

# Pohybová aktivita u pacientov s neuromuskulárnym ochorením

Daniela Botiková<sup>1,2</sup>, Stanislav Voháňka<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Rehabilitační oddělení FN Brno

<sup>2</sup> Neurologická klinika LF MU a FN Brno

*Dlho sa pohybová aktivita u pacientov s neuromuskulárnym ochorením považovala za nevhodnú a kontraindikovanú z dôvodu nadbytočného poškodzovania svalových vlákien fyzickou námahou. Dnes vieme, že stredne intenzívna aeróbna aktivita a nízko až stredne intenzívna silová aktivita má potenciál zlepšiť celkovú kondíciu, a tým aj funkčné schopnosti pacientov s neuromuskulárnym ochorením. Rehabilitácia by mala implementovať komplexné pohybové aktivity do denného režimu pacientov a dlhodobo dohliadať na ich správne a pravidelné vykonávanie. Tak môžu pacienti aspoň čiastočne prevziať zodpovednosť a kontrolu nad svojím pohybovým stavom a kvalitou svojho života.*  
**Kľúčové slová:** neuromuskulárne ochorenia, pohybová aktivita, kvalita života

## **Physical activity in patients with neuromuscular disorders**

*In the past, patients with neuromuscular disorders were discouraged to perform physical activity because of expected adverse muscle damage. Nowadays it is understood that moderate-intensity aerobic activity and low-intensity resistance activity might be beneficial for patients with neuromuscular disease in sense of increasing stamina and functional performance. Rehabilitation is to implement complex physical activities into patients' everyday lives and it is to supervise the correct way of motor performance over a longer stretch of time. In this way, patients may assume the competency and control upon their motor abilities and quality of life.*

**Keywords:** neuromuscular disorders, physical activity, quality of life

Neurológia 2019; 14 (2): 94-98

## Úvod

Neuromuskulárne ochorenia (NMO) tvoria heterogénnu skupinu, ktorá zahŕňa abnormality počínajúc od buniek predných rohov miechy, periférnych nervov, neuromuskulárnych platničiek až po úroveň svalových vlákien. Prejavujú sa predovšetkým poklesom svalovej sily, bolesťami, zvýšenou únavou a unaviteľnosťou. To všetko postupne môže zapríčiniť obmedzenie v denných aktivitách a spoločenskom živote a v konečnom dôsledku významne znížiť kvalitu života pacienta<sup>(1,2)</sup>. V minulosti sa telesné cvičenia, pohybové aktivity pacientom s NMO neodporúčali, lebo sa predpokladalo, že spôsobujú nadbytočné poškodzovanie svalových vlákien. Vychádzalo sa pritom viac z hypotetických úvah ako z praktických skúseností s nepriaznivými výsledkami telesného cvičenia<sup>(2)</sup>. Pacient sa tak dostával do bludného kruhu. Fyzická námaha síce môže viesť k určitému poškodzovaniu už aj tak oslabených svalových vlákien, avšak inaktivita vedie k ďalším stratám hmoty nepostihnutých svalov, k zníženiu vytrvalosti, kondície a poklesu funkčných schopností pacienta. Nevhodné držanie tela pri inaktivite prehlbuje zhoršenie dychových funkcií, ktoré sú už oslabené úbytkom svalovej hmoty dychových svalov. Dušnosť podporuje ďalšiu inaktivitu prostredníctvom nepríjemných a tiesnivých vnemov spojených s telesnou námahou. Postupne sa znižuje prah únavy, objavujú sa svalové a kĺbové bolesti. Prírodzene dochádza k hmotnostnému prírastku a k zníženiu kostnej denzity<sup>(2,3)</sup>.

Aj napriek obavám z možných rizík fyzickej námahy, mnoho autorov dnes hľadá vhodné pohybové aktivity, ktoré by mali

potenciál prerušiť spomínaný bludný kruh a udržať, prípadne znovu zaradiť pacientov s NMO do bežného denného života a jeho aktivít<sup>(1)</sup>. Úskalím týchto štúdií je heterogenita skúmaných skupín neuromuskulárnych ochorení populácie a tréningových parametrov, akými sú typ záťaže, trvanie a frekvencia. Štúdie sledujú aj rozličné výstupné parametre, ako napríklad zručnosť pacienta, pohybové schopnosti, teda silu a vytrvalosť, alebo sledujú kardiopulmonálne parametre či vnímanie únavy a bolesti<sup>(4)</sup>. V dnešnej dobe sa výsledky pohybovej aktivity dajú objektivizovať prostredníctvom magnetickej rezonancie a zastúpenia svalovej hmoty, respektíve tukovej náhrady vo svaloch<sup>(5)</sup>. Je preto zavádzajúce porovnávať jednotlivé štúdie a vyvodzovať objektívne a nemenné parametre cvičenia, ktoré by platili a boli prospešné rovnako pre všetkých pacientov s NMO<sup>(4)</sup>. Vo väčšine prípadov sa však autori zhodujú v tom, že stredne intenzívna aeróbna aktivita má potenciál zamedziť vzniku dekonďície a z nej vyplývajúcim sekundárnym chronickým zmenám. Takisto nízko intenzívne silové cvičenie môže byť prospešné v prípade, že je cvičená svalová skupina, schopná pracovať proti gravitácii<sup>(6)</sup>. Dôležité však je, aby úroveň a typ aktivity bol správne vybraný s ohľadom na diagnózu, progresiu a závažnosť ochorenia.

## **Stredne intenzívna aeróbna aktivita**

Pri aeróbnej kondičnej aktivite človek recipročne používa veľké svalové skupiny v dostatočne veľkej intenzite, teda 50 % – 80 % úrovne oxidatívnej, respektíve aeróbnej kapacity (VO<sub>2</sub>max), a to po dostatočne dlhý čas, aspoň 30 minút<sup>(6)</sup>.

Sczesny-Kaiser et al.<sup>(7)</sup> zaznamenali po ôsmich týždňoch aeróbného cvičebného programu miernej intenzity 3-krát týždenne po 30 minútach u skupiny pacientov s pletencovou svalovou dystrofiou zlepšenie celkového výkonu na cvičebnom stroji, ale aj zlepšenie výsledkov funkčných pohybových testov. Porcelli et al.<sup>(8)</sup> u pacientov s McArdleho chorobou a mitochondriálnou myopatiou skúšali dvanásťtýždenný stredne intenzívny aeróbný program 4-krát týždenne počas 30–45 minút. Zaznamenali zlepšenie celkovej aeróbnej kapacity pacientov a zvýšenie kyslíkovej frakcie priečne pruhovaných svalov a extrakcie kyslíku priečne pruhovanými svalmi. Andersen et al.<sup>(9)</sup> boli jedni z prvých, ktorí zaviedli u pacientov s facioskapulohumerálnou muskulárnou dystrofiou (FSHMD) vysoko intenzívne intervalové cvičenie na bicyklovom ergometri s cieľom optimalizovať časové nároky na pohybovú aktivitu. Aj po tomto druhu tréningu sa zlepšili funkčné parametre pacientov a neboli zaznamenané nežiaduce účinky. Bankolé et al.<sup>(10)</sup> tiež sledovali skupinu pacientov s FSHD, pričom využili stredne až vysoko intenzívny aeróbný tréning, a to počas dlhšej časovej periódy 24 týždňov 3-krát 35 minút. Výsledkom bolo zvýšenie svalovej sily a zväčšenie priemeru svalových vlákien získaných svalovou biopsiou. Avšak v štúdiu Hedermann et al.<sup>(11)</sup>, v skupine 16 pacientov s kongenitálnou myopatiou, ktorí trénovali na bicyklovom ergometri pri strednej až vyššej intenzite 10 týždňov 3-krát 30 minút, 6 pacientov muselo vystúpiť z programu pre vysokú unaviteľnosť. U ostatných pacientov, ktorí program dokončili, došlo k zvýšeniu aeróbnej kapacity, a naopak k zníženiu vnímania únavy. Je potrebné mať na zreteli, že symptómy sprevádzajúce určitú konkrétnu chorobu môžu limitovať pohybový program, preto ho v niektorých prípadoch musíme patrične prispôbiť.

V bežnej praxi môžeme pacientom s NMO priblížiť aeróbne cvičenie ako akúkoľvek aktivitu, pri ktorej sa zvýši srdcová a dychová frekvencia. Patria k nim chôdza, plávanie, rotopéd, motomed, jazda na vozíku, alebo aj domáce práce. Pri cvičení by mal pacient cítiť zvýšené nároky na dýchanie, ale to iba do tej miery, aby bol schopný rozprávať. Podľa Borgovej škály subjektívneho vnímania intenzity záťaže, kde 1. je veľmi malá námaha a 10. je maximálna námaha až vyčerpanie, by sa pacient pri aeróbnom cvičení mal pohybovať medzi stupňom 3. až 5.<sup>(12)</sup> Miera záťaže sa tiež dá určiť pomocou stanovenia individuálnej tréningovej srdcovej frekvencie<sup>(13)</sup>. Vhodná je konzultácia s fyzioterapeutom alebo kardiológom.

Pred zahájením samotného cvičenia je vhodné zaradiť 3 – 5 minútovú rozcvičku pre celkové zahriatie organizmu, respektíve pre prekrvenie svalov, čím sa redukuje možnosť zranenia a mikrotráum. Po ukončení aktivity odporúčame dynamické pretiahnutie, ktoré zabráni potenciálnemu zatuhnutiu a bolesti svalov po cvičení a pomôže znovu navrátiť srdcovú frekvenciu na pôvodné hodnoty<sup>(12,13)</sup>.

### Nízko intenzívne silové cvičenie

Morfologické zmeny vo svaloch prebiehajú charakteristicky pre daný typ ochorenia. No pri celkovej telesnej inaktivite dochádza k ďalším svalovým stratám z nepoužívania a k zvýšeniu telesnej hmotnosti. To môže spätne skomplikovať niektoré pohybové úkony, ako je napríklad vstávanie z nízkej stoličky, čo prispeje k ďalšej telesnej inaktivite<sup>(14)</sup>. Prostredníctvom silového cvičenia sa snažíme obsiahnuť a formovať väčšinu nepostihnutých a dychových svalov, aby sa predišlo slabosti z nepoužívania.

Odpor pomáha pacientovi získavať lepšie povedomie a predstavu o pohybe a o smere pohybu. Zvyšuje motorickú kontrolu, a tak zlepšuje možnosti motorického učenia a v konečnom dôsledku dochádza k zvýšeniu svalovej sily. Podľa zámeru motorickej úlohy vykonávajú svaly kontrakcie statické, stabilizujúce určitý segment tela pred vonkajšími silami, alebo kontrakcie dynamické. Zámerom dynamických kontraktí je vytvoriť viditeľný pohyb, ktorý prebieha v koncentrickom režime, pri skrátení agonistu, alebo v excentrickom režime, kde pohyb je výsledkom vonkajšej sily a agonista kontrolovane túto silu pri plynulom natáhovaní svojich vlákien brzdí<sup>(15)</sup>. Druhý zo spomínaných režimov sa deje pri úkonoch, akými je drep, predklon, pokladanie ťažkej činky alebo náčinia. Maximálne excentrické, teda brzdiace cvičenie, zaťažuje sval vo väčšej miere než cvičenie koncentrické a môže tak spôsobovať častejšie bolesti a poškodzovanie svalových vlákien<sup>(16,17)</sup>. Pacientom so svalovým ochorením preto neodporúčame excentrické cvičenie a snažíme sa ich vystríhať pred aktivitami denného života, pri ktorých by tento druh kontraktie mohli vo významnej miere používať<sup>(4)</sup>.

### Posilňovanie nepostihnutých svalových skupín

Pre posilnenie nepostihnutých svalových skupín a pohybových vzorov používame malé závažia, pružné gumy, prípadne odpor vody, a to z dôvodu vylúčenia excentrickej fázy kontraktie<sup>(12)</sup>. Je dôležité mať na zreteli, že nepostihnuté svalové skupiny je vhodné posilňovať len u pacientov s pomaly progresujúcou formou choroby, pričom cvičená svalová skupina musí byť schopná prekonať odpor gravitácie (stupeň svalovej sily 3 a viac). Rozdiel sily svalových skupín v rámci cvičeného segmentu nesmie byť väčší ako 2 stupne svalovej sily<sup>(4)</sup> (**obrázok 1, 2, 3**).

### Posilňovanie trupového svalstva a dychových svalov

Pre zachovanie vzpriameného postavenia je dôležité udržať silu a synergiu trupového svalstva. Pevný a silný trup pomáha s funkčnými úkonmi, ako je napríklad presun na vozíček, sed bez opory, ale aj samotná chôdza. Prispieva k zlepšeniu rovnováhy, stability, a tým aj k prevencii pádov<sup>(12)</sup> (**obrázok 4 a 5**).

Chabé postavenie trupu uvádza dýchacie svaly do mechanicky nevýhodného postavenia, v ktorom majú nižšiu silu a výkonnosť v porovnaní so vzpriameným postavením trupu<sup>(18)</sup>. Postupne sa rozvíja dušnosť, ktorá môže viesť k obmedzeniu pohybových a bežných denných aktivít. Zníženie možnosti rozvíjania hrudníka pri prehĺbenom kyfotickom postavení chrbtice býva kompenzované eleváciou hrudného koša ako celku spolu s elevačným súhybom ramien spôsobeným preaktiváciou pomocných respiračných svalov už pri odpočinkovom dýchaní<sup>(19)</sup>. Pri prítomnosti insuficiencie dolných fixátorov hrudníka, teda abdominálnej muskulatúry, dochádza pri nádychu paradoxne k vtiahnutiu dolných rebier a zúženiu hornej brušnej steny. Spodné rebrá tak nevytvárajú pevné punctum fixum pre efektívnu kontrakciu bránice<sup>(19,20)</sup>. Aktívne držanie tela, teda aktivita hlbokého stabilizačného systému chrbtice a synergia medzi musculus transversus abdominis a bránicou, úzko súvisí s exkurziami dychových pohybov<sup>(21)</sup>. Koordinované trupové svalstvo zlepšuje podmienky pre respiračné svaly, a tak zlepšuje a zefektívňuje mechaniku dýchania. Tiež eliminuje myofasciálne bolesti chrbtice, ktoré môžu byť prítomné pri nevhodnom držaní tela<sup>(18)</sup>.

Obrázok 1. až 3. Použitie ťahu pružnej gummy k posilneniu nepostihnutých svalových skupín a pohybových vzorov. Sed na nestabilnej plošine zvyšuje senzomotorickú kontrolu vzpriameného držania tela a potenciuje rovnovážne schopnosti pacienta.



Obrázok 4. a 5. Použitie ťahu pružnej gummy v stoji pre zvýraznenie vzpriameného postavenia trupu, synkinéz krokového mechanizmu a k zlepšeniu rovnovážnych schopností v stoji na jednej nohe.



K posilňovaniu a koordinovaniu trupového svalstva využijeme niektoré zo syntetických metódik rehabilitácie, akými sú dynamická neuromuskulárna stabilizácia, prvky propioceptívnej neuromuskulárnej facilitácie, prvky senzomotoriky a ďalších konceptov<sup>(18,20)</sup>.

Dychové trenažéry Threshold inspiratory muscle trainer (IMT) a Threshold positive expiratory pressure (PEP) sú pomôcky, ktoré využívame k cieľnému tréningu nádychových a výdychových svalov. Intenzitu záťaže je možné nastaviť na posuvnej stupnici odporu v cm H<sub>2</sub>O. Záťaž dözujeme podľa vopred vyšetrených

maximálnych ústnych tlakov, maximálneho inspiračného tlaku (MIP) a maximálneho expiračného tlaku (MEP), ale aj podľa aktuálneho zdravotného stavu, prípadne podľa subjektívnych pocitov pacienta. Dôležité je, aby bol pacient schopný proti odporu trenažéru udržať správny dychový stereotyp<sup>(18)</sup>. Posilňovanie nádychových svalov znižuje výskyt dušnosti pri fyzickej aktivite a v pokoji<sup>(22)</sup>. Posilnenie výdychových svalov pomáha mobilizácii sekrétu z dýchacích ciest, a tak zefektívňuje expektoráciu<sup>(4)</sup>. Tréning respiračných svalov, cez zvýšenú posturálnu kontrolu v priebehu cvičenia a cieľnú aktiváciu abdominálnej

Obrázok 6. Dychové trenažéry Threshold inspiratory muscle trainer (IMT), vpravo, a Threshold positive expiratory pressure (PEP), vľavo, sú pomôcky, ktoré využívame k cieľnému tréningu nádechových a výdechových svalov.



muskulatúry, spätne ovplyvňuje celkové držanie tela a napriamanie chrbtice<sup>(23)</sup> (obrázok 6 a 7).

### Význam dostatočného rozsahu pohybov

Známe vzorce oslabenia pri neuromuskulárnych ochoreniach vyúsťujú v svalovú dysbalanciu, ktorá pre zachovanie rovnováhy stoja a funkčnosti cieľných pohybov býva kompenzovaná náhradnými pohybovými vzorcami<sup>(4)</sup>. V prípade, že sval nie je dostatočne naťahovaný pri prirodzenom pohybe silou svojho antagonistu, a to do plného fyziologického rozsahu, urýchľuje sa adaptívny proces mäkkých tkanív v reakcii na trvalé postavenie segmentu. Dochádza k retrakcii väziva svalov a postupne ku vzniku kontraktúr, a to hlavne v oblasti nosných kĺbov<sup>(24,25)</sup>. Schopnosť svalu produkovať silu je ovplyvnená dĺžkou, z ktorej sa sval kontrahuje. Preto sval, ktorý je už oslabený patologickým procesom, môže byť ešte viac mechanicky znevýhodnený, ak je udržovaný v trvalom skrátanom postavení. Na druhej strane segmentu sa nachádza antagonist skrátaného svalu v trvalo predĺženom postavení s výzvou prekonať odpor retrahovaných nekontraktilných mäkkých tkanív<sup>(25,26)</sup>. So znížením množstva vykonávaných pohybových aktivít rastie možnosť vzniku kontraktúr. Kontraktúry vedú k zvýšeniu miery disability tým, že limitujú pohybový prejav, znižujú funkčný rozsah pohybu, a tak znemožňujú vykonávať bežné denné aktivity a v neposlednom rade zvyšujú muskuloskeletálne bolesti<sup>(24)</sup>. Významne ohrozená pohybová aktivita, ktorú kontraktúry kombinované so svalovou slabosťou môžu obmedziť, až úplne znemožniť, je chôdza<sup>(27)</sup> a pri strate schopnosti chôdza sa proces celkovej imobilizácie násobne zrýchľuje<sup>(24,28)</sup>.

Preťahovanie skrátaných svalových skupín by sa malo stať u pacientov s NMO dennou rutinou. Ťah pôsobiaci na segment by mal byť jemný a šetrný, s vylúčením dopruženia v krajných polohách, aby sa zabránilo mikrotraumatizácii svalových vlákien. Súčasne by mal trvať dlhšie, a to pre pomalú adaptačnú schopnosť väziva<sup>(24,28)</sup>. Takisto existuje možnosť využitia korekčných a hyperkorekčných polohovacích dláh. Pre udržanie plného rozsahu pohybu segmentov dolných končatín je najefektívnejšou polohou stoj. K tomuto účelu, uchovať čo najdlhšie vzpriamené postavenie a schopnosť stoja a chôdza, je možné využiť ortézy, chodítka alebo vertikalizačný stôl<sup>(4, 24)</sup>.

Obrázok 7. Pacientka cvičí proti odporu výdechového trenažeru Threshold positive expiratory pressure (PEP), pričom sa snaží udržať čo najlepšie vzpriamené postavenie trupu a správny dychový stereotyp.



Svaly a kĺby je vhodné preťahovať, keď sú zahriate. Zahriatie svalu pozitívnou termoterapiou alebo fyzickou aktivitou spôsobuje zníženie tuhosti väziva. Optimálny čas k tomuto druhu cvičenia je po aeróbnej fyzickej aktivite, po kúpeli alebo ku koncu dňa. V niektorých prípadoch je pri cvičení nutná pomoc rodinných príslušníkov<sup>(12,28)</sup>. Mobilní a samostatní pacienti môžu vyskúšať aj voľnočasové programy, akými je veľmi ľahká joga.

### Zvýšenie opatrnosti

Je dôležité pacienta naučiť, akým spôsobom má cvičiť a hýbať sa, aby si neuškodil a podieľal sa na zlepšení kvality svojho života, no nemenej dôležité je, aby poznal vhodnú individuálnu mieru, teda intenzitu, dĺžku a frekvenciu cvičenia. Pacient s NMO by nemal cvičiť do vyčerpania, ktoré si nemusí uvedomiť priamo v priebehu aktivity. Únava sa vo významnejšej miere objavuje až nasledujúci deň a môže pacienta obmedziť pri vykonávaní bazálnych denných úkonov. Preto je dobré intenzitu cvičenia prispôbiť tak, aby šetrnú aktivitu mohol vykonávať denne<sup>(12)</sup>.

Pri cvičení s odporom je nutné vyhýbať sa namáhavej excentrickej aktivite a je vhodné pamätať na možnú slabosť z preťaženia. Niekedy sa totiž môže zameniť pocit svalovej únavy so svalovou slabosťou, no svalová únava by mala po odpočinku odznieť. V prípade, že slabosť po dostatočne dlhom priestore pre regeneráciu pretrváva, indikuje to príliš vysokú mieru záťaž<sup>(16)</sup>.

Kĺby a periartikulárne štruktúry chránime pred ich poškodením fyzickou námahou čo najergonomickejším východiskovým nastavením. Niekedy je k tomuto účelu nutné využiť pomôcky, akými sú ortézy alebo driekové pásy, ktoré pomáhajú stabilizovať príliš slabé segmenty<sup>(12)</sup>.

Pri odporúčaní pohybových aktivít je nevyhnutné, aby bol pacient oboznámený s príznakmi hroziaceho poškodenia svalov, ku ktorým patria svalové kŕče, neodznievajúca bolesť, slabosť precvičovaných svalových skupín a tmavý moč po cvičení<sup>(4,16,17)</sup>. Pri ich výskyte je potrebné, aby pacient ihneď znížil intenzitu cvičenia a vyhľadal odbornú konzultáciu.

### Záver

Z doterajších poznatkov odborných štúdií vieme, že primeraná a vhodne dávkovaná fyzická aktivita pacientom s NMO

pomáha udržovať ich kondičné a v niektorých prípadoch aj silové schopnosti<sup>(6)</sup>. Pacienti často vnímajú prínos cvičenia v zlepšení funkčných schopností v rámci bežných denných činností, ale aj cez endorfíny tlmiace bolesť a navodzujúce pocit fyzickej a psychickej pohody<sup>(12)</sup>. O možnostiach pohybových aktivít je vhodné pacientov informovať pri pravidelných kontrolách v neuromuskulárnom centre, ideálne formou vypracovanej príručky. V rámci rehabilitácie by mali byť pacienti poučení, ako denne a samostatne vykonávať ucelené pohybové aktivity a dlhodobo by pritom mali byť sledovaní. Pacienti sa takto aspoň čiastočne môžu podieľať na udržiavaní svojich pohybových možností a zlepšení kvality svojho života.

#### Literatúra

- Preisler N, Orngreen MC. Exercise in muscle disorders: what is our current state? *Curr Opin Neurol*. 2018; 31(5): 610-7.
- Anziska Y, Sternberg A. Exercise in neuromuscular disease. *Muscle Nerve*. 2013; 48(1): 3-20.
- Miller RG. Role of fatigue in limiting physical activities in humans with neuromuscular diseases. *Am J Phys Med Rehabil*. november 2002; 81(11 Suppl): S99-107.
- Eagle M. Report on the muscular dystrophy campaign workshop: exercise in neuromuscular diseases Newcastle, January 2002. *Neuromuscul Disord NMD*. december 2002; 12(10): 975-83.
- Burns J, Sman AD, Cornett KMD, Wojciechowski E, Walker T, Menezes MP, et al. Safety and efficacy of progressive resistance exercise for Charcot-Marie-Tooth disease in children: a randomised, double-blind, sham-controlled trial. *Lancet Child Adolesc Health*. október 2017; 1(2): 106-13.
- Abresch RT, Carter GT, Han JJ, McDonald CM. Exercise in Neuromuscular Diseases. *Phys Med Rehabil Clin*. 01. august 2012; 23(3): 653-73.
- Sczesny-Kaiser M, Kowalewski R, Schildhauer TA, Aach M, Jansen O, Grasmücke D, et al. Treadmill Training with HAL Exoskeleton-A Novel Approach for Symptomatic Therapy in Patients with Limb-Girdle Muscular Dystrophy-Preliminary Study. *Front Neurosci*. 2017; 11: 449.
- Porcelli S, Marzorati M, Morandi L, Grassi B. Home-based aerobic exercise training improves skeletal muscle oxidative metabolism in patients with metabolic myopathies. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. 01 2016; 121(3): 699-708.
- Andersen G, Heje K, Buch AE, Vissing J. High-intensity interval training in facioscapulohumeral muscular dystrophy type 1: a randomized clinical trial. *J Neurol*. jún 2017; 264(6): 1099-106.
- Bankole C, Millet G, Temesi J, Bachasson D, Ravelojaona M, Wuyam B, et al. Safety and efficacy of a 6-month home-based exercise program in patients with facioscapulohumeral muscular dystrophy: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*. 01. august 2016; 95: e4497.
- Hedermann G, Vissing CR, Heje K, Preisler N, Witting N, Vissing J. Aerobic Training in Patients with Congenital Myopathy. *PLoS One*. 2016; 11(1): e0146036.
- Reffin J, Dewar L, Di Marco M, Doran N, Eagle M, Freebody J, et al. Exercise advice for adults with muscle-wasting conditions. *Muscular Dystrophy Campaign Support Resour Hub* [Internet]. november 2014 [cit 15. máj 2019]; Available at: <http://hub.muscular-dystrophy.org/wp-content/uploads/2014/12/Exercise-advice-for-adults-final-051214.pdf>
- Vanhees L, Lefevre J, Philippaerts R, Martens M, Huygens W, Troosters T, et al. How to assess physical activity? How to assess physical fitness? *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil Off J Eur Soc Cardiol Work Groups Epidemiol Prev Card Rehabil Exerc Physiol*. apríl 2005; 12(2): 102-14.
- McDonald CM. Physical activity, health impairments, and disability in neuromuscular disease. *Am J Phys Med Rehabil*. november 2002; 81(11 Suppl): S108-120.
- Adler S, Beckers D, Buck M. *PNF in Practice*. 4th vyd. Berlin: Springer Medizin; 2014. 312 s.
- Allen DG. Eccentric muscle damage: mechanisms of early reduction of force. *Acta Physiol Scand*. marec 2001; 171(3): 311-9.
- Clarkson PM, Nosaka K, Braun B. Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. *Med Sci Sports Exerc*. máj 1992; 24(5): 512-20.
- Neumannová K, Kolek V. Asthma bronchiale a chronická obštrukčná pľúcni nemoc Možnosti komplexní léčby z pohledu fyzioterapeuta. Praha: Mladá fronta; 2012. 170 s.
- Neumannová K. Možnosti využití technik pľúcni rehabilitace pro léčbu snížené síly dýchacích svalů. (Czech). *Use Pulm Rehabil Treat Decreased Respir Muscle Strength Engl*. marec 2015; 154(2): 72.
- Kolář P, et al. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén; 2009.
- Kolar P, Sulc J, Kyncl M, Sanda J, Neuwirth J, Bokarius AV, et al. Stabilizing function of the diaphragm: dynamic MRI and synchronized spirometric assessment. *J Appl Physiol Bethesda Md* 1985. október 2010; 109(4): 1064-71.
- Koessler W, Wanke T, Winkler G, Nader A, Toifl K, Kurz H, et al. 2 Years' experience with inspiratory muscle training in patients with neuromuscular disorders. *Chest*. september 2001; 120(3): 765-9.
- Obayashi H, Urabe Y, Yamanaka Y, Okuma R. Effects of respiratory-muscle exercise on spinal curvature. *J Sport Rehabil*. február 2012; 21(1): 63-8.
- Skalsky AJ, McDonald CM. Prevention and management of limb contractures in neuromuscular diseases. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. august 2012; 23(3): 675-87.
- Johnson ER, Fowler WM, Lieberman JS. Contractures in neuromuscular disease. *Arch Phys Med Rehabil*. 01. september 1992; 73(9): 807-10.
- Jones DA, Round JM. *Skeletal Muscle in Health and Disease: A Textbook of Muscle Physiology*. Manchester University Press; 1990. 246 s.
- D'Angelo MG, Berti M, Piccinini L, Romei M, Guglieri M, Bonato S, et al. Gait pattern in Duchenne muscular dystrophy. *Gait Posture*. január 2009; 29(1): 36-41.
- Vacek J. Léčebná rehabilitace u svalových dystrofií. *Neurol Praxi*. 2005; 6(6): 302-5.

Podporené Ministerstvom zdravotníctva ČR – koncepčný rozvoj výskumnej organizácie (FNBr, 65269705)

Vyhlasenie autorov o bezkonfliktnosti: Nemáme potenciálny konflikt záujmov.

#### Adresa pre korešpondenciu:

Mgr. Daniela Botiková  
Rehabilitační oddělení FN Brno  
Neurologická klinika LF MU a FN Brno  
Jihlavská 20, 625 00 Brno  
e-mail: botikova.daniela@fnbrno.cz