

Využití elektromyografie u spinálního pacienta z pohledu ergoterapeuta

The use of surface electromyography in spinal cord injury patient: an occupational therapy perspective

Kateřina Nováková, Yvona Angerová¹, Kristýna Hoidekrová^{1,2}

¹Klinika rehabilitačního lékařství 1. LF UK a VFN v Praze

²Rehabilitační ústav Kladuby, Kladuby u Vlašimi

e-mail: kristyna.hoidekrova@gmail.com

Citace: NOVÁKOVÁ, Kateřina, Yvona ANGEROVÁ a Kristýna HOIDEKROVÁ. Využití elektromyografie u spinálního pacienta z pohledu ergoterapeuta. Ergoterapie: Teorie a praxe [online]. 2024, 1(1), 5–10. ISSN 3029-5025. Dostupné z: <https://ergoterapie.cz/casopis-ergoterapie-teorie-a-praxe-1-2024/>

Datum doručení do redakce: 4. 3. 2024, datum přijetí k publikaci: 16. 4. 2024

Abstrakt: V České republice je elektromyografie (EMG) doménou především neurologie, respektive neurofiziologie, nicméně zahraniční zkušenosti poukazují i na možné využití povrchového EMG v ergoterapii v rámci funkční diagnostiky a poskytování zpětné vazby pro aktivitu horních končetin. Tato práce předkládá kazuistiku pacienta, u kterého byla využita metoda objektivního měření pomocí povrchové elektromyografie. V programu NORAXON byly sledovány hlavní svaly na horní končetině účastníků se při vybraných personálních běžných denních činnostech (ADL) jako je pití, manipulace se zubním kartáčkem a přesuny z vozíku. Jednotlivé naměřené hodnoty odpovídající svalové aktivity (parametry mean a peak) byly u pacienta individuálně posouzeny. Na základě výsledků měření byl objektivně stanoven funkční potenciál svalů zapojených do konkrétních ADL.

Klíčová slova: ergoterapie, elektromyografie, poranění míchy, horní končetina

Abstract: In the Czech Republic, electromyography (EMG) is primarily utilized in neurology- neurophysiology. However, foreign experiences have also demonstrated the use of EMG in occupational therapy as part of functional diagnostics and biofeedback for the upper limb. This work presents a case study of a patient in whom the objective measurement method using surface electromyography was employed. In the NORAXON program, the main muscles of the upper extremity involved in selected activities of daily living (ADLs), such as drinking, handling a toothbrush, and transferring from a wheelchair, were monitored. Individual measured values (average and peak parameters) were evaluated for the patient. Based on the measurement results, the functional potential of the muscles involved in specific ADLs was objectively determined.

Keywords: occupational therapy, electromyography, spinal cord injury, upper limb

Úvod

Současná nejmodernější neurorehabilitace u pacientů po získaném poškození míchy (250–300 případů ročně, s incidentní úrazových míšních lézí 16,5 případů na 1 milion obyvatel za rok (Česká společnost pro míšní léze, 2024)) vychází z neuro-modulace pomocí exoskeletů a robotických přístrojů vybavených elektromyografií (EMG) pro zpětnou vazbu. Využívá při tom funkční elektrostimulace, epidurální nebo transkutánní

stimulace míchy či trénink s odlehčením tělesné hmoty (Pilkar et al., 2020). Nejnovější výsledky zahraničních výzkumů v oblasti získaného poškození míchy dále ukazují změnu zaměření terapie, odklon od patologie k obnově funkce pomocí intenzivního repetitivního tréninku (Musselman, Shah a Zariffa, 2018).

K nastavení vhodné terapie se zaměřením na obnovu funkce horních končetin, je nutné provedení objektivního vyšetření stavu svalů, kterým může být povrchová elektromyografie.

Jedná se o diagnostickou neinvazivní metodu, která je široce využívána jako standardní nástroj pro studium kineziologie svalů a přináší informace o myoelektrickém výstupu svalu. Tento výstup umožňuje zjistit, zda je sval aktivní či nikoli, popř. popsat míru svalové aktivity (Rodová et al., 2001). Provedení správné funkční diagnostiky je zásadní pro nastavení vhodné intervence a celého ergoterapeutického plánu. Diagnostiku ergoterapeuta provádí pomocí ergoterapeutického vyšetření a hodnocení a definuje tak původ a rozsah klinických obtíží v jednotlivých oblastech výkonu soběstačnosti (Švestková, et al. 2013). Konvenční testy však často bývají subjektivní a chybí kvantitativní měřitelné výstupy.

Metodika

Tato práce demonstруje využití povrchového EMG na jedné případové studii jako ukázku propojení diagnostiky pomocí EMG a ergoterapie.

Mezi kritéria výběru pacienta patřila diagnóza Spastická tetraplegie (dle MKN oblast G82.4), věkové rozmezí 20–80 let, subakutní stadium míšní léze a hospitalizace v RÚ Kladuby.

Pro funkční diagnostiku horních končetin pomocí EMG byly vybrány činnosti pití, manipulace s kartáčkem při použití náhradního úchopu tetraplegika a přesun z vozíku na lůžko (byla měřena schopnost vzporu ve vozíku – aktivace m. triceps brachii). Povrchové elektrody elektromyografu byly aplikovány na hlavní svaly, které se při dané činnosti ADL zapojují. Přesná lokalizace elektrod byla určena dle obecně používaných standardů palpací hlavních svalů účastnících se při vybraných činnostech.

Před měřením byla pacientovi důkladně očištěna horní končetina dezinfekcí a osušena. Byly nalepeny 2 jednorázové elektrody na bříško každého ze zvolených svalů. Pacient byl informován o postupu měření a byl vyzván, aby provedl pohyb, při kterém byla aktivita svalu měřena.

U pacienta byla měřena dominantní pravá horní končetina. Měření bylo zaměřeno na zkoumání, zda je sval aktivní či nikoli, s ohledem na funkční provedení konkrétní ADL. Výsledky EMG potvrzí či vyvrátí aktivní zapojení konkrétního svalu do funkce, zesílí hůře viditelné biologické signály, které nejsou během konvenčního hodnocení znatelné a napomáhají v dalších klinických úvahách (např. zaměřit se na posílení konkrétního svalu, volba kompenzační strategie apod.).

Elektrody byly nalepeny na bříška svalů m. biceps brachii, m. extensor carpi radialis longus, m. flexor carpi radialis, m. triceps brachii, uzemňovací elektroda byla napojena na epicondylus lateralis humeri.

Povrchová elektromyografie je neinvazivní zdravotnický prostředek, diagnostika byla použita na základě indikace ošetřujícího lékaře, výzkum byl schválený Etickou komisí RÚ Kladuby a pacient podepsal informovaný souhlas.

Použité technické vybavení

Pro snímání elektrické aktivity svalu byly použity předgelené nalepovací povrchové elektrody (výrobce Ceracarta). Pro vyšetření byl použit přístroj NORAXON USA INC., který umožňuje měření svalové aktivity pomocí povrchových elektrod. Součástí přístroje je zesilovač a kabely s klipsy pro připojení elektrod. Zpracování měřených signálů bylo provedeno pomocí počítačového programu MyoResearch XP.

Kazuistika

Tato případová studie demonstруje využití EMG v ergoterapii u pacienta s diagnózou dle MKN G82.4 Spastické tetraplegie vzniklou v důsledku autonehody.

Pacient ve věku 40 let utrpěl polytrauma při srážce osobního automobilu s traktorem. Na podkladě fraktury obratlů C4–C6 s míšní ischemií došlo ke vzniku spastické tetraplegie (parapáze horních končetin akcentovaná akrálně a paraplegie dolních končetin). Pacient byl letecky transportován do nemocnice v Praze, kde byla provedena stabilizace C a Th páteře a následně byl přeložen na Spinální jednotku. V subakutním stádiu 5 měsíců od vzniku poranění byl pacient přijat do Rehabilitačního ústavu Kladuby k pokračování v intenzivní rehabilitaci.

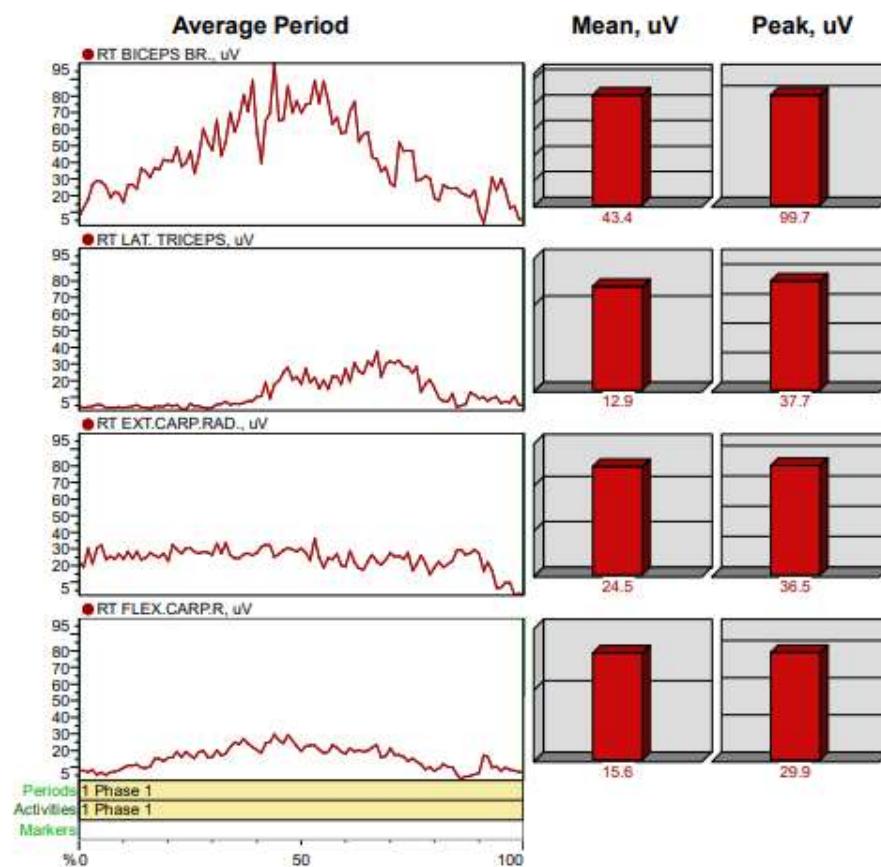
Pacient t. č. žije s rodinou a dvěma dětmi v l. patře panelového domu (11 schodů před hlavním vchodem, 11 schodů k bytu, bez výtahu), má zapůjčený schodolez a plánuje přestavbu bytu. Pracuje jako údržbář, původně vyučen kuchařem. Kouří 20–25 cigaret denně, alkohol příležitostně, mimo nynější onemocnění trpí chronickou pankreatitidou.

V době vyšetření (vyšetřováno vsedě na lůžku) měl pacient asymetrické postavení těla, zepředu byla znatelná elevace levého ramene a z boku výrazná hrudní kyfóza. Ve Spinal Cord Independence Measure dosáhl pacient 52 bodů /100 bodů. V rámci sebesycení si pacient samostatně nasadil dlaňovou pásku a s její pomocí se najedl za delší časový úsek s přestávkami. Pacient si samostatně oblekl triko, pro oblečení tepláků potřeboval delší časový úsek, ponožky si neoblékl, boty si obul vsedě na lůžku (zapínání na suché zipy). Nutná byla dopomoc v osobní hygieně a při pití. Pacient měl nervově svalovou dysfunkci močového měchýře, prováděl samostatně intermitentní katetrizaci s využitím ergohandu. Vyprazdňování stolice

probíhalo po podání bisacodylu ve formě čípku do pleny, aplikaci čípku a očištění zajišťoval personál. Pro provádění hygiény potřeboval pacient fyzickou pomoc při přesunu na koupací vozík, namydlení a osušení zvládal samostatně. V oblasti mobility byl pacient téměř soběstačný, pohyboval se samostatně na mechanickém vozíku v interiéru i exteriéru, přesuny z vozíku na lůžko zvládal s využitím skluzné desky. Chůze nebyla možná, pro překonání schodů pacient využíval schodolez nebo schodištové plošiny.

Horní končetiny byly omezené především v aktivní flexi a extenzi prstů, pacient měl vytvořený funkční úchop tetraplegika, pomocí kterého bylo možné oba pohyby prstů provést. Na pravé ruce vázla při palmární flexi plná extenze prostředníku, který zůstával flektován a pacientovi zamezoval v uchopování předmětů. Po krátkém protažení se prst uvolnil. Bidigitální a pluridigitální úchopy nebyly možné, pacient využíval kulový, válcový a bimanuální úchop. Svalová síla byla oslabená v celém průběhu horních končetin s akrální akcentací. Hranice kompletního porušení povrchového i hlubokého čítí byla od obratle Th1 kaudálně. Kognitivně byl pacient v pořádku, byl orientován osobou, časem, místem i situací.

Graf 1 EMG záznam během činnosti pití z lahve



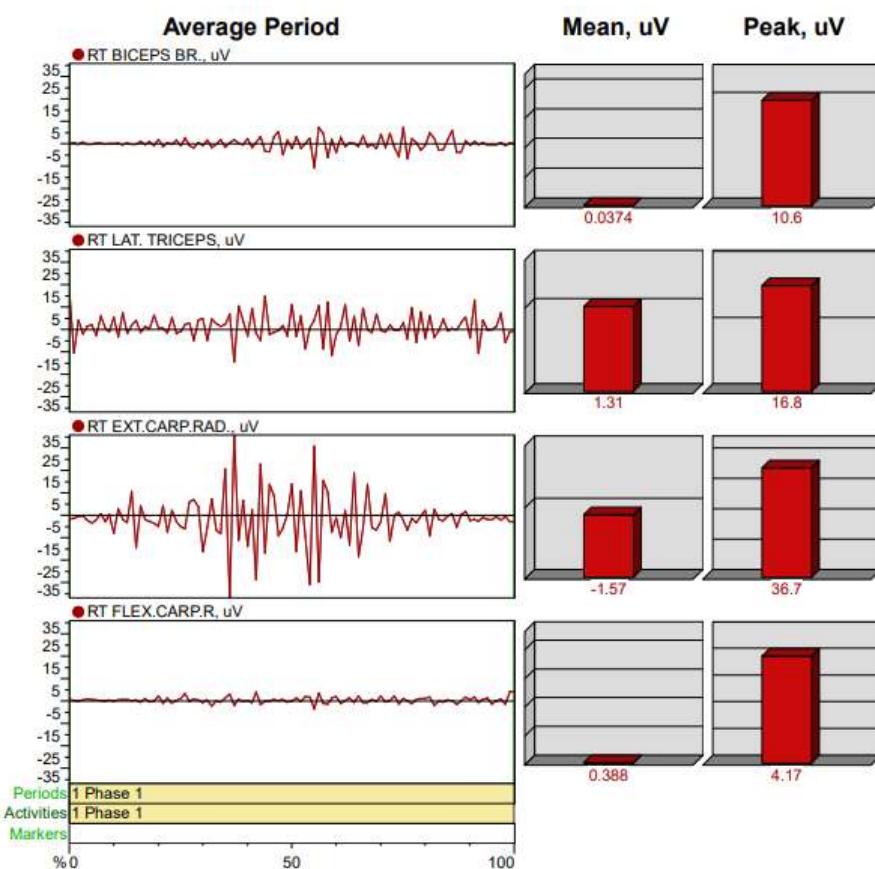
Cílem pacienta bylo provedení samostatného přesunu bez skluzného prkna, samostatné provedení osobní hygiény a zvýšení svalové síly horních končetin. Pro ověření vhodnosti stanovených cílů s ohledem na výšku léze a stanovení efektivních terapeutických postupů bylo provedeno vyšetření pomocí EMG se zaměřením na klíčové svaly dominantní končetiny, které se při ADL zapojují.

Výsledky

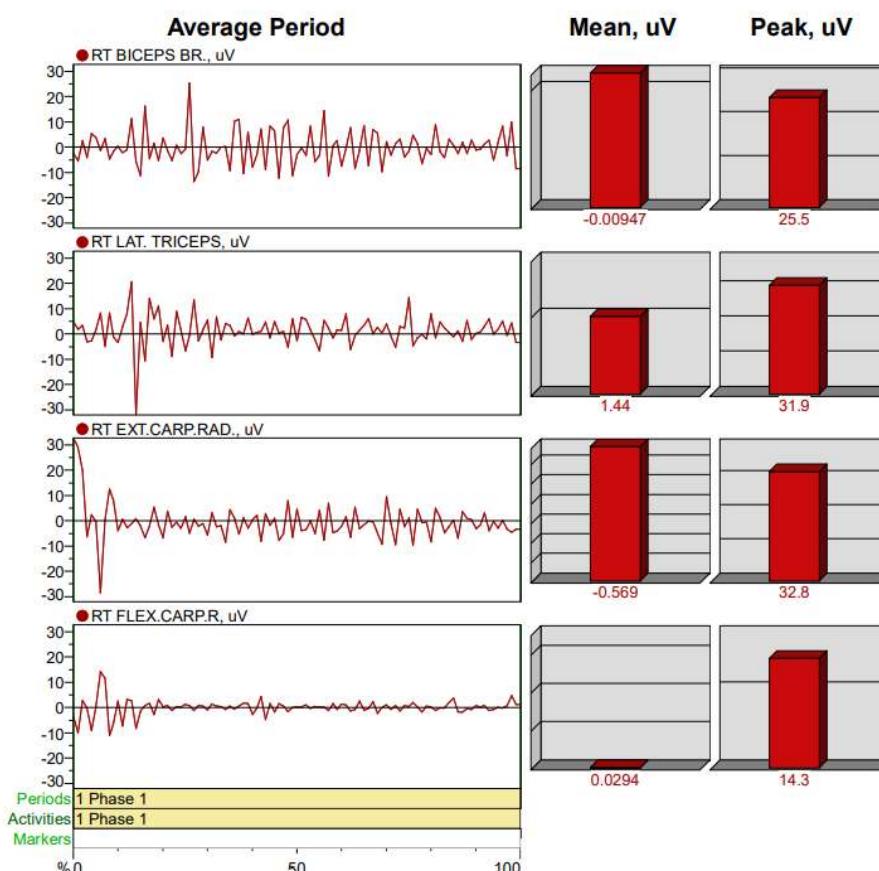
U pacienta byly sledovány svalová aktivita v konkrétních ADL činnostech (pití, manipulace s kartáčkem při použití náhradního úchopu tetraplegika a přesuny z vozíku). U všech činností vyšetření zahrnovalo m. biceps brachii, m. extensor carpi radialis longus, m. flexor carpi radialis, m. triceps brachii (viz Graf 1, Graf 2, Graf 3).

Pro vyhodnocení signálu svalu byly vybrány kontrakce, při kterých sval dosáhl nejvyšší hodnoty (peaku). Červená křivka hodnotí výkon svalů uvedený v mikrovoltech (μ V) během jednotlivých ADL.

Křivka zobrazuje dostatečnou aktivitu svalu m. biceps brachii, který je potřebný pro provedení flexe v loketním kloubu, a tedy přiblížení ruky k ústům. Z grafu je patrné, že aktivita m. biceps brachii odpovídá fází přiblížení a oddálení ruky k ústům. Fáze vlastního pití, kdy by měla být největší aktivita m. biceps brachii, je krátká a kolísavá. Lze pozorovat i aktivaci m. extensor carpi radialis longus, protože byl využit náhradní dlaniový úchop pomocí dorzální flexe. Pro delší naptí a zvýšení kvality provedení pohybu je doporučení pro intervenci zvýšení svalové síly se zaměřením se na m. biceps brachii s využitím EMG zpětné vazby.

Graf 2 EMG záznam během manipulace se zubním kartáčkem (fáze sevření a přiblížení k ústům)

Křivka znázorňuje aktivaci m. extensor carpi radialis longus, který je u tetraplegiků potřebný pro uchopení zubního kartáčku. Vzhledem k využití náhradního úchopu s kompenzačním mechanizmem dorzální flexe v akru na grafu není vidět zapojení m. flexor carpi radialis. Křivka ukazuje čisté provedení pohybu, ale kolísá v čase a peaku svalu je dosaženo s latencí (opožděný timing). S ohledem na doporučenou dobu čištění zubů 2–3 minuty by terapie měla být zaměřena na zvýšení svalové kondice m. biceps brachii, m. triceps brachii a m. extensor carpi radialis longus.

Graf 3 EMG záznam během přesunu z vozíku na lůžko

Z grafu je patrné, že se na vzporu ve vozíku podílely i ostatní měřené svaly. Graf zobrazuje i aktivitu m. extensor carpi radialis longus a m. flexor carpi radialis, které se zapojují ve chvíli opory. Triceps brachii byl dostatečně aktivován pro provedení vzporu na horních končetinách, lze vidět i aktivitu m. biceps brachii, který je nejvíce aktivován v návratové fázi pohybu. Pacient se samostatně přesune z vozíku na lůžko pomocí skluzné desky a aktivně využívá vzpor ve vozíku pro odlehčení sedu. EMG vedle diagnostického záměru lze v tomto případě využít i jako zpětnou vazbu, která pacientovi ukazuje, že končetina jsou dostatečně svalově silná, aby mohl zkusit přesun bez skluzného prkna. Pro zesílení zpětné vazby by mohlo být měření provedeno i na druhé horní končetině.

Při zpracování elektromyografického signálu byla provedena tzv. rektifikace – převedení záporných hodnot do kladných, tedy vytvoření absolutních hodnot ze všech zaznamenaných hodnot ve vybraném úseku.

První typ (**Graf 1**) zobrazuje křivku, kde jsou záporné hodnoty převedeny do kladných – tento typ grafu je přehlednější a ukazuje pouze kladné hodnoty. Druhý typ grafu (**Graf 2**) zobrazuje i záporné hodnoty, protože nebyla provedena rektifikace. Ten to typ grafu umožňuje sledovat, zda je elektromyografický signál střídavý a osciluje stejnou mírou do kladných i záporných hodnot. Výsledek aktivity svalu se v případě obou znázornění křivkou ukáže identicky ve sloupcových grafech.

Obecně výsledky ukazují nejvýraznější aktivitu svalů m. biceps brachii, m. triceps brachii a m. extensor carpi radialis longus. V souladu s nejnovějšími poznatkami o terapii u pacientů po získaném poškození míchy by měl být intenzivní repetitivní trénink zaměřen právě na tyto tři klíčové svaly, které mají nejsilnější aktivitu ve vztahu k funkčnímu stavu horní končetiny.

Diskuze

Při sestavování přehledu problematiky byl překvapující nedostatek informací ohledně využití povrchové elektromyografie ergoterapeutem, i když dle zahraničních klinických zkušeností lze tuto metodu velmi vhodně využít jak k diagnostice, tak k terapii napříč různými diagnózami (Silva et al., 2017; Kim et al., 2016; Garrido-Montenegro, 2016). Pilkar et al. (2020) se ve své práci zabývá bariérami pro širší klinické využití povrchové EMG. Konkrétní problém pro využití EMG v ergoterapii (ale i fyzioterapii) spatřuje v časové náročnosti diagnostiky a v její integraci do často velmi plných terapeutických rozvrhů. Obdobnou argumentaci přináší i Balbinot et al. (2022), který stejně jako předchozí autor vidí problém v integraci EMG do klinické praxe i v nedostatku praktických zkušeností s využitím EMG, kdy se během vzdělávání terapeutům dostává pouze teoretických znalostí. V klinické praxi pak terapeuti (ale i lékaři) nejsou schopni efektivně nakládat s touto diagnostikou a jen vytrvalí jedinci si tuto metodu osvojí. Přitom se jedná o metodu, která by odpověděla na řadu klinických otázek, např. jaký je vhodně zvolený typ a intenzita terapie/stimulace, na jaké klíčové oblasti se svalově aktivním potenciálem se zaměřit během terapie apod. (Balbinot et al., 2022; Pilkar et al., 2020).

Přímé použití elektromyografie ergoterapeutem bylo nalezeno v několika studiích napříč diagnózami. Sun-Ho Kim et al. (2016) uvádí příznivý vliv EMG-stim na pacienty po cévní mozkové příhodě. Pomocí neuromuskulární stimulace vyvolané

elektromyografem hodnotila skupina ergoterapeutů horní končetinu při provádění úkolů u dvaceti pacientů, pacienti využívající společně s intervencí EMG-stim dosáhli lepších výsledků. Elektromyografii také využila portugalská ergoterapeutka Natália Sanchez Silva et al. (2017), kdy pomocí povrchové elektromyografie měřila 20 vysokoškolských studentů při provádění několika testů zaměřených na obratnost ruky. U spinálních pacientů se dle studií využívá EMG spíše jako zpětná vazba, i když z klinických praxí víme o využívání EMG k funkční diagnostice v ergoterapii u spinálních pacientů např. v Izraeli.

Jedním z důležitých zjištění při práci byl fakt, že při aplikaci povrchových elektrod velmi závisí na stavu kůže pacienta. Dle Krobota et al. (2011) je jedním z faktorů ovlivňujících kvalitu měření kontakt mezi elektrodou a kůží. Doporučuje před aplikací kůži očistit (alkoholem či abrazivní pastou), aby došlo ke snížení impedance a byl výsledkem kvalitnější kontakt mezi elektrodou a kůží. Dupalová (2015) navíc uvádí pro přípravu kůže možnost oholení měřeného místa či jemnou abrazi brusným papírem. Zároveň uvádí, že určité zdroje považují za dostatečné omytí mýdlovou vodou a osušení ručníkem. Pro měření pacienta v této studii byla využita pouze metoda očištění alkoholem a osušení, která se jevila efektivní.

Závěr

Povrchová elektromyografie by mohla být využita v ergoterapii jako objektivní nástroj pro hodnocení schopnosti aktivace svalu za účelem zhodnocení potenciálu obnovy optimálních pohybových stereotypů. Využití by však nemělo být vnímáno jako plošné, ale jako specializované hodnocení u konkrétní skupiny pacientů za konkrétním účelem. K EMG vyšetření by mělo být přistupováno ve chvíli, kdy je nutné provedení podrobnější diagnostiky a kdy konvenční diagnostické a terapeutické přístupy selhávají. Na rozdíl od subjektivního hodnocení lze na základě číselné objektivizace pomocí EMG lépe stanovit cíle a plány terapie, specifickěji se zaměřit na problematickou oblast a osvětlit patologické souhyby, které klinicky u pacientů pozorujeme. Elektromyografie tak může sloužit jako efektivní nástroj pro práci s pacientem a zvýšit kvalitu vyšetření i intervence a následně objektivně hodnotit efekt terapie pomocí EMG reevaluace.

Pro další práci s povrchovou elektromyografí by bylo vhodné vytvořit strukturovanou metodiku využití elektromyografie ergoterapeutem a stanovení klíčových svalů zapojených v konkrétních ADL, které jsou vhodné pro hlubší diagnostiku i s ohledem na diagnózu. Bylo by užitečné nastavit dle výsledků měření podrobnou intervenci a sledovat vývoj pacienta na základě číselných hodnot.

Vzhledem k tomu, že není elektromyografie uváděna mezi možnostmi objektivního hodnocení v ergoterapii, měl by tento článek upozornit na možnost jejího využití.

Prohlášení o střetu zájmů: Autoři prohlašují, že v souvislosti s výzkumem, autorstvím a/nebo publikací tohoto článku ne-dochází ke střetu zájmů.

Prohlášení o finanční podpoře: Autoři neobdrželi žádné fi-nanční prostředky na publikaci tohoto článku.

Zdroje

BALBINOT, Gustavo et al. The use of surface EMG in neuroreha-bilitation following traumatic spinal cord injury: A scoping review. *Clinical Neurophysiology* [online]. 2022, **138**, 61–73 [cit. 2024-02-20]. ISSN 1388-2457. DOI: 10.1016/j.clinph.2022.02.028.

DUPALOVÁ, Dagmar. Problematika použití povrchové elektro-myografie: Poznámky k vybraným aspektům aplikace v léčebné rehabilitaci. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2015, **22**(1), 26–30. ISSN 1211-2658.

GARRIDO-MONTENEGRO, Maricel. Use of EMG biofeedback for basic activities of daily living training in stroke patients. Pilot ran-domized clinical trial. *Revista de la Facultad de Medicina* [online]. 2016, **64**(3), 477–483 [cit. 2024-02-01]. ISSN 2357-3848. DOI: 10.15446/revfacmed.v64n3.56213.

KIM, Sun-Ho et al. Effects of task-oriented training as an added treatment to electromyogram-triggered neuromuscular stimula-tion on upper extremity function in chronic stroke patients. *Oc-cupational Therapy International* [online]. 2016, **23**(2), 165–174 [cit. 2024-02-01]. ISSN 0966-7903. DOI: 10.1002/oti.1421.

KROBOT, Alois et al. *Povrchová elektromyografie v klinické rehabili-taci*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2011. ISBN 978-80-244-2762-1.

Míšní léze. In: Česká společnost pro míšní léze ČLS JEP [online]. © 2024 [cit. 2024-01-09]. Dostupné z: <https://sciday.cz/misni-leze>

MUSSELMAN, Kristin E., Meeral SHAH a José ZARIFFA. Rehabili-tation technologies and interventions for individuals with spinal cord injury: translational potential of current trends. *Journal of neuroengineering and rehabilitation* [online]. 2018, **15**(1), 1–8 [cit. 2024-01-31]. ISSN 1743-0003. DOI: 10.1186/s12984-018-0386-7.

PILKAR, Rakesh et al. Use of surface emg in clinical rehabilitation of individuals with sci: barriers and future considerations. *Fron-tiers in neurology* [online]. 2020, **11** [cit. 2024-01-20]. ISSN 1664-2295. DOI: 10.3389/fneur.2020.578559.

RODOVÁ, Dagmar et al. Současné možnosti využití povrchové elektromyografie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství*. 2001, **8**(4), 174–177. ISSN 1211-2658.

SILVA, Natália Sanches et al. Electromyographic activity of the upper Limb in three hand function tests. *Hong Kong Journal of Oc-cupational Therapy* [online]. 2017, **29**(10), 10–18 [cit. 2024-02-27]. ISSN 1569-1861. DOI: 10.1016/j.hkjot.2016.11.003.

ŠVESTKOVÁ, Olga et al. *Ergoterapie: skripta pro studenty bakalářského oboru Ergoterapie na 1. lékařské fakultě Univerzity Karlovy*. Praha, Univerzita Karlova, 1. lékařská fakulta, 2013. ISBN 978-80-260-4101-6.