujú kvalitu života. Jednou z účinných sa javí pravidelné cvičenie, ktoré ovplyvňuje oslabenú

svalovú silu, minimalizuje únavu a zlepšuje vnímanie kvality života onkologických pacientov. Pre redukciu únavy spojenú s rakovinou predstavuje cvičenie dôležitú terapeutickú možnosť [8]. Veľa onkologických pacientov však pociťuje viacero prekážok v pohybe. Nesporne najčastejšími fyzickými ťažkosťami sú nepohodlie a nevoľnosť, zo psychosociálnych faktorov ovplyvňujúce cvičenie sú nepriaznivý emočný stav, uvedomenie si zmeny fyzického vzhľadu, únava a strach. Spomínané bariéry vedú približne jednu tretinu onkologických pacientov k využívaniu techník doplnkovej a alternatívnej medicíny (CAM – complementary and alternative medicine) [1].

Joga

Pacienti často očakávajú komplexnejší prístup k starostlivosti o onkologické ochorenie, a preto sami vyhľadávajú nefarmakologické spôsoby liečby na zlepšenie zvládania symptómov alebo klinických výsledkov a úmrtnosti. Integratívny prístup v liečbe zahŕňa riešenie fyzických, psychospirituálnych a sociálnych potrieb popri biomedicínskych aspektoch. Joga je jednou z intervencií doplnkovej alebo komplementárnej medicíny, ktorá získava vo svete popularitu aj u pacientov s rakovinou. Joga je rokmi osvedčené cvičenie mysle a tela, ktoré preukázateľne zlepšuje fyzickú aj psychickú pohodu. Cvičenie je kombináciou fyzických póz s dýchaním a meditáciou [1]. Joga v sebe zahŕňa presné pozície a polohy (asány), dýchacie techniky (pránájámy), cvičenia zamerané na pozornosť (meditácie). Tieto tri komponenty vychádzajú z niekoľkých orientálnych tradícií z Indie (Klasická alebo Tantra joga), Tibetu (Tibetská) alebo z Číny (Chi Kung, Tai Chi). Cieľom týchto prvkov je vytvoriť harmóniu medzi mysľou a telom bez mentálneho rozptyľovania a umožniť hlbšie spojenie so sebou samým. Medzi významné zdravotné účinky jogy patria zlepšenie motoriky, flexibility, stuhnutosť a zníženie bolesti kĺbov, zlepšenie vnímania a kardiopulmonálnych funkcií.

Rôzne formy jogy kladú dôraz na rôzne prvky: niektoré sa zameriavajú na fyzické pozície, iné na kontrolu dýchania a uvedomenie a ďalšie zdôrazňujú meditáciu a filozofiu. Typické cvičenie jogy môže trvať 20–90 min. Začína sa pomalými, jemnými pohybmi spolu s pomalým, hlbokým abdominálnym dýchaním. Súčasťou sedenia môže byť aj riadená relaxácia, meditácia a niekedy aj vizualizácia. Často sa končí spievaním významného slova alebo frázy (mantry), na dosiahnutie hlbšieho stavu uvoľnenia. Napriek existencii rôznych štýlov a druhov jogy, jemná Hatha joga a Restoratívna (regeneračná) joga sú dve systematické metódy jogy, ktoré sú celosvetovo veľmi známe a akceptované tradičnou západnou medicínou. Hatha joga sa zameriava na fyzické polohy, Restoratívna joga sa zameriava na celkovú relaxáciu. Kombináciou týchto dvoch metód môžeme znížiť toxicitu súvisiacu s liečbou rakoviny [1,2,9]. Mnohé klinické štúdie skúmajúce využitie jogy ako doplnkovej metódy u onkologických pacientov uvádzajú, že joga pomáha zmiernovať emočné stavy ako stres, depresie a úzkosť, zvyšuje bunkovú imunitu a kvalitu života [10–19]. Výskumné dôkazy potvrdzujú redukciu vedľajších účinkov spojených s chemoterapiou, vyvolávajúcich únavu, poruchy spánku, nevoľnosť a zvracanie, zápchu, problémy so spánkom a bolesť. Štúdie dokonca pouka-

zujú na regeneračné účinky využívania jogy u pacientov. Joga prispieva k regulácii protinádorových a protizápalových imunitných reakcií po operácii, zníženiu genotoxického stresu, normalizácii stresových hormónov a regulácii rytmu kortizolu [2,4]. Klinické štúdie za posledné 2 desaťročia odhaľujú výhody jogy (tab. 1 [20,21]).

V súčasnosti existuje rozsiahla literatúra, ktorá podporuje používanie body-mind techník vrátane riadenej imaginácie, relaxácie, hypnózy, biofeedback, meditácie, jogy, Tai Chi, ako aj expresívneho umenia (napr. muzikoterapie) na pomoc pri znižovaní chronického stresu. Postupy napomáhajú v redukcii biologických porúch spojených s chronickým stresom, rovnako sa javia účinné v zlepšení fyzických aj duševných aspektov zdravia pred, počas a po liečbe nádorového ochorenia [22].

Záujem o oblasť jogy a jej rozšírenie sú čiastočne spôsobené robustnou dôkazovou základňou, ktorá ukazuje, že joga zlepšuje viaceré aspekty kvality života, fyziologické výsledky a biologické procesy, ako aj väčším pochopením škodlivosti chronického stresu na vzniku rakoviny. Praktizovanie tejto doplnkovej liečebnej modality v skupine onkologických pacientov a prežívších je spôsobený odporúčaním alebo ponukou čoraz viacerých nemocníc a onkologických centier.

Tab. 1. Prínos jogy pre onkologického pacienta [20,21].

Tab. 1. The benefits of yoga for oncology patients [20,21].

Počas liečby rakoviny	Po liečbe
kvalita života, vnímaný stres	kvalita života
únava	únava, spánok
Byl vzorek probandů popsán detailně?	Byl vzorek probandů popsán detailně?
biomarkery: kortizol, prozápalové cytokíny	biomarkery: prozápalové cytokíny
psychologické výsledky (hľadanie výhod a spiritualita)	znížené príznaky menopauzy, znížená artralgia
úzkosť, depresia, spánok (zmiešané dôkazy)	zlepšený lymfedém, zlepšené kognitívne funkcie

Tento trend využívania jogy podporili medzinárodné odborné spoločnosti, ktoré zahrnuli jogu ako integratívnu terapiu do svojich guidelines. Society for Integrative Oncology (SIO) a American Society of Clinical Oncology (ASCO) v klinických odporúčaníach pre používanie integratívnych terapií počas liečby rakoviny prsníka a po nej, sa joga odporúča z dôvodu preukázaných dôkazov na zníženie úzkosti, ako aj na zlepšenie kvality života, nálady, depresívnych symptómov, únavy a spánku [23]. Spoločnosť National Comprehensive Cancer Network (NCCN) uznáva jogu a odporúča pacientom možnosť zaradenia jogy v živote na zlepšenie niektorých oblastí prežívania, ako je strach, kognitívne funkcie, menopauzálne symptómy a bolesti. Joga je formálne uvedená v NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology ako účinná intervencia na zvládanie únavy súvisiacej s rakovinou a anticipačnej nevoľnosti/zvracania [24–27].

Joga v manažmente symptómov choroby a onkologickej liečby

Ľudia, ktorí prežili rakovinu, sa obracajú na doplnkové terapie, ako je joga, z dôvodu posilnenia zotavenia a pohody po liečbe. Je pravdepodobné, že táto skupina ľudí pristúpi k joge ako k doplnkovej možnosti na základe odporúčania poskytovateľov zdravotnej starostlivosti. Stanovenie účinnosti jogy na zvládanie symptómov rakoviny je rozhodujúce pre uplatnenie vhodnej podpornej starostlivosti v onkológii. Pacienti/preživší a poskytovatelia musia pochopiť potenciálne výhody a obmedzenia jogy v každom bode nádorového kontinua, od diagnostiky až po dlhodobé prežívanie. Súčasné klinické, randomizované kontrolné štúdie, metaanalýzy, systematické prehľady skúmajú dôkazy o prospešnosti jogy počas a po liečbe rakoviny.

Problémy so spánkom

Približne 30–90 % onkologických pacientov trpí narušeným spánkom počas

aj po ukončení liečby rakoviny [9]. Insomnia vedie k zvýšenej únave a depresii, k zníženej adherencii liečby a k oslabeniu fyzickej funkcie a kvality života (QOL – quality of life). Štúdia s uplatnenou intervenciou Tibetskej jogy skúmala efekt v skupine pacientov s diagnostikovaným lymfómom, ktorí hlásili narušený spánok. Cvičenie zahŕňalo kontrolované dýchanie a vizualizáciu, techniky všímavosti a nízko intenzívne pozície. Účastníci jogy vykazovali lepšiu subjektívnu kvalitu spánku, rýchlejší nástup spánku, dlhšie trvanie spánku a menšie užívanie liekov na navodenie spánku v porovnaní s pacientmi v kontrolnej skupine so štandardnou starostlivosťou [28]. Celonárodná multicentrická randomizovaná kontrolná štúdia testovala účinnosť jogy pri liečbe narušeného spánku na vzorke preživších (n = 410) s rôznym druhom onkologického ochorenia. V priebehu realizovaného štandardizovaného 4týždňového programu jogovej terapie, navrhnutý vedcami University of Rochester Medical Center NY (YOCAS® 4 týždne, 2x týždenne, 75 min/sedenie) bolo pozorované u účastníkov v 12 oslovených komunitných onkologických zariadeniach v USA signifikantné zlepšenie únavy. Participanti vykazovali v porovnaní s kontrolnou skupinou významné zlepšenie v oblastiach ako prebúdzanie po spánku, účinnejší spánok, spánkové opatrenia a užívanie liekov na spanie. Jogová intervencia programu YOCAS môže pomôcť pri korekcii únavy u preživších po onkologickom ochorení, rovnako prispieť k zlepšeniu kvality spánku a dysfunkcie denného režimu [29]. Z hľadiska rôznych štýlov jogy, Lin et al. [9] na základe skúmania 10 klinických štúdií, zameraných na testovanie účinkov jogy pri poruchách spánku u pacientov s rakovinou a preživších, prišli k záveru, že jemná Hatha, Restoratívna a Tibetská joga, vykonávané v 60–120minútových sedeniach pri nízkej až strednej intenzite, 1–3x týždenne počas 4–10 týždňov môžu byť prínosné v liečbe spánkových abnormalít u onkologických pacientov

a tých, ktorí prežili rakovinu. Štúdie skúmajúce preživších po onkologickej liečbe preukázali konzistentnú podporu jogy pri zlepšovaní únavy, spánku. Súčasťou štúdií, ktoré hodnotili efekt jogy, boli merania výsledkov fyzickej zdatnosti alebo funkčných schopností. Vzhľadom na príležitosť organizmu dosahovať prínos po liečbe a odporúčanie American Cancer Society (ACS) na pokračovanie fyzickej aktivity a kondície po liečbe, predstavuje joga svoj potenciál ako typ fyzickej aktivity, ktorá zlepšuje výsledky v kondícii (aeróbna kapacita, sila, flexibilita) [30–32].

Únava

Únava je mnohorozmerný symptóm, ktorý je možné vnímať z aspektu energie, mentálnych schopností a psychologického stavu. Výskyt únavy sa pohybuje okolo 75–100 %, v závislosti od rozsahu choroby, druhu liečby a ostatných symptómov choroby. Jej kontinuálny rozvoj môže vyústiť do celkového stavu emocionálneho a fyzického vyčerpania. Únava je spojená s významným znížením kvality života pacientov, môže viesť k úzkosti, depresii a psychickým ťažkostiam. Patofyziológia únavy pri nádorových ochoreniach nie je jednoznačne objasnená, odhaduje sa účinok zápalových cytokínov a HPA (hypotalamo-hypofýzo-adrenokortikálna osa) a ďalších psychologických faktorov [8]. ASCO potvrdzuje prítomnosť únavy u chorých podstupujúcich onkologickú liečbu a zhruba jedna tretina preživších trpí perzistentnou únavou i roky po ukončení liečby [33]. Cvičenie je potenciálnou súčasťou liečby onkologických pacientov, čo preukázali viaceré klinické štúdie, skúmajúce vplyv jogy na únavu vyskytujúcu sa pri nádorovom ochorení. Cvičenia sa líšili typom, intenzitou, frekvenciou a trvaním. Jogové cvičenia prebiehali skupinovo, väčšina jogových aktivít zahŕňala správne držanie tela, dychové cvičenie a meditácie (štýly Hatha alebo Iyengar joga). Dĺžka cvičenia trvala v rozsahu 1–2 hod, intenzita sa menila od nízkej po strednú. Frekvencia stretnutí bola 1–5 stretnutí týždenne.

Obdobie uplatňovanej jogovej intervencie bolo v rozsahu 4 týždňov až 6 mesiacov. Viacero randomizovaných kontrolných štúdií preukázalo, že jogová intervencia počas sledovaného obdobia pomohla výrazne znížiť únavu [34–36]. Ďalšie štúdie porovnávajúce jogu s tradičným silovým tréningom zaznamenali výrazné zmeny vo viacerých oblastiach únavy. Oba cvičebné programy sa považujú za účinné metódy zvládania únavy pri onkologickej liečbe [9]. Randomizovaná kontrolná štúdia [37] sledovala v skupine 82 pacientok s rakovinou prsníka počas chemoterapie priaznivý účinok jogy počas 4mesačnej doby cvičenia. Intenzita únavy bola hodnotená 3× v priebehu cyklov chemoterapie. Rozdiel na stupnici únavy bol pozorovaný už po 4. cykle chemoterapie v prospech skupiny praktizujúcej jogu. Po 6. cykle bolo priemerné skóre únavy (fyzickej a kognitívnej zložky) stále výrazne nižšie ako v kontrolnej skupine. Vzhľadom na výsledky štúdie, autori podporujú uplatnenie tejto metódy na redukcii či elimináciu prejavov únavy u pacientok s rakovinou prsníka počas alebo po chemoterapii. Iná randomizovaná kontrolná štúdia skúmala účinnosť Iyengar jogy u pacientok po prekonaní rakoviny prsníka, ktoré pociťovali pretrvávajúcu únavu po liečbe (s vylúčením hormonálnej terapie). Oslovené respondentky netrpeli inými zdravotnými problémami, ktoré by spôsobovali únavu alebo zasahovali do jogovej intervencie. Podľa prísnych kritérií výberu bolo sledovaných 31 účastníčok. Výsledkom 12týždňovej štúdie bola pozorovaná zmena intenzity únavy, hodnotená na začiatku liečby, ihneď po liečbe a 3 mesiace po ukončenej liečbe. V porovnaní s kontrolnou skupinou, skupina praktizujúca jogu vykazovala významne nižšiu intenzitu únavy tesne po liečbe a 3 mesiace od ukončenia liečby. Rovnako v jogovej skupine bolo zaznamenané zvýšenie vitality v komparácii s kontrolnou skupinou. Depresívne a stresové ťažkosti sa zlepšili v oboch skupinách, avšak vo fy-

zickom výkone a v kvalite spánku sa nezaznamenali výrazné rozdiely [17].

Metaanalýza potvrdzuje priaznivý efekt jogy na únavu u žien s rakovinou prsníka. Joga mala veľký vplyv na zníženie únavy u pacientok po liečbe a menší účinok v priebehu aktívnej onkologickej liečby. Typy jogy zahŕňali Hatha jogu, Integratívnu jogu, Restoratívnu jogu, Iyengar jogu, Viniyoga, Anusara jogu, Satyananda jogu, Dru jogu a Tibetskú jogu. Formy intervencie zahŕňali hodiny jogy pod dohľadom cvičiteľa, jogu praktizovanú doma, domáce dychové a relaxačné cvičenie, samocvičenie v nemocnici, pre hospitalizovaných pacientov a pre ambulantných pacientov. Hodina jogy pod dohľadom trvala 40–90 min a prebiehala 1–5× týždenne počas 4–24 týždňov. Hodina jogy pod dohľadom inštruktora mala významný vplyv na únavu; 60/90 min cvičenie jogy pod dohľadom a 8týždňový jogový program preukázali veľký vplyv na únavu u pacientok s rakovinou prsníka. Metaanalýza preukázala výrazné intervenčné zmiernenie fyzickej únavy, stredný vplyv kognitívnej únavy a mierny efekt v zmiernení duševnej únavy u pacientok s rakovinou prsníka [38].

Periférna neuropatia vyvolaná chemoterapiou a riziko pádu

Periférna neuropatia spôsobená chemoterapiou patrí k častým vedľajším účinkom, ktoré zhoršujú kvalitu života onkologického pacienta, funkčnosť, motoriku a zároveň zvyšuje riziko ich pádu. Do randomizovanej kontrolnej štúdie boli zaradené pacientky, ktoré prekonali rakovinu prsníka alebo rakovinu gynekologického pôvodu, s pretrvávajúcou stredne ťažkou až ťažkou bolesťou vyvolanou periférnou neuropatiou. Pacientky vyjadrovali zníženú citlivosť alebo pocity mravčenia, s vyhodnotením skóre najmenej 4 na numerickej stupnici (NRS 0–10) podľa Functional Assessment of Cancer Therapy/ Gynecologic Oncology Group-Neurotoxicity subscale (FACT/GOG-NTX). Uvedené ťažkosti pretrvávali min 3 mesiace

po skončení neurotoxickej chemoterapie (napr. paclitaxel, docetaxel, carboplatin). Do štúdie bolo zaradených 41 žien, náhodne rozdelených do dvoch skupín (s jogovou intervenciou / bez jogovej intervencie). Počas 8 týždňového praktizovania jogy sa uplatňovali dychové cvičenia, ktoré zapájajú parasympati- kový nervový systém a modifikovateľné polohy (asány) pre zlepšenie pohyblivosti kĺbov, chrbtice, sily a rovnováhy. Po ukončení jogového programu bolo zaznamenané zníženie vnímania bolesti (hodnotená stupnicou NRS). V porovnaní s východiskovou hodnotou na začiatku programu, vo 8. týždni sa priemerná bolesť v ramene znížila u oboch komparovaných skupín bez výrazného rozdielu, v 12. týždni sa viac zvýraznil efekt v skupine praktizujúcej jogu, ale nebol pozorovaný štatisticky významný rozdiel v citlivosti, mravčení alebo v celkovom skóre bolesti ramena u žien praktizujúcich jogu oproti nepraktizujúcim jogu. Iné príznaky periférnej neuropatie vrátane senzoričných, motorických, sluchových problémov a citlivosti na chlad, sa zlepšili s prevahou v skupine jogovej intervencie vo 8. týždni sledovania. Výrazný interskupinový rozdiel sa pozoroval pri funkčnom vyšetrení rovnováhy a predpovede rizika pádu v prospech žien praktizujúcich jogu [39]. Joga prospieva viacerým formám rakoviny vrátane rakoviny prsníka, rakoviny hlavy, krku a lymfómu. Rakovina prsníka je rakovina, ktorá sa najčastejšie diagnostikuje u žien. A hoci sa miera prežitia neustále zvyšuje, rakovina prsníka je často spojená s chronickou bolesťou, únavou a depresiou [40]. V randomizovanej kontrolnej štúdiu absolvovala skupina žien 10-týždňový program jogy. Intenzita bolesti ramena sa výrazne znížila oproti kontrolnej skupine a prínos jogového cvičenia prekvapivo pretrvával 2,5 mesiaca po ukončení liečby [41].

Negatívne emócie

Pacientky s rakovinou prsníka zvyčajne dlhodobo podstupujú multimodálnu

liečbu (chirurgická liečba, chemoterapia a rádioterapia), ktorá predstavuje fyzické a psychické utrpenie, vyvolávajúce negatívne emócie. Herschbach et al. [42] vo svojej štúdií potvrdili, že pacientky s rakovinou prsníka sú vystavené počas choroby psychickému stresu. Medzi hlavné stresové faktory uvádzali obavy z progresie ochorenia a zmien v sexuálnych vzťahoch s partnermi. Úzkosť a depresia sú najčastejšie negatívne emócie, ktoré prežívajú pacientky s rakovinou prsníka. Prevalencia úzkosti a depresie u týchto pacientok počas antineoplastickej liečby sa pohybovala okolo 64 %. Tieto negatívne emócie môžu zapríčiniť nižšiu mieru dodržiavania liečebných postupov, intenzívnejšie vnímanie bolesti, dlhšie pobyty v nemocnici a ďalšie komplikácie [43]. Z uvedeného vyplýva, že zlepšenie týchto emócií u pacientok je nevyhnutné. Depresia, úzkosť a únava sú vážne symptómy ovplyvňujúce kvalitu života onkologických žien, ktoré podstupujú adjuvantnú onkologickú liečbu. Ukázalo sa, že denné 60min jogové sedenia znižujú reaktívnu úzkosť a charakterujú úzkosť u pacientov v počiatočnom štádiu rakoviny prsníka podstupujúcich konvenčnú rádioterapiu a chemoterapiu v porovnaní s pacientkami, ktoré dostávajú podpornú liečbu, čo zdôrazňuje úlohu jogy pri zvládaní úzkosti súvisiacej s liečbou. Intervenčná skupina zaznamenala významné zlepšenie emočnej pohody, depresie, koncentrácie a porúch nálady [15]. Ďalšia štúdia zaznamenala výraznejšie zníženie depresívnych stavov, ako aj zvýšenie kvality života u pacientov, ktorí absolvovali 60min jogové cvičenia počas 7–8 týždňov v porovnaní s kontrolnou skupinou [44]. V Taliansku vykonaná 4ročná štúdia skúmala psychofyziologické benefity jogy. Zúčastnilo sa jej 70 pacientov s rôznym onkologickým ochorením. Účastníci praktizovali týždenne 90min Hatha jogu po dobu 8 týždňov. Inštruktor povzbudzoval účastníkov, aby sa zameriavali na ich telesné vnímanie, dýchanie, pozorovanie zmien nálad, na spôsoby zvládania

problémov. Psychofyziologické aspekty zdôrazňujúce prospešnosť cvičenia jogy u onkologických pacientov boli hodnotené pri symptómoch úzkosť, depresia, spánok a únava. Analýza dát ukázala významný prínos pri hodnotení najmä emočného stavu (úzkosť a depresia) pacientov, pri ostatných znakoch zdravia sa nezaznamenali výrazné rozdiely v údajoch na začiatku a po absolvovaní jogového programu [45]. Rovnako metaanalýzy odhalili dôkazy o významných účinkoch jogy pre príznaky depresie (26 štúdií) a úzkosti (16 štúdií) v porovnaní s kontrolnými skupinami. Analýzy podskupín pre depresívne symptómy zaznamenali priaznivé účinky pre sledované premenné ako typ rakoviny, typ kontroly, stav liečby, trvanie intervencie alebo frekvencia sedení jogy. Podobné výsledky sa zistili v prípade symptómov úzkosti s výnimkou stavu liečby, kde bol pozorovaný benefit najmä počas aktívnej liečby [46]. Z pohľadu časovej účinnosti jogy na psychický stav onkologických pacientov s rôznymi diagnózami priniesla zaujímavé výsledky austrálska štúdia. K vyhodnoteniu dlhodobých zmien príznakov úzkosti, depresie a únavy 6 mesiacov po ukončení jogovej terapie použili observačný dizajn randomizovanej kontrolovanej štúdie. Jogová terapia sa poskytovala 60 min 1× týždenne počas obdobia 8 týždňov a zahŕňala telesné, dychové aktivity a meditáciu. Šesť mesiacov po ukončení jogovej terapie sa príznaky úzkosti, depresie a únavy výrazne znížili v porovnaní s východiskovým stavom. Príznaky úzkosti a únavy sa však počas sledovaného obdobia od ukončenia jogovej terapie do 6 mesiacov neskôr mierne zvýšili, zatiaľ čo príznaky depresie zostali stabilné [47].

Limitácie a výzvy

Pri skúmaní jogy a výskumu rakoviny môžeme naraziť na niekoľko obmedzení. Naratívny prehľad literatúry poskytuje obmedzené dôkazy z dôvodu zvolenej metodiky. Medzi limitácie niek-

torých štúdií považujeme malú veľkosť vzorky, preto sú cennejšie rozsiahle štúdie. Okrem toho, prehľad poskytujúce dôkazy extrahované zo štúdií jogy aplikovaných u pacientok s rakovinou prsníka. Objavujú sa však štúdie jogy pre účastníkov s inými typmi rakoviny, vrátane rakoviny vaječníkov, prostaty, hrubého čreva, mozgu a krvi a pokročilej rakoviny pľúc, pričom zistenia môžu byť odlišné pre heterogénnejšiu skupinu pacientov alebo preživších. Rovnako ako v iných oblastiach výskumu sa môže vyskytnúť efekt „odložených dát / štúdií“, čo znamená nepublikovanie štúdií bez nevýznamného zistenia alebo dokázaného priaznivého vplyvu jogy v predmetnej problematike. Ďalšou výzvou je, že väčšina štúdií využívala rôzne druhy jogy. Hoci môže existovať jednotnosť v jej zložkách (začlenenie pohybov, dychových cvičení, relaxačných a meditačných praktík), no špecifické postupy, intenzita, frekvencia a trvanie sa často výrazne líšia. Hlásenie protokolov uplatňovanej jogy, ako aj publikované správy o protokoloch klinických skúšok pri cvičení jogy, by podporilo pochopenie účinkov jogy. Väčšina štúdií neuviedla podrobnosti o príprave učiteľov (cvičiteľov jogy), o ich konkrétnych skúsenostiach s onkologickou populáciou. Je nesmierne dôležité, aby jogový terapeut bol certifikovaný a vyškolený pre prácu so zraniteľnými pacientmi v záujme poskytovania bezpečnej a účinnej intervencie. Tu sa naskytá priestor pre vymedzenie presných kritérií na získanie titulu inštruktor jogy a ustanovenie existencie orgánov, ktoré registrujú vyškolených cvičiteľov v krajine. Okrem toho, sa dĺžka jogy medzi štúdiami veľmi líšila, vrátane počtu hodín, dĺžky každej lekcie a frekvencie cvičenia. Rovnako dlhodobé účinky jogovej terapie u pacientov s rakovinou by mali byť predmetom ďalšieho výskumu. Metodologickým obmedzením bolo, že niektoré štúdie nezahŕňali kontrolné skupiny, preto bolo ťažké určiť prospešnosť jogy. Štúdie, ktoré zahŕňali aktívne kontrolné sku-

piny, ako je strečing alebo iné cvičenie, uvádzali výsledky v prospech skupiny jogy. American College of Sports Medicine (ACSM) odporúča využívať pohybovú aktivitu pacientom počas liečby aj po nej. Za vhodné cvičenia považuje chôdzu, beh, silové cvičenie (posilňovacie gummy, silový tréning pod dohľadom) a jogu. V usmerneniach ACSM sa odporúča, aby pacienti po liečbe začali s malým počtom cvičení a pomaly sa dopracovali k 150 min aeróbného tréningu strednej intenzity týždenne a k 3 dňom silového tréningu týždenne [48].

Napriek uvedeným obmedzeniam existuje dostatok dôkazov, ktoré potvrdzujú prínosy jogy pre pacientov počas liečby rakoviny a po ukončení liečby a v období prežívania. Joga zlepšuje viaceré aspekty kvality života, symptómy špecifické pre rakovinu, psychologické výsledky a dôležité biomarkery (regulácia stresových hormónov, imunitné funkcie a zápalové markery).

Záver

Štúdie o efektivite jogy sa vyznačujú rôznorodosťou, rôznymi typmi jogových intervencií, rôznym trvaním, expozíciou, praktikami a indikáciami. Výskumy zahŕňajú pacientov so spektrom onkologických diagnóz a štádií (hoci rakovina prsníka bola študovaná najviac) a sledujú pacientov pred, počas a po liečbe. Aj keď joga nie je liekom, existujú značné dôkazy o tom, že dobre vypracované jogové postupy (protokoly) majú merateľné pozitívne účinky na zdravie a zotavovanie pacientov. Existuje niekoľko prehľadov a bibliometrická analýza účinkov jogy zvyšuje jej hodnotu pre možnosť zaradenia do terapeutického plánu onkologického pacienta, po dôkladnej konzultácii s lekárom. Množstvo dôkazov o terapeutických účinkoch intervencie jogy pre pacientov s rakovinou a tých, ktorí rakovinu prežili, je rozsiahle a neustále ich pribúda. Vyhľadávanie literatúry o „joge“ a „rakovine“ v Národnej lekárskej knižnici USA (PubMed) prináša nespočetné množstvo vý-

sledkov vrátane observačných štúdií, klinických randomizovaných kontrolných štúdií, systematických prehľadov. Joga sa javí ako lacná, bezpečná intervencia, ktorej praktizovanie je možné adaptovať aktuálnemu stavu výkonnosti a celkovému stavu pacienta. Pre svoj potenciál joga by mala byť odporúčaná pacientom popri štandardnej starostlivosti. Aj keď úplný prehľad literatúry presahuje rámec tohto príspevku, štúdie tu zhrnuté naznačujú, že joga môže pomôcť nielen pacientom, ale aj prežívším zvládnuť príznaky choroby a vedľajšie účinky liečby a viesť dlhší a zdravší život.

Literatúra

1. Buffart LM, van Uffelen JG, Riphagen II et al. Physical and psychosocial benefits of Yoga in cancer patients and survivors, a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *BMC Cancer* 2012; 12: 559. doi: 10.1186/1471-2407-12-559.
2. Rao RM, Amritanshu R, Vinutha HT et al. Role of Yoga in cancer patients: expectations, benefits, and risks: a review. *Indian J Palliat Care* 2017; 23(3): 225–230. doi: 10.4103/IJPC.IJPC_107_17.
3. Slováková A. Ako zvládať onkologické ochorenia. *Bedeker zdravia špeciál* 2016. [online]. Dostupné na: https://www.bedekerzdravia.sk/wp-content/uploads/2020/02/special_onkologia.pdf.
4. Raghuram N, Rao RM, Nagendra HR. Integrating Yoga in oncology: is the wait over? *Indian J Surg Oncol* 2015; 6(4): 325–326. doi: 10.1007/s13193-016-0492-6.
5. Mladosičová B. Život po onkologickej liečbe. *Onkológia (Bratisl.)* 2020; 15(3): 161–164.
6. Valdivieso M, Kujawa AM, Jones T et al. Cancer survivors in the United States: a review of the literature and a call to action. *Int J Med Sci* 2012; 9(2): 163–173. doi: 10.7150/ijms.3827.
7. Faktorová X, Luknár M, Bilikova K et al. Závažné zlyhávanie srdca a arytmia po protinádorovej liečbe podávannej v detstve – kazuistika. *Interná Med* 2020; 20(3): 140–143.
8. Liška D, Stráska B, Pupiš M. Physical therapy as an adjuvant treatment for the prevention and treatment of cancer. *Klin Onkol* 2020; 33(2): 101–106. doi: 10.14735/amko2020101.
9. Lin PJ, Peppone LJ, Janelins MC et al. Yoga for the management of cancer treatment-related toxicities. *Curr Oncol Rep* 2018; 20(1): 5. doi: 10.1007/s11912-018-0657-2.
10. Agarwal RP, Maroko-Afek A. Yoga into cancer care: a review of the evidence-based research. *Int J Yoga* 2018; 11(1): 3–29. doi: 10.4103/ijoy.IJOY_42_17.
11. Taso CJ, Lin HS, Lin WL et al. The effect of yoga exercise on improving depression, anxiety, and fatigue in women with breast cancer: a ran-

12. Banerjee B, Vadiraj HS, Ram A et al. Effects of an integrated yoga program in modulating psychological stress and radiation-induced genotoxic stress in breast cancer patients undergoing radiotherapy. *Integr Cancer Ther* 2007; 6(3): 242–250. doi: 10.1177/1534735407306214.
13. Vadiraja HS, Raghavendra RM, Nagarathna R et al. Effects of a yoga program on cortisol rhythm and mood states in early breast cancer patients undergoing adjuvant radiotherapy: a randomized controlled trial. *Integr Cancer Ther* 2009; 8(1): 37–46. doi: 10.1177/1534735409331456.
14. Raghavendra R, Nagarathna R, Nagendra H et al. Effects of an integrated yoga programme on chemotherapy-induced nausea and emesis in breast cancer patients. *Eur J Cancer Care* 2007; 16(6): 462–474. doi: 10.1111/j.1365-2354.2006.00739.x.
15. Rao MR, Raghuram N, Nagendra HR et al. Anxiolytic effects of a yoga program in early breast cancer patients undergoing conventional treatment: a randomized controlled trial. *Complement Ther Med* 2009; 17(1): 1–8. doi: 10.1016/j.ctim.2008.05.005.
16. Bower JE, Garet D, Sternlieb B et al. Yoga for persistent fatigue in breast cancer survivors: a randomized controlled trial. *Cancer* 2012; 118(15): 3766–3775. doi: 10.1002/cncr.26702.
17. Dhruva A, Miaskowski C, Abrams D et al. Yoga breathing for cancer chemotherapy-associated symptoms and quality of life: results of a pilot randomized controlled trial. *J Altern Complement Med* 2012; 18(5): 473–479. doi: 10.1089/acm.2011.0555.
18. Pruthi S, Stan DL, Jenkins SM et al. A randomized controlled pilot study assessing feasibility and impact of yoga practice on quality of life, mood, and perceived stress in women with newly diagnosed breast cancer. *Glob Adv Health Med* 2012; 1(5): 30–35. doi: 10.7453/gahmj.2012.1.5.010.
19. Chandwani KD, Thornton B, Perkins GH et al. Yoga improves quality of life and benefit finding in women undergoing radiotherapy for breast cancer. *J Soc Integr Oncol* 2010; 8(2): 43–55.
20. Danhauer SC, Addington EL, Cohen L et al. Yoga for symptom management in oncology: a review of the evidence base and future directions for research. *Cancer* 2019; 125(12): 1979–1989. doi: 10.1002/cncr.31979.
21. Greenlee H, DuPont-Reyes, MJ, Balneaves LG et al. Clinical practice guidelines on the evidence-based use of integrative therapies during and after breast cancer treatment. *CA Cancer J Clin* 2017; 67(3): 194–232. doi: 10.3322/caac.21397.
22. Chaoul A, Milbury K, Sood AK et al. Mind-body practices in cancer care. *Curr Oncol Rep* 2014; 16(12): 417. doi: 10.1007/s11912-014-0417-x.
23. Lyman GH, Greenlee H, Bohlke K et al. Integrative therapies during and after breast cancer treatment: ASCO endorsement of the SIO clinical practice guideline. *J Clin Oncol* 2018; 36(25): 2647–2655. doi: 10.1200/JCO.2018.79.2721.

24. Denlinger CS, Sanft T, Baker KS et al. Survivorship, Version 2.2018, NCCN clinical practice guidelines in oncology. *J Natl Compr Canc Netw* 2018; 16(10): 1216–1247. doi: 10.6004/jnccn.2018.0078.
25. Berger AM, Mooney K, Aranha O et al. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology: cancer-related fatigue. Version 1.2021. [online]. Available from: www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/fatigue.pdf.
26. Ettinger DS, Berger MJ, Armand S et al. NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology: antiemesis. Version 1.2021. [online]. Available from: www.nccn.org/professionals/physician_gls/pdf/antiemesis.pdf.
27. Riba MB, Donovan KA, Andersen B et al. Distress management, Version 2.2019, NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology. *J Natl Compr Canc Netw* 2019; 17(10): 1229–1249. doi: 10.6004/jnccn.2019.0048.
28. Cohen L, Warneke C, Fouladi RT et al. Psychological adjustment and sleep quality in a randomized trial of the effects of a Tibetan yoga intervention in patients with lymphoma. *Cancer* 2004; 100(10): 2253–2260. doi: 10.1002/cncr.20236.
29. Mustian KM, Sprod LK, Janelsins M et al. Multicenter, randomized controlled trial of yoga for sleep quality among cancer survivors. *J Clin Oncol* 2013; 31(26): 3233–3241. doi: 10.1200/JCO.2012.43.7707.
30. Loudon A, Barnett T, Piller N et al. The effects of yoga on shoulder and spinal actions for women with breast cancer-related lymphoedema of the arm: a randomised controlled pilot study. *BMC Complement Altern Med* 2016; 16(1): 343. doi: 10.1186/s12906-016-1330-7.
31. Hughes DC, Darby N, Gonzalez K et al. Effect of a six-month yoga exercise intervention on fitness outcomes for breast cancer survivors. *Physiother Theory Pract* 2015; 31(7): 451–460. doi: 10.3109/09593985.2015.1037409.
32. Bower JE. Treating cancer-related fatigue: the search for interventions that target those most in need. *J Clin Oncol* 2012; 30(36): 4449–4450. doi: 10.1200/JCO.2012.46.0436.
33. Bower JE, Bak K, Berger A et al. Screening, assessment, and management of fatigue in adult survivors of cancer: an American Society of Clinical oncology clinical practice guideline adaptation. *J Clin Oncol* 2014; 32(17): 1840–1850. doi: 10.1200/JCO.2013.53.4495.
34. Johns SA, Brown LF, Beck-Coon K et al. Randomized controlled pilot study of mindfulness-based stress reduction for persistently fatigued cancer survivors. *Psychooncology* 2015; 24(8): 885–893. doi: 10.1002/pon.3648.
35. Sprod LK, Fernandez ID, Janelsins MC et al. Effects of yoga on cancer-related fatigue and global side-effect burden in older cancer survivors. *J Geriatr Oncol* 2015; 6(1): 8–14. doi: 10.1016/j.jgo.2014.09.184.
36. Kiecolt-Glaser JK, Bennett JM, Andridge R et al. Yoga's impact on inflammation, mood, and fatigue in breast cancer survivors: a randomized controlled trial. *J Clin Oncol* 2014; 32(10): 1040–1049. doi: 10.1200/JCO.2013.51.8860.
37. Wang G, Wang S, Jiang P et al. Effect of Yoga on cancer related fatigue in breast cancer patients with chemotherapy. *Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban* 2014; 39(10): 1077–1082. doi: 10.11817/j.jissn.1672-7347.2014.10.016.
38. Dong B, Xie C, Jing X et al. Yoga has a solid effect on cancer-related fatigue in patients with breast cancer: a meta-analysis. *Breast Cancer Res Treat* 2019; 177(1): 5–16. doi: 10.1007/s10549-019-05278-w.
39. Bao T, Zhi I, Baser R et al. Yoga for chemotherapy-induced peripheral neuropathy and fall risk: a randomized controlled trial. *JNCI Cancer Spectr* 2020; 4(6): pkaa048. doi: 10.1093/jncics/pkaa048.
40. Cramer H, Lauche R, Klose P et al. Yoga for improving health-related quality of life, mental health and cancer-related symptoms in women diagnosed with breast cancer. *Cochrane Database Syst Rev* 2017; 1(1): CD010802. doi: 10.1002/14651858.CD010802.pub2.
41. Eyigor S, Uslu R, Apaydin S et al. Can yoga have any effect on shoulder and arm pain and quality of life in patients with breast cancer? A randomized, controlled, single-blind trial. *Complement Ther Clin Pract* 2018; 32: 40–45. doi: 10.1016/j.ctcp.2018.04.010.
42. Herschbach P, Keller M, Knight L et al. Psychological problems of cancer patients: a cancer distress screening with a cancer-specific questionnaire. *Br J Cancer* 2004; 91(3): 504–511. doi: 10.1038/sj.bjc.6601986.
43. Lin KY, Hu YT, Chang KJ et al. Effects of yoga on psychological health, quality of life, and physical health of patients with cancer: a meta-analysis. *Evid Based Complement Alternat Med* 2011; 2011: 659876. doi: 10.1155/2011/659876.
44. Zetzel T, Renner A, Pittig A et al. Yoga effectively reduces fatigue and symptoms of depression in patients with different types of cancer. *Support Care Cancer* 2021; 29(6): 2973–2982. doi: 10.1007/s00520-020-05794-2.
45. Mirandola M, Sabogal Rueda MD, Andreis F et al. Yoga protocol for cancer patients: a systematic exploration of psychophysiological benefits. *Rev Recent Clin Trials* 2019; 14(4): 261–268. doi: 10.2174/1574887114666190729143742.
46. Gonzalez M, Pascoe MC, Yang G et al. Yoga for depression and anxiety symptoms in people with cancer: a systematic review and meta-analysis. *Psychooncology* 2021; 30(8): 1196–1208. doi: 10.1002/pon.5671.
47. Lundt A, Jentschke E. Long-term changes of symptoms of anxiety, depression, and fatigue in cancer patients 6 months after the end of Yoga therapy. *Integr Cancer Ther* 2019; 18: 1534735418822096. doi: 10.1177/1534735418822096.
48. Schmitz KH, Courneya KS, Matthews C et al. American College of Sports Medicine roundtable on exercise guidelines for cancer survivors. *Med Sci Sports Exerc* 2010; 42(7): 1409–1426. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181e0c112.

Doručené/Submitted: 4. 4. 2022

Prijaté/Accepted: 15. 6. 2022

Korešpondenčný autor:

PhDr. Andrea Obročniková, PhD.

Katedra ošetrovateľstva

Fakulta zdravotníckych odborov

Prešovská univerzita v Prešove

Partizánska 1

080 01 Prešov

Slovenská republika

e-mail: andrea.obrocnikova@unipo.sk

Konflikt záujmov: Autori deklarujú, že text článku zodpovedá etickým štandardom, bola dodržaná anonymita pacientov, a vyhlasujú, že v súvislosti s predmetom článku nemajú finančné, poradenské ani iné komerčné záujmy.

Publikačná etika: Príspevok nebol doteraz publikovaný ani nie je v súčasnosti zaslaný do iného časopisu na posúdenie. Autori súhlasí s uverejnením svojho mena a e-mailového kontaktu v publikovanom texte.

Dedikácia: Článok nie je podporený grantom ani nevznikol za podpory žiadnej spoločnosti.

Redakčná rada potvrdzuje, že rukopis práce splnil ICMJE kritériá pre publikácie zasielané do biomedicínskych časopisov.

Conflict of Interest: The authors declare that the article/manuscript complies with ethical standards, patient anonymity has been respected, and they state that they have no financial, advisory or other commercial interests in relation to the subject matter.

Publication Ethics: This article/manuscript has not been published or is currently being submitted for another review. The authors agree to publish their name and e-mail in the published article/manuscript.

Dedication: The article/manuscript is not supported by a grant nor has it been created with the support of any company.

Využití přístrojové technologie v rehabilitaci – zkušenosti z praxe

Use of instrument technology in rehabilitation – practical experience

M. Ragulová¹, D. Pavlů¹, T. Dvořák²

¹ Katedra fyzioterapie, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Univerzita Karlova, Praha

² MONADA, spol. s r. o. – Klinika komplexní rehabilitace

Souhrn: Autoři v příspěvku poukazují na možnosti využití dvou přístrojů 3D scanneru a ultrazvukového vyšetření v praxi fyzioterapeuta. Na příkladu pacientky po distorzi kolenního kloubu, u níž přetrvával i po prodělaných opakovaných artoskopických operacích a absolvované, vč. stále probíhající rehabilitace, omezený rozsah kolenního kloubu, který by v daném časovém horizontu měl být již upraven, demonstrují jednoduchost a přínos těchto nových metod, které se jeví vhodným doplňkem při vyšetřovacích postupech v oblasti rehabilitace.

Klíčová slova: 3D scanner – ultrazvuk – fyzioterapie – kolenní kloub – rehabilitace – nové metody

Summary: The authors point out the possibilities of using two devices – a 3D scanner and ultrasound examination in the practice of a physiotherapist. They present a case study of a patient after knee joint distortion with limited extension of the knee joint persisting after repeated arthroscopic operations and ongoing rehabilitation although the time of treatment should normally be sufficient for resolving the problem, and demonstrate the simplicity and benefits of these new methods, which seem to be a suitable complement to assessment procedures used in rehabilitation.

Key words: 3D scanner – ultrasonography – physiotherapy – knee – rehabilitation – new methods

Úvod

Vyšetřovací postupy, se kterými pracujeme v rehabilitaci, zahrnují z převážné části metody založené na hodnocení pohledem, pohmatem a poslechem. Všechny tyto postupy jsou zatíženy velkou chybou, která vychází jednak ze strany vyšetřujícího, ale v některých případech leží i na straně vyšetřovaného. K přístrojovým vyšetřovacím metodám, které již našly své vlastní místo v rehabilitaci, patří elektromyografie, posturografie či kinematická analýza. Neustálý pokrok ve vývoji nových technologií však přináší v současné době také řadu dalších možností pro oblast rehabilitace. V předloženém příspěvku si dovoľujeme poukázat na využití některých nových přístrojů, jež mohou být využi-

teľné či nápomocné právě v oblasti rehabilitace. Možnost využití dvou přístrojů – 3D scanner a ultrasonografické vyšetření – demonstrujeme na kauzistice pacientky, která utrpěla distorzi kolenního kloubu.

Technologie 3D scanování

Pokrok v technologiích 3D scanování za účelem vytvoření takzvaného 3D modelu lidského těla nám dává další možnost analýzy lidského těla v jeho skutečné trojrozměrné podobě. Právě tyto možnosti mohou být s výhodou využitelné i v oblasti rehabilitace. Pozorování všech tří dimenzí (3D) místo dvou (2D) nám umožňuje např. lepší automatická antropometrická měření, detekovat změny na tvaru těla aj. [1].

Ve 3D zobrazování lze využít několik typů zobrazovacích metod. Nejvíce se používají laserové linky a strukturované světlo (SL – structured light), ale ve specifických případech se využívají více pohledové kamerové systémy a milimetrové vlny [2].

Nejen v lékařství, ale např. i v oděvním průmyslu nebo při analýze kinematického pohybu lze používat 3D celotělový scanner [1]. V tomto článku ale nevyužíváme 3D celotělový scanner, nýbrž ruční povrchový scanner Academia50.

Scanner promítá obrazec SL, podobný známému QR kódu, na povrch scanovaného objektu, v našem případě na povrch dané části těla (stehna), a snímá zakřivení tohoto obrazce na povrchu scanovaného objektu (stehna). Poziční

body (reflexní značky, targety) se umístí na scanovaný objekt (stehno) nahodilým způsobem. V tomto případě čím větší nahodilost, tím lépe pro scanner. Při této nahodilosti nenastane žádný případ dvou totožných uskupení čtyř bodů na objektu (poziční model tvořený z reflektivních bodů bude v každém místě objektu jednoznačný). Vzájemná pozice jednotlivých pozičních bodů v prostoru slouží pro správné zarovnání všech snímků pořízených scannerem. Scanner provede cca 30 snímků/s, ty následně musí zarovnat vůči sobě správně (za pomoci pozičních bodů), aby byl schopen vytvořit polygonovou síť (3D model).

Výhodou 3D scanneru je jistě jeho rychlost (snímání končetiny probíhá řádově několik sekund), nepředstavuje žádné ohrožení pro pacienta (ionizující záření) a v neposlední řadě vyšetřující nepotřebuje specifickou odbornost (se scannerem je snadné se po krátkém zcvičení naučit pracovat). Oproti tomu je nevýhodou, že scanner snímá pouze povrchové struktury, a proto „nevidíme dovnitř dané tkáně“ [3].

Muskuloskeletální ultrasonografie

Diagnostická ultrasonografie se začíná v posledních několika letech velmi využívat i v oblasti rehabilitace, a to především v podobě tzv. muskuloskeletální ultrasonografie. Přístroje pro vyšetření nalezy již na řadě klinik, ale i v privátních praxích jak lékařů, tak fyzioterapeutů, své místo a rovněž tak je dostupná řada studií, které se danou tematikou zabývají [4–9]. Nejběžnějším scanovacím formátem v diagnostické muskuloskeletální ultrasonografii je lineární scanování. Pojem lineární naznačuje, že existuje pole vytvořené z obdélníkových prvků uspořádaných do linií. Převodníky lineárního pole poskytují optimální obraz a mají zvukový paprsek kolmý na sledovanou tkáň v celém zobrazovacím poli. Ultrazvuková energie je přenášena vlnami, které mají průměrnou rychlost šíření v měkkých tkáních,

kromě kostí, 1,54 mm/s nebo přibližně 3 300 mil/h [10].

Ultrazvukové vyšetření se provádí pomocí ultrazvukového měniče, což je ruční součást, která pracuje na principu piezoelektrického jevu. Ultrazvukové měniče přeměňují elektrickou energii na energii ultrazvukovou a naopak [11].

Pomocí ultrasonografie lze snadno vyšetřovat měkké tkáně (kůži, svaly, šlachy, nervy, chrupavky, vazivové struktury), ale v neposlední řadě i přítomnost tekutin uvnitř kloubu. Tato metoda je navíc levnější než v současné době již dostupnější magnetická rezonance. Kromě toho sonolog může pozorovat tkáň i během aktivního či pasivního pohybu v kloubu [12].

Kazuistika

Na příkladu kazuistiky pacientky, která prodělala v červenci 2020 distorzi levého kolenního kloubu, demonstrujeme jednoduché použití dvou pomocných přístrojových vyšetření – ruční povrchový scanner (3D scanování) a diagnostickou ultrasonografií.

Základní informace o pacientce

Pacientka (narozena 1996) prodělala tři operace levého kolenního kloubu. První operací, která proběhla v září 2020, byla artroskopie kolenního kloubu. Během ní byla provedena parciální mediální meniscektomie a shaving levého kolenního kloubu. Jelikož pooperační bolesti a špatná hojivost kloubu vedly k rigiditě kolene, pacientka absolvovala na konci roku 2020 druhou operaci kolenního kloubu, během níž byl proveden redres kolene. Po tomto zákroku byla zahájena ihned celková rehabilitace, vč. individuální fyzioterapie, cílená k rozcvičení kolenního kloubu. Aplikovány byly i elektroterapeutické a vodoléčebné procedury. Po 6 týdnech individuální fyzioterapie následoval 3týdenní intenzivní pobyt na rehabilitační klinice. Jelikož bolestivost kolenního kloubu ani po druhé operaci a následné rehabilitaci neodeznívala, byla pacientka odeslána or-

topedem na magnetickou rezonanci. Výsledek magnetické rezonance „*laesio meniskus medialis, laesio LCA, defectus chondralis patellae gnus sin*“ byl indikací k třetí operaci, která proběhla v únoru 2021, tj. za 7 měsíců od distorze. Během artroskopie došlo k uvolnění srůstů měkkých tkání v koleni, k vyrovnaní a zpevnění předního zkříženého vazů.

Nyní, rok od poslední třetí operace, se celkový stav kolenního kloubu zlepšil. Bolestivost kloubu je pouze občasná, spíše po ránu, kdy je kloub ztuhlý a nerozcvičený. Dochází k občasnému samovolnému tuhnutí kolene, spíše při delších statických pozicích. Rozsah pohybu v kolenním kloubu do extenze je bez omezení, ale přetrvává ještě omezená flexe jak aktivní (90°), tak pasivní (100°). Je znatelná atrofie svalů v oblasti levého stehna a lýtky a na pohled je znatelně „zbytnělý“ levý kolenní kloub oproti druhé straně.

Vzhledem ke změnám stehna, které byly velmi nápadné, jsme se kromě běžných vyšetřovacích postupů pokusili vyhodnotit i svalový objem v dané oblasti a dále provést sonografické vyšetření. Od těchto postupů jsme si slibovali, že nám pomohou lépe objasnit přetrvávající pooperační problémy, a to zejména atrofii levého stehna a omezení rozsahu pohybu v kolenním kloubu do flexe. Pomocí scanneru jsme chtěli detailněji objasnit viditelnou atrofii svalů stehna, a to přesným matematickým výpočtem v programu VX scan (v mm³). Ultrasonografií jsme zvolili proto, abychom „nahlédli“ do vlastního kolenního kloubu. Uvažovali jsme také o možnosti přítomnosti tekutiny v koleni, která by právě mohla být jednou z možných příčin, které limitovaly pacientku během probíhající terapie.

Při hodnocení svalového objemu jsme porovnávali pravou (zdravou) a levou (operovanou) dolní končetinu (DK). Pravá končetina pro nás byla výchozí hodnotou, ke které jsme vztahovali výsledek vyšetření na straně operované, a v neposlední řadě i hodnotou, která

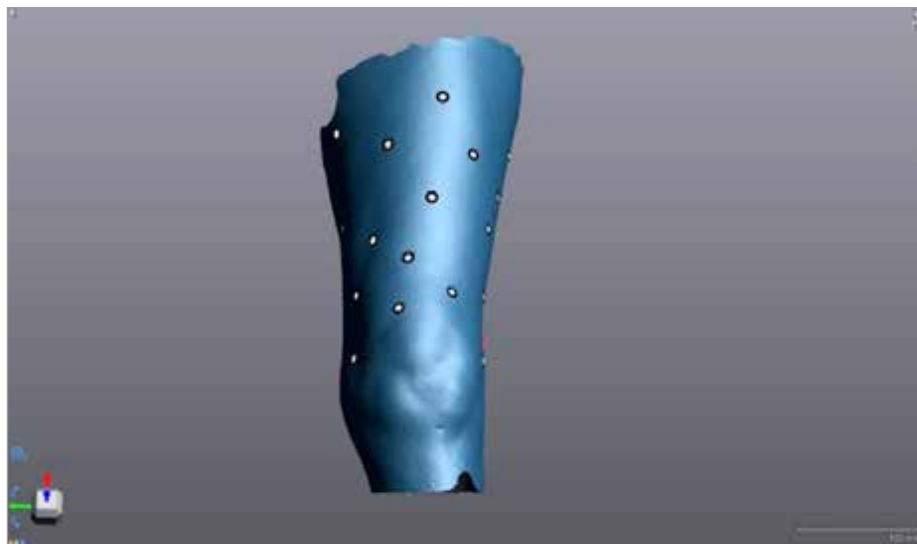
pro nás byla cílem v terapii, tj. snažili jsme se dosáhnout shodného objemu na obou DK.

Ke zjištění objemu jsme využívali ruční scanner Academia50, kterým byl proveden 3D snímek stehna. Následně byl vypočítán svalový objem stehna v programu VX model.

Při vlastním scanování se postupuje standardním způsobem, který stručně popisujeme dále. Před samotným měřením je jako první krok nutné provést kalibraci scanneru. Ta se provádí pomocí kalibrační desky, která je součástí výbavy scanneru. Kalibrace je důležitá proto, aby se scanner přizpůsobil podmínkám měření (podstatnou roli zde hraje osvětlení a okolní teplota). Po kalibraci vyšetřovaný zaujme výchozí polohu. V našem případě se pacientka položila na lehátko a proběhlo palpování tří bodů – vnitřní/vnější kondyl femuru a trochanter major, které jsou nezbytné pro následné určení rovin řezu. Mezi tyto body byly náhodně rozmístěny targety, které jsou důležité pro zacílení scanovaného obrazu během scanování (obr. 1).

Dalším velmi důležitým krokem bylo zajištění vhodné pozice pro pacientku, protože v dané pozici musí vyšetřovaná setrvat po celou dobu scanování bez pohnutí, aby nedošlo k rozostření snímku. Naší výchozí pozicí byla pozice ve stoji, kdy pacientka byla opřena hýžděmi o okraj stolu. Natažená DK, ta, u které bylo stehno scanováno, byla mírně pokrčená v kolenním kloubu (20°). Druhá DK, prozatím nescanovaná, byla pokrčená (90° v koleni) a opřena o stoličku (obr. 2).

Scanování DK probíhá několik sekund a výsledný obraz je vidět ihned v programu VX elements. Pokud se snímek nepovede, nemusí se ukládat a znovu se obraz nascanuje. Po ukončení scanování se snímek odešle do programu VX model, kde probíhá samotný výpočet svalového objemu stehna. Pomocí bodů, které nám vytvoří roviny řezu, následuje samotný ořez v místě, kde chceme sledovat největší změny svalového objemu (obr. 3). V našem případě se jedná o za-



Obr. 1. Ukázka rozložení 30 targetů na levém stehně mezi kondyly femuru a trochanterem major femoris. Targety jsou rozmístěny po celém obvodu stehna, tzn. jak na ventrální, tak na dorzální straně stehna.

Fig. 1. Demonstration of the distribution of 30 targets on the left thigh between the condyles of the femur and the greater trochanter of the femur. The targets are distributed around the entire circumference of the thigh, i.e. both on the ventral and dorsal side of the thigh.

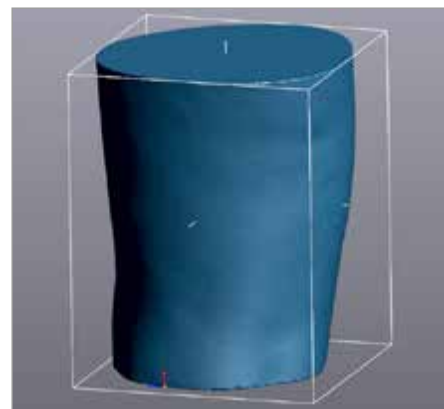
cílení do oblasti vastus lateralis et medialis, kde se dá změna objemu předpokládat jako největší. Bohužel scanner neumí rozpoznat jednotlivé svaly, ale pouze stehno jako celek, proto byl řez určen následovně. Spodní řez stehna byl určen vnitřním a vnějším kondylem femuru. Horní řez byl vypočítán, tentokrát v programu VX scan, a to odsazením od trochanteru major. VX scan vypo-

čítá 3D délku mezi trochanterem major a vnějším kondylem femuru. Získanou hodnotu vynásobíme 0,8, neboť jsme si



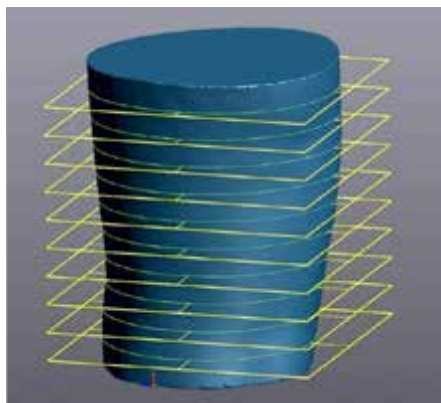
Obr. 2. Výchozí pozice pacientky během scanování s ručním skenerem Academia50.

Fig. 2. Initial patient positions during scanning with the Academia50 hand-held scanner.



Obr. 3. Vytvoření ořezu stehna v oblasti vastii medialis et lateralis pomocí určení horní a dolní roviny řezu (výpočet se provádí v programu VX scan); v takto definovaném prostoru následně vypočítáme objem stehna v programu VX elements.

Fig. 3. Creating a cropped image of the thigh in the area of vastus medialis et lateralis by determining the upper and lower planes of the cut (calculation in VX scan program); in the defined space the volume of the thigh is calculate in the VX elements program.



Obr. 4. Ukázka rozdělení stehna do jednotlivých křivek, v tomto případě bylo stehno rozděleno do 10 křivek.

Fig. 4. Demonstration of dividing the thigh into individual curves, in this case the thigh was divided into 10 curves.

určili, že chceme zjistit svalový objem v 80 % stehna, tj. 80 % z celkového rozměru trochanter – vnější kondyl, protože v horní části stehna (konkrétně v oblasti trochanteru), nelze spolehlivě nasnímat data v celém obvodu stehna (vnitřní část horní poloviny stehna „schovaná“ za druhou nohou, dané také pozicí pacientky (sedí na stole). Určené procento (80 %) nebude mít vliv ve výsledku na svalový deficit/přírůstek hodnocené oblasti.

Výsledné číslo zadáme v programu VX scan do vytvoření horního ořezu – vytvoření ořezu demonstruje obr. 3.

Program VX model umí i provést 2D řezy předem definovanými rovinami, odsazené o stejnou hodnotu, u kterých můžeme vypočítat obvod v daném řezu (obr. 4).

Po provedení ořezu stehna dojde ihned v programu VX model k výpočtu obvodu stehna. V případě naší pacientky nás zajímaly jednotlivé obvody mezi rovinami. Celkem jsme určili 10 křivek v oblasti stehna a porovnali největší a nejmenší objem.

Scanování obou DK ukázalo, že u 3× operovaného kolene na levé DK je celkový objem stehna nižší, a to o 566 100,25 mm³ (tab. 1). Díky určení 10 křivek mezi horním a dolním ořezem stehna můžeme zhodnotit, jak se liší sva-

Tab. 1. Výsledky svalového objemu stehna pravé (tzv. zdravé) a levé (operované) dolní končetiny.

Tab. 1. Results of the muscle volume of the thigh of the right (so-called healthy) and left (operated) lower limb.

	Pravé stehno	Levé stehno
celkový objem stehna (mm ³)	3 278 562,750	2 712 462,500
největší objem stehna mezi rovinami (mm ³)	20 931,777	17 185,240
nejmenší objem stehna mezi rovinami (mm ³)	12 444,347	11 567,177

lový objem mezi jednotlivými křivkami. Největší objem stehna je u křivky, která je nejvzdálenější od kondylů femuru, tudíž se nachází v 80 % 3D délky (nejkratší možná vzdálenost mezi dvěma body v prostoru, v našem případě mezi trochanterem major a vnějším kondylem femuru. Je to rozměr, který není promítnut do žádné roviny souřadného systému a není v žádné ose souřadného systému. Pro náš výpočet to není důležitý parametr, pouze definuje prostor, ve kterém počítáme).

Svalový objem je znatelně větší u pravého (zdravého) stehna, a to o 3 746,537 mm³. Naopak nejmenší objem je u nejspodnější křivky, a to v přímce mezi vnitřním a vnějším kondylem femuru. Je větší u pravého stehna, a to o 877,17 mm³. Provedené scanování nám potvrdilo naše hodnocení aspektů a jednoduchým měřením obvodových rozměrů.

Jelikož u naší pacientky byl stále limitován rozsah pohybu v kolenním kloubu do flexe, uvažovali jsme jako jednu z možných příčin či vlivů přítomnost tekutiny uvnitř kloubu, která by mohla rovněž prohlubovat atrofii stehna, kterou jsme v předchozím vyšetření potvrdili. Proto jsme po scanování zapojili do dalšího hodnocení diagnostickou ultrasonografii.

Vyšetření probíhalo vleže na lehátku, kdy pacientka měla obě DK natažené. Vyšetřovaná DK byla navíc vypočítána pod kolenem (flexe v kolenním kloubu 20°). Aby sonda fungovala, je ještě potřeba gel, který se nanáší na sondu,

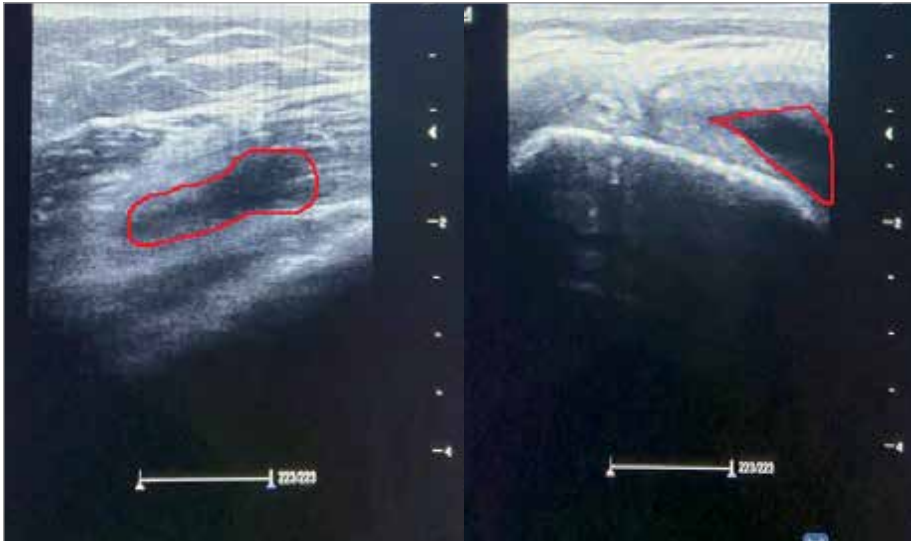
a obraz se ihned převádí na obraz obrazovky. Prozkoumávali jsme oblast suprapatelární, kde bývá často pooperační tekutina, a poté oblast na vnitřní straně kolenní šterbiny. Vyšetření opět trvá několik sekund a obraz ihned vidíme na obrazovce.

Na výsledných snímcích ultrazvuku můžeme dokumentovat potvrzení našeho předpokladu – je zde viditelná tekutina jak v oblasti suprapatelárního prostoru, tak v oblasti na vnitřní straně kolenního kloubu (obr. 5). Přítomnost tekutiny uvnitř kloubu by mohla mít vliv na nedostatečné zapojení svalů stehna během pohybu, a tím by mohla přetrvávat jejich viditelná atrofie.

Při našem šetření se ukázalo, že objem stehna u levé DK je značně menší než u pravé DK, a to o 566 100,25 mm³. V oblasti suprapatelární a v oblasti na vnitřní straně kolenního kloubu byla vyhodnocena přítomnost tekutiny. Tyto nálezy dokumentují, že levý kolenní kloub, i přes již mnoho týdnů probíhající terapii, není ještě zcela zdravý, že převažuje atrofie svalů na levém stehně a že pacientka bude muset dále pokračovat v zavedené rehabilitaci. S odstupem času budeme moci za použití daných postupů znovu u pacientky provést shodná vyšetření a porovnat, zda nedošlo ke změně svalového objemu na levé DK a zda se přítomná tekutina nevstřebala.

Diskuze

Cílem naší práce bylo poukázat na možnosti využití 3D scanneru k vyšetření objemu DK a ultrasonografické vyšetření



Obr. 5. A – snímek ze sonografického vyšetření suprapatelárního prostoru; B – snímek ze sonografického vyšetření oblasti vnitřní strany kloubní štěrbiny. Oba snímky byly provedené na levé (operované) dolní končetině; červená kontura ohraničuje tekutinu přítomnou v kolenním kloubu.

Fig. 5. A – Sonographic image of the suprapatellar space; B – sonographic image of the inner side of the joint space. Both images were taken on the left (operated) lower limb; the red contour delineates the fluid present in the knee joint.

na příkladu pacientky, u které přetrvával i po prodělaných opakovaných artroskopických operacích a absolvované, včetně stále probíhající rehabilitace, omezený rozsah kolenního kloubu, který by v daném časovém horizontu měl být již upraven.

Postupy, se kterými běžně při fyzioterapeutickém vyšetření pracujeme, nám nedovolují „nahlédnout“ do nitra kloubu. Na stav dané oblasti – v případě naší pacientky to byla DK s hlavním zřetelem ke kolennímu kloubu, můžeme usuzovat pouze z hodnocení manuálními postupy a dále jednoduchými postupy spočívajícími v měření obvodových rozměrů. Z obvodových rozměrů DK můžeme usuzovat na změny objemu DK, ale existují postupy, kterými lze získat detailnější informace. V našem případě jsme se rozhodli pracovat s neinvazivní metodou – 3D scanner – která se velmi dobře hodí k vyšetření svalového objemu.

Je to neinvazivní metoda, která není nebezpečná, její měření je velmi rychlé, a proto i dobře využitelné v praxi. I přes jednoduchost postupů měření se však

potýkáme s některými problémy při vlastním scanování. Prvním problémem je poloha pacienta. Zde je nutné, aby pacient, resp. daná část těla, která je měřena, byla po celou dobu scanování (několik sekund) bez pohybu. Pokud by se pacient pohnul, získaný obraz zůstane rozostřený. Z uvedeného důvodu zde tedy hraje roli i zkušenost vyšetřujícího, který musí být schopen uvést pacienta do takové pozice, která pro něj bude co nejpříjemnější, a přitom povede k získání kvalitního obrazu z vyšetření. Ze zkušeností vyšetřujícího souvisí i druhý problém, se kterým se můžeme setkat, a tím je vlastní manipulace s přístrojem. Ta sice není složitá, ale je důležité pracovat s přístrojem v optimální vzdálenosti od těla. Vzdálenost přístroje od povrchu scanované oblasti neovlivňuje výsledný měřený objem, ale skutečnost, že v případě nesprávné vzdálenosti přístroje od těla (příliš malá nebo naopak příliš velká) nedojde k přenesení obrazu ze scanneru do počítače. Pokud k přenosu obrazu do počítače nedojde, není možné objem vypočítat a celý postup měření je nutné opakovat.

V lékařství se zatím 3D scanner používá minimálně, jeho využití je však více známé v některých odvětvích průmyslu. Např. v reverzním inženýrství je scanování běžnou součástí. Pomocí technologie 3D scanování lze rychle a snadno naměřit i analyzovat data, která lze ihned s použitím 3D tiskárny vytisknout. Zejména je to vhodné pro produkty vyrobené z křehkých nebo měkkých materiálů, jako jsou pryžové díly nebo tenké skořepiny [13].

Může to být tím, že se o něm obecně nediskutuje a není zatím příliš v povědomí lékařů a dalšího zdravotnického personálu. Dle nám dostupných informací se v Praze využívá 3D scanner ve FN Motol, na oddělení ortotiky, a to při léčbě kraniosynostóz. Kraniosynostóza je definována jako předčasný uzávěr lebečních švů, což může vést k deformitám hlavičky u novorozence. Pomocí 3D scanneru je možné nascanovat hlavičku novorozence a přímo přes 3D tiskárnu vyrobít na míru helmičku [14–16]. Využitím 3D scanování a následnou výrobou protéz a jiných zdravotnických pomůcek se zabývá také firma Ottobock. Scanner v tomto případě umožňuje co nejdříve zachytit tvar scanovaného modelu. 3D scanování si našlo své místo i v ortodoncii, a to jak při diagnostice, tak při výrobě ortodontických aparátů [17,18]. V oblasti ortopedie byl v některých studiích scanner využíván jako rychlejší a dostupnější verze magnetické rezonance při diagnostice kolenního kloubu a jeho patologických stavech [19]. Také oblast ortotiky scanuje DK pro efektivnější výrobu kolenních protéz [20].

Oproti výhodám, které 3D scanner má, musíme upozornit i na jistou nevýhodu, kterou je jeho funkční zařazení např. do pooperační fyzioterapie. Scanner nedokáže „nahlédnout dovnitř sledované tkáně“. Proto se 3D scanner ve fyzioterapii neobjede bez dalších, doplňujících vyšetření.

Druhé vyšetření, které jsme v případě naší pacientky použili, bylo právě ultrasonografické vyšetření tkání. Na rozdíl

od scanneru nám pomohlo nahlédnout „dovnitř tkání“. Ultrasonografií se zobrazí měkké tkáně, kůže, svaly, nervy, chrupavky, vazivové a kostěné struktury [21–23] a lze mimo jiné také odhalit přítomnost tekutin uvnitř kloubu [24–28]. Uvedené vyšetření je schopné v kolenním kloubu zobrazit kloubní výpotek již od 5 ml. Můžeme tedy říci, že je mnohem citlivější než klinické vyšetření a díky jeho rychlosti a nenáročnosti během vyšetření nám dává lepší možnost terapeutické volby k ovlivnění výpotku v kloubu [29].

Právě tato skutečnost – odhalení přítomnosti tekutiny v kloubu – nám pomohla k odhalení jedné pravděpodobné příčiny stálé limitace rozsahu pohybu v kolenním kloubu, jakož i masivní atrofie stehna u naší pacientky. Hypotrofie svalstva m. quadriceps femoris je po poranění kolenních kloubů běžná. K největší atrofii z jeho čtyř hlav dochází u vnitřní hlavy. Spolu s objemem dochází i k úbytku svalové síly a k tomu může přispět výpotek a bolest kolenního kloubu [30]. Palmieri-Smith et al. [31] ve své studii prokázali, že až 60 ml fyziologického roztoku je schopno vyvolat snížení svalové síly o 13 %.

Ultrasonografické vyšetření je však také provázeno limitacemi, a to v případě, pokud zkoumaná oblast leží v akustickém stínu kostních struktur.

Na druhou stranu je sonografické vyšetření rychlé a nepotřebuje žádnou indikaci od lékaře, jako je tomu např. u magnetické rezonance. Nejen z tohoto důvodu začíná být velmi populární také u fyzioterapeutů a postupně se stává stále běžnější součástí vstupních i výstupních fyzioterapeutických vyšetření.

Závěr

Práce poukazuje na možnosti zařazení nových vyšetřovacích metod, 3D scanneru a diagnostické ultrasonografie do praxe. Na prezentované kazuistice pacientky po distorzi levého kolenního kloubu se ukázalo, že zařazení těchto metod může být přínosem a především

vhodným doplňkem při vyšetřovacích postupech v oblasti rehabilitace. V případě prezentované kazuistiky pacientky po třech artroskopických operacích kolene bylo možné pomocí těchto jednoduchých postupů porovnat svalový objem u pravého a levého stehna a také vyhodnotit, že je v kloubu přítomná tekutina, která by mohla limitovat rozcvičení kolenního kloubu na fyziologické hodnoty.

Literatura

1. Đonlić M, Petković T, Peharec S et al. On the segmentation of scanned 3D human body models. 8th Intern Sci Conf Kinesiol 2017, Opatija, Croatia. [online]. Available from: file:///C:/Users/Uzivatel/Downloads/875035.On_the_Segmentation_of_Scanned_3D_Human_Body_Models.pdf.
2. Daanen H, Har F. 3D whole body scanners revisited. *Displays* 2013; 34(4): 270–275. doi: 10.1016/j.displa.2013.08.011.
3. Skenování ve 3D. Využití 3D skenování v lékařství. [online]. Dostupné z: <https://www.skenovani3d.cz/skenovani/kde-skener-vyuzit/lekarstvi/>.
4. Gelb HJ, Glasgow SG, Sapega AA et al. Magnetic resonance imaging of knee disorders: clinical value and cost-effectiveness in a sports medicine practice. *Am J Sports Med* 1996; 24(1): 99–103. doi: 10.1177/036354659602400118.
5. Kälébo P, Sward L, Karlsson J et al. Ultrasonography in the detection of partial patellar ligament ruptures (jumper's knee). *Skeletal Radiol* 1991; 20(4): 285–289. doi: 10.1007/BF02341668.
6. Kelsch G, Ulrich C, Bickelhaupt A. Ultrasound imaging of the anterior cruciate ligament. Possibilities and limits. *Unfallchirurg* 1996; 99(2): 119–123.
7. Kremkau FW. *Diagnostic Ultrasound. Principles and Instruments*. Philadelphia: WB Saunders 1998.
8. Laine HR, Harjula A, Peltokallio P. Ultrasound in the evaluation of the knee and patellar regions. *J Ultrasound Med* 1987; 6(1): 33–36. doi: 10.7863/jum.1987.6.1.33.
9. Mezian K, Steyerová P, Vacek J et al. Úvod do neuromuskulární ultrasonografie. *Česk Slov Neurol N* 2016; 79/112(6): 656–661. doi: 10.14735/amcsnn2016656.
10. Roberts CS, Beck DJ Jr, Heinsen J et al. Review article: diagnostic ultrasonography: applications in orthopaedic surgery. *Clin Orthop Relat Res* 2002; 401: 248–264. doi: 10.1097/00003086-200208000-00028.
11. Van Holsbeec MT et al. Physical principles of ultrasound imaging. In: Bralow L (ed). *Musculoskeletal Ultrasound* 2001; 2: 1–7.
12. Paczesny Ł, Kruczyński J. Ultrasound of the knee. *Semin Ultrasound CT MR* 2011; 32(2): 114–124. doi: 10.1053/j.sult.2010.11.002.

13. Yao AWL. Applications of 3D scanning and reverse engineering techniques for quality control of quick response products. *Int J Adv Manuf Technol* 2005; 26(11): 1284–1288. doi: 10.1007/s00170-004-2116-5.
14. Ortotika. Kraniosynostóza. [online]. Dostupné z: <https://www.ortotika.cz/kranialni-ortezy>.
15. Chahaki E, Javanshir M, Saeedi H et al. Investigating the prevalence of positional plagiocephaly with 3D scan in children under one year of age in Mofid hospital. *Func Disabil J* 2021; 4(1): 33–33.
16. Geoffroy M, Gardar J, Goodnough J et al. Cranial remodeling orthosis for infantile plagiocephaly created through a 3D scan, topological optimization, and 3D printing process. *J Prosthet Orthot* 2018; 30(4): 247–258. doi: 10.1097/JPO.000000000000190.
17. Kim T, Cho Y, Chang M et al. Tooth segmentation of 3D scan data using generative adversarial networks. *Applied Sciences* 2020; 10(2): 490. doi: 10.3390/app10020490.
18. Barreto MS, Faber J, Vogel CJ et al. Reliability of digital orthodontic setups. *Angle Orthod* 2016; 86(2): 255–259. doi: 10.2319/120914-890.1.
19. Telfer S, Yi JS, Kweon CY et al. Monitoring changes in knee surface morphology after anterior cruciate ligament reconstruction surgery using 3D surface scanning. *Knee* 2020; 27(1): 207–213. doi: 10.1016/j.knee.2019.10.004.
20. Dessery Y, Pallari J. Correction: Measurements agreement between low-cost and high-level handheld 3D scanners to scan the knee for designing a 3D printed knee brace. *PLoS One* 2018; 13(4): e0196183. doi: 10.1371/journal.pone.0196183.
21. Richter J, Dávid A, Pape HG et al. Diagnosis of acute rupture of the anterior cruciate ligament. Value of ultrasonic in addition to clinical examination. *Unfallchirurg* 1996; 99(2): 124–129.
22. Zeng H, Kang B, Liu G et al. Ultrasonographic diagnosis of bone tumor of the knee and its clinical implication. *J Tongji Med Univ* 2001; 21(3): 236–237, 245. doi: 10.1007/BF02886440.
23. Wada A, Fujii T, Takamura K et al. Congenital dislocation of the patella. *J Child Orthop* 2008; 2(2): 119–123. doi: 10.1007%2Fs11832-008-0090-4.
24. Guiral J, Rodrigo A, Tello E. Subcutaneous echinococcosis of the knee. *Lancet* 2004; 363(9402): 38. doi: 10.1016/S0140-6736(03)15168-9.
25. Eşen S, Akarırmak U, Aydın FY et al. Clinical evaluation during the acute exacerbation of knee osteoarthritis: the impact of diagnostic ultrasonography. *Rheumatol Int* 2013; 33(3): 711–717. doi: 10.1007/s00296-012-2441-1.
26. Terslev L, Qvistgaard E, Torp-Pedersen S et al. Ultrasound and Power Doppler findings in jumpers knee – preliminary observations. *Eur J Ultrasound* 2001; 13(3): 183–189. doi: 10.1016/S0929-8266(01)00130-6.

27. Mandl P, Brossard M, Aegerter P et al. Ultrasound evaluation of fluid in knee recesses at varying degrees of flexion. *Arthritis Care Res* 2012; 64(5): 773–779. doi: 10.1002/acr.21598.

28. Basha MAA, Eldib DB, Aly SA et al. Diagnostic accuracy of ultrasonography in the assessment of anterior knee pain. *Insights Imaging* 2020; 11(1): 107. doi: 10.1186/s13244-020-00914-2.

29. Hrazdira L (ed). *Praktická muskuloskeletální ultrasonografie pro lékaře a fyzioterapeuty*. Paido 2020. ISBN 978-80-7315-270-3.

30. Thomas AC, Wojtys EM, Brandon C et al. Muscle atrophy contributes to quadriceps weakness after anterior cruciate ligament reconstruction. *J Sci Med Sport* 2016; 19(1): 7–11. doi: 10.1016/j.jsams.2014.12.009.

31. Palmieri-Smith RM, Kreinbrink J, Ashton-Miller JA et al. Quadriceps inhibition induced by an experimental knee joint effusion affects knee joint mechanics during a single-legged drop landing. *Am J Sports Med*; 35(8): 1269–1275. doi: 10.1177/0363546506296417.

Doručeno/Submitted: 20. 3. 2022

Přijato/Accepted: 14. 6. 2022

Korespondenční autor:

Mgr. Michaela Ragulová

Katedra fyzioterapie FTVS UK

José Martího 31

162 52 Praha 6

e-mail: michaela.ragulova@gmail.com

Konflikt zájmů: Autoři deklarují, že text odpovídá etickým standardům, byla dodržena anonymita pacientů a prohlašují, že v souvislosti s předmětem článku nemají finanční, poradenské ani jiné komerční zájmy.

Publikační etika: Příspěvek nebyl dosud publikován ani není v současnosti zaslán do jiného časopisu pro posouzení. Autoři souhlasí s uveřejněním svého jména a e-mailového kontaktu v publikovaném textu.

Dedikace: Studie vznikla v rámci programu PROGRES na Univerzitě Karlově č. Q41 – Biologické aspekty zkoumání lidského pohybu.

Conflict of Interest: The authors declare that the article/manuscript complies with ethical standards, patient anonymity has been respected, and they state that they have no financial, advisory or other commercial interests in relation to the subject matter.

Publication Ethics: This article/manuscript has not been published or is currently being submitted for another review. The authors agree to publish their names and e-mails in the published article/manuscript.

Dedication: The study was created within the PROGRES program at Charles University No. Q41 – Biological aspects of the study of human movement.

REHABILITACE a fyzikální lékařství

Vedoucí redaktor (Editor-in-Chief)

MUDr. Jan Vacek, Ph.D.

Katedra RFM, IPVZ

Ruská 85, 100 05 Praha 10

Zástupce vedoucího redaktora (Editor)

doc. MUDr. Ivan Vařeka, Ph.D.

Rehabilitační klinika LF UK a FN

Sokolská 581, 500 05 Hradec Králové

Tajemník redakce (Editorial Secretary)

doc. PaedDr. Dagmar Pavlů, CSc.

Katedra fyzioterapie FTVS UK

J. Martího 31, 162 52 Praha 6

Redakční rada (Editorial Board)

MUDr. Yvona Angerová, Ph.D., MBA

Klinika rehabilitačního lékařství

1. LF UK a VFN v Praze

Albertov 7, 128 00 Praha 2

doc. PhDr. Magdaléna Hagovská, Ph.D.

Klinika fyziatrie, balneologie a léčebnej

rehabilitácie UPJŠ LF a UNLP

Trieda SNP 1, 040 11 Košice, Slovenská republika

PhDr. Alena Herbenová

Klinika rehabilitačního lékařství IPVZ

Šrobárova 50, 100 34 Praha 10

MUDr. Martina Hoskocová, Ph.D.

Neurologická klinika 1. LF UK a VFN

Katerinská 30, 120 00 Praha 2

doc. MUDr. Alena Kobesová, Ph.D.

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

2. LF UK a FN Motol

V Úvalu 84, 150 06 Praha 5

MUDr. Martina Kövári, MHA

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

2. LF UK a FN Motol

V Úvalu 84/1, 150 06 Praha 5

prof. PaedDr. Pavel Kolář, Ph.D.

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

2. LF UK a FN Motol

V Úvalu 84/1, 150 06 Praha 5

MUDr. Alois Krobot, Ph.D.

Rehabilitační oddělení FN Olomouc

I. P. Pavlova 6, 775 20 Olomouc

doc. MUDr. Jiří Kříž, Ph.D.

Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství

2. LF UK a FN Motol, V Úvalu 84/1, 150 06 Praha

MUDr. Kamal Mezian, Ph.D.

Rehabilitace MUDr. Hassan Mezian s.r.o.

Tylova 6, 412 01 Litoměřice

doc. MUDr. Peter Takáč, PhD.

Univerzitná nemocnica L. Pasteura

Rastislavova 43, 041 90 Košice

Slovenská republika

doc. MUDr. Vlasta Tošnerová, CSc.

Klinika rehabilitačního lékařství FN Hradec Králové

Sokolská 581, 500 05 Hradec Králové

prof. MUDr. Josef Vymazal, D.Sc.

Radiodiagnostické oddělení

Nemocnice Na Homolce, 150 30 Praha 5

PhDr. Elena Žiaková, PhD.

Univerzita sv. Cyrila a Metoda v Trnave

Inštitút fyzioterapie, balneológie a liečebnej

rehabilitácie

Rázusova 14, 921 01 Piešťany

Slovenská republika

Aktuální vydání časopisu on-line naleznete na stránkách: www.prolekare.cz/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi-aktualni-cislo

Pokyny pro autory: www.prolekare.cz/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi-pokyny

Informace o časopisu: www.prolekare.cz/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi-informace

© Česká lékařská společnost J. E. Purkyně, Praha 2022

Rehabilitace a fyzikální lékařství

Vydavatel: Česká lékařská společnost

Jana Evangelisty Purkyně, z. s., Sokolská 31,

120 26 Praha 2

Nakladatel: Care Comm s.r.o., Klicperova 604/8,

150 00 Praha 5

Vedoucí redaktor: MUDr. Jan Vacek, Ph.D.

Odpovědná redaktorka:

Mgr. Markéta Zbranková,

marketa.zbrankova@carecomm.cz

Grafická úprava: Mirek Chudík

Jazyková korektura: Mgr. Irena Kratochvílová

Vychází 4x ročně.

Předplatné na rok pro ČR je 600 Kč bez DPH

a pro SK je 28 €.

Objednávka předplatného na adrese:

predplatne@carecomm.cz

On-line verze časopisu je přístupná

na adrese:

<https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/informace>

Informace o podmínkách inzerce poskytuje

a objednávky přijímá:

Kateřina Hanáková,

e-mail: katerina.hanakova@carecomm.cz

Rukopisy zasílejte na: jvck@seznam.cz

Zaslané příspěvky se nevracejí.

Vydavatel získá otištěním příspěvku výlučně

nakladatelské právo k jeho užití.

Otištěné příspěvky autorů nejsou honorovány,

autoři obdrží bezplatně jeden výtisk časopisu.

Vydavatel a redakční rada upozorňují, že

za obsah a jazykové zpracování inzerátů

a reklam odpovídá výhradně inzerent. Žádná

část tohoto časopisu nesmí být kopírována

a rozmnožována za účelem dalšího rozšiřování

v jakékoli formě či jakýmkoli způsobem, ať již

mechanickým nebo elektronickým, včetně

pořizování fotokopíí, nahrávek, informačních

databází na magnetických nosičích bez

pisemného souhlasu vlastníka autorských práv

a vydavatelského oprávnění.

Toto číslo vychází 15. září 2022

CENTRA OČKOVÁNÍ A CESTOVNÍ MEDICÍNY



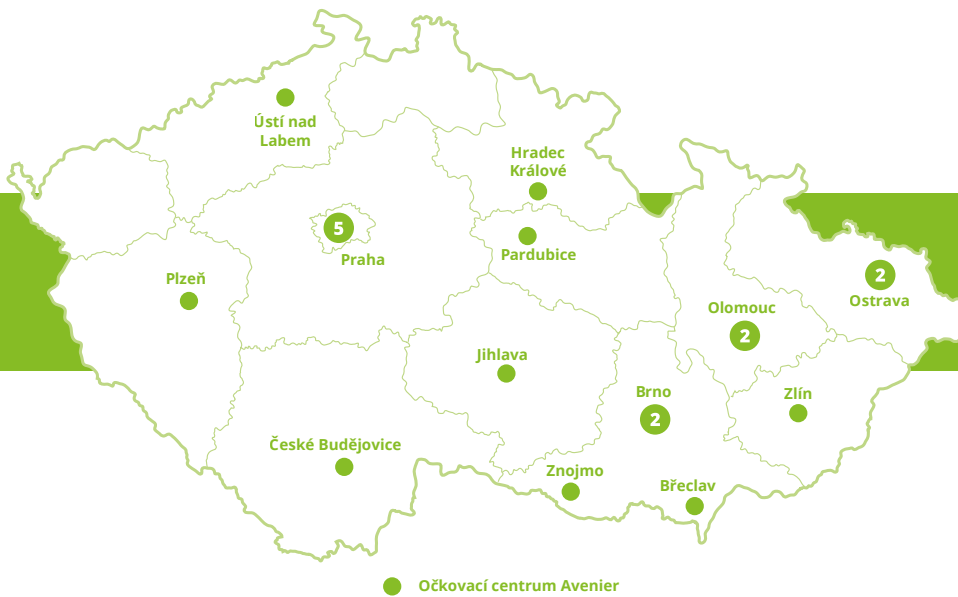
www.ockovacentrum.cz



Najdete nás po celé ČR



545 123 321



Výhody naší služby

- online/telefonické objednání na přesný termín návštěvy očkovacího centra
- možnost platby kartou, poukázkami i benefičními kartami
- e-mailové upozornění na končící účinnost očkování
- bezplatné vystavení očkovacího průkazu
- sestavení očkovacího plánu před cestou
- komunikace přes zákaznickou linku
- elektronický očkovací průkaz



CENTRA OČKOVÁNÍ A CESTOVNÍ MEDICÍNY AVENIER

BRNO, OC LETMO, NÁDRAŽNÍ 2A • BRNO, OC CAMPUS, NETROUFALKY 5/797 • BŘECLAV, POLIKLINIKA BŘECLAV, BRATŘÍ MRŠTÍKŮ 38 • ČESKÉ BUDĚJOVICE, OC IGY, PRAŽSKÁ 1247/24 • HRADEC KRÁLOVÉ, ŽELEZNIČNÍ POLIKLINIKA, VEVERKOVA 1631/5 • JIHLAVA, POLIKLINIKA DORADUS, MRŠTÍKOVA 1133/30 • OLOMOUC, POLIKLINIKA OLOMOUC, TRÍDA SVOBODY 32 • OLOMOUC, WOLKEROVA 1210/27 • OSTRAVA, HORNICKÁ POLIKLINIKA, SOKOLSKÁ TRÍDA 81 • OSTRAVA, POLIKLINIKA HRABŮVKA, DR. MARTÍNKA 7 • PARDUBICE, POLIKLINIKA HELP, KARLA ŠÍPKA 282 • PLZEŇ, LÉKAŘSKÝ DŮM RONDEL, LOCHOTÍNSKÁ 18 • PRAHA 1, POLIKLINIKA REVOLUČNÍ, REVOLUČNÍ 765/19 • PRAHA 2, 1. LÉKAŘSKÁ FAKULTA, STUDNÍČKOVA 7 • PRAHA 4, POLIKLINIKA BUDĚJOVICKÁ, ANTALA STAŠKA 80 • PRAHA 5, ŽENSKÉ DOMOVY, OSTROVSKÉHO 253/3 • PRAHA 6, VELESЛАVÍNSKÁ 150/44 • ÚSTÍ NAD LABEM, POLIKLINIKA DOCTUS, MASARYKOVA 94 • ZLÍN, ZLÍNSKÁ POLIKLINIKA, TRÍDA T. BATI 3705 • ZNOJMO, KHS ZNOJMO, MUDR. JANA JÁNSKÉHO 15

SPINÁLNÍ DEKOMPRESSE

NEINVAZIVNÍ ALTERNATIVA LÉČBY

BTL SPINÁLNÍ DEKOMPRESSE představuje nespočet možností léčby bederní a krční páteře.

Jedná se o formu mechanoterapie, která využívá přednastavené dekompresní síly k mobilizaci kloubů, uvolnění tlaku na nervově-míšni struktury, relaxaci a protažení měkkých tkání.

Studie ukazují, že pacienti s bolestmi bederní páteře, kteří podstoupili léčbu pomocí spinální dekomprese, vykazovali významně vyšší úlevu od bolesti než pacienti z kontrolní skupiny. U pacientů s onemocněním krční páteře došlo také k významnému zvýšení rozsahu pohybu oproti kontrolní skupině.

SPINÁLNÍ DEKOMPRESSE KLINICKY OVĚŘENÁ V NEZÁVISLÝCH STUDIÍCH

LÉČBA CHRONICKÝCH BOLESTÍ BEDERNÍ PÁTEŘE POMOCÍ SPINÁLNÍ DEKOMPRESSE

ANALGETICKÝ ÚČINEK SPINÁLNÍ DEKOMPRESSE

V procesu publikace

HLAVNÍ BODY

- 26 pacientů s chronickou bolestí bederní páteře.
- 10 testů fyzioanalýzových dvakrát týdně.
- Oswestry index a Patient health questionnaire (PHQ-9) byly provedeny na začátku a po období 10 týdnů.
- Cílové zlepšení bylo pozorováno ve zvýšení skóre u Oswestry index a 65 % a snížení skóre PHQ-9 o 64 %.

OSWESTRY INDEX

RANDOMIZOVANÁ KONTROLNÍ STUDIE SE SPINÁLNÍ DEKOMPRESÍ

POROVNÁNÍ TERAPIE SPINÁLNÍ DEKOMPRESSE S KONVENČNÍMI FYZIOTERAPEUTICKÝMI METODAMI

V procesu publikace

HLAVNÍ BODY

- 30 pacientů s bolestmi spodní části zad.
- Srovnání léčebné skupiny pacientů, kteří podstoupili terapii na spinální dekompresi a fyzioterapii s kontrolní skupinou pacientů, kteří podstoupili pouze fyzioterapii.
- 30 dní léčby/terapie jednou týdně, po dobu 3 týdnů.
- Numerická škála hodnocení bolesti, Oswestry Disability Index a rozsah pohybu bederní páteře byly zjišťovány na začátku a po ukončení všech terapií.
- Léčebná skupina vykazovala významně vyšší úlevu od bolesti ve srovnání s kontrolní skupinou.

VYUŽITÍ TERAPIE SE SPINÁLNÍ DEKOMPRESÍ U PACIENTŮ S BOLESTÍ ZAD

KRÁTKODOBÝ A DLOUHODOBÝ ÚČINEK SPINÁLNÍ DEKOMPRESSE PŘI BOLESTECH ZAD

Problémová studie

Klinické centrum "ZDROJNÉ BOČEK", Tábor, Lokotín

HLAVNÍ BODY

- Vyhodnocení krátkodobých a dlouhodobých účinků terapie se spinální dekompresí páteře u osob s bolestmi zad.
- Věk 35-60 let, muži, ženy, jedinci i rodiny zad (hernie disku, bulging disku, degenerativní onemocnění páteře, myofasciální syndrom, lumbago, cervikobrášňák).
- 10 terapií páteřových dvakrát týdně.
- Hlavní výsledky: záporná numerická škála hodnocení bolesti (NRS) a Oswestry Disability Index (ODI) pro bederní páteř.

ANALGETICKÝ ÚČINEK SPINÁLNÍ DEKOMPRESSE U RADIKULOPATIE

VPLYV SPINÁLNÍ DEKOMPRESSE PŘI LÉČBĚ CERVIKÁLNÍ RADIKULOPATIE

Braheem M, Elhagge, Noha R, Elhabiby, Enas M, Adel ElHennam

Publikováno: Egypt, J. NeuroL, Psychiat, Neurosurg, VIL 46 (2) - červenec 2019

HLAVNÍ BODY

- Studie srovnává intervertebrální a statickou trakci krční páteře u pacientů s radikulopatií C5/C7.
- Skupina s rozbitím trakce s průběžným výkonem 42336,69 kg podstoupila terapii elektrotermem a trakcí s průběžným výkonem 46,47 kN podstoupila terapii elektrotermem.
- Skupina se statickou trakcí s průběžným výkonem 46,47 kN podstoupila terapii elektrotermem.
- Skupina se statickou trakcí s průběžným výkonem 46,47 kN podstoupila terapii elektrotermem.
- Pacienti byli provedli trakci a po ní hodnocení u Bessleya měřily bolesti krční páteře, intenzity bolesti zad, amplitudy a síly flexe a extenze v manuální flexor caput rostrale a pohybů krční páteře.
- V obou skupinách se významněji zlepšily všechny měřené hodnoty.
- Významné snížení úskalí bylo pozorováno u pacientů v obojí skupině srovnání se ve horizontální a transversální rovině krční páteře srovnání ve prospěch intervertebrální trakce.

SNÍŽENÍ BOLESTI



PRO BLIŽŠÍ INFORMACE / PŘEDSTAVENÍ SYSTÉMU NA VAŠEM PRACOVIŠTI
NÁS KONTAKTUJTE!

