

UNIVERZITA KARLOVA
3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA



Kateřina Konstancie Počepická

**Vliv transkraniální stimulace stejnosměrným proudem
na motorické funkce horní končetiny u lidí po cévní
mozkové příhodě: pilotní studie**

*The effect of transcranial direct current stimulation on
upper limb functional motor recovery in stroke
patients: pilot study*

Bakalářská práce

Praha, květen 2024

Autor práce: Kateřina Konstancie Počepická

Studijní program: Specializace ve zdravotnictví

Bakalářský studijní obor: Fyzioterapie

Vedoucí práce: **prof. MUDr. Marcela Grünerová-Lippertová, Ph.D.**

Pracoviště vedoucího práce: **Klinika rehabilitačního lékařství 3. LF UK a FNKV**

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracoval/a samostatně a použil/a výhradně uvedené citované prameny, literaturu a další odborné zdroje. Současně dávám svolení k tomu, aby má závěrečná práce byla používána ke studijním účelům.

Souhlasím s trvalým uložením elektronické verze mé práce v databázi systému Theses.cz a Turnitin za účelem soustavné kontroly podobnosti závěrečných prací.

V Praze dne 21. května 2024

Kateřina Konstancie Počepická

Poděkování

Chtěla bych poděkovat vedoucí práce, paní prof. MUDr. Marcele Grünerové-Lippertové, Ph.D. za vedení práce, přínosné konzultace a možnost zapojit se do studie. Chtěla bych poděkovat paní Mgr. Heleně Zimermanové, DiS. za konzultace, komunikaci a spolupráci. Také bych chtěla poděkovat panu Mgr. Přemyslu Vlčkovi Ph.D., který mě s transkraniální stimulací seznámil. Za konzultace ohledně zpracování dat bych chtěla poděkovat paní doc. Małgorzate Wójcik. Dále bych chtěla poděkovat Klinice rehabilitačního lékařství 3.LF a FNKV v Praze za možnost působení.

Obsah

OBSAH	5
ÚVOD	7
1. MOZEK	9
1.1 Anatomie cévního zásobení mozku	9
2. FYZIOLOGIE A PATOFYZIOLOGIE	10
3. CÉVNÍ MOZKOVÁ PŘÍHODA	11
3.1. EPIDEMIOLOGIE.....	11
3.2. ETIOPATOGENEZE.....	11
3.3. ISCHEMICKÁ CÉVNÍ MOZKOVÁ PŘÍHODA	12
3.3.1. Etiopatoogeneze mozkové ischemie	12
3.3.2. Příčiny mozkové ischemie	12
3.3.3 KLINICKÝ OBRAZ ISCHEMICKÉ CÉVNÍ MOZKOVÉ PŘÍHODY	13
3.4. HEMORHAGICKÁ CÉVNÍ MOZKOVÁ PŘÍHODA.....	13
3.3. RIZIKOVÉ FAKTORY.....	14
4. PARÉZA	14
4.1. PERIFERNÍ PARÉZA	14
4.2. CENTRÁLNÍ PARÉZA	15
4.2.1. Ruka postižena centrální parézou.....	15
5. REHABILITACE U PACIENTŮ PO CÉVNÍ MOZKOVÉ PŘÍHODĚ	15
5.1. MIRROR THERAPY	16
5.2. PRÁCE S TERAPEUTICKOU HMOTOU.....	16
6. VYBRANÉ FYZIOTERAPEUTICKÉ METODY A TESTY	17
6.1. FUGL-MEYER ASSESSMENT SCALE (FMA)	17
6.2. NINE-HOLE PEG TEST.....	17
6.3. HAND GRIP STRENGTH TEST	18
7. PŘÍSTROJOVÉ METODY	18
7.1. TRANSKRANIÁLNÍ STIMULACE STEJNOSMĚRNÝM PROUDEM.....	18
8. SOUČASNÝ STAV BĚHÁNÍ	19
8.1. OBECNÉ VYUŽITÍ tDCS	19
8.1.2. Obecné využití tDCS v České republice.....	22
8.2. VYUŽITÍ tDCS PO MOZKOVÉ MRTVICI	23
METODIKA	29
PRAKTICKÁ ČÁST	34
10.1. CÍLE PRÁCE	34
10.2. Přehled pacientů.....	34
10.2.1. Značení	34
10.3.1. MĚŘENÍ – EXPERIMENTÁLNÍ SKUPINA	35
10.3.1.1. Pacient č. 001 R.....	35
10.3.1.2. Pacient č.002 R.....	36
10.3.1.3. Pacient č.005 R.....	38
10.3.1.4. Pacient č.008 R.....	39
10.3.2. MĚŘENÍ – KONTROLNÍ SKUPINA	41
10.3.2.1. Pacient č.003 S.....	41
10.3.2.2. Pacient č.004 S.....	42
10.4. VÝSLEDKY TESTOVÁNÍ.....	44
10.4.1. Výsledky experimentální skupiny – NHPT + HGST	44

10.4.2. Výsledky experimentální skupiny – FMA.....	45
10.4.3. Výsledky kontrolní skupiny – NHPT + HGST.....	45
10.4.4. Výsledky kontrolní skupiny – FMA.....	46
DISKUZE.....	47
ZÁVĚR.....	51
SOUHRN.....	53
SUMMARY.....	54
KLÍČOVÁ SLOVA.....	54
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	55
SEZNAM OBRÁZKŮ, TABULEK A GRAFŮ.....	61
SEZNAM PŘÍLOH.....	62
PŘÍLOHY.....	63
SEZNAM ZKRATEK.....	69

Úvod

Téma své bakalářské práce, Vliv transkraniální stimulace stejnosměrným proudem na motorické funkce horní končetiny u lidí po cévní mozkové příhodě, jsem si vybrala na základě zájmu o možnosti rekonvalescence pacientů po cévní mozkové příhodě. S touto problematikou jsem se setkala na volitelném předmětu zabývající se včasnou neurorehabilitací, který mě s možnostmi neurorehabilitace seznámil a také nadchl. Díky této studii se mohu dozvědět více o možnosti využívání transkraniální stimulace a též mám možnost si ověřit její funkčnost a využitelnost při rekonvalescenci pacientů. Dalším důvodem, proč jsem si vybrala toto téma, je zaujetí neuroplasticitou mozku, což je schopnost mozku se měnit a vyvíjet, což ve mně vzbudilo zájem toto téma více poznat a na základě nových znalostí pomáhat pacientům efektivněji rehabilitovat.

V současnosti se vliv transkraniální stimulace zkoumá v mnoha odvětvích, jako například u pacientů s Parkinsonovou chorobou, při poruchách pozornosti, u ADHD pacientů nebo například u chronických bolestí. U některých chorob už ovšem byl prokázán léčivý účinek, a to například v léčbě nerezistentní depresivní poruchy, fibromyalgie nebo též pomáhá zlepšovat problémy spojené s pamětí. Některé studie prokázaly zlepšení u pacientů po cévní mozkové příhodě při využívání tDCS, ale naleznou se i studie, které pozitivní vliv vyvrací, tudíž bych ráda zjistila, zda tDCS má opravdu pozitivní vliv na výsledky rehabilitace.

Metoda tDCS nabývá na popularitě zejména díky nízké pořizovací ceně, nízkému počtu nežádoucích účinků, jednoduchosti obsluhy a zejména příznivých účinků při léčbě různých onemocnění či symptomů.

Ve studii budu porovnávat experimentální a kontrolní skupinu, přičemž obě skupiny pacientů budou rehabilitovat stejným způsobem. Jedná se o zaslepenou studii, tudíž pacienti nebudou vědět, zda dostávají doopravdy neurostimulační terapii nebo nedostávají. Pacienti bez neurostimulační terapie budou vystaveni placebo efektu. Efektivita terapie bude porovnávána na základě několika testů. Použity byly tyto testy: Fugl-meyer Assessment pro horní končetinu, Nine hole peg test a Hand grip strenght test.

Cílem mé práce je zjistit, zda by metoda tDCS mohla mít prokazatelně pozitivní účinky na výsledky rehabilitace funkční motoriky po cévní mozkové příhodě.

Dále je cílem mé práce naučit se aplikovat tDCS a používat funkční testy, díky kterým ověřím účinky tDCS.

Přínos své práce spatřuji v tom, že v případě prokázání pozitivního vlivu transkraniální stimulace by byla rehabilitace u pacientů po cévní mozkové příhodě efektivnější a výsledky by se mohly dostavovat rychleji.

1. Mozek

Mozek společně s míchou tvoří centrální nervovou soustavu, která je hlavním řídicím orgánem lidského těla. Mozek se nachází v lebce, která ho chrání před vnějším poraněním. Mozek se skládá z několika částí, které vznikly z neurální trubice při embryogenezi. (Wikiskripta, 2022)

Orszách (1995, str. 19-21) uvádí, že mozkový kmen je proximálním pokračováním míchy, který se skládá z prodloužené míchy, Varolova mostu a mesencephala (středního mozku). Ve středním mozku se nachází i část retikulární formace, která se svou sestupnou částí podílí na motorických oblastech míchy, čímž ovlivňuje zejména svalový tonus.

Dorsálně od mozkového kmene se nachází mozeček řídící automatizaci pohybu a volní pohyblivost. Dále na mozkový kmen navazuje mezimozek a dále přechází v hemisféry. Dále se po stranách thalamu a postranních mozkových komor nachází bazální ganglia, což jsou párové útvary tvořené shluky jader nazývané šedou hmotou mozkovou.

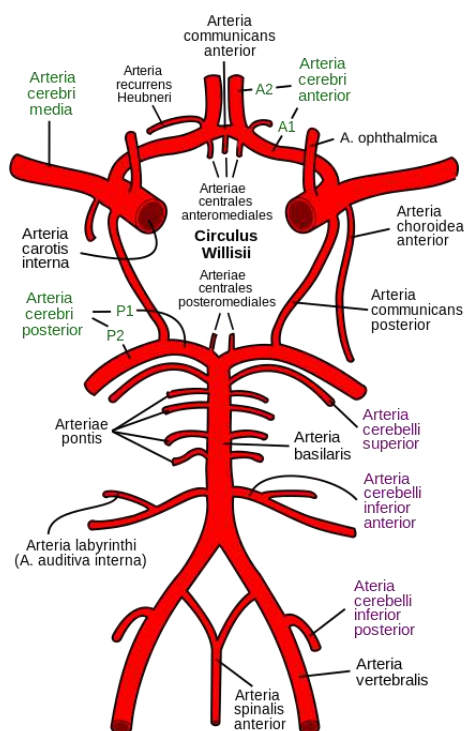
Funkční jednotkou cévní nervové soustavy je neuron, tedy nervová buňka, která je složena z těla neuronu a nervových vláken, která buď dostředivě přivádí informace do buňky, anebo odstředivá vlákna, která naopak vedou vzruch z buňky například do svalů. Na povrchu buňky se nachází semipermeabilní membrána udržující napětí, jehož změny jsou příčinami nervových vzruchů. V nervové soustavě rozlišujeme též bílou a šedou hmotu. Bílá hmota je tvořena nervovými vlákny obalenými myelinem, který je zodpovědný za bílé zbarvení. Oblasti s nervovými buňkami se nazývají šedá hmota.

Hudák (2021, str. 391) píše o bílé hmotě, která se nachází v hloubi mozku a v míše se nachází na povrchu v podobě drah. Šedá hmota se nachází na povrchu mozku jakožto mozková kůra a v hloubi v podobě bazálních ganglií. V míše se šedá hmota nachází naopak pod bílou hmotou okolo centrálního kanálu.

1.1 Anatomie cévního zásobení mozku

Mozek je cévně zásoben z dvou párů tepen arteriae carotides internae a arteriae vertebrales vycházející z aorty, a které jsou pomocí větví arteriae cerebri propojeny na spodině mozku v subarachnoideálním prostoru. Toto anastomotické spojení umožňuje propojení mezi přední a zadní mozkovou cirkulací, dále také mezi pravou a levou mozkovou hemisférou. Tato anastomóza se nazývá Willisovým okruhem, jehož funkcí je zabezpečit plynulou cirkulaci a zásobení kyslíkem. (Wikiskripta, 2021)

Krev je z mozku odváděna žilami, které dělíme na povrchové a hluboké a ty poté ústí do žilních splavů. Odtud krev pokračuje jugulárními věnami dále do oběhu. (Orszách, 1995, str. 31)



Obrázek 1 Willisův okruh

Arteria cerebri anterior zásobuje oblast korové motorické části pro dolní končetiny v čelním laloku a také část temenního laloku. Arteria cerebri media zásobuje korové motorické oblasti pro horní končetinu a hlavu v čelním laloku, dále též zásobuje spánkový a temenní lalok. Arteria cerebri posterior zásobuje týlní lalok, který je zrakovým analyzátozem. Dále také zásobuje spánkový lalok. (Orszách, 1995, str.30)

2. Fyziologie a patofyziologie

Mozek je orgán, bez něž by lidské tělo nemohlo fungovat. Získává informace z vnitřního i zevního prostředí, tyto informace třídí a dále zpracovává. Mozek obsahuje mnoho neuronů, které pracují od narození až po úmrtí, k čemuž potřebují mnoho energie, aby mohly neustále fungovat. Výživa neuronů probíhá perfusí, tedy průtokem krve, která obsahuje živiny a kyslík. Na nedostatek kyslíku jsou neurony velmi citlivé a po několika minutách bez oxykličení odumírají a vznikají nevratné změny. Ne všechny látky se však krví dostanou do mozku. Nachází se zde hematoencefalická bariéra, která je nepropustná pro makromolekuly. (Orszách, 1995, str.32-34)

Při úplném výpadku průtoku krve mozkem dochází během 20 vteřin ke ztrátě vědomí a po přibližně 10 minutách dochází k ireverzibilním poškozením mozku. Příčinou poškození je ischemie, která vzniká buďto kompresí tkáně hromadící se krví z krvácení nebo nedostatkem hypoxií vzniklou v důsledku uzávěru, díky němuž není k tkáním přiváděna nová krev. (Silbernagl, 2001, str.360-361)

3. Cévní mozková příhoda

Cévní mozkové příhody definovala WHO (World health organization), tedy světová zdravotnická organizace jako rychle se rozvíjející fokální, ale i celkové příznaky poruchy mozkových funkcí, které trvají déle než 24 hodin nebo končící smrtí bez přítomnosti jiné příčiny než vaskulárního původu. Cévní mozková příhoda se též nazývá iktem, nebo anglicky stroke. (Nevšímalová, 2005, str.171)

Iktus je též definován jako akutní postižení mozkových cév, které může být způsobeno ucpáním cévy sraženinou, zúžením cévy nebo prasknutím mozkové cévy, což vede k omezení krevního zásobení. (Feigin, 2007, str.39)

3.1. Epidemiologie

Dle dat uvedených na stránkách Fakultní nemocnice u sv. Anny v Brně se v České republice ročně vyskytne okolo 47 tisíc cévních mozkových příhod. Celosvětově pak tato nemoc postihne nad 17 miliónů lidí, čímž se označuje za 2. nejčastější příčinu úmrtí na světě. (Fnusa, 2023)

Z dlouhodobého hlediska se dle statistik snižuje počet úmrtí v důsledku cévní mozkové příhody a to tak, že v roce 1995 zemřelo 13 772 lidí, zatímco v roce 2021 pouze 5053 lidí. (Prystaszová. 2023)

3.2. Etiopatogeneze

Cévní mozkové příhody vznikají na základě poruchy prokrvení buď části, nebo celého mozku, což se nazývá ischemie. V případě hemoragie se jedná o krvácení do mozkové tkáně. Při krvácení do subarachnoidálního prostoru se jedná o subarachnoidální krvácení. Vzácně může dojít k postižení žilního systému trombózou nebo intrakraniální tromboflebitidou. (Nevšímalová, 2005, str.171)

3.3. Ischemická cévní mozková příhoda

3.3.1. Etiopatogeneze mozkové ischemie

U ischemických cévních mozkových příhod je příčinou kritické snížení perfúze mozku. Z počátku je pokles perfúze kompenzován vazodilatací arteriol a zvýšením extrakce kyslíku z krve. Pokud nedojde k poklesu průtoku krve pod 20 ml, tak nedochází k ovlivnění neuronálních funkcí, čemuž se říká syndrom nouzové perfúze. Pokud dojde k poklesu průtoku pod 20 ml, tak nejsou kompenzační mechanismy dostatečné a dochází k ischemickým lézím a poruše neuronálních funkcí, což se klinicky začíná projevovat. Hypoxická tkáň se nachází v ischemickém polostínu, kde se postižené oblasti říká zona penumbra. Jedná se o reverzibilní stav, takže při včasné obnově perfúze odezní symptomatologie. Při poklesu pod 10 ml dochází k úplnému selhání regulačních mechanismů, přičemž se rozvíjí takzvaná ischemická biochemická kaskád, jejíž součástí je vznik ireverzibilních strukturálních změn mozkové tkáně a buněčná smrt. Rozvíjí se mozkový infarkt. Kolaterální oběh je jedním z nejdůležitějších kompenzačních mechanismů při hypoxii mozkové tkáně, protože díky němu jsou buňky v zóně penumbře schopny přežít a jsou schopny reparace. (Nevšímalová, 2005, str. 173-174)

3.3.2. Příčiny mozkové ischemie

Příčiny mozkové ischemie se dělí na lokální nebo celkové, přičemž za lokální příčinu se považuje ložisková hypoxie a za celkovou příčinu difúzní hypoxické postižení mozku. Lokální příčiny jsou zodpovědné za ischemii vzniklou v povodí postižené cévy, zatímco celkové se projevují v hraničních oblastech jednotlivých povodí, kde je chudší cévní zásobení. Ale i difúzní hypoxie se může klinicky projevit ložiskovou symptomatologií. Ložiskové příčinou jsou vaskulární, kardiální nebo hematologické a vedou k postižení cévní stěny. Nejvýznamnějším vaskulárním onemocněním je ateroskleróza. Z kardiovaskulárních příčin se nejčastěji jedná o embolizaci, která způsobí až 30% ischemických cévních mozkových příhod. Jedná se nejčastěji o důsledek fibrilace síní nebo onemocnění chlopní. Z hematologických příčin se jedná o hyperkoagulační stavy. K celkovým příčinám patří difúzní hypoxické postižení mozku, které může být hypoxické, stagnační, anemické a z reologických příčin. (Růžička, 2021, str. 236-240)

3.3.3 Klinický obraz ischemické cévní mozkové příhody

Ischemická cévní mozková příhoda se projeví náhlým neurologickým deficitem v podobě poruchy vědomí, chování, kognitivních funkcí, poruchy řeči, epileptickým záchvatem nebo bolestí hlavy. Projevy neurologického deficitu závisí na místě ischemie, tzn. mozkové arterii. Podle postižené arterie se liší neurologické deficity jako například hemiparéza či hemiplegie, hemianopsie, hemihypestezie atd. (Růžička, 2021, str. 236-240)

Hudák (2021, str. 472) píše, že pokud dojde k uzávěru tepny, tak důsledky odpovídají dané oblasti mozku, která byla vyživována nyní ucpanou tepnou. Tedy pokud dojde k uzávěru arteria cerebri anterior, tak dochází ke kontralaterální obrně převážně dolní končetiny. Při uzávěru arteria cerebri posterior dochází k poruchám zraku kontralaterálně. A v případě uzávěru arteria cerebri media dochází ke kontralaterální obrně horní končetině, kontralaterální poruše citlivosti a stejnostranné obrně mimických svalů.

K symptomům uzávěru arteria cerebri anterior se též řadí obtíže řeči poškozením suplementární motorické kůry a při oboustranném postižení se může vyskytovat apatie díky postižení dolní části frontálního laloku a části limbického systému. Nejčastěji nastává uzávěr arteria cerebri media, který kromě kontralaterálních paréz horních končetin může způsobovat též spasticitu nebo při poškození řečových center motorické i senzorické poruchy řeči. Uzávěry karotid nebo arteria basilaris se mohou též projevovat výpadky v oblastech zásobených arteria cerebri media a anterior.

3.4. Hemoragická cévní mozková příhoda

Hemoragická cévní mozková příhoda je charakteristická krvácením do mozkové tkáně, které vzniká jako důsledek ruptury cévní stěny některé z mozkových arterií. Tento typ představuje 15 % všech cévních onemocnění mozku a má větší mortalitu než ischemické příhody. Progrese klinických projevů vzniká kvůli rozvoji mozkového edému a stlačení okolních cév, což dále způsobuje hypoxii postižené oblasti. Rozlišujeme tříštivé nebo globózní krvácení. Tříštivé krvácení je způsobeno rupturou cévní stěny v důsledku chronické arteriální hypertenze, které často postihuje centrální perforující arterie, což vede ke krvácení do bazálních ganglií, thalamu, vnitřního pouzdra a méně často do mozkového kmene nebo mozečku. Globózní krvácení, také nazýváno atypickým krvácením, je způsobeno rupturou anomálií cévy jako například angiomy. Nejčastějším výskytem globózního krvácení je subkortikální oblast, kde způsobuje tzv. roztlačení mozkové tkáně.

Další příčinou intracerebrálního krvácení jsou arteriovenózní malformace, které se nejčastěji lokalizují v povrchových oblastech mozkových hemisfér. Mohou krvácet opakovaně, přičemž vzrůstá mortalita. Další velice častou příčinou intracerebrálního krvácení jsou komplikace medikamentózní léčby ve formě hemoragií, a to zejména u antikoagulační nebo trombolytické medikace. (Nevšímalová, 2005, str. 174-175)

3.3. Rizikové faktory

Feigin (2007, str. 49-63) píše, že cévní mozkové příhody většinou vznikají na základě kombinace zdravotních problémů společně se špatným životním stylem nebo špatnými návyky. Některé rizikové faktory lze regulovat či eliminovat farmakologicky, ale i nefarmakologicky změnou životního stylu. Mezi zdravotní rizikové faktory se řadí hypertenze, vysoká hladina tuků v krvi (zejména cholesterolu), ateroskleróza, srdeční obtíže (arytmie, fibrilace), diabetes, neprasklé aneurysma a genetické faktory (výskyt v rodině). Většinu těchto faktorů můžeme kontrolovat, nebo se jich vyvarovat. Mezi nefarmakologické rizikové faktory patří kouření jak aktivní, tak pasivní, dále nezdravá strava, konzumace alkoholu a málo pohybu. Užívání drog a nadváha též zvyšuje riziko vzniku cévní mozkové příhody.

Hypertenze postupně přispívá k poškození cévní stěny, tvrdnutí tepen, také podporuje tvorbu krevních sraženin a výdutí, čímž přispívá ke vzniku iktu.

Srdeční onemocnění (fibrilace síní, angina pectoris, poruchy chlopní) též zvyšují riziko vzniku CMP. Například porucha funkce chlopní, arytmie nebo infarkt může způsobit vznik embolu v srdci, který se může uvolit a cestovat dále oběhem až do mozku, kde při ucpání tepny způsobí ischemickou cévní mozkovou příhodu.

Mezi hlavní příčiny vzniku cévní mozkové příhody patří ateroskleróza, jejíž hlavní příčinou je vysoká hladina krevních lipidů, které tvoří aterosklerotický plát, čímž se zužují tepny, ve kterých roste tlak.

Dalším rizikovým faktorem je diabetes mellitus, který podporuje vznik aterosklerózy.

4. Paréza

4.1. Periferní paréza

Růžička (2021, str. 75-76) parézy dělí na periferní a centrální. Původem periferní parézy je buď poškození periferního motoneuronu nebo přerušení axonu periferního nervu. Periferní

paréza se projevuje paretickým (chabým) držením těla, slabostí až hypotonií svalstva, sníženou výbavností reflexů postižené části a svalovou atrofií. Při postižení nervu se sensitivní složkou dochází k poruše cití v příslušné area nervina.

4.2. Centrální paréza

Centrální paréza vzniká poškozením centrálního motoneuronu v průběhu od motorické kůry, v průběhu pyramidové dráhy až k míše. Projevuje se slabostí, pozitivními zánikovými jevy, spasticitou, zvýšenou výbavností reflexů a přítomnými iritačními jevy. Objevuje se též typické Wernicke-Mannovo držení při kontralaterálním postižení kortikospinální dráhy.

4.2.1. Ruka postižena centrální parézou

U pacientů s postiženou horní končetinou při centrální paréze je kvůli zvýšení samostatnosti důležité zlepšení senzomotorických funkcí. V tomto případě rehabilitace usiluje o zvětšení síly svalů, jemné motoriky a koordinace pohybů. Čím později započne rehabilitace, tím větší je pravděpodobnost, že pacient kompenzuje funkce paretické končetiny zdravou končetinou, což prodlužuje zlepšení neurologického deficitu a také se zvyšuje riziko vzniku bolestivého omezení pohybu ramene, s čímž často souvisí algodystrofie ruky. (Lippertová-Grünerová, 2005, str. 128-133)

5. Rehabilitace u pacientů po cévní mozkové příhodě

Lippertová-Grünerová (2005, str. 77-81) píše, že po mnoho neurologických onemocněních zůstávají dlouhodobé následky, které se snažíme pomocí rehabilitace minimalizovat a snažíme se o co nejlepší návrat pacienta zpět do běžného života. Rehabilitace začíná již v akutní fázi hospitalizace na lůžku a dále pokračuje ambulantně. Terapie by měla začít co nejdříve a měla by být dlouhodobá, tedy může trvat týdny, měsíce až roky.

Fyzioterapie hraje důležitou roli při včasné rehabilitaci, kde má spíše symptomatickou roli, jejímž cílem je dopad onemocnění na funkční systém pacienta. Prvními terapeutickými kroky ve včasné rehabilitaci je správné polohování, profylaxe pneumonie, kontraktur, dekubitů a trombózy. Po stabilizaci pacienta je možné přejít k mobilizaci a dalším funkčním a neurofyziologickým metodám. Dále přichází na řadu vertikalizace, která umožňuje stoj a chůzi, což také vede k podpoře krevního oběhu. Dále je vertikalizace prevencí osteoporózy, pneumonie, kontraktur a též podporuje peristaltiku a funkci

vyučovací soustavy. Dalším přínosem vertikalizace je zlepšení bdělosti díky aktivaci systému ARAS ve formatio reticularis. Následuje brzký návrat aktivit denního života.

5.1. Mirror therapy

Hoidekrová (2013) udává, že mirror therapy je nenáročná jednoduchá metoda, při které by měla být, co nejmenší intervence terapeuta. Terapeut musí pacientovi správně vysvětlit princip terapie. Tato terapie využívá umělého vizuálního vjemu o správné funkci postižené končetiny. Tento vjem je aferentní dráhou veden do mozku, kde se využívá neuroplastických schopností mozku k opravě postižených center nebo k vytvoření nového centra. Důsledkem je zlepšení motorické a senzitivní funkce.

K terapii se využívá zrcadlo umístěné kolmo na sagitální osu těla a zrcadlová plocha směřuje ke zdravé končetině, díky čemuž získá pacient vjem pohybů zdravé končetiny na straně nemocné.

Existuje i několik kontraindikací, které znemožňují provádět terapie. Řadí se sem například poškození zrakové dráhy, vizuální agnózie, což je porucha rozpoznávání nebo pojmenovávání, dále poruchy kognitivních funkcí nebo poškození obou horních končetin kvůli vedení špatného vjemu do mozku.

Mirror therapy má také své zásady, mezi které patří správná velikost a poloha zrcadla. Zrcadlo by mělo být umístěno 10 cm od sagitální osy těla a směřuje ke zdravé končetině. Pacient by měl do zrcadla dobře vidět. Také by pacient měl sedět pohodlně, ale zároveň správně. Pokud by sed byl nepohodlný, tak by se pacient plně nesoustředil na průběh terapie.

5.2. Práce s terapeutickou hmotou

Práce s terapeutickou hmotou je zábavná a nenásilná forma rozvoje jemné motoriky u pacientů s problémy na horní končetině, ať už po operaci, úrazech nebo cévních mozkových příhodách. Dále tato metoda přispívá ke koordinaci, síle a citlivosti. Při této metodě se zapojují i kognitivní složky: paměť, prostorová orientace, propojení oko-ruka, chápání instrukcí nebo například plánování úkolu. Výhodou této metody je finanční nenáročnost a možná náhrada terapeutické hmoty například těstem nebo inteligentní plastelína. Terapeutická hmota ze zdravotních potřeb má několik stupňů tuhosti, čímž se dá modifikovat fyzická námaha při terapii. K této terapii je vytvořen instruktážní manuál, díky kterému mohou pacienti trénovat i doma. Cviky jsou jednoduché a časově nenáročné.

Terapie obsahuje cviky v podobě formování hmoty do různých tvarů, přendávání z ruky do ruky, trénují se také úchopy, mačkání hmoty anebo se do hmoty otiskují jiné předměty. Součástí terapie je i manipulace s krabičkou, ze které se musí hmota vyjmout. (Šťastná, 2010, str. 13-14)

6. Vybrané fyzioterapeutické metody a testy

K posouzení motorických schopností máme mnoho klinických testů, z nichž byly pro tuto studii vybrány: Fugl-meyer test, Nine-hole peg test, Action research arm test a dynamometr. Další možné testy na posouzení motorických schopností jsou například Medical research council scale, rovnováha ve stoji, rovnováha vsedě nebo škála pro hodnocení chůze. (Lippertová-Grünerová, 2005)

6.1. Fugl-Meyer Assessment scale (FMA)

Dalším klinickým test, který hodnotí míru poškození funkcí končetin po cévní mozkové příhodě je Fugl-Meyer Assessment (FMA). Tento test je rozdělen do několika kategorií. Těmi je kvantitativní hodnocení motorických funkcí horních i dolních končetin, dále je hodnocena rovnováha, rozsah pohybu, senzorycké funkce a kloubní bolest.

Fugl-Meyer test se využívá k posouzení poruchy motorických funkcí a slouží také jako test účinnosti terapie. Test trvá přibližně 25 minut, ale není v klinické praxi používán moc často.

Hodnocení se zaznamenává pomocí třibodové stupnice 0–2, přičemž:

- 0 = nelze provést
- 1 = částečně provedeno
- 2 = plně provedeno

Maximální počet bodů je 226, přičemž maximální možná hodnota pro horní končetinu je 66 a pro dolní končetinu 34, dále je hodnocena rovnováha maximálně 14 body, kloubní rozsahy 44 bodů a kloubní bolest též 44.

K provedení testu je zapotřebí pouze klidné a prostorné místo. Dále předměty potřebné k testování úchopů. (AbilityLab, 2016)

6.2. Nine-hole peg test

Nine hole peg test je standardizovaný klinický test používaný k hodnocení jemné motoriky a obratnosti prstů. Test se skládá z destičky s devíti otvory a devíti kolíků, které

se umísťujú do otvorů. Celé se to měří stopkami, přičemž se porovnávají obě končetiny. Test se provádí u cévních mozkových příhod, Parkinsonovy choroby nebo u roztroušené sklerózy. (AbilityLab, 2024)

6.3. Hand grip strenght test

Fajkusová (2010) píše o využívání dynamometru k vyšetření síly stisku. Dynamometr je přístroj převádějící pracovní výkon na číselné hodnoty. Měří se absolutní síla, což je maximální svalová kontrakce po dobu pár vteřin. Výsledná síla je měřena v kilogramech. Měření se provádí na obou končetinách, aby se mohly výsledky porovnat.

7. Přístrojové metody

Houdek (2007, str. 43-46) mezi přístrojové metody, které ovlivňují tkáň řadí neuromodulaci s využitím elektrické stimulace. Během této stimulace dochází k průchodu elektrického proudu tkání. Při průchodu elektrického proudu tkáněmi dochází k zahřívání tkáňe, k podráždění tkáňe a při průchodu stejnosměrným proudem tkání dochází též k elektrolyze tkáňe. Zahřívání je při množství proudu použitého při neuromodulaci zanedbatelné. Dráždivý účinek elektrického proudu je žádoucím jevem, díky kterému se neuromodulace využívá. K dosažení podráždění je třeba dosáhnout nadprahového impulsu. K neuromodulaci se využívají elektrody, mezi nimiž protéká proud, tudíž musí být elektrody umístěny tak, aby tkáň, kterou chceme podráždit byla mezi elektrodami.

7.1. Transkraniální stimulace stejnosměrným proudem

Mareš (2023) píše transkraniální stimulaci stejnosměrným proudem jako o moderní terapeutické metodě využívající stejnosměrný proud s nízkou intenzitou k navození podprahových změn potenciálů na kortikální i subkortikální úrovni.

Provedení tDCS stimulace vyžaduje elektrody, které se umísťují na specifická místa, podle toho, na kterou oblast chceme působit. K stimulaci je zapotřebí dvou a více povrchových elektrod. Čím menší elektroda je použita, tím fokálnější je její účinek. K fixaci elektrod se dá využít elastická čepice, neoprenová čapka nebo gumová páska. Dále je zapotřebí k dosažení efektivní stimulace při konstantní hodnotě stejnosměrného proudu buď zvyšovat napětí nebo snižovat elektrický odpor. Zvýšení napětí nepřichází v úvahu kvůli možnému poškození tkáňe. Ke snížení elektrického odporu se využívá fyziologický roztok nebo gel. U gelu je třeba nezapomenout na rychlejší vysychání.

Stimulace je definována několika parametry, a to elektrickým proudem značeným v miliampérech, délkou stimulace, umístěním, velikostí a tvarem elektrod. Stimulace trvá obvykle od 10 do 30 minut a velikost elektrického proudu se pohybuje od 0,5 do 2mA. Ještě může být udán takzvaný ramp-up, což je časový úsek trvající od spuštění stimulace po dosažení požadované velikosti elektrického proudu. Tento časový úsek obvykle trvá 15 až 30 vteřin.

Výhodou tDCS je málo nežádoucích účinků. Nejčastěji se vyskytuje svědění nebo zarudnutí v místě stimulace. Dále se objevovala únava, nevolnost nebo třeba zhoršené soustředění. Subjektivní příznaky udávali častěji pacienti se shamovou stimulací (placebo efekt).

8. Současný stav bádání

Transkraniální stimulace má potenciál využití u mnoha diagnóz, čímž se zabývá mnoho studií. Studie se zabývají také bezpečností a snášenlivostí této stimulace. K rešerši jsem využila databázi PubMed.

8.1. Obecné využití tDCS

Studie (Veliengo, 2020) se snažila zjistit účinnost tDCS jakožto doplňkové léčby u pacientů se schizofrenií s převládajícími negativními symptomy. Tato studie byla dvojitě zaslepená randomizovaná a probíhala mezi lety 2014 a 2018 a dvou klinikách v Brazílii. Do studie bylo zařazeno 100 pacientů se stabilními pozitivními i negativními symptomy, přičemž měli minimálně 20 bodů na škále pozitivních a negativních syndromů (PANSS). Studie obsahovala 10 sezení tDCS, tedy 2 stimulace denně po dobu 5 dnů. Anoda byla umístěna nalevo prefrontálně a katoda nad levým temporoparietálním spojením. Poté byli pacienti sledováni 6 týdnů. Průměrný věk pacientů byl 35,3 let a studii dokončilo celkem 95 pacientů. Výsledně pacienti s aktivní tDCS měli větší zlepšení skóre PANNS. Rozdíl mezi skupinami byl větší u skupiny s aktivní tDCS. Aktivní skupina se zlepšila o 20% v míře odezvy negativních symptomů a účinky přetrvávaly i po dobu sledování 6 týdnů.

Studie (Leffa, 2022) se zabývala účinností tDCS při léčbě nepozornosti u dospělých pacientů s ADHD. Tato studie probíhala mezi lety 2019 a 2021 a účastnilo se jí 64 pacientů, kteří byli náhodně rozděleni do skupiny experimentální a kontrolní. Kritéria vyloučení zahrnovala současnou léčbu stimulancii, současně přítomné středně těžké až

těžké příznaky deprese nebo úzkosti, dále diagnostikovaná bipolární porucha či maniodepresivní epizoda v posledním roce. Z 64 pacientů dokončilo sledování po 4 týdnech 55 pacientů. Pacienti denně podstupovali 30 minutovou prefrontální stimulaci po dobu 4 týdnů. Pro hodnocení nepozornosti byla využita Adult ADHD Self report scale (CASRS). Po 4 týdnech sledování bylo průměrné skóre experimentální skupiny 18,88 CASRS a 23,63 u kontrolní skupiny, což znamená snížení nepozornosti u aktivní skupiny.

Studie (Bueno, 2023) chtěla ověřit léčebné účinky při aplikaci tDCS na různých místech (Cz, C3-Cz-C4) v kombinaci s fyzikální terapií. Kontrolovaná randomizovaná studie zkoumala 50 jednotlivců, kteří byli rozděleni do 4 skupin, přičemž 1. skupina podstoupila aktivní tDCS a fyzikální terapii, 2. skupina podstoupila aktivní tDCS (C3-Cz-C4) a fyzikální terapii, 3. skupina podstoupila simulovanou tDCS a fyzikální terapii a 4. skupin podstoupila edukační přednášku a fyzikální terapii. Stimulace trvala 20 minut a pro hodnocení rovnováhy a chůze byl použit systém 3D analýzy pohybu, k čemuž byly provedeny 3 testy: normální chůze, dual task chůze a překážková chůze. Rovnováha byla analyzována pomocí Rombergova testu. Všechny testy byly provedeny před a po intervenci. Výsledek studie neprokázal zlepšení u pacientů s Parkinsonovou nemocí.

Ve dvojité zaslepené studii (Erfmann, 2022) se zabývají účinkem tDCS na cerebellum při motorickém učení polykání. Studie se účastnilo 39 zdravých dospělých pacientů. Kteří byli rozděleni do tří skupin na simulovanou, anodální a katodální tDCS. Stimulace probíhala dvakrát, a to dva po sobě jdoucí dny. Po 20minutové stimulaci pacienti podstoupili trénink polykání, který se zaměřil na kontrolu načasování a velikost aktivace submentálních svalů během polykání. Dále bylo zkoumání udržení dovedností 3. a 10. den po intervenci. Výsledky ukázaly, že skupina se simulovanou tDCS měla horší výsledky než skupiny s anodální a katodální stimulací. Tudiž bylo zjištěno, že cerebelární tDCS inhibuje časové aspekty učení motorických dovedností při polykání.

Využití tDCS ke zvýšení výkonů profesionálních sportovců zkoumala studie (Park, 2023). Konkrétně byly zkoumány účinky tDCS na mozkovou excitabilitu ve spojitosti s vrcholovými sportovními výkony u profesionálních volejbalistek. Do studie bylo zařazeno 13 volejbalistek, které byly náhodně rozděleny do experimentální a kontrolní skupiny. Proběhly celkem dvě intervence, přičemž volejbalistky v experimentální skupině

podstoupily stimulaci primární motorické kůry po dobu 20 minut. Testován byl sportovní výkon, což zahrnovalo rychlost míče, dva vertikální skoky (skok a dosah), skok v protipohybu, dále benchpress a dřep s jedním maximálním opakováním. Testování proběhlo před a po tDCS. Výsledky prokázaly významný rozdíl v rychlosti míče po tDCS oproti simulované skupině. Rozdíl v testování skoku však nebyl významný. Rozdíl se též neprojevil při testování dřepu ani benchpressu. Závěrem studie je, že by tDCS mohlo mít vliv při zlepšování výkonů motorické koordinace u profesionálních volejbalistek.

Studie (Hamed, 2022) porovnává vliv anodické tDCS aplikované na primární motorickou oblast (M1), na levý dorzolaterální prefrontální kortex (DLPF) a simulovanou tDCS na snížení bolesti a snížení spotřeby opioidů u pacientů po operaci páteře. Ze 75 pacientů bylo vybráno 65 vhodných a následně rozděleno do tří skupin. Skupina A podstoupila anodální tDCS aplikovanou na M1, skupina B podstoupila anodální tDCS na DLPF a skupina C podstoupila simulovanou tDCS. Délka stimulace byla 20 minut a probíhla 3 po sobě jdoucí pooperační dny. Pacienti hodnotili bolest pomocí vizuální analogové škály (VAS) a dynamické analogové škály (DAS) každý den. Spotřeba opioidů byla hodnocena celkovou spotřebou morfinu za 3 pooperační dny. Výsledně nebyl žádný statisticky významný rozdíl hodnocení klidové VAS mezi skupinami. Mezi aktivními skupinami nebylo v pooperačním období žádné zlepšení, ale mezi aktivními skupinami a kontrolní skupinou došlo u aktivních skupin ke zlepšení, tedy došlo ke snížení spotřeby morfinu. Závěrem studie je, že po třech stimulacích došlo k významnému pooperačnímu snížení spotřeby morfinu a skóre DVAS.

Ve studii (Potter-Baker, 2017) se zabývali spojením tDCS s rehabilitací po dobu dvou týdnů, čímž chtěli docílit dlouhodobého zlepšení motorických funkcí u pacientů s chronickou neúplnou tetraplegií. Intervence trvala 2 hodiny 5 krát týdně. Výsledky byly hodnoceny před, bezprostředně po a 3 měsíce po intervenci. Měření probíhala pomocí TMS. Funční hodnocení zahrnovalo manuální svalový test, motorické skóre horních končetin (UEMS), ARAT a NHPT. Měření dokončilo 6 pacientů a výsledky ukázaly, že pacienti v experimentální skupině s tDCS měli lepší výsledky svalové síly ruky. V ARAT bylo větší zlepšení u pacientů v experimentální skupině, nicméně v NHPT mezi skupinami nebyl znatelný rozdíl.

8.1.2. Obecné využití tDCS v České republice

Dvojitě zaslepená randomizovaná studie (Klírová, 2024) se zabývala účinností tDCS při léčbě neuropsychiatrických symptomů postakutních následků onemocnění Covid-19. Studie porovnávala prefrontální stimulaci se simulovanou stimulací. Vhodnými subjekty byli pacienti se skóre na stupnici Fatigue Impact Scale (FIS) ≥ 40 . FIS je škála, která hodnotí míru omezení a funkční limitace vzniklé v důsledku únavy. Během 4 týdnů podstoupili pacienti 20 stimulací, tedy každý všední den. Celkem bylo analyzováno 16 pacientů z aktivní a 17 pacientů ze simulované skupiny. V závěru byl u simulované skupiny výraznější pokles skóre FIS než u aktivní skupiny. Nebyly pozorované změny u depresí, úzkostí, kognitivní výkonosti nebo v kvalitě života. Pravděpodobně tDCS není vhodná forma terapie u těchto stavů.

V randomizované dvojitě zaslepené studii (Šimko, 2021) zkoumají vliv frontoparietální tDCS v kombinaci s tréninkem vizuální pracovní paměti (VWM) na behaviorální a nervové výsledky. Studie zkoumala 25 vysokoškolsky vzdělaných starších dospělých. Stimulace nad levým dorzolaterálním prefrontálním kortexem zvýšila přesnost VWM u aktivní skupiny v porovnání se simulovanou stimulací. Ovšem nenastaly žádné kognitivní změny. Tudíž výsledkem studie je, že tDCS v kombinaci s kognitivním tréninkem může zvýšit VWM i u vysokoškolsky vzdělané starší populace.

Studie (Fricová, 2019) se zabývala využitím tDCS k léčbě orofaciální bolesti. Celkem se studie zúčastnilo 10 pacientů s chronickou orofaciální bolestí. Kritéria pro zařazení do studia byla: orofaciální bolest, stabilní analgetická medikace po dobu alespoň jednoho týdne před stimulací, dále také věk 18-75 let. Do studie nebyli zařazeni pacienti s těžkým organickým poškozením mozku nebo s epilepsií. Nejčastější diagnózou, se kterou byli pacienti přijati do studie, byla sekundární neuralgie trigeminu po stomatochirurgickém zákroku. Termální a hmatová stimulace proběhla před a po tDCS. Celková doba tDCS byla 5 po sobě jdoucích dnů. Pro hodnocení bolesti byla využita VAS při každém sledování. Výsledky ukázaly zlepšení vnímání bolesti, tudíž by tDCS mohlo být dobrým nástrojem k léčbě nejen orofaciální bolesti, ale i jiné neuropatické bolesti. Je ale třeba provést výzkum na větším počtu vzorků.

8.2. Využití tDCS po mozkové mrtvici

Studie (Garrido, 2022) se zabývá vlivem tDCS na neurologické zotavení po CMP, ale ne v akutní fázi. Tato kontrolovaná randomizovaná studie probíhala od září 2018 do března 2021 a účastnilo se jí 70 pacientů. Aplikace tDCS probíhala 20 minut každý den po dobu 7 dní a výstupem studie bylo hodnocení rozdílu funkčního zotavení horní končetiny na začátku, patý, sedmý, desátý a devadesátý den. Dále se hodnotila kvalita života a nezávislost v činnostech denního života (ADL). Experimentální skupina statisticky vykazovala lepší výsledky ve FMA. Významný rozdíl byl zaznamenán také v hodnocení nezávislosti ADL, s čímž souvisí o zlepšení kvality života po 90 dnech.

Studie (Bornheim, 2019) se zabývá měřením funkčních a sensorických výsledků během prvního roku po CMP. Přesně 50 probandů bylo randomizováno do experimentální a kontrolní skupiny. Aplikace tDCS byla prováděna 5krát týdně během prvního měsíce po prodělání CMP. K hodnocení somatosenzorických funkcí byl použit FMA. Motorickým funkčním testem byl Wolfův motorický funkční test. Pacienti byli hodnoceni 48 hodin od prodělání mrtvice, dále po 1 týdnu, po 2, 3 a 4 týdnech, po 3 měsících, po půl roce a po roce. U pacientů v experimentální skupině došlo ke statistickému i klinickému zlepšení ve všech funkčních motorických výsledků i u somatosenzorických funkcí. Rozdíl mezi oběma skupinami po měsíci byl 51% a po roce 57%.

Studie (Pires, 2023) se zaměřila na otázku, zda více stimulací vede k většímu zlepšení funkcí horní končetiny u pacientů po chronické CMP. Studie se zúčastnilo 57 pacientů s chronickou CMP více jak 3 měsíce po prodělání, kteří byli randomizováni do 3 skupin na anodální, katodální a falešnou. K posouzení senzomotorického postižení horních končetin byl použit FMA před tDCS, po 5 a po 10 stimulacích. Skupina s falešnou stimulací zaznamenala zlepšení až po 10. sezení, kdežto skupiny s tDCS stimulací zaznamenaly zlepšení už po 5. sezení. V porovnání anodické a katodické tDCS zaznamenala lepší výsledky skupina s anodickou tDCS. Závěr studie naznačuje, že zlepšení se vyskytuje již po 5. stimulaci, nicméně po 10. stimulaci je zlepšení větší.

Studie (Morone, 2022) posuzuje zvýšení účinnosti tréninku motorických funkcí horní končetiny u pacientů s chronickou CMP pomocí tDCS. 66 pacientů bylo náhodně rozděleno do 2 skupin. Aplikace tDCS proběhla před robotickou terapií celkem 10x po dobu 2 týdnů, tzn. každý všední den. Testování FMA proběhlo před a po terapii a také po

12týdenním sledování. Výsledky ukázaly, že se pacienti po terapii s tDCS významně zlepšili.

V zaslepené randomizované kontrolované studii (Sun Ho Kim, 2021) zkoumali celkem 30 probandů. Intervence tDCS trvala 20 minut každý všední den po dobu 4 týdnů. Cílem je zkoumat ovlivnění obnovy funkcí horní končetiny přidáním tDCS intervence. Výsledkem bylo zlepšení experimentální skupiny.

Randomizovaná studie (Bolognini, 2020) zkoumala 32 pacientů s poruchou motorických funkcí po CMP. Pacienti podstupovali tDCS dvakrát denně po 15 minutách po dobu 5 dnů. Aplikování tDCS začalo mezi 48. a 72. hodinou od počátku CMP. Větší zlepšení vykazovala experimentální skupina s tDCS. Ovšem po půl roce od stimulace již zlepšení nebylo znát.

Studie (Shih-Pin Hsu, 2023) zkoumá vliv tDCS na motorické zotavení u pacientů se subakutní CMP. Studie se účastnili 27 pacientů mezi 14. a 28. dnem po CMP, kteří byli náhodně rozděleni do experimentální a kontrolní skupiny. Aplikace tDCS probíhala 2 krát denně 20 minut po dobu dvou týdnů. K hodnocení účinnosti byl použit FMA, ARAT a dále magnetická rezonance po intervenci a 3 měsíce po mrtvici. V FMA zaznamenala experimentální skupina v porovnání s kontrolní skupinou zlepšení.

Studie (Alisar, 2020) se zúčastnilo 32 hospitalizovaných pacientů s CMP, kteří byli náhodně rozděleni do 2 skupin. Všichni absolvovali 15 terapií v průběhu 3 týdnů, tzn 5 terapií týdně. Terapie se zaměřovaly na horní končetiny. Experimentální skupina absolvovala 30 minut tDCS a kontrolní skupina simulovanou stimulaci. Obě skupiny byly před léčbou i po ní testovány pomocí FMA a dalších testů funkční nezávislosti, např. Brunnstromova stádia zotavení po CMP (BSSR) nebo měření funkční nezávislosti (FIM). U experimentální skupiny bylo patrné zlepšení oproti kontrolní skupině jak v FMA tak i BSSR nebo FIM. Významnější zlepšení bylo zaznamenáno u pacientů s chronickou CMP oproti subakutní mrtvici, tedy v období 3 až 6 měsíců od prodělání. Dalším závěrem této studie je, že se motorické funkce po CMP zlepšují při kombinaci tDCS s další rehabilitací.

Studie (Tedla, 2022) zkoumá účinky tDCS v kombinaci propioceptivní neuromuskulární facilitací (PNF) cílenou na místo postižení u pacientů se subakutní CMP. Studie se

zúčastnilo 54 pacientů, kteří byli náhodně rozděleni do 3 skupin po 18 pacientech. Všechny 3 skupiny absolvovali rehabilitaci, která trvala 90 minut 4 krát týdně po dobu 6 týdnů. První skupina podstupovala konvenční fyzikální terapii. Druhá skupina podstoupila konvenční fyzikální terapii, PNF a simulovanou tDCS. Třetí skupina podstoupila konvenční fyzikální terapii, PNF a tDCS. Výsledným měřítkem byly změny motorických funkcí a hodnocení kvality života. Celkově průměrné rozdíly ukázaly podstatnější zlepšení u skupiny s aktivní tDCS, po které následovala druhá skupina se simulovanou tDCS a poté skupina pouze s konvenční fyzikální terapií.

Účelem studie (Kashoo, 2022) bylo určit účinek kombinace tDCS a funkčního tréninku horních končetin u pacientů s chronickou CMP. Této randomizované kontrolované studie se zúčastnilo 64 pacientů s chronickou CMP. Obě skupiny prováděly trénink funkční motoriky horních končetin současně s tDCS, což trvalo 30 minut 5 krát týdně. Experimentální skupina dostávala aktivní tDCS a kontrolní skupina simulované tDCS. K měření výsledků byl použit FMA a ARAT na začátku a na konci, tedy po 10. stimulaci. Analýza prokázala vyšší skóre FMA a ARAT u pacientů s aktivní tDCS.

Ve studii (Chen, 2021) používají kombinaci tDCS spolu s intermitentní stimulací theta burst (iTBS) s prokazatelným terapeutickým potenciálem k rychlému vyvolání neuroplastických účinků. Konkrétně zkoumali stimulační účinky kombinace tDCS s iTBS na motorické funkce horních končetin u pacientů s chronickou CMP. Celkem 24 pacientů bylo náhodně rozděleno do skupiny se skutečnou neinvazivní stimulací tDCS a iTBS a do skupiny se simulovanou stimulací. Všichni pacienti podstoupili 18 terapeutických jednotek s délkou jedné jednotky 1 hodina. Celkem byly 3 jednotky týdně po dobu 6 týdnů. Aplikace tDCS a iTBS trvala 20 minut a probíhala během terapeutické jednotky. Před a po intervenci byli pacienti hodnoceni pomocí FMA, Jebsen-Taylorovým testem (JTT) a také testem prst na nos (FNT). Obě skupiny vykazovaly po 6 týdnech zlepšení, ovšem skupina s aktivní stimulací zaznamenala větší zlepšení v testech JTT a FNS. Výsledkem tedy je, že přidání kombinace tDCS a iTBS mají příznivý vliv na výsledky terapií u pacientů po CMP.

Studie (Baltar, 2020) se zaměřila na předvídání účinnosti tDCS spolu s fyzikální terapií vzhledem k věku, pohlaví, době od CMP nebo straně mozkové léze. Studie se zúčastnilo 80 pacientů s chronickou CMP, kteří podstoupili 10 až 15 sezení tDCS spolu s fyzikální

terapií. Hodnocení senzomotorických funkcí horní končetiny proběhlo pomocí FMA před a po léčbě. Po intervenci se výsledek FMA zlepšil průměrně o 6,2 bodů. Tato studie si dále pokládá otázku, zda závažnost mrtvice ovlivňuje účinnost tDCS v kombinaci s fyzioterapeutickými terapiemi, čímž se bude v budoucnu zabývat.

V randomizované kontrolované studii (Liao, 2020) se zabývají načasováním tDCS s neurorehabilitační intervencí, což ovlivňuje účinky modulace. Neurorehabilitační intervencí byla mirror therapy. Cílem této studie bylo zjištění, zda načasování aplikace tDCS s mirror therapy ovlivní účinky léčby motorických funkcí a denních aktivit u pacientů s chronickou CMP. Studie se zúčastnilo 28 jedinců, kteří byli rozděleni do tří skupin. Jedna skupina dostávala sekvenční kombinovanou tDCS s mirror therapy. Druhá skupina měla tDCS souběžně s mirror therapy a třetí skupina podstoupila simulovanou tDCS a mirror therapy. Intervence trvala 90 minut denně, 5 dní v týdnu po dobu 4 týdnů. Motorická funkce horních končetin byla hodnocena pomocí FMA a denní aktivity byly hodnoceny pomocí Nottingham Extended Activities of Daily Living Scale. Mezi třemi skupinami byly významné rozdíly v denních aktivitách. První skupina se sekvenční tDCS zaznamenala největší zlepšení. V této skupině se také podle kinematické analýzy zkrátila doba pohybu paretické končetiny. Všechny skupiny však zaznamenaly zlepšení motorických funkcí.

Ve studii (Mazzoleni, 2019) zkoumají účinky kombinace robotického tréninku zápěstí a tDCS při rehabilitaci pacientů po CMP v subakutní fázi, tedy 18 až 32 dní od začátku CMP. Studie se zúčastnilo 40 pacientů, kteří byli náhodně rozděleni do dvou skupin. Experimentální skupina podstoupovala 20 minut anodální tDCS a kontrolní skupina podstoupovala simulovanou tDCS. U obou skupin během tDCS probíhala robotická rehabilitace zápěstí. Účinky léčby byly hodnoceny pomocí FMA pro horní končetinu, dále byla použita Ashwortova škála a Box and Block test. Všechna měření kromě Ashwortovy škály zaznamenala nárůst v obou skupinách. V FMA se zvýšila rychlost a plynulost pohybu u obou skupin. Rozdíl mezi skupinami byl minimální.

Mezi lety 2015 a 2019 probíhala randomizovaná studie (Pinto, 2021) s účastí 60 pacientů s CMP. Pacienti byli rozděleni do skupin s pravou a simulovanou tDCS, která probíhala dvakrát denně, 6 dní v týdnu po dobu dvou týdnů. Všichni pacienti též podstoupovali

individuální motorickou a kognitivní rehabilitaci. Výsledky motorických funkcí byly hodnoceny den před začátkem a den po ukončení tDCS terapie pomocí FMA, Jebson-Taylor testem a Barthel indexem. Mimo pohybové funkce se hodnotily i kognitivní schopnosti. Výsledky motorických testů byly porovnávány mezi skupinami s přihlédnutím k věku, výchozímu skóre a latence k léčbě jako kovariát. Průměrný věk pacientů byl 46,9 let a ve vzorku bylo 73,3 % mužů. Při porovnání výsledků vzhledem ke kovariátu nebyly výsledky tDCS lepší než simulovaná léčba. Dle této studie tDCS nemá vliv na zlepšení motorických ani kognitivních funkcí.

V randomizované studii (Kuo, 2020) prozkoumávají účinky duální tDCS na obě primární kortikální oblasti u subakutní CMP. Studie zkoumala 18 pacientů 2–4 týdny od prodělání první CMP. Aplikace tDCS trvala 20 minut u experimentální skupiny a kontrolní skupina podstoupila simulovanou stimulaci. Pacienti podstoupily anodální stimulaci na straně léze a katodální stimulaci kontralaterálně. Pacienti též podstoupili rehabilitaci horních končetin. Pomocí transkraniální magnetické stimulace (TMS) a magnetoenceflografie (MEG) byly zaznamenávány motorické evokované potenciály (MEP). Na začátku měli pacienti sníženou ipsileziální excitabilitu proti kontrolám, což se projevilo nižším MEP. Duální tDCS vedla ke zvýšení MEP a zkrácením ipsileziální inhibice. Výsledkem studie je, že duální tDCS může efektivně modulovat bilaterální excitabilitu a nerovnováhu mezi hemisférami.

Studie (Beaulieu, 2019) testovala účinnost kombinace tDCS v kombinaci s progresivním odporovým tréninkem postižené horní končetiny u jedinců v chronické fázi rekonvalescence po CMP. Druhotným cílem bylo otestování bezpečnosti a snášenlivosti kombinace těchto intervencí. Účastníci, kteří prodělali 6 měsíců před vstupem do studie CMP byli náhodně rozděleni do dvou skupin. První skupina podstoupila skutečnou tDCS spolu s odporovým tréninkem. Druhá skupina podstoupila simulovanou tDCS a odporový trénink. Odporový trénink trval hodinu třikrát týdně po dobu 4 týdnů. Trvání tDCS bylo 20 minut. K hodnocení výsledků měření byl použit testy: FMA, Box and Block test, Ashwortova škála, Wolf Motor Function test a síla stisku. Klinické testování proběhlo před a po 4 týdnech tDCS. Bezpečnost a snášenlivost byly hodnoceny podle počtu a charakteristiky nežádoucích účinků. Studie se účastnilo 14 pacientů, kteří byli rozděleni do experimentální a kontrolní skupiny. V závěru se obě skupiny zlepšily, ale výsledky obou

skupin se významně nelišily. Během tDCS pacienti uváděli pálení v místě aplikace tDCS. Dále studie shledala tDCS bezpečnou a tolerovanou metodou u pacientů po CMP.

Studie (Bian, 2024) uvádí, že katodální tDCS může zesílit kortikální plasticitu indukovanou iTBS a tím zvýšit následné účinky iTBS. Cílem této studie bylo zjistit, jestli primární aktivace iTBS s katodální tDCS ipsilezionálně může zvýšit regeneraci motoriky horní končetiny u pacientů po CMP. Celkem 66 pacientů se subakutní CMP bylo náhodně rozděleno do 3 skupin, přičemž první skupina dostávala primární aktivaci iTBS pomocí tDCS, druhá skupina dostávala pouze iTBS a třetí skupina dostávala simulovanou stimulaci. Denně proběhlo jedno sezení trvající 20 minut, 5 dní v týdnu po dobu 3 týdnů. První skupina před iTBS podstoupila 10 minut trvající aktivaci pomocí tDCS. K porovnání bylo použito hodnocení FMA, dále se hodnotila svalová síla, také spasticita pomocí Ashwortovy škály a použit byl též Barthel index k hodnocení aktivity. Výsledky ukázaly, že první skupina s primární aktivací pomocí tDCS prokázala podstatná zlepšení v FMA. Rozdíl mezi druhou skupinou pouze s iTBS a třetí skupinou se simulovanou stimulací však nebyl významný. Ashwotova škála též nezaznamenala žádné zlepšení. V závěru se ukázalo, že primární aktivace pomocí tDCS umocnila výsledky rehabilitace po iTBS.

Studie (Li, 2024) měla za cíl zhodnocení zvýšení účinnosti senzomotorického tréninku horní končetiny pomocí duální tDCS u pacientů se subakutní CMP. Celkem bylo randomizováno 52 pacientů, kteří prodělali první CMP do dvou skupin. Pacienti v experimentální skupině podstoupili 20 minut duální tDCS a 40 minut senzomotorického tréninku. Celkem tato sezení byla každý den, 5 dní v týdnu po dobu 4 týdnů. K hodnocení byly použity testy: FMA, ARAT, Box and Block test, Nottinghamská senzoričká škála a Barthelův index. Testování proběhlo před začátkem a po 4 týdnech. Obě skupiny prokázaly významné zlepšení ve všech testech, ale skupina s aktivní tDCS měla větší zlepšení.

Ve dvojitě zaslepené studii (Lima, 2023) se zabývají tím, že modulací kortikální excitability může tDCS zvýšit účinky terapie. Vliv tDCS byl zkoumán na horních končetinách více než na dolních končetinách, které jsou důležité pro lokomoci a tím i nezávislost, která zásadně ovlivňuje kvalitu života. Konkrétně zkoumají kombinaci tDCS a virtuální reality spolu s motorizovaným pedálovým přístrojem. Tímto se dá zvýšit mozková plasticita, čímž se dá urychlit motorická regenerace. Výsledky jsou pozitivní jak

u motorických funkcí, koordinace, tak i u senzorických funkcí. Ovšem je třeba provést další výzkum.

Studie (Miu, 2020) porovnává účinnost repetitivní transkraniální magnetické stimulační (rTMS) a tDCS při obnově funkce horní končetiny u pacientů po prodělané CMP. Pacienti byli rozděleni do dvou skupin, konkrétně 25 pacientů do skupiny s rTMS a 26 pacientů do skupiny s tDCS. Skupiny podstoupily 3 intervence týdně po dobu 2 týdnů. Po stimulaci následovala rehabilitace. K hodnocení byly využity testy Motor Assessment scale (MAS), FMA, NHPT, HGST a Barthel index ve 2. a 4. týdnu. Výsledky neprokázaly významné rozdíly mezi skupinami. Skupina rTMS vykazovala větší zlepšení v testech jemné motoriky ruky, kdežto testy měřící hrubou motoriku, prokázaly lepší výsledky ve skupině s tDCS. Závěrem studie bylo, že obě metody přispívají významnému zlepšení funkce horní končetiny, ovšem mezi metodami nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl.

Studie (Czell, 2019) se zabývala využitím transkraniální magnetické stimulace (TMS) s klidovým motorickým prahem u pacientů s amyotrofickou laterální sklerózou (ALS), což by mohlo vést ke zlepšení jemné motoriky ruky, což bylo hodnoceno NHPT. Celkem se studie zúčastnilo 28 pacientů s ALS a 27 zdravých pacientů z kontrolní skupiny. Měření se u pacientů opakovalo po 3 a po 6 měsících. Zprvu byl čas NHPT u pacientů s ALS 1,4 krát delší v porovnání se zdravými jedinci. V dalších měřeních nebylo u zdravých jedinců ani u pacientů pozorováno zlepšení výsledků NHPT.

Metodika

Nejprve proběhl výběr vhodných pacientů do studie podle splnění daných kritérií studie a poté byl pacientům dán informovaný souhlas k podepsání (viz. Příloha č. 1), čímž byl pacient zařazen do studie.

Kritérii pro zahrnutí do studie byl věk v rozmezí 18 až 80 let, ochota podepsat informovaný souhlas, proběhlá první ischemická CMP nejdříve 6 dní a nejpozději 90 dnů od jejího začátku, poškození motorické funkce horní končetiny odpovídající nejméně druhé a vyšší úrovni postižení podle Testu funkce hemiplegické horní končetiny (Test for the hemiplegic upper extremity – FTHUE). Další podmínkou byla stabilizovaná medikace a schopnost porozumět pokynům.

Kritérii vylučující pacienta ze studie bylo více. Patří mezi ně účast v jiné výzkumné či klinické studii, závažné neurologické onemocnění (epilepsie, snížený záchvatový práh,

tumor mozku aj.), zvýšený intrakraniální tlak , závažná onemocnění srdce (arytmie nebo srdeční selhání a přítomnost kardiostimulátoru), závažné komorbidity (pneumonie, krvácení, nádorová onemocnění, renální selhání, dekompenzovaný diabetes aj.), přítomnost implantátů s obsahem kovu (chirurgické svorky uvnitř mozku nebo v jeho blízkosti, neuronální stimulátory, lékové pumpy, kochleární či oční implantáty, rovnátka), přítomnost depresivní poruchy v posledních 2 měsících, která vyžadovala medikaci. Dalšími vylučujícími kritérii byl též závažný kognitivní deficit (neschopnost pochopit zadání nebo ztížená komunikace), závažná duševní onemocnění omezující spolupráci a porozumění, Dále skóre v Montrealském kognitivním testu 20 a méně bodů, afázie, gravidita, závažná revmatoidní artritida nebo zánět struktur pohybového aparátu postižených končetin znemožňující fyzioterapeutickou a ergoterapeutickou intervenci a také nespolupráce pacienta nebo rodinných příslušníků.

Dále byl pacient zařazen do experimentální nebo kontrolní skupiny, o čemž pacient nevěděl, v které skupině se nachází. Zařazení do skupin určil lékař. Celkem bylo do studie zařazeno 6 pacientů, z nichž 4 byli v experimentální a 2 v kontrolní skupině.

Následovalo vstupní vyšetření, při kterém pacient podstoupil několik testů, a to konkrétně Nine hole peg test, Fugl-meyer test pro horní končetinu a Hand grip strenght test. Tato sezení se konala v průběhu studie dvakrát, a to na začátku studie a po deseti elektrostimulacích, na konci studie.

Nine hole peg test byl měřen stopkami a prováděn oběma rukama pro porovnání. Výsledky byly zapisovány do tabulky v excelu, kam se zapisoval čas v sekundách, datum měření a ruce byly rozlišeny na dominantní a nedominantní viz. Příloha č. 3. (AbilityLab, 2024)



Obrázek 2: Nine hole peg test

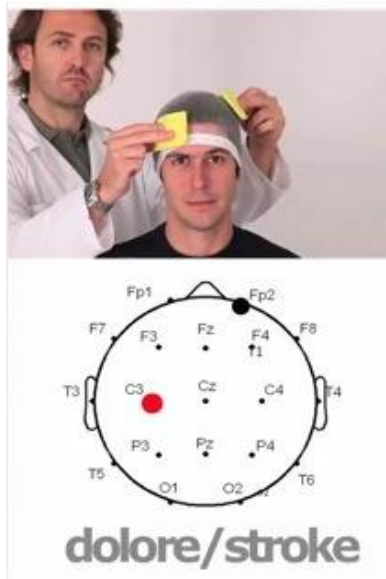
Hand grip strengt test byl prováděn oběma rukama jednou z důvodu unavitelnosti paretické končetiny. Výsledek byl též zapisován do tabulky v excelu. Ruce byly popsány jako dominantní a nedominantní. Výsledek byl uváděn v kilogramech. Každé měření bylo zapsáno pod příslušným datem, kdy bylo testováno viz. Příloha č. 4. (Fajkusová, 2010) Fugl-meyer test se provádí pro horní končetinu s maximálním možným získáním bodů 66. Pohyb je nutné provést nejprve u nepostižené končetiny a každý pohyb se provádí na postižené straně třikrát, přičemž se zaznamenává nejlepší výkon. Pokud bylo dosaženo plného bodového hodnocení u prvního nebo druhého provedení, tak se třetí pokus nemusí provádět. Test koordinace/ rychlosti se provádí pouze jednou. Bodová škála je tříbodová. Hodnocení bylo zaznamenáno též do excelového dokumentu viz. Příloha č. 2. (AbilityLab, 2016)

Stejně klinické testy pacient podstoupil v rámci výstupního vyšetření.

Pacient též podstoupil deset anodálních transkraniálních stimulací stejnosměrným proudem po dobu dvou týdnů, tedy stimulační probíhala každý všední den. Elektrostimulace trvala 20 minut, během které probíhala v rámci ergoterapie mirror therapy a práce s terapeutickou hmotou. Průběh elektrostimulace se též zapisoval do tabulky, kde se uvádí datum terapie, odpor elektrického proudu, provedená terapie a případné stížnosti pacient na bolest nebo jiné vjemy během stimulační a během doby do další stimulační. (Mareš, 2023)

Kontrolní skupina podstoupila shamovou elektrostimulaci, při které bylo vše provedeno tak, aby byl u pacienta vyvolán placebo efekt. Tudíž pacienti dostali čepičku s elektrodami, byl aplikován vodivý roztok a došlo ke spuštění krátké stimulační, během které pacient ucítil jemnou stimulační na své pokožce, díky čemuž byl pacient v domnění, že dostává elektrostimulaci (Mareš, 2023)

K fixaci elektrod byla využita čepice s možností připnutí elektrod, dále 2 elektrody, vodivý roztok, stimulator tDCS a vodivé kabely k propojení stimulatoru s elektrodami. Elektrody před aplikací byly pořádně namočené ve fyziologickém roztoku. Poté byly elektrody připnuty k čepici na lékařem určené oblasti a čepice byla nasazena. Lékař předepsal, která korová oblast má být stimulována. Anoda se nacházela na C3 nebo C4 podle strany postižení a katoda na Fp1 nebo Fp2. Tedy pokud se jednalo o pravostrannou parézu, tak byla stimulována C3 a Fp2, při levostranné paréze byla stimulována C4 a Fp1.



Obrázek 3: Umístění elektrod při stimulaci

Dodatečně byl přidán fyziologický roztok v oblasti elektrod ke snížení elektrického odporu. Anoda byla označena červeně a katoda černě. Po zapnutí stimulace se kontroluje elektrický odpor na displeji stimulátoru tDCS a ptáme se pacienta, zda necítí nepříjemné pálení.

Během mirror therapy se provádělo několik fyzických pohybů, během kterých pacienti sledovali odraz zdravé končetiny v zrcadle. V odrazu nesmí nic překážet a terapie trvala 10 minut. Prováděné pohyby byly: extenze prstů, abdukce prstů s následnou addukcí, škrábání stolu, špetka, stříška, z nulového postavení do pěsti, palec do opozice prstů, dukce zápěstí, dorsální flexe, supinace, pronace, flexe v lokti, pohyb sčerače po stole. (Hoidekrová, 2013) Další 10 minut probíhala práce s terapeutickou hmotou dle informačního bulletinu ČAE. Terapie obsahovala cviky v podobě formování hmoty do různých tvarů, přendávání z ruky do ruky, trénovaly se také úchopy, mačkání hmoty anebo se do hmoty otiskují jiné předměty. Součástí terapie byla i manipulace s krabičkou, ze které se musí hmota vyjmout. (Šťastná, 2010)



Obrázek 4: Čepice na tDCS



Obrázek 5: Elektrody ve fyziologickém roztoku



Obrázek 6: stimulátor

Statistika výsledků byla provedena v Excelu. Pro grafické znázornění byl využit sloupcový graf, přičemž došlo k zaznamenání jednotlivých testů rozdělených na experimentální a kontrolní skupinu. V grafech jsou barevně rozlišeni pacienti a zaznamenány hodnoty zdravé a paretické končetiny.

Praktická část

10.1. Cíle práce

Cílem mé práce je zjistit, zda by metoda tDCS mohla mít prokazatelně pozitivní účinky na výsledky rehabilitace funkční motoriky po cévní mozkové příhodě.

Dalším cílem mé práce bylo naučit se aplikovat tDCS a používat funkční testy, díky kterým ověřím účinky tDCS.

10.2. Přehled pacientů

Číslo	Věk	Pohlaví	Označení skupiny	Dominantní končetina	Paréza
001	59	Muž	R	Pravá	Levostranná
002	71	Žena	R	Levá	Pravostranná
003	45	Muž	S	Levá	Pravostranná
004	79	Muž	S	Pravá	Pravostranná
005	77	Muž	R	Pravá	Pravostranná
008	62	Žena	R	Pravá	Levostranná

Tabulka 1: Přehled pacientů

Celkem bylo do studie vybráno 8 pacientů, z čehož dva byli následně vyřazeni. Pacient s označením 006 byl odebrán kvůli účasti v jiné studii, což byla kontraindikace vstupu do studie. Pacientka s označením 007 odstoupila ze studie po 2 aplikacích tDCS, kdy si stěžovala na bolesti hlavy, nevolnosti a pálení pokožky. A ještě jeden pacient měl být součástí výzkumu, ale také již byl součástí jiné studie. Značení pacientů v experimentální skupině bylo písmenem R a kontrolní skupina měla písmeno S, jakožto sham.

10.2.1. Značení

K jednodušší manipulaci s daty bylo vytvořeno značení, které obsahuje název testu, dále číslo 1 (vstupní) nebo 2 (výstupní), které značí, o které měření jde. Dále je v názvu označení končetiny jakožto zdravá (healthy hand – HH) a paretická (paretic hand – PH), dále skupina, do které byl pacient zařazen (experimentální – EG, kontrolní – CG). Názvy testů tvoří zkratky. Nine hole peg test (NHPT), Hand grip strenght test (HGST) a Fugl – Meyer Assessment (FMA).

Příklad:

Nine Hole Peg Test 1_Paretic Hand_Exeprimental Group=NHPT1_PH_EG

10.3.1. Měření – experimentální skupina

10.3.1.1. Pacient č. 001 R

- ischemický iktus ICA dx.
- levostranná hemiparéza
- dominantní končetina: pravá
- věk: 59 let

HGST	dominantní	nedominantní
1.měření	51,6kg	31,6kg
2.měření	52,03kg	40,33kg

Tabulka 2: HGST 001R

NHPT	dominantní	nedominantní
1.měření	20 s	24 s
2.měření	21 s	37 s

Tabulka 3: NHPT 001R

A			P1	P2	L1	L2
	Reflexi	Biceps	2	2	2	2
		Triceps	2	2	2	2
II.a	Rameno	Retrakce	2	2	2	2
		Eleevace	2	2	2	2
		Abdukce 0°-90°	2	2	2	2
		Vnější rotace	2	2	2	2
	Loket	Flexe	2	2	2	2
	Předloktí	Supinace	2	2	2	2
b.	Rameno	Addukce	2	2	2	2
		Vnitřní rotace	2	2	2	2
Cs.	Loket	Extenze	2	2	2	2
	Předloktí	Pronace	2	2	2	2
III.	Ruka k bederní páteři		2		2	2
	Rameno	Flexe 0°-90°	2	2	2	2
	Loket 90°	Pronace- supinace	2	2	2	2
IV.	Rameno	Abdukce 0°-90°	2	2	2	2
Ss		Flexe 90°-180°	2	2	2	2
	Loket 0°	Supinace - Pronace	2	2	2	2

Tabulka 4: FMA A 001R

B		P1	P2	L1	L2
Loket 90°	Rezistence vůči odporu	2	2	2	2
Loket 90°	Flexe extenze	2	2	2	2
Loket 0°	Stabilita	2	2	2	2
Loket 0°	Flexe- Extenze	2	2	2	2
	Kroužení zápěstím	2	2	2	2

Tabulka 5: FMA B 001R

C		P1	P2	L1	L2
Flexe prstů ruky					
Extenze prstů ruky					
Úchop I	Špetkový úchop	2	2	2	2
Úchop II	Piketový úchop	2	2	2	2
Úchop III	Válcový úchop	2	2	2	2
Úchop IV	Kulový úchop	2	2	2	2

Tabulka 6: FMA C 001R

D		P1	P2	L1	L2
Třes		2	2	0	2
Dysmetrie		2	2	1	1
Rychlost		2	2	0	1

Tabulka 7: FMA D 001R

P1	P2	L1	L2
60	64	55	62

Tabulka 8: Celkové skóre FMA 001R

10.3.1.2. Pacient č.002 R

- ischemie v levé polovině pontu
- pravostranná hemiparéza
- dominantní končetina: levá
- věk: 71

HGST	dominantní	nedominantní
1.měření	7,4kg	20,7kg
2.měření	10,3kg	21

Tabulka 9: HGST 002R

NHPT	dominantní	nedominantní
1.měření	32,9 s	21,3 s
2.měření	27 s	24 s

Tabulka 10: NHPT 002R

A			P1	P2	L1	L2
	Reflexi	Biceps	1	1	2	2
		Triceps	1	1	2	2
II.a	Rameno	Retrakce	2	2	2	2
		Eleevace	2	2	2	2
		Abdukce 0°-90°	2	2	2	2
		Vnější rotace	2	2	2	2
	Loket	Flexe	2	2	2	2
	Předloktí	Supinace	1	1	2	2
b.	Rameno	Addukce	2	2	2	2
		Vnitřní rotace	2	2	2	2
Cs.	Loket	Extenze	2	2	2	2
	Předloktí	Pronace	2	2	2	2
III.	Ruka k bederní páteři		2		2	
	Rameno	Flexe 0°-90°	2	2	2	2
	Loket 90°	Pronace- supinace	2	2	2	2
IV.	Rameno	Abdukce 0°-90°	2	2	2	2
Ss		Flexe 90°-180°	2	2	2	2
	Loket 0°	Supinace - Pronace	1	1	2	2

Tabulka 11: FMA A 002R

B		P1	P2	L1	L2
Loket 90°	Rezistence vůči odporu	1	1	2	2
Loket 90°	Flexe extenze	2	2	2	2
Loket 0°	Stabilita	2	2	2	2
Loket 0°	Flexe- Extenze	2	2	2	2
	Kroužení zápěstím	1	1	2	2

Tabulka 12: FMA B 002R

C		P1	P2	L1	L2
Flexe prstů ruky		2	2	2	2
Extenze prstů ruky		2	2	2	2
Úchop I	Špetkový úchop	1	2	2	2
Úchop II	Piketový úchop	2	2	2	2
Úchop III	Válcový úchop	2	2	2	2
Úchop IV	Kulový úchop	2	2	2	2

Tabulka 13: FMA C 002R

D		P1	P2	L1	L2
Třes		2	2	2	2
Dysmetrie		1	1	1	2
Rychlost		1	1	2	2

Tabulka 14: FMA D 002R

P1	P2	L1	L2
62	64	55	56

Tabulka 15: Celkové skóre FMA 002R

10.3.1.3. Pacient č.005 R

- ischemie levostranného karotického povodí
- pravostranná hemiparéza
- dominantní končetina: pravá
- věk: 77

HGST	dominantní	nedominantní
1.měření	18,6kg	26,5kg
2.měření	24,2kg	26,1kg

Tabulka 16: HGST 005R

NHPT	dominantní	nedominantní
1.měření	90 s	31 s
2.měření	75,3 s	34,3s

Tabulka 17: NHPT 005R

A			P1	P2	L1	L2
	Reflexi	Biceps	1	1	2	2
		Triceps	1	2	2	2
II.a	Rameno	Retrakce	2	2	2	2
		Elevevace	1	1	2	2
		Abdukce 0°-90°	2	2	2	2
		Vnější rotace	1	2	2	2
	Loket	Flexe	1	2	2	2
	Předloktí	Supinace	1	1	2	2
b.	Rameno	Addukce	2	2	2	2
		Vnitřní rotace	1	2	2	2
Cs.	Loket	Extenze	1	2	2	2
	Předloktí	Pronace	1	2	2	2
III.	Ruka k bederní páteři		1		2	
	Rameno	Flexe 0°-90°	2	2	2	2
	Loket 90°	Pronace- supinace	1	1	2	2
IV.	Rameno	Abdukce 0°-90°	1	2	2	2
Ss		Flexe 90°-180°	1	2	2	2
	Loket 0°	Supinace - Pronace	1	1	2	2

Tabulka 18: FMA A 005R

B		P1	P2	L1	L2
Loket 90°	Rezistence vůči odporu	2	2	2	2
Loket 90°	Flexe extenze	2	2	2	2
Loket 0°	Stabilita	2	2	2	2
Loket 0°	Flexe- Extenze	1	1	2	2
	Kroužení zápěstím	1	1	2	2

Tabulka 19: FMA B 005R

C		P1	P2	L1	L2
	Flexe prstů ruky	2	2	2	2
	Extenze prstů ruky	2	2	2	2
Úchop I	Špetkový úchop	2	2	2	2
Úchop II	Piketový úchop	2	2	2	2
Úchop III	Válcový úchop	2	2	2	2
Úchop IV	Kulový úchop	2	2	2	2

Tabulka 20: FMA C 005R

D		P1	P2	L1	L2
	Třes	2	2	2	2
	Dysmetrie	2	2	2	2
	Rychlost	1	1	2	2

Tabulka 21: FMA D 005R

P1	P2	L1	L2
64	64	43	52

Tabulka 22: Celkové skóre FMA 005R

10.3.1.4. Pacient č.008 R

- levostranná hemiparéza
- dominantní končetina: pravá
- věk: 62

HGST	dominantní	nedominantní
1.měření	17,4 g	0 kg
2.měření	17 kg	0 kg

Tabulka 23: HGST 008R

NHPT	dominantní	nedominantní
1.měření	28,68 s	0 s
2.měření	27 s	0 s

Tabulka 24: NHPT 008R

A			P1	P2	L1	L2
	Reflexi	Biceps	2	2	0	0
		Triceps	2	2	0	0
II.a	Rameno	Retrakce	2	2	0	0
		Eleevace	2	2	0	0
		Abdukce 0°-90°	2	2	0	0
		Vnější rotace	2	2	0	0
	Loket	Flexe	2	2	0	0
	Předloktí	Supinace	2	2	0	0
b.	Rameno	Addukce	2	2	0	0
		Vnitřní rotace	2	2	0	0
Cs.	Loket	Extenze	2	2	0	0
	Předloktí	Pronace	2	2	0	0
III.	Ruka k bederní páteři		1	2	2	0
	Rameno	Flexe 0°-90°	2	2	0	0
	Loket 90°	Pronace- supinace	2	2	0	0
IV.	Rameno	Abdukce 0°-90°	2	2	0	0
Ss		Flexe 90°-180°	2	2	0	0
	Loket 0°	Supinace - Pronace	2	2	0	0

Tabulka 25: FMA A 008R

B		P1	P2	L1	L2
Loket 90°	Rezistence vůči odporu	2	2	0	0
Loket 90°	Flexe extenze	2	2	0	0
Loket 0°	Stabilita	2	2	0	0
Loket 0°	Flexe- Extenze	2	2	0	0
	Kroužení zápěstím	2	2	0	0

Tabulka 26: FMA B 008R

C		P1	P2	L1	L2
Flexe prstů ruky		2	2	0	0
Extenze prstů ruky		2	2	0	0
Úchop I	Špetkový úchop	2	0	0	0
Úchop II	Piketový úchop	2	0	0	0
Úchop III	Válcový úchop	2	0	0	0
Úchop IV	Kulový úchop	2	0	0	0

Tabulka 27: FMA C 008R

D		P1	P2	L1	L2
Třes		2	2	0	0
Dysmetrie		2	2	0	0
Rychlost		2	2	0	0

Tabulka 28: FMA D 008R

P1	P2	L1	L2
64	64	0	0

Tabulka 29: Celkové skóre FMA 008R

10.3.2. Měření – kontrolní skupina

10.3.2.1. Pacient č.003 S

- levostranná ischemie karotického povodí
- pravostranná hemiparéza
- dominantní končetina: levá
- věk: 45

HGST	dominantní	nedominantní
1.měření	21,2kg	22kg
2.měření	neměřeno	neměřeno

Tabulka 30: HGST 003S

NHPT	dominantní	nedominantní
1.měření	49 s	27 s
2.měření	26s	39s

Tabulka 31: NHPT 003S

A			P1	L1
	Reflexi	Biceps	1	2
		Triceps	2	2
II.a	Rameno	Retrakce	2	2
		Elevevace	2	2
		Abdukce 0°-90°	2	2
		Vnější rotace	2	2
	Loket	Flexe	2	2
	Předloktí	Supinace	1	2
b.	Rameno	Addukce	2	2
		Vnitřní rotace	2	2
Cs.	Loket	Extenze	2	2
	Předloktí	Pronace	1	2
III.	Ruka k bederní páteři		2	2
	Rameno	Flexe 0°-90°	2	2
	Loket 90°	Pronace- supinace	1	2
IV.	Rameno	Abdukce 0°-90°	2	2
Ss		Flexe 90°-180°	2	2
	Loket 0°	Supinace - Pronace	1	2

Tabulka 32: FMA A 003S

B		P1	L1
Loket 90°	Rezistence vůči odporu	2	2
Loket 90°	Flexe extenze	2	2
Loket 0°	Stabilita	2	2
Loket 0°	Flexe- Extenze	2	2
	Kroužení zápěstím	1	2

Tabulka 33: FMA B 003S

C		P1	L1
Flexe prstů ruky		2	2
Extenze prstů ruky		1	2
Úchop I	Špetkový úchop	1	2
Úchop II	Piketový úchop	1	2
Úchop III	Válcový úchop	2	2
Úchop IV	Kulový úchop	2	2

Tabulka 34:FMA C 003S

D		P1	L1
Třes		2	2
Dysmetrie		2	2
Rychlost		1	2

Tabulka 35: FMA D 003

P1	P2	L1	L2
54		64	

Tabulka 36: Celkové skóre FMA 003S

10.3.2.2. Pacient č.004 S

- ischemie ve vertebrobazilárním povodí, ischemie pontu
- pravostranná hemiparéza
- dominantní končetina: pravá
- věk: 79

HGST	dominantní	nedominantní
1.měření	14,7 kg	37,4 kg
2.měření	15,9 kg	27 kg

Tabulka 37: HGST 004S

NHPT	dominantní	nedominantní
1.měření	78 s	28 s
2.měření	40 s	33 s

Tabulka 38: NHPT 004S

A			P1	P2	L1	L2
	Reflexi	Biceps	1	1	2	2
		Triceps	2	2	2	2
II.a	Rameno	Retrakce	2	2	2	2
		Elevevace	1	1	2	2
		Abdukce 0°-90°	2	2	2	2
		Vnější rotace	1	1	2	2
	Loket	Flexe	2	2	2	2
	Předloktí	Supinace	1	2	2	2
b.	Rameno	Addukce	2	2	2	2
		Vnitřní rotace	1	2	2	2
Cs.	Loket	Extenze	1	2	2	2
	Předloktí	Pronace	1	2	2	2
III.	Ruka k bederní páteři		1		2	
	Rameno	Flexe 0°-90°	1	1	2	2
	Loket 90°	Pronace- supinace	1	2	2	2
IV.	Rameno	Abdukce 0°-90°	2	2	2	2
Ss		Flexe 90°-180°	1	2	2	2
	Loket 0°	Supinace - Pronace	1	2	2	2

Tabulka 39: FMA A 004S

B		P1	P2	L2	L2
Loket 90°	Rezistence vůči odporu	1	2	2	2
Loket 90°	Flexe extenze	2	2	2	2
Loket 0°	Stabilita	2	2	2	2
Loket 0°	Flexe- Extenze	1	2	2	2
	Kroužení zápěstím	1	2	2	2

Tabulka 40: FMA B 004S

C		P1	P2	L1	L2
Flexe prstů ruky		2	2	2	2
Extenze prstů ruky		1	2	2	2
Úchop I	Špetkový úchop	0	1	2	2
Úchop II	Piketový úchop	1	1	2	2
Úchop III	Válcový úchop	2	2	2	2
Úchop IV	Kulový úchop	1	2	2	2

Tabulka 41: FMA C 004S

D		P1	P2	L1	L2
Třes		2	2	2	2
Dysmetrie		2	2	2	2
Rychlost		1	1	2	2

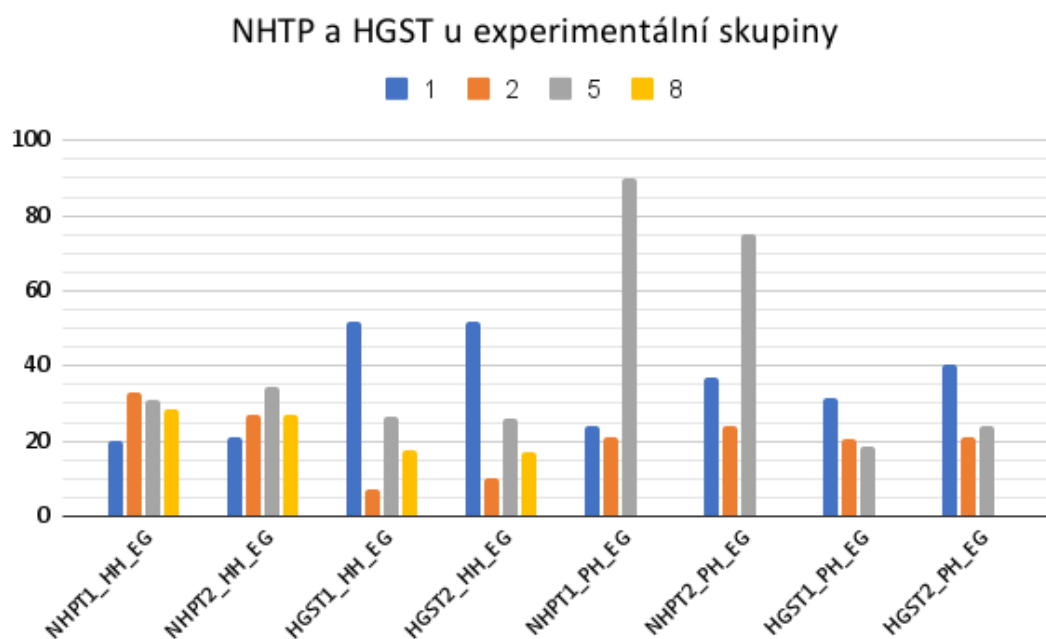
Tabulka 42: FMA D 004S

P1	P2	L1	L2
43	64	59	64

Tabulka 43: Celkové skóre FMA 004S

10.4. Výsledky testování

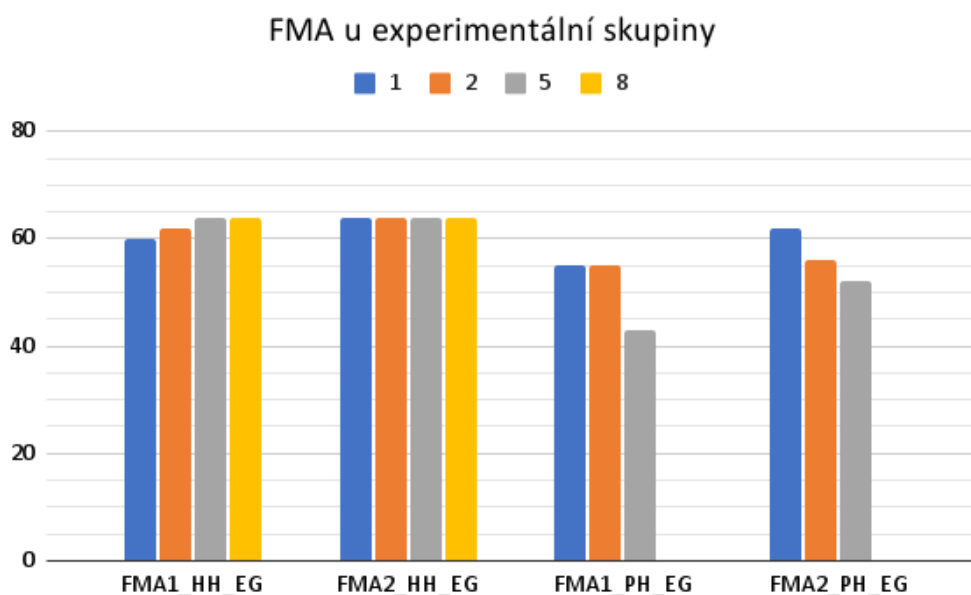
10.4.1. Výsledky experimentální skupiny – NHPT + HGST



Obrázek 7: Graf experimentální skupiny NHPT a HGST

V tomto grafu můžeme vidět výsledky vstupního a výstupního vyšetření pacientů v experimentální skupině. U NHPT došlo ke zlepšení paretické končetiny pouze u pacienta 005. Výsledky HGST se zlepšily u všech pacientů kromě pacientky 008, která zaznamenala v obou měřeních 0 kg.

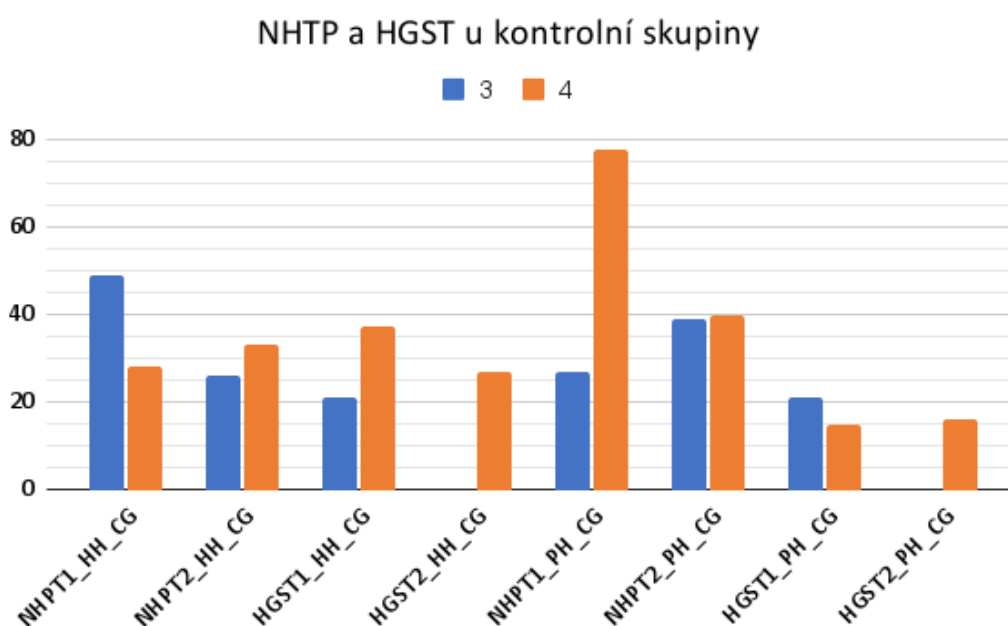
10.4.2. Výsledky experimentální skupiny – FMA



Obrázek 8: Graf experimentální skupiny FMA

Tento graf ukazuje výsledky vstupního a výstupního měření FMA u experimentální skupiny zdravé i paretické končetiny. Zde můžeme vidět zlepšení i u zdravé končetiny. Výsledky paretické končetiny se zlepšily u všech pacientů kromě pacientky 008.

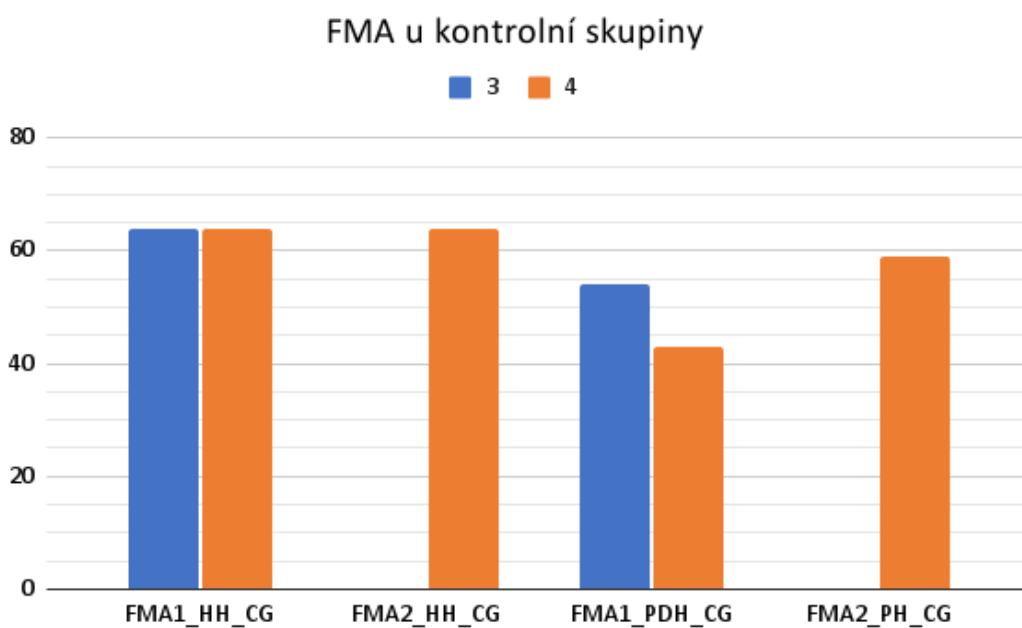
10.4.3. Výsledky kontrolní skupiny – NHPT + HGST



Obrázek 9: Graf kontrolní skupiny NHPT + HGST

Graf zobrazující výsledky vstupního a výstupního vyšetření v kontrolní skupině ukazuje hodnoty NHPT a HGST pro zdravou i paretickou končetinu. Chybí zde druhé měření HGST u pacienta 003. Pacient 003 zaznamenal zlepšení u zdravé u NHPT a paretická se nezlepšila, ale zhoršila. U pacienta 004 je patrné zlepšení výsledku NHPT a také drobné zvýšení hodnot HGST u paretické končetiny. Výsledky zdravé končetiny pacienta 004 se zhoršily u obou testů.

10.4.4. Výsledky kontrolní skupiny – FMA



Obrázek 10: Graf kontrolní skupiny FMA

V tomto grafu můžeme vidět veliké zlepšení paretické končetiny u pacienta 004. Zdravá končetina 004 se nezhoršila. Nelze hodnotit pacienta 003, neboť chybí druhé měření.

Diskuze

Tématem mé bakalářské práce je vliv transkraniální stimulace stejnosměrným proudem na výsledky rehabilitace paretické horní končetiny po ischemické cévní mozkové příhodě.

Hlavním cílem mé bakalářské práce bylo dokázat efekt transkraniální stimulace na rehabilitaci paretické horní končetiny. Pilotní testování proběhlo na 6 pacientech.

Zkoumaná funkční motorika byla hodnocena na základě klinických testů FMA, Nine hole peg test a Hand grip strenght test.

Dalším dílčím cílem bylo seznámení se s transkraniální stimulací a naučení se její aplikace v praxi.

Výsledky testování ukázaly větší zlepšení síly stisku ruky u experimentální skupiny v HGST a u FMA bylo též větší zlepšení v experimentální skupině. Výsledky NHPT nevykazovaly zlepšení experimentální skupiny oproti kontrolní skupině.

V teoretické části jsem v rámci rešerše zaměřila na výzkumy využívající tDCS nejen k léčbě následků CMP, ale i k léčbě v jiných oblastech. Zjistila jsem, že tDCS má široké spektrum využití.

Z neuromodulačních technik se nevyužívá jen tDCS, ale též iTBS, které se věnují studie (Chen, 2021) a studie (Bian, 2024). Obě studie porovnávají vliv tDCS a iTBS na motorické funkce horní končetiny po CMP. Studie (Chen, 2021) využívala kombinaci obou neinvazivních neuromodulací u pacientů s chronickou CMP. Výsledkem bylo, že pacienti v experimentální skupině s kombinací stimulací vykazovaly zlepšení, oproti pacientům z kontrolní skupiny s shamovou stimulací. Kdežto studie (Bian, 2024) zkoumala, zda primární aktivace iTBS s katodální tDCS ipsilezionálně může umocnit rehabilitaci po subakutní CMP. Zkoumány byly 3 skupiny, přičemž jedna skupina absolvovala kombinaci tDCS a iTBS, druhá skupina pouze iTBS a třetí skupina shamovou stimulací. Výsledky byly porovnány na základě FMA, svalové síly, Barthel indexu a Ashwortovy škály.

Výsledky ukázaly, že skupiny s aktivní stimulací se podstatně zlepšily oproti kontrolní skupině, nicméně mezi skupinou s iTBS a kombinací tDCS s iTBS nebyl významný rozdíl.

Další neuromodulační technikou je TMS, které se věnovaly studie (Miu, 2020; Czell, 2019). Obě studie využily NHPT k hodnocení výsledků. Studie (Czell, 2019) zkoumala vliv TMS na jemnou motoriku u pacientů s ALS. Pacienty s ALS porovnávaly se zdravými jedinci, přičemž výsledky neukázaly ani u jedné skupiny zlepšení v NHPT po 3 ani 6 měsících od intervence. Studie (Miu, 2020) se snažila o porovnání vlivu tDCS a repetitivní

TMS na funkci horní končetiny u pacientů po CMP. Výsledky byly hodnoceny pomocí MAS, FMA, NHPT, HGST a Barthel indexu. Výsledky ukázaly větší zlepšení hrubé motoriky ve skupině s tDCS a jemné motoriky ve skupině s rTMS. Což zřejmě vysvětluje výsledky NHPT a HGST u pacientů v mé bakalářské práci.

Mnoho studií využívající tDCS při rehabilitaci po CMP k hodnocení využilo FMA stejně jako bylo využito v mé práci. Studie (Bornheim, 2019; Pires, 2023; Shih-Pin Hsu, 2023; Alisar, 2020; Kashoo, 2022; Baltar, 2020; Li, 2024) zaznamenaly prokazatelné zlepšení ve FMA v experimentální skupině s aktivní tDCS oproti kontrolní skupině, což se ukázalo stejně i v mých výsledcích. Studie (Beaulieu, 2019) ovšem nezaznamenala výrazný rozdíl ve zlepšení hodnoceného pomocí FMA mezi experimentální a kontrolní skupinou. (Garido, 2022) zkoumající vliv tDCS na neurologické zotavení po CMP měla experimentální skupina statisticky lepší výsledky FMA.

Transkraniální stimulace má své využití nejen ke zlepšení výsledků rehabilitace paretické končetiny u pacientů po cévní mozkové příhodě, ale i v jiných oblastech. Transkraniální stimulace má své využití jakožto doplňková léčba u pacientů se schizofrenií, což vedlo ke zlepšení skóre PANNS. Zde pacienti z experimentální skupiny zaznamenali zlepšení o 20%, které přetrvávalo i 6 týdnů po stimulaci (Veliengo, 2020).

V rámci neuropsychiatrie tDCS bylo využíváno k léčbě nepozornosti u dospělých pacientů s ADHD. Po 4 týdnech stimulace bylo průměrné skóre CASRS, hodnotící nepozornost, v experimentální skupině 18,88 a 23,63 v kontrolní skupině, což ukazuje na pozitivní vliv i léčbu nepozornosti u dospělých pacientů s ADHD (Leffa, 2022).

Transkraniální stimulace byla též zkoumána ve spojitosti zlepšení sportovních výkonů u profesionálních sportovců, konkrétně volejbalistek ve studii (Park,2023). Výsledkem studie bylo, že se u volejbalistek po tDCS zlepšila koordinace a zvýšila se rychlost míče, nicméně vliv na svalovou sílu v podobě benchpressu nebo dřepu nebyl potvrzen, stejně tak nebylo zaznamenáno zlepšení v testování skoku. Zlepšení koordinace pohybů se též může projevit ve výsledcích FMA, kde je jednou z položek právě koordinace, čímž se potvrzuje příznivý vliv tDCS na koordinaci pohybu.

Vliv tDCS byl zkoumán i v závislosti na množství užívaného morfinu po operace páteře ve 3 po sobě jdoucích pooperačních dnech. U aktivní skupiny došlo ke snížení spotřeby morfinu oproti kontrolní skupině. Na škále VAS bylo též vidět zlepšení (Hamed,2022).

V České republice jsem nenašla jinou studii, která by se zabývala vlivem tDCS u pacientů s parézou po CMP, nicméně se zde tDCS využívá například k léčbě neuropsychiatrických symptomů post akutních následků onemocnění Covid-19, kde se hodnotila míra omezení pacienta v důsledku únavy. U pacientů se simulovanou tDCS se ve výsledku zlepšilo více než u pacientů s aktivní tDCS, tudíž tDCS není vhodnou metodou v této problematice (Klířová, 2024). V neurologii se tDCS též využívá k umocnění tréninku vizuální pracovní paměti. Stimulace nad levým dorzolaterálním prefrontálním kortexem vedla ke zvýšení vizuální pracovní paměti v experimentální skupině. V oblasti kognice však nenastaly změny (Šimko, 2021). Dalším českým využitím tDCS je v oblasti léčby chronické orofaciální bolesti. Součástí terapie byla termální a hmatová stimulace před a po tDCS. Bolest byla hodnocena pomocí VAS během každé terapie. Jelikož zde experimentální skupina vykazovala zlepšení v hodnocení VAS, tak to vypadá, že by v této oblasti tDCS mohlo být prospěšné (Fricová, 2019).

Jelikož se do studie zapojil malý počet pacientů, mohou být výsledky odlišné oproti jiným studiím. Po dobu náběru pacientů do studie se bohužel nenašel větší počet vhodných pacientů, kteří by splňovali veškerá kritéria pro vstup do studie. Celkem 3 pacienti museli studii opustit, z čehož se u 2 pacientů zjistila účast v jiné studii a 1 pacientka si přála opustit studii z důvodu bolestí hlavy po stimulaci. V průběhu náběru se vyskytl ještě 1 pacient, který nemohl být součástí studie kvůli jazykové bariéře. Jedním z důvodů, proč se nepovedlo sehnat více účastníků do studie, může být strach z elektrostimulace mozkové tkáně.

V průběhu psaní rešerše se mi nepodařilo objevit jinou studii zkoumající vliv tDCS na výsledky rehabilitace po CMP v České republice, což by mohlo zvýšit přínos této bakalářské práce, neboť výsledky ukazují zlepšení experimentální skupiny v rámci hrubé motoriky, což by mohlo zvýšit kvalitu života mnohým pacientům s následky po CMP.

Mezi limity práce patří jednoznačně malý vzorek pacientů nejen celkově, ale i malý vzorek pacientů v kontrolní skupině. Tudíž je potřeba pokračovat ve studii nadále. Dalším limitem práce je neprováděné testování po 5. stimulaci, čímž by se zabránilo neúplnému sběru dat z důvodu dřívějšího odchodu ze studie, což se stalo například u pacienta 003.

Hypotézy:

H1: Očekávám větší zlepšení u paretické končetiny pacientů v experimentální skupině ve všech klinických testech. Tuto hypotézu nemohu potvrdit, neboť nedošlo ke zlepšení v NHPT u všech pacientů. Zlepšení paretické končetiny u NHPT docílil pouze pacient 005. V ostatních testech zlepšení nastalo. U HGST došlo ke zlepšení u obou skupin, ale v experimentální skupině bylo zlepšení větší.

H2: Očekávám, že u NHPT a HGST nastane zlepšení pouze u nemocné končetiny, kvůli zaměření terapie hlavně na paretickou končetinu. Tato hypotéza se mi nepotvrdila, neboť zlepšení zdravé končetiny nastalo v NHPT u pacientů 002, 003 a 008. V HGST nastalo zlepšení zdravé končetiny u 002 a 008.

Závěr

Rehabilitace tvoří nedílnou součást života pacientů po proděláním CMP. Rehabilitace paretické končetiny zahrnuje mnoho možností, kterými se snažíme o obnovu jemné i hrubé motoriky. Do terapeutické jednotky však spadá i elektrostimulace, která má potenciál ke zvýšení efektivity rehabilitace.

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo posoudit, zda je neinvazivní tDCS vhodným nástrojem ke zvýšení efektivity rehabilitace funkční motoriky paretické horní končetiny po CMP. Dílčím cílem bylo seznámení se s tDCS a naučení se její aplikace v praxi. Efekt transkraniální stimulace byl hodnocen na základě vstupního a výstupního měření, k čemuž byly využity klinické testy FMA, NHPT a HGST.

V teoretické části je popsána problematika cévní mozkové příhody, paréz a jsou zde uvedeny klinické testy, které byly použity k hodnocení funkcí horní končetiny. Další součástí teoretické části jsou popsány terapeutické metody, popis transkraniální stimulace a přehled současného stavu bádání ve světě i v České republice.

Praktická část popisuje měření dat a výsledky naměřených dat 6 pacientů. Nachází se zde tabulky a grafy klinických testů, které jsou rozděleny dle experimentální a kontrolní skupiny.

Výhodami transkraniální stimulace je nízká pořizovací cena, jednoduché ovládání a poměrně krátká doba intervence. Nevýhodami může být nepříznivá reakce pacienta na stimulaci v podobě bolesti hlavy nebo nevolnosti, dále pak poměrně velký výčet vylučovacích kritérií pro stimulaci.

Studie se však zúčastnil malý počet pacientů, proto je potřeba s výzkumem pokračovat a nadále zkoumat efektivitu transkraniální stimulace, která dle mnohých studií ze světa přináší nemalý potenciál ke zlepšení motorických funkcí. Původně se mělo studii účastnit více pacientů, ale 3 pacienti odstoupili ať z důvodu nespolupráce, bolesti hlavy nebo kvůli účasti v jiné klinické studii. V plánu bylo, aby se studii účastnilo 10 pacientů, tedy 5 v každé skupině. Práce by se dala rozšířit o dotazník subjektivního hodnocení z pohledu pacienta. Dále by bylo vhodné testovat navíc ještě v polovině, tedy po 5 stimulacích, aby v případě předčasného ukončení účasti byla k dispozici alespoň průběžná data.

Na závěr lze říci, že cíle bakalářské práce byly splněny. U pacientů v experimentální skupině došlo k většímu zlepšení v HGST oproti kontrolní skupině. U FMA došlo též ke

zlepšení. Ovšem bylo by lepší, kdyby bylo více pacientů v kontrolní skupině pro lepší porovnání výsledků.

Dalším cílem bylo naučit se aplikovat transkraniální stimulaci, což též považuji za splněné.

Souhrn

Tématem této bakalářské práce je vliv neinvazivní transkraniální stimulace stejnosměrným proudem na výsledky rehabilitace funkční motoriky horní končetiny u pacientů po cévní mozkové příhodě. Klinickými testy hodnotící zlepšení byly Fugl-Meyer Assessment, Nine hole peg test a Hand grip strenght test.

V teoretické části jsem se věnovala cévní mozkové příhodě, její etiopatogenezi, rizikovým faktorům a rehabilitaci po cévní mozkové příhodě. Součástí teoretické části je i rešerše, ve které jsou popsány studie zkoumající vliv transkraniální stimulace stejnosměrným proudem nejen po cévní mozkové příhodě.

V metodice práce je popsáno, jak probíhal výběr pacientů do studie, jejich rozřazení do skupin, jednotlivá klinická vyšetření a terapie. Experimentální skupina podstoupila transkraniální stimulaci v průběhu terapie, kdežto kontrolní skupina podstoupila shamovou stimulaci. Stimulace probíhala každý všední den 20 minut po dobu dvou týdnů.

V praktické části se nachází tabulka s přehledem pacientů, tabulky s naměřenými daty jednotlivých testů a výsledky, jejichž součástí jsou popsané grafy.

Naměřená data byla zapsána do tabulek v excelu a následně zpracována formou sloupcových grafů. V grafu jsou končetiny rozděleny na zdravou a parétickou. Výsledky Nine hole peg testu a Hand grip strenght testu, byly zpracovány do jednoho grafu a výsledky FMA zvlášť. Zvlášť byly též zpracovány výsledky experimentální a kontrolní skupiny.

Summary

The topic of this bachelor thesis is the influence of non-invasive transcranial direct current stimulation on the results of upper limb functional motor rehabilitation in patients after stroke. The clinical tests evaluating the improvement were Fugl-Meyer Assessment, Nine hole peg test and Hand grip strenght test.

In the theoretical part I discussed stroke, its etiopathogenesis, risk factors and rehabilitation after stroke. The theoretical part includes a review of studies investigating the effect of transcranial direct current stimulation not only after stroke.

The methodology of the thesis describes how the patients were selected for the study, how they were divided into groups, individual clinical examinations and therapy. The experimental group underwent transcranial stimulation during therapy, whereas the control group underwent sham stimulation. Stimulation was performed every weekday for 20 minutes for two weeks.

In the practical part there is a table with a summary of the patients, tables with the measured data of each test and the results, which include the described graphs.

The measured data were entered into excel spreadsheets and then processed as bar graphs. In the graph, the limbs are divided into healthy and paretic. The results of the Nine hole peg test and Hand grip strenght test, were processed into one graph and the FMA results separately. The results of the experimental and control groups were also processed separately.

Klíčová slova

Neuromodulace, neinvazivní elektrostimulace, mozková mrtvice, paréza, Nine hole peg test, Hand grip strenght test, Fugl-Meyer Assessment, rehabilitace, obnova funkce

Seznam použité literatury

ABILITYLAB. *Fugl-Meyer Assessment of motor recovery after stroke*. Online. 2016. Dostupné z: <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/fugl-meyer-assessment-motor-recovery-after-stroke>. [cit. 2024-04-29].

ABILITYLAB. *Nine Hole Peg Test*. Online. Ability lab. C2024. Dostupné z: <https://www.sralab.org/rehabilitation-measures/nine-hole-peg-test>. [cit. 2024-01-06].

ALISAR, Dilek Cetinkaya. *Effects of Bihemispheric Transcranial Direct Current Stimulation on Upper Extremity Function in Stroke Patients*. Online. 2020. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31699572/>. [cit. 2024-04-20].

BALTAR, Adriana. *Baseline Motor Impairment Predicts Transcranial Direct Current Stimulation Combined with Physical Therapy-Induced Improvement in Individuals with Chronic Stroke*. Online. 2020. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33299400/>. [cit. 2024-04-21].

BEAULIEU, Louis-David. *Efficacy, safety, and tolerability of bilateral transcranial direct current stimulation combined to a resistance training program in chronic stroke survivors: A double-blind, randomized, placebo-controlled pilot study*. Online. 2019. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31227673/>. [cit. 2024-04-21].

BIAN, Li. *Effects of Priming Intermittent Theta Burst Stimulation With High-Definition tDCS on Upper Limb Function in Hemiparetic Patients With Stroke: A Randomized Controlled Study*. Online. 2024. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38357884/>. [cit. 2024-04-21].

BOLOGNINI, N. *Bi-hemispheric transcranial direct current stimulation for upper-limb hemiparesis in acute stroke*. Online. 2020. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32697879/>. [cit. 2024-04-20].

BORNHEIM, Stephen. *Transcranial direct current stimulation associated with physical-therapy in acute stroke patients*. Online. C2019. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31735645/>. [cit. 2024-04-20].

BUENO, Maria Eduarda. *Acute effects of transcranial direct current stimulation combined with physical therapy on the balance and gait in individuals with*

Parkinson's disease: A randomized controlled trial. Online. 2023. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36739707/>. [cit. 2024-04-25].

CZELL, David. *Nine Hole Peg Test and Transcranial Magnetic Stimulation: Useful to Evaluate Dexterity of the Hand and Disease Progression in Amyotrophic Lateral Sclerosis*. Online. 2019. Dostupné z: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6885195/>. [cit. 2024-05-16].

ERFMANN, Kerstin. *Effects of cerebellar transcranial direct current stimulation (tDCS) on motor skill learning in swallowing*. Online. 2022. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33001711/>. [cit. 2024-05-02].

FAJKUSOVÁ, Eva. *Vyšetření síly stisku ruky z pohledu ergoterapeuta*. Online, bakalářská práce, vedoucí Mgr. Kateřina Svěcená. Praha: 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, 2010. Dostupné z: https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/37122/BPTX_2010_1_0_201710_0_96796.pdf?sequence=1&isAllowed=y. [cit. 2024-01-06].

FEIGIN, Valery. *Cévní mozková příhoda – Prevence léčba mozkového iktu*. Galén, 2007, ISBN 978-80-7262-428-7.

FNUSA. *Cévní mozková příhoda detailně*. Online. FNUSA. 2023. Dostupné z: <https://www.fnusa.cz/o-nemocnici/cmp/>. [cit. 2023-12-06].

FRICOVÁ, Jitka. *Noninvasive transcranial direct current stimulation (tDCS) for the treatment of orofacial pain*. Online. 2016. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28231681/>. [cit. 2024-05-05].

GARRIDO, Maricel. *Early transcranial direct current stimulation with modified constraint-induced movement therapy for motor and functional upper limb recovery in hospitalized patients with stroke*. Online. C2022. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36584748/>. [cit. 2024-04-20].

HAMED, Rasha. *Effects of transcranial direct current stimulation in pain and opioid consumption after spine surgery*. Online. 2022. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35634761/>. [cit. 2024-05-02].

HOIDEKROVÁ, Kristýna. *Využití mirror therapy v ergoterapii*. Online. Praha: ČAE, 2013. ISSN 1804-1558. Dostupné z: https://ergoterapie.cz/wp-content/uploads/2018/09/Bulletin_2014_1.pdf. [cit. 2024-01-06].

HOUDEK, Michael. Neuromodulace s využitím elektrické stimulace.
In: *Neuromodulace*. Praha: Grada, 2007, s. 43-46. ISBN 978-80-247-0429-6.

HSU, Shih - Pin. *Effects of bihemispheric transcranial direct current stimulation on motor recovery in subacute stroke patients*. Online. 2023. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36849990/>. [cit. 2024-04-20].

HUDÁK, Radovan a MUDR. KACHLÍK, David. Rozložení bílé a šedé hmoty.
In: *Memorix anatomie*. 5. Praha: Triton, 2021, ISBN 978-80-7553-873-4.

CHEN, Shih-Ching. *Transcranial electrostimulation with special waveforms enhances upper-limb motor function in patients with chronic stroke*. Online. 2021. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34193179/>. [cit. 2024-04-21].

KASHOO, Faizan Zaffar. *Effect of Transcranial Direct Current Stimulation Augmented with Motor Imagery and Upper-Limb Functional Training for Upper-Limb Stroke Rehabilitation*. Online. 2022. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36429924/>. [cit. 2024-04-20].

KIM, Sun Ho. *Effects of Dual Transcranial Direct Current Stimulation and Modified Constraint-Induced Movement Therapy to Improve Upper-Limb Function after Stroke*. Online. 2021. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34256199/>. [cit. 2024-04-20].

KLÍROVÁ, Monika. *Transcranial direct current stimulation (tDCS) in the treatment of neuropsychiatric symptoms of long COVID*. Online. 2024. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38272997/>. [cit. 2024-05-05].

KUO, I-Ju. *Neurophysiological signatures of hand motor response to dual-transcranial direct current stimulation in subacute stroke: a TMS and MEG study*. Online. 2020. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32527268/>. [cit. 2024-04-21].

LEFFA, Douglas. *Transcranial Direct Current Stimulation vs Sham for the Treatment of Inattention in Adults With Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: The TUNED Randomized Clinical Trial*. Online. 2022. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35921102/>. [cit. 2024-04-25].

LI, Chong. *Dual-tDCS combined with sensorimotor training promotes upper limb function in subacute stroke patients: A randomized, double-blinded, sham-controlled study*. Online. 2024. Dostupné z: pubmed.ncbi.nlm.nih.gov. [cit. 2024-04-21].

LIAO, Wan-Wen. *Timing-dependent effects of transcranial direct current stimulation with mirror therapy on daily function and motor control in chronic stroke*. Online. 2020. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32690032/>. [cit. 2024-04-21].

LIMA, Jessica. *Unraveling Transformative Effects after tDCS and BCI Intervention in Chronic Post-Stroke Patient Rehabilitation-An Alternative Treatment Design Study*. Online. 2023. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38067674/>. [cit. 2024-04-23].

LIPPERTOVÁ-GRUNEROVÁ, Marcela. *Neurorehabilitace*. Praha: Galén, 2005. ISBN 80-7262-317-6.

MAREŠ, Tadeáš. *Praktické užití a indikace transkraniální stimulace stejnosměrným proudem*. Online. Česká a Slovenská neurologie a neurochirurgie. C2008-2023. Dostupné z: <https://www.csnn.eu/casopisy/ceska-slovenska-neurologie/2019-1-2/prakticke-uziti-a-indikace-transkranialni-stimulace-stejnospemnym-proudem-107561>. [cit. 2023-12-03].

MAZZOLENI, Stefano. *Effects of Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) Combined With Wrist Robot-Assisted Rehabilitation on Motor Recovery in Subacute Stroke Patients*. Online. 2019. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31170077/>. [cit. 2024-04-21].

MIU, Ka Ying Doris. *Comparison of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation and Transcranial Direct Current Stimulation on Upper Limb Recovery Among Patients With Recent Stroke*. Online. 2020. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/348071620_Comparison_of_Repetitive_Transcranial_Magnetic_Stimulation_and_Transcranial_Direct_Current_Stimulation_on_Upper_Limb_Recovery_Among_Patients_With_Recent_Stroke. [cit. 2024-05-16].

MORONE, Giovanni. *May Dual Transcranial Direct Current Stimulation Enhance the Efficacy of Robot-Assisted Therapy for Promoting Upper Limb Recovery in Chronic Stroke*. Online. 2022. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36458455/>. [cit. 2024-04-20].

NEVŠÍMALOVÁ, Soňa. Cévní onemocnění mozku. In: *Neurologie*. Dotisk 1. vydání. Praha: Galén, c2002, 2005, ISBN 80-7262-160-2.

ORSZÁCH, Jan a MUDR. KÁŠ, Svatopluk. *Cévní mozkové příhody*. 3. přepracované vydání. Praha: Brána, 1995, ISBN 80-901783-8-3.

PARK, Seung-Bo. *Transcranial Direct Current Stimulation of Motor Cortex Enhances Spike Performances of Professional Female Volleyball Players*. Online. 2023. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35726151/>. [cit. 2024-05-02].

PINTO, Ekta Franscina. *A Randomized, Double-Blind, Sham-Controlled Study of Transcranial Direct Current Stimulation as an Augmentation Intervention for the Attenuation of Motor Deficits in Patients With Stroke*. Online. 2021. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33840803/>. [cit. 2024-04-21].

PIRES, Raylene. *Do Higher Transcranial Direct Current Stimulation Doses Lead to Greater Gains in Upper Limb Motor Function in Post-Stroke Patients?* Online. 2023. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36674035/>. [cit. 2024-04-20].

POTTER-BAKER, Kelsey A. *Transcranial direct current stimulation (tDCS) Paired with massed practice training to promote adaptive plasticity and motor recovery in chronic incomplete tetraplegia: a pilot study*. Online. 2017. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/318984799_Transcranial_direct_current_stimulation_tDCS_Paired_with_massed_practice_training_to_promote_adaptive_plasticity_and_motor_recovery_in_chronic_incomplete_tetraplegia_a_pilot_study. [cit. 2024-05-16].

PRYSTASZOVÁ, Adéla. *Vývoj úmrtnosti na cévní mozkovou příhodu v Česku v období 1995-2021*. Online, bakalářská práce, vedoucí Mgr. Ivana Kulhánová Ph.D. Praha: Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy, 2023. Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/bitstream/handle/20.500.11956/181413/130356320.pdf?sequence=1>. [cit. 2023-12-06].

RŮŽIČKA, Evžen. *Ischemické cévní mozkové příhody*. In: *Neurologie*. 2. rozšířené vydání. Praha: Triton, 2021, ISBN 978-80-7553-908-3.

SILBERNARGL, Stefan a PROF. LANG, Florian. *Atlas patofyziologie člověka*. Praha: Grada, 2001, s. 360-361. ISBN 80-7169-968-3.

ŠIMKO, P. *Cognitive Aftereffects of Acute tDCS Coupled with Cognitive Training: An fMRI Study in Healthy Seniors*. Online. 2021. Dostupné

z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33953741/>. [cit. 2024-05-05].

ŠŤASTNÁ, Tereza a BC. JERSÁKOVÁ, Anna. *Práce s terapeutickou hmotou*. In: *Informační bulletin ČAE*. Praha: ČAE, 2010, s. 13-14. ISSN 1804-1558.

TEDLA, Jaya Shanker. *Transcranial direct current stimulation combined with trunk-targeted, proprioceptive neuromuscular facilitation in subacute stroke*. Online. 2022. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35505681/>. [cit. 2024-04-20].

VELIENGO, Leandro. *Efficacy and Safety of Transcranial Direct Current Stimulation for Treating Negative Symptoms in Schizophrenia: A Randomized Clinical Trial*. Online. 2020. Dostupné z: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31617873/>. [cit. 2024-04-25].

WIKISKRIPTA. *Mozek*. Online. 2022. Dostupné z: <https://www.wikiskripta.eu/w/Mozek>. [cit. 2023-11-28].

WIKISKRIPTA. *Willisův okruh*. Online. Wikiskripta. 2021. Dostupné z: https://www.wikiskripta.eu/w/Willis%C5%AFv_okruh. [cit. 2023-11-28].

Seznam obrázků, tabulek a grafů

Obrázek 1 Willisův okruh	10
Obrázek 2: Nine hole peg test	30
Obrázek 3: Umístění elektrod při stimulaci	32
Obrázek 4: Čepice na tDCS	33
Obrázek 5: Elektrody ve fyziologickém roztoku	33
Obrázek 6: stimulátor	33
Obrázek 7: Graf experimentální skupiny NHPT a HGST	44
Obrázek 8: Graf experimentální skupiny FMA	45
Obrázek 9: Graf kontrolní skupiny NHPT + HGST	45
Obrázek 10: Graf kontrolní skupiny NHPT + HGST	Chyba! Záložka není definována.
Obrázek 11: Graf kontrolní skupiny FMA	46
Tabulka 1: Přehled pacientů	34
Tabulka 2: HGST 001R	35
Tabulka 3: NHPT 001R	35
Tabulka 4: FMA A 001R	35
Tabulka 5: FMA B 001R	36
Tabulka 6: FMA C 001R	36
Tabulka 7: FMA D 001R	36
Tabulka 8: Celkové skóre FMA 001R	36
Tabulka 9: HGST 002R	36
Tabulka 10: NHPT 002R	36
Tabulka 11: FMA A 002R	37
Tabulka 12: FMA B 002R	37
Tabulka 13: FMA C 002R	37
Tabulka 14: FMA D 002R	37
Tabulka 15: Celkové skóre FMA 002R	38
Tabulka 16: HGST 005R	38
Tabulka 17: NHPT 005R	38
Tabulka 18: FMA A 005R	38
Tabulka 19: FMA B 005R	39
Tabulka 20: FMA C 005R	39
Tabulka 21: FMA D 005R	39
Tabulka 22: Celkové skóre FMA 005R	39
Tabulka 23: HGST 008R	39
Tabulka 24: NHPT 008R	39
Tabulka 25: FMA A 008R	40
Tabulka 26: FMA B 008R	40
Tabulka 27: FMA C 008R	40
Tabulka 28: FMA D 008R	40
Tabulka 29: Celkové skóre FMA 008R	41
Tabulka 30: HGST 003S	41
Tabulka 31: NHPT 003S	41
Tabulka 32: FMA A 003S	41
Tabulka 33: FMA B 003S	42
Tabulka 34: FMA C 003S	42

Tabulka 35: FMA D 003	42
Tabulka 36: Celkové skóre FMA 003S	42
Tabulka 37: HGST 004S	42
Tabulka 38: NHPT 004S	42
Tabulka 39: FMA A 004S	43
Tabulka 40: FMA B 004S	43
Tabulka 41: FMA C 004S	43
Tabulka 42: FMA D 004S	43
Tabulka 43: Celkové skóre FMA 004S	44

Seznam příloh

Příloha č. 1: Informovaný souhlas

Příloha č. 2: Formulář klinického testu pro Fugl-Meyer Assessment

Příloha č. 3: Formulář klinického testu pro Nine hole peg test

Příloha č. 4: Formulář klinického testu pro Hand grip strenght test

Přílohy

Příloha č. 1: Informovaný souhlas

INFORMOVANÝ SOUHLAS

Klinika rehabilitačního lékařství 3. LF UK a FNKV (Šrobárova 50, Praha 10) Vedoucí kliniky: primářka MUDr. Jarmila Kolářová, CSc.

Název pracoviště: Klinika rehabilitačního lékařství 3. LF UK a FNKV v Praze Vedoucí pracoviště + kontakt: přednostka prof. MUDr. Marcela Grünerová Lippertová, Ph.D, tel.:+420 267 16 2300, e-mail: marcela.grunerova-lippertova@fnkv.cz

Jméno a příjmení:

r.č./datum narození:

číslo chrob.:

Bydliště:

Pacient byl do studie zařazen pod číslem:

Zákonný zástupce pacienta:
(jméno, příjmení)

Lékař/terapeut, který provedl poučení:
(jméno, příjmení, titul)

Název studie: Pilotní studie účinku transkraniální stimulace stejnosměrným proudem (tDCS) na zlepšení výsledků rehabilitace funkční motoriky horní končetiny u pacientů po proběhlé cévní mozkové příhodě.

V pilotní studii bude sledován adjuvantní vliv neinvazivní neuromodulace v podobě transkraniální stimulace stejnosměrným proudem (tDCS) na změny jemné a hrubé motoriky paretické horní končetiny, a to u pacientů po cévní mozkové příhodě. Ergoterapie horní končetiny, při níž bude souběžně aplikována tDCS, bude prováděna v rozsahu, jak je běžně plánováno v rámci hospitalizace na klinice rehabilitačního lékařství FNKV.

Stimulace bude prováděna schváleným zdravotnickým prostředkem pro transkraniální stimulaci stejnosměrným proudem HDCstim (Newronika®, Italy). Přístroj využívá léčebného účinku bezpečné velikosti toku stejnosměrného elektrického proudu (1,5 mA) mezi kladnou a zápornou elektrodou (anodou a katodou), které jsou umístěny na hlavě v místě motorického kortexu (anoda) resp. nadočnicové oblasti (katoda). Elektrický proud schválené bezpečné velikosti pomáhá na neuronální úrovni zlepšit/posílit vhodné zpracování motorických vzorců poskytovaných během rehabilitačního cvičení, a tím zvýšit rozsah, přesnost a koordinaci pohybů paretické končetiny.

Výzkumná skupina podstupuje souběžně se standardní rehabilitací horní končetiny stimulaci motorického kortexu pomocí zdravotnického prostředku HDCstim (Newronika®, Italy). Kontrolní skupina podstupuje pouze standardní komplexní rehabilitaci horní končetiny, a to ve stejném časovém rozsahu jako výzkumná skupina. V průběhu trvání terapie jsou zaznamenávány relevantní informace do zdravotnické dokumentace pacienta. Před začátkem, po ukončení a s 2

měsíčním odstupem terapie pacienti podstoupí vyšetření s využitím standardizovaných dotazníků a testů.

1. Já, níže podepsaný/á souhlasím se svou účastí ve studii. Je mi více než 18 let.
2. Byl/a jsem podrobně informován/a o cíli studie, o jejích postupech a o tom, co se ode mne očekává. Lékař pověřený prováděním této studie mi vysvětlil očekávané přínosy a případná zdravotní rizika, která by se mohla vyskytnout během mé účasti ve studii, a seznámil mě, jak bude postupovat při objevení nežádoucího účinku během studie či v souvislosti s ní. Beru na vědomí, že prováděná studie je výzkumnou činností. Pokud je studie randomizovaná, beru na vědomí pravděpodobnost náhodného zařazení do jednotlivých skupin lišících se léčbou.
3. Informoval/a jsem lékaře pověřeného studií o všech lécích, které jsem užíval/a v posledních 28 dnech, i o těch, které v současnosti užívám, včetně vyšetření a terapií, zejména invazivní formou např. katetrizace. Bude-li mi nějaký lék předepsán jiným lékařem, budu ho informovat o své účasti v klinické studii.
4. Budu při své léčbě se svým lékařem spolupracovat a v případě výskytu jakéhokoliv neobvyklého nebo nečekaného příznaku ho budu ihned informovat.
5. Porozuměl/ s jsem tomu, že svou účast ve studii mohu kdykoliv přerušit či ukončit, aniž by to jakkoliv ovlivnilo průběh mého dalšího léčení. Moje účast ve studii je dobrovolná.
6. Při zařazení do studie budou má osobní data uchována s plnou ochranou důvěrnosti dle platných zákonů ČR. Do mé původní zdravotní dokumentace budou moci na základě mnou uděleného souhlasu nahlédnout za účelem ověření získaných údajů zástupci třetích stran podílejících se na vývoji technických prostředků potřebných ve studii, nezávislých etických komisí a zahraničních nebo místních kompetentních úřadů (v ČR Státní ústav pro kontrolu léčiv).
Pro tyto případy je zaručena ochrana důvěrnosti mých osobních dat. Při vlastním provádění studie mohou být osobní údaje poskytnuty jiným než výše uvedeným subjektům pouze bez identifikačních údajů, tato data budou kódovaná (to znamená, že z nich bude možné při vyhodnocování výsledků dohledat subjekt hodnocení pomocí kódovacího klíče u ošetřujícího lékaře). Rovněž mohou být moje osobní údaje poskytnuty pouze bez identifikačních údajů jako anonymní data (předávané třetím stranám nebo k publikaci, z nichž již nelze zjistit jejich zdroj) nebo s mým výslovným souhlasem. Studie se mohou účastnit také studenti 1. LF UK za účelem jejich odborného vzdělávání a pouze za přítomnosti pověřeného lékaře.
7. S mojí účastí ve studii není spojeno poskytnutí žádné finanční ani jiné odměny.

	Fakultní nemocnice Královské Vinohrady Šrobárova 1150/50, Praha 10, PSC 100 34 IČO: 00064173 DIČ: CZ00064173	stránka 3 ze 3
INFORMOVANÝ SOUHLAS		

8. Porozuměl/a jsem tomu, že mé jméno se nebude nikdy vyskytovat v referátech o této studii.

Dobrovolně souhlasím s používáním získaných výsledků pro vědecké účely a s jejich publikováním, při dodržení zásad anonymity.

Prohlašuji, že lékař, který mi poskytl poučení, mi osobně vysvětlil vše, co je obsahem tohoto písemného informovaného souhlasu a měl/a jsem možnost klást mu otázky, na které mi řádně odpověděl. Prohlašuji, že jsem shora uvedenému poučení a informacím plně porozuměl/a a výslovně souhlasím se zahrnutím do této studie.

.....
Podpis pacienta/zákonného zástupce:

datum:

.....
Podpis pověřeného lékaře:

datum:

Jméno, příjmení a podpis svědka, který byl přítomen poučení a souhlasu pacienta:

.....
podpis svědka (svědků)

Podpis svědka poučení a souhlasu pacienta/zákonného zástupce, pokud se pacient není schopen vlastnoručně podepsat:


Důvod, pro nějž se pacient není schopen podepsat:

Způsob, jak pacient projevil svou vůli:

Jméno, příjmení a podpis svědka:

.....
podpis svědka (svědků)

Příloha č. 2

		UNIVERZITA KARLOVA 3. lékařská fakulta					
Fungl-Mayer Assessment							
						P	L
datum:				ΣA	0	0	
označení projektu:	tDCS			ΣB	0	0	
pacient č.:				ΣC	0	0	
				ΣD	0	0	
				Σ _{ABCD}	0	0	
A. Rameno/Loket/Předloktí				B. Zápěstí			
			P	L			
II.a	Reflexí	Biceps			Loket 90° Rezistence vůči odporu Loket 90° Flexe extenze Loket 0° Stabilita Loket 0° Flexe- Extenze Kroužení zápěstím		
	Rameno	Retrakce					
		Elevevace					
		Abdukce 0°-90°					
		Vnější rotace					
Loket	Flexe						
Předloktí	Supinace						
b.	Rameno	Addukce					
		Vnitřní rotace					
Cs.	Loket	Extenze			Flexe prstů ruky Extenze prstů ruky Úchop I Špetkový úchop Úchop II Píketový úchop Úchop III Válkový úchop Úchop IV Kulový úchop		
	Předloktí	Pronace					
III.	Ruka k bederní páteři						
	Rameno	Flexe 0°-90°					
	Loket 90°	Pronace- supinace					
IV.	Rameno	Abdukce 0°-90°					
Ss		Flexe 90°-180°					
	Loket 0°	Supinace - Pronace					
D. Koordinace a rychlost							
					P	L	
				Třes			
				Dysmetrie			
				Rychlost			

Příloha č. 3



UNIVERZITA KARLOVA
3. lékařská fakulta

Nine Hole Peg Test

označení projektu:

tDCS



čas uváděn v sekundách

pacient č.:

Datum testování		Dominantní ruka		Nedominantní ruka	
Datum testování		Dominantní ruka		Nedominantní ruka	
Datum testování		Dominantní ruka		Nedominantní ruka	
Datum testování		Dominantní ruka		Nedominantní ruka	
Datum testování		Dominantní ruka		Nedominantní ruka	
Datum testování		Dominantní ruka		Nedominantní ruka	
Datum testování		Dominantní ruka		Nedominantní ruka	
Datum testování		Dominantní ruka		Nedominantní ruka	
Datum testování		Dominantní ruka		Nedominantní ruka	

Příloha č. 4



UNIVERZITA KARLOVA
3. lékařská fakulta

Hand Grip Strenght Test

Datum:

Označení projektu:

tDCS

Uvádět v kilogramech

Pacient č.:

Datum testování		Dominantní ruka		Nedominantní ruka	
Datum testování		Dominantní ruka		Nedominantní ruka	
Datum testování		Dominantní ruka		Nedominantní ruka	
Datum testování		Dominantní ruka		Nedominantní ruka	
Datum testování		Dominantní ruka		Nedominantní ruka	
Datum testování		Dominantní ruka		Nedominantní ruka	
Datum testování		Dominantní ruka		Nedominantní ruka	
Datum testování		Dominantní ruka		Nedominantní ruka	
Datum testování		Dominantní ruka		Nedominantní ruka	

Seznam zkratek

- tDCS – transcranial direct current stimulation
- CMP – cévní mozková příhoda
- NHPT – Nine hole peg test
- HGST – Hand grip strenght test
- FMA – Fugl-Meyer Assessment
- iTBS – intermitentní theta burst stimulace
- MAS – Motor Assessment scale
- TMS – transkraniální magnetická stimulace
- ALS – amyotrofická laterální skleróza
- VAS – vizuální analogová škála
- DAS – dynamická analogová škála
- ASRS – Adult ADHD Self-Report Scale – sebehodnocení ADHD u dospělých
- PANNS – Positive And Negative Syndrom Scale – přítomnost pozitivních a negativních příznaků schizofrenie
- DLPF – dorzolaterální prefrontální kortex
- FIS – Fatigue Impcact Scale – škála hodnotící míru omezení a funkčních limitací v důsledku únavy
- VWM – Visual Working Memory – Vizuální pracovní paměť
- ADL – activities od daily living – aktivity denního života
- BSSR – Brunnstromovo stádium zotavení
- FIM – Functional Independence Measure – Mezinárodní hodnocení nezávislosti a soběstačnosti
- PNF – proprioceptivní neuromuskulární facilitace
- JJS – Jebsen – Taylorův test
- FNS – Finger nose test – test prst na nos
- MEG – magnetoencefalografie
- MEP – motorické evokované potenciály
- FTHUE – Test for the hemiplegic upper extremity
- HH – Healthy hand – zdravá ruka

PH – Paretic hand – paretická ruka