

# REHABILITACE a fyzikální lékařství



Vydává Česká lékařská společnost J. E. Purkyně

## PŮVODNÍ PRÁCE

Porovnanie svalovej relaxácie u športovcov stredného a staršieho veku J. Čelko et al.

Vliv koloběhu na pohybový systém mladších školních dětí Z. Třískala et al.

Účinky rehabilitační manipulační terapie u cervikokraniálního syndromu P. Konečný et al.

Efektivita terapeutických intervencí v otázce léčby bolesti spojené se spoušťovými body P. Vymyslický et al.

Adherence pacientů k fyzioterapii A. Prunerová et al.

## PŘEHLEDOVÝ ČLÁNEK

Historický vývoj teorií řízení motoriky – od hierarchické teorie k dynamickému systému I. Vařeka

## RŮZNÉ

Vzpomínka na Josefa Urbana (1969–2021) I. Vařeka et al.

Volné pokračování Fysiatrického a revmatologického věstníku založeného v roce 1923

ISSN 1211-2658 MK CR E 6869

Indexed in EMBASE/Excerpta Medica  
Excerptováno v Bibliographia Medica Czechoslovaca  
Časopis je indexován v Seznamu recenzovaných neimpaktovaných periodik  
Rady pro výzkum, vývoj a inovace Úřadu vlády ČR.

ročník 28 | červenec 2021 | číslo **2**

# Care Comm s.r.o.

## KOMUNIKACE ZDRAVOTNICKÝCH TÉMAT JE NAŠE SRDEČNÍ ZÁLEŽITOST



publikační  
činnost: odborné  
knihy a časopisy  
pro lékaře  
a specialisty



webové  
portály se  
zdravotnickou  
tematikou



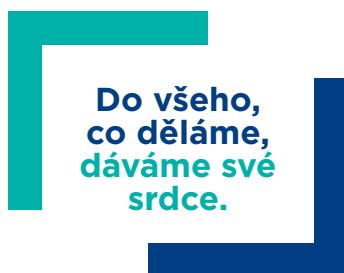
kompletní servis  
při natáčení  
videorozhovorů  
a on-line  
kongresového  
zpravodajství



originální  
kongresové  
zpravodajství



pořádání  
tiskových  
konferencí  
nebo kulatých  
stolů



**Care Comm**  
we care...

V případě zájmu  
se na nás neváhejte obrátit:  
[www.carecomm.cz](http://www.carecomm.cz)  
[info@carecomm.cz](mailto:info@carecomm.cz)

# Obsah

## Přehledový článek

- Historický vývoj teorií řízení motoriky – od hierarchické teorie k dynamickému systému** 52  
 Historical development of motor control theories – from hierarchical theory to dynamic system  
*I. Vařeka*

## Původní práce

- Porovnanie svalovej relaxácie u športovcov stredného a staršieho veku** 61  
 Comparison of muscular relaxation in middle-aged and older athletes  
*J. Čelko, J. Gabrhel, M. Malay*

- Vliv koloběhu na pohybový systém mladších školních dětí** 67  
 Influence of footbike riding on the locomotor system of younger school children  
*Z. Třískala, D. Jandová, O. Morávek, M. Musílek, I. Wurstová, V. Škvařilová, L. Filó, E. Jurčáková, M. Kalina, D. Lukáčová*

- Účinky rehabilitační manipulační terapie u cervikokraniálního syndromu** 75  
 The effect of manipulation therapy on cervicocranial syndrome  
*P. Konečný, M. Musálková, L. Papajová, M. Elfmark, J. Vyskotová, A. Můčková, P. Gaul Aláčová, R. Vysoký, G. Krejstová*

- Efektivita terapeutických intervencí v otázce léčby bolesti spojené se spoušťovými body** 79  
 Effectiveness of therapeutic interventions in the treatment of pain associated with trigger points  
*P. Vymyslický, D. Pavlů, D. Pánek*

- Adherence pacientů k fyzioterapii** 89  
 Patients' adherence to physiotherapy  
*A. Prunerová, T. Nováková, K. Kupka, P. Reckziegelová*

## Různé

- Vzpomínka na Josefa Urbana (1969–2021)** 96  
*I. Vařeka, D. Smékal, M. Říha, V. Toufar*

# Historický vývoj teorií řízení motoriky – od hierarchické teorie k dynamickému systému

## Historical development of motor control theories – from hierarchical theory to dynamic system

### I. Vařeka

*Rehabilitační klinika, Fakultní nemocnice Hradec Králové*

*Lékařská fakulta v Hradci Králové, Univerzita Karlova*

*Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci*

**Souhrn:** Teorie řízení motoriky lze rozdělit do čtyř hlavních typů, z nichž některé na sebe částečně navazují a jiné vznikly jako negace těch předchozích. Nejstarší ucelenou teorií je hierarchická teorie z druhé poloviny 19. století, jejímž hlavním představitelem je John H. Jackson. Na přelomu 19. a 20. století ji následovala reflexní teorie, jejímž hlavními představiteli byli William James, Ivan P. Pavlov a především Charles S. Sherrington. K překonání této teorie přispěl velkou měrou Thomas G. Brown svým objevem centrálních generátorů vzorů. Nikolaj A. Bernstein vytvořil ve 30. a 40. letech v opozici k reflexní teorii svoji originální koncepci, která bývá někdy označována jako teorie systémů. Ve druhé polovině 20. století na ni částečně navázala teorie motorických programů, jejímž hlavními autory byli Karl S. Lashley, Jack A. Adams a především Richard A. Schmidt. Na Bernsteinovu práci také navázala poslední významná koncepce motorického řízení, a to teorie dynamických systémů, jejímiž hlavními autory jsou Stuart A. Kauffman, J. A. Scott Kelso, Michael T. Turvey a Ester A. Thelen.

**Klíčová slova:** teorie řízení motoriky – motorické učení – vývoj motoriky

**Summary:** Motor control theories can be divided into four main types, some of which follow each other in part and others arose as a negation of the previous ones. The oldest comprehensive theory is the hierarchical theory from the second half of the 19<sup>th</sup> century, the main representative of which is John H. Jackson. At the turn of the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> centuries, it has been followed by the reflex theory, whose main representatives were William James, Ivan P. Pavlov and especially Charles S. Sherrington. Thomas G. Brown contributed greatly to overcoming this theory with his discovery of central pattern generators. In opposition to the reflex theory, Nikolai A. Bernstein developed his original concept in the 1930s and 1940s, sometimes referred to as the systems theory. In the second half of the 20<sup>th</sup> century, it has been partly followed by the theory of motor programs, the main authors of which were Karl S. Lashley, Jack A. Adams and especially Richard A. Schmidt. Bernstein's work has also been followed by the last but not least important concept of motor control, namely the theory of dynamical systems, the main authors of which are Stuart A. Kauffman, J. A. Scott Kelso, Michael T. Turvey and Ester A. Thelen.

**Key words:** motor control theories – motor learning – motor development

### Úvod

Současné (neuro)rehabilitační metody obvykle vycházejí z některé z teorií *motorického řízení* nebo *motorického učení* či motorického vývoje. Cílem tohoto textu je podat přehled a základní charakteristiku hlavních teorií motorického řízení s přihlédnutím k době jejich vzniku. Teorie motorického učení a motorického vývoje budou zmíněny

jen okrajově, nakolik to budou vyžadovat souvislosti textu. Je nutné zdůraznit, že důvody pro arbitrární rozdělení těchto teorií jsou spíše didaktické než obsahové. Při bližším pohledu se částečně překrývají (např. hierarchická a reflexní teorie), jindy jsou však ve vzájemné opozici (např. Bernsteinova teorie či teorie motorických programů proti reflexní teorii).

### Hierarchická teorie

Zřejmě první ucelenou teorii evoluce, struktury a funkce nervového systému sepsal v polovině 19. století **Herbert Spencer** (1820–1903). Ten pod vlivem lamarckizmu došel k závěru, že funkci nervového systému lze pochopit jen při zohlednění jeho fylogeneze, během níž dochází, na základě evolučních principů, k vývoji od jednoduché nediferenco-

vané homogenity ke komplexní diferencované heterogenitě. Dle této koncepce se lidská mysl vyvinula od jednoduché automatické odpovědi nižších živočichů k vyšším kognitivním procesům u člověka. Proto je každá nervová struktura výsledkem nejen vjemů a zkušeností daného jedince, ale také jeho předchůdců. V důsledku toho pak léze vyšších nervových etáží odhalí funkci starších evolučních úrovní [1,2].

Za hlavního představitele **hierarchické teorie** je považován britský neurolog **John H. Jackson** (1835–1911), který uplatnil Spencerovo fylogenetické hledisko při studiu funkce mozku a jeho poruch u pacientů s fokální mozkovou lézí. Zajímal ho především efekt *reverzní evoluce*, resp. *disoluce* dle Spencera, ke kterému má docházet právě při poškození mozku. Vycházel z předpokladu, že evolučně mladší, a tedy i vyšší, mozková centra tlumí ta starší, resp. nižší, a odstranění této inhibice vede k symptomům typu afázie, hemiparézy či epileptických záchvatů, přičemž rozlišoval příznaky negativní (např. obrna) a pozitivní (např. pyramidové příznaky) [2,3]. Jeho schéma „cerebrální lokalizace“ mělo čtyři součásti, resp. teze:

1. nervový systém je senzomotorický stroj;
2. somatotopická reprezentace je vážený ordinální proces;
3. nervový systém je založen na evoluční hierarchii, ve které vyšší (mladší) vývojové úrovně potlačují funkci úrovní vývojově nižších (starších);
4. nervový systém a mysl existují paralelně, aniž by na sebe vzájemně kauzálně působily [3,4].

Dodnes je uznávána jeho koncepce *vertikální organizace centrálního nervového systému*, jehož nejvyšší úroveň představuje prefrontální kůra, zatímco nejnižší úroveň je prodloužená a spinální mícha. Aktivita vyšších úrovní se přenáší na nižší úrovně, jejichž vlastní aktivita je vyššími úrovněmi překryta a může se projevit jen při poruše funkce vyšších

úrovní. Některé pozdější práce hierarchickou organizaci nervového systému zpochybňují stejně jako Jacksonovu koncepci kortikální lokalizace mozkových funkcí a zdůrazňují distribuční charakter nervových sítí [5,6]. Na druhé straně byl model hierarchické organizace opakovaně potvrzen řadou prací vč. zobrazovacích studií [2]. Jacksonův hierarchický koncept ovlivnil i **Sigmunda Freuda** (1856–1939). Jackson také uvedl do neurologie pojem *synergie*, i když v negativním smyslu, resp. k popisu pohybové poruchy [7].

V polovině minulého století se hierarchická teorie stala jedním ze zdrojů vývojové **teorie motorického vytrávení**, jejíž hlavní principy lze popsat následovně [8]:

1. kortikální struktury inhibují primitivní pohybové vzory;
2. motorický vývoj postupuje kranio-kaudálně;
3. koaktivita antagonistů předchází selektivní svalové aktivitě;
4. koordinace intrasegmentární svalové aktivity končetin předchází koordinaci intersegmentální aktivity;
5. koordinace svalové aktivity končetiny předchází mezikončetinové koordinaci;
6. koordinace homologních končetin předchází homolaterální končetinové koordinaci.

Tuto teorii lze charakterizovat tak, že dítě standardně prochází přes určité milníky, přičemž motorické dovednosti, tedy vzory a sekvence pohybů, se objevují v zákonité posloupnosti v závislosti na vytrávení mozku [9,10]. Primárně se má jednat o geneticky daný proces, stejný u všech dětí, a zkušenost získaná na základě učení má být až druhotná. Tato teorie byla dále kombinována s některými prvky reflexní teorie a také s prvky teorie motorických programů, což je do určité míry paradox, jak vyplývá z dalšího textu. Součástí této kombinované teorie je názor, že vývoj je dán uvolňováním, resp. vytrávením, vro-

zených, resp. geneticky determinovaných motorických vzorů [11–20] a svalové synergie, které se uplatňují během vývoje, jsou uloženy v mozku jako matrice. Motorické vzory tak podle této teorie představují *geneticky determinovanou, stabilizující složku volní hybnosti*, která zahrnuje i složité senzomotorické funkční vztahy uspořádané na vyšších stupních řízení, jež se realizují v průběhu zrání centrální nervové soustavy (CNS), a pouze *labilizující hybné stereotypy* jsou naučené, zautomatizované pohyby [15].

## Reflexní teorie

Opakem Jacksonovy koncepce pohybu řízeného z centra je do jisté míry **reflexní teorie**, která postuluje jako základní prvek pohybu reflex. Tato teorie vznikala v průběhu staletí, automatické reakce na zevní stimuly popisovali již **Hippokrates** (460–370 př. n. l.) a **Galén** (129–200 či 216) [7]. Za autora prvního popisu reflexu je považován **René Descartes** (1596–1660), který ovšem nepoužíval pojem reflex, ten zavedl až **Jean Austruc** (1684–1766). Přibližně ve stejné době jako Descartes se zabýval reflexem také **Thomas Willis** (1628–1678). Dle Descartovy představy protéká dutými nervy animální duch (*esprits animaux*), který zajišťuje odraz zevního stimulu v mozku i následný tok ke svalům. Zajímavé je také jeho dualistické pojetí pohybů, kdy nevědomé pohyby člověka mají mít, stejně jako pohyby zvířat, reflexní podklad, zatímco vědomé pohyby člověka jsou řízeny duší. Další francouzský materialista **Julien Offray de la Mettrie** (1709–1751), autor knihy *L'homme machine*, pak aplikoval představu čistě automatického chování zvířat v plné míře i na člověka. Obdobně chápal lidskou motoriku i **Pierre Jean Georges Cabanis** (1757–1808), který prováděl pokusy na popravených gilotinou [21].

Významným autorem reflexní teorie byl **Robert Whytt** (1714–1766), jenž předpokládal, že ne všechny senzorní informace jsou vnímány a některé akce probíhají automaticky bez vlivu vůle.

Především je ale jeho popis slinění při pohledu na krájený citrón zřejmě prvním záznamem toho, co dnes známe pod pojmem *podmíněný reflex* (viz dále). Jako první také popsal automatické pohyby dekapitovaných žab, tedy *míšní automatismus*, který mizí při zničení míchy [21,22]. První vědecký popis reflexu je přisuzován **Johanu Augustu Unzerovi** (1727–1799), který stejně jako Whytt prováděl pozorování motoriky dekapitovaných zvířat [23,24]. Spolu s Unzerem je prvenství přisuzováno i **Jiřímu Procháskovi** (1749–1820), který v roce 1785 formuloval dva základní prvky nervové funkce. První z nich označoval jako *vis nervosa*, což měla být latentní nervová síla, která spojuje různé části nervového systému, závisí na velikosti stimulu a přetrvává v nervech i po oddělení od centrálních struktur. Druhým prvkem bylo *sensorium commune*, které mělo představovat setkání senzoriálních a motorických nervů v různých centrech mozku a míchy [23]. V 18. století se také poprvé objevil názor, že podstatou Descartova *animálního ducha* je elektřina. **Luigi Galvani** (1737–1798) se domníval, že nervy roznášejí do svalů elektřinu (galvanismus) a svaly také elektřinu generují [25]. V jeho práci pokračoval **Giovanni Aldini** (1762–1834), který ovšem přešel od žab k elektrické stimulaci těla popraveného zločince [26], čím mimo jiné inspiroval i Marry Shelly k sepsání slavného díla světové beletrie *Frankenstein; or, The Modern Prometheus*. V 19. století pokračovalo zkoumání vlastností reflexního oblouku. **Charles Bell** (1774–1842) zjistil při dráždění míšních kořenů anestetizovaného psa, že podráždění předního kořene vyvolá pohyb, zatímco podráždění zadního kořene pohyb nevyvolá. Jiný postup zvolil **François Magendie** (1783–1855), který sledoval paralýzu při přetětí předního míšního kořene a anestezii při přetětí kořene zadního [27]. Zajímavý byl také vývoj tehdejších názorů na případnou reflexní funkci mozku. **Johannes P. Müller** (1801–1858) byl toho názoru, že reflexy fungují i v mozku,

a tento názor sdílel i **Thomas Laycock** (1812–1876) stejně jako Sečenov či Pavlov (viz dále). Laycock vycházel ze skutečnosti, že mozek je evolučním pokračováním míchy, a proto usuzoval, že funguje podle zákonů reflexní akce a není potřeba žádná metafyzická duše. Předpokládal, že cerebrální reflexy pocházejí z centra, nelze je zastavit či volně modifikovat a nezávisí na zkušenosti [28]. Oproti tomu **Marshall Hall** (1790–1857) byl toho názoru, že v mozku probíhají psychické procesy, zatímco chování míšních segmentů lze vysvětlit pomocí zákona reflexní akce. Navíc stejně jako před ním Whytt popsal, tentokrát u želv, reflexní pohyby končetin při dekapitaci, které po zničení míchy mizí [29]. **Eduard Friedrich Wilhelm Pflüger** (1829–1910) se dokonce domníval, že psychické procesy probíhají i v míše. Především je však znám díky pracím o *stíracím reflexu* (*wiping reflex*) dekapitovaných žab a zákonům reflexní akce, podle kterých na straně drážděného nervu vzniká reflexní pohyb, při němž se kontrahují jen svaly příslušného segmentu, což platí i v případě současné reakce na druhé straně. Intenzita kontrakce je větší na straně stimulace, a pokud se vzruch šíří i na jiné motorické nervy, pak ve směru k prodloužené míše, takže nakonec může být kontrakce generalizovaná na všechny svaly [21,30]. Mimo jiné Pflügger definoval také některé základní principy klasické elektrodiagnostiky, které jsou dodnes využívány v rámci fyzikální terapie. **Rudolf H. Lotze** (1817–1881) naopak zastával názor, že žádná psychika v míše nesídlí, a navíc upozorňoval, že žába má po dekapitaci omezený repertoár aktivit na základě již dříve vytvořených spojů (*persistent memory*). Za normálních okolností je dle něj mícha pod kontrolou mozku (viz hierarchická teorie) a reflexy odpovídají první úrovni integrace [21,30], což je názor, který později převzal i Sherrington (viz dále).

V Rusku vznikla v 19. století důsledně materialistická škola *reflexologie*, která chování, jednání, řeč i myšlení považo-

vala za reflexní děje, zatímco při studiu lidských reakcí na podněty okolí (*reaktologie*) kladla důraz na subjektivní faktory a myšlenkový obsah. Jejím zakladatelem byl **Ivan M. Sečenov** (1829–1905), který považoval reflexy za součást homeostázy. I volní pohyby jsou, podle něj, stejně jako ty reflexní, spouštěny zevními podněty a také mozek pracuje jen reflexně s výjimkou psychických akcí, které jsou ovlivněny emocemi. Také učení je dle Sečenova čistě reflexní záležitost a probíhá na podkladě spojování skupin reflexů nebo jejich potlačování. Právě objev významu *centrální inhibice*, kterým inspiroval Pavlova, je jeho největším přínosem [31,32] a Sečenov byl zřejmě také prvním, kdo si uvědomil nelineární vztah mezi intenzitou stimulu a odpovědi, což později převzal Bernstein (viz dále). Velmi zajímavý je Sečenovův názor, že člověk *ne vidí*, ale *dívá se*, a *ne slyší*, ale *poslouchá* [7], což je zřejmě předobraz pozdější Bernsteinovy *fyzologie aktivity* či spíše *iniciativy* (viz dále).

Koncepci **řetězení reflexů** vytvořil na konci 19. století americký psycholog **William James** (1842–1910). Tato koncepce předpokládá, že pohyb vyžaduje iniciaci z centra pouze na samém začátku, a vyvolaná svalová aktivita pak představuje aferenci pro reflex, jehož motorický výstup je aferencí pro následující reflex, a celý proces se dále řetězí. Problémem této teorie je, že aferentní zpětná vazba není porovnávána s vnitřními referenčními hodnotami, a není tak možné opravovat chyby a reagovat na změny zevního či vnitřního prostředí [33]. Tato koncepce reflexního řetězení je v současné terminologii také označována jako *teorie otevřených řetězců* (*open-loop theory*), proti níž stojí pozdější Adamsova teorie uzavřených řetězců (viz dále). Vrcholem vývoje reflexní teorie je práce zakladatele moderní neurofyzologie **Charlese S. Sherringtona** (1857–1952), který se zabýval problematikou svalové inervace a motorických jader (především míšních) a spinálních reflexů (např. patelárního reflexu)

u zvířat s decerebrační rigiditou po řezu na úrovni mezencefala. Mimo jiné zjistil, že třetina až polovina myelinizovaných vláken nedegeneruje po přetěti předních kořenů. Mezi jeho prvenství patří zavedení termínu *synapse* pro spojení mezi neurony, definice *propriocepce* a *myotatického* reflexu, stanovení motoneuronu jako konečné společné cesty a popis podráždění jako součtu *facilitace* a *inhibice* [34,35]. Sherrington byl toho názoru, že volní pohyby jsou řízeny modulací parametrů reflexů a lokomoce je reprezentována sekvencí střídavé reflexní aktivace flexorů a extenzorů [7,24]. Mozkovou kůru považoval Sherrington, v souladu s hierarchickou teorií, za nejvyšší úroveň nervového systému a orgán adaptace nervových reakcí, který vnímá okolí pomocí telereceptorů (zrak a sluch) a díky tomu kontroluje spinální reflexy. Trval na tom, že aktivita CNS má pouze sensorický původ, nikoli centrální. Dualisticky odděloval fyziologické a psychické funkce mozku [35], později pak došel k názoru, že *mozek a mysl se potkávají v kortexu*.

Druhým vrcholem reflexní teorie je práce **Ivana P. Pavlova** (1849–1936), který vytvořil *teorii nepodmíněných a podmíněných reflexů*, i když zřejmě první popis podmíněného reflexu podali již o jeden a půl století dříve Robert Whytt (viz výše) a další [36]. Pavlov začal tento zajímavý jev podrobněji zkoumat a na základě svých zjištění zavedl řadu nových pojmů. Prvním z nich je *nepodmíněný podnět*, což může být právě potrava pro psy, která vyvolává vrozený *nepodmíněný reflex* jako vrozenou reflexní reakci bez potřeby předchozího učení, v tomto případě slinění u psů. Naopak podmíněný podnět byl původně neutrální podnět, např. světlo, který má díky učení schopnost vyvolat získaný *podmíněný reflex*, tedy slinění psů, i bez přítomnosti původního nepodmíněného podnětu. Pavlov také vytvořil koncepci *kortikální mozaiky* excitace a inhibice a zavedl koncepci neměnného *dynamic-*

*kého stereotypu*, který je založen na podmíněných reflexech a má přesně určenou a konstantní neurální dráhu, stejně jako přesný a neměnný výstup na periférii. V rámci teorie *vyšší nervové činnosti* Pavlov popisoval základní typy osobností podle převahy excitace či útlumu a zavedl také pojem *signální soustava*. *První signální soustava* dle něj bezprostředně zaznamenává skutečnost v podobě dojmů, pocitů a představ a člověk ji má společnou se zvířaty, zatímco *druhá signální soustava* je spojena s řečí a s lidským myšlením. Předpokládal, že mozek je tvořen sadou analyzátorů, které analyzují obraz zevního světa, přičemž spontánní aktivita neexistuje, všechny akce závisí na vnějších stimulech [37–40]. Je samozřejmě otázkou, zda jsou Pavlovovy podmíněné reflexy skutečně reflexy, jelikož vznikají na základě učení, a např. člověk začne slinit i při pouhé představě citrónu, kdy chybí zevní podnět. To je v rozporu s tím, jak obvykle chápeme reflex, tedy jako *reakci na podnět, která je zprostředkovaná alespoň jednou synapsí v CNS a nelze ji změnit pouhou myšlenkou, tj. mentální akcí, která není spojena identifikovatelnou motorickou akcí* [7]. Na Pavlovovu klasickou teorii podmiňování navázal zakladatel behaviorizmu **John B. Watson** (1878–1958) *instrumentálním podmiňováním* a posléze i neobehaviorista **Burrhus F. Skinner** (1904–1990) *operantním podmiňováním* [41].

Reflexní teorie měla řadu nedostatků, mimo jiné nebyla schopna vysvětlit koordinaci rychlých pohybů, což byla jedna z příčin vzniku teorie motorických programů (viz dále). Paradoxně byla prakticky vyvrácena přímo v Sherringtonově laboratoři **Thomasem G. Brownem** (1882–1965), který studoval chůzi spinalizovaných koček, u nichž následně provedl deafferentaci přetínáním sensorických nervů [42–44]. Jako první také teoreticky popsal jednoduchý model *centrálního generátoru vzorů* (CPG – central patterns generator), i když Brown sám tento termín ještě nepouží-

val. Jeho *half-centre model* je založen na reciproční inhibici dvou interneuronů A1 a B1, přičemž neuron A1 je citlivější na stimulaci z retikulární formace, takže jednak podráždí motoneuron A2 a současně recipročně utlumí neuron B1. Po čase neuron A1 vyčerpá neurotransmitery a převládne aktivita neuronu B1, která podráždí motoneuron B2 a recipročně tlumí neuron A1, načež se cyklus opakuje [45]. Brownův objev, že spinalizované kočky jsou schopny produkovat krokové pohyby i při přetěti periferních nervů, byl později potvrzen dalšími autory [46], ale reflexní teorie začala být postupně opouštěna až v 60. letech minulého století. V té době již částečně pohnala Sherringtonova aura a poklesl i vliv jeho následovníků. **Donald Wilson** (1932–1970) znovuobjevil CPG, v tomto případě pro pohyb křídel sarančete, a také zřejmě jako první použil právě termín *central pattern generator* [47,48]. Další autoři pak prokázali další CPG pro základní životní funkce (srdeční rytmus, dýchání, žvýkání, zvracení) či lokomoci (plavání, lezení, chůze, létání) [45,49–52]. U nižších živočichů, jako jsou bezobratlí, jsou CPG dobře zmapovány a jejich aktivitu lze dobře modifikovat [53]. U nepřímých savců (kočka, myš, krysa) je mapování sítí CPG ztíženo komplexitou sítí interneuronů [54], přesto lze jejich funkci studovat např. pomocí tzv. *fiktivní lokomoce* [51]. U primátů a člověka se CPG nepodařilo přímo prokázat [45,55], jejich existenci lze pouze nepřímo odvodit od nižších živočichů a na základě pozorování pacientů s transverzální míšní lézí a výsledků nácviku jejich chůze na běžícím pásu při současném závěsu trupu [56,57]. Jako CPG dnes označujeme síť neuronů, která je schopna produkovat výstup opakovaně, rytmicky a automaticky, nezávisle na sensorické zpětné vazbě a vyšších úrovních CNS [50,58].

## Teorie systémů

V opozici proti reflexnímu pojetí řízení motoriky vytvořil **Nikolaj A. Bernstein**

(1896–1966) ve 30. a 40. letech minulého století zcela odlišnou koncepci, která bývá někdy označována jako **teorie systémů**, i když samotný autor tento název zřejmě nikdy nepoužil. Jeho teorii lépe charakterizuje jeho vlastní termín *fyzio-logie iniciativy* ve smyslu iniciace pohybu z CNS. Někdy používaný anglický termín *physiology of activity* vznikl chybným překladem původního ruského termínu *fysiologija aktivnosti*, který měl akcentovat právě výše zmíněnou iniciativu CNS.

Bernstein se zabýval problematikou koordinace, kterou lze již z podstaty věci aplikovat pouze na redundantní systémy, jež mohou řešit pohybové úlohy různými způsoby. Zaujal jej fakt, že většinu běžných pohybových úkolů lze provést velkým množstvím způsobů, ale přesto si vytvoříme omezený repertoár synergií [7]. Inspirací pro tento přístup byly jeho dnes již klasické pokusy z 20. let minulého století, při kterých v moskevském institutu hygieny práce analyzoval efektivitu práce kováře. Překvapilo ho, že variabilita trajektorie kladiva je mnohem menší než variabilita trajektorie segmentů horní končetiny. Na tomto základě zformuloval otázku, která je dnes označována termínem *Bernsteinův problém* – jak z nekonečného množství možností CNS zvolí specifický vzor [10]? Při snaze vyřešit problém nadbytečných *stupňů volnosti* (DOF – degrees of freedom) pohybového systému vytvořil originální koncepci vzniku synergií cestou počáteční redukce DOF a jejich následujícího uvolnění a selekce. Podle této koncepce *free(z)ingu* proběhne na začátku učení se novému pohybu omezení DOF (*freezing*), takže CNS lépe zvládne potřebnou, i když jen velmi hrubou koordinaci. Poté jsou DOF postupně uvolňovány (*freeing*) a následně proběhne *selekce* optimálních svalových *synergií* při současném využití vlivů zevního prostředí [59–61]. Právě důraz na využití biomechanických interakcí organizmu se zevním prostředím pro provedení pohybu je dalším významným zna-

kem této teorie – Bernstein přirovnával funkci svalů k pomocnému motoru plachetnice, která šetří palivem, a v určité nadsázce dokonce tvrdil, že neexistuje situace, ve které je svalový stah rozhodující příčinou pohybu [62].

Bernstein také kladl důraz na zásadní význam konkrétní úlohy/cíle pro koordinaci daného pohybu a předpokládal existenci *engramů*, tedy dle dnešní terminologie *motorických programů* (viz dále), které jsou uloženy v paměti a vyvolány dle potřeby ke koordinaci příslušného pohybu. Motorický program se pak dle něj realizuje dvěma cestami. Některé příkazy představující hlavní součást programu jsou adresovány přímo určitým svalům, jiné kanály nesou *ladící* příkazy potřebné ke koordinaci pohybu tím, že připravují periférii, aby přijala správný impuls ve správnou chvíli. Pro toto *naladění* používal termín *tonus*, který chápal jako projev připravenosti nervosvalového systému k pohybu a zároveň jako faktor určující budoucí pohyb. Vztah mezi tonusem a motorickým pohybem popisoval pomocí metafory struny houslí, jejíž proměnlivé napětí dané stisknutím samo nevydá tón, ale určuje, jaký tón zazní při následném pohybu smyčce [63]. Bernstein vyzdvihl význam nejednoznačných, v dnešní terminologii nelineárních vztahů mezi centrálním příkazem (tedy engramem, resp. motorickým programem), periferním motorickým vzorem a kinematikou výsledného pohybu, což je v podstatě rozpracování principu, který popsal již Sečenov (viz výše). Pohyby cyklické povahy se proto nikdy přesně neopakují, jak dokládá mimo jiné i výše uvedený pokus s kladivem. Za jednu z hlavních příčin nelinearity považoval Bernstein oscilace, které v pohybovém systému vznikají, a svalovou elasticitu, kterou bychom dnes zřejmě nahradili obecnou elasticitou měkkých tkání a zvláště fascií. Další příčinou jsou proměnlivé zevní podmínky, jejichž význam je zmíněn výše. Z těchto důvodů pohyb nemůže být zcela naplá-

nován od svého úplného začátku a vyžaduje korekce, což Bernstein rozpracoval v teorii *modelu budoucího* [64], resp. očekávané/vyžadované budoucnosti, který umožňuje srovnání očekávaného a získaného senzorickeho vstupu. Tento model pak v zásadě odpovídá *schématu rozpoznávání* dle Schmidta (viz dále).

Bernsteinovu teorii dále rozvinula řada jeho žáků a dalších autorů, k těm nejvýznamnějším patří **Anatol G. Feldman** (\*1938), autor *hypotézy rovnovážného bodu* (*equilibrium point hypothesis*), a **Mark L. Latash** (\*1953), autor teorie *nekontrolované variability* (*uncontrolled manifold*). Posledně zmíněná teorie nepracuje s omezováním DOF, naopak dokládá význam redundance prvků pohybového systému pro zajištění stability a současně i flexibility prováděné motorické úlohy [24,65,66]. Z Bernsteinovy práce vycházela i Ester Thelen (viz dále) či **Anne Shumway-Cook** (\*1947).

## Teorie motorických programů

Jak již bylo uvedeno výše, některé pohyby jsou příliš rychlé na to, aby mohly být řízeny reflexně na základě zpětné vazby. Při hledání řešení tohoto problému došli někteří autoři k názoru, že tyto pohyby probíhají automaticky díky existenci *motorických programů*, které pohyb kódují. Přestože je tato koncepce zkoumána a diskutována již téměř 70 let, stále není zcela jasné, jaký mají tyto programy obsah, strukturu a lokalizaci [67,68].

Koncepce *motorických programů* pochází ze začátku 50. let, tedy z doby rozvoje kybernetiky, což je výborný příklad teze, že každá nová koncepce fungování paměti vychází z aktuálního stavu technického rozvoje [69]. V roce 1948 publikoval americký matematik a filozof **Norbert Wiener** (1894–1964) základní dílo kybernetiky *Cybernetics or the Control and Communication in the Animal and the Machine* a o rok později vytvořil kanadský psycholog **Donald O. Hebb** (1904–1985) *synaptickou teorii paměti*



[6,70–72], která dodnes a patří k základům teorie motorických programů [73].

**Karl S. Lashley** (1890–1958), americký psycholog, stejně jako všichni další zde uvedení autoři teorie motorických programů, a behaviorista inspirovaný Watsonem (viz výše) publikovali v roce 1954 základní práci teorie motorických programů *The Problem of Serial Order in Behavior*. Již o několik desítek let dříve popsal případ muže s anestézií dolních končetin po míšňí lézi, který byl přesto schopen chůze, i když nedokázal reagovat na náhlé překážky a padal při vyřazení zraku, což, podobně jako Brownovy pokusy, bylo v rozporu s reflexní teorií řízení motoriky [74]. Především ale Lashley prováděl pokusy na zvířatech, jimž odnímal části mozku s cílem zjistit, kde se nachází paměťové stopy (*anagramy*). Jelikož takovou oblast nenalezl, definoval *princip ekvipotenciality*, dle kterého je uložení paměťové stopy distribuováno do širší oblasti mozku (*distribuované kódování paměti*), a jedna část mozku tak může nahradit jinou – odejmutou či zničenou. Dnes víme, že to platí jen zčásti, navíc se Lashley dopustil velmi poučného omylu, když na základě léze primární vizuální kůry došel k závěru, že tato oblast odpovídá za učení se schopnosti rozlišování jasu [5,75]. Lashley si také uvědomoval, že reflexní koncept *stimulus–reflex* je nedostatečný pro vysvětlení uceleného charakteru řeči. Vycházel ze skutečnosti, že řeč je tvořena predeterminovanými sekvencemi s daným pořadím, a předpokládal, že podobný princip platí i u dalších složitých činností, jako je např. cílené ucho-pování. Přestože nikdy nepoužil pojem motorický program, předpokládal existenci *akčních jednotek*, které lze předem nastavit a připravit k rychlé aktivaci tak, aby příslušný spouštěcí příkaz okamžitě odstartoval sérii příkazů v předem určeném pořadí [75,68].

**Steven W. Keele** (1940–2005) v roce 1968 formuloval v současnosti nejrozšířenější definici motorického programu

coby sady příkazů ke svalům, které jsou strukturovány před zahájením pohybové sekvence a které umožňují provádění celé sekvence bez vlivu periferní zpětné vazby [67,68]. **Jack A. Adams** (1922–2010) pak na začátku 70. let publikoval svoji *teorii uzavřených smyček* (*closed-loop theory*), kterou takto označil coby protiklad k otevřeným smyčkám řetězených reflexů dle Jamese (viz výše). Dle jeho teorie probíhá zpracování aferenze na vyšších úrovních CNS, kde se také nachází motorický program, který má dvě části, a to paměťovou stopu (*memory trace*) a percepční stopu (*perceptual trace*). Zatímco paměťová stopa pohyb spouští a dává mu počáteční parametry, percepční stopa slouží jako vzor pro vyhodnocení zpětné vazby v průběhu pohybu, což je zřejmá inspirace Bernsteinovým modelem budoucího (viz výše) [76,77].

Za hlavního autora teorie motorických programů je dnes považován **Richard A. Schmidt** (1941–2015), který byl, stejně jako Adams, ovlivněn Bernsteinovu prací a který v roce 1975 vytvořil koncept *generalizovaného motorického programu* (GMP – *generalized motor program*). Jde o abstraktní paměťovou strukturu, která obsahuje algoritmus tvořený sadou obecných neměnných rysů (např. pořadí událostí), jež jsou sdíleny v rámci určité třídy pohybů, přičemž před vyvoláním konkrétního pohybu, který do této třídy patří, jsou mu přiřazeny konkrétní proměnné, resp. parametry. Takto koncipovaný GMP lze přizpůsobit různým okolnostem, a to i okolnostem zcela novým, což umožňuje učení se novým pohybovým dovednostem bez nutnosti vytvářet pro každou takovou úlohu speciální program od samého začátku. Schmidtův koncept charakterizují dvě základní schémata, díky čemuž bývá označován jako *teorie schématu* (*schema theory*). Prvním z nich je *schéma vyvolání* (*recall schema*), které zahrnuje identifikaci vstupních podmínek (*initials conditions*) a volbu odpovědi (*response selection*),

tedy přizpůsobení GMP konkrétnímu úkolu. Druhým je *schéma rozpoznávání* (*recognition schema*), které zahrnuje očekávaný senzorycký vstup a jeho porovnání se skutečností v průběhu pohybu (*sensory consequences*), což umožňuje jeho průběžnou korekci, a dále informaci o výsledku (*response outcome*), což je podkladem pro průběžné motorické učení [67,68,78–80].

## Teorie dynamických systémů

Poslední z hlavních teorií je *teorie dynamických systémů*, která zahrnuje jak motorické řízení, tak i motorické učení a motorický vývoj. Tato teorie vychází z obecné teorie fyzikálních dynamických systémů a významnou inspiraci jsou také Bernsteinovy práce. Mezi hlavní autory této teorie patří lékař a teoretický biolog **Stuart A. Kauffman** (\*1939) a **J. A. Scott Kelso** (\*1947) a dále experimentální psychologové **Michael T. Turvey** (\*1942) a **Ester A. Thelen** (1951–2004). Teorie dynamických systémů má dva základní charakteristické principy. Prvním z nich je spontánní *sebeorganizace* (*self-organization*) komplexních systémů neživé (např. mraky, galaxie) i živé přírody (např. ekosystém, složité vzorce chování), kdy na základě jednoduchých principů (fyzikálních, chemických, biologických, sociálních atd.) vznikají z jednotlivých elementů vyšší celky [81]. Tento princip sebeorganizace stojí v protikladu proti koncepci vrozených motorických vzorů, která je součástí teorie motorického vyzrávání (viz výše). Dalším principem je přirozená tendence těchto systémů k ustálení ve *stabilních stavech* (tzv. atraktorech) na základě jejich vnitřních vlastností a zevních vlivů. Při změně těchto faktorů je systém vychýlen ze stabilního stavu a následně se vrací do původního nebo jiného stabilního stavu. Míra stability daného stavu se také mění s vývojem a stárnutím systému a může se jak zvyšovat, tak i snižovat [9,10,82,83]. Z hlediska rehabilitace může být takovým stabilním stavem

určitý typ postury nebo periferního motorického vzoru, ať již optimální nebo více či méně patologický. Lékař či terapeut pak může vhodnou intervencí (např. tišení bolesti, manuální technika) zrušit patologický stabilní stav a prostřednictvím vhodné rehabilitační metody pomoci pacientovi k návratu do výhodnějšího stabilního stavu nebo mu pomoci takový stav nově vytvořit (např. u dětí). Podrobnější popis teorie dynamických vzorů by vyžadoval rozsáhlý text, zájemcům lze doporučit originální práce výše uvedených autorů.

## Závěr

Teorie řízení motoriky prošly v posledních 150 letech rozsáhlým vývojem. Pokud se na tyto teorie dnes odvoláváme, je dobré znát nejen jejich základní charakteristiku, ale právě jejich vývoj, který určuje jejich vzájemné vztahy, inspiraci i negaci, a umožňuje tak pochopit důvody vzniku a podstatu dvou hlavních teorií současnosti, tedy teorie motorických vzorů a teorie dynamických systémů. Znalost vývoje a podstaty hlavních motorických teorií také nabízí možnost kriticky zrevidovat teoretickou část standardních rehabilitačních metod, a to zvláště těch, které se honosí predikátem na neurofyziologickém podkladě.

## Poděkování

Děkuji váženému kolegovi a milému příteli panu MUDr. Radmilu Dvořákoví, Ph.D., za dlouhá léta debat, spolupráce a konstruktivní kritiky, bez kterých by tento text nevznikl.

## Literatura

- Spencer H. The principles of psychology (1855). [online]. Available from: <https://oll.libertyfund.org/title/spencer-the-principles-of-psychology-1855>.
- Wiest G. Neural and mental hierarchies. *Front Psychol* 2012; 26: 516. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00516.
- Franz EA, Gillett G. John Hughlings Jackson's evolutionary neurology: a unifying framework for cognitive neuroscience. *Brain* 2011; 134(10): 3114–3120. doi: 10.1093/brain/awr218.
- York GK, Steinberg DA. An introduction to the life and work of John Hughlings Jackson. *Med Hist Suppl* 2006; 26: 3–157.
- Lashley KS. The mechanism of vision: XV. preliminary studies of the rat's capacity for detail vision. *J Gen Psychol* 1938; 18(1): 123–193. doi: 10.1080/00221309.1938.9709894.
- Hebb DO. The organization of behavior: a neuropsychological theory. New York: John Wiley and Sons 1949. doi: 10.1002/sce.37303405110.
- Latash ML, Zatsiorsky VM. Biomechanics and motor control defining central concepts. Amsterdam: Elsevier 2016.
- Bradley RH, Casey PH. Family environment and behavioral development of low-birth-weight children. *Dev Med Child Neurol* 1992; 34(9): 822–826. doi: 10.1111/j.1469-8749.1992.tb11520.x.
- Thelen E, Smith LB. Dynamic systems theories. In: Damon W, Lerner RM (Eds). *Handbook of child psychology*. Vol. 1: Theoretical models of human development. 6th ed. pp. 258–312. [online]. Available from: <https://cogdev.siteshost.iu.edu/labwork/handbook.pdf>.
- Thelen E. Motor development. A new synthesis. *Am Psychol* 1995; 50(2): 79–95. doi: 10.1037//0003-066x.50.2.79.
- Beranová B, Kováčiková V. Využití neuroplasticity v terapii pohybových poruch. *Rehabilitácia* 1998; 31(2): 82–91.
- Kolář P. Senzomotorická podstata posturálních funkcí jako základ pro nové přístupy ve fyzioterapii. *Rehabil Fyz Léč* 1998; 5(4): 142–147.
- Kolář P. Systematizace svalových dysbalancí z pohledu vývojové kineziologie. *Rehabil Fyz Léč* 2001; 8(4): 152–164.
- Kolář P. Vývojová kineziologie v diagnostice a terapii manuální medicíny. *Eurorehab* 1997; 7(1–2): 152–155.
- Kolář P. Vývojová kineziologie. In: Kraus J. et al. *Dětská mozková obrna*. Praha: Grada 2005: 93–107.
- Kolář P. Význam vývojové kineziologie pro manuální medicínu. *Rehabil Fyz Léč* 1996; 3(4): 152–155.
- Kováčiková V. Postavení Vojtovy metody ve fyzioterapii hybných poruch (nejen dětských neurologických pacientů). *Rehabilitácia* 1998; 31(2): 82–91.
- Lesný I et al. *Dětská neurologie*. Praha: Avicenum 1980.
- Vojta V., Peters A. *Vojtův princip*. Praha: Grada 1995.
- Vojta V. Mozkové hybné poruchy v kojeneckém věku: včasná diagnóza a terapie. Praha: Grada (Avicenum) 1993.
- Clarac F. The history of reflexes. Part 1: from Descartes to Pavlov. *IBRO Hist Neurosci* 2005. [online]. Available from: <http://ibro.org/wp-content/uploads/2018/07/The-History-of-Reflexes-Part-1.pdf>.
- King LS. Robert Whytt, the soul, and medicine. *JAMA* 1970; 211(2): 303. doi: 10.1001/jama.1970.03170020067025.
- Clarac F. Some historical reflections on the neural control of locomotion. *Brain Res Rev* 2008; 57(1): 13–21. doi: 10.1016/j.brainresrev.2007.07.015.
- Latash ML. Evolution of motor control: from reflexes and motor programs to the equilibrium-point hypothesis. *J Hum Kinet* 2008; 19(19): 3–24. doi: 10.2478/v10078-008-0001-2.
- Kipnis N. Luigi Galvani and the debate on animal electricity, 1791–1800. *Ann Sci* 1987; 44(2): 107–142. doi: 10.1080/00033798700200151.
- Cambiaghi M, Parent A. From Aldini's galvanization of human bodies to the Modern Prometheus. *Medicina Historica* 2018; 2(1): 27–37.
- Berkowitz C. Defining a discovery: priority and methodological controversy in early nineteenth-century anatomy. *Notes Rec R Soc Lond* 2014; 68(4): 357–372. doi: 10.1098/rsnr.2014.0028.
- Leff AP. Thomas Laycock and the romantic genesis of the cerebral reflex. *ACNR* 2002; 3(1): 26–27.
- Manuel D. Marshall Hall, F.R.S. (1790–1857): a conspectus of his life and work. *Notes Rec* 1980; 35(2): 135–166. doi: 10.1098/rsnr.1980.0015.
- Klein A. The curious case of the decapitated frog: on experiment and philosophy. *Brit J Hist Philos* 2018; 26(5): 890–917. doi: 10.1080/09608788.2017.1378866.
- Smith R. The muscular sense in Russia: I. M. Sechenov and materialist realism. *J Hist Behav Sci* 2019; 55(1): 5–20. doi: 10.1002/jhbs.21943.
- Stuart DG, Schaefer AT, Massion J et al. Pioneers in CNS inhibition: 1. Ivan M. Sechenov, the first to clearly demonstrate inhibition arising in the brain. *Brain Res* 2014; 1548: 20–48. doi: 10.1016/j.brainres.2013.12.006.
- James W. *The Principles of psychology*. New York: Henry Holt and Company 1890.
- Sherrington CS. Flexion-reflex of the limb, crossed extension-reflex, and reflex stepping and standing. *J Physiol* 1910; 40(1–2): 28–121. doi: 10.1113/jphysiol.1910.sp001362.
- Sherrington CS. *The integrative actions of the nervous system*. New Haven: Yale University Press, London, Humphrey Milford, Oxford University Press 1906. [online]. Available from: <https://liberationchiropractic.com/wp-content/uploads/research/1906Sherrington-Integrative-Action.pdf>.
- Jarius S, Wildemann B. Pavlov's reflex before Pavlov: early accounts from the English, French and German classic literature. *Eur Neurol* 2017; 77(5–6): 322–326. doi: 10.1159/000475811.
- Clark RE. The classical origins of Pavlov's conditioning. *Integr Physiol Behav Sci* 2004; 9(4): 279–294. doi: 10.1007/BF02734167.
- Corr PJ, Perkins AM. The role of theory in the psychophysiology of personality: from

- Ivan Pavlov to Jeffrey Gray. *Int J Psychophysiol* 2006; 62(3): 367–376. doi: 10.1016/j.ijpsycho.2006.01.005.
39. Linhart J, Janda J, Linhartová V. Pavlovo učení o typech vyšší nervové činnosti s hlediska potřeb pedagogiky. *Pedagogika* 1954; 4(8): 611–624.
40. Windholz G. Pavlov's conceptualization of the dynamic stereotype in the theory of higher nervous activity. *Am J Psychol* 1996; 109(2): 287–295. [online]. Available from: <https://www.jstor.org/stable/1423277>.
41. Schneider SM, Morris EK. A history of the term radical behaviorism: from Watson to Skinner. *Behav Anal* 1987; 10(1): 27–39. doi: 10.1007/BF03392404.
42. Brown TG. On the nature of the fundamental activity of the nervous centres; together with an analysis of the conditioning of rhythmic activity in progression, and a theory of the evolution of function in the nervous system. *J Physiol* 1914; 48(1): 18–46. doi: 10.1113/jphysiol.1914.sp001646.
43. Brown TG. Studies in the physiology of the nervous system IX.: Reflex terminal phenomena-rebound-rhythmic rebound and movements of progression. *Q J Exp Physiol* 1911; 4(4): 331–397. doi: 10.1113/expphysiol.1911.sp000104.
44. Brown TG. The intrinsic factors in the act of progression in mammal. *Proc R Soc B* 1911; 84(572): 308–319. doi: 10.1098/rspb.1911.0077.
45. Guertin PA. The mammalian central pattern generator for locomotion. *Brain Res Rev* 2009; 62(1): 45–56. doi: 10.1016/j.brainresrev.2009.08.002.
46. Stuart DG, Hultborn H. Thomas Graham Brown (1882–1965), Anders Lundberg (1920–) and the neural control of stepping. *Brain Res Rev* 2008; 59(1): 74–95. doi: 10.1016/j.brainresrev.2008.06.001.
47. Wilson DM, Wyman RJ. Motor output patterns during random and rhythmic stimulation of locust thoracic ganglia. *Biophys J* 1965; 5(2): 121–143.
48. Wilson DM. The central nervous control of flight in a locust. *J Exp Biol* 1961; 38(2): 471–490.
49. Ballion B, Morin D, Viala D. Forelimb locomotor generators and quadrupedal locomotion in the neonatal rat. *Eur J Neurosci* 2001; 14(10): 1727–1738. doi: 10.1046/j.0953-816x.2001.01794.x.
50. Grillner S. The motor infrastructure: from ion channels to neuronal networks. *Nat Rev Neurosci* 2003; 4(7): 573–586. doi: 10.1038/nrn1137.
51. Kullander K. Genetics moving to neuronal networks. *Trends Neurosci* 2005; 28(5): 239–247. doi: 10.1016/j.tins.2005.03.001.
52. Rossignol S, Bouyer L. Adaptive mechanisms of spinal locomotion in cats. *Integr Comp Biol* 2004; 44(1): 71–79. doi: 10.1093/icb/44.1.71.
53. Molinari M. Plasticity properties of CPG circuits in humans: impact on gait recovery. *Brain Res Bull* 2009; 78(1): 22–25. doi: 10.1016/j.brainresbull.2008.02.030.
54. Ivanenko YP, Poppele RE, Lacquaniti F. Distributed neural networks for controlling human locomotion: lessons from normal and SCI subjects. *Brain Res Bull* 2009; 78(1): 13–21. doi: 10.1016/j.brainresbull.2008.03.018.
55. Minassian K, Hofstoetter US, Dzeladini F et al. The human central pattern generator for locomotion: does it exist and contribute to walking. *Neuroscientist* 2017; 23(6): 649–663. doi: 10.1177/1073858417699790.
56. Behrman AL, Harkema SJ. Locomotor training after human spinal cord injury: a series of case studies. *Phys Ther* 2000; 80(7): 688–700.
57. Choi JT, Bastian AJ. Adaptation reveals independent control networks for human walking. *Nat Neurosci* 2007; 10(8): 1055–1062. doi: 10.1038/nn1930.
58. Marder E, Calabrese RL. Principles of rhythmic motor pattern generation. *Physiol Rev* 1996; 76(3): 687–717. doi: 10.1152/physrev.1996.76.3.687.
59. Berthouze L, Lungarella M. Motor skill acquisition under environmental perturbations: on the necessity of alternate freezing and freeing of degrees of freedom. *Adapt Behav* 2004; 12(1): 47–64. doi: 10.1177/105971230401200104.
60. Guimarães AN, Ugrinowitsch H, Dascal JB et al. Freezing degrees of freedom during motor learning: a systematic review. *Motor Control* 2020; 24(3): 1–15. doi: 10.1123/mc.2019-0060.
61. Vereijken B, van Emmerik RE, Whiting H et al. Free(z)ing degrees of freedom in skill acquisition. *J Motor Behav* 1992; 24(1): 133–142. doi: 10.1080/00222895.1992.9941608.
62. Bernshtein NA. The co-ordination and regulation of movement. Oxford: Pergamon Press 1967.
63. Gurfinkel VS, Cordo PJ. The scientific legacy of Nikolai Bernstein. In: Latash ML (Ed). *Progress in motor control. Volume one. Bernstein's traditions in movement studies*. Champaign: Human Kinetics 1998: 1–20.
64. Veresov N. Nikolai Bernstein: the physiology of activeness and the psychology of action. *J Russ East Europ Psychol* 2006; 44(2): 3–11. doi: 10.2753/RPO1061-0405440200.
65. Latash ML, Levin MF, Scholz JP et al. Motor control theories and their applications. *Medicina (Kaunas)* 2010; 46(6): 382–392.
66. Latash ML. Motor synergies and the equilibrium-point hypothesis. *Motor Control* 2010; 14(3): 294–322. doi: 10.1123/mcj.14.3.294.
67. Morris ME, Summers JJ, Matyas TA et al. Current status of the motor program. *Phys Ther* 1994; 74(8): 738–748. doi: 10.1093/ptj/74.8.738.
68. Summers JJ, Anson JG. Current status of the motor program: revisited. *Hum Mov Sci* 2009; 28(5): 566–577. doi: 10.1016/j.humov.2009.01.002.
69. Draaisma D. *Metafory paměti*. Praha: Mladá fronta 2003.
70. Brown RE, Milner PM. The legacy of Donald O. Hebb. More than the Hebb synapse. *Nat Rev Neurosci* 2003; 4(12): 1013–1019. doi: 10.1038/nrn1257.
71. Brown RE. Donald O. Hebb and the Organization of Behavior: 17 years in the writing. *Mol Brain* 2020; 13(1): 55. doi: 10.1186/s13041-020-00567-8.
72. Langille JJ, Brown RE. The synaptic theory of memory: a historical survey and reconciliation of recent opposition. *Front Syst Neurosci* 2018; 12: 52. doi: 10.3389/fnsys.2018.00052.
73. Wickens J, Hyland B, Anson G. Cortical cell assemblies: a possible mechanism for motor

**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 his 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.

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

- programs. *J Motor Behav* 1994; 26(2): 66–82. doi: 10.1080/00222895.1994.9941663.
- 74.** Lashley KS. The accuracy of movement in the absence of excitation from the moving organ. *Am J Physiol* 1917; 43(2): 169–194. doi: 10.1152/ajplegacy.1917.43.2.169.
- 75.** Rosenbaum DA, Cohen RG, Jax SA et al. The problem of serial order in behavior: Lashley's legacy. *Hum Mov Sci* 2007; 26(4): 525–554. doi: 10.1016/j.humov.2007.04.001.
- 76.** Adams JA. A closed-loop theory of motor learning. *J Mot Behav* 1971; 3(2): 111–149. doi: 10.1080/00222895.1971.10734898.
- 77.** Schmidt RA. Jack Adams, a giant of motor behavior, has died. *J Motor Behav* 2010; 43(1): 83–84. doi: 10.1080/00222895.2010.549004.
- 78.** Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control: theory and practical application*. 2nd ed. Maryland: Lippincott Williams and Wilkins 2001.
- 79.** Schmidt RA. Motor schema theory after 27 years: reflections and implications for a new theory. *Res Q Exer Sport* 2003; 74(4): 366–375. doi: 10.1080/02701367.2003.10609106.
- 80.** Schmidt RA. A schema theory of discrete motor skill learning. *Psych Rev* 1975; 82(4): 225–260. doi: 10.1037/h0076770.
- 81.** Kauffman SA. *The origins of order: self-organization and selection in evolution*. Oxford University Press 1993.
- 82.** Smith LB, Thelen E. Development as a dynamic system. *Trends Cogn Sci* 2003; 7(8): 343–348. doi: 10.1016/s1364-6613(03)00156-6.
- 83.** Smith LB, Thelen E. *A dynamic systems approach to development*. MIT Press 1993.

*Doručeno/Submitted: 5. 2. 2020*

*Přijato/Accepted: 27. 5. 2020*

**Korespondenční autor:**

**doc. MUDr. Ivan Vařeka, Ph.D.**

*Rehabilitační klinika,*

*Fakultní nemocnice Hradec Králové*

*Sokolská 581*

*500 05 Hradec Králové*

*e-mail: ivan.vareka@fnhk.cz*

# Porovnanie svalovej relaxácie u športovcov stredného a staršieho veku

## Comparison of muscular relaxation in middle-aged and older athletes

J. Čelko<sup>1</sup>, J. Gabrhel<sup>2</sup>, M. Malay<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakulta zdravotníctva, Trenčianska univerzita Alexandra Dubčeka v Trenčíne, Slovenská republika

<sup>2</sup>Súkromná ordinácia liečebnej rehabilitácie a akupunktúry, Trenčín, Slovenská republika

**Súhrn: Východisko:** Svalová relaxácia je aktívny proces vyžadujúci mozgovú aktiváciu podobne ako svalová kontrakcia. Znížená schopnosť intrakortikálnej inhibície predlžuje čas svalovej relaxácie, čo spomaľuje pohyb. Kvalitu pohybu zhoršuje aj nedostatočná relaxácia svalov, ktoré k pohybu nie sú potrebné, čo sa vyskytuje u menej skúsených športovcov a hudobníkov. **Metódy:** Infračervenou termografiou sme porovnávali svalovú relaxáciu po tréningu vzpierackej disciplíny nadhod u dvoch dlhodobo trénujúcich športovcov rôznej vekovej kategórie (45 a 65 rokov), mladší športovec bol amatér, starší profesionál. Záťažou spôsobený zvýšený svalový tonus sa prejaví znížením teploty, naopak pri relaxácii teplota stúpa. Relaxáciu sme hodnotili priebehom teplotných zmien v jednotlivých regiónoch bezprostredne po tréningu, po 15 a 30 min. **Výsledky:** U oboch športovcov sme v hodnotených regiónoch zaznamenali krátko po tréningu pokles teplotnej aktivity, k podstatne väčšiemu poklesu došlo u amatérskeho športovca. Príčinou môže byť nedostatočne potlačená kokontrakcia antagonistov, zatiaľ čo profesionálny športovec dokázal relaxovať svaly nepotrebné k výkonu. Priebeh teplotných kriviek po 15 a 30 min je opačný, u mladšieho stúpa a u staršieho klesá. Svedčí to o zhoršenej relaxácii u staršieho športovca, čo môže súvisieť so zníženou schopnosťou intrakortikálnej inhibície v súvislosti s vekom. **Záver:** Správna svalová relaxácia je nevyhnutnou podmienkou hladkého a efektívneho pohybu. Predĺžená relaxácia svalov sa u seniorov vyskytuje nielen bezprostredne po vykonanom pohybe, ale aj v odstupe 30 min.

**Kľúčové slová:** svalová relaxácia – intrakortikálna inhibícia – vzpieracský tréning – infračervená termografia

**Summary: Background:** Muscular relaxation is an active process that requires brain activation similar to muscle contraction. Decreased ability of intracortical inhibition prolongs the time of muscle relaxation, which slows down movement. The quality of movement is also compromised by insufficient relaxation of muscles that are not necessary for movement, which occurs in less experienced athletes and musicians. **Methods:** We used infrared thermography to compare muscle relaxation after weightlifting training discipline of two long-term athletes aged 45 and 65. The younger athlete was an amateur, the older one was a professional. Load-induced increase of muscle tone is manifested by a decrease in temperature, while during relaxation the temperature rises. Relaxation was evaluated by the course of temperature changes in individual regions immediately after training, after 15 and 30 minutes. **Results:** Body temperature changes were observed in both sportsmen in the evaluated regions shortly after training. A significantly larger decrease was discovered in the amateur sportsman. The reason may be insufficiently suppressed co-contraction of antagonists, while the professional athlete was able to relax muscles unnecessary for performance. The course of temperature curves after 15 and 30 minutes is reversed. The curve rises in the younger sportsman rises and decreases in the older one. This indicates an impaired relaxation in the older athlete, which may be related to a reduced ability of intracortical inhibition associated with age. **Conclusion:** Proper muscle relaxation is a necessary condition of smooth and effective movement. Long-term benefits of muscular relaxation occur in older people not only immediately after the exercise, but also at the interval of 30 minutes.

**Key words:** muscular relaxation – intracortical inhibition – weightlifting training – infrared thermography

### Úvod

Telesná aktivita vyžaduje nielen kontrolu svalovej kontrakcie, ale aj svalovej relaxácie. V nedávnej minulosti bola svalová relaxácia považovaná za ukonče-

nie svalovej kontrakcie a preto výskum bol zameraný len na svalovú kontrakciu. Avšak už pred niekoľkými desaťročiami funkčná magnetická rezonancia (fMRI) ukázala, že svalová relaxácia je aktívny

proces vyžadujúci podobný, alebo dokonca väčší stupeň mozgovej aktivity ako svalová kontrakcia [1]. Preto pre pochopenie komplexných telesných aktivít je rovnako dôležité pochopiť

mechanizmy svalovej relaxácie ako svalovej kontrakcie. Jemnú kontrolu svalovej kontrakcie a relaxácie si vyžadujú každodenné aktivity, väčšia náročnosť je kladená pri športe a hre na hudobné nástroje.

## **Teoretické východiská Relaxácia svalov u seniorov**

Oneskorená relaxácia svalov a zmena intrakortikálnej inhibície sa vyskytuje u starších ľudí. Pohyb sa s vekom spomaľuje. Schopnosť rýchleho začatia a vykonania pohybu sa znižuje s vekom [2]. Pre aktivity denného života je dôležité nielen rýchle začatie pohybu, ale tiež jeho rýchle ukončenie. Nechcená svalová aktivita a oneskorené ukončenie aktivity zhoršuje kvalitu pohybu. Pri svalovej relaxácii sa u zdravých osôb aktivuje dorzolaterálny prefrontálny kortex. Táto aktivita motorickej oblasti pôsobí inhibične [3]. Vzostup intrakortikálnej inhibície potrebný pre včasnú svalovú relaxáciu môže poklesnúť s vekom. Znížená schopnosť intrakortikálnej inhibície u starších ľudí znižuje schopnosť začatia a udržania svalovej kontrakcie [4]. Cieľom štúdie bolo porovnanie času svalovej relaxácie po stisku u mladých a starších zdravých dospelých osôb a posúdenie uvedeného vzťahu k intrakortikálnej inhibícii. Štúdie sa zúčastnilo 40 mladších (vek  $25 \pm 5$  rokov) a 21 starších (vek  $57 \pm 6$  rokov) osôb s dominantnou pravou rukou. Po zvukovom znamení probandi stisli maximálnou silou držadlo, ktoré po skončení zvuku čo najrýchlejšie uvoľnili. Meranie sa uskutočnilo postupne na oboch rukách. Ako čas relaxácie sa hodnotil čas od skončenia zvukového podnetu po zníženie aktivity svalu flexor digitorum superficialis na hodnotu pred stiskom, čo sa hodnotilo záznamom na elektromyografii (EMG). U starších probandov bol relaxačný čas signifikantne dlhší, uvedené predĺženie súviselo s chýbajúcim vzostupom intrakortikálnej inhibície počas relaxácie stisku. U mladších probandov kratší čas relaxácie bol sprostredkovaný

signifikantným zvýšením intrakortikálnej inhibície. V oboch vekových skupinách neboli rozdiely v čase relaxácie medzi oboma rukami [5].

## **Porovnanie svalovej relaxácie u športovcov**

U športovcov a hudobníkov je správna svalová relaxácia nevyhnutnou podmienkou hladkého a efektívneho pohybu, ktorý vyžaduje koordináciu a rýchlu akciu. Je známe, že u začiatočníkov v športe i v hre na hudobné nástroje sú často vidieť neúmyselné kontrakcie nevhodných svalov a nedostatočná kontrakcia potrebných svalov. Napr. začiatočníci v bedminton pri rozmachu raketou neúčelne napínajú m. triceps brachii, zatiaľ čo u skúsených hráčov sa nepotrebné kontrakcie redukujú na minimum. Po 6 dňoch tréningu sa však nepotrebné kontrakcie u nováčikov znížila [6]. Aktivita agonistov a antagonistov na predlakti pri hre na bubon cyklickými údermi paličkami sa porovnávala u začiatočníkov, skúsených hráčov a najlepších hudobníkov na svete. U nováčikov sa ukázala výrazná spoločná aktivita agonistov a antagonistov, zatiaľ čo skúsení hráči boli schopní potlačiť kokontrakciu uvedených svalov a najlepší hudobníci na svete relaxovali nepotrebné svaly [7]. Neurálne mechanizmy tejto rozdielnej svalovej aktivity medzi začiatočníkmi a pokročilými sa nepodarilo objasniť. V porovnaní s nešportovcami sa transcerebrálnou magnetickou stimuláciou po ročnom tréningu v motorickej oblasti mozgovej kôry u karatistov dokázali zmeny v zmysle zvýšenej excitability, pričom sa znížil prah pre relaxáciu a skrátil sa reakčný čas [8]. Výrazné rozdiely sa ukázali aj pri porovnaní špičkového profesionálneho plavca a pravidelne trénujúceho amatérskeho plavca pri plaveckom spôsobe kraul. Slabší plavec vynaložil väčšiu svalovú námahu, aby dostal ruku dopredu, čo sa ukázalo na silnej kontrakcii deltového a trapézového svalu. Lepší plavec vyťahoval z vody hornú končatinu

ohnutú v lakti a uvoľnene ju posúval dopredu. Spotrebuje sa tak menej energie ako keď sa natiahnutá horná končatina posúva tesne nad hladinou. Okrem toho lepší plavec používal vo väčšej miere tri svaly, ktoré tlačia hornú končatinu dole, čím dosahuje dlhší a silnejší ťah (m. latissimus dorsi, m. teres maior a m. triceps brachii) [9].

## **Parkinsonova choroba**

Predĺženie relaxácie svalov zhoršuje kvalitu pohybu aj u Parkinsonovej choroby (PD – Parkinson's disease). V začiatčnom štádiu PD sa objavia diagnosticky charakteristické motorické symptómy, ktoré zahŕňajú pokojový tremor, extrapyramidovú rigiditu a bradykinéziu. U pacientov dochádza k zmenám v relaxácii svalov súčasne so stúpajúcou závažnosťou motorických symptómov. V porovnaní so zdravými osobami sa relaxačný čas predlžuje. Silva-Batista et al. [10] dosiahli instabilným odporovým tréningom skrátenie relaxačného času u pacientov s PD. Autori sa domnievajú, že zvýšené požiadavky na centrálny nervový systém počas tréningu majú za následok zlepšenie descendného nervového riadenia, čo vedie ku skráteniu relaxačného času. Cvičenie u pacientov s PD môže zlepšiť chôdzu, rovnováhu, svalovú silu a výkon v aktivitách denného života [11,12]. Viaceré štúdie ukázali, že lepší účinok sa dosiahne pri cvičení s vysokou rýchlosťou. Tréning s vysokou rýchlosťou na treadmill zmenil kortikálne inhibičné mechanizmy a zlepšil chôdzu u pacientov s PD, čo sa potvrdilo transkraniálnou magnetickou stimuláciou [13]. Tandemové bicyklovanie s vysokou rýchlosťou znížilo symptómy PD na horných i dolných končatinách a zvýšilo aktiváciu mozgu, čo sa meralo fMRI [14]. Navyše tri tréningové kolá bicyklovania s vysokou rýchlosťou na motorizovanom stacionárnom bicykli zlepšili podstatne viac motorické symptómy PD ako bicyklovanie malou rýchlosťou. Motorické symptómy sa hodnotili škálou UPDRS III (unified Par-

kinson's disease rating scale). Do štúdie zameranej na hodnotenie účinku rýchlej cyklistiky na motorické funkcie a mobilitu bolo zaradených 16 pacientov s mierou až strednou idiopatickou PD (vek 50–79 rokov), ktorí boli randomizovane rozdelení na skupinu s rýchlym bicyklovaním a skupinu so strečingom. Rýchle bicyklovanie sa uskutočnilo na stacionárnom bicykli s motorom nastaveným na rýchlosť 80 otáčok/min, pričom probandi tiež museli vyvíjať aktivitu tlakom do pedálov. Tým sa dosiahla požadovaná rýchlosť bez nadmernej únavy. Cyklistický tréning s otáčkami 80/min trval 30 min, pred začiatkom a po skončení 30minútového testu absolvovali 5 min pri rýchlosti 50 otáčok/minútu. Celkom šesť tréningov absolvovali v priebehu 15 dní, medzi jednotlivými tréningami bola prestávka 1 deň. Probandi kontrolnej skupiny v tom istom čase 5 min bicyklovali na stacionárnom bicykli a 35 min sa venovali strečingu. Pred a po každom tréningu ako aj 48 hod po poslednom tréningu absolvovali vyšetrenia. K zlepšeniu bradykinézie a mobility došlo po každom tréningu s vysokou rýchlosťou, najlepšie výsledky boli po 4., 5., a 6. tréningu a udržali sa aj 48 hod po poslednom tréningu ( $p \leq 0,001$ ). Rigidita a bradykinézia sa najviac zlepšila na horných a dolných končatinách. Skóre testu UPDRS sa zlepšilo o 17 %, významne sa zlepšila chôdza i test Time Up and Go [15]. Predchádzajúce štúdie ukázali, že osoby s väčším motorickým deficitom po vysokorýchlostnej cyklistike dosiahli výraznejšie zlepšenie. Po 8 týždňoch tandemového bicyklovania s vysokou rýchlosťou sa test UPDRS zlepšil o 35 % [16].

### Cievna mozgová príhoda

Cievna mozgová príhoda spôsobuje stratu špecifických funkcií súvisiacich s postihnutou oblasťou mozgu. Deficit funkcií v paretickej končatine sa týka nielen svalovej kontrakcie, ale aj relaxácie. Pri hodnotení stisku paretickej končatiny dochádza k významnejšiemu predĺženiu zahájenia kontrakcie a jej relaxácie

(1,9 a 5,0 s) v porovnaní s neparetickou končatinou (0,5 a 1,6 s), pričom odpovedajúce hodnoty u zdravých jedincov sú ešte nižšie (0,2 a 0,4 s). Uvedené údaje ukazujú, že u paretických pacientov je predĺženie reakčnej doby väčšie v relaxačnej fáze ako v kontrakčnej fáze [17,18].

### Koordinácia svalov viacerých končatín

Aktivity denného života ako aj v športe, alebo v hre na hudobné nástroje vyžadujú súčasné vykonanie rôznych pohybov viacerými končatinami, čo vyžaduje simultánnu kontrolu mnohých svalov. Aktivita svalov jednej končatiny ovplyvňuje aktivity svalov v ostatných končatinách [19]. Pretože svalová relaxácia je aktívny proces vyžadujúci kortikálnu aktiváciu, relaxácia môže mať rovnako vzdialené účinky ako kontrakcia. Relaxácia svalu jednej končatiny potláča kontrakciu svalu v ipsilaterálnej končatine [20]. Keď sa probandi snažili zvlásť kontrahovať a relaxovať ruku a nohu, EMG aktivita kontrahovaného svalu na jednej končatine bola slabšia ak sa vykonala súčasne s relaxáciou svalu na ipsilaterálnej končatine (v porovnaní so samotnou kontrakciou). Teda relaxácia svalu jednej končatiny potláča kontrakciu svalu ipsilaterálnej končatiny. V inej štúdii kontrakcia flexorov predlaktia bola slabšia počas relaxácie plantárnych flexorov [21,22].

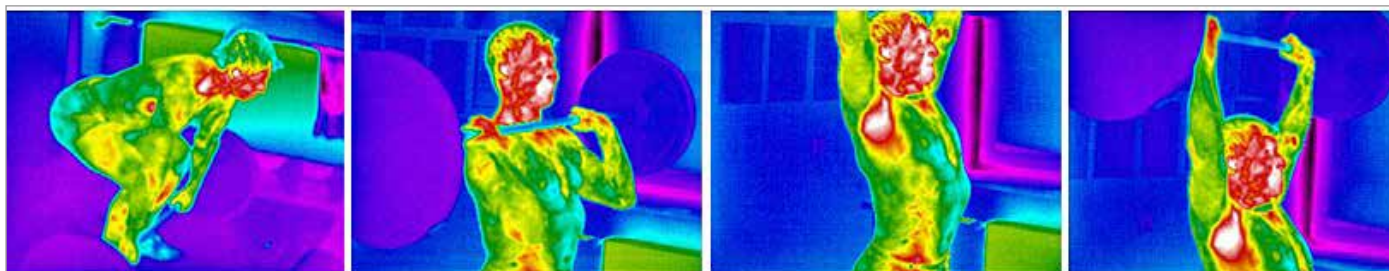
### Anxieta a relaxácia svalov

Viaceré štúdie ukázali, že anxieta je prekážkou vhodnej svalovej relaxácie u hudobníkov i športovcov. Pre anxieta je typická negatívna nálada doprevádzaná telesnými prejavmi ako je zrýchlená frekvencia srdca a zvýšená svalová tenzia [23]. Pri EMG hodnotení svalovej aktivity horného trapézu a m. biceps brachii u klaviristu strednej úrovne sa ukázalo zvýšené napätie uvedených svalov počas súťaže v porovnaní s cvičením. Navyše len počas súťaže došlo k výraznej kokontrakcii antagonistov,

čo prispieva k svalovej únave. Kvalita výkonu počas cvičenia bola vyššia ako na súťaži [24]. Športovci sa nachádzajú vo vysoko súťaživom prostredí a často sú pod tlakom nielen tímu, ale aj fanúšikov. Následky zo zlyhania, alebo zhoršeného výkonu môžu byť osobné (strata sebadôvery) a profesionálne (zrušenie zmluvy, príjem apod.). Sú známe mnohé prípady negatívneho vplyvu anxiety na športový výkon, napr. John McEnroe (tenis), alebo Jim Carey (golf). Anxieta sa v roku 2018 vyskytovala u profesionálnych športovcov súťažiacich na najvyššej úrovni v 8,6 %. Vyšší výskyt sa vyskytoval u športovcov nespokojných s výkonom, u žien, mladších športovcov a u zranených [25]. Výskyt anxiety má negatívny vplyv na športový výkon, zvyšuje riziko zranenia, predlžuje rehabilitáciu po zranení a návrat do športového procesu a zvyšuje riziko zranenia po rehabilitácii [26].

### Metodika práce

V našej štúdii sme porovnávali svalovú relaxáciu po tréningu vzpieračskej disciplíny nadhod u dvoch športovcov rôznej vekovej kategórie (45 a 65 rokov), ktorí sa venujú vzpieraniu dlhodobo, starší športovec bol profesionál. Relaxáciu sme hodnotili priebehom teplotných zmien v jednotlivých regiónoch bezprostredne po tréningu, po 15 a 30 min. Záťažou spôsobený zvýšený svalový tonus sa prejaví znížením teploty, pri relaxácii teplota stúpa [27]. Pred vykonaním štúdie boli športovci 2 dni bez záťaže. Vstupné vyšetrenie bolo urobené pred tréningom. Pred vyšetrením sa športovec ekvilibroval vo vyšetrovacej miestnosti vyzlečený do treniek po dobu 15 min v klimatizovanej, tmavej miestnosti s teplotou  $24 \pm 0,5$  °C. Vyšetrenie bolo robené v tej istej miestnosti za podmienok daných Glamorganským protokolom. Na zhotovenie termogramov bola použitá termokamera Fluke Ti32 (USA), s rozlíšiteľnosťou 0,05 °C [28]. Športovec bol od kamery vzdialený 2 metre. Uhol kamery na vyšetrovanú



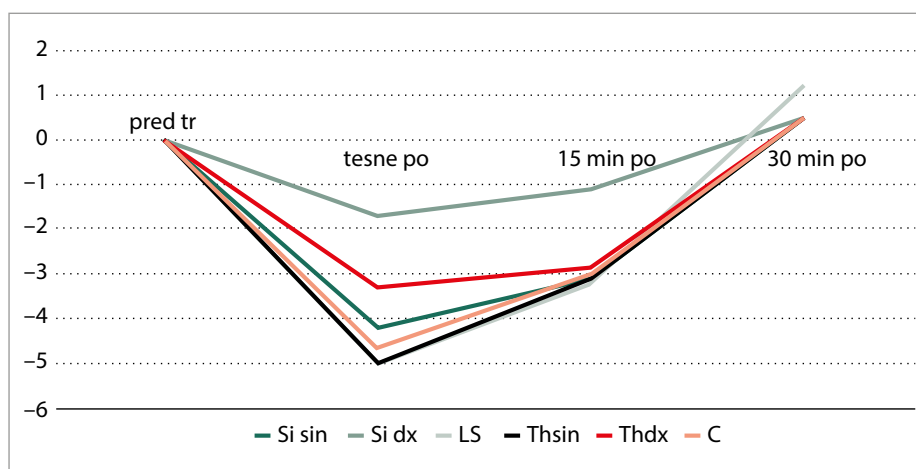
**Schéma 1. Termogram teplotných zmien u vzpierača počas tréningu.**

Scheme 1. Thermogram of temperature changes at the weightlifter during training.

oblasť bol 90 stupňov. Nasledoval tréning nadhodu súpažného, ktorý bol vykonávaný štandardne od rozcvičenia až po zdvíhanie záťaže na úrovni 90 % ma-

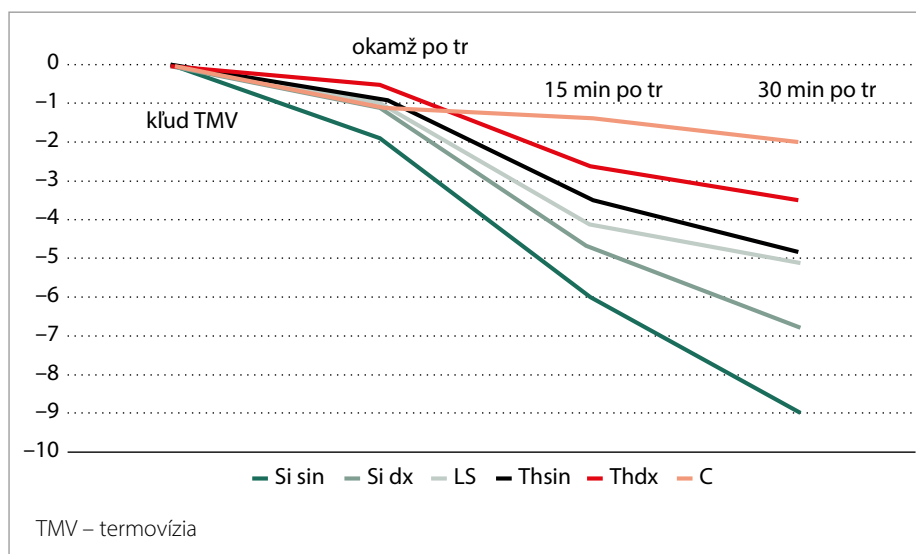
xima. Po poslednom pokuse na submaximálnej záťaži nasledoval posledný, tzv. relaxačný pokus na 60 % maxima. Tréning trval 30 min (schéma 1). Po ukon-

čení tréningu boli športovci opäť vyšetrení termograficky za rovnakých podmienok ako pri vstupnom vyšetrení. Vyšetrenie sme robili hneď po ukončení tréningu, 15 min od skončenia tréningu a 30 min od skončenia tréningu. V zhotovených termogramoch boli vyhodnotené teploty v jednotlivých regiónoch chrbta v absolútnych teplotných parametroch, z ktorých sme pre porovnanie použili Tmed. Vstupným termogramom sme priradili hodnotu 0. Od tejto hodnoty sme odpočítavali teplotné hodnoty zaznamenané po tréningu. Priebeh teplotných zmien je vyjadrený graficky vo všetkých sledovaných regiónoch.



**Graf 1. Graf teplotných zmien po tréningu v jednotlivých regiónoch chrbta.**

Graph 1. Graph of temperature changes after training in individual regions of the back.



**Graf 2. Graf teplotných zmien po tréningu v jednotlivých regiónoch chrbta.**

Graph 2. Graph of temperature changes after training in individual regions of the back.

## Výsledky

U oboch športovcov sme v hodnotených regiónoch zaznamenali krátko po tréningu pokles teplotnej aktivity (graf 1 a 2). K podstatne väčšiemu poklesu teplotnej aktivity došlo u mladšieho amatérskeho športovca. Domnievame sa, že príčinou môže byť nedostatočne potlačená kokontrakcia agonistov a antagonistov, čo sa u profesionálneho športovca nevyskytuje. Priebeh kriviek po 15 a 30 min je u hodnotených športovcov opačný, u mladšieho stúpa a u staršieho klesá. Zhoršenie relaxácie u staršieho športovca môže súvisieť so zníženou schopnosťou intrakortikálnej inhibície v súvislosti s vekom.

## Diskusia a záver

Záujem o svalovú relaxáciu pritiahli štúdie, ktoré pomocou fMRI zistili že aktivita motorického kortexu a príslušnej motorickej oblasti stúpla počas vôľo-



vej svalovej relaxácie rovnako ako počas svalovej kontrakcie. Niektoré štúdie s využitím transkraniálnej magnetickej rezonancie ukázali, že počas relaxačnej fázy svalu je excitabilita kortikospinálneho traktu kontrolujúca špecifický sval viac potlačená ako počas odpočinku. Iné štúdie ukázali, že intrakortikálna inhibícia je aktivovaná tesne pred svalovou relaxáciou. Navyše svalová relaxácia jednej časti tela potláča kortikálne aktivity kontrolujúce iné časti tela v rôznych končatinách. Teda kortikálna aktivita nielen môže spúšťať relaxáciu cieľných svalov, ale tiež môže mať inhibičný účinok na iné svaly. Toto rozšírenie inhibície môže brzdiť kontrakciu svalov vo viacerých končatinách. To môže byť príčinou, prečo svalová relaxácia je ťažká u začiatočníkov v športe, v hre na hudobné nástroje, detí, seniorov a osôb s kognitívnym zhoršením [29]. Svalová relaxácia vyžaduje aktiváciu mozgu podobne ako svalová kontrakcia. Relaxácia určitého svalu spolu s kontrakciou iných svalov je dosť náročná, pretože je aktivovaný neurálny okruh kontrolujúci relaxáciu. Zruční športovci a hráči na hudobné nástroje sú schopní vykonať kontrakciu požadovanej sily so simultánnou relaxáciou (alebo minimálnou kontrakciou) nepotrebných svalov [30]. Neúmyselná kontrakcia svalov nepotrebných k pohybu a nedostatočná kontrakcia svalov k pohybu potrebných znižuje koordináciu a rýchlu akciu. Znížená kvalita kontrakcie sa ukázala u amatérskeho vzpierača, zatiaľ čo profesionálny športovec dokázal svaly nepotrebné k výkonu relaxovať. Vzostup intrakortikálnej inhibície potrebný pre včasnú svalovú relaxáciu môže poklesnúť s vekom. Predĺžená relaxácia svalov u staršieho športovca sa ukázala nielen bezprostredne po výkone, ale aj v odstupe 30 min. Všeobecným problémom pacientov s PD je znížená rýchlosť pohybu a oneskorený začiatok pohybu. Dokonca ani pacienti s farmakoterapiou nie sú schopní prispôsobiť načasovanie pohybu vonkajším stimulom. Preto cvičenia by mali zasi-

ahnutím okruhu cortex-bazálne gangliá zlepšiť časový deficit a motorické symptómy. Priaznivý účinok cvičenia dolných končatín sa prenáša i na horné končatiny. Je to veľká výhoda, pretože pacienti s PD nie sú schopní absolvovať také cvičenie pre tremor a rigiditu. Základnou črtou bicyklovania vysokou rýchlosťou (a iných vysokorýchlostných tréningových intervencií) je dosiahnutie požadovanej hodnoty načasovania a rýchlosti frekvenciou pedálov poháňaných motorom.

### Literatúra

1. Toma K, Honda M, Hanakawa H et al. Activities of the primary and supplementary motor areas increase in preparation and execution of voluntary muscle relaxation: an event-related fMRI study. *J Neurosci* 1999; 19(9): 3527–3534. doi: 10.1523/JNEUROSCI.19-09-03527.1999.
2. Wolkorte R, Kamphuis J, Zijdwind I. Increased reaction times and reduced response preparation already starts at middle age. *Front Aging Neurosci* 2014; 6: 79. doi: 10.3389/fnagi.2014.00079.
3. Motawar B, Hur P, Stinear J et al. Contribution of intracortical inhibition in voluntary muscle relaxation. *Exp Brain Res* 2012; 221(3): 299–308. doi: 10.1007/s00221-012-3173-x.
4. Papegaaij S, Taube W, Baundry S et al. Aging causes a reorganization of cortical and spinal control of posture. *Front Aging Neurosci* 2014; 6: 28. doi: 10.3389/fnagi.2014.00028.
5. Motawar B, Stinear JW, Lauer AW et al. Delayed grip relaxation and altered modulation of intracortical inhibition with aging. *Exp Brain Res* 2016; 234(4): 985–995. doi: 10.1007/s00221-015-4527-y.
6. Sakurai SL, Ohtsuki T. Muscle activity and accuracy of performance of the smash stroke in badminton with reference to skill and practice. *J Sport Sci* 2000; 18(11): 901–914. doi: 10.1080/02640410075001732.
7. Fujii S, Kudo K, Ohtsuki T et al. Tapping performance and underlying wrist muscle activity of non-drummers, drummers, and the world's fastest drummer. *Neurosci Lett* 2009; 459(2): 69–73. doi: 10.1016/j.neulet.2009.04.055.
8. Moscatelli FL, Messina G, Valenzano A et al. Correction: Functional assessment of corticospinal system excitability in karate athletes. *PLoS One* 2016; 11(7): e0159846. doi: 10.1371/journal.pone.0159846.
9. Čelko J, Zálešáková J, Gúth A. Hydrokinezioterapia. Bratislava: Ličreh Gúth 2017: 48–49.
10. Silva-Batista C, Corcos DM, Barroso R et al. Instability resistance training improves neuromuscular outcome in Parkinson's disease. *Med Sci Sports Exerc* 2017; 49(4): 652–660. doi: 10.1249/MSS.0000000000001159.

11. Shenkman M, Moore CG, Kohrt WM et al. Effect of high-intensity treadmill exercise on motor symptoms in patients with de novo Parkinson disease: a phase 2 randomized clinical trial. *JAMA Neurol* 2018; 75(2): 219–226. doi: 10.1001/jamaneurol.2017.3517.
12. Sajatovic M, Ridgel A, Walter E et al. A randomized trial of individual versus group-format exercise and self-management in individual with Parkinson's disease and comorbid depression. *Patient Prefer Adherence* 2017; 11: 965–973. doi: 10.2147/ppa.s135551.
13. Fisher BE, Wu AD, Salen GJ et al. The effect of exercise training in improving motor performance and corticomotor excitability in people with early Parkinson's disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2008; 89(7): 1221–1229. doi: 10.1016/j.apmr.2008.01.013.
14. Alberts JL, Phillips M, Lowe MJ et al. Cortical and motor responses to acute forced exercise in Parkinson's disease. *Parkinsonism Relat Disord* 2016; 24: 56–62. doi: 10.1016/j.parkreldis.2016.01.015.
15. Ridgel AL, Ault DL. High-cadence cycling promotes sustained improvement in bradykinesia, rigidity, and mobility in individuals with mild-moderate Parkinson's disease. *Parkinsons Dis* 2019; 2019: 4076862. doi: 10.1155/2019/4076862.
16. Ridgel AL, Phillips RS, Walter BL et al. Dynamic high-cadence cycling improves motor symptoms in Parkinson's disease. *Front Neurol* 2015; 6: 194. doi: 10.3389/fneur.2015.00194.
17. Nowak DA, Hermsdörfer J, Topka H. Deficit of predictive grip force control during object manipulation in acute stroke. *J Neurol* 2003; 250(7): 850–860. doi: 10.1007/s00415-003-1095-z.
18. Nowak DA, Grefkes C, Dafotakis M et al. Dexterity is impaired at both hands following unilateral subcortical middle cerebral artery stroke. *Eur J Neurosci* 2007; 25(10): 3173–3184. doi: 10.1111/j.1460-9568.2007.05551.x.
19. Muraoka T, Nagakawa K, Kato K et al. Interlimb coordination from a psychological perspective. *J Phys Fitness Sports Med* 2016; 5(5): 349–359. doi: 10.7600/jpfs.5.349.
20. Kato K, Watanabe T, Kanosue K. Effects of muscle relaxation on sustained contraction of ipsilateral remote muscle. *Physiol Rep* 2015; 3(11): e12620. doi: 10.14814/phy2.12620.
21. Kato K, Kanosue K. Effect of muscle relaxation in the foot on simultaneous muscle contraction in the contralateral hand. *Neurosci Lett* 2016; 633: 252–256. doi: 10.1016/j.neulet.2016.09.019.
22. Kato K, Muraoka T, Mizuguchi N et al. Muscle relaxation of the foot reduces corticospinal excitability of hand muscles and enhances intracortical inhibition. *Front Hum Neurosci* 2016; 10: 2018. doi: 10.3389/fnhum.2016.00218.
23. Rowland DL, van Lankveld JDM. Anxiety and performance in sex, sport, and stage: identifying common ground. *Front Psychol* 2019; 10: 1615. doi: 10.3389/fpsyg.2019.01615.

**24.** Yoshie M, Kudo K, Murakoshi T et al. Music performance anxiety in skilled pianists: effects of social-evaluative performance situation on subjective, autonomic, and electromyographic reactions. *Exp Brain Res* 2009; 199(17): 117–126. doi: 10.1007/s00221-009-1979-y.

**25.** Rice SM, Gwyther K, Santesteban-Echarri O et al. Determinants of anxiety in elite athletes: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* 2019; 53(11): 722–730. doi: 10.1136/bjsports-2019-100620.

**26.** Ford JL, Ildelfonso K, Jones ML et al. Sport-related anxiety: current insights. *Open Access J Sports Med* 2017; 8: 205–212. doi: 10.2147/OAJSM.S125845.

**27.** Gabrhel J, Čelko J, Tauchmannová H. Objektivizácia účinku antigravitačných jógových cvičení infračervenou termografiou. *Rehabilitácia* 2006; 43(2): 89–93.

**28.** Gabrhel J, Čelko J, Tauchmannová H. Termografické vyhodnotenie cvičenia na muscui erectores trunci. *Lekársky obzor* 2012; 4: 127–132.

**29.** Kato K, Vogt T, Kanosue K. Brain activity underlying muscle relaxation. *Front Physiol* 2019; 10: 1457. doi: 10.3389/fphys.2019.01457.

**30.** Tazoe T, Endoh T, Nakajima T et al. Disinhibition of upper limb motor area by voluntary contraction of the lower limb muscle. *Exp Brain Res* 2007; 177(3): 419–430. doi: 10.1007/s00221-006-0686-1.

*Doručené/Submitted: 15. 2. 2021*

*Prijaté/Accepted: 27. 5. 2021*

**Korešpondenčný autor:**

**MUDr. Miroslav Malay, PhD.**

*Fakulta zdravotníctva*

*Trenčianska univerzita*

*Alexandra Dubčeka v Trenčíne*

*Študentská 2*

*911 05 Trenčín*

*Slovenská republika*

*e-mail: miroslav.malay@gmail.com*

---

**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.

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

---

# Vliv koloběhu na pohybový systém mladších školních dětí

## Influence of footbike riding on the locomotor system of younger school children

Z. Třískala<sup>1</sup>, D. Jandová<sup>2</sup>, O. Morávek<sup>2</sup>, M. Musílek<sup>3</sup>, I. Wurstová<sup>3</sup>, V. Škvařilová<sup>3</sup>, L. Filó<sup>4</sup>, E. Jurčáková<sup>4</sup>, M. Kalina<sup>4</sup>, D. Lukáčová<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Český inspektorát lázní a zřídel, Ministerstvo zdravotnictví ČR

<sup>2</sup> MediCentrum JONA s.r.o., Praha

<sup>3</sup> Státní léčebné lázně Bludov, s.p.

<sup>4</sup> Priessnitzovy léčebné lázně a.s., Jeseník

**Souhrn:** Autoři prezentují výsledky pilotní studie základního výzkumu vlivu koloběhu na pohybový systém u mladších školních dětí věku 6–12 let. Soubor tvořilo 39 dětí. Kontrolní soubor bez koloběhu tvořilo 10 dětí. K objektivizaci byla použita baterie testů pohybového systému, antropometrická měření, bioimpedanční metody a odběr slin na hladiny kortizolu. V této první části z celkového množství dat autoři prezentují změny výsledků testů zkrácených vybraných svalů musculus rectus femoris, musculus iliopsoas a změny parametru celkové dysfunkce pohybového systému vyšetřením expertním informačním systémem Computer Kinesiology. Studie prokázala jednoznačně pozitivní vliv komplexní lázeňské léčebně rehabilitační péče u všech dětí. Studie nadto zřetelně prokázala pozitivní vliv koloběhu na funkce pohybového systému. Pozitivní změny pohybového systému u dětí kontrolního souboru byly méně markantní.

**Klíčová slova:** koloběh – pohybový systém – zkrácené svaly – Computer Kinesiology – balneoterapie

**Summary:** The authors present the results of a pilot study of basic research into the effect of the footbike riding (bipedal locomotion) on the locomotor system in 39 younger school children (aged 6–12 years). The control group without scooter rides consisted of 10 children. A battery of locomotor system tests, anthropometric measurements, bioimpedance methods and saliva sampling for cortisol levels were used for objectification. The article presents the first part of data from the total dataset, which present the results of changes in the length of shortened selected muscles – the rectus femori muscle, iliopsoas and changes in the parameter of total dysfunction of the musculoskeletal system assessed by the expert information system Computer Kinesiology. The study proves the positive effect of comprehensive spa treatment and rehabilitation care for all children. In addition, the study showed a positive effect of footbike riding on the functions of the locomotor system. Positive changes in the musculoskeletal system in the control group were less significant.

**Key words:** footbike riding – locomotor system – shortened muscles – Computer Kinesiology – balneotherapy

### Úvod

V případě dětské obezity bývá první kontakt u praktického lékaře pro děti a dorost. V České republice opakovaně vycházejí doporučení léčby obezity pro lékaře. Doporučené postupy pro pediatry byly publikovány v roce 2008 a aktualizovány v roce 2011 [1,2].

Obdobným způsobem probíhá první kontakt astmatických dětí s lékařem. V ČR v posledních 20 letech stoupá incidence astma bronchiale nejvíce u dětí.

Incidence astmatu je nejvyšší u dětí do 5 let věku, u chlapců je to 1,2 % a u dívek 0,6 %. Prevalence astmatu v dětské populaci je 5–10 % [3].

Dětská populace podléhá vlivům virtuálního světa, děti se v domácím prostředí málo pohybují na čerstvém vzduchu. „Naučená“ hypomobilita se u dětí projevuje již nyní dysfunkcemi pohybového systému a povede v budoucnu k časným patologiím [1,2,4–6]. Děti v růstu potřebují různorodou po-

hybovou aktivitu, relativně svižnou, zábavnou, atraktivní, co nejvíce v přírodě, což koloběh v terénu splňuje. Výhodou je, že děti při něm nemohou nepřetržitě používat mobil, jako to dělají i při běžné chůzi v terénu bez pomůcek. Jedním z cílů zvýšení aktivit v přírodě u dětí v lázních při komplexní lázeňské léčebně rehabilitační péči (KLLRP) je zařazení koloběhu do programů outdoorových pohybových aktivit [7].

## Cíl a hypotézy pilotní studie základního výzkumu

Cílem pilotní studie je vyhodnocení vlivu koloběhu na změny pohybového systému jako celku (celková dysfunkce – CD) u 6–12letých dětí a vyhodnocení vlivu koloběhu na protažení nejčastěji zkrácených svalů u dlouhodobého sedu: musculus rectus femoris a musculus iliopsoas.

### Hypotézy

- Po 4týdenní pohybové aktivitě u dětí s KLLRP s koloběhem dojde ke zvýšení celkové pohybové kondice, tzn. dojde ke snížení počtu dysfunkcí v parametru CD medicínského expertního informačního systému Computer Kinesiology (MEIS CK – medical expert information system computer kinesiology).
- U kontrolního souboru 10 dětí s KLLRP bez koloběhu dojde ke stejnému zlepšení celkové pohybové kondice v parametru CD MEIS CK jako u dětí s koloběhem.
- Po KLLRP s koloběhem dojde k protažení zkrácených svalů m. rectus femoris a m. iliopsoas bez cíleného strečinku a bez individuálního léčebného tělocviku (LTV) na neurofyziologickém podkladě na tyto svaly.
- Po KLLRP bez koloběhu dojde ke shodnému protažení zkrácených svalů m. rectus femoris a m. iliopsoas bez cíleného strečinku a bez individuálního LTV na neurofyziologickém podkladě na tyto svaly jako u dětí s koloběhem.

### Charakteristika souboru dětí

V klinických studiích – zvláště v omezeném časovém horizontu pobytu probandů v lázních (u dětí 28 dní KLLRP) – jsou probandi obecně na vstupu sami sobě kontrolní skupinou. Pro Státní léčebné lázně Bludov (SLLB) a Priessnitzovy léčebné lázně a.s. (PLL) v Jeseníku je spádovou oblastí celá ČR. Do pilotní studie byly děti vybrány náhodně ze dvou letních turnusů (červenec a srpen 2020) lázeňskými lékaři při příjmovém

vyšetření. Informovaný souhlas rodičů a informovaný souhlas dítěte se zařazením do výzkumu s koloběhem jsou přílohami zdravotnické dokumentace vč. souhlasu etické komise. Kontrolní skupina 10 dětí nebyla ovlivněna koloběhem, tvořily ji děti PLL se shodnou indikační skupinou a diagnózami jako děti zařazené do sledovaného souboru dětí s koloběhem. Všechny děti absolvovaly shodnou KLLRP za stejných režimových opatření a poskytovaných procedur. Děti byly léčeny v SLLB a v PLL stejnými lékaři a stejnými fyzioterapeuty.

Mezi vylučovací kritéria patřily:

- obecné kontraindikace oboru rehabilitační a fyzikální medicíny (RFM);
- speciální kontraindikace balneoterapie;
- perorální medikace hormonální (zvl. trvale vyšší dávky kortikosteroidů).

V souladu se zahraničními výzkumy mohly děti s asthma bronchiale (AB) užívat inhalační kortikosteroidy, u kterých je srovnatelná hladina kortizolu ve slinách a v krvi [8]. Inhalační kortikosteroidy (IKS) jsou nejúčinnější preventivní antiastmatika při léčbě AB [3].

a) Ve SLLB tvořily děti s koloběhem homogenní soubor s diagnózou XXIV/2 – obezita: 16 dětí (6 hochů a 10 dívek), průměrný věk 10,85 let. Z nich pouze jeden chlapec (alergik na bodnutí hmyzem) užíval jednou denně analergikum Jovesto 5 mg, všechny ostatní děti byly bez farmakoterapie.

b) V PLL tvořilo soubor dětí s koloběhem 23 dětí (z toho 18 chlapců a 5 dívek), průměrný věk 10,2 let. V PLL byly děti léčeny pro diagnózy: 16 dětí s AB, tři děti se stavy po recidivujících pneumoniích (jedno dítě prodělalo dokonce osm zápalů plic během posledních 12 měsíců), jedno pro obezitu, jedno pro chronickou spastickou AB, dvě pro dermorespirační syndrom. Pouze čtyři děti sledovaného souboru užívaly denně různé inhalační kortikoidy v minimální dávce, 14 dětí užívalo rozličná antihistaminika a pět dětí bylo zcela bez medikace.

c) Kontrolní soubor 10 dětí v PLL z prvního turnusu dětí (7 chlapců a 3 dívky) bez koloběhu měl průměr věku 10,3. Děti byly léčeny pro diagnózy: osm dětí pro AB, dvě děti pro pokles imunity – z nich jedno mělo suchou formu atopického ekzému. Bez medikace byly tři děti, jedno dítě pro AB užívalo dlouhodobě inhalační kortikoid, ostatní děti užívaly různá antihistaminika.

U druhého srpnového turnusu v obou lázních nebylo možno sestavit kontrolní skupinu dětí jednak pro nástup do lázní většího počtu dětí ve věku > 12 let v SLL Bludov a jednak v PLL pro vyšší počet dětí s trvalou medikací vyšších dávek perorálních kortikoidů. V klinických studiích je velmi obtížné utvořit homogenní soubor věkově, diagnózou, stavem funkcí a farmakoterapií. Navíc u druhého turnusu v srpnu 2020 nebylo pro nepříznivé meteorologické podmínky (s několikadenním trvalým deštěm) možné provedení vyšetření po první jízdě koloběhu ani po poslední jízdě koloběhu, proto jsou u souboru dětí druhého turnusu pouze vstupní a výstupní hodnoty (vždy před první a před poslední jízdou).

### Metodika/image pilotní studie

Všechny děti pilotní studie absolvovaly KLLRP v plném rozsahu vč. stravování a režimových opatření shodně jako děti do pilotní studie nezařazené. Děti měly koloběh zařazený v rámci outdoorové pohybové aktivity 3× týdně, celkem 12×. V rámci jednoho 30min. tréninku koloběhu ujely děti obvykle vzdálenost 3–6 km v závislosti na zvolené náročnosti trasy lázeňských lesoparků (mapky s parametry dle GPS jsou uloženy na ČIL MZ ČR). U koloběhu dětí nebyla měřítkem dosažená vzdálenost, podmínkou bylo pouze dodržení doby trvání pohybové aktivity. Z hlediska terénu se jednalo o kombinaci jízdy po asfaltu a po upravených přírodních cestách lázeňských lesoparků s mírným převýšením.

Před jízdou děti standardně absolvovaly 5min. rozcvičku řízenou fyzioterapeuty, po koloběhu následovalo 5min. vydýchání ve stoji. Nebyly použity žádné speciální strečinkové postupy individuální ani skupinové ani individuální LTV. Děti absolvovaly všechny procedury shodně pro děti stejné diagnózy (např. skupinové kondiční cvičení v terénu s dechovou rehabilitací, hydrokinezioterapii v rehabilitačním bazénu, saunu, inhalace Vincentkou). Stravování v SLLB bylo shodné pro všechny děti (homogenní soubor léčených pro obezitu). V PLL měly děti racionální stravu kromě dvou dětí s polyvalentní alergií (1× bezlepková strava, 1× individuální dieta pro alergii na různé druhy ovoce).

Děti zařazené do výzkumu koloběhu jezdily ve skupinách za odborného vedení a doprovodu proškolených fyzioterapeutů (se zkouškami a certifikací pro koloběh, školení provedla firma KOSTKA – kolobka, s.r.o.). Podmínkou pro řádné provádění koloběhu bylo naučit dětské probandy pravidelnému střídání odrazové nohy (pokud možno za jízdy, což zvládly všechny děti). Pro srovnatelnost výsledků použily děti koloběžky rozměrů odpovídajících jejich výšce, ale všechny jezdily na typově stejné koloběžce od jednoho výrobce (KOSTKA – kolobka, s.r.o.).

### Lékařské vyšetření při přijetí a před propuštěním

V rámci vstupní a výstupní prohlídky byly děti vyšetřeny lázeňským lékařem-pediatrem, zvykle byly zaznamenány údaje hmotnosti a výšky a výpočet body mass indexu (BMI). Vážení se provádělo klasicky ve spodním prádle, bez obuvi, za standardních podmínek ráno, nalačno. Hmotnost byla měřena na bioimpedanční váze TANITA BC-100. Pro zjištění rozložení hmotnosti byly doplňkově použity dvě shodné pérové čtvercové váhy, při stoji rozkrocném, v klidu, každá noha na jedné váze. Měření výšky probíhalo u pevného výškoměru za standardních podmínek dle platného doporučení

[1,2]. Ze získaných výsledků se vypočítal BMI podle následujícího vzorce:

$$\text{BMI} = \frac{\text{hmotnost [kg]}}{\text{výška [m]} \times \text{výška [m]}}$$

Následně byly děti vždy vyšetřeny výzkumným týmem (rehabilitačním lékařem, odběr slin zajistili vědečtí pracovníci Endokrinologického ústavu Praha). Vyšetření obsahovalo:

- baterii obecně známých kineziologických testů [5,7,9–13];
- známé testy vyšetření zkrácení kosterních svalů dle Jandy et al. [14];
- vyšetření MEIS CK [15,16].

Testy obratnosti, vyšetření bioimpedanční, antropometrické údaje, měření obvodu pasu a další zvyklá měření [1,2,17] nejsou t. č. předmětem tohoto materiálu – zpracovávají se. Systém MEIS CK byl odborné veřejnosti ČR opakovaně představen [15,16], proto autoři uvádějí jen stručné shrnutí jeho základních principů.

Jedná se o vyšetření *lege artis* prováděných úkonů kineziologického rozboru a vyšetření palpací dostupných měkkých tkání pohybového systému. Nález jsou manuálně přes klávesnici počítače vloženy do softwaru PC s programem CK, který každý údaj zpracovává matematickým modelem. MEIS CK používá vyšetření 12 myofasciálních pohybových řetězců vpravo a vlevo (tj. 24) [15,16]. V systému vyšetření horizontálních segmentových reflexních dějů používá 30 úrovní (jednotlivých míšních segmentů) vpravo a vlevo, tj. celkem 60 hodnot [15,16]. Znamená to, že systém MEIS CK kombinuje a propočítává základní informace získané z  $60 \times 24 = 1\,440$  iteračních hodnot. Jedná se o systém ve světě unikátní, protože používá inovativní způsob vyhodnocení pohybového systému. Výstupem jsou číselné hodnoty a grafy, tím je MEIS CK objektivní a nezátížený subjektivním vlivem, splňuje tak požadavky medicíny založené na důkazech (EBM – evidence-

-based medicine). S daty lze statisticky pracovat i v longitudinálních studiích. U souborů dětí s koloběhem se využila pouze diagnostická část v sestavě aktivních a pasivních pohybů a manuálního vyšetření reflexních změn měkkých tkání pohybového systému (TrPs – trigger points) v přesném algoritmu softwaru MEIS CK. U každého dítěte obsahovalo každé jedno vyšetření CK vždy 46 testů.

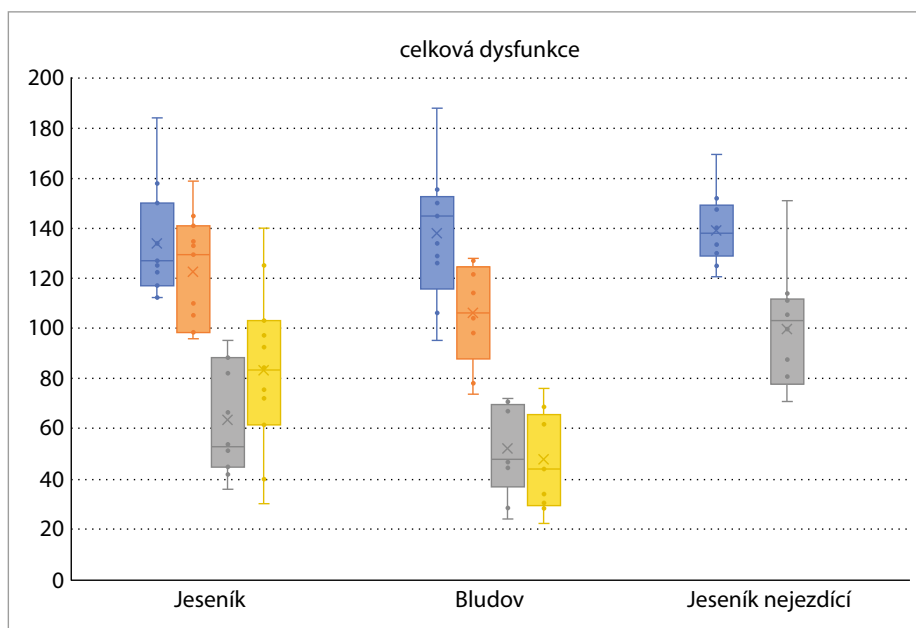
Autoři této pilotní studie předkládají data celkové pohybové dysfunkce (CD) z vyšetření dětí samostatně prvního turnusu po přijetí do lázní, a to před první jízdou koloběhu a po ní. Totéž na výstupu před jízdou a po poslední 12. jízdě koloběhu. U kontrolního souboru byly děti vyšetřeny jednou na vstupu a jednou na výstupu. U dětí druhého turnusu proběhlo vyšetření na vstupu před první jízdou a na výstupu před poslední jízdou (viz výše). Výsledky vyšetření byly zaznamenány v MEIS CK ve 4stupňové škále tíže nálezů omezení pohybů a palpačních nálezů v měkkých tkáních:

1. norma;
2. lehká porucha funkce s cca 30% omezením pohybů a tíží TrPs;
3. středně těžká dysfunkce s omezením pohybu na cca 60 % a tvrdší a větší TrPs;
4. velmi těžká dysfunkce nebo pohyb nešlo vůbec provést, TrPs aktivní. (4. stupeň výzkumný tým nezaznamenal, proto se neobjevuje v grafech ani v tabulkách).

Výstupy diagnostiky v podobě číselných hodnot umožňují škálování sledovaného parametru do tří pásem. Zásadním kritériem pro sledování efektu úprav poruch funkcí pohybového systému po KLLRP a koloběhu je dynamika změn sledovaného parametru CD v nálezů MEIS CK.

Výsledky nálezů vyšetření zkrácených svalů byly provedeny v typickém tříbodovém škálování dle Jandy et al. [14]:

- 0 – norma;
- 1 – středně zkrácený sval;
- 2 – těžké zkrácení svalů či kontraktura.



**Graf 1. Hodnocení efektu komplexní lázeňské léčebně rehabilitační péče (KLLRP) a koloběhu I. turnusu ve Státních léčebných lázních Bludov a Priessnitzových léčebných lázních a.s. parametrem Celkové dysfunkce pohybového systému pomocí expertního informačního systému Computer Kinesiology (CD MEIS CK). Kontrolní soubor byl bez koloběhu.**

\* Vysvětlivky: krabicový graf před prvním koloběhem modře, po prvním koloběhu oranžově, před posledním koloběhem šedě zbarvené hodnoty a po posledním koloběhu jsou krabicové grafy žluté.

Legenda: Hodnocení efektu KLLRP a vlivu koloběhu I. turnusu dětí parametrem CD vyjadřují šedě zbarvené hodnoty proti vstupním modrým u všech souborů. Porovnání po první jízdě a po poslední jízdě je vyjádřeno oranžovo-žlutým poměrem v krabicového grafu. Kontrolní soubor nejezdících dětí má pouze dvě hodnoty: vstup modře, výstup šedou barvou.

Graph 1. Evaluation of the effect of complex spa medical rehabilitation care (CSMRC) and the footbike riding of the first turnus in the State Medical Spa Bludov and Priessnitz Medical Spa using the parameter Total dysfunction of the locomotor system using the expert information system Computer Kinesiology (CD MEIS CK). The control file was idle.

\* Explanations: the box graph before the first footbike riding is blue, after the first ride is orange, before the last ride it's gray in color and after the ride the box graphs are yellow.

Legend: The evaluation of the effect of CSMRC and the influence of the footbike riding of the first turnus of children by the CD (total dysfunction) parameter is expressed by the gray colored values against the input blue ones in all files. The comparison after the first ride and after the last ride is expressed by the orange-yellow ratio in the box graph. The control set of non-riding children has only two values: input in blue, output in gray.

Škálování zkrácených svalů autoři pro statistická zpracování (která jen obtížně pracují s hodnotou 0 při porovnání s měřením bioimpedance TANITOU atp.) povýšili ve zpracovaném materiálu o jednotku výše (čili na stupně 1, 2, 3). V návaznosti na zkušenosti z praxe s dospělými probandy koloběhu a chůzí

typu Nordic Walking [15,16] zde autoři prezentují změny nálezů u m. rectus femoris a m. iliopsoas.

### Diskuze k výsledkům parametru celkové dysfunkce

V grafech parametru CD (graf 1 a 2) autoři prezentují součty číselných hodnot

funkčních poruch pohybového systému dle algoritmu a matematického modelu MEIS CK, a to na začátku a na konci KLLRP (viz poznámky u grafů). Dvojí vyšetření MEIS CK u prvních turnusů v SLLB a PLL koreluje v současnosti s výsledky hodnot kortizolu ve slinách (před prvním koloběhem a po něm a před posledním koloběhem a po něm). U kontrolního souboru a u druhého turnusu dětí SLLB a PLL jsou uvedeny hodnoty na začátku a na konci lázeňské léčby (graf 1 a 2).

U dětí SLLB oba grafy (graf 1 a 2) ukázkově dokumentují výrazný efekt KLLRP. Vstupní a výstupní vyšetření u grafu 1 u dětí SLLB prokazují současně zlepšení jak po prvním koloběhu, tak dokonce ještě i po posledním koloběhu.

U souboru dětí s koloběhem v PLL došlo rovněž k výrazně pozitivnímu vlivu KLLRP na zdravotní stav dětí obou turnusů. Po prvním koloběhu a před posledním koloběhem prvního turnusu došlo k obdobnému zlepšení funkcí pohybového systému jako u dětí SLLB. U posledního koloběhu došlo mimo vliv vyšetřujícího týmu k tomu, že děti PLL vzaly poslední koloběh jako závod o prvenství a poněkud se vyčerpaly svalově – jak ukazuje „žlutá“ barva posledního krabicového grafu (graf 1). Aktuální nález CD pohybového systému posledního vyšetření je nepatrně horší proti hodnotě („šedé“) před posledním koloběhem. Autoři čekají na zpracování hladin kortizolu ve slinách s otázkou, nakolik se „větší“ pohybová zátěž a „stres“ ze spontánního závodění (byť s pozitivním nábojem a motivací dětí PLL) odrazí na aktuální produkci kortizolu ve slinách. Rozhodně lze usuzovat, že astmatické děti PLL zatížily při závodění téměř nadlimitně svůj pohybový systém a při vyšetření systémem MEIS CK bezprostředně po koloběhu nestačila svalovina obnovit fyziologické parametry. U kontrolního souboru dětí (bez koloběhu) dokumentuje graf 1 výrazný efekt KLLRP v parametru CD. V porovnání s nálezy u dětí s koloběhem jak v PLL, tak v SLLB

ovšem nedosahuje markantního zlepšení nálezů jako u dětí s koloběhem.

Autoři předkládají výsledky porovnání změn nálezů vyšetření (zkrácení) m. rectus femoris a vyšetření (zkrácení) m. iliopsoas. Hodnoty jsou uvedeny v součtech nálezů vpravo a vlevo dohromady, protože ze všech 49 dětí v SLLB a PLL byly jen tři děti leváci (ruka i dominantní dolní končetina). Vzhledem k relativně malému počtu probandů předkládají autoři výsledky v tabulkách u skutečného počtu probandů: v hladinách normy (1), lehce až středně zkráceného svalu (2) a těžšího zkrácení (3). Pro lepší názornost přesunu od těžších nálezů zkrácených svalů k fyziologické délce na konci lázeňské léčby následují souhrnné grafy s vynesáním hodnot v procentech vůči souhrnné skupině s odlišením pro m. rectus femoris a pro m. iliopsoas.

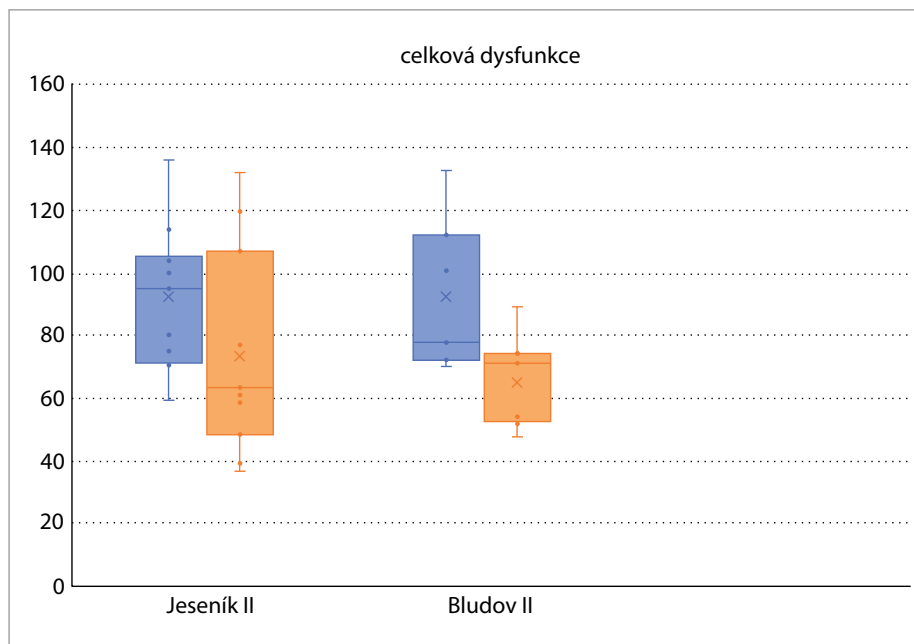
### Diskuze k výsledkům vyšetření délek svalů m. rectus femoris a m. iliopsoas

a) Vliv KLLRP a koloběhu u sledovaného souboru 16 dětí v SLLB

Pro jednoznačnost nálezů lze spojit diskuzi ke všem hodnotám (tabulky a grafy současně) vyšetření zkrácených svalů m. rectus femoris a m. iliopsoas. Tabulky i grafy jednoznačně prokazují dosažení fyziologických hodnot délek svalu u m. rectus femoris i m. iliopsoas na konci KLLRP s koloběhem u všech dětí SLLB čili ve 100 %.

b) Vliv KLLRP u sledovaného souboru 23 dětí s koloběhem PLL Jeseník a u kontrolního souboru 10 dětí bez koloběhu

Diskuzi k tab. 1 a 2 a ke grafům 3 a 4 lze pro výborné výsledky obou turnusů (23 dětí s koloběhem) spojit v celek. Tabulky i grafické zpracování u dětí s koloběhem potvrzují výrazně pozitivní vliv KLLRP s koloběhem na protažení zkrácených m. rectus femoris a m. iliopsoas. Na konci pobytu přetrvávalo výraznější zkrácení m. rectus femoris u čtyř dětí a u devíti dětí zkrácení m. iliopsoas. Grafy lépe postihují



**Graf 2. Hodnocení efektu komplexní lázeňské léčebně rehabilitační péče (KLLRP) a koloběhu II. turnusu ve Státních léčebných lázních Bludov a Priessnitzových léčebných lázních a.s. parametrem Celková dysfunkce pohybového systému pomocí expertního informačního systému Computer Kinesiology (CD MEIS CK).**

\* Vysvětlivky: vstupní nálezy modře, výstupní oranžově.

Legenda: Hodnocení efektu KLLRP a vlivu koloběhu II. turnusu dětí parametrem CD vyjadřují modře zbarvené hodnoty v porovnání proti výstupním oranžovým krabicovým grafům. Technické podmínky nedovolily vyšetření před a po prvním koloběhu a před a po posledním koloběhu, proto jsou prezentovány jen dvě hodnoty na vstupu a výstupu. Kontrolní soubory nebylo u II. turnusu možné utvořit.

Graph 2. Evaluation of the effect of complex spa medical rehabilitation care (CSMRC) and the footbike riding of the second turnus in the State Medical Spa Bludov and Priessnitz Medical Spa using the parameter Total dysfunction of the locomotor system using the expert information system Computer Kinesiology (CD MEIS CK).

\* Explanations: input findings in blue, output in orange.

Legend: Evaluation of the effect of CSMRC and the influence of the second turnus of children, the CD parameters express the blue values compared to the output orange box graphs. The technical conditions did not allow the examination before and after the first ride and before and after the last ride, therefore only two values at the input and output are presented. Control files could not have been created in II. turnus.

pozitivní trend u obou souborů (turnusů) dětí s koloběhem k fyziologickým hodnotám nálezů (modře). Při ukončení KLLRP zřetelně ubylo hodnot ve škále pásma 3 (červeně), pozitivní je přesun do pásma 2 (okrová-oranžová) a zvýšení počtu dětí v pásmu 1 – fyziologických hodnot (modře). Relativně nižší procento návratu k fyziologické délce svalů u dětí PLL proti výsledkům SLLB mohlo být dáno množstvím deštivých chladných dní v srpnu 2020 s lehce omezenou sumární hod-

notou outdoorových aktivit KLLRP v Jeseníku (míněny terénní túry – klimato-terapie, hry, sporty), přestože koloběh absolvovaly 12x jako děti SLLB.

Tab. 1 a 2 s grafy 3 a 4 prezentují rovněž výsledky u kontrolního souboru 10 dětí PLL. Výsledky dětí bez koloběhu nejsou tak markantní jako u dětí s koloběhem. Zlepšení je u nich o něco výraznější u m. rectus femoris, těžší zkrácení svalu m. iliopsoas při ukončení lázeňské léčby přetrvává u stejného počtu dětí kontrolního

**Tab. 1. Výsledky vyšetření délky m. rectus femoris u dětí ve Státních léčebných lázních Bludov (16 dětí) a Priessnitzových léčebných lázních a.s. (23 dětí) a kontrolního souboru (10 dětí) na vstupu a výstupu.**

Tab. 1. Results of examination of the length of the rectus femoris muscle of children in the State Medical Spa Bludov (16 children) and Priessnitz Medical Spa (23 children) and a control group (10 children) at input and output.

**m. rectus femoris (součet nálezů na pravé i levé dolní končetině)**

škála	vstup			výstup		
	1	2	3	1	2	3
Bludov I turnus	0	6	12	18	0	0
Bludov II turnus	10	4	0	14	0	0
Jeseník I turnus	8	10	4	17	2	3
Jeseník II turnus	6	11	7	14	9	1
kontrolní soubor	6	11	3	10	6	4

pro statistická hodnocení povýšeno škálování o 1 stupeň – 1, 2, 3

**Tab. 2. Výsledky vyšetření délky m. iliopsoas u dětí ve Státních léčebných lázních Bludov (16 dětí) a Priessnitzových léčebných lázních a.s. (23 dětí) a kontrolního souboru (10 dětí) na vstupu a výstupu.**

Tab. 2. Results of examination of iliopsoas muscle length of children in the State Medical Spa Bludov (16 children) and Priessnitz Medical Spa (23 children) and a control group (10 children) at input and output.

**m. iliopsoas (součet nálezů na pravé i levé dolní končetině)**

škála	vstup			výstup		
	1	2	3	1	2	3
Bludov I turnus	0	12	6	18	0	0
Bludov II turnus	6	8	0	14	0	0
Jeseník I turnus	7	12	3	12	6	4
Jeseník II turnus	6	11	7	9	10	5
kontrolní soubor	9	5	6	8	6	6

pro statistická hodnocení povýšeno škálování o 1 stupeň – 1, 2, 3

souboru jako na vstupu. Celkově nálezy vyvíjejí nadějně ve prospěch zařazení koloběhu do pravidelných outdoorových aktivit dětí v lázních.

Výsledky souborů dětí PLL ve srovnání s jednoznačnými výsledky všech vyšetřených obézních – nicméně jinak zdravých dětí SLLB – potvrzují do určité míry fragilitu astmatiků pro silový a vytrvalostní výkon. Rozhodně se u astmatických dětí nedá hovořit o vybalancované odolnosti na vyšší motorickou zátěž na konci KLLRP. Děti by potřebovaly patrně buď delší dobu léčby (adap-

tace i kardiovaskulárního systému) s postupně navyšovanou motorickou zátěží frakcionovaným tréninkem síly, vytrvalosti, event. i rychlosti (doba pobytu by patrně byla optimální 6–8 týdnů, jako tomu bylo v dřívější legislativě), anebo astmatické děti potřebují udržování a řízení zátěže motorické aktivity specialisty oboru RFM a fyzioterapie i v domácím prostředí celoročně. U respiračně nemocných dětí možná ukáže zpracování dalších dat z výzkumu, nakolik se podílí na přetrvávání pohybové patofyziologie pojivová složka vůči myogenní, zda do-

minující astenický habitus ovlivňuje svaluvinu, event. nakolik jsou děti ovlivněny kortikoidní terapií (v tomto okamžiku se samozřejmě jedná o akademické řečnické otázky, které v.s. zodpoví pokračující výzkum).

Závěrem diskuze lze říci, že v dostupné literatuře existují publikace o koloběhu u sportovců či zdravé populace, minimální počet informací se týká vztahu koloběhu seniorů a zdravého stárnutí čili sféry wellness.

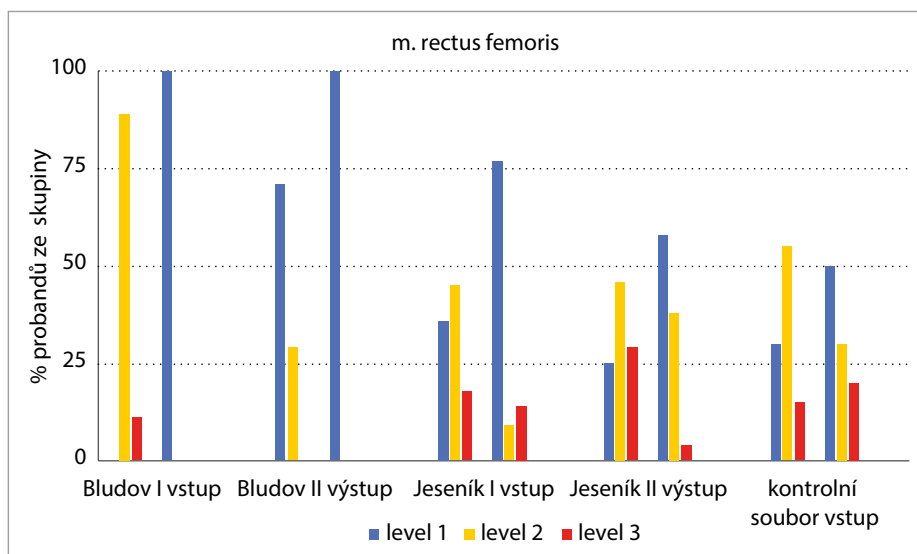
Obézní děti SLLB se pohybově výrazně zlepšily, komplexní lázeňská léčebně rehabilitační péče s přidaným koloběhem v outdoorových aktivitách přinesla výrazný benefit jejich zdravotnímu stavu. Výsledky souboru dětí PLL s koloběhem v souhrnu prokazují, že obdobně jako u dětí SLLB na konci KLLRP vykazují výrazný posun k normě. Obézní, ale jinak zdravé děti ze SLLB měly jednoznačně lepší výsledky proti dětem z PLL, které jsou reálně nemocné respiračně a mnohdy ve značné dekonkci při přijetí do lázní. U některých jednotlivě posuzovaných astmatických dětí se autorům pilotní studie jeví, že běžná pohybová zátěž je pro ně již nadlimitní.

Autoři prezentují pilotní studii vlivu koloběhu u nemocných dětí, což nemá t. č. porovnání s podobnou studií v zahraničí ani na domácí půdě. Pilotní studie je první částí plánovaného dlouhodobého projektu základního výzkumu koloběhu u dětí za léčby v lázních. Autoři si jsou vědomi skutečnosti, že kontrolní soubor je relativně malý proti ostatnímu počtu dětí pilotní studie a nelze bez pokračování ve výzkumu a dalších důkazů vlivu koloběhu na pohybový systém mladších školních dětí vydávat stávající výsledky za absolutní. Dosavadní vyhodnocení jsou však velmi nadějná.

## Závěr

Pilotní studie prokázala jednoznačně výrazný pozitivní vliv KLLRP na stav pohybového systému dětí 6–12letých v SLL Bludov a PLL v Jeseníku. Jednoznačně byl prokázán pozitivní vliv koloběhu na



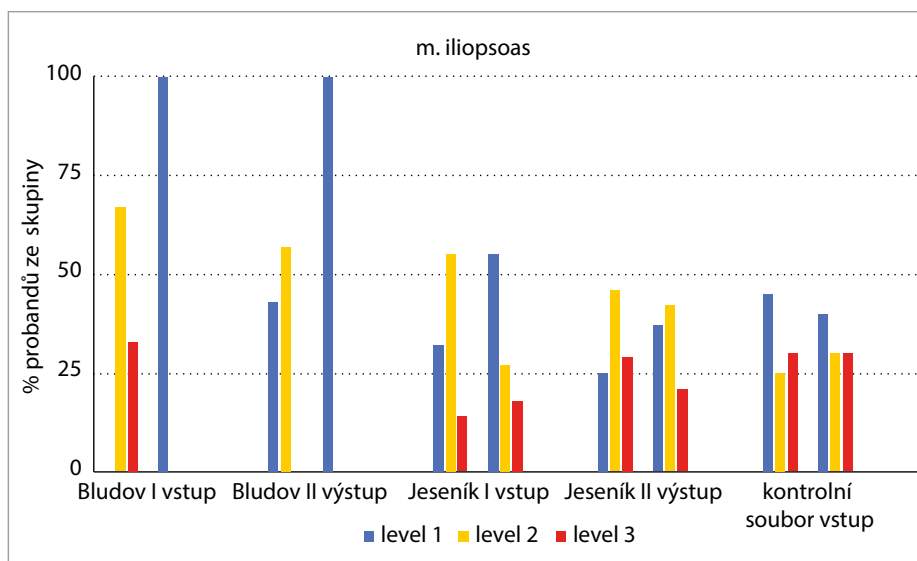


**Graf 3. Výsledky vyšetření délky m. rectus femoris u dětí obou turnusů ve Státních léčebných lázních Bludov a Priessnitzových léčebných lázních a.s. a kontrolního souboru v procentech.**

modře – norma, žlutě – střední zkrácení, červeně – těžší zkrácení svalu

Graph 3. Results of examination of the length of the rectus femoris muscle in children of both turnus in the State Medical Spa Bludov and Priessnitz Medical Spa and control file in percentage.

blue – normal, yellow – medium shortening, red – harder muscle shortening



**Graf 4. Výsledky vyšetření délky m. iliopsoas u dětí obou turnusů ve Státních léčebných lázních Bludov a Priessnitzových léčebných lázních a.s. a kontrolního souboru v procentech.**

modře – norma, žlutě – střední zkrácení, červeně – těžší zkrácení svalu

Graph 4. Results of examination of the length of the iliopsoas muscle in children of both turnus in the State Medical Spa Bludov and Priessnitz Medical Spa and control file in percentage.

blue – normal, yellow – medium shortening, red – harder muscle shortening

pohybový systém mladších školních dětí při léčbě v lázních oproti kontrolnímu souboru dětí i přesto, že samotný kont-

rolní soubor dle očekávání též průměrně zlepšil stav pohybového aparátu. Cíl pilotní studie byl splněn.

## Hypotézy:

- Po 4týdenní pohybové aktivitě u dětí s KLLRP a s koloběhem dojde ke zvýšení celkové pohybové kondice, tzn. dojde ke snížení počtu dysfunkcí v kinziologickém nálezu CD. Hypotéza byla potvrzena.
- U kontrolního souboru dětí s KLLRP bez koloběhu dojde ke stejnému zlepšení celkové pohybové kondice (parametr CD). Hypotéza nebyla potvrzena, děti s koloběhem dosáhly lepších výsledků na výstupu proti kontrolnímu souboru dětí.
- Po KLLRP s koloběhem dojde k protažení m. rectus femoris a m. iliopsoas, a to bez cíleného strečinku a bez individuální LTV na neurofyziologickém podkladě. Hypotéza byla potvrzena.
- Po KLLRP bez koloběhu dojde ke shodnému protažení zkrácených svalů m. rectus femoris a m. iliopsoas, a to bez cíleného strečinku a bez individuální LTV na neurofyziologickém podkladě. Hypotéza nebyla potvrzena, děti s koloběhem dosáhly lepších výsledků na výstupu proti kontrolnímu souboru dětí, což svědčí ve prospěch koloběhu.

Výsledky ukazují na pozitivní efekt KLLRP u všech sledovaných souborů vč. kontrolního souboru dětí. Děti s koloběhem dosáhly lepších výsledků proti dětem kontrolního souboru.

## Literatura

- Kunešová M, Kalousková P, Taxová Braunerová R et al. Obézní pacient v ordinaci praktického lékaře. Čas Lék Čes 2020; 159: 104–110.
- Kytnarová J, Aldhoon Hainerová I, Boženský J et al. Obezita u dětí. Standard léčebného plánu. Česká obezitologická společnost ČLS JEP 2011. [online]. Dostupné z: [www.obesitas.cz/download/doporuceny\\_postup\\_prevence\\_a\\_lecby\\_detske\\_obezity.pdf](http://www.obesitas.cz/download/doporuceny_postup_prevence_a_lecby_detske_obezity.pdf).
- Neumannová K, Kolek V et al. Astma bronchiale a chronická obstrukční plicní nemoc. Praha: Mladá Fronta 2018: 67–74.
- Kolář P et al. Rehabilitace v klinické praxi. Praha: Galén 2009: 159–169.
- Lewit K. Zřetězení funkčních poruch pohybové soustavy. Čas Lék Čes 1987; 4: 1310–1312.

6. Véle F. Vyšetření hybných funkcí z pohledu neurofyzologie. Praha: Triton 2012.

7. Pastucha D, Chmelík F, Canibal H et al. Pohybová aktivita v prevenci a terapii dětské obezity. Čes-slov Pediat 2019; 74(2): 102–105.

8. Blair J, Adaway J, Keevil B et al. Salivary cortisol and cortisone in the clinical setting. Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes 2017; 24(3): 161–168. doi: 10.1097/MED.0000000000000328.

9. Bross JM, Fetto J, Rosen E. Vyšetření pohybového aparátu. Praha: Triton 2005: 410–483.

10. Gúth A. Rehabilitácia pro medicínské, pedagogické a ošetrovateľské odbory. Bratislava: Liečreh 2014: 96–102.

11. Gúth A. Propedeutika v rehabilitácii pre fyzioterapeutov. Bratislava: Liečreh 2006: 54–68.

12. Gúth A. Vyšetrovacie metodiky v rehabilitácii. Bratislava: Liečreh 2008: 74–82.

13. Janda V. Základy kliniky funkčních (neparatrických) hybných poruch. Brno: ÚDVZP 1982: 85–88.

14. Janda V et al. Svalové funkční testy. Praha: Grada 2004: 311–328.

15. Jandová D. Existence expertních informačních systémů ve fyzioterapii. Rehabil Fyz Léč 2009; 16(4): 150–154.

16. Jandová D, Morávek O. Změny v pohybovém systému po Nordic walking. Rehabil Fyz Léč 2011; 18(2): 47–49.

### Poděkování za spolupráci

Autoři vyjadřují poděkování Endokrinologickému ústavu, konkrétně paní ředitelce doc. RNDr. Běle Bendlové, CSc., a spoluautorům. Neméně díky patří též spolupracujícím poskytovatelům zdravotní péče – vedení Státních léčebných lázní Bludov (panu řediteli Ing. Václavu Dvořákovi, MBA) a Priessnitzovým léčebným lázním

a.s. v Jeseníku (panu řediteli Ing. Romanu Provazníkovi). Speciální dík patří firmě KOSTKA – kolobka, s.r.o. a jejímu řediteli Petru Neugebauerovi.

Zpracování slinných vzorků bylo podpořeno MZ ČR-RVO (Endokrinologický ústav – EÚ, 00023761).

Doručeno/Submitted: 15. 2. 2021

Přijato/Accepted: 23. 5. 2021

**Korespondenční autor:**

**Mgr. Zdeněk Triskala**

Ministerstvo zdravotnictví ČR

Palackého náměstí 4

128 01 Praha 2

e-mail: zdenek.triskala@mzcr.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.

# Účinky rehabilitační manipulační terapie u cervikokraniálního syndromu

## The effect of manipulation therapy on cervicocranial syndrome

P. Konečný<sup>1-3</sup>, M. Musálková<sup>1</sup>, L. Papajová<sup>1</sup>, M. Elfmark<sup>1,4</sup>, J. Vyskotová<sup>1</sup>, A. Můčková<sup>1</sup>, P. Gaul Aláčová<sup>1</sup>, R. Vysoký<sup>1</sup>, G. Krejstová<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ústav klinické rehabilitace, Fakulta zdravotnických věd, Univerzita Palackého v Olomouci

<sup>2</sup> Neurologická klinika, Lékařská fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci

<sup>3</sup> Katedra fyzioterapie a rehabilitace, Lékařská fakulta, Masarykova univerzita, Brno

<sup>4</sup> Katedra přírodních věd v kinantropologii, Fakulta tělesné kultury, Univerzita Palackého v Olomouci

**Souhrn:** Cervikokraniální syndrom zahrnuje bolest hlavy způsobenou poruchou v oblasti krční páteře. Terapie cervikokraniálního syndromu vyžaduje komplexní multioborový přístup s využitím farmakologické léčby i nefarmakologických postupů vč. rehabilitační a myoskeletální medicíny. Mobilizace a manipulace byly vyhodnoceny jako postupy přínosné při léčbě poruch krční páteře. Cílem práce bylo zhodnotit účinky manipulace krční páteře podle principů myoskeletální medicíny. Do studie bylo zařazeno 103 probandů s diagnostikovaným cervikokraniálním syndromem, kteří byli náhodně rozděleni do kontrolní a experimentální skupiny. V kontrolní skupině probandi absolvovali standardní rehabilitační myoskeletální léčbu. V experimentální skupině byla ke standardní myoskeletální rehabilitační léčbě přidána vstupně jednorázová nárazová manipulace krční páteře. Naše studie prokázala, že manipulace krční páteře vede bezprostředně po zákroku k signifikantnímu zlepšení hybnosti. Po 6týdenní komplexní terapii pozorujeme zlepšení hybnosti a zmírnění bolesti krční páteře v obou sledovaných skupinách. Lepší efekty pozorujeme v experimentální skupině, avšak tyto rozdíly jsou u našeho souboru pacientů nesignifikantní.

**Klíčová slova:** cervikokraniální syndrom – bolest – rotace krční páteře – myoskeletální medicína – manipulace páteře

**Summary:** The symptoms of cervicocranial syndrome include headache caused by cervical spine disorder. The treatment of cervicocranial syndrome requires a comprehensive multidisciplinary approach using pharmacological treatment and non-drug procedures, including physiotherapy and myoskeletal therapy. There is a consensus that the physiotherapy procedures of mobilization and manipulation are beneficial in the treatment of cervical spine disorders. The aim of the study was to evaluate the effects of manipulation therapy of the cervical spine according to the principles of myoskeletal medicine. The study included 103 patients with cervicocranial syndrome, who were randomly divided into a control and an experimental group. The control group underwent standard physiotherapy myoskeletal treatment. In addition to the standard physiotherapy myoskeletal treatment, the experimental group received one initial thrust manipulation of the cervical spine at the very beginning of the treatment. The results of our study showed that the manipulation of the cervical spine led to a significant increase in immediate mobility after the therapy. An improvement of cervical spine mobility and pain reduction were observed in both groups after six weeks of comprehensive physiotherapy myoskeletal treatment. The differences between the experimental group and controls were shown to be non-significant.

**Key words:** cervicogenic headache syndrome – pain – cervical spine rotation – myoskeletal medicine – spine manipulation

### Úvod

Rehabilitační manipulační a mobilizační techniky se používají převážně k léčbě tzv. funkčních vertebrogenních syndromů. Vertebrogenní algický syndrom v oblasti krční páteře může mít formu cervikokraniální [1,2]. Cervikokraniální syndrom zahrnuje bolest hlavy, která je způsobena poruchou funkce krční páteře. Poprvé ho popsal francouzský neu-

rolog Jean Alexandr Barré v roce 1926, zatímco termín poprvé použil norský lékař Ottar Sjaastad v roce 1983, který zároveň jako první stanovil diagnostická kritéria cervikokraniálního syndromu [3,4]. International Headache Society definovala cervikokraniální syndrom jako bolesti hlavy způsobené poruchou krční páteře a jejich kostních komponent, intervertebrálních disků a/nebo měkkých tkání. Pro

spolehlivou diagnostiku cervikokraniálního syndromu se určuje, která kritéria jsou splněna (tab. 1). Pokud jsou splněna všechna kritéria, pak lze označit cervikogenní bolesti hlavy jako definitivní. Splněním pouze kritérií A nebo B, zároveň s D se bolesti označují za pravděpodobné. Možné cervikogenní bolesti jsou takové, které splňují pouze jeden z bodů kritéria C společně s kritériem D [5].

**Tab. 1. Diagnostická kritéria cervikokraniálního syndromu.**

Tab. 1. Diagnostic criteria of cervicocranial syndrome.

- |   |  |
|---|--|
| A | jakákoli bolest hlavy splňující kritérium C  |
| B | je přítomen klinický a/nebo zobrazovací průkaz poruchy či léze krční páteře nebo měkkých tkání krku, o kterých je známo, že mohou způsobit bolest hlavy  |
| C | průkaz příčiny bolesti v oblasti krku lze získat, pokud se alespoň dva z následujících bodů vyskytují u pacienta: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. bolesti hlavy vznikly v časové souvislosti s poruchou nebo lézí v oblasti krku</li> <li>2. bolest hlavy se zlepšila/vyřešila zároveň se zlepšením/vyřešením poruchy nebo léze</li> <li>3. rozsah pohybu krční páteře je snížen a bolesti se zhoršují provokačními manévry</li> <li>4. bolest hlavy po diagnostickém bloku cervikální struktury nebo jejího nervového zásobení ustoupila</li> </ol> |
| D | neexistuje lepší diagnóza dle Mezinárodní klasifikace bolestí hlavy (ICHD-3)   |

Léčba cervikokraniálního syndromu obvykle vyžaduje komplexní multioborový přístup s využitím farmakologických a nefarmakologických postupů (rehabilitační a myoskeletální manuální terapie). Myoskeletální terapie pomocí mobilizace a manipulace krční páteře jsou doporučené léčebné postupy, od kterých se očekává snížení bolesti a zvýšení rozsahu pohybu páteře u pacientů s cervikogenní bolestí hlavy (cervikokraniálního syndromu) [6]. Cílem farmakoterapie je ovlivnění bolesti nebo zmírnění hypertonu šíjového svalstva pomocí analgetik, nesteroidních anti-revmatik a myorelaxancií. U chronických bolestí je vhodná i doplňková léčba psychofarmaky (anxiolytiky, antidepresivy). Injekční blokáda myofasciálního spouštěvého bodu nebo fasetového kloubu krční páteře lokálním anestetikem rovněž často přinese úlevu. Z nefarmakologických postupů je důležitá léčebná rehabilitace s využitím myoskeletální manuální terapie, která zahrnuje širokou škálu různých technik, jako jsou nárazové manipulace, repetitivní mobilizace, trakční a myofasciální techniky. Manipulace krční páteře se používá buď samostatně, nebo v kombinaci s jinými léčebnými přístupy. V současné době je opouštěno od techniky nárazové rotační manipulace krční páteře kvůli nejedno-

značně objektivně prokázanému efektu a velkému riziku komplikací [6]. Alternativní variantou manipulace krční páteře je šetrná nárazová manipulace v ose krční páteře nebo manipulace s použitím principu vysokorychlostní nízkoamplitudové nárazové manipulace [1,2,7].

### Metodika

Cílem naší práce bylo zhodnotit účinky nárazové manipulace v ose krční páteře podle principů myoskeletální medicíny.

### Soubor pacientů

Naši pilotní prospektivní studie se zúčastnilo 103 pacientů (probandů) s diagnostikovaným cervikokraniálním syndromem. Kritérium zařazení do studie byly funkční cervikokraniální bolesti bez strukturálních poruch v oblasti krční páteře a minimální věk 18 let. Vylučovacím kritériem byla přítomnost strukturálního poškození krční páteře (na podkladě degenerativních změn, zánětů, úrazů apod.), akutní pouřazový stav, těžký patologický neurologický syndrom (kořenový zánikový cervikokraniální nebo cervikobrachiální syndrom), migréna nebo jakákoli jiná příčina bolestí hlavy než „funkční“ vertebrogenní myoskeletální porucha pohybového systému, nespolupráce pacienta a odmítnutí účasti ve studii.

Zařazení probandi byli při vstupu randomizovaně rozdělováni do kontrolní a experimentální skupiny. Kontrolní skupina zahrnovala 51 probandů (36 žen a 15 mužů) ve věku 32 let ( $\pm 9,6$ ) a experimentální skupinu tvořilo 52 probandů (36 žen a 16 mužů) s průměrným věkem 33 let ( $\pm 9,3$ ). Obě tyto skupiny byly srovnatelné vzhledem k počtu probandů, věku a zastoupení mužů a žen ve skupině. V kontrolní skupině probandi absolvovali standardní rehabilitační myoskeletální léčbu cervikokraniálními (2x týdně 30 min cílené fyzioterapie se zaměřením na relaxaci myofasciálních struktur krční páteře a repetitivní mobilizaci krčních intervertebrálních kloubů). V experimentální skupině byla ke standardní myoskeletální rehabilitační léčbě přidána při první (vstupní) terapii jednorázová šetrná nárazová tahová manipulace v ose krční páteře [1,2].

### Měření

Všichni účastníci studie byli seznámeni s průběhem měření a podepsali informovaný souhlas schválený etickou komisí Fakulty zdravotnických věd Univerzity Palackého v Olomouci v rámci projektu IGA\_FZV\_2020\_008. Všichni probandi absolvovali goniometrické měření rozsahu pohybu krční páteře a subjektivně hodnotili bolest podle vizuální analogové škály bolesti před terapií, bezprostředně po první terapii a finální hodnocení proběhlo po 6týdenní terapii. Naměřená data byla statisticky zpracována a analyzována s využitím statistického programu Statistica 13. Pro statistické zhodnocení při stanovené hladině statistické významnosti na  $p < 0,05$  byly použity neparametrické testy (Wilcoxonův test a Mann-Whitneyův test).

### Výsledky

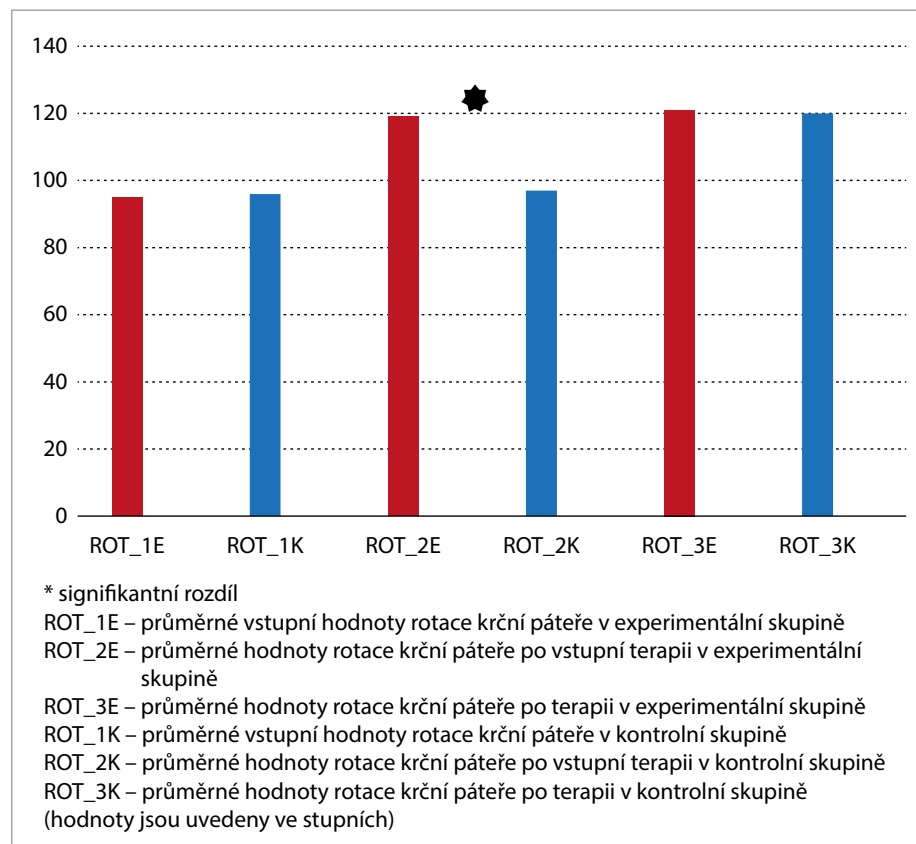
U experimentální skupiny s poskytnutou komplexní rehabilitační léčbou společně s manipulační terapií krční páteře došlo k lepšímu terapeutickému efektu. Manipulace krční páteře vedla bezprostředně po terapii ke zvětšení rozsahu pohybu

krční páteře, a to převážně do rotace. Tato změna pohyblivosti v experimentální skupině je statisticky významnější oproti změnám v kontrolní skupině (bez manipulace) (graf 1). Po 6týdenní komplexní rehabilitační léčbě nebyly rozdíly rozsahu pohybu v krční páteři mezi experimentální a kontrolní skupinou statisticky významné (graf 1). V obou skupinách došlo ke zmírnění bolestí krční páteře. Rozdíly mezi výsledky ve změnách vnímání bolesti po vstupní terapii a po 6týdenní terapii nebyly rovněž statisticky významné (graf 2).

## Diskuze

Cervikokraniální syndrom je komplexní pohybově-bolestivá porucha. Úspěšná léčba zahrnuje znalost možných terapeutických přístupů a správný diagnostický úsudek pro optimální nastavení léčby. Komplexní přístup k léčbě cervikokraniálního syndromu zahrnuje myoskeletální terapii, fyziotrickou, intervenční a farmakologickou léčbu. K chirurgické léčbě se přistupuje u pacientů, u kterých ostatní možnosti léčby nebyly úspěšné [4,8]. Nezbytná je také aktivní spolupráce pacienta, proto psychologické vedení a motivace představují důležitou součást komplexní rehabilitace [9]. Za vznikem cervikokraniálního syndromu obvykle stojí funkční poruchy krční páteře, proto je základem terapie snaha obnovit její fyziologickou funkci. Možnými terapeutickými přístupy jsou manipulace, mobilizace, relaxační či jiné techniky pro uvolnění měkkých tkání vč. fascií [9,10].

V naší studii ze subjektivního hodnocení bolesti (krční páteře a hlavy) je patrné, že manipulace krční páteře u cervikokraniálního syndromu má pozitivní efekt. Tento analgetický účinek však není signifikantně větší ve srovnání s relaxačními technikami uvolňujícími měkké tkáně v oblasti krční páteře. Porovnáním manipulace s mobilizačními technikami se zabývali Dunning et al. V jejich studii bylo zjištěno, že po manipulacích dochází k vý-



**Graf 1. Statisticky významná změna hybnosti (rotace) krční páteře v experimentální (červené) skupině proti kontrolní (modré) skupině ( $p = 0,0001$ ) bezprostředně po vstupní terapii a statisticky nevýznamná změna ( $p = 0,089$ ) po 6týdenní terapii.**

Graph 1. Statistically significant change in cervical spine momentum (rotation) in the experimental (red) group versus control (blue) group ( $P = 0.0001$ ) immediately after the initial therapy and statistically insignificant change ( $P = 0.089$ ) after 6 weeks of therapy.

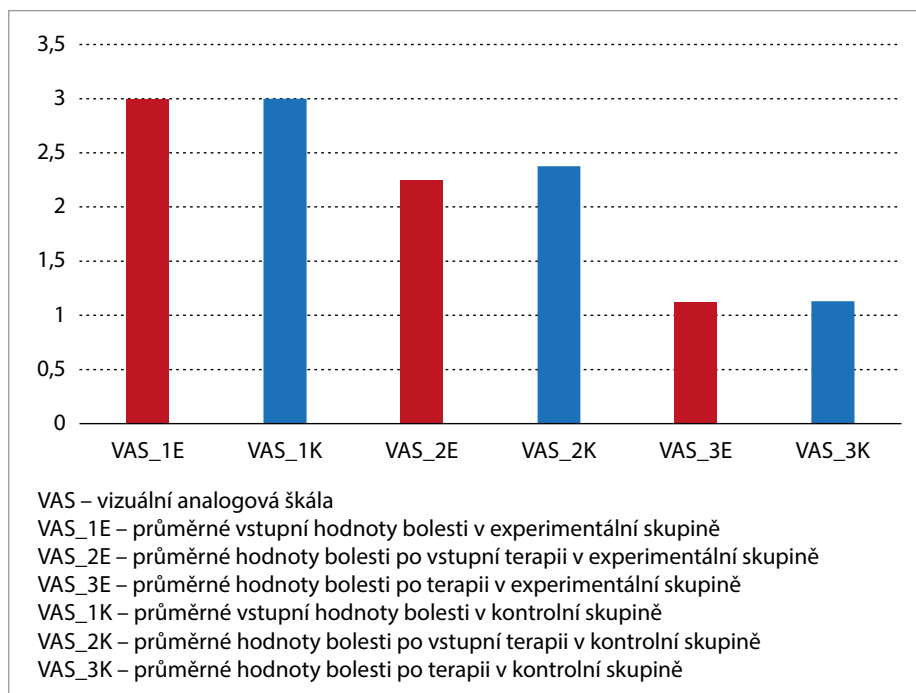
skytu bolesti hlavy méně často, než tomu bylo po mobilizacích a cvičení [7]. Při hodnocení doby trvání bolestí a jejich intenzity byly daleko kratší a méně intenzivní u skupiny podstupující manipulace. Analgetika byla u skupiny s manipulační terapií mnohem méně užívaná než u skupiny absolvující mobilizační terapii a cvičení [4,11,12].

V naší studii jsme dále pozorovali, že po jednorázové manipulaci krční páteře dochází ke zlepšení rozsahu pohybu. Zvětšení rozsahu pohybu bylo signifikantní v rotacích krční páteře. Tato statisticky významná změna byla pozorována bezprostředně po vstupní manipulační terapii. Po 6 týdnech fyzioterapie bylo pozorováno zlepšení pohyblivosti krční páteře v obou sledovaných skupinách, avšak výsledný rozdíl mezi oběma sku-

pinami (s manipulací/bez manipulace) nebyl statisticky významný. Z daného výsledku lze usuzovat, že významnou roli ve zlepšení hybnosti hrají jemné mobilizační a relaxační myofasciální techniky uvolňující měkké tkáně krční páteře. Obdobné výsledky pozorovali ve své studii Whittaker et al., kteří zaznamenali po komplexní rehabilitaci vč. mobilizačních technik páteře zlepšení pohyblivosti krční páteře v rovině sagitální (do flexe, extenze), frontální (laterální úklon vpravo a vlevo) i v rovině rotací [11].

## Závěr

Nárazové manipulace krční páteře jsou obvyklou a častou formou terapie funkčních poruch krční páteře. Naše studie prokázala, že nárazová manipulace krční páteře podle principů myoskeletální



**Graf 2. Statisticky nevýznamná změna bolesti experimentální (červené) skupiny proti kontrolní (modré) skupině ( $p = 0,112$ ) bezprostředně po vstupní terapii a statisticky nevýznamná změna ( $p = 0,453$ ) po 6týdenní terapii.**

Graph 2. Statistically insignificant change in pain of the experimental (red) group versus the control (blue) group ( $P = 0.112$ ) immediately after the initial therapy and statistically insignificant change ( $P = 0.453$ ) after 6 weeks of therapy.

medicíny vede bezprostředně po zároku k signifikantnímu zlepšení mobility krční páteře. Po 6týdenní komplexní rehabilitační terapii pozorujeme zlepšení pohyblivosti a zmírnění bolesti krční páteře v obou sledovaných skupinách, a to jak po manipulační terapii, tak i po mobilizační a myofasciální relaxační terapii. Při zhodnocení terapeutických intervencí z dlouhodobého hlediska lze konstatovat, že oba sledované léčebné přístupy jsou srovnatelné.

### Literatura

- Lewit K. Manipulační léčba v myoskeletální medicíně. Praha: Sdělovací technika ve spolupráci s Českou lékařskou společností JEP 2003.
- Rychlíková E. Manuální medicína. 2. přeprac. vyd. Praha: Maxdorf 1997.
- Haldeman S, Dagenais S. Cervicogenic headaches: a critical review. *Spine J* 2001; 1(1): 31–46. doi: 10.1016/s1529-9430(01)00024-9.
- Martelletti P, van Suijlekom H. Cervicogenic headache: practical approaches to therapy. *CNS Drugs* 2004; 18(12): 793–805. doi: 10.2165/00023210-200418120-00004.
- Avijgan M, Thomas LC, Osmotherly PG et al. A systematic review of the diagnostic criteria

used to select participants in randomised controlled trials of interventions used to treat cervicogenic headache. *Headache* 2020; 60(1): 15–27. doi: 10.1111/head.13719.

6. Vacek J. Současný pohled na manipulaci krční páteře. *Sanquis* 2010; 74: 93–95.

7. Dunning JR, Butts R, Mourad F et al. Upper cervical and upper thoracic manipulation versus mobilization and exercise in patients with cervicogenic headache: a multi-center randomized clinical trial. *BMC Musculoskeletal Disorder* 2016; 17: 1–12. doi: 10.1186/s12891-016-0912-3.

8. Cooper WM, Masih AK. Cervicogenic headache. In: Diamond S, Cady R, Diamond M et al. (eds). *Headache and migraine biology and management*. Academic Press 2015; 203–212.

9. Janda V, Lewit K. Bolesti hlavy myoskeletální etiologie. Doporučené postupy pro praktické lékaře ČLS JEP 2001; 1–5.

10. Grant T, Niere K. Techniques used by manipulative physiotherapists in the management of headaches. *Austr J Physiother* 2000; 46(3): 215–222. doi: 10.1016/s0004-9514(14)60330-5.

11. Whittaker R. The effectiveness of an electro-mechanical adjusting instrumental compared to cervical spine manipulation in the treatment of cervicogenic headaches. Durban University of Technology, South Africa 2018. [online]. Available from: <https://openscholar.dut.ac.za/handle/10321/3081>.

12. Ylinen J, Nikander R, Nykänen M et al. Effect of neck exercises on cervicogenic headache: a randomized controlled trial. *J Rehabil Med* 2010; 42(4): 344–349. doi: 10.2340/16501977-0527.

Doručeno/Submitted: 1. 3. 2021

Přijato/Accepted: 11. 5. 2021

**Korespondenční autor:**

**doc. MUDr. Petr Konečný, Ph.D., MBA**

Ústav klinické rehabilitace

Fakulta zdravotnických věd

Univerzita Palackého v Olomouci

Hněvotínská 3

779 00 Olomouc

e-mail: [petr.konecny@upol.cz](mailto:petr.konecny@upol.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:** Studie vznikla v rámci grantové podpory Univerzity Palackého Olomouc IGA\_FZV\_2020\_008.

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 study was created within the grant support of Palacký University Olomouc IGA\_FZV\_2020\_008.

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

# Efektivita terapeutických intervencí v otázce léčby bolesti spojené se spoušťovými body

## Effectiveness of therapeutic interventions in the treatment of pain associated with trigger points

**P. Vymyslický, D. Pavlů, D. Pánek**

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

**Souhrn:** Cílem práce, která je systematickou rešerší, bylo vyhodnotit, která terapeutická intervence je v léčbě bolesti spojené se spoušťovými body neefektivnější, a to vždy s ohledem na předem daný časový horizont – byl zkoumán efekt intervence na okamžitou změnu intenzity bolesti a efekt intervence na změnu bolesti ve vypočítaném mediánu měření. Pro vyhledání studií za účelem tvorby rešerše byly použity elektronické databáze PubMed, MEDLINE, PEDro a Web of Science. Byly zahrnuty články publikované v letech 2016–2021, jejichž autoři využili danou terapeutickou intervenci za účelem léčby bolesti spojené s trigger pointem (TrP), a to u dospělé populace bez věkového omezení a bez jiných problémů/onemocnění s výjimkou diagnostikovaných TrP v kterékoli části těla. K vyhodnocení efektu terapeutického zásahu byla prvním nástrojem vizuální analogová škála bolesti (VAS), a to celkem u 17 studií. Druhým hodnotícím nástrojem byla numerická škála bolesti (NPRS – numeric pain rating scale), která byla využita u 6 studií. Do rešerše bylo zahrnuto 23 článků, které splňovaly kritéria pro zařazení a byly následně analyzovány. Ve studiích bylo využito široké pole terapeutických intervencí. Nejvýznamnější okamžitý efekt na snížení bolesti dle VAS zaznamenala standardní fyzioterapie či její kombinace s jinými technikami (tvořila 50 % z celkem 18 zlepšených výzkumných skupin). Při hodnocení intenzity bolesti dle NPRS bylo zjištěno, že nejúčinnější intervencí za účelem okamžitého snížení bolesti je aplikace suché jehly (57 % ze sedmi zlepšených výzkumných skupin).

**Klíčová slova:** spoušťový bod – myofasciální spoušťový bod – myofasciální bolest – myofasciální bolestivý syndrom

**Summary:** The aim of this systematic review was to evaluate which therapeutic intervention is the most effective in the treatment of pain associated with trigger points (TrP), always with respect to a predetermined time horizon - the effect of intervention on immediate pain intensity and on pain change in the calculated median of the measurements. The electronic databases PubMed, MEDLINE, PEDro and Web of Science were used to search for studies in order to create this review. Articles published in 2016–2021, whose authors used the therapeutic intervention to treat TrP pain in the adult population without age restrictions and without other problems / diseases, with the exception of diagnosed TrP in any part of the body, were included. The visual analogue pain scale (VAS) was the first tool to evaluate the effect of therapeutic intervention, used in a total of 17 studies. The second assessment tool was the numerical pain rating scale (NPRS), which was used in 6 studies. The search included 23 articles that met the criteria for inclusion and were subsequently analysed. A wide range of therapeutic interventions were used in the studies. The most significant immediate effect on pain reduction according to VAS was observed in standard physical therapy or its combination with other techniques (it accounted for 50% of a total of 18 improved research groups). When evaluating pain intensity according to NPRS, it was found that the most effective intervention to reduce pain immediately is the application of a dry needle (57% of 7 improved research groups).

**Key words:** trigger point – myofascial trigger point – myofascial pain – myofascial pain syndrome

### Úvod

Trigger point (TrP) lze definovat z hlediska klinického a etiologického. Klinicky představuje TrP bod zvýšené dráždivosti v kosterním svalu spojený s velmi

citlivým palpatelným „uzlíkem“. Tento bod při stlačení vyvolává lokální bolest a může také způsobovat bolest či jiné příznaky na vzdálených místech těla [1]. Naopak etiologická definice popisuje

TrP jako shluk elektricky aktivních míst v kosterním svalu, přičemž každé místo je spjato s kontrahovaným uzlem a dysfunkční neuromuskulární ploténkou. Přestože Travellová uvádí termín myo-

fasciální TrP, ve svých publikacích neuvádí téměř žádné informace o fascii či vztahu mezi ní a svalem [2–4]. Důležitost jednotlivých typů TrP může být značně odlišná. Úspěch terapie může záviset na schopnosti tyto druhy rozpoznat. Společnou diagnostickou charakteristikou pro všechny typy TrP – tedy primární, satelitní, aktivní i latentní – je lokální bolest při presuře [5]. Navzdory výše zmíněnému rozlišování několika typů TrP (aktivní, latentní, satelitní, primární, sekundární) se v dnešní klinické praxi a výzkumných pracích uplatňuje pouze pojem aktivní a latentní TrP [2].

### Terapeutické intervence – invazivní

Z postupů, které můžeme označit jako invazivní a které se nejčastěji v praxi využívají k ovlivnění TrP, patří suchá jehla a injekční aplikace anestetik.

#### Suchá jehla

Aplikace suché jehly je jednou z nejběžnějších invazivních metod s cílem léčit myofasciální bolesti [6]. Tato technika spočívá v zavedení tenké jehly přímo do TrP za účelem vyvolání lokálního svalového záškubu [7]. Nejrozšířenější je aplikace tzv. fast in, fast out, která spočívá v rychlém povysouvání a opětovném zasouvání jehly zpět za účelem vyvolání několika lokálních svalových záškubů.

Nevýhodou aplikace suché jehly je potenciální riziko vzniku bolesti v místě vpichu po ukončení terapie (tzv. post-needling soreness) [8].

#### Injekční aplikace anestetik

Aplikací lokálních anestetik se dá dosáhnout snížení bolesti, zvýšení rozsahu pohybu a také snížení prahu bolesti, což bylo objektivizováno metodou tlakové algometrie. Nejčastěji je využíván prokain a lidokain [9].

### Terapeutické intervence – neinvazivní

Z neinvazivních terapeutických intervencí lze využít techniky založené na

manuální terapii či lze aplikovat fyzikální terapii. Mezi manuální léčbu TrP řadíme např. kompresi, metodu spray and stretch či techniku strain counter-strain (SCS) [4]. Lze také aplikovat postizometrickou relaxaci (PIR) [6]. Dalším možným terapeutickým zásahem může být hluboká masáž a strečink [5]. Z fyzikální terapie pak konkrétně využíváme např. pozitivní termoterapii, negativní termoterapii, ultrazvuk či elektroterapii [2].

#### Uvolnění trigger pointu tlakem

Termín uvolnění TrP tlakem (TrP pressure release) nahradil pojem ischemická komprese (ICT – ischemic compression technique), a to na základě předpokladu z integrované teorie – pokud je v TrP přítomna hypoxie, není namístě očekávat, že navození další ischemie by mohlo být užitečné. Výchozí pozicí je protažení postiženého svalu a následná aplikace jemného, stupňovaného tlaku na TrP až do dosažení tzv. bariéry. Po uvolnění bariéry terapeut dosáhne zvýšením tlaku bariéry další. Během tohoto procesu je možné měnit směr tlaku pro dosažení lepších výsledků. Výhodou této techniky je zejména její nebolestivost [2].

Autoři Togha et al. [7] nazývají tuto metodu ICT a specifikují ji jako vyvíjení tlaku na TrP o pacientem maximálně snesitelné intenzitě.

V klinické praxi je intenzita tlaku a doba trvání jeho aplikace individuálně přizpůsobena pacientovi a míře dráždivosti dané oblasti [2].

#### Postizometrická relaxace

Technika postizometrické relaxace (PIR) je v praxi považována za velmi účinnou. Provedení spočívá v dosažení svalového předpětí, následně je pacient vyzván k izometrické kontrakci o síle cca 10–25 % maximální volní kontrakce daného svalu jedincem, přičemž terapeut klade odpor cca 6–10 s. Využití takto malé síly je odůvodněno předpokladem, že při vyvinutí síly > 30 % maxima dojde k naboru rychlých fázických svalových vláken. Po 6–10 s pacient povolí

a terapeut následuje mírné prodloužení svalu po dobu až půl minuty [2,10].

#### Hluboká masáž

Pacient je uveden do pohodlné pozice a léčený sval je co nejvíce relaxován [9]. Během aplikování hmatů musí terapeut dbát na dosažení bariér a jejich uvolnění. Pokud vykazují podkožní tkáně sníženou posunlivost, je vhodné použít přípravky snižující kožní tření [2].

#### Spray and stretch

Metoda spray and stretch spočívá v lokální aplikaci chladivého spreje v celé délce postiženého svalu s jeho následným protažením. Tento postup je opakován, dokud není dosaženo fyziologického rozsahu pohybu, ovšem max. 3× [9].

#### Termoterapie

Pozitivní termoterapie je metodou používanou mnoho let za účelem relaxace a snížení bolesti. Teplo samotné není efektivní z hlediska léčby TrP, nicméně může být vhodným doplňkem k dalším terapeutickým zásahům. Rovněž negativní terapie je dlouho využívána s cílem léčby akutních zranění pohybového aparátu a otoků. Aplikace chladu zpomaluje lokální cirkulaci krve a snižuje bolest [2].

#### Laseroterapie

Autoři Vernon et al. [11] shledali na základě své systematické review laseroterapii v otázce léčby mukopolysacharidózy a TrP jako efektivní.

#### Ultrazvuková terapie

Efektivita využití ultrazvuku s cílem léčit TrP je předmětem diskuzí. Ultrazvuková terapie se jeví jako efektivní v otázce snížení bolesti spojené v TrP – ihned po aplikaci často dochází ke snížení bolesti [2].

#### Cíl studie

Cílem studie je vyhodnotit, která terapeutická intervence se v léčbě bolesti spojené se spouštěnými body jeví jako nejefektivnější, a to ihned po provedené terapii nebo v delším časovém



horizontu (medián měření). V souvislosti se stanoveným cílem jsme si položili dvě základní výzkumné otázky:

- Která terapeutická intervence je z hlediska okamžitého snížení bolesti spojené s TrP nejefektivnější?
- Která terapeutická intervence je z hlediska dlouhodobého snížení bolesti spojené s TrP nejefektivnější?

## Metodika

Studie je zpracována formou literární rešerše. Všechny použité články byly vyhledány na základě klíčových slov v databázích PubMed, MEDLINE, PEDro a Web of Science. Následně byly odstraněny duplikáty, dle prvotního screeningu abstraktů byly vyřazeny studie nevyhovující stanoveným kritériím. Po prostudování článků ve fulltextové podobě byly zařazeny studie, které splňovaly kritéria pro zařazení. Následně byla provedena analýza zařazených studií.

## Kritéria pro zařazení studií do přehledu

- *Jazyk*: český, slovenský, anglický.
- *Typ studie*: randomizované kontrolované/klinické studie – úroveň důkazu II dle National Health and Medical Research Council (2009) [12].
- *Charakteristika výzkumného souboru*: bez věkového omezení, muži a ženy s diagnostikovaným aktivním či latentním TrP, myofasciálním bolestivým syndromem, myofasciální bolestí nebo nespecifickou bolestí na libovolné části těla.
- *Intervence*: standardní fyzioterapeutické postupy (jednotlivé či kombinované aplikace nahřátí, strečinku, terapeutického cvičení, ultrazvuku), standardní fyzioterapie v kombinaci s jinou metodou (libovolná z následujících): PIR, laseroterapie, muscle energy technique (MET), ICT, baňkování, transkutánní elektrická stimulace, interferenční terapie, kineziotaping (KT), kapacitní monopolární radiofrekvence, manuální komprese, active release technique, positional release therapy

(PRT), progresivní uvolnění tlakem, SCS, integrated neuromuscular inhibition technique (INIT), manuální komprese, dry needling, manuální terapie, diadynamické proudy.

- *Parametry hodnotící efekt intervence*: intenzita bolesti dle vizuální analogové škály (VAS), intenzita bolesti dle numerické škály bolesti (NPRS – numeric pain rating scale).
- *Datum publikování studií*: 2016–2021.
- *Klíčová slova*: TrP, TrP therapy, myofascial pain therapy.

## Kritéria pro vyřazení studie z přehledu

Z rešerše byly vyřazeny studie zahrnující probandy, kteří během výzkumu či před ním užívali analgetika, podstoupili

terapeutický zásah za účelem léčby TrP nebo trpěli neurologickým či systémovým onemocněním.

## Výsledky

Na základě kombinace klíčových slov bylo identifikováno 342 titulů. Po odstranění duplikátů se celkový počet snížil na 243 a po prvotním screeningu po pročetí abstraktů bylo na základě stanovených kritérií vyřazeno dalších 113 prací. Ze 130 zbývajících studií bylo po analýze jejich fulltextových podob vyřazeno 107 studií. Pro konečné vypracování rešerše bylo následně použito 23 studií (schéma 1).

V rámci jednotlivých sledovaných parametrů byly výsledky dále diferencovány z hlediska měření, a to vždy ihned po terapii a poté ve vypočteném mediánu

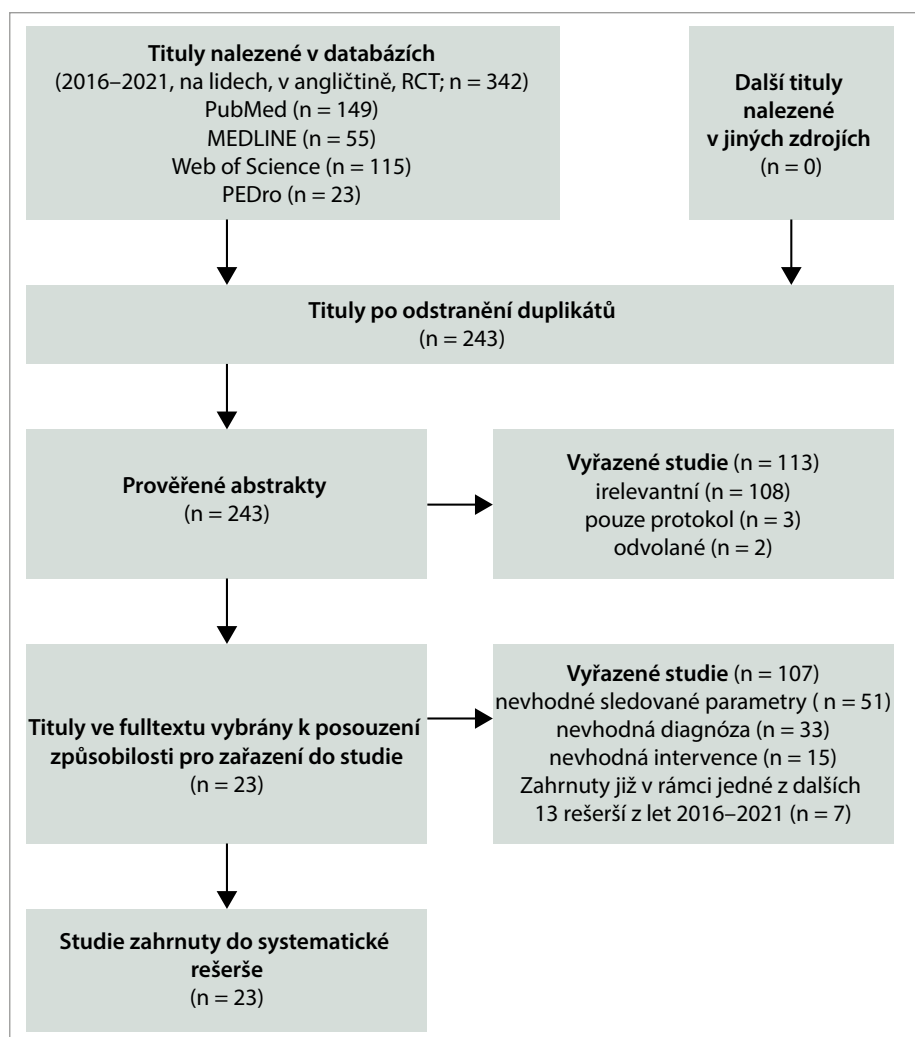


Schéma 1. Flow diagram výběru studií pro rešerši.

Scheme 1. Flow diagram of study selection for search.

**Tab. 1. Výsledky randomizovaných klinických/kontrolovaných studií – parametr intenzita bolesti dle VAS.**

Tab. 1. Results of randomized clinical/controlled studies – pain intensity parameter according to VAS.

Autor	Rok vydání	Věk (průměr)	Výzkumný soubor, počet intervencí, druh intervence, sběr dat	Intenzita bolesti dle VAS
Ziaefar et al. [29]	2019	28,3	33 probandů, celkem 3 sezení obden po dobu 1 týdne skupina 1 (n = 17) – ischemická komprese skupina 2 (n = 16) – DN měření před první terapií, po poslední, poté 2 týdny a 3 měsíce od poslední	obě skupiny statisticky významné snížení na všech měřeních skupina 2 při druhém měření signifikantní snížení vůči skupině 1, jinak bez rozdílu
Dayanir et al. [23]	2020	35,5	48 probandů, 2x týdně po dobu 6 týdnů skupina 1 (n = 16) – manuální presura skupina 2 (n = 16) – SCS skupina 3 (n = 16) – INIT měření před první terapií a po poslední terapii	nedošlo ke statisticky významnému snížení bolesti skupina 2 po poslední terapii zaznamenala největší snížení ze tří skupin
Ahmed et al. [13]	2020	38,8	45 probandů, denně po dobu 5 dní skupina A (n = 15) – PIR skupina B (n = 15) – (GaAl)As Laser skupina C (n = 15) – „standardní fyzioterapie“ měření před terapií, po terapii, 5 dní po terapii, 12 dní po prvním měření	u všech skupin došlo ke statisticky významnému snížení bolesti na všech měřeních skupina A zaznamenala největší snížení bolesti na všech měřeních po terapii, následovaná skupinou B
Alghadir et al. [14]	2020	32,3	60 probandů, jednorázová terapie skupina A (n = 20) – nahřátí, strečink, ICT, MET skupina B (n = 20) – jako A, ale bez ICT skupina C (n = 20) – jako B, ale bez MET měření před terapií, 2 minuty po ní a 2 týdny po ní	u všech skupin došlo ke statisticky významnému snížení bolesti na všech měřeních 2 min i 2 týdny po terapii bylo největší snížení bolesti v tomto pořadí: A, poté B, nakonec C
Alkhadhrawi et al. [16]	2019	42,5	71 probandů, jednorázová terapie skupina 1 (n = 36) – aktivní dorsiflexe, strečink m. triceps surae a plantární fascie, baňkování skupina 2 (n = 35) – totéž kromě baňkování měření před terapií, ihned po terapii, 2 dnech po terapii	u skupiny 1 došlo ke statisticky významnému snížení bolesti ihned po terapii, po 2 dnech bylo statisticky významné snížení zaznamenáno u obou skupin (více však u skupiny 1)
Dissanayaka et al. [18]	2016	36,6	105 probandů, 2x týdně po dobu 4 týdnů skupina kontrolní (n = 35) – nahřátí, aktivní cvičení, myofasciální release, domácí program skupina TENS (n = 35) – totéž co kontrolní + TENS na 20 min skupina IFT (n = 35) – totéž co kontrolní + IFT na 20 min měření před první terapií, po první, před osmou, týden po osmé	u všech skupin došlo ke statisticky významnému snížení bolesti na všech měřeních na všech měřeních po terapii došlo k největšímu snížení bolesti u skupiny TENS, poté u skupiny IFT
Azatcam et al. [17]	2016	38,3	69 probandů skupina 1 (n = 23) – TENS (20 min, 10x v rámci 2 týdnů), strečink skupina 2 (n = 23) – KT (4x týdně po dobu 2 týdnů), strečink skupina 3 (n = 23) – kontrolní, pouze strečink měření před, ihned po terapii a 3 měsíce po	u všech skupin došlo ke statisticky významnému snížení bolesti na všech měřeních ihned po terapii dosáhla největšího snížení bolesti skupina 2, následovaná skupinou 1; 3 měsíce po terapii 1 i 2 bez rozdílu
Alguacil-Diego et al. [15]	2019	36,3	24 probandů, 2x týdně po dobu 4 týdnů skupina 1 (n = 14) – kapacitní monopolární radiofrekvence (12 min) skupina 2 (n = 10) – placebo vypnutým přístrojem	měření před terapií, po první terapii, po poslední terapii u skupiny 1 došlo ke statisticky významnému snížení bolesti na všech měřeních, nicméně mezi skupinami nebyly statisticky významné rozdíly zjištěny

Autor	Rok vydání	Věk (průměr)	Výzkumný soubor, počet intervencí, druh intervence, sběr dat	Intenzita bolesti dle VAS
Chao et al. [19]	2016	29	31 probandů skupina 1 (n = 15) – manuální komprese (pouze jedenkrát) skupina 2 (n = 16) – manuální komprese + KT (KT aplikována spolu s kompresí na první terapii, a po 3 dnech znovu)	měření před terapií, po terapii a 7 dní po u obou skupin došlo ke statisticky významnému snížení bolesti na obou měřeních ihned po terapii zaznamenala statisticky významně větší efekt skupina 1
Lytras et al. [24]	2020	46,3	40 probandů, 4x týdně po dobu 10 týdnů experimentální skupina (n = 20) – terapeutické cvičení + INIT kontrolní skupiny (n = 20) – pouze terapeutické cvičení	měření před první terapií, ve 2., 4., 6., 10., 22. a 34. týdnu u obou skupin došlo ke statisticky významnému snížení bolesti na všech měřeních, nicméně výraznějšího snížení dosáhla skupina experimentální
Alayat et al. [22]	2020	28,1	50 probandů, 3x týdně po dobu 4 týdnů skupina 1 (n = 25) – laser + PPRT skupina 2 (n = 25) – placebo laser + PPRT měření před první terapií a po poslední	u obou skupin došlo ke statisticky významnému snížení bolesti na všech měřeních, nicméně výraznějšího snížení dosáhla skupina 1
Mohammadi Kojidi et al. [20]	2016	28,1	28 probandů, 3x týdně po dobu 1 týdne skupina 1 (n = 14) – PRT skupina 2 (n = 14) – kontrolní, sham terapiemi měření před první terapií, po první a po třetí	u obou skupin došlo ke statisticky významnému snížení bolesti po třech terapiích, nicméně výraznějšího snížení dosáhla skupina 1
Rahbar et al. [25]	2020	38,4	72 probandů skupina 1 (n = 22) – rázová vlna (4x týdně po dobu 4 týdnů), protahování + držení těla skupina 2 (n = 24) – nahřátí, ultrazvuk, protahování, držení těla, cvičení (4x týdně po dobu 4 týdnů) skupina 3 (n = 23) – kontrolní, protahování (4x týdně po dobu 4 týdnů) měření před terapií, po 1. týdnu a po poslední terapii	po prvním týdnu statisticky významné snížení bolesti u skupiny 1 a 2 vůči skupině 3, po 4. týdnu statisticky významné snížení bolesti u skupiny 1, v rámci všech měření skupina 1 a 2 bez rozdílu
Sadria et al. [21]	2017	27,6	64 probandů, jednorázová terapie skupina 1 (n = 32) – ART skupina 2 (n = 32) – MET měření před terapií a ihned po	u obou skupin došlo ke statisticky významnému snížení bolesti ihned po terapii, přičemž mezi skupinami nebyly statisticky významné rozdíly
Segura-Ortí et al. [26]	2016	32,7	34 probandů skupina 1 (n = 12) – DN (1x týdně po dobu 3 týdnů) skupina 2 (n = 12) – SCS (2x týdně po dobu 3 týdnů) skupina 3 (n = 10) – kontrolní, sham SCS měření před terapií a 3 týdny po	u všech skupin došlo ke statisticky významnému snížení bolesti, přičemž mezi skupinami nebyly statisticky významné rozdíly
Sukareechai et al. [27]	2019	40,5	42 probandů, 1x týdně po dobu 3 týdnů skupina 1 (n = 21) – rázová vlna skupina 2 (n = 21) – DN měření před každou terapií a po poslední	u obou skupin došlo ke statisticky významnému snížení bolesti na všech měřeních, přičemž mezi skupinami nebyly statisticky významné rozdíly (DN snížení o 61,8 % a rázová vlna o 52,8 %)
Yilmaz et al. [28]	2020	31,2	60 probandů, 3x v intervalu 5 dní (celkem 15 dní) skupina 1 (n = 30) – DN skupina 2 (n = 30) – KT měření před první terapií, po poslední a 2 měsíce po poslední	u obou skupin došlo ke statisticky významnému snížení bolesti na všech měřeních, přičemž mezi skupinami nebyly statisticky významné rozdíly

VAS – vizuální analogová škála bolesti, DN – dry needling, SCS – strain counter-strain, INIT – integrated neuromuscular inhibition technique, PIR – postizometrická relaxace, ICT – ischemická komprese, MET – muscle energy technique, TENS – transkutánní elektrická nervová stimulace, IFT – interferenční terapie, KT – kineziotaping, PPRT – progresivní uvolnění tlakem, PRT – positional release therapy, ART – active release technique

měření. V konečném výsledku byly sestaveny ze dvou sledovaných parametrů (tj. VAS a NPRS) celkem čtyři souhrnné tabulky. V tab. 1 a 2 uvádíme souhrnný popis jednotlivých studií.

### **Snížení bolesti dle vizuální analogové škály – okamžitý efekt**

Při použití VAS došlo k vyhodnocení výsledků ihned po první (případně jediné) terapii celkem u devíti studií [13–21].

V rámci těchto devíti studií figurovalo celkem 22 výzkumných skupin, které podstoupily, či nepodstoupily různou léčbu. Průměrný věk probandů byl 34,4 let. Celkový počet probandů činil

**Tab. 2. Výsledky randomizovaných klinických/kontrolovaných studií – parametr intenzita bolesti dle NPRS.**

Tab. 2. Results of randomized clinical/controlled studies – parameter of pain intensity according to NPRS.

Autor	Rok vydání	Věk probandů (průměr)	Výzkumný soubor, počet intervencí, druh intervence, sběr dat	Intenzita bolesti dle NPRS
Waseem et al. [35]	2020	27,8	54 probandů, 3× týdně po dobu 4 týdnů skupina 1 (n = 31) – standardní fyzioterapie + nízkovýkonový laser skupina 2 (n = 31) – standardní fyzioterapie měření při první návštěvě, po 2 týdnech, na konci léčby (tj. po 4 týdnech)	u obou skupin došlo po 2 i 4 týdnech ke statisticky významnému snížení bolesti po 2 týdnech vykazovala skupina 1 statisticky významně větší snížení bolesti než skupina 2
Arias-Burúa et al. [30]	2020	21,5	30 probandů, jednorázová terapie skupina 1 (n = 15) – DN skupina 2 (n = 15) – uvolnění tlakem měření před intervencí, po ní, 7 dní po ní, 30 dní po ní	u obou skupin došlo ke statisticky významnému snížení bolesti na všech měřeních po měsíci bylo vůči skupině 2 zaznamenáno statisticky významně větší snížení bolesti u skupiny 1
Calvo-Lobo et al. [31]	2017	79,6	20 probandů, jednorázová terapie skupina 1 (n = 10) – DN do aktivního a latentního TrP skupina 2 (n = 10) – DN pouze do aktivního TrP měření před intervencí, po ní, týden po ní	u obou skupin došlo ihned po terapii i týden po ní k statisticky významnému snížení bolesti mezi skupinami nebyly nalezeny statisticky významné rozdíly
Dibai-Filho et al. [34]	2017	24,38	60 probandů, 2× týdně po dobu 5 týdnů skupina 1 (n = 20) – MT Skupina 2 (n = 20) – MT + ultrazvuk Skupina 3 (n = 20) – MT + DD měření před první terapií, 48 hod po ní, 48 hod po poslední	u všech skupin došlo v rámci všech měření ke statisticky významnému snížení bolesti u skupiny 3 bylo zaznamenáno vůči ostatním skupinám statisticky významné snížení bolesti po 4 týdnech od poslední terapie
Gallego-Sendarrubias et al. [32]	2018	34,4	101 probandů, 2 terapie s odstupem 1 týdne skupina 1 (n = 47) – DN + MT skupina 2 (n = 54) – MT měření před první, po první, před poslední, po poslední, měsíc od poslední	u obou skupin bylo zaznamenáno statisticky významné snížení bolesti v rámci všech měření V rámci skupin zaznamenala skupina 1 vůči skupině 2 statisticky významné snížení bolesti po první, poslední i měsíc od poslední terapie
Saadat et al. [33]	2018	23,8	32 probandů, jednorázová terapie skupina 1 (n = 16) – INIT skupina 2 (n = 16) – žádná léčba měření před terapií, po ní, 24 hod po ní	ihned po terapii i 24 hod po ní bylo u experimentální skupiny (skupina 1) zaznamenáno statisticky významné snížení bolesti

NPRS – numerická škála bolesti, DN – dry needling, TrP – trigger point, MT – manuální terapie???, DD – diadynamické proudy, INIT – integrated neuromuscular inhibition technique,

**Tab. 3. Výsledky studií z hlediska okamžitého snížení bolesti dle VAS.**

Tab. 3. Results of studies in terms of immediate pain reduction according to VAS.

Počet studií	Věk probandů (průměr)	Počet výzkumných skupin	Průměrný počet probandů na skupinu	Počet skupin se statisticky významným snížením dle VAS	Nejúčinnější intervence (% zastoupení)
9	34,4	22	22,6	18	standardní fyzioterapie či její kombinace (50 %)

VAS – vizuální analogová škála

**Tab. 4. Výsledky studií z hlediska dlouhodobého snížení bolesti dle VAS.**

Tab. 4. Results of studies in terms of long-term pain reduction according to VAS.

Počet studií	Věk probandů (průměr)	Počet výzkumných skupin	Průměrný počet probandů na skupinu	Průměrný počet terapií na skupinu	Medián měření	Počet skupin se statisticky významným snížením dle VAS	Nejúčinnější intervence (% zastoupení)
16	35,2	39	20,8	7,2	24,5 dní	33	standardní fyzioterapie či její kombinace (36 %) suchá jehla (12 %)

**Tab. 5. Výsledky studií z hlediska okamžitého snížení bolesti dle NPRS.**

Tab. 5. Results of studies in terms of immediate pain reduction according to NPRS.

Počet studií	Věk probandů (průměr)	Počet výzkumných skupin	Průměrný počet probandů na skupinu	Počet skupin se statisticky významným snížením dle NPRS	Nejúčinnější intervence (% zastoupení)
4	39,8	8	22,9	7	suchá jehla (57 %)

NPRS – numerická škála bolesti

497, přičemž průměrný počet na jednu výzkumnou skupinu byl 22,6. Celkem bylo z těchto 22 výzkumných skupin zaznamenáno statisticky významné snížení bolesti dle VAS ihned po terapii u 18 skupin (tab. 3).

### Snížení bolesti dle vizuální analogové škály – dlouhodobý efekt

S použitím VAS došlo k vyhodnocení výsledků z dlouhodobějšího hlediska (tedy vše kromě měření ihned po první terapii) celkem u 16 studií [13–20,22–29]. Průměrný věk probandů byl 35,2 let. V rámci každé studie byla značná různorodost v otázce sběru dat, pro zjednodušení vyhodnocení byl stanoven medián měření. V 16 studiích proběhlo měření celkem 28×, přičemž medián těchto měření byl 24,5 dne (medián byl využit z důvodu velkých odchylek v rámci jednotlivých měření). Počet výzkumných skupin z již zmíněných 16 studií činil 39, celkový počet probandů pak byl 812, kdy průměrný počet probandů na jednu výzkumnou skupinu byl 20,8. Vzhledem k různorodosti počtu provedených terapií v rámci jednotlivých výzkumných skupin byl stanoven průměr, a to z celkového počtu terapií, tj. 281. Na jednu výzkumnou skupinu tak připadlo

průměrně 7,2 terapie. Ke statisticky významnému snížení bolesti dle VAS došlo u 33 výzkumných skupin (tab. 4).

průměrně 7,2 terapie. Ke statisticky významnému snížení bolesti dle VAS došlo u 33 výzkumných skupin (tab. 4).

### Snížení bolesti dle numerické škály bolesti – okamžitý efekt

S využitím NPRS došlo k vyhodnocení výsledků ihned po první (případně jediné) terapii u čtyř studií [30–33]. V rámci těchto čtyř studií figurovalo celkem osm výzkumných skupin, které podstoupily, či nepodstoupily různou léčbu. Průměrný věk probandů byl 39,8 let. Celkový počet probandů činil 183, přičemž průměrný počet na jednu výzkumnou skupinu byl 22,9 probandů. Celkem bylo

**Tab. 6. Výsledky studií z dlouhodobého hlediska snížení bolesti dle NPRS.**

Tab. 6. Results of long-term pain reduction studies according to NPRS.

Počet studií	Věk probandů (průměr)	Počet výzkumných skupin	Průměrný počet probandů na skupinu	Průměrný počet terapií na skupinu	Medián měření	Počet skupin se statisticky významným snížením dle NPRS	Nejúčinnější intervence (% zastoupení)
6	35,2	13	22,8	4,8	7 dní	12	manuální terapie či její kombinace (33 %) suchá jehla (25 %) standardní fyzioterapie či její kombinace (17 %)

NPRS – numerická škála bolesti

z těchto osmi výzkumných skupin zaznamenáno statisticky významné snížení bolesti dle VAS ihned po terapii u sedmi skupin (tab. 5).

### **Snížení bolesti dle numerické škály bolesti – dlouhodobý efekt**

Při využití NPRS došlo k vyhodnocení výsledků z dlouhodobějšího hlediska (tedy vše kromě měření ihned po první terapii) celkem u šesti studií [30–35]. Průměrný věk probandů byl 35,2 let. V šesti studiích proběhlo měření celkem 11×, přičemž medián těchto měření byl 7 dní. Počet výzkumných skupin z již zmíněných šesti studií činil 13, celkový počet probandů pak byl 297, kdy průměrný počet probandů na jednu výzkumnou skupinu byl 22,8. Na jednu výzkumnou skupinu pak připadlo průměrně 4,8 terapie. Z 13 výzkumných skupin zaznamenalo z dlouhodobějšího hlediska statisticky významné snížení bolesti dle NPRS celkem 12 skupin (tab. 6).

### **Diskuze**

Cílem této práce bylo vyhodnotit, která terapeutická intervence se v léčbě bolesti spojené s TrP jeví jako nejefektivnější, a to ihned po terapii či v delším časovém horizontu (medián měření). Zde jsme narazili na první problém, kterým byla objektivizace bolesti. Z 23 studií zahrnutých do této rešerše použilo 17 z nich jako ob-

jektivizační nástroj VAS a 6 využilo NPRS. Navzdory tomu, že se jedná o dva odlišné způsoby objektivizace, byť principiálně podobné, neuvádí mezi nimi autoři Rosas et al. [36] a Shafsak et al. [37] statisticky významné rozdíly.

První ze dvou základních otázek položených v naší práci se týkala terapeutického zásahu za účelem okamžitého snížení bolesti. Zde dochází k rozdílnosti výsledků mezi studii hodnotícími intenzitu bolesti dle VAS a studii hodnotícími intenzitu bolesti dle NPRS. Okamžitý efekt dle VAS hodnotilo celkem 9 studií (22 výzkumných skupin), kdežto u NPRS pouze 4 studie (8 výzkumných skupin). Na základě hodnocení dle VAS došlo k nejlepším výsledkům po terapii standardními fyzioterapeutickými postupy či jejich kombinací s jinými technikami, kdežto u NPRS si nejlépe vedla aplikace suché jehly. U aplikace suché jehly je nutno zmínit možné riziko tzv. post-needling soreness (tzn. bolest v místě vpichu i několik dní po ukončení terapie) [8]. Tento fenomén však lze úspěšně potlačit aplikací ICT ihned po ukončení aplikace suché jehly [38]. V neprospěch suché jehly hovoří také další práce zkoumající tuto intervenci – např. Charles et al. [39] na základě své velké systematické rešerše čítající 33 studií považují úroveň důkazu pro aplikaci suché jehly srovnatelnou s důkazem placebo terapie. V pří-

mém rozporu je pak tvrzení Cagnie et al. [40], kteří považují suchou jehlu za metodu podloženou velmi silnou evidencí. Další studie zabývající se suchou jehlou uvádí, že tato metoda může krátkodobě snížit bolest, a je tak považována za efektivní [41–44]. Vzhledem k nízkému počtu studií a také nízkému počtu probandů v naší rešerši nelze učinit jednoznačný závěr k této problematice. Autoři Alguacil-Diego et al. [15] využili kapacitní monopolární radiofrekvenci, která sice zaznamenala snížení bolesti ihned po terapii, ale vůči kontrolní skupině (placebo) nebyly zjištěny žádné statisticky významné rozdíly. Na základě tohoto výsledku lze pokládat vypnutý přístroj za srovnatelně efektivní, což poukazuje na možný významný placebo efektu. Ke zvláštnímu výsledku dále došlo ve studii autorů Chao et al. [19], kdy kombinace manuální komprese a KT zaznamenala statisticky významně nižší efekt než samotná manuální komprese. To mohlo být způsobeno nedostatečným množstvím probandů v dané studii, což mohlo být důvodem výrazného snížení validity a zkreslení výsledků. Neúspěch dále zaznamenali autoři Mohammadi Kojidi et al. [20], kteří využili PRT vůči skupině s placebo terapií. Ihned po terapii se nesnížila bolest ani u jedné z nich, což může poukazovat na neefektivitu této terapie. Všechny další studie zkoumající

okamžitý efekt dle VAS zaznamenaly snížení bolesti. Ve studiích zkoumajících okamžitý efekt dle NPRS došlo ke snížení bolesti u všech výzkumných skupin s výjimkou jediné (kontrolní), která nepodstoupila žádnou léčbu.

Při zamýšlení nad druhou výzkumnou otázkou, která intervence bude z dlouhodobého hlediska mít největší analgetický efekt, nelze na základě naší provedené šetření jednoznačně odpovědět.

Ve studiích, které využívaly jako hodnotící nástroj VAS, se jako nejvíce efektivní ukazuje kombinace více technik. Zde se jedná o celkem 16 studií (39 výzkumných skupin), což představuje téměř dvojnásobný počet než u hodnocení okamžitého efektu, a tím pádem můžeme výsledky považovat za validnější. Z hlediska hodnocení dle NPRS byly výsledky různorodější – jako efektivní se jevila manuální terapie, suchá jehla a standardní fyzioterapie. Ale i zde opět narážíme na problém nízkého počtu studií využívajících tuto hodnotící metodu. Při hodnocení okamžitého efektu terapeutických zásahů se všechny techniky manuální terapie (s výjimkou PRT a kombinace manuální komprese s KT) ukázaly jako efektivní, kdežto z dlouhodobého hlediska několikrát selhala aplikace manuálního tlaku, SCS či INIT. Tyto výsledky nás mohou vést k úvaze, že tzv. pasivní terapeutické zásahy (bez aktivní účasti pacienta) nemusí být dostatečně efektivní, aby snížily bolest v delším časovém horizontu.

Na základě naší provedené rešerše je patrné, že metodologie jednotlivých studií a také terminologie jednotlivých aplikovaných technik a/nebo postupů vč. jejich reálného provedení je často rozdílná. Budoucí studie by se měly proto více zaměřit na kvalitní metodiku výzkumů a také unifikovat jednotlivé terapeutické intervence.

## Závěr

Výsledky naší rešerše prokázaly, že na základě analýzy dostupných studií není možné vyhodnotit jednu techniku, která

by samostatně uměla vždy a spolehlivě vyřešit bolest spojenou s TrP. Jako nejvíce efektivní léčba bolesti spojené s TrP se jeví standardní fyzioterapeutické postupy – nahřátí, strečink, cvičení a rovněž ultrazvuk – v kombinaci s dalšími technikami jako ICT, MET, laseroterapie či INIT. Přestože jsou TrP hojně popisovaným a diskutovaným tématem, je vysoce kvalitní výzkum v dané oblasti stále nedostatečný. Proto se jeví nezbytné hlubší zkoumání tematiky spojené s terapií TrP, které by mělo probíhat v duchu medicíny založené na důkazech.

## Literatura

1. Vázquez-Delgado E, Cascos-Romero J, Gay-Escoda C. Myofascial pain syndrome associated with trigger points: a literature review. (I): Epidemiology, clinical treatment and etiopathogeny. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 2009; 14(10): e494-e498. doi: 10.4317/medoral.14.e494.
2. Donnelly JM, Simons DG. Travell, Simons & Simons' Myofascial pain and dysfunction: the trigger point manual. 3rd ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health 2019. ISBN 978-0781755603.
3. Geri T, Gizzi L, Di Marco A et al. Myofascial trigger points alter the modular control during the execution of a reaching task: a pilot study. *Sci Rep* 2019; 9(1): 16065. doi: 10.1038/s41598-019-52561-3.
4. Mense S, Gerwin R. Muscle pain: diagnosis and treatment. New York: Springer 2010. ISBN 9783642054686.
5. Davies C, Davies A. The trigger point therapy workbook: your self-treatment guide for pain relief. 3rd ed. Oakland, CA: New Harbinger Publications 2013.
6. Cummings M, Baldry P. Regional myofascial pain: diagnosis and management. *Best Pract Res Clin Rheumatol* 2007; 21(2): 367–387. doi: 10.1016/j.berh.2006.12.006.
7. Togha M, Bahrpeyma F, Jafari M et al. A sonographic comparison of the effect of dry needling and ischemic compression on the active trigger point of the sternocleidomastoid muscle associated with cervicogenic headache: a randomized trial. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2020; 33(5): 749–759. doi: 10.3233/BMR-171077.
8. Fernández-de-Las-Peñas C, Nijs J. Trigger point dry needling for the treatment of myofascial pain syndrome: current perspectives within a pain neuroscience paradigm. *J Pain Res* 2019; 12: 1899–1911. doi: 10.2147/JPR.S15728.
9. Lavelle ED, Lavelle W, Smith HS. Myofascial trigger points. *Med Clin North Am* 2007; 91(2): 229–239. doi: 10.1016/j.mcna.2006.12.004.
10. Lewit K. Manipulační léčba v myoskeletální medicíně. 5. zcela přeprac. vyd. Praha: Sdělovací technika s.r.o. 2003. ISBN 80-86645-04-5.

11. Vernon H, Schneider M. Chiropractic management of myofascial trigger points and myofascial pain syndrome: a systematic review of the literature. *J Manipulative Physiol Ther* 2009; 32(1): 14–24. doi: 10.1016/j.jmpt.2008.06.012.

12. National Health and Medical Research Council. NHMRC levels of evidence and grades for recommendations for developers of guidelines. December 2009. [online]. Available from: [www.nhmrc.gov.au/sites/default/files/images/NHMRC%20Levels%20and%20Grades%20\(2009\).pdf](http://www.nhmrc.gov.au/sites/default/files/images/NHMRC%20Levels%20and%20Grades%20(2009).pdf)

13. Ahmed H, Jarrar MA, Ahmed R et al. Effect of post-isometric relaxation and laser on upper trapezius trigger point pain in patients with mechanical neck pain. *Niger J Clin Pract* 2020; 23(12): 1660–1666. doi: 10.4103/njcp.njcp\_6\_20.

14. Alghadir AH, Iqbal A, Anwer S et al. Efficacy of combination therapies on neck pain and muscle tenderness in male patients with upper trapezius active myofascial trigger points. *Biomed Res Int* 2020; 2020: 9361405. doi: 10.1155/2020/9361405.

15. Alguacil-Diego IM, Fernández-Carnero J, Laguarda-Val S et al. Analgesic effects of a capacitive-resistive monopolar radiofrequency in patients with myofascial chronic neck pain: a pilot randomized controlled trial. *Rev Assoc Méd Bras* (1992) 2019; 65(2): 156–164. doi: 10.1590/1806-9282.65.2.156.

16. Alkhadhawi N, Alshami A. Effects of myofascial trigger point dry cupping on pain and function in patients with plantar heel pain: a randomized controlled trial. *J Bodyw Mov Ther* 2019; 23(3): 532–538. doi: 10.1016/j.jbmt.2019.05.016.

17. Azatcam G, Atalay NS, Akkaya N et al. Comparison of effectiveness of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation and Kinesio Taping added to exercises in patients with myofascial pain syndrome. *J Back Musculoskelet Rehabil* 2017; 30(2): 291–298. doi: 10.3233/BMR-150503.

18. Dissanayaka TD, Pallegama RW, Suraweera HJ et al. Comparison of the effectiveness of transcutaneous electrical nerve stimulation and interferential therapy on the upper trapezius in myofascial pain syndrome. *Am J Phys Med Rehabil* 2016; 95(9): 663–672. doi: 10.1097/PHM.0000000000000461.

19. Chao YW, Lin JJ, Yang JL et al. Kinesio taping and manual pressure release: short-term effects in subjects with myofascial trigger point. *J Hand Ther* 2016; 29(1): 23–29. doi: 10.1016/j.jht.2015.10.003.

20. Mohammadi Kojidi M, Okhovatian F, Rahimi A et al. The influence of Positional Release Therapy on the myofascial trigger points of the upper trapezius muscle in computer users. *J Bodyw Mov Ther* 2016; 20(4): 767–773. doi: 10.1016/j.jbmt.2016.04.006.

21. Sadria G, Hosseini M, Rezasoltani A et al. A comparison of the effect of the active release and muscle energy techniques on the latent trigger points of the upper trapezius. *J Bodyw Mov Ther* 2017; 21(4): 920–925. doi: 10.1016/j.jbmt.2016.10.005.

22. Alayat MS, Battecha KH, Elsodany AM et al. Pulsed ND: YAG laser combined with progressive pressure release in the treatment of cervical myofascial pain syndrome. *J Phys Ther Sci* 2020; 32(7): 422–427. doi: 10.1589/jpts.32.422.
23. Dayanir IO, Birinci T, Kaya Mutlu E et al. Comparison of three manual therapy techniques as trigger point therapy for chronic nonspecific low back pain: a randomized controlled pilot trial. *J Altern Complement Med* 2020; 26(4): 291–299. doi: 10.1089/acm.2019.0435.
24. Lytras DE, Sykaras EI, Christoulas KI et al. Effects of exercise and an integrated neuromuscular inhibition technique program in the management of chronic mechanical neck pain: a randomized controlled trial. *J Manipulative Physiol Ther* 2020; 43(2): 100–113. doi: 10.1016/j.jmpt.2019.03.011.
25. Rahbar M, Samandarian M, Salekzamani Y et al. Effectiveness of extracorporeal shock wave therapy versus standard care in the treatment of neck and upper back myofascial pain: a single blinded randomised clinical trial. *Clin Rehabil* 2021; 35(1): 102–113. doi: 10.1177/0269215520947074.
26. Segura-Ortí E, Prades-Vergara S, Manzaneda-Piña L et al. Trigger point dry needling versus strain-counterstrain technique for upper trapezius myofascial trigger points: a randomised controlled trial. *Acupunc Med* 2016; 34(3): 171–177. doi: 10.1136/acupmed-2015-010868.
27. Sukareechai C, Sukareechai S. Comparison of radial shockwave and dry needling therapies in the treatment of myofascial pain syndrome. *Int J Ther Rehabil* 2019; 26(8): 1–8. doi: 10.12968/ijtr.2016.0072.
28. Yilmaz N, Erdal A, Demir O. A comparison of dry needling and kinesiotaping therapies in myofascial pain syndrome: a randomized clinical study. *Turk J Phys Med Rehabil* 2020; 66(3): 351–359. doi: 10.5606/tftrd.2020.3917.
29. Ziaieifar M, Arab AM, Mosallanezhad Z et al. Dry needling versus trigger point compression of the upper trapezius: a randomized clinical trial with two-week and three-month follow-up. *J Man Manip Ther* 2019; 27(3): 152–161. doi: 10.1080/10669817.2018.1530421.
30. Arias-Burúa JL, Monroy-Acevedo Á, Fernández-De-Las-Peñas C et al. Effects of dry needling of active trigger points in the scalene muscles in individuals with mechanical neck pain: a randomized clinical trial. *Acupunct Med* 2020; 38(6): 380–387. doi: 10.1177/0964528420912254.
31. Calvo-Lobo C, Pacheco-Da-Costa S, Hita-Herranz E. Efficacy of deep dry needling on latent myofascial trigger points in older adults with nonspecific shoulder pain: a randomized, controlled clinical trial pilot study. *J Geriatr Phys Ther* 2017; 40(2): 63–73. doi: 10.1519/JPT.0000000000000048.
32. Gallego-Sendarrubias GM, Rodríguez-Sanz D, Calvo-Lobo C et al. Efficacy of dry needling as an adjunct to manual therapy for patients with chronic mechanical neck pain: a randomized clinical trial. *Acupunct Med* 2020; 38(4): 244–254. doi: 10.1136/acupmed-2018-011682.
33. Saadat Z, Hemmati L, Pirouzi S et al. Effects of Integrated Neuromuscular Inhibition Technique on pain threshold and pain intensity in patients with upper trapezius trigger points. *J Bodyw Mov Ther* 2018; 22(4): 937–940. doi: 10.1016/j.jbmt.2018.01.002.
34. Dibai-Filho AV, de Oliveira AK, Girasol CE et al. Additional effect of static ultrasound and diadynamic currents on myofascial trigger points in a manual therapy program for patients with chronic neck pain. *Am J Phys Med Rehabil* 2017; 96(4): 243–252. doi: 10.1097/PHM.0000000000000595.
35. Waseem I, Tanveer F, Fatima A. Can addition of low level laser therapy to conventional physical therapy be beneficial for management of pain and cervical range of motion in patients with trigger point of upper trapezius? *Anaesthesia, Pain and Intensive Care* 2020; 24(1): 64–68. doi: 10.35975/apic.v24i1.1228.
36. Rosas S, Paço M, Lemos C et al. Comparison between the Visual Analog Scale and the Numerical Rating Scale in the perception of esthetics and pain. *Int Orthod* 2017; 15(4): 543–560. doi: 10.1016/j.ortho.2017.09.027.
37. Shafshak TS, Elnemr R. The Visual Analogue Scale versus Numerical Rating Scale in measuring pain severity and predicting disability in low back pain. *J Clin Rheumatol*. In press 2020. doi: 10.1097/RHU.0000000000001320.
38. Martín-Pintado-Zugasti A, Pecos-Martin D, Rodríguez-Fernández AL et al. Ischemic compression after dry needling of a latent myofascial trigger point reduces postneedling soreness intensity and duration. *PM R* 2015; 7(10): 1026–1034. doi: 10.1016/j.pmrj.2015.03.021.
39. Charles D, Hudgins T, Macnaughton J et al. A systematic review of manual therapy techniques, dry cupping and dry needling in the reduction of myofascial pain and myofascial trigger points. *J Bodyw Mov Ther* 2019; 23(3): 539–546. doi: 10.1016/j.jbmt.2019.04.001.
40. Cagnie B, Dewitte V, Coppieters I et al. Effect of ischemic compression on trigger points in the neck and shoulder muscles in office workers: a cohort study. *J Manipulative Physiol Ther* 2013; 36(8): 482–489. doi: 10.1016/j.jmpt.2013.07.001.
41. Boyles R, Fowler R, Ramsey D et al. Effectiveness of trigger point dry needling for multiple body regions: a systematic review. *J Man Manip Ther* 2015; 23(5): 276–293. doi: 10.1179/2042618615Y.0000000014.
42. Cerezo-Téllez E, Torres Lacomba M, Fuentes-Gallardo I et al. Effectiveness of dry needling for chronic nonspecific neck pain: a randomized, single-blinded, clinical trial. *Pain* 2016; 157(9): 1905–1917. doi: 10.1097/j.pain.0000000000000591.
43. Gerber LH, Shah J, Rosenberger W et al. Dry needling alters trigger points in the upper trapezius muscle and reduces pain in subjects with chronic myofascial pain. *PM R* 2015; 7(7): 711–718. doi: 10.1016/j.pmrj.2015.01.020.
44. Tekin L, Akarsu S, Durmuş O et al. The effect of dry needling in the treatment of myofascial pain syndrome: a randomized double-blinded placebo-controlled trial. *Clin Rheumatol* 2013; 32(3): 309–315. doi: 10.1007/s10067-012-2112-3.

*Doručeno/Submitted: 1. 3. 2021*

*Přijato/Accepted: 11. 5. 2021*

**Korespondenční autor:**

**Bc. Patrik Vymyslický**

*Katedra fyzioterapie FTVS UK*

*José Martího 31*

*162 52 Praha 6*

*e-mail: patrik.vymyslicky@gmail.com*

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

Redakční rada potvrzuje, že rukopis práce splnil ICMJE kritéria pro publikace zaslané do biomedicinských 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 study was created within the PROGRES program at Charles University No. Q41 - Biological aspects of the study of human movement.

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



# Adherence pacientů k fyzioterapii

## Patients' adherence to physiotherapy

A. Prunerová<sup>1</sup>, T. Nováková<sup>1</sup>, K. Kupka<sup>2</sup>, P. Reckziegelová<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra fyzioterapie, Fakulta tělesné výchovy a sportu, Univerzita Karlova, Praha

<sup>2</sup>TriloByte Statistical Software s.r.o., Pardubice

**Souhrn:** **Východiska:** Fyzioterapie disponuje řadou technik, které mohou být efektivní při léčbě pohybového aparátu. Je ale na každém pacientovi, jak bude ke svému zdraví přistupovat. Hodnocení adherence ke cvičení u pacientů může být velmi přínosná na začátku, během fyzioterapie a po jejím ukončení. **Cíl:** Cílem studie bylo využití Škály hodnotící adherenci ke cvičení (EARS – exercise adherence rating scale) v českém překladu ke zjištění, jak pacienti dodržují fyzioterapeutický léčebný režim, a posoudit příčiny. **Metody:** Výzkumný soubor tvořilo celkem 151 respondentů, kteří byli starší 18 let a účastnili se alespoň jednou v životě fyzioterapie. K získání dat byla využita EARS. Sběr dat byl získáván pomocí online dotazníkového šetření v rámci samovýběru v březnu 2020. **Výsledky:** Dle výsledků se studie účastnilo 67 % zaměstnanců. Celkem 63 % respondentů bylo zahrnuto do věkové kategorie 36–64 let. Fyzioterapie byla nejčastěji hrazena pojišťovnou. V rámci škály EARS byly prokázány výborné hodnoty vnitřní konzistence na úrovni položek v sekci B určujících míru adherence a uspokojivé až dobré hodnoty vnitřní konzistence na úrovni položek v sekci C určujících překážky ve cvičení. Signifikantní korelace oblastí EARS potvrzují kritériální validitu z hlediska měření adherence. Míra adherence signifikantně variuje v závislosti na pohlaví, vzdělání, zaměstnání a formě hrazení fyzioterapie. S rostoucím věkem nutně nedocházelo k dobrému pocitu z provádění cvičení. Pacienti ve starobním důchodu vykazovali nižší míru adherence, zatímco ekonomicky aktivní jedinci měli spíše vyšší míru adherence. Vyšší stupeň vzdělání koreloval s nepravidelným cvičením až s jeho předčasným ukončením. Mezi limity studie patřila nízká účast mužů v porovnání se ženami 1 : 2.

**Klíčová slova:** adherence – fyzioterapie – bariéry – léčba – sport – bolest

**Summary:** **Background:** Physiotherapy includes many techniques which can be effective in the treatment of musculoskeletal system. It is up to each patient how he or she will approach their health. An evaluation of adherence to exercise can be beneficial at the beginning, during and after the end of physiotherapy. **Objectives:** The aim of this study was to use the Exercise Adherence Rating Scale (EARS) to find out how patients adhere to a physiotherapeutic treatment plan and assess the causes. **Methods:** The research group consisted of 151 respondents, all of them older than 18 years, who underwent physiotherapy at least once in their lives. The EARS was used for data collection. The Scale was available via an online research survey in March 2020 in a self-selection mode. **Results:** According to the results, 67% employees participated in the research study. 63% respondents were aged between 36 and 64 years. Most of them underwent physiotherapy covered by health insurance. In the EARS, excellent internal consistency values were shown in Section B items defining the adherence rate, while satisfactory to good internal consistency values were obtained for Section C items determining obstacles to exercise. The significant correlation between the EARS sections confirms criterion validity in terms of adherence. The rate of adherence significantly varies by gender, education, employment and form of physiotherapy payment. Pleasant feelings after exercising did not necessarily increase with age. Retired people showed a lower degree of adherence, while economically active population had a rather higher degree of adherence. Higher level of education correlated with irregular exercise and its premature ending. The limits of the study include a low male participation in comparison to women 1 : 2.

**Key words:** adherence – treatment – barriers – physiotherapy – sports – pain

### Úvod

Hodnocení adherence pacientů k fyzioterapeutické péči je důležité pro prognózu efektu terapie a v rámci preventivních opatření recidivy obtíží pacienta. Pacienti, kteří nedodrží předepsaný cvičební program, mohou prodloužit dobu léčby, negativně ovlivnit terapeutický

vztah a snížit účinnost léčby. Kvůli těmto pacientům může docházet k prodloužení čekací doby ostatních pacientů, kteří by potenciálně měli vyšší motivaci dodržování fyzioterapeutického plánu [1].

Rostoucí význam fyzioterapie je zřejmý u pacientů nejen s tzv. funkč-

ními poruchami pohybového aparátu v aktuálním životním stylu s ohromnou statickou zátěží potencovanou i neideálními ergonomickými podmínkami pracoviště [2]. Fyzioterapie musí i při akutní péči vždy v dlouhodobém plánu zvažovat preventivní opatření, která mohou zabránit recidivě. Každý fyzioterapeut

edukací a instruktáží pacienta pracuje nejen s přímým efektem cvičení na pohybovém systému, ale i s motivací každého pacienta tato doporučení dodržovat [3]. Pacient nesmí být jen pasivním příjemcem terapeutické snahy zdravotníka, musí se aktivně podílet na udržení vlastního zdraví. S ohledem na přístup k fyzioterapeutické péči v České republice byla řešena i otázka péče hrazené zdravotním pojištěním a péče hrazené samotným pacientem, u které můžeme předpokládat vyšší míru motivace a adherence k fyzioterapii. Pro zjišťování adherence pacientů k fyzioterapii lze využít Škálu hodnotící adherenci ke cvičení (EARS – exercise adherence rating scale). Jedná se o sebeposuzující škálu, kterou tvoří 16 položek. Obecně bývá využívána u lidí starších 18 let [4].

## Cíl a metody

Cílem práce bylo využít škálu EARS v českém překladu ke zjištění, jak pacienti dodržují fyzioterapeutický léčebný režim, a posoudit příčiny. Byl zvolen kvantitativní výzkumný design, který byl realizován v rámci ankety. Administrace dotazníku probíhala v březnu 2020 v internetovém prostředí. Za účelem kontaktování cílové skupiny byla vytvořena výzva k účasti ve výzkumu (základní informace o výzkumu, odkaz na dotazník), která byla umístěna na sociální síť Facebook [1].

Výzkumný soubor tvořili jedinci na základě samovýběru. Respondenti museli splňovat kritéria: věk >18 let a alespoň jedno absolvování fyzioterapie pro bolest nebo funkční omezení v pohybovém systému, které nebylo způsobeno úrazovým mechanismem nebo pooperačním stavem. Následovně byli rozřazeni do jednotlivých skupin v závislosti na věku a stupni vzdělání. Byly rozlišeny tři věkové skupiny: 18–35 let, 36–64 let a starší 65 let. Úroveň vzdělání se dělila na základní, střední, vyšší odborné a vysokoškolské. Sociální skupiny se dále rozdělovaly na studenty, zaměstnance, osoby v pracovní neschopnosti, osoby

**Tab. 1. Škála hodnotící adherenci ke cvičení (EARS).**

Tab. 1. The Exercise Adherence Rating Scale (EARS).

1.	<b>Cvičím tak často, jak mi bylo doporučeno.</b>	9.	<b>Necvičím, když jsem unavený/á.</b>
<input type="checkbox"/>	zcela souhlasím	<input type="checkbox"/>	zcela souhlasím
<input type="checkbox"/>	spíše souhlasím	<input type="checkbox"/>	spíše souhlasím
<input type="checkbox"/>	nevím	<input type="checkbox"/>	nevím
<input type="checkbox"/>	spíše nesouhlasím	<input type="checkbox"/>	spíše nesouhlasím
<input type="checkbox"/>	zcela nesouhlasím	<input type="checkbox"/>	zcela nesouhlasím
2.	<b>Zapomínám cvičit.</b>	10.	<b>Cítím se dobře, když cvičím.</b>
<input type="checkbox"/>	zcela souhlasím	<input type="checkbox"/>	zcela souhlasím
<input type="checkbox"/>	spíše souhlasím	<input type="checkbox"/>	spíše souhlasím
<input type="checkbox"/>	nevím	<input type="checkbox"/>	nevím
<input type="checkbox"/>	spíše nesouhlasím	<input type="checkbox"/>	spíše nesouhlasím
<input type="checkbox"/>	zcela nesouhlasím	<input type="checkbox"/>	zcela nesouhlasím
3.	<b>Cvičím méně než tak, jak mi doporučil fyzioterapeut.</b>	11.	Moje rodina a přátelé mě povzbuzují, abych cvičila.
<input type="checkbox"/>	zcela souhlasím	<input type="checkbox"/>	zcela souhlasím
<input type="checkbox"/>	spíše souhlasím	<input type="checkbox"/>	spíše souhlasím
<input type="checkbox"/>	nevím	<input type="checkbox"/>	nevím
<input type="checkbox"/>	spíše nesouhlasím	<input type="checkbox"/>	spíše nesouhlasím
<input type="checkbox"/>	zcela nesouhlasím	<input type="checkbox"/>	zcela nesouhlasím
4.	<b>Cvičení se stalo mojí denní rutinou.</b>	12.	<b>Cvičím, abych zlepšil/a své zdraví.</b>
<input type="checkbox"/>	zcela souhlasím	<input type="checkbox"/>	zcela souhlasím
<input type="checkbox"/>	spíše souhlasím	<input type="checkbox"/>	spíše souhlasím
<input type="checkbox"/>	nevím	<input type="checkbox"/>	nevím
<input type="checkbox"/>	spíše nesouhlasím	<input type="checkbox"/>	spíše nesouhlasím
<input type="checkbox"/>	zcela nesouhlasím	<input type="checkbox"/>	zcela nesouhlasím
5.	Neprojevují snahu cvičit.	13.	<b>Cvičím, protože mě to baví.</b>
<input type="checkbox"/>	zcela souhlasím	<input type="checkbox"/>	zcela souhlasím
<input type="checkbox"/>	spíše souhlasím	<input type="checkbox"/>	spíše souhlasím
<input type="checkbox"/>	nevím	<input type="checkbox"/>	nevím
<input type="checkbox"/>	spíše nesouhlasím	<input type="checkbox"/>	spíše nesouhlasím
<input type="checkbox"/>	zcela nesouhlasím	<input type="checkbox"/>	zcela nesouhlasím
6.	<b>Provádím většinu či všechny zadané cviky.</b>	14.	<b>Upravím si cvičení tak, aby mi vyhovovalo.</b>
<input type="checkbox"/>	zcela souhlasím	<input type="checkbox"/>	zcela souhlasím
<input type="checkbox"/>	spíše souhlasím	<input type="checkbox"/>	spíše souhlasím
<input type="checkbox"/>	nevím	<input type="checkbox"/>	nevím
<input type="checkbox"/>	spíše nesouhlasím	<input type="checkbox"/>	spíše nesouhlasím
<input type="checkbox"/>	zcela nesouhlasím	<input type="checkbox"/>	zcela nesouhlasím
7.	Nemám čas na cvičení.	15.	<b>Přestávám cvičit, když se bolest zvyšuje.</b>
<input type="checkbox"/>	zcela souhlasím	<input type="checkbox"/>	zcela souhlasím
<input type="checkbox"/>	spíše souhlasím	<input type="checkbox"/>	spíše souhlasím
<input type="checkbox"/>	nevím	<input type="checkbox"/>	nevím
<input type="checkbox"/>	spíše nesouhlasím	<input type="checkbox"/>	spíše nesouhlasím
<input type="checkbox"/>	zcela nesouhlasím	<input type="checkbox"/>	zcela nesouhlasím
8.	<b>Ostatní povinnosti mi brání v tom, abych cvičil/a.</b>	16.	<b>Nejsem si jistý/á, jak mám cvičit.</b>
<input type="checkbox"/>	zcela souhlasím	<input type="checkbox"/>	zcela souhlasím
<input type="checkbox"/>	spíše souhlasím	<input type="checkbox"/>	spíše souhlasím
<input type="checkbox"/>	nevím	<input type="checkbox"/>	nevím
<input type="checkbox"/>	spíše nesouhlasím	<input type="checkbox"/>	spíše nesouhlasím
<input type="checkbox"/>	zcela nesouhlasím	<input type="checkbox"/>	zcela nesouhlasím

samostatně výdělečně činné a na osoby ve starobním důchodu.

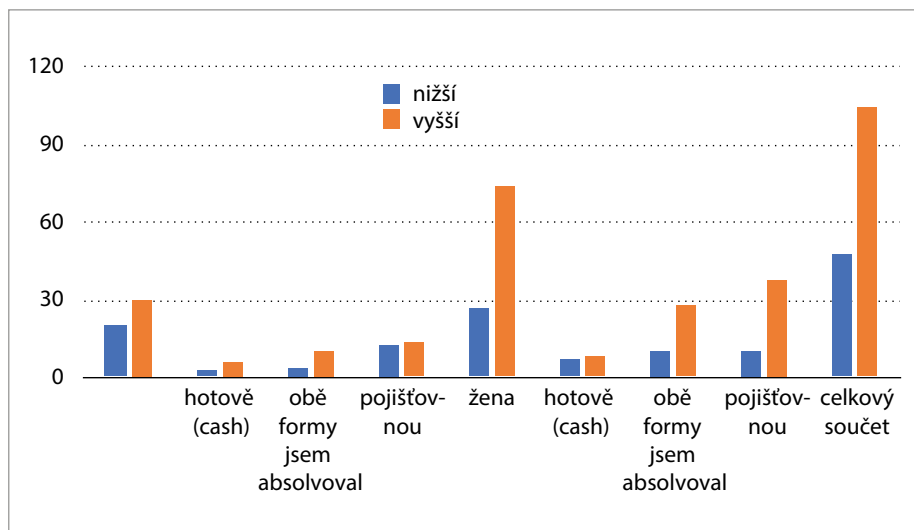
Součástí dotazníkového nástroje EARS byly informace o účelu výzkumu, anonymitě, dobrovolnosti, informovaný souhlas, který se stal platným po odeslání jednotlivých dotazníků, sociodemografické údaje – věk, pohlaví, vzdělání, zaměstnání, absolvování a forma hrazení fyzioterapie. Sekce A zahrnuje šest položek zaměřujících se na zjištění informací ohledně provádění doporučených pohybových aktivit a jejich četnosti; v sekci B se hodnotí samotná míra adherence a sekce C obsahuje celkem 10 položek určujících důvody provádění, či neprovádění cvičení. Pro možnost využití v ČR byl zajištěn zpětný překlad nástroje EARS (tab. 1).

## Výsledky

Studie se zúčastnilo 151 osob (n = 151), převažovaly ženy (n = 101). Celkem 63 % osob ve věku 36–64 let, dále 26 % osob ve věku 18–35 let a 11 % osob starších 64 let. Podobné procento respondentů (48 %; 44 %) vykazovalo dva nejčastější typy vzdělání; vysokoškolské a střední. V téměř třech čtvrtinách případů (67 %) dominovali zaměstnanci. Celkem polovina respondentů uváděla hrazení fyzioterapie pojišťovnou, 34 % respondentů absolvovalo obě formy hrazení péče a 16 % respondentů si za terapii platilo hotově. Vyšší míra adherence ke cvičení byla zaznamenána celkem u 69 % respondentů.

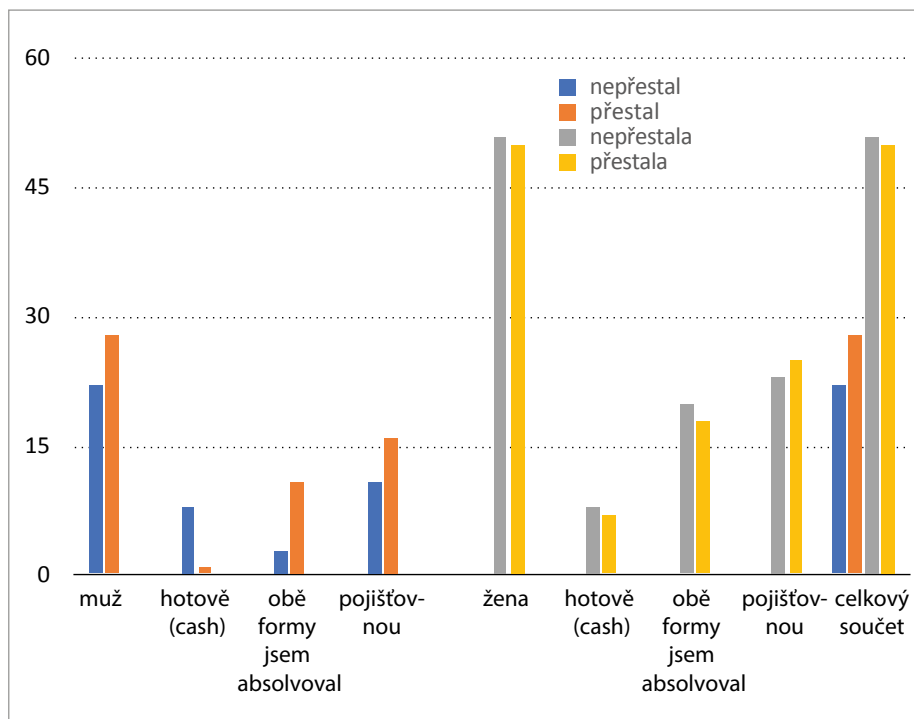
Ve studii byla u všech forem hrazení fyzioterapie signifikantní spíše vyšší míra adherence. U žen byly rozdíly v míře adherence výrazněji zřetelné. U mužů docházejících na fyzioterapii hrazenou pojišťovnou a zároveň u žen docházejících na fyzioterapii hrazenou hotově nebyl prokázán signifikantní rozdíl v míře adherence (graf 1).

Po ukončení fyzioterapie přestali cvičit ve větší míře muži, kteří absolvovali fyzioterapii hrazenou pojišťovnou či obě formy, a zároveň ženy docházející na fyzioterapii hrazenou pojišťovnou (graf 2).



**Graf 1. Závislost míry adherence ke cvičení na formě hrazení fyzioterapie.**

Graph 1. Dependence of the degree of adherence to exercise on the form of physiotherapy.



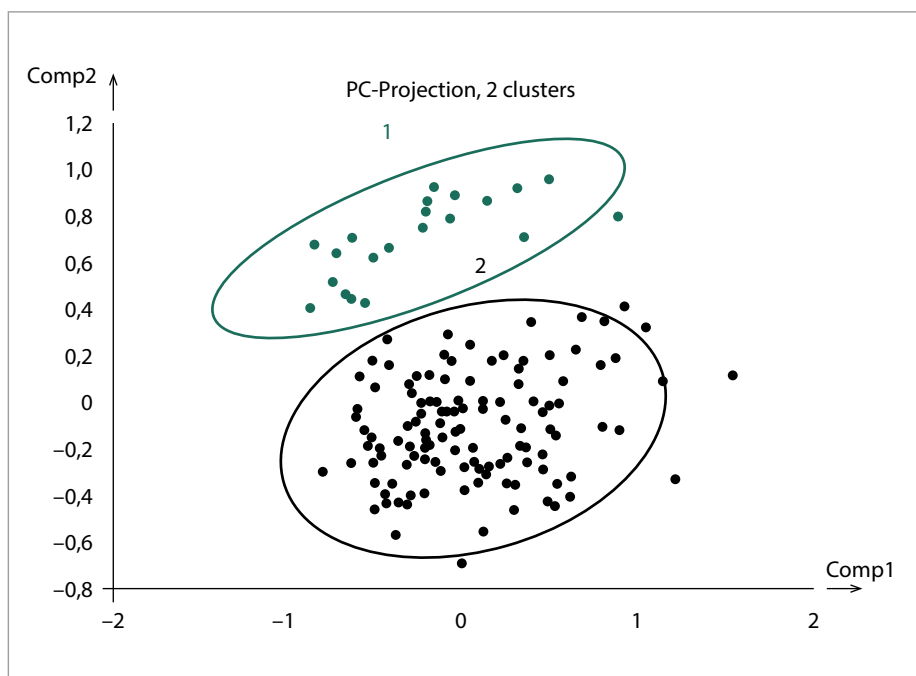
**Graf 2. Postoj ke cvičení po skončení fyzioterapie.**

Graph 2. Attitude to exercise after physiotherapy.

Na obr. 1 je významné odlišení dvou skupin respondentů. Zřetelné jsou identifikovány dva shluky na prvních dvou hlavních komponentách s dominantním rozdílem ve druhé hlavní komponentě, odpovídající převážně socioekonomickým proměnným (ekonomicky aktivní a neaktivní populace). V zeleném shluku se nachází zejména respondenti ve sta-

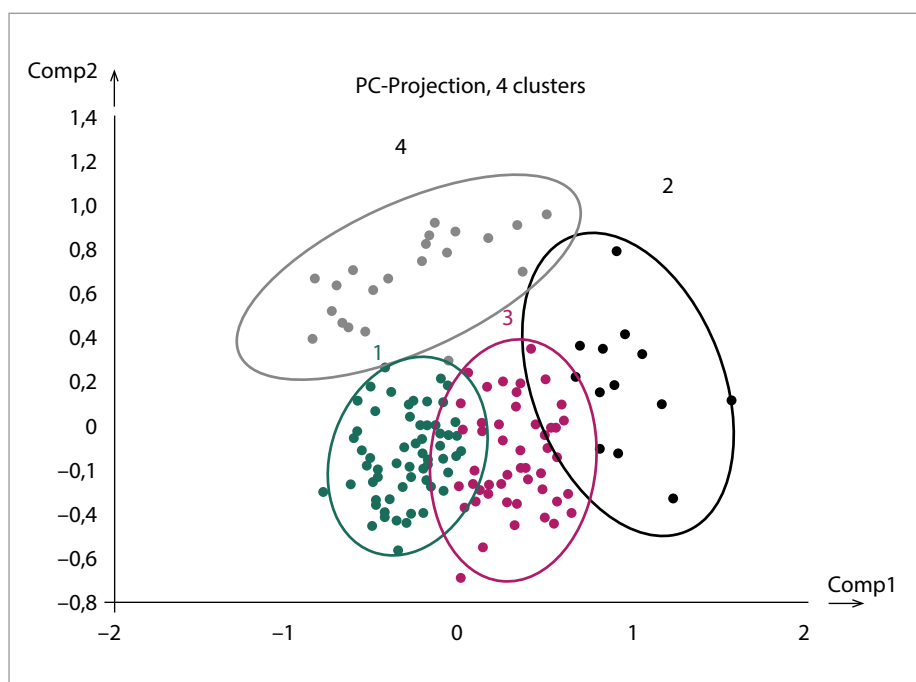
robním důchodu, které tvoří spíše ženy, zatímco v černém shluku se vyskytuje ekonomicky aktivní populace.

Na obr. 2 jsou znázorněny čtyři shluky, z nichž tři jsou pro další deskriptivní významné. Černý shluk je zastoupen spíše menší částí respondentů, kteří se nacházeli v pracovní neschopnosti. Prováděli cvičení méněkrát týdně či vůbec a po-



**Obr. 1. Shluková analýza respondentů I.**

Fig. 1. Cluster analysis of respondents I.



**Obr. 2. Shluková analýza respondentů II.**

Fig. 2. Cluster analysis of respondents II.

sléze přestali úplně cvičit. Jako důvod ukončení cvičení zmiňovali lenost. V zeleném a růžovém shluku se vyskytovali studenti a zaměstnanci, kteří vykazovali signifikantně vyšší míru adherence oproti jedincům v černé skupině. Adherence závisela na několika proměnných:

vzdělání, formě hrazení fyzioterapie a délce provádění cvičení. U osob s vyšším stupněm vzdělání platilo následující: upravovali si cvičení podle sebe a jako častý důvod ukončení cvičení zmiňovali zaneprázdněnost, ale v okamžiku, kdy se obtíže vrátily, začali opět cvičit. Zaměst-

nanci docházející na fyzioterapii hrazenou pojišťovnou cvičili s cílem zlepšit svůj zdravotní stav a cvičit nepřestali ani po ukončení fyzioterapie. Studenti měli dobrý pocit, když cvičili, ačkoli si někdy nebyli jistí, zda cvičení provádí správně.

V tab. 2 na svislé ose je znázorněno skóre jednotlivých položek určujících sociodemografii a na vodorovné ose jsou skóre položek určujících adhirenci. Byly zjištěny pozitivní korelace mezi položkami: zaměstnanec a položkami EARS 1 (cvičím tak často, jak mi bylo doporučeno) a EARS 6 (provádím většinu či všechny zadané cviky); proměnnou zaměstnání 1 (student) a položkou 6 (provádím většinu či všechny zadané cviky).

Negativní korelace byly prokázány mezi položkami: vzdělání a položkami EARS 1 (cvičím tak často, jak mi bylo doporučeno) a EARS 4 (cvičení se stalo mojí denní rutinou), proměnnou zaměstnání 4 (v pracovní neschopnosti) a položkou EARS 1 (cvičím tak často, jak mi doporučil fyzioterapeut). Z tab. 2 vyplývá, že sociodemografické údaje mají vliv na míru adhirence.

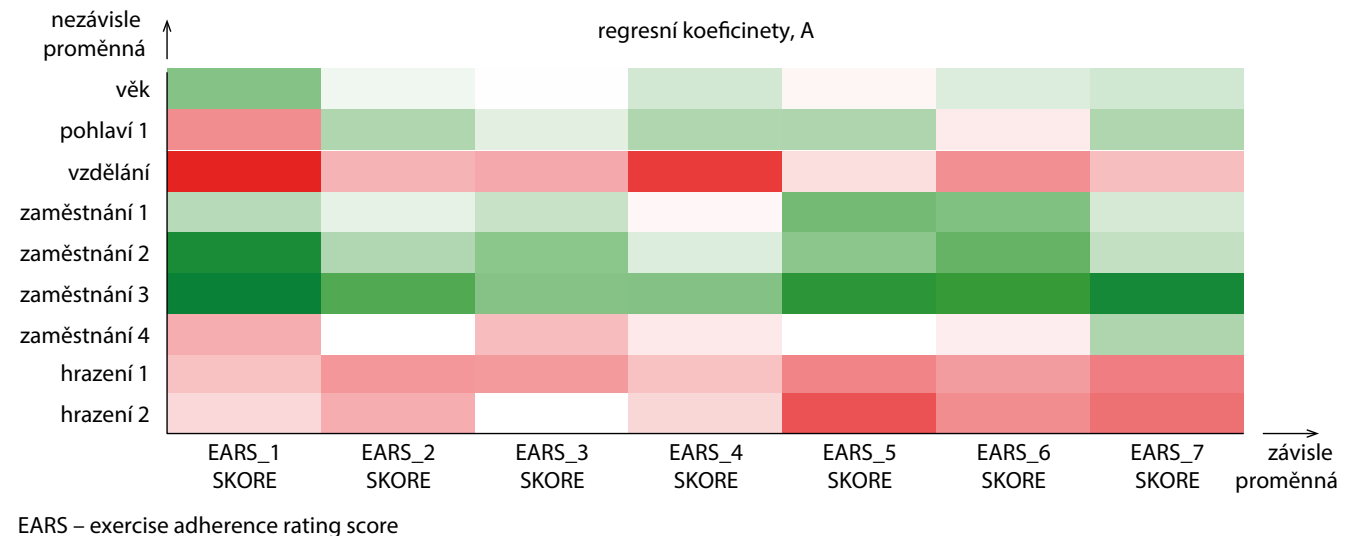
V tab. 3 na svislé ose jsou znázorněny skóre jednotlivých položek určujících sociodemografii a na vodorovné ose jsou skóre položek určujících překážky. Byly zjištěny pozitivní korelace mezi položkami: osoba ve starobním důchodu a položkami EARS 11 (moje rodina a mí přátelé mě povzbuzují, abych cvičil).

Negativní korelace byly prokázány mezi proměnnou: žena a položkou EARS 11 (moje rodina a mí přátelé mě povzbuzují v tom, abych cvičil); mezi vzděláním a EARS 13 (cvičím, protože mě to baví); mezi proměnnou: student a položkou EARS 8 (ostatní povinnosti mi brání v tom, abych cvičil). Z tab. 3 vyplývá, že sociodemografické údaje mají vliv na překážky, které mohou způsobit vyšší či nižší míru adhirence ke cvičení.

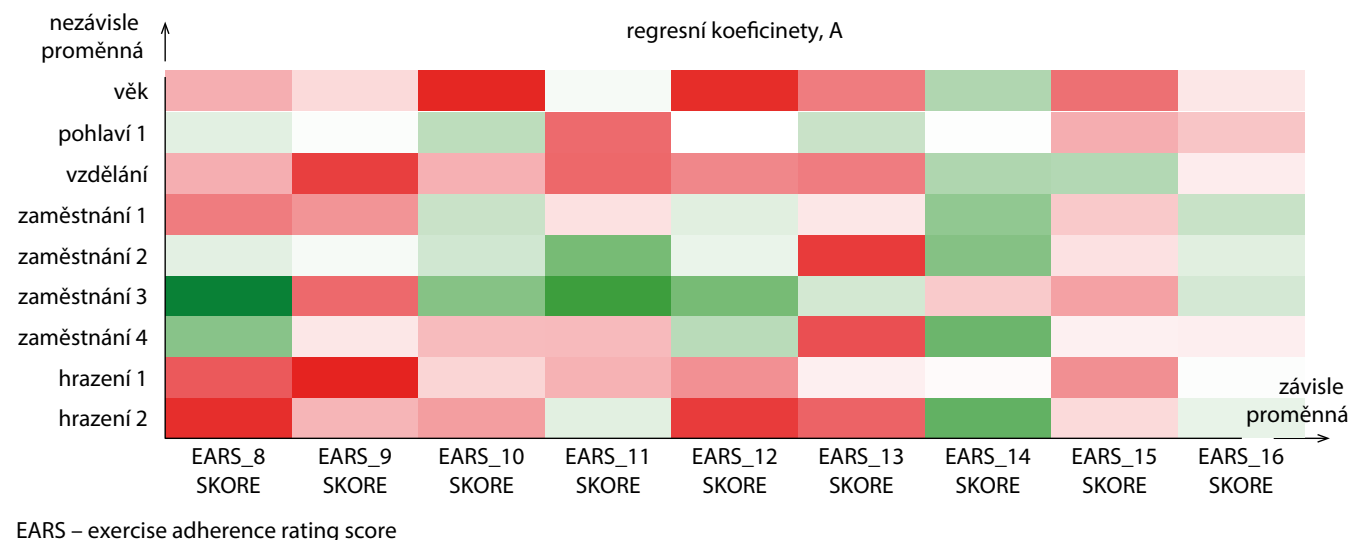
V případě našeho výzkumného souboru pro EARS – sekci B a C – bylo dosaženo hodnoty Cronbachova alfa = 0,85 a alfa = 0,61, což vypovídá o uspokojivé až výborné vnitřní konzistenci nástroje.

**Tab. 2. Regresní koeficienty PLS: sociodemografie – adherence.**

Tab. 2. PLS regression coefficients: sociodemography – adherence.

**Tab. 3. Regresní koeficienty PLS: sociodemografie – překážky.**

Tab. 3. PLS regression coefficients: sociodemography – obstacles.



## Diskuze

V ČR doposud nebyl vytvořen specifický nástroj, který by určoval adhezenci k fyzioterapii vyjma tréninkových deníků. Nevýhodou využití deníku bývá jejich nedostatečné vyplňování a předčasné ukončení zapisování denních aktivit, které může často vést k pochybné platnosti [5]. Výhodou zahraniční škály EARS je její rychlá administrace, prokázaná validita a reliabilita [4].

Vyšší adherence ke cvičení byla v naší studii signifikantní zejména u žen (71 %). Tyto výsledky se odlišovaly od studie Sluijs et al. [6], kde nebyly zjištěny genderové rozdíly v míře adherence (muži 60 %, ženy 62 %). Rozdíly v míře adherence se lišily v naší studii v závislosti na stupni vzdělání respondentů. Byla statisticky prokázána negativní korelace mezi vzděláním a adhezencí ke cvičení u mužů docházejících na fyzioterapii hrazenou pojišťovnou. Respondenti

s vyšším stupněm vzdělání si upravovali cvičení podle sebe anebo necvičili vůbec z důvodu zaneprázdněnosti. Odlišný výsledek byl prokázán ve studii Naqvi et al. [7], kde byla zjištěna pozitivní korelace mezi úrovní vzdělání a mírou adherence, a v této studii tedy vzdělání pacienti vykazovali vyšší zdravotní gramotnost a lépe porozuměli instrukcím v rámci fyzioterapie.

V naší studii byla prokázána statisticky významná vyšší míra adherence u eko-

nomicky aktivní populace (zaměstnanci 67 %) ve srovnání s ekonomicky neaktivní populací. Muži ve starobním důchodu vykazovali statisticky nižší míru adherence. Na skupinu osob ve starobním důchodu se zaměřovala také studie Forkan et al. [8], která uváděla, že cvičení se neúčastnilo celkem 37 % seniorů a pouze 9 % cvičilo pravidelně. Zhoršení zdravotního stavu se řadilo mezi hlavní důvody spojené s nízkou adherencí ke cvičení. Ve skupině ekonomicky neaktivních se vyskytovali jedinci (studenti 2 %), kteří si nebyli jisti, jak mají cvičit. Dle Martina et al. [9] je důležité, aby pacienti pochopili, co mají provádět, tudíž je potřeba jakási zdravotní gramotnost, ačkoli toto tvrzení se neshoduje se studií Aitkena et al. [10], podle níž pacienti zřídka potřebují více vzdělání, nýbrž potřebují více pozornosti ze strany fyzioterapeutů, kteří by se měli dívat na pacienta komplexně. Dle studie Feketea et al. [11] pozitivně korelovala sociální podpora od fyzioterapeuta a příbuzných pacienta s mírou adherence ke cvičení.

Mezi muži v naší studii byla statisticky potvrzena vyšší míra nedodržení následné autoterapie. Po ukončení fyzioterapie přestali cvičit zejména muži, kteří absolvovali fyzioterapii hrazenou pojišťovnou či obě formy. Stejně výsledky byly prokázány také ve studii Schoo et al. [12], kde se cvičení přestali věnovat více muži (24 %) oproti ženám (20 %). Jako nejčastější důvody ukončení zmiňovali nedostatek zájmu o cvičení.

U každého pacienta je důležité myslet na správné načasování léčby, léčebné prostředí a na obsah léčebného programu. V této studii byla nižší míra adherence ke cvičení spojována s nedostatkem času na cvičení, leností, bolestí, nedostatkem edukace ze strany fyzioterapeuta podobně jako ve studii Sluijse et al. [13], ve které jako nejčastější vnímané překážky spojené s prováděním cvičení pacienti zmiňovali nedostatek času, neschopnost přizpůsobení cvičení každodenní rutině a ne-

schopnost zapamatování si cviků. Nízká míra adherence pacienta může být spojována se selháním rehabilitačních programů, což může mít za následek personální, sociální a ekonomické následky. Nízká účast pacienta na fyzioterapii naruší celý rehabilitační proces. U pacienta jsou poté patrné minimální fyzické změny, které mohou vést k jeho nespokojenosti [14]. Pokud se prokáže, že pacienti nedodržují předepsané cvičení, je důležité zjistit důvody tohoto postoje, aby bylo možné podniknout příslušné kroky k vyřešení problému. Pro zvýšení míry adherence by fyzioterapeut měl klást důraz na zjišťování obav pacientů spojených se cvičením a také by měl pacientům nastínit jejich roli v průběhu fyzioterapie a sdělit, jakou techniku zvolí [15]. Dle Meichenbauma et al. [16] se adherence pacientů může měnit v závislosti na čase a neexistuje záruka, že by zůstala stabilní po celou dobu fyzioterapie.

### Závěr

Prostřednictvím této studie došlo k nahlédnutí na postoje respondentů k fyzioterapii a k samotnému provádění cvičení. Na základě výsledků byla prokázána negativní korelace mezi mírou adherence a věkem. S rostoucím věkem nutně nedocházelo k dobrému pocitu z provádění cvičení. Dále bylo zjištěno, že míra adherence signifikantně varuje v závislosti na pohlaví, vzdělání, zaměstnání a formě hrazení fyzioterapie. Byly prokázány výborné hodnoty vnitřní konzistence na úrovni položek v sekci B a uspokojivé až dobré hodnoty vnitřní konzistence na úrovni položek v sekci C. Signifikantní korelace oblastí EARS potvrzují kriteriální validitu z hlediska měření adherence.

Závěry této studie jsou spíše informativní. Výsledky z této škály by mohly zefektivnit přístup k pacientům a lépe zjišťovat jejich potřeby, na jejichž základě by mohlo dojít k určení nejvhodnější pohybové aktivity. V této oblasti je prostor pro rozsáhlejší výzkum, kdy

by bylo vhodné pracovat s větším výzkumným souborem a s rovnoměrným genderovým zastoupením s cílem dosáhnout reprezentativních výsledků. Výsledky studie by mohly být inspirující pro další studie zaměřené na tuto problematiku, na kterou dle našeho názoru není v ČR brán doposud významný zřetel.

### Literatura

1. Prunerová A. Adherence pacientů k fyzioterapii. Diplomová práce. Praha: Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu 2020.
2. Ištoňová M, Kociánová K, Homzová P et al. Všeobecná fyzioterapie. 1.vyd. Prešov: Fakulta zdravotnictva Prešovskej univerzity v Prešově 2008.
3. Lewit K. Manipulační léčba v myoskeletální medicíně. Praha: Sdělovací technika ve spolupráci s ČLS JEP 2003.
4. Newman-Beinart NA, Norton S, Dowling D et al. The development and initial psychometric evaluation of a measure assessing adherence to prescribed exercise: the Exercise Adherence Rating Scale (EARS). *Physiotherapy* 2017; 103(2): 180–185. doi: 10.1016/j.physio.2016.11.001.
5. Stone AA, Shiffman S, Schwartz JE et al. Patient compliance with paper and electronic diaries. *Control Clin Trials* 2003; 24(2): 182–199. doi: 10.1016/s0197-2456(02)00320-3.
6. Sluijs EM, Kok GH, van der Zee J. Correlates of exercise compliance and physical therapy. *Phys Ther* 1993; 73(11): 771–786. doi: 10.1093/ptj/73.11.771.
7. Naqvi AA, Hassali MA, Naqvi SBS et al. Development and validation of the General Rehabilitation Adherence Scale (GRAS) in patients attending physical therapy clinics for musculoskeletal disorders. *BMC Musculoskeletal Disord* 2020; 21(1): 1–11.
8. Forkan R, Pumper B, Smyth N et al. Exercise adherence following physical therapy interventions in older adults with impaired balance. *Phys Ther* 2006; 86(3): 401–410.
9. Martin LR, Williams SL, Haskard KB et al. The challenge of patient adherence. *Ther Clin Risk Manag* 2005; 1(3): 189–199.
10. Aitken D, Buchbinder R, Jones G et al. Interventions to improve adherence to exercise for chronic musculoskeletal pain in adults. *Aust Fam Physician* 2015; 44(1–2): 39–42.
11. Fekete EM, Stephens MAP, Druley JA et al. Effects of spousal control and support on older adult's recovery from knee surgery. *J Fam Psychol* 2006; 20(2): 302–310. doi: 10.1037/0893-3200.20.2.302.
12. Schoo AMM, Morris ME, Bui QM. Predictors of home exercise adherence in older people

with osteoarthritis. *Physiother Can* 2005; 57(3): 179–187. doi: 10.3138/ptc.57.3.179.

**13.** Sluijs EM, Knibbe JJ. Patient compliance with exercise: different theoretical approaches to short-term and long-term compliance. *Patient Education and Counseling* 1991; 191–204. doi: 10.1016/0738-3991(91)90060-I.

**14.** Grindley EJ, Zizzi SJ, Nasypany AM. Use of protection motivation theory, affect, and barriers to understand and predict adher-

ence to outpatient rehabilitation. *Phys Ther* 2008; 88(12): 1529–1540. doi: 10.2522/ptj.20070076.

**15.** Jack K, McLean SM, Moffett K et al. Barriers to treatment adherence in physiotherapy outpatient clinics: a systematic review. *Man Ther* 2010; 15(3): 220–228. doi: 10.1016/j.math.2009.12.004.

**16.** Meichenbaum D, Turk DC. *Facilitating treatment adherence. A practitioner's guidebook.* New York: Plenum Press 1987.

*Doručeno/Submitted: 15. 2. 2021*

*Přijato/Accepted: 27. 5. 2021*

**Korespondenční autor:**

**PhDr. Tereza Nováková, Ph.D.**

*Katedra fyzioterapie FTVS UK*

*J. Martího 31*

*162 52 Praha 6*

*e-mail: tnovakova@ftvs.cuni.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 byl podpořen projektem Progres P 41.

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 manuscript was supported by the Progres P 41 project.

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

---

# Vzpomínka na Josefa Urbana (1969–2021)

Dne 2. 6. 2021 nás zcela náhle a nečekaně opustil náš skvělý kolega a výborný přítel, oblíbený pedagog a všeobecně uznávaný odborník Mgr. Josef „Pepíno“ Urban.

Mgr. Urban vystudoval fyzioterapii na Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci, kde po své promoci v roce 1998 nadále působil pod vedením prof. MUDr. Jaroslava Opavského, CSc. jako odborný asistent a významná opora RRR Centra, od roku 2012 také vedl své vlastní velmi úspěšné rehabilitační pracoviště. Již na počátku své profesní dráhy se zaměřil na oblast fyzikální terapie a mimo jiné i díky spolupráci s MUDr. Jiřím Poděbradským se postupně vypracoval na našeho hlavního odborníka v této oblasti a byl skutečnou autoritou, pro kterou lze těžko hledat srovnání i za hranicemi naší republiky. Mgr. Urban byl také výborným organizátorem a měl mimořádné znalosti právní problematiky našeho oboru. Vyznačoval se nejen ojedinělou kombinací medicínského a technického myšlení a širokým přehledem v oblasti svého zájmu, ale také hlubokým vhledem do dané problematiky, byl velmi zvědavý a řešení dotahoval do



autor: Mgr. Jiří Vrba

konce. To vše pak korunoval svým celkovým nadhledem, smyslem pro humor a přátelskou, otevřenou povahou, díky čemuž se stal všeobecně známým a velmi oblíbeným terapeutem, pedagogem a školitelem. Jako učitel byl na své studenty náročný, ale současně i hrdý a byl jim příkladem a inspirací. Především byl ale úžasným člověkem a skvělým pří-

telem, a jeho náhlý odchod tak hluboce zasáhl nejen jeho rodinu, ale také přátele, kolegy, studenty a všechny ty, kteří jej znali, vážili si ho a měli ho rádi a kteří si jej takto budou pamatovat. Mgr. Josef Urban byl člověkem na svém místě, odborník jeho profesních a lidských kvalit bude našemu oboru bolestně chybět.

Čest jeho památce

*doc. MUDr. Ivan Vařeka, Ph.D.  
přednosta Rehabilitační kliniky  
LF UK a FN Hradec Králové,  
Fakulta tělesné kultury  
Univerzita Palackého v Olomouci*

*PhDr. David Smékal, Ph.D.  
vedoucí Katedry fyzioterapie  
Fakulta tělesné kultury  
Univerzita Palackého v Olomouci*

*MUDr. Michal Říha  
předseda Společnosti pro rehabilitační  
a fyzikální medicínu ČLS JEP*

*Mgr. Vladan Toufar  
prezident Unie fyzioterapeutů ČR*



A series of 20 horizontal dotted lines spanning the width of the page, intended for handwritten notes.







# CHYTRÁ BRADLA

S NASTAVITELNÝMI SCHODY,  
NAKLONĚNOU ROVINOU  
A ZPĚTNOU VAZBOU

## BEZPEČNÁ CHŮZE SE ZPĚTNOU VAZBOU

DST Triple Sense využívá tlakových senzorů a pokročilého softwaru. Systém pacientovi nabízí vizuální a akustickou biologickou zpětnou vazbu, která může pacientovi pomoci získat kontrolu nad chůzí a udržet jeho motivaci během cvičení.



## BEZPEČNÁ CHŮZE:

- po rovině
- do schodů a ze schodů  
s nastavitelnou výškou schodu
- po nakloněné rovině  
s nastavitelným stupněm náklonu
- v závěsu

