

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav klinické rehabilitace

Barbora Čechová

**Využití robotického biofeedbacku při terapii
hemiparetické horní končetiny**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Hana Zwettlerová

Olomouc 2024

Anotace

Typ závěrečné práce: Bakalářská práce

Název práce v ČJ: Využití robotického biofeedbacku při terapii hemiparetické horní končetiny

Název práce v AJ: The use of robotic biofeedback in therapy of upper limb

Datum zadání: 2023-11-30

Datum odevzdání: 2024-05-15

VŠ, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd,

Ústav klinické rehabilitace

Autor práce: Barbora Čechová

Vedoucí práce: Mgr. Hana Zwettlerová

Oponent práce: doc. MUDr. Petr Konečný, Ph.D., MBA

Abstrakt v ČJ: Hemiparéza horní končetiny je stav, při kterém dochází k částečnému oslabení síly a kontroly pohybů jedné horní končetiny. Tento stav je často způsoben neurologickým poškozením mozku. Projevuje se neschopností vykonávat plynulé a silné pohyby postižené končetiny. V první části se věnuji pojmu hemiparéza a neurologickým a neurochirurgickým onemocněním způsobující její vznik. V druhé kapitole byly popsány terapeutické metody sloužící k rehabilitaci hemiparézy. Ve třetí kapitole byla představena robotická zařízení a jejich studie. Cílem mé bakalářské práce je porovnat robotickou terapii s konvenční terapií. Při psaní bakalářské práce bylo použito celkem 94 zdrojů. Z tohoto počtu tvořilo 62 odborných studií, které byly dohledány v databázi Pubmed, Elsevier a Google Scholar a webových stránkách výrobců robotických zařízení. Z bakalářské práce je zřejmé, že terapie asistovaná robotem má pozitivní vliv na zlepšení hybnosti paretické horní končetiny. Z výsledků vyplývá, že rehabilitace asistovaná robotem je velice účinná a poskytne pacientovi zábavnou formu terapie,

kteřou konvenční terapie není schopna nabídnout. Stále však není na takové úrovni, aby přítomnost terapeuta mohla být úplně vyloučena.

Klíčová slova: Hemiparéza, cévní mozková příhoda, nádory mozku, kraniotrampa, horní končetina, robotická rehabilitace, neurorehabilitace

Abstrakt v AJ: Upper limb hemiparesis is a condition characterized by partial weakening of strength and control of movements in one upper limb. This condition is often caused by neurological damage to the brain. It manifests as an inability to perform smooth and strong movements of the affected limb. The first part of my thesis addresses the concept of hemiparesis and the neurological and neurosurgical diseases that cause it. The second chapter describes therapeutic methods used for the rehabilitation of hemiparesis. In the third chapter, robotic devices and their studies were introduced. The aim of my bachelor's thesis is to compare robotic therapy with conventional therapy. A total of 93 sources were used in writing the bachelor's thesis. Out of this number, 62 were specialized studies found in the Pubmed, Elsevier, and Google Scholar databases, and on the websites of robotic device manufacturers. The bachelor's thesis shows that robot-assisted therapy has a positive impact on improving the mobility of the paretic upper limb. The results indicate that robot-assisted rehabilitation is very effective and provides the patient with an entertaining form of therapy that conventional therapy cannot offer. However, it is still not at a level where the presence of a therapist can be completely excluded.

Keywords: Hemiparesis, Stroke, Brain tumors, Craniotrauma, Upper limb, Robotic rehabilitation, Neurorehabilitation

Rozsah: 62 stran,

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jen bibliografické a elektronické zdroje uvedené v referenčním seznamu.

V Olomouci 15. května 2024

Barbora Čechová

Poděkování

Mé poděkování patří vedoucí práce paní Mgr. Haně Zwettlerové za všechny cenné rady, čas, trpělivost a podporu během zpracovávání mé bakalářské práce.

Dále děkuji paní Mgr. Haltmar za pořízení a poskytnutí fotek z kineziologické laboratoře FNOL.

OBSAH

ÚVOD	7
1 HEMIPARÉZA U VYBRANÝCH DIAGNÓZ	9
1.1 Neuromotorické principy	10
1.1.1 Motorické učení	10
1.1.2 Neurogeneze	11
1.1.3 Neuroplasticita	11
1.2 Cévní zásobení mozku	13
1.3 Vybrané neurologicko-neurochirurgické diagnózy	14
1.3.1 Cévní mozková příhoda	14
1.4 Traumatické poškození mozku	18
1.4.1 Kraniocerebrální traumata	18
1.5 Nádory mozku	19
2 ERGOTERAPIE U HEMIPARETICKÉHO PACIENTA	23
2.1 Horní končetina	24
2.2 Neurorehabilitace	26
2.3 Následná péče u hemiparetického pacienta	30
2.4 Pohybově kognitivní terapie	31
3 ROBOTICKÝ BIOFEEDBACK	32
3.1 Princip biofeedbacku	33
3.2 Koncept Armeo	34
3.3 Koncept Gloreha	38
3.4 AMADEO	40
3.5 MYRO	42
3.6 NIRVANA	43
3.7 BITS	43
DISKUZE	44
ZÁVĚR	46

ÚVOD

Hemiparéza je závažný stav, při kterém dochází k narušení motorické funkce jedné poloviny těla, což ovlivňuje funkci horní i dolní končetiny. Znamená částečné ochrnutí nebo oslabení svalů na jedné polovině těla. K tomuto stavu nejčastěji dochází v důsledku cévní mozkové příhody či traumatického poranění mozku, a to poškozením centrálního motoneuronu. Osoba s hemiparetickou horní končetinou má obrovský deficit v péči o sebe samého, a to konkrétně v sebeobsluze a ADL. Jelikož je hemiparéza jedním z mnoha dalších následků poškození mozku, tak pacienta neomezuje jen po fyzické stránce, ale může vést k obtížím i na dalších úrovních jako je například psychická, kognitivní a komunikační oblast. Bakalářská práce je rozdělena do tří kapitol.

První kapitola se věnuje hemiparéze, neurologickým, neurochirurgickým onemocněním, které tento stav způsobují, a to konkrétně cévní mozkové příhodě, kraniotraumatům, nádorům mozku a ve stručnosti je zde popsána i jejich následná léčba. Bakalářská práce popisuje i anatomii cévního zásobení mozku, princip motorického učení, neurogenezi a neuroplasticitu. Cévní mozková příhoda (CMP) je v současnosti závažným zdravotním i socioekonomickým problémem nejen v České republice, ale po celém světě, což je také dáno životním stylem. Incidence CMP v ČR dosahuje až 35 000 případů ročně, což z něho činí druhé nejčastější onemocnění spojené s invaliditou a mortalitou. Kraniocerebrální traumata tvoří 30 % náhlých úmrtí a je jich ročně způsobeno okolo 300 na 100 000 obyvatel. Traumata mozku způsobují poruchu jeho funkcí a brání mozku v řízení psychických a tělesných funkcí nezbytných pro život. Nádory mozku patří mezi relativně vzácná onemocnění CNS. Incidence v České republice je ročně u 8 ze 100 000 osob. Mezi příčiny mozkového nádoru patří parézy, zhoršená citlivost a zrakové deficity.

Druhá kapitola pojednává o přehledu terapeutických metod používaných u pacientů s hemiparézou. Jsou zde vyjmenovány tradiční přístupy využívající se při terapii pacientů s hemiparézou, tedy Bobath koncept, CIMT, Mirror therapy a PNF, zdůrazňující potřebu individualizovaného přístupu v závislosti na specifických potřebách a schopnostech pacienta.

Poslední kapitola bakalářské práce je zaměřena na detailní rozbor a srovnání různých zařízení používaných v robotické terapii, která je nově aplikována v léčbě hemiparézy horní končetiny. Kapitola poskytuje komplexní přehled o principu biofeedbacku a konkrétních systémech, které jsou v současnosti dostupné pro rehabilitační účely.

Bakalářská práce byla pojata formou rešerše, průvodní literaturou pro zpracování této práce byly především literární zdroje, dostupné z katalogu knihovny Univerzity Palackého v Olomouci a zahraniční články z Pubmed, Elsevier a Google Scholar. Hlavním cílem mé bakalářské práce je

porovnání klasické terapie s robotickou terapií. Vedlejším cílem je zmapovat a přiblížit aktuální trendy robotického biofeedbacku. Hlavní klíčová slova pro vyhledávání byla hemiparéza, cévní mozková příhoda, nádory mozku, kraniotrauma, robotická rehabilitace a neurorehabilitace. Na základě těchto klíčových slov bylo použito 94 zdrojů. Z toho bylo 53 odborných článků v anglickém jazyce a 9 v jazyce českém. Spolu s odbornými články byly použity také knižní zdroje, kterých bylo 31.

1 HEMIPARÉZA U VYBRANÝCH DIAGNÓZ

Pfeiffer (2007) uvádí, že pojem hemiparéza je využíváný pro název ochrnutí jedné poloviny těla, čímž je myšleno ochrnutí centrálního původu. Při postižení centrálního nervového systému je ovlivněn aferentní i eferentní přísun informací a jejich zpracování (Pfeiffer, 2007; Vyskotová, 2021).

Rozlišujeme dva typy hemiparéz, tedy chabou a spastickou. V akutní fázi bývá svalstvo hypotonické, v tomto případě jde o pseudochabou parézu či plegii (Pfeiffer, 2007).

Nejběžněji bývá hemipostižení centrálního původu a bývá způsobeno kontralaterální hemisferální lézí, většinou současně s poruchou čítí, případně při postižení dominantní hemisféry je přítomna i porucha symbolických funkcí (Ambler, 2011).

Postižení centrálního motoneuronu je jedním z častých následků po cévní mozkové příhodě, ale má mnoho dalších příčin, například traumata mozku, nádorová a degenerativní onemocnění, roztroušenou sklerózu, encefalitidu či poškození míchy. Na rozdíl od hemiplegie neznamena úplnou paralýzu. Hemiparetická končetina zahrnuje ztrátu svalové síly, svalovou hyperaktivitu a retrakci měkkých tkání. U hemiparetických pacientů dochází ke svalové atrofii, zejména atrofii typu II., kdy dochází k tzv. rychlé kontrakci svalových vláken na úkor svalových vláken typu I. V tomto případě se snižuje schopnost vytvářet sílu při vysokých rychlostech pohybu. Hemiparetické postižení je přítomno na celé polovině těla, včetně n. facialis a n. hypoglossus (Lippertová-Grünerová, 2005; Kolář et al., 2020; Lattouf et al., 2021).

Hemiparetický pacient dostává informace od obou stran těla, ale kvůli narušení aferentního a eferentního systému je narušena tělesná symetrie. Soustředí se jen na nepostiženou končetinu, kterou svůj pohybový deficit nahrazuje (Lippertová-Grünerová, 2005).

Typickým držením hemiparetické horní končetiny je flekční držení. Horní končetina bývá ohnutá v loketním kloubu a palmárně směřuje dolů v zápěstí. Převaha flexorové spasticity se objevuje i na paži a předloktí, na paži převažuje zvýšený svalový tonus. Naopak ruka a prsty bývají hypotonické a mívají podivný vzhled. Mezi prvním a druhým kloubem prstů ruky jsou klouby v hyperextenzi (Trojan, 2005).

Pro provádění ADL je třeba udržovat minimální práh svalové síly. Trénování a opakování stejných pohybů snižuje posttraumatické následky po cévní mozkové příhodě (Lattouf et al., 2021).

1.1 Neuromotorické principy

Proces řízení je možný pouze tehdy, když dostáváme nepřetržitý přísun informací, což je důležitý pojem ve vědě i filozofii. Nervový systém slouží nejen k přijímání a zpracování informací, ale rovněž k jejich uchování. Zpracování informací je proces, který může zahrnovat vypracování odpovědi nebo reakce organismu (Dylevský, 2022).

1.1.1 Motorické učení

Motorické učení je komplexní soubor procesů, které se týkají opakování cvičení a získávání zkušeností vedoucí k dlouhodobému zlepšování schopnosti vykonávat dovednostní úkony. Motorické učení je doprovázeno neuroplastickými změnami CNS (Schmid, 2011; Řasová, 2007).

Motorické učení a motoriku řídí motorický systém, který harmonizuje motorickou aktivitu a senzorické funkce. Motorické učení zahrnuje získávání motorických dovedností, které definujeme jako schopnost plánování a provádění se záměrem určitého pohybu (Bastlová, 2018).

Naučení a projev motorických schopností jedince jsou ovlivněny řadou faktorů, které musí splňovat určitá kritéria, aby došlo k osvojení nebo zdokonalení nové pohybové dovednosti či k přeškolení motorického programu. Motorický program můžeme chápat jako sekvenci naučených a zautomatizovaných pohybů, které jsou specifické pro každého jednotlivce, nejsou však geneticky určené. Existují dva typy motorického učení, a to typ explicitní a implicitní (Hušková & Příhoda, 2022).

Explicitní typ

Explicitní forma učení představuje převážně kortexem řízený typ motorického učení, který využívá kognitivní procesy a krátkodobou paměť na základě demonstrace nebo verbálních instrukcí. Motorická činnost je provedena vědomě a strategicky, aby byla provedena co nejlépe. Může to být například vizualizace a koordinace. S opakováním se tento typ učení stává více automatizovaný a přechází do subkortikálních struktur. Paměťová stopa se začíná tvořit od prvního provedení (Hušková & Příhoda, 2022).

Implicitní typ

Na rozdíl od explicitního učení není implicitní učení řízeno přesnými instrukcemi. Pro implicitní formu motorického učení je nezbytné opakování. Implicitní forma je spíše neúmyslným způsobem učení, který se obejde bez vědomých kognitivních procesů. Některé dovednosti se mohou naučit neúmyslně při provádění více úkolových aktivit. Například při chůzi je pacient vyzván k provádění další motorické nebo kognitivní činnosti (Hušková & Příhoda, 2022).

1.1.2 Neurogeneze

Pojem neurogeneze chápeme jako vývoj nervové soustavy. Vytváření nových neuronů není omezeno pouze na období neurogeneze. Aby došlo k tvorbě nových neuronů, je třeba přítomnosti kmenových buněk v gyrus dentatus, hippocampu a nejspíše i prefrontálním kortexu, které se mohou přetvořit do plnohodnotných neuronů, dendritů a axonů. Není známo, jaké faktory jejich přítomnost ovlivňují, ale je jisté, že se mohou u jedinců vyskytovat i v pokročilém věku (Nedělka et al, 2022).

Tyto kmenové buňky se v určitých oblastech dospělého mozku asymetricky dělí, čímž vytvářejí nové neurony, případně astrocyty. Neurony, které jsou nově vytvořené se sjednotí, napomáhají v úloze hippocampu, tedy učení a paměti, adaptaci na stres, úzkosti a sociálnímu chování (Cope et al., 2019).

1.1.3 Neuroplasticita

První zmínky o reorganizaci CNS zmínil berlínský fyziolog Hermann Munk v roce 1877, kdy usoudil, že mozek má schopnost převzít funkci jiné poškozené části mozku (Lippertová-Grünerová, 2005).

Mozek není statický orgán, po celý život se mění. Neuroplasticita je schopnost mozku přizpůsobit se, přestavit svou strukturu a funkci. Tato schopnost je klíčová pro přizpůsobování se novým věcem a rozvíjení nových dovedností. V případě poškození mozku, dochází k úpravě těchto mechanismů (Rakús, 2009).

Bastlová (2018) dodává, že plastické, adaptační a reparační funkce centrálního nervového systému pomáhají napravit patologie a získat nové dovednosti. Proto je primárním předpokladem největší možná míra eferentní stimulace (Bastlová, 2018).

Plasticita může být aktivována jako odpověď na poranění s cílem podpořit funkční zotavení a kompenzovat ztracenou funkci. Po traumatu mohou být aktivovány paralelní motorické obvody, které umožňují alternativní vstup do míšních motoneuronů. Právě tyto paralelní obvody mohou pocházet z různých oblastí mozku (Pascual-Leone et al., 2005).

K neuroplasticitě dochází ve všech obdobích života, nejvíce v mládí, ale je zachována i v dospělosti a stáří. Její míra je ovlivněna využíváním mozku (Kulišťák, 2011).

Trojan uvádí čtyři typy neuroplasticity – Evoluční, reaktivní, adaptační, reparační. Walsh dodává, že je k těmto typům ještě připojována tzv. Ekologická plasticita, která ukazuje vliv prostředí na mozek savce (Kulišťák, 2011).

Evoluční neuroplasticita

V prvních měsících života u kojenců a batolat dochází k jejímu největšímu rozvoji, maxima dosahuje mezi druhým a třetím rokem, po šestém roce se začíná snižovat. Ve dvanáctém roce života dosáhne úrovně dospělého věku (Hašková, 2022).

Nervová tkáň v raném vývoji jedince po početí je silně flexibilní a dochází k dynamickým změnám v nervovém systému. Tyto změny jsou pod vlivem genetických programů a vnějších faktorů, probíhají nejprve na strukturální úrovni, poté ovlivňují funkci nejen na úrovni jednotlivých buněk, tedy neuronů a synapsí, ale i vyšších úrovních systému (Kolář, 2020).

Reaktivní neuroplasticita

Zajišťuje, že neurony jsou schopny reakcí a úprav na změny, což představuje dočasnou odezvu tkání CNS na krátkodobou stimulaci (Hašková, 2022).

Adaptační neuroplasticita

Podmiňuje schopnost učení a ukládání do paměti pomocí vyvolávání dlouhodobých a opakujících se podnětů. Bývá uplatňována u slabších zranění při odstupu kolaterálních výhonků z nervových vláken, kdy dochází k vytváření nových synaptických kontaktů. U lehčích zranění může být stav rekapitulován během tří až šesti měsíců s malými následky (Hašková, 2022; Němeček et al., 2003).

Reparační neuroplasticita

Zachovává a obnovuje původní funkci určité oblasti mozku v maximální kvalitě, což zahrnuje schopnost nepoškozené oblasti mozku v okolí deficitu převzít její funkci. Tato změna zahrnuje přestavbu synapsí, přeskládání axonů s dendrity a přestavbu místních neurálních okruhů (Hašková, 2022).

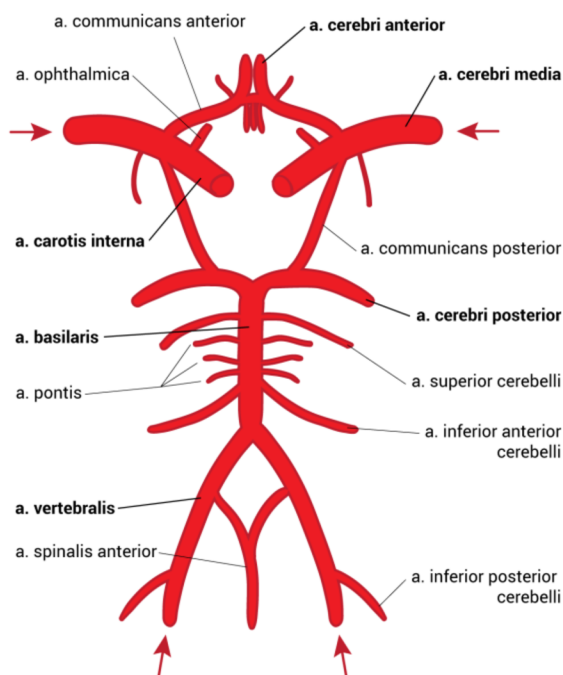
Kolář (2009) dodává, že změny v neurální struktuře ovlivní či obnoví funkce postižených nervových částí pomocí cílených stimulů (Kolář, 2009).

1.2 Cévní zásobení mozku

Mozek je zásobován krví čtyřmi hlavními tepnami, které zajišťují jeho výživu a funkci. Okysličenou krev do mozku přivádí páry arterie carotis internae vpředu, arterie vertebrales vzadu, které se na lebečním dně spojují a tvoří dohromady takzvaný Willisův okruh uložený v subarachnoideálním prostoru. Žilní odtok je zajištěn mozkovými žilami, jejichž odtok pokračuje do žilních splavů (Konan et al., 2023).

Rozlišujeme dva hlavní systémy pro zásobování mozku, tedy karotické a vertebrobazilární řečiště. Karotické přispívá k dodávání krve do mozku asi z 85 %. Levá vnitřní karotická tepna obvykle vychází přímo z aortálního oblouku, zatímco pravá je větví pro truncus brachiocephalicus. Společná karotida se rozděluje na vnitřní a vnější tepnu zhruba v úrovni C3-C4. Vnitřní karotická tepna vstupuje do lebeční dutiny přes canalis caroticus, prochází kavernózním sinem a dělí se na a. cerebri anterior a a. cerebri media. Před rozdělením vnitřní karotické tepny odstupuje a. communicans posterior, která se spojuje s a. cerebri posterior, čímž vytváří spojení s vertebrobazilárním řečištěm a zadní částí Willisova okruhu (Ambler et al., 2012).

Postižení hemisferálního typu je časté u poškození karotického povodí. Horní končetiny jsou častěji postiženy, dojde-li k postižení v povodí a. cerebri media, k lézi dolních končetin dochází u postižení v povodí a. cerebri anterior (Ambler, 2023).



Obrázek 1 Schéma Willisova okruhu

(Štefánek, 2008)

1.3 Vybrané neurologicko-neurochirurgické diagnózy

1.3.1 Cévní mozková příhoda

„Iktus neboli cévní mozková příhoda (CMP) je náhle vzniklá mozková porucha, především ložisková, která je způsobena poruchou cerebrální cirkulace: ischemií (80 %) nebo hemoragií (20 % – z toho intercerebrálních hemoragií je asi 17 %, subarachnoideálních 3 %)“ (Ambler, 2011).

Cévní mozkové příhody jsou jednou z nejčastějších příčin těžkého zdravotního postižení, a jsou proto značným medicínským, sociálním a ekonomickým problémem. V České republice je ročně postiženo cévní mozkovou příhodou až 35 000 osob, přičemž více než 1/3 pacientů je mladších 60 let. Z toho asi 2/3 pacientů přežívají, přičemž přibližně polovina z nich se potýká s trvalými obtížemi a je odkázána na trvalou péči. Rehabilitace tvoří v péči o tyto pacienty dominantní úlohu (Kolář. et al., 2012).

Mezi ovlivnitelné rizikové faktory patří hypertenze, která je, společně i se srdečními onemocněními, nejrizikovější faktor CMP. Při dlouhodobé hypertenzi dochází ke strukturálním

změnám u mozkových arteriol. Kvůli těmto změnám se arterioly hypertenzi hůře přizpůsobují (Dufek, 2005).

Pro zabránění vzniku CMP je nezbytné tyto rizikové faktory minimalizovat. Díky tomuto přístupu lze výrazně snížit prevalenci CMP (Guzik & Bushnell, 2017).

Ischemická mozková příhoda

Nejčastějším typem všech cévních mozkových příhod je ischemická CMP, která představuje 80 % těchto onemocnění. Mozková ischemie vzniká tehdy, kdy trombem dojde k uzavření jedné z cév Willisova okruhu a průtok krve je snížen natolik, že není schopen zajistit přívod kyslíku a živin do mozku (Příbáň, 2022).

Hypoxická mozková tkáň podléhá strukturálním změnám a dochází k tzv. mozkovému infarktu. Příčiny mozkové ischemie rozdělujeme na lokální (např. arteroskleróza, kardiální příčiny, hematologická onemocnění) nebo celkové (např. celková mozková hypoxie při plicních poruchách nebo hypoxie z reologických příčin při zvýšené viskozitě krve) (Kolář, 2012).

Základním patologickým mechanismem je porucha perfuze mozkové tkáně okysličenou krví. Nejčastěji jde o uzavěr některé mozkové tepny různého průsvitu trombotickým vmetkem. Podle toho pak vznikají větší nebo menší okrsky hypoxie a následné destrukce mozkové tkáně (Pfeiffer, 2011).

„Ischemická cévní mozková příhoda je definována jako náhle se rozvíjející klinické projevy ložiskového poškození mozku, které trvají déle než 24 hodin, vedou ke smrti a současně je vyloučena jiná příčina potíží. Odezní-li symptomy kompletně do 24 hodin, mluvíme o tranzitorní ischemické atace (TIA)“ (Šaňák et al., 2011).

Kalvach (2010) dále doplňuje, že tranzitorní ischemická ataka se obecně diagnostikuje na základě ložiskových neurologických příznaků způsobených fokální mozkovou, kmenovou nebo retinální ischemií, náhlého začátku a plného vymizení během 24 hodin (obvykle během minut) (Kalvach, 2010).

Do rizikových faktorů řadíme vysoký krevní tlak, diabetes mellitus a přítomnost infarktu myokardu v minulosti. Dalším faktorem zvyšujícím riziko cévní mozkové příhody je kouření, které v kombinaci s alkoholem výrazně zvyšuje riziko jak ischemické, tak i hemoragické mozkové příhody (Ambler, 2023).

Hemoragická mozková příhoda

Hemoragické krvácení do mozku představuje přibližně 20 % všech případů mozkových příhod. Intrakraniální hemoragie dělíme na dvě globální skupiny, tedy intracerebrální hemoragie – s frekvencí asi 15 % a krvácení subarachnoideální, které zaujímá přibližně 5 % (Kalvach, 2010).

Hypertonické intracerebrální krvácení je nejběžnějším typem hCMP a je způsobeno prasknutím hlubokých perforujících tepen, které mají z důsledku hypertenze zdegenerovanou stěnu. Postiženy jsou i okolní tepénky, což vede k rozptýlenému krvácení do hlubších mozkových struktur (Přibáň, 2022).

„Hemoragická CMP je definována jako rychle se rozvíjející neurologický deficit, kdy dochází k lokálnímu hromadění krve v mozku nebo mozkových komorách“ (Wong et al., 2022).

HCMP se nejčastěji projevuje kontralaterální centrální parézou n. VII a centrální hemiparézou, hemihypestezií. Při postižení dominantní mozkové hemisféry může být přítomna i afázie (Fiksa, [online], 2015).

Krvácení se nejčastěji vyskytuje v oblasti bazálních ganglií a thalamu. Krvácení v thalamu může vést k propojení s komorami a tím způsobit hydrocephalus s obstrukcí toku mozkomíšního moku. Důležitou roli hraje i objem krvácení (Přibáň, 2022).

Mozková aneurysmata

Intrakraniální aneurysma je výduť mozkové tepny, která má charakteristické umístění v hlavních tepnách Willisova okruhu. Většina výdutí se vyskytuje v přední části Willisova okruhu, v zadní části se objevují v 15 %. V populaci se vyskytuje u 5 % obyvatelstva a je následkem získaných faktorů, jako je například hypertenze nebo kouření. Genetické faktory mohou hrát roli u 10 % případů, především u osob s Marfanovým syndromem, Ehlers-Dansloovým syndromem IV. typu a neurofibromatózou I. typu (Přibáň, 2022).

Celkově se aneurysmata vyskytují u 1-2 % populace, jsou získaná a tvoří většinu případů netraumatických subarachnoidálních krvácení. Příčinou vzniku aneurysmat je ateroskleróza (Brown & Broderick, 2014).

Podle velikosti rozlišujeme aneurysmata na malé do 20 mm, velké od 10 mm do 15 mm a gigantické nad 25 mm. Aneurysmata rozdělujeme do tří typů a to sekulární, infekční a traumatická. Obvykle jsou lokalizována v periférii střední mozkové tepny a projevují se intracerebrálním hematodem. Při subarachnoidálním krvácení dochází k rozlití krve mezi arachnoideou a pia mater. Je-li příčinou krvácení, často se krev hromadí v bazálních cisternách,

kteří obklopují cévy Willisova okruhu. Ročně incidence SAK připadá přibližně na 10 ze 100 000 obyvatel a nejvyšší výskyt je u osob ve věku 50 – 60 let (Příbáň, 2022).

Epidemiologie CMP

Cévní mozková příhoda celosvětově tvoří hned po infarktu myokardu druhou nejčastější příčinu úmrtí. U starších jedinců je ICMP nejčastější příčinou nově vzniklých případů iktu, a to okolo 44–65 %. U mladších jedinců bývají častější intracerebrální hemoragie a subarachnoidální hemoragie. Incidence cévní mozkové příhody u osob mladších 44 let se za posledních 30 let zvýšila z 5-17 případů, na 11-18 případů na 100 000 obyvatel (Potter et al., 2022).

Zpráva amerického sdružení udává, že v roce 2016 utrpělo v USA cévní mozkovou příhodou 7 milionů Američanů starších 20 let (Feske, 2021).

Následky po cévní mozkové příhodě

„Celospolečenský význam ischemických mozkových příhod je obrovský. Ischemický iktus představuje v dospělosti třetí nejčastější příčinu úmrtí a nejčastější příčinu invalidity v rozvinutých zemích“ (Příbáň, 2022).

Přibližně u 30 % případů po iCMP může dojít k progresi postižení v určité oblasti mozku, rozvoji dalších změn v mozku, zhoršení psychických stavů a vědomí (Ehler et al., 2011).

Příznaky po CMP nejsou vždy stejné, záleží na rozsahu krvácení a postižení, lokalizaci ischemie a hemoragie, včasné léčbě a celkovém stavu pacienta. Důvodem hemiparézy horní končetiny bývá narušení a. cerebri media, přičemž horní končetina bývá vážněji poškozena než dolní končetina. Postižení a. cerebri media však není jediným důsledkem vznikající hemiparézy, k té velmi často dochází i při porušení ostatních tepen (Trojan, 2005).

Léčba

Péče o pacienty s cévní mozkovou příhodou je v současnosti dobře prováděna a jsou na ni vyhraněna iktová a cerebrovaskulární centra. Léčbu lze rozčlenit na dva typy, tedy zákroky akutní a plánované. Akutní zákroky mají zpravidla léčebnou povahu, kdežto plánované jsou preventivní (Příbáň, 2022).

Léčba akutního stádia iktu závisí na typu iktu, jeho umístění, rozsahu, příčiny a doby, kdy je léčba zahájena. Cílem je stabilizovat životně důležité funkce a zabránění neurologických komplikací, které by mohly stav nemocného zhoršit (Bauer, 2010).

U léčby akutního stádia iCMP se provádí rekanalizace zneprístupněné tepny. Je důležité zajistit akutní transport do iktového centra, rehydratovat pacienta. Moderní přístup v léčbě ischemické cévní mozkové příhody představuje trombolytická léčba, jejíž cílem je rozpustit krevní sraženinu pomocí trombolyticky aktivní substance. Tento způsob léčby je nutné zahájit do 4,5 až 9 hodin od vzniku iktu (Ambler, 2023).

1.4 Traumatické poškození mozku

Traumata mozku jsou závažným zdravotním, ekonomickým a sociálním problémem, který vede k dlouhodobým následkům a trvalé invaliditě. Traumata mozku jsou příčinou 30 % náhlých úmrtí, a jsou nejčastější příčinou smrti u osob nad 45 let (Přibáň & Mraček, 2022).

Počet úrazů mozku, které potřebují hospitalizaci, je ročně kolem 300 na 100 000 obyvatel. Celosvětově jsou nejčastějšími příčinami traumatického poškození mozku autonehody. Na druhém místě jsou pracovní úrazy. U seniorů a dětí jsou velmi častou příčinou úrazu i pády. Dále může k poškození mozku dojít i během sportu (Šplíchal, 2017).

Mezi lézemi centrálního nervového systému jsou poranění mozku druhou nejčastější jednotkou s výskytem 149,6 případů na 100 000 obyvatel. Traumatická problematika má specifickou závažnost, protože traumata jsou nejčastější příčinou úmrtí ve věkové skupině do 45 let. V závažnosti trvalých následků jsou na prvním místě (Smrčka, 2001).

Následkem poškození mozku dochází k narušení jeho funkcí, čímž mozek ztrácí schopnost ovládat psychické a tělesné funkce nutné k životu. U méně těžkých postižení zůstávají životně důležité funkce neporušeny, v těžších případech může dojít i ke kómatu a smrti (Lippertová-Grünerová et al., 2005).

1.4.1 Kranocerebrální traumata

Poranění mozku se dělí na primární, které se vyskytují v okamžiku úrazu a sekundární, které vznikají jako následky primárních lézí. Nasazení správné léčby a rehabilitace mohou minimalizovat jejich dopad (Ambler, et al., 2023).

Primární mozková poranění mají dva typy příčin, tedy mozkovou kontuzi a difúzní axonální poranění bílé hmoty. Tyto léze se mohou vzájemně kombinovat.

Sekundární mozková poranění způsobují nitrolební krvácení, edémy, infekce a tepenná poranění (Ambler, et al., 2023).

Pro členění kraniocerebrálních traumat se využívá klasifikace dle Glasgow Coma Scale (GCS) na poranění lehká (GCS 15-13), středně těžká (12–9) a těžká (8 - 3) (Ambler et al. 2023).

Kolář (2012) uvádí, že poranění mozku dělíme na lehká, středně těžká a těžká. Lehká poranění se projevují krátkodobou poruchou vědomí bez doživotních následků, obtíže vždy ustupují do 4-12 týdnů. Středně těžká poranění jsou provázena bezvědomím trvajícím minuty až hodiny, dochází při něm ke kontuzi mozku nebo rozvoji hematomu. Poruchy kognicí mohou přetrvávat až několik měsíců, většinou dochází k úplnému zotavení (Kolář, et al., 2012).

Kontuze mozku

Kontuze, jiným názvem pohmoždění mozku se řadí mezi primární kraniotraumata, jehož objem krvácení se zvyšuje zpravidla edémem. Hranice mezi pohmožděním a hematomem je velmi tenká, takže pokud krvácení vevnitř kontuze pokračuje, podporuje tím vznik intracerebrálního hematomu. Kontuze bývají po traumatech často doprovázeny i krvácením (Příbáň, 2022).

Traumatické subarachnoidální krvácení

Bývá doprovázeno u mozkových kontuzí, jedná se o nejběžnější typ pórůrazového krvácení do mozku. U velké části případů bývá následkem nízkoenergetických traumat. Projevují se bolestmi hlavy, meningeálními příznaky, teplotami a někdy i neklidem (Příbáň, 2022; Ambler, 2023).

K diagnostice lze využít pouze CT nebo lumbální punkci, která musí být prováděna opatrně, aby se předešlo vzniku mozkové herniace (Ambler, 2023).

1.5 Nádory mozku

Mozek je hlavní orgán centrální nervové soustavy, podílí se na řízení a zpracovávání téměř všech tělesných funkcí. Nádory a metastázy mozku jsou zanechávány pacienty s velmi krátkou prožitelností (Lah et al., 2020).

Intrakraniální tumory jsou patologické procesy projevující se jako expanzivní léze, mohou způsobovat symptomy syndromu nitrolební hypertenze, mezi které patří bolesti hlavy a

zvrazení. Nitrolebeční tlak vzniká v důsledku objemu nádoru a otoku okolo něho. Typickým příznakem mozkového nádoru je například paréza, snížené čítí nebo problémy se zrakem. Někdy se může objevit i epileptický záchvat (Navrátil, et al., 2012).

Nádory mozku a CNS jsou relativně vzácné, i přesto se však významně podílí na morbiditě a mortalitě způsobených rakovinou, především u mladých dospělých a dětí, kde představují zhruba 20-30 % úmrtí. Ve srovnání s ostatními druhy rakoviny mají mozkové nádory výrazně vyšší mortalitu. Primární zhoubné nádory se v České republice vyskytují přibližně u 8 ze 100 000 osob (McNeill, 2016; Polívka & Potužník, 2021).

Adam (2010) řadí maligní tumory mozku do pouhých 2 % všech tumorů u dospělých, tvrdí však, že způsobují vyšší invaliditu a mortalitu. Nejčastější výskyt je u osob dětského věku do 16 let, kde jsou často lokalizovány v zadní jámě lebeční. U starších osob vznikají nádory v mozkových hemisférách. U nádorů je důležité zjistit, jak zhoubný je, jakou rychlostí roste, či zda je benigní a pomalu rostoucí (Adam et al., 2010; Dohnalová, 2016).

Diagnostika intrakraniálních nádorů zahrnuje anamnézu, klinické vyšetření a zobrazovací metody. Nejběžnější metodou je CT, ale velmi často je využívána i magnetická rezonance (MR). Pro hodnocení metabolické aktivity a charakteristiky nádoru je využívána i PET. Nejspolehlivější diagnóza se stanoví až histologickým vyšetřením (Navrátil, et al., 2012).

Astrocytom

Astrocytomy, též zvané gliomy představují benigní nádory nervové tkáně z glie. Výskyt je kolem šesti případů na 100 000 obyvatel a častěji bývají postiženi muži středního věku. Z velké většiny se vyskytují náhodně, ale mohou být i důsledkem genetických syndromů. Podle míry nádorového bujení jsou rozděleny WHO do čtyř stupňů, přičemž první a druhý stupeň je nízko stupňový a druhý a třetí vysoko stupňový. První stupeň je nezhooubný a dobře ohraničený, tudíž po jeho odstranění se pacient zcela uzdraví. Nádory druhého stupně jsou pomalu rostoucí s invazivní schopností. Jsou neléčitelné a přechází do vysokého stupně malignity (Dohnalová 2016; Příbáň & Mraček, 2022).

Glioblastom

Jedná se o nejběžnější a nejagresivnější typ nádoru ze skupiny astrocytomů, je tvořený nezralými glioblasty. Existují dva typy a to primární, který vzniká spontánně, a sekundární, vyvíjející se s maligními změnami ve stádiích nádorů nižšího stupně. Glioblastomy se nejčastěji objevují v mozkových hemisférách, metastazují mozkomíšním mokem, odkud se nejčastěji šíří

do bazálních ganglií a corpus callosum. Prognóza je velmi špatná, v nádoru často dochází ke vzniku nekróz a hemoragií (Dohnalová, 2016; Mraček, 2022).

Dle Hirtzovy studie je incidence tohoto typu nádoru zhruba o 40 % vyšší než u žen, což může být zapříčiněno hormony ve vývoji glioblastomu, navíc incidence u žen klesá v předmenopauzálním věku, což naznačuje, že ženské hormony mohou mít preventivní účinky proti vzniku gliomů. Výskyt u mužů je 7,6 na 100 000 obyvatel, kdežto 5,4 na 100 000 u žen (Hirtz et al., 2020).

Ependyomom

Ependyomy jsou nádory dětských pacientů vycházející z ependymu v mozkových komorách nebo centrálním míšním kanálu. Ependyma je vrstva buněk, která vystýlá mozkové dutiny a připomíná cylindrický epitel. Je vybavena řasinkami, které podporují pohyb mozkomíšního moku (Pfeiffer, 2007; Mraček, 2022).

Ependyomy tvoří 6 % všech nádorů mozkového epitelu, převážně se nachází v zadní jámě lebeční a v míše, mohou se však vyskytnout po celé délce nervové soustavy. Nejvíce v komorovém systému, a to v 70 %. Kvůli své lokalizaci způsobují často klinické příznaky projevující se hydrocephalem a nitrolební hypertenzí (Fadrus et al., 2010; Mraček, 2022).

Prognóza závisí na lokalizaci a věku nemocných. Špatná prognóza bývá u infratentoriálních lokalizací nádoru (Mraček, 2022).

Šance na přežití závisí na věku pacienta, rozsahu chirurgického zákroku a umístění nádoru. Paradoxně platí, že čím je pacient mladší, tím je prognóza horší. Dojde-li k šíření nádoru do mozkomíšního moku, značí to velmi špatnou prognózu (Ambler, 2010).

Meningeom

Meningeomy představují přibližně 20 % všech mozkových nádorů, řadí se mezi nejčastější typ nádoru. Jsou benigní, pomalu rostoucí a vyrůstají z mozkových obalů. Nejčastěji postihují pacienty ve věku mezi 50 a 60 lety. Řadí se do tří stupňů, benigního prvního stupně a maligního druhého a třetího. Vyskytují se po celé ose nervového systému s různými klinickými projevy podle lokality (Mraček, 2022).

Kromě běžných klinických symptomů se meningeomy projevují charakteristickými příznaky podle místa, kde se nacházejí. Pro nádory lokalizované v čichové oblasti je typická porucha čichu, velké nádory mohou způsobit frontální syndrom (Dohnalová, 2016; Navrátil, 2012).

Léčba nádorů

Při nádorové léčbě je kombinováno několik způsobů léčby, tedy operační, farmakologická a léčba ozařováním. Úplného uzdravení lze dosáhnout u pacientů s meningeomem, adenomem a dalšími nádory extraaxiální expanze. V případě přítomnosti zvýšeného nitrolebního tlaku není prováděna lumbální punkce (Seidl, 2015).

Ambler (2023) dodává, že benigní nádory lze chirurgicky odstranit celé a jejich prognóza bývá zpravidla dobrá, pokud se začnou řešit včas. U maligních nádorů a jejich metastáz lze provést jen částečné odstranění, případně snížení nitrolebního vysokého tlaku (Ambler, 2023).

2 ERGOTERAPIE U HEMIPARETICKÉHO PACIENTA

„Ergoterapie je zdravotnický obor využívající diagnostických a léčebných metod při rehabilitaci osob každého věku s různými typy postižení, ať už trvalými, dočasnými, fyzickými, psychickými, smyslovými či mentálními“ (Švestková, et al., 2017).

Zaměřuje se na rehabilitaci pohybových, kognitivních a sociálních dovedností s cílem dosáhnout maximální nezávislosti v osobním, sociálním a pracovním životě. Jejím hlavním úkolem je systematický trénink vnímání a citlivosti (Lippertová-Grünerová, 2005).

Česká asociace ergoterapeutů popisuje, že cílem ergoterapie je pomoci osobám udržet míru nezávislosti v ADL, úkolech zahrnujících práci a volnočasových aktivitách. Tyto činnosti vyžadují trénink, který může být kvůli zdravotnímu stavu omezen. Ergoterapeut se snaží tyto praktické problémy řešit a najít řešení v důležitých činnostech, které jsou spojeny se ztrátou soběstačnosti bez ohledu na funkční stav, věk, pohlaví a prostředí pacienta (Česká asociace ergoterapeutů, 2008).

Hlavním cílem ergoterapie je tedy dosažení maximální soběstačnosti a nezávislosti klientů jak v domácím, tak i pracovním a sociálním prostředí (Švestková, et al., 2017).

Ergoterapie napomáhá jedincům s vykonáváním ADL tím, že je do těchto činností zapojí i přes jejich postižení a poruchu (Krivošíková, 2011).

Dále se ergoterapie zabývá výběrem vhodných kompenzačních pomůcek nebo naplněním individuálních potřeb pacienta. Společně s interdisciplinárním týmem je cílem ergoterapie dosáhnout zlepšení funkčního postižení pacienta a zabránění progresu a vzniku dalších komplikací do budoucna (Lippertová-Grünerová, 2005).

Kolář (2020) dodává, že se ergoterapeut uplatňuje nejen při výběru kompenzačních pomůcek, ale i při domácích návštěvách z hlediska úprav bytu, nácviku hrubé i jemné motoriky, komunikačních, sociálních a fyzických funkcí, a poradenství ohledně zaměstnávání a ergonomie. Konkrétně u periferních paréz slouží ergoterapie ke zlepšení motoriky s cílem optimalizovat funkci paretické končetiny tak, aby byl pacient v maximální míře schopen zvládat každodenní aktivity a péči o sebe samého. U pacientů s plegiemi a závažnými parézami je doporučována co nejintenzivnější terapie, ideálně prováděna několikrát denně. To však není vždy možné, zejména u pacientů, kteří na terapii dochází ambulantně. V tomto případě je důležité pacienta edukovat, jak by měl správně provádět cvičení mimo terapii. V této době je důležité, aby pacient prováděl na své paretické horní končetině facilitační cvičení pomocí zdravé končetiny. Facilitační prvky jako hlazení, masáže, vibrace a pasivní pohyby slouží k podpoře svalového tonu nebo u paretického svalstva (Kolář, 2020).

Ergoterapeut má široké spektrum uplatnění. Může pracovat ve zdravotnických a sociálních institucích s ambulantním nebo hospitalizačním zaměřením, ve školách, specializovat se na ergonomii v pracovním prostředí, spolupracovat s pojišťovny, pracovat na úřadu práce nebo přispívat do posudkových komisí a dalších podobných organizací. Zahrnuje také poradenskou činnost, zaměřenou zejména na pacienta a jeho rodinné příslušníky (Klusoňová, 2011; Lippertová-Grünerová, 2005).

2.1 Horní končetina

Ruka hraje důležitou roli ve funkci celé horní končetiny. Ztráta obratnosti ruky je typickým projevem kortikální léze způsobenou cévní mozkovou příhodou (Baldan et al., 2021).

Velé (1997) tvrdí, že obě horní končetiny tvoří párový uchopovací orgán, takže pracují jako uzavřený funkční řetězec, a pro spolehlivou činnost horních končetin je potřeba spolupráce celého osového orgánu. Mezi hlavní pohybové funkce ruky řadíme manipulační funkce, a mezi hlavní senzoryckou funkci řadíme schopnost hmatu. Dále rozlišujeme i funkce komunikační (grafomotorika, haptika, gestikulace) a také posturálně-lokomoční (míněná účast horních končetin včetně rukou v opoře a lokomoci) (Véle, 1997; Vyskotová et al., 2021).

Ruce jsou navrženy pro použití v různých prostředích k různým účelům, které nám umožňují přežít a užívat si. Díky manuální obratnosti máme schopnost nezávisle pohybovat jednotlivými prsty a tyto pohyby v nejrůznějších variantách pohybových vzorců i kombinovat. Slouží k úchopu a manipulaci, sebeobsluze, práci i ke komunikaci a účastní se aktivně při udílení nebo přijímání kinetické energie (Véle, 1997; Vyskotová et al., 2021).

Při manipulaci ruce pracují bilaterálně, jedna končetina však vždy bývá dominantní (nejčastěji pravá) má vedoucí roli a druhá končetina spíše podporuje její funkci (Véle, 1997).

V důsledku cévní mozkové příhody má přibližně 70 % jedinců potíže s horní končetinou, čímž jsou narušeny funkce jako manipulace s předměty a dosahování. Tím dochází k tomu, že postižená horní končetina není využívána tak, jak by měla, což způsobuje dysfunkci a omezuje tím kvalitu a aktivitu života jedince. Proto je potřeba brzy po prodělání cévní mozkové příhody začít s terapií co nejdříve, a zaměřit se na obnovu oblouků ruky a stabilitu, protože to je klíčové pro obratnost a manipulaci s předměty (Meyer et al., 2021).

Fenomén kompetice

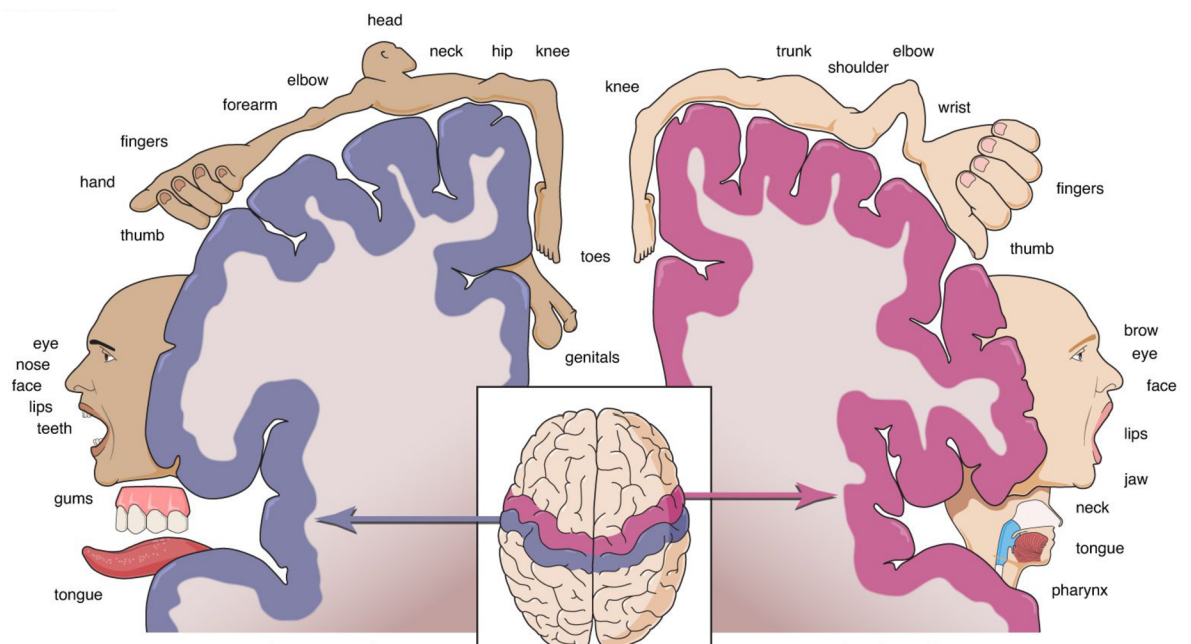
Jedná se o jev, kdy dochází k přenosu motorických funkcí na sousední oblast těla, a to nadměrnou aktivací ramene a zapomináním na ruku. Zpočátku je tento proces reversibilní, poté se stává nevratným (Vyskotová, 2013).

Homunkulus

Homunculus neboli malý člověk odkazuje buď na motorickou nebo senzoryckou reakci v oblasti cerebrálního kortexu. Homunkulus vyobrazuje takzvanou kortikální reprezentaci určitých segmentů lidského těla (Ambler, 2006; Nguyen, J. D., & Duong, H., 2023).

Motorický homunkulus

Organizace primární motorické oblasti (area 4) není rovnoměrně rozložena a závisí na jemnosti pohybu a počtu nervosvalových jednotek. Obličejové svaly ruky a svaly ruky zaujímají větší oblast mozkového kortexu než svaly trupové (Hudák & Kachlík 2017).



Obrázek 2 Homunculus

(Baugh, L. Sue, 2024 [online])

2.2 Neurorehabilitace

Abychom zabránili vzniku spasticity a dekubitů, je třeba s rehabilitací začít hned v akutní fázi, a to polohováním a pasivními pohyby postižených končetin (Švestková et al., 2017).

Včasná neurorehabilitace by měla být započata již na ARO a JIP. Jejím cílem je podpora spontánního zotavení, usilovného využívání regeneračních schopností a neuroplasticity, zabránění raných a pozdních komplikací (Lippertová-Grünerová, 2005).

K získání nejlepší možné kvality života je potřeba využít těchto základních prostředků včasné neurální rehabilitace, tedy fyzioterapie, ergoterapie, logopedie, neuropsychologie, muzikoterapie, arteterapie, činnost sociálního pracovníka (Lippertová-Grünerová, 2015).

Každá disciplína z tohoto multidisciplinárního týmu má na starost jinou funkci, všichni se ale podílí na společném stanovení cílů a rehabilitačního plánu, jejich přehodnocování a úpravu. Fyzioterapeuti provádí hodnocení motorických a posturálních deficitů. S pacientem nacvičují chůzi a trénují posílení svalů a stability, ergoterapeuti napomáhají strategii pro provádění ADL, jako jsou hygiena, oblékání, vaření, nejčastěji u pacientů po cévní mozkové příhodě (Belagaje, 2017).

Rehabilitace by se neměla zaměřit pouze na poruchu hybnosti, ale i na posilování funkce cirkulačního a dýchacího systému, prevenci žilní trombózy, proleženin, kontraktur a zácpy. Je třeba s ní začít hned v prvních hodinách po iktu a pokračovat do specializovaných rehabilitačních oddělení (Bauer, 2010).

Interdisciplinární tým je u paretických pacientů nutný nejen u terapie. Ta může být narušena i neuropsychickými deficity, tedy poruchou citlivosti, demotivací, neglect syndromem a dezorientací. Prací interdisciplinárního týmu je seznámení ostatních oborů s terapií (Lippertová-Grünerová, 2005).

V momentě, kdy pacient začíná spolupracovat, provádíme s ním trénink do sedu, vertikalizaci a chůzi s oporou. Postupně začínáme cvičit různé pohyby horní končetiny, začínaje tak, že se nejprve pohyb provádí bilaterálně jak se zdravou, tak s paretickou končetinou. Tyto pohyby jsou v ergoterapii využívány k tréninku aktivní hybnosti horních končetin pomocí užitečných činností, které pacient provádí bilaterálně, například razítkování. Později se paretická končetina začíná cvičit samostatně, přičemž je velmi důležité vybrat cílenou aktivitu, která posiluje extenzi prstů, například skládání papíru či válení těsta. Tento trénink je třeba provádět i několik měsíců, není možné určit, do jaké míry se hybnost končetiny upraví. Je-li stav hybnosti trvalý, je nutné naučit

pacienta se s touto situací vyrovnat a jak kompenzovat následky postižení vhodnými prostředky (Votava et al., 2017).

Mimo již zmíněných facilitačních metod lze usnadnit působení fyzikálních prostředků, jako jsou elektrické stimulatory. Aktuální verzí elektrostimulace u centrálních paréz je takzvaná funkční elektrická stimulace, která spočívá v dráždění periferního nervu tak, aby vyvolala kontrakci postiženého svalu. Dochází nejen ke stimulaci motorických nervových vláken, ale i vláken sensorických (Votava et al., 2017).

Bobath koncept

Koncept manželů Bobathových byl vytvořen neurologem K. Bobathem a jeho ženou fyzioterapeutkou B. Bobathovou ve 40. letech 20. století. Metoda byla nejprve specializována na novorozence a děti, poté začala být aplikována i u dospělých osob s hemiparézou (Lippertová-Grünerová, 2005; Lippertová-Grünerová, 2015).

Jedná se o rehabilitační metodu populární po celém světě. V metodě manželů Bobathových jde o redukci patologických reflexů, neobvyklého svalového tonu, podporu fyziologického pohybu prováděním takzvaného handlingu. Handling je využíván k motivaci uskutečnit určitou polohu a pohyb v ní. Koncept se využívá nejčastěji u pacientů po cévní mozkové příhodě. Při terapii je nezbytná nejen spolupráce pacienta s terapeutem, ale jsou zde zakomponovány i osoby, které jsou s pacientem v kontaktu, i ty mohou terapii využívat. Je zde kladen důraz na aktivní zapojení pacientů k rozvoji motorické kontroly. Jsou zde využívány specifické manipulační body a inhibiční reflexní vzory pro provádění těchto cvičení. Manuální manipulace zahrnuje držení pacienta v různých bodových místech, aby se pacienti byli schopni účastnit funkčních aktivit (Lippertová-Grünerová, 2005; Pathak et al., 2021).

Rozlišujeme tři formy polohování, tedy na zádech, na postižené straně a na nepostižené straně (Lippertová-Grünerová, 2005).

Pasivní pohyby

Pasivní pohyby jsou prvotní terapeutickou metodou sloužící nejen k udržení kloubní mobility, ale napomáhají i udržování délky a pružnosti svalů. Další funkcí pasivních pohybů je podpora redukce svalového tonu a stabilizace cirkulace a dýchání. Jsou prováděny hlavně v těchto segmentech lidského těla, a to horní a dolní končetiny, hlava a trup (Lippertová-Grünerová, 2005).

Constraint Induced Movement Therapy

Zkráceně CIMT, nebo v češtině „metoda vynucené terapie“ je princip rehabilitace využívaný pro pacienty s hemiparézou (Švestková et al., 2017).

Metoda CIMT je způsob terapie sloužící pro posílení paretické horní končetiny, a jejího celkového zlepšení motorických schopností, po cévní mozkové příhodě. Terapie spočívá v nuceném používání paretické horní končetiny. Cílem terapie CIMT je omezování používání zdravé končetiny s nutností používání paretické strany. Díky tomuto postupu je stimulováno aktivní používání postižené končetiny a napravuje její neaktivitu (Wang et al., 2022).

Tento druh terapie je vhodný pouze pro silně motivované pacienty. Fáze nácviku trvá přibližně 14 dní. V této fázi má pacient na zdravé končetině během dne obvaz, který mu znemožňuje používání končetiny, což vynucuje využívání postižené končetiny. Dále je součástí i terapeutická supervize a terapie (Lippertová-Grünerová, 2015).

Výsledky kinematických studií naznačují, že zlepšení spočívá především v adaptacích prostřednictvím optimalizování použití nepoškozených částí těla s dobrovolnou motorickou kontrolou zápěstí a prstů po prodělání cévní mozkové příhody (Gert et al., 2016).

Metoda se projevila jako účinná u osob po prodělání CMP, kraniotraumatu, tumorech míchy a mozku, DMO, roztroušené sklerózy a dalších neurologických onemocnění manifestovaných hemiparézou. Terapie CIMT není vhodná pro každého, je kognitivně i psychicky náročná. Není vhodné ji využívat u pacientů s těžkými kognitivními deficity či s poruchami řeči (Wolfová, 2021).

Nejprve byla metoda CIMT testována na primátech, kde bylo prokázáno, že čím častěji a intenzivněji je postižená končetina do činností zapojována, tím je návrat hybnosti rychlejší a lepší. Později se díky magnetické rezonanci potvrdilo, že tato studie funguje i u člověka (Švestková et al., 2017).

PANat metoda

Nafukovací dlahy PANat značky Johnstone, bývají využívány v trénování senzomotoriky a nácviku dovedností v ergoterapii. Využívají se pro aktivní pohyb bez abnormálních souhybů a lze kombinovat různé druhy dlah. Tento způsob terapie je navržen tak, aby podporoval motorické učení. Pacienti mohou provádět pohyby bez nutnosti nepřirozené kompenzace a zásahů terapeuta (Šámalová et al., 2013; Macková, 2021).

Mirror Therapy

Mirror therapy je koncipovaná jako dostupná a ekonomicky nenáročná alternativa ke zlepšení pohybových schopností u neurologických pacientů. Terapie je využívána jak u pacientů s paretickou horní, tak i dolní končetinou. Zrcadlo je umístěno mezi paže, takže odraz zdravé končetiny vytváří iluzi zdravého pohybu i u paretické končetiny (Wen et al., 2022; Thieme et al., 2018).

Je důležité, aby měl pacient umístěnou paretickou končetinu v pohodlné a bezpečné poloze ve vzdálenosti, která nenaruší iluzi vnímání. Během terapie by se neměl v zrcadle odrazit pacientův obličej. Je doporučeno, aby pacient vlastnil stejně velké zrcadlo na cvičení i doma pro zachování kontinuity (Vyskotová, 2021).

Facilitační mechanismy

Facilitace, tedy ulehčení pohybu pomocí povzbuzení různých systémů, aby do neuronu došlo co největší možné množství impulzu. Facilitační pohybové vzorce obsahují spirální složku zajišťující rotace a diagonální složku pro flexi či extenzi s addukcí nebo abdukci (Holubářová, 2017).

Základní výchozí pozicí facilitačního vzorce je protažení, kdy končetina nebo jiný segment těla je uveden pasivně od proximální části k distální. Je možné využít i takzvaný „stretch reflex“ s kterým je současně dán i povel k provedení pohybu (Holubářová, 2017).

Proprioceptivní neuromuskulární facilitace

Zkráceně PNF je metoda poprvé využívána u pacientů s dětskou mozkovou obrnou doktorem Hermanem Kabatem na počátku 40. let. Principem je komplexní přístup k péči o pacienta, který obsahuje posouzení a neuromuskulární léčbu s cílem zlepšit aktivitu. Metoda je zaměřena na komplexní aktivitu, do které je zapojen celý organismus při provádění reálných úkolů a cílem je podpora cílených a koordinovaných pohybových vzorů a poskytnutí biofeedbacku k posílení aktivity v normálních pohybových vzorech (Bastlová, 2018).

Jedná se o funkční fyzioterapeutickou metodu zaměřující se na zlepšování komplexních pohybů a jejich efektivitu. Během této terapie jsou podporovány funkční jednotky mezi svalem a nervem pomocí exteroceptivních a proprioceptivních podnětů (Lippertová-Grünerová, 2015).

Pro dosažení nejlepšího výsledku je třeba brát pacienta jako celek. Při terapii paretické ruky je důležité propojit všechny jednotlivé segmenty těla. Terapeut musí respektovat vliv

prostředí a okolí, které na pacienta působí, aby nemohly ovlivňovat efekt terapie (Bastlová, 2018).

Cílem propioceptivní neuromuskulární facilitace je zajištění kontrakce paretických svalů vybuzením synergických vzorů, čímž dochází ke zvýšení síly a houževnatosti paretických svalů. Díky této technice dochází ke kontrakci antagonistů svalových skupin, je užitečná k posturální stabilitě (Lippertová-Grünerová, 2005).

Míčková facilitace

Míčkování je terapeutická metoda vytvořena českou fyzioterapeutkou Zdenou Jebavou. Nejčastěji je využívána při léčbě dětí trpících astmatem. Tato technika ovlivňuje pozitivně činnost vnitřních orgánů, snižuje napětí jak příčně pruhovaných, tak hladkých svalů a přináší další změny. Princip míčkování spočívá v kompresi akupunkturních a akupresurních bodů, přičemž se předpokládá, že stlačení tkání je následováno uvolněním, což pomáhá při uzdravení nebo zlepšení stavu (uLékaře [online]).

Měkké techniky a pasivní pohyby

Měkké techniky jsou zaměřeny na péči o kůži, podkoží, fascie, svaly a úpony, a manipulaci s měkkými tkáněmi při léčbě bolestivých trigger pointů, což jsou citlivé body v napjatých svalech. Slouží k uvolnění svalových křečí a odstranění bolestivých změn ve svalech, jejich okolních strukturách a celkové relaxaci. Měkké techniky nesmí být zaměňovány s masážními technikami, ovlivňují totiž tyto struktury hlazením, protahováním, posunutím a tlakem bez použití masážních olejů (Lachmanová, 2016).

2.3 Následná péče u hemiparetického pacienta

Rehabilitace u pacientů po CMP v subakutním stádiu

Během této doby začíná docházet k rozvoji spasticity, u velké části pacientů se vytváří spasticita na flexorech horní končetiny. Na horní končetině převládá flexe s pronací, takže pacientovi dělají problémy pohyby do supinace a radiální dukce. Kvůli omezení těchto pohybů má pacient komplikace dovést příbor k ústům během stravování. Dalším pacientovým problémem je zhoršená schopnost při úchopu uvolnit předmět z ruky. Pro ovlivnění spasticity na horní končetině je optimální mobilizovat ramenní pletenec v lehu na zádech či boku na

nepostížené straně. Pro ovlivnění úchopu, supinace a radiální dukce je nutné cvičit pevné úchopy a cviky na uvolnění ruky. Při rehabilitaci v subakutním stádiu je nutné inhibovat primitivní motorické stereotypy. Pokud se pacientův stav nadále nezlepšuje, jeho chybné stereotypy se zafixují a přechází do chronického stádia (Kolář, 2009).

Rehabilitace u pacientů po CMP v chronickém stádiu

Během chronického stádia má pacient posturální a motorické pohyby zafixované. Postiženou horní končetinu udržuje ve flexi v lokti, dochází i k subluxaci ramenního kloubu. Aktivních pohybů je pacient schopen pouze, jsou-li součástí tonických reflexních synergií. Pokud už nejde spasticitě nijak zabránit, je třeba usilovat o zlepšení sebeobsluhy a nácviku ADL. Hlavním cílem terapie je dosáhnout pacientovy maximální soběstačnosti a tím i posílit jeho sebedůvěru, která je nutná pro další spolupráci (Kolář, 2009).

2.4 Pohybově kognitivní terapie

Kognitivní funkce jsou myšlenkové procesy, díky kterým je jedinec schopný poznávat svět, reagovat a zvládat úkoly. Do kognitivních funkcí se řadí paměť, pozornost, komunikace s vnějším prostředím, schopnost plánování a rozvrhnutí činností, provádět více úkolů současně (Vařeková & Daďová, 2014).

Motorické a kognitivní deficity bývají časté u neurologických pacientů, což se projevuje tím, že dříve zautomatizované pohyby vyžadují více pozornosti. Osoby trpící tímto typem postižení mají problémy ovládat více činností dohromady, což může způsobit obtíže při chůzi. Nedostatečná pozornost může zvyšovat riziko pádů při koordinaci chůze s rovnováhou (Fritz et al., 2015).

Cílený trénink kognitivně pohybových schopností je klíčovým prvkem rehabilitace u pacientů s poškozením CNS, dlouhodobými bolestmi a ortopedickými problémy. Tato forma rehabilitace pozitivně působí na neuroplasticitu na centra mozku, která poškozenou oblast řídí. Pravidelný trénink a vhodně zvolené rehabilitační postupy mohou podporovat plasticitu mozku, což vede k reparaci motorických programů. Je třeba vybrat správné cvičení, které pacientovi nezpůsobuje bolest a postupně přidávají správné pohyby do provedení úplného pohybu (Navrátil et al., 2022).

3 ROBOTICKÝ BIOFEEDBACK

Robotická rehabilitační zařízení se stávají nadějnou terapeutickou pomůckou pro osoby s omezeným rozsahem pohybu a různými typy postižení. Rehabilitační roboti jsou zařízení na motorizovaném principu, která umožňují mobilizaci končetiny pro kognitivně pohybovou rehabilitaci a zahrnují senzory, pohonné a řídicí jednotky. Nejsou věkově omezeny, mohou být tedy využity i u dětí a seniorů. Pomáhají s obnovením funkcí a pohyblivostí (Daňková, 2018; Atkinson, 2023).

V časném období po cévní mozkové příhodě je mozek nejcitlivější k neuroplasticitě, což znamená, že je schopen se nejlépe přizpůsobit a obnovovat. Je důležité zahájit rehabilitaci co nejdříve, ideálně do šesti měsíců od prodělání cévní mozkové příhody. Vzhledem k omezení nákladů je velký zájem o využití roboticky asistovaných terapií, které se vyvíjejí s cílem zvýšit efektivitu a účinnost rehabilitace po CMP, což umožňuje vysoce intenzivní trénink a je klíčovým faktorem pro motorické zotavení (Bocanová et al., 2018).

Při běžné terapii je třeba nejprve pasivně rozhýbat paretickou končetinu do takových stupňů, kterých by pacient nebyl schopný sám dosáhnout. Pohyb pacientovy postižené oblasti může být roboticky prováděn pasivně či s dopomocí, což pacientovi umožňuje pohyb vědomě prožívat. Aktuální robotické přístroje jsou natolik vyspělé, že jsou schopny poznat, kdy pacient není schopný zvládnout pohyb sám (Lippertová-Grünerová, 2015; Navrátil et al., 2022).

Daňková (2018) uvádí, že dle mechanické konstrukce dělíme robotická zařízení do tří skupin.

Zařízení exoskeletonového typu

Exoskelet je typ přístroje, který má pacient přimontovaný na těle a slouží ke znásobování nedostatečné svalové síly ať už celého těla nebo jen určitých částí. Patří zde například Armeo Power. Exoskeletová zařízení jsou vybaveny snímači, gyroskopickými snímači a servomotory. Osa ramene robota je rovnoběžná s osou končetiny pacienta. Pohyb jednotlivých úseků je kontrolovatelný a minimalizuje abnormální pohyby (Daňková, 2018; Navrátil et al., 2022).

End-efektorová zařízení

Dovolují mobilizaci končetiny z distální části, ale možnost kontroly proximálního bodu je značně omezena. Pohyb jednotlivých segmentů je obtížně izolovatelný. Do těchto zařízení řadíme Amadeo Tyromotion (Daňková, 2018).

Kombinované systémy

Exoskeleton zaujímá pouze distální části horní končetiny – loket, předloktí a zápěstí. Přesto pohyb ramenního kloubu není omezen. Další velkou výhodou u rehabilitace s robotickými zařízeními je jednoduchost aplikace. Poskytuje možnost vyhnout se problémům, které jsou spojeny s interpretacemi mezi hodnotiteli (Daňková, 2018; Adar et al., 2023).

3.1 Princip biofeedbacku

Pokud je pacient schopen ovládat virtuální scénu vytvořenou počítačem, nazýváme ji interaktivní, čehož lze dosáhnout pomocí běžných počítačových pomůcek (klávesnice, počítačová myš), speciálních ovladačů nebo různými metodami snímání pohybů pacienta. V terapii a diagnostice se mimo jiné využívá sledování nevědomých projevů pacientova organismu, jako jsou fyziologické funkce, elektrická aktivita mozku, drobné změny polohy těžiště nebo svalový tonus. Zpětná vazba se objevuje, když systém nejen sleduje a analyzuje tyto vstupy, ale také je vhodným způsobem prezentuje zpět uživateli a reaguje na jeho odezvu. Prezentace může být multisenzorická, vizuální, auditivní nebo hmatová (Hána et al., 2022).

Roboticky asistovaná terapie v procesu motorického učení

Existuje mnoho rehabilitačních metod, které jsou zaměřeny na obnovu ztracených funkcí založených na principech motorického učení, a mezi ně patří i terapie s robotickou asistencí. Pacient je aktivně zapojen do terapie s motivací, která je zaměřena na konkrétní úkoly a může být podpořena využitím virtuální reality nebo vizualizací informací ze snímačů, které analyzují kvalitu provedení pohybu. Zařízení pacientovi pomůže provést pohyb ve stanoveném rozsahu, což pomáhá odstranit pohybové deficity. V momentě pacientova provedení pohybu ve zvýšeném rozsahu, dochází ke stimulaci centrální nervové soustavy, která může být spojena s pohybovým příkazem a provedeným pohybem. Tato signalizace usnadní vytváření pohybových stereotypů (Navrátil et al., 2022).

3.2 Koncept Armeo

Koncept terapie s přístroji Armeo vylepšuje efektivitu terapie. Cvičení jsou samostatně řízená, funkční a výkonná. I pacienti s těžkými postiženími jsou schopni cvičit samostatně bez přítomnosti terapeuta, což může pacienty více motivovat a dochází tak k rychlejším a lepším výsledkům, i z dlouhodobého hlediska (Hocoma, [online]).

Každý přístroj řady Armeo je navržen pro odlišnou fázi rehabilitace, kostru však tvoří kombinace tří prvků, tedy podpora váhy paže, což umožňuje pacientům zlepšit motorickou kontrolu a působí proti gravitaci. Dále hodnocení nástrojů pro zvýšenou výkonnostní zpětnou vazbu a využíváním samoiniciativních a motivujících her, které napodobují běžné denní aktivity, které jsou poskytovány pomocí opakovaných úkolů, nastavitelné obtížnosti a nastavitelné pracovní plochy. Při hodnocení nástrojů, díky softwaru Armeocontrol je umožněno přesné monitorování pacientova pokroku (Stargen EU s.r.o., 2015).

Armeo spring

Armeo Spring je robotický přístroj určený k rehabilitaci horních končetin. Poskytuje gravitační podporu paže a předloktí. V momentě, kdy pacient pohybuje svou horní končetinou, Armeo Spring tyto pohyby zaznamená a přenese do počítače, kde ovládá virtuální paži na obrazovce. Pomocí této technologie lze provádět různá cvičení ve virtuální realitě přizpůsobeným individuálním potřebám každého pacienta. Robotické zařízení obsahuje modul pro ovládání prstů, který můžeme vypnout pro pacienty s omezenou hybností horní končetiny. Zařízení je navrženo tak, aby bylo přizpůsobitelné pro pacienty s různými druhy postižení horních končetin (Zariffa et al., 2011).

Armeo Spring má pět stupňů volnosti, tedy flexi/extenzi a abdukci/addukci ramene, flexi/extenzi lokte, pronaci/supinaci předloktí a sílu úchopu (El-Shamy, 2018).

Stroj Armeo Spring je navržen tak, aby podporoval funkční terapii u pacientů s omezenou funkcí horních končetin, které mohou být způsobeny neurologickými, svalovými nebo traumatologickými poškozeními. Armeo využívá vnějšího skeletu k odlehčení horní končetiny, což umožní pacientovi využívat aktivní hybnost končetiny (Olczak, et al., 2022).

Studie dokazují, že Armeo Spring může mít výhodu oproti konvenční terapii, díky možnosti opakovaných a přesných pohybů u pacientů s omezeným rozsahem pohybu a tím poskytují zpětnou vazbu o rozsahu pohybu a síly (Atkinson, 2023).

El-Shamy (2018) vytvořil studii, kde porovnal robotickou terapii s konvenční terapií na třiceti dětech, které byly rozděleny do dvou skupin. Všechny děti byly ve věku od šesti do osmi

let. Všichni dětští pacienti ve výzkumu trpěli spastickou hemiparézou horní končetiny. Studie probíhala 12 týdnů, robotická i konvenční terapie se prováděla třikrát týdně po 45 minutách. Konvenční terapie obsahovala pasivní protažení lokte a flexorů zápěstí, zatěžování horní končetiny, posilování antagonistů spastických svalových skupin, tedy extenzorů lokte a zápěstí, a také cviky v rámci ADL například úchopy, dosahy, uvolňování, manipulace s předměty. Vše zmíněné probíhalo pod dohledem terapeuta. Napříč tomu robotická terapie s Armeo Spring postupovala s progresivním zatěžováním různých kloubů s různými pohyby, prostřednictvím interaktivních a kognitivních her. Všechny pohyby byly prováděny v 1D, 2D či 3D prostředí. Terapeut byl i u této terapie přítomen, navrhoval terapii, vybíral úkoly a verbálně povzbuzoval pacienta. Na závěr sezení se informace o terapii a výsledky her automaticky zaznamenaly do systému. Výsledkem studie bylo, že je výhodné doplnit konvenční terapii robotickou, protože robotická terapie nabízí dětem nejen intenzivní, ale i zábavnou formu rehabilitace, kterou běžná terapie není schopna poskytnout (El-Shamy, 2018).

Bocanová (2018) tvrdí, že terapie s využitím Armeo Spring má pozitivní vliv na terapii u pacientů v akutní fázi cévní mozkové příhody. Může pozitivně ovlivnit funkční pohyblivost horní končetiny, její sílu a pacientovu nezávislost. Avšak změny nejsou o tolik výraznější oproti běžné terapii zaměřené na zlepšení motoriky horní končetiny. Jako negativní vnímá i fakt, že je nutná asistence terapeuta při nastavení přístroje (Bocanová, 2018).

Do další studie od rehabilitačního týmu ve vedení pana Olszaka bylo vybráno 60 pacientů po cévní mozkové příhodě. U jedné skupiny byla prováděna terapie Bobath konceptu, druhá skupina využívala zařízení Armeo Spring. Závěrem bylo, že robotická terapie měla účinek na zlepšení síly úchopu a funkční schopnosti hemiparetické horní končetiny. Armeo Spring je zařízení vhodné pro funkční hodnocení horní končetiny před i po probíhání terapie (Olczak, et al., 2022).

Další studií na Armeo Spring se zabýval rehabilitační tým v čele s panem Bhattacharjee (2024). Do studie bylo zahrnuto 44 pacientů v subakutním stádiu po cévní mozkové příhodě. Pacienti byli rozděleni do dvou skupin, v jedné skupině byla prováděna terapie pomocí Armeo Spring, v druhé klasická terapie. Terapie u obou skupin probíhaly pětikrát týdně, trvaly 30 minut nejprve 3 týdny. Studie se později prodloužila na 12 týdnů. Terapie byly zaměřeny na zlepšení soběstačnosti v ADL. Po uplynutí dvanácti týdnů došlo u obou skupin k pozorovatelnému pokroku nejen v soběstačnosti, ale také v motorických schopnostech a sensorickém vnímání. Změna byla zaznamenána i ve zmírnění spasticity a celkovém nárůstu kvality života. Ačkoliv obě terapie měly velmi dobré výsledky na pacientech, konečným výsledkem studie je, že terapie

prováděna Armeo Spring je v nácvičku ADL lepší než klasická terapie (Bhattacharjee et al., 2024)



Obrázek 3 – Armeo Spring

(Stargen, 2021 [online])

Armeo Power

Armeo Power je zařízení podobné s Armeo Spring, je navrženo pro pacienty s postižením hybnosti horních končetin, a to konkrétně paže. Exoskeletonové zařízení obsahuje robotický exoskelet paže, který zajišťuje podporu paže v trojrozměrném prostoru. Lze jej nastavit pro různé délky končetiny a výšku pacienta. Umožňuje pohyby ve flexi/extenzi ramene, horizontální abdukci/addukci, vnitřní/vnější rotaci, flexi/extenzi lokte, pronaci/supinaci předloktí, flexi/extenzi zápěstí. Neumí však dopomoci při akrální aktivitě, není tedy vhodný pro terapii ruky (Vyskotová 2021; Stargen EU s.r.o., 2021).

Palerno et., al (2018) vytvořili studii, ve které došlo ke kombinaci konvenční terapie s Armeo Power. Obě terapie probíhaly ve 20 sezeních 5x týdně po 50 minutách. Každé robotické sezení se skládalo z deseti minutové pasivní mobilizace pro snížení spasticity a čtyřiceti minutových úkolově orientovaných cvičení. Výsledky studie přinesly zlepšení motorických schopností pacientů. Palerno (2018) ke studii dodává, že navržený protokol může představovat krok vpřed směrem k vytvoření standardního hodnotícího postupu pro objektivní

vyhodnocení obnovy pohyblivosti horní končetiny po léčbě založené na robotické terapii (Palerno et al., 2018).



Obrázek 4 Armeo Power

(Stargen 2021 [online])

Armeo Boom

Armeo Boom je navržen pro pacienty s lehkými až středně těžkými pohybovými obtížemi. Má závěsný systém, který poskytuje individuální nastavení podpory váhy paže, což pacientům umožní provádět cvičení v 3D prostoru. U Armeo Boom má pacient na výběr cvičení ve frontální nebo horizontální rovině (Stargen EU s.r.o., 2021).

Armeo Senso

Armeo senso je zařízení určené pro pacienty s mírnou až střední pohybovou lézí horní končetiny v pozdním stádiu rehabilitace. Lze jej použít i v domácím prostředí. Funkce Armeo Senso spočívá v tom, že snímá pohyb v prostoru čtyřmi senzory. Jeden senzor drží pacient v ruce, další jsou upevněny na zápěstí, paži a okolo hrudníku. Senzor umístěný na hrudníku snímá nežádoucí pohyby pacientova trupu, čímž poskytuje zpětnou vazbu o pohybu vykonaném horní končetinou (Stargen EU s.r.o., 2021).

Manovo Spring

Přístroj Manovo Spring od značky Stargen je zařízení vyvinuté pro nácvik úchopů a rozevření ruky. Je indikací u pacientů po CMP, kraniotraumatech a dalších neurologických postižení. Doporučuje se využívat terapii v kombinaci s Armeo Spring, protože společně tvoří efektivní možnosti pro opakovaný trénink úchopů a dosahů ve 3D prostoru. Manovo Spring je navržen tak, aby redukoval vysoký svalový tonus flexorových svalů a podporoval oslabené extenzory. Je vhodný i u pacientů s omezeným aktivním pohybem prstů, protože ve všech fázích otevírání dlaně dodává všem prstům dostatečné množství síly, která je potřebná k rozevření dlaně. Manovo Spring nabízí terapii jak k otevření, tak i sevření ruky (Stargen EU s.r.o., 2021).

3.3 Koncept Gloreha

Přístroje systému Gloreha slouží pro podporu HKK u vykonávání činností ADL, což je například stravování, oblékání, toaleta. Rukavice konceptu Gloreha napomáhá při obnově pohyblivosti, zlepšuje citlivost, snižuje otoky a uvolňuje svalový tonus v oblasti ruky. Glorehu lze nastavit do několika režimů. Pro pacienty s omezenou schopností pohybu v ruce je vhodný pasivní režim. U druhého režimu rukavice pomocí senzorů rozeznává maximální dosah pohybu a dopomůže pohyb dotáhnout. Tento režim je doporučený pro osoby s omezeným rozsahem pohybu. Třetí „herní“ režim je zaměřený na jemnou motoriku, rychlost, přesnost a sílu. Je vhodný pro pacienty, kteří mají plný ROM, ale chtějí se zaměřit na nedostatky v jemné motorice (Hašková, 2022).

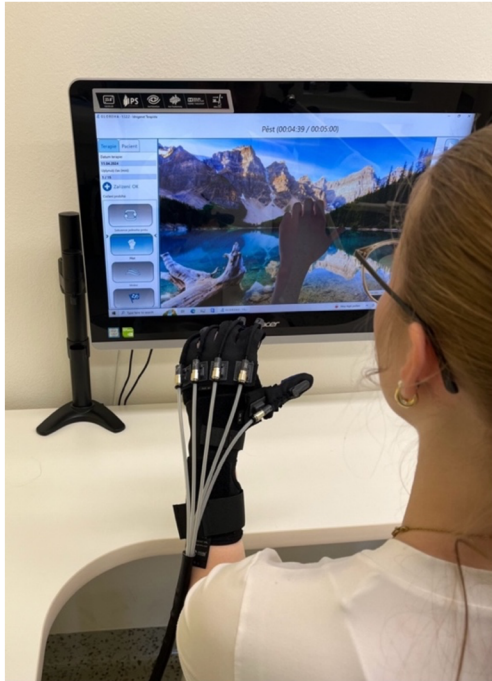
Gloreha Sinfonia

Přístroj Gloreha sinfonia je nejvyspělejší verze stejnojmenného konceptu. Nabízí zrcadlovou terapii a je určena pro bilaterální rehabilitaci horní končetiny ve všech fázích rehabilitace, tedy akutní, subakutní i chronické. Gloreha Sinfonia obsahuje neoprenovou rukavici se senzory snímající aktivní pohyby pacienta a přenesení pohybu ze zdravé končetiny do postižené. Terapie nabízí aktivní i pasivní mobilizaci pomocí terapeutických her. Hlavním cílem terapie s Gloreha je navrácení dlaňového a digitálního úchopu (Vyskotová 2021; Gloreha, [online], 2023)

Pozitivní výsledky byly nejvíce zaznamenány u pacientů po cévní mozkové příhodě a traumatického poranění mozku, je vhodný i pro pacienty s periferní parézou, poúrazovými stavy páteře, roztroušenou sklerózou, revmatoidní artritidou, cirkulačními poruchami v rukou

a otoky. Mimo neurologických diagnóz může být Gloreha využívána i u pacientů s kognitivním deficitem (Villafañe et al., 2017; Gloreha, [online], 2023).

Konečný ve své studii vyzoroval pozitivní výsledky u spastických prstů, došlo ke zlepšení úchopových funkcí ruky (Konečný, 2017).



Obrázek 5 Gloreha Sinfonia

(Vlastní)

Villafañe (2018) s jeho týmem provedli studii na 32 pacientech, z čehož 21 tvořili muži a 11 ženy. Všichni pacienti byli ve věku od 50 do 90 let a jejich terapie probíhala v období od července 2014 do února 2015. Hlavní podmínkou bylo, aby všichni probandi nedávno prodělali cévní mozkovou příhodu a každý z nich měl funkčně omezenou činnost horní končetiny. Závěrem výzkumu bylo, že obě terapie vedly ke změnám v pohybových i funkčních dovednostech horní končetiny, a také ke zmírnění její bolesti. Velkou výhodou terapie s Gloreha je fakt, že terapeut nastaví stroj přesně dle pacientových parametrů a po zbytek terapie nemusí do cvičení nijak zasahovat. Gloreha a další robotická zařízení umožňují poskytovat zpětnou vazbu pro rehabilitační trénink zaměřený na senzomotoriku a podporují pacienty pomocí pasivního pohybu končetin. Studie ukázaly, že opakovaný trénink izolovaných pohybů a využití robotického tréninku může lépe ovlivnit motorické poruchy spojené s mozkovou příhodou než pouhé prodloužení doby terapie (Villafañe et al., 2018).

Další studie byla vypracována Borbonim (2016). Do studie bylo vybráno 35 účastníků ve věku od 45 do 80 let. Všichni pacienti měli funkční postižení horní končetiny po CMP.

Skupiny byly rozděleny podle stupně postižení, jedna polovina tvořila pacienty s hemiplegií, druhá s hemiparézou. Terapie obou skupin byla řízena Glorehou pro pasivní mobilizaci ruky dvakrát denně po dobu třech týdnů a jejím cílem bylo snížení otoku a bolesti u pacientů. Skupina pacientů s hemiplegií zaznamenala snížení otoku v oblasti zápěstí. Skupina pacientů s hemiparézou zaznamenala nejen snížení otoku, ale i bolesti. Snížení však nebylo dostatečné na to, aby ho bylo považováno za klinicky důležité (Borboni et al., 2016).

3.4 AMADEO

Robotický přístroj Amadeo Tyromotion je určen na rehabilitaci citlivosti a motoriky ruky a posouzení spasticity. Obsahuje několik programů, které jsou navrženy pro různá stadia postižení ruky po neurologických onemocněních. Zařízení obsahuje obrazovku, na kterou lze interagovat prostřednictvím her nebo úkolů. Ruka a předloktí jsou umístěny na platformě, zatímco zápěstí je fixováno suchým zipem, aby nedošlo k pohybům v lokti a rameni. Prsty jsou magneticky připevněny ke kolejnicím. Vizuelní feedback na obrazovce pomáhá při motorické rehabilitaci (Urrutia et al., 2023).

Je-li zachován aktivní pohyb, může být použita aktivní terapie, kdy senzory jsou umístěny na jednotlivých prstech a hodnotí spasticitu, svalový tonus, sílu a ROM prostřednictvím her a testů, kterými monitoruje stav i pokrok pacientů. Stroj je schopný vyhodnotit i hluboké čítí. Speciálně navržena cvičení na tomto přístroji přispívají ke zlepšení pohybových funkcí u pacientů s omezenou hybností ruky nebo prstů. Lze cvičit celou ruku najednou nebo každý prst individuálně. Je nutné, aby terapeut nejprve vytvořil rehabilitační plán sestavený z různých cvičení podle potřeb a cílů pacienta (Tyromotion, 2021; Stargen EU s.r.o., 2021; Urrutia et al., 2023).

Tento typ zařízení je možné využít k posouzení funkce horní končetiny během léčby. Má mnoho výhod, jako monitorování při každé fázi rehabilitace, posouzení i malých změn, detekce dosažení stabilního stavu během léčby a snížení nepřesnosti u hodnocení spasticity (Adar et al., 2023).

Amadeo lze vnímat jako externí manipulátor, který provádí terapii s důrazem na svírací pohyby a vizuelní podněty (Baldan et al., 2021).

Ačkoliv se validita a spolehlivost těchto robotických zařízení určených k rehabilitaci stále zkoumá, tým doktora Centena vyhodnotil, že výsledky s Amadeo byly v excelentní shodě s MRC (Modified Research Council), a významně ovlivnil rozdíl mezi silou flexorů a extenzorů prstů (Adar et al., 2023).

Účinnost robotického zařízení Amadeo byla testována v porovnání s klasickou terapií ve studii terapeutického týmu Serrano-Lopéze Terradas (2022). Bylo zde vybráno 58 pacientů v subakutním stádiu po cévní mozkové příhodě, u obou skupin probíhaly terapie po dobu 10 týdnů 3x až 5x týdně 45 minut. Klasická terapie probíhala formou mirror therapy, task-oriented motor relearning, kognitivně-motorické terapie a obsahovala i prvky CIMT. Robotická terapie využívala přístroj AMADEO. Výsledek po 10 týdnech terapie ukázal, že pro pacienty s levostrannou hemiparézou byla robotická terapie více efektivní ve zlepšení aktivní hybnosti a pohybů do flexe a extenze HK než terapie konvenční. U pacientů s pravostrannou hemiparézou byly terapie ve zlepšení aktivní hybnosti stejně účinné, přesto měla terapie asistovaná robotem lepší výsledky v pohybech do flexe a extenze. Zlepšení ADL bylo u obou druhů terapie srovnatelné. Konečným výsledkem studie bylo zlepšení ve všech prováděných úkolech (Serrano-López Terradas et al., 2022).



Obrázek 6 AMADEO
(Stargen, 2021 [online])

3.5 MYRO

MYRO je vysoce přizpůsobivý a nabízí pracovní prostor pro jednu a více osob s možností jak unilaterálního, tak i bilaterálního tréninku. Bilaterální práce podporuje lepší propojení hemisfér a trénuje motorické dovednosti u pacientů s různými potřebami (Tyromotion, 2021).

Zařízení MYRO od společnosti Tyromotion poskytuje interaktivní prostředí se zpětnou vazbou. Slouží k rehabilitaci pacientů s omezenou funkcí horní končetiny, ruky a prstů. Obsahuje dotykovou plochu, která reaguje na přímý kontakt horní končetiny a poskytuje použití předmětů z různých materiálů a tvarů, což terapeutům umožňuje zakomponovat objekty běžného života do terapie a tím zlepšit úchop a zapojení horní končetiny. Virtuální biofeedback je doplněn audio signály. Výrobce doporučuje terapii s MYRO geriatrickým i pediatrickým pacientům, osobám s Parkinsonovou chorobou a v rané fázi po cévní mozkové příhodě. Naopak není doporučen osobám trpících těžkou osteoporózou a ataxií (Stargen EU s.r.o., 2021).

Výhodou je, že terapie může probíhat i mezi více pacienty najednou (Tyromotion, 2021; Stargen EU s.r.o., 2021).



Obrázek 7 MYRO

(Stargen, 2021 [online])

3.6 NIRVANA

NIRVANA od společnosti BTS je využívána v terapii techniky virtuální reality pro kognitivní a motorickou rehabilitaci tím, že vytváří stimulující místnost, kde pacient prožívá individuální cvičení v realistických scénářích. Rehabilitační cvičení je podporováno senzorickou stimulací založenou na vizuálním a sluchovém biofeedbacku, prostřednictvím kterého pacient dostává více kognitivních a pohybových podnětů. Systém tvoří různé scénáře, kterými detekuje chování pacienta. Terapie s NIRVANOU je vhodná pro osoby každého věku trpícími různými neurologickými onemocněními, PAS, Parkinsonovou poruchou a dalšími (Studio Idee Materia, 2023).

Promítaný obraz NIRVANY lze umístit na různé povrchy, jako je stěna, podlaha nebo stůl. Chceme-li zlepšit motorické dovednosti pacienta, umístíme plochu na stěnu (Stargen EU s.r.o., 2021).

3.7 BITS

Přístroj BITS je dalším zařízením společnosti Stargen, který je založen na konceptu pohybově kognitivní terapie. Systém nabízí dotykovou obrazovku o dvou velikostech, obsahuje pohybový stativ a počítač, kde se nachází pět kategorií s terapeutickými programy (Stargen EU s.r.o., 2021).

BITS poskytuje cvičení pro zhodnocení schopností zraku, kognitivních funkcí, motoriky a rovnováhy. Tato zhodnocení zahrnují testy jako Romberg test, SIT, TMA, Bergovu stupnici, test bludiště, test funkčního dosahu, a dalších testů, které zkoumají pacientův stav paměti, pozornosti, plánování a předvídání, posturální stability a motorickou koordinaci (Bioness Integrated Therapy System, 2022).

DISKUZE

Hemiparéza ovlivňuje život pacienta nejen po fyzické stránce, ale má i negativní dopad na jeho psychiku. Snižuje kvalitu života pacienta a může vést až k sociální izolaci. Může být způsobena různými faktory, včetně cévní mozkové příhody, kraniotraumaty, nádorů a dalších degenerativních onemocnění. V důsledku cévní mozkové příhody má přibližně 70 % jedinců potíže s horní končetinou, čímž jsou narušeny funkce jako manipulace s předměty a dosahování (Meyer et al., 2021). V terapii hemiparetické končetiny hraje velkou roli neuroplasticita, která napomáhá mozku měnit svou strukturu a obnovovat poškozené části.

Cílený a pravidelný trénink kognitivně pohybových schopností je klíčovým prvkem rehabilitace u pacientů s poškozením CNS. Tato forma rehabilitace pozitivně působí na neuroplasticitu cíleně na centra mozku, která poškozenou oblast řídí, což vede k reparaci motorických programů (Navrátil et al., 2022).

Ergoterapeuti využívají širokou škálu metod, které jsou přizpůsobeny k podpoře neuroplasticity a individuálním potřebám pacientů, s cílem maximalizovat jejich funkční nezávislost a sociální integraci.

Každé robotické zařízení je navrženo pro jinou fázi neurorehabilitace a část horní končetiny. Koncept Armeo nabízí čtyři druhy zařízení, Armeo Spring je určen pro terapii paže a ruky v akutním a subakutním stádiu, napříč tomu Armeo Power pracuje s celou horní končetinou v subakutní a chronické období rehabilitace. Armeo Senso je navržen pro rameno, loket a zápěstí ve všech fázích neurorehabilitace. Armeo Boom provádí terapii s ramenem, loktem, zápěstím a rukou ve všech neurorehabilitačních etapách. Ačkoliv všechna zařízení jsou určena primárně pro pacienty s motorickým deficitem horní končetiny, jejich využití se doporučuje i pro pacienty s kognitivními poruchami. Zařízení jsou schopna vyhodnotit i hluboké cití. Robotická rehabilitace naopak není vhodná pro osoby s nestabilními frakturami, kožními onemocněními, popáleninovými zraněními a extrémní bolestí. Pro kombinaci pohybově kognitivní terapie jsou navrženy zařízení NIRVANA a BITS. Zařízení jsou relativně nová a není na ně vypracováno mnoho studií. Nejvíce výzkumů bylo prováděno u Armeo Spring. Studie dle El-Shamy (2018) zjistila, že robotická terapie s Armeo Spring byla pacienty lépe přijímána díky své interaktivní a zábavné formě, což vedlo ke zvýšení motivace a zlepšení motorických funkcí. Bocánová (2021) zastává názor, že výsledky robotické terapie nejsou výrazně lepší oproti tradiční terapii a jako negativum vidí i vysokou pořizovací a udržovací

cenu. Polská studie ve vedení Olszaka (2022) zjistila, že u pacientů došlo ke zlepšení motorických funkcí horní končetiny a zlepšení soběstačnosti a ADL. To potvrzuje i studie pana Bhattacharjee (2024) kde bylo zjištěno, že terapie s Armeo Spring má lepší výsledky v rámci ADL než klasická terapie. Gloreha Sinfonia je neoprenová rukavice nabízející možnost vizualizace pohybů na obrazovce. Nabízí interaktivní a motivující prostředí pro pacienty ve všech fázích neurorehabilitace k rehabilitaci zápěstí, prstů a ruky. Mimo neurologických diagnóz poskytuje terapii i u pacientů s kognitivním deficitem. Villafañe (2018) ve své studii vyhodnotil, že terapie s Gloreha Sinfonia poskytla výraznější zlepšení pohybových a funkčních schopností než u klasické terapie. Výhodou Gloreha Sinfonia je, že si ji pacienti mohou půjčit na provádění terapie i domů. Zařízení MYRO podporuje lepší propojení hemisfér a je vybaveno dotykovým panelem, který reaguje na dotyk horní končetiny. To umožňuje využití předmětů z různých materiálů a tvarů, což dává terapeutům možnost začlenit do terapie objekty z běžného života, a tak podporovat zlepšení úchopu a aktivaci horní končetiny. Je obzvláště doporučeno pro použití u geriatrických pacientů a dětí.

Ze závěrů všech studií vyplývá, že ačkoliv robotická zařízení nabízejí výrazné přínosy v rámci zvyšování efektivity rehabilitačních cvičení, jejich vysoká pořizovací cena a potřeba specializovaného školení omezuje jejich širší dostupnost. Bylo by přínosné, aby se budoucí výzkumy zaměřily na zjednodušení technologie, čímž by došlo k maximalizaci jejich potenciálu a dostupnosti. Aktuálně může být robotická terapie významným doplňkem klasické terapie, neboť přispívá k podpoře neuroplasticity, zlepšení motorických funkcí a ADL.

ZÁVĚR

Téma bakalářské práce bylo *Využití robotického biofeedbacku při terapii hemiparetické horní končetiny*. Tato práce je velmi aktuální nejen proto, že hemiparéza je častým následkem neurologických onemocnění, ale i pro budoucí zlepšení péče o hemiparetické pacienty a rozvoj dalších rehabilitačních technik.

První kapitola práce rozebrala základní aspekty hemiparézy, které je nutné znát pro stanovení správné ergoterapeutické intervence. Hemiparéza vzniká poškozením centrálního motoneuronu, může být způsobena CMP, kraniotraumatem či mozkovými nádory, které vedou k výraznému funkčnímu omezení. Horní končetina zajišťuje pohyb, manipulaci, celkovou komunikaci s tělem a má dominantní úlohu pro profesi daného jedince. Pokud dojde k jejímu poškození, může to mít velmi negativní vliv nejen na ztrátu soběstačnosti pacienta, ale i na emocionální a sociální aspekty jeho života.

V terapii hemiparetické horní končetiny je ergoterapie klíčová. Zaměřuje se zlepšení chybných pohybových stereotypů, zlepšení ADL a podporuje pacienty v maximální možné míře soběstačnosti. V práci byly zdůrazněny techniky sloužící pro terapii motorických deficitů hemiparetické horní končetiny. Jedná se konkrétně o CIMT, Mirror therapy, Bobath koncept a PNF. Prací ergoterapeuta je i vybavení pacienta vhodnými kompenzačními pomůckami.

V závěrečné kapitole je podrobně rozebrán princip robotického biofeedbacku. Vždy je potřeba, aby terapeut individuálně nastavil hodnoty na pacientovy parametry. Nejvhodnější variantou se zdá kombinace klasické terapie prováděné terapeutem a robotické rehabilitace. Výhodou robotické rehabilitace je, uloží automaticky data do databáze a ohodnotí pacienta a poskytuje validní data ke zhodnocení účinnosti terapie. Dle výsledků z různých studií vyplynulo, že terapie asistovaná robotem může být dobrou alternativou klasické terapie, avšak zatím není na tak dobré úrovni, aby přítomnost terapeuta mohla být úplně vyloučena.

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo porovnat efektivitu robotické terapie s konvenční terapií pro pacienty s hemiparézou horní končetiny, což se díky studiím podařilo. Robotická terapie, na rozdíl od tradiční terapie, poskytuje přesné, opakovatelné pohybové vzory a nabízí interaktivní úkoly a hry, které jsou založeny na virtuální realitě. Z téměř všech zpracovaných studií vyznělo, že robotická terapie s Armeo Spring má lepší výsledky v rámci ADL než terapie konvenční. Gloreha Sinfonia poskytla zlepšení funkčních a pohybových schopností. Z jedné studie vyplynulo, že výsledek není dostatečně efektivní na to, aby se vyplatilo zařízení pořizovat. Vedlejším cílem bylo zmapování a seznámení s aktuálními trendy, tedy zařízeními Armeo Spring, Armeo Power, Armeo Boom, Manovo Spring, Gloreha

Sinfonia, Amadeo, Myro, Nirvana a Bits. V práci je specifikováno, pro jakou fázi rehabilitace jsou určeny a ke které části horní končetiny jsou navrženy. Ačkoliv se všechna zmíněná zařízení specializují primárně na pohybovou terapii, novinkou jsou přístroje BITS a NIRVANA, které jsou specializovány na pohybově-kognitivní terapii prostřednictvím interaktivních her a úkolů. Nevýhodou je, že s těmito stroji doposud nebyla vypracována žádná studie. Dalším aktuálním trendem je, že firma Gloreha vyvinula robotické zařízení, které umožňuje pacientům provádění domácí terapie, což nabízí pacientům možnost častějšího a pravidelného cvičení v pohodlí domova.

POUŽITÁ LITERATURA

1. Adam, Z., Krejčí, M., & Vorlíček, J. (2010). *Speciální onkologie: příznaky, diagnostika a léčba maligních chorob*. [Special Oncology: Symptoms, Diagnosis and Treatment of Malignant Diseases]
2. Ambler, Z. (2006). *Základy neurologie*: [Basics of neurology] (6., přeprac. a dopl. vyd). Galén.
3. AMBLER. *Základy neurologie*: [Basics of neurology]. 7. vyd. Praha: Galén, 2011. ISBN 978-80-7262-707-3.
4. Ambler, Z. ([2023]). *Základy neurologie* (Osmé, aktualizované a doplněné vydání) [Basics of neurology (Eighth, updated and supplemented edition)]. Galén.
5. Bastlová, P. (2018). *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace* [Proprioceptive neuromuscular facilitation] (2. vydání). Univerzita Palackého v Olomouci.
6. Bednařík, J., Ambler, Z., & Růžička, E. (2010). *Klinická neurologie: část speciální* (Vol. II). [Clinical Neurology: Special Part (Vol.II)]. Triton.
7. Dohnalová, D. (2016). *Repetitorium patologie pro praktická cvičení* [Pathology Review for Practical Exercises].
8. Holubářová, J. (2017). *Proprioceptivní neuromuskulární facilitace* (3. vydání, 1. část) *facilitace* [Proprioceptive neuromuscular facilitation 3rd edition]. Univerzita Karlova, Nakladatelství Karolinum.
9. Hudák, R., & Kachlík, D. (2017). *Memorix anatomie* [Memorix anatomy] (4. vydání, ilustroval Jan BALKO, ilustroval Šárka ZAVÁZALOVÁ). Triton.

10. Kalvach, P. (2010). *Mozkové ischemie a hemoragie* [Cerebral Ischemia and Hemorrhage] (3., přeprac. a dopl. vyd). Grada.
11. Klusoňová, E. (2011). *Ergoterapie v praxi* [Occupational Therapy in Practice]. Galén
12. Kolář, P. (c2009). *Rehabilitace v klinické praxi* [Rehabilitation in Clinical Practice]. Galén.
13. Kolář, P. ([2020]). *Rehabilitace v klinické praxi (Druhé vydání)* [Rehabilitation in Clinical Practice (Second Edition)].
14. Krivošíková, M. (2011). *Úvod do ergoterapie* [Introduction to Occupational Therapy]. Grada Publishing a.s. : [Basics of neurology]
15. Kršek, P., Lebl, J., Černý, P., Doušová, T., Kolář, P., Kraus, J., Kynčl, M., Libý, P., Roženková, K., Schejbalová, A., Souček, O., Vyhnálková, E., & Zoban, P. ([2020]). *Dětská mozková obrna: mezioborový přístup* [Pediatric Cerebral Palsy: Multidisciplinary Approach: Motol Pediatric Seminars 7]. Galén.
16. Kulišťák, P. a. K. (2017). *Klinická neuropsychologie v praxi*: [Clinical Neuropsychology in Practice]. Charles University in Prague, Karolinum Press.
17. Kulišťák, P. (2003). *Neuropsychologie: Druhé, přepracované vydání* [Neuropsychology: Second, Revised Edition]. PORTÁL s. r. o.
18. Lippertová-Grünerová, M., Pfeiffer, J., & Švestková, O. (2005). *Neurorehabilitace* [Neurorehabilitation].

19. Lippertová-Grünerová, M., Houdek, L. (Ed.). ([2015]). *Rehabilitace po náhlé cévní mozkové příhodě: [Rehabilitation after Sudden Stroke]*. Galén.
20. Navrátil, L., Příhoda, A., & Kolektiv. (2022). *Robotická rehabilitace [Robotic Rehabilitation]*. Grada Publishing a.s.
21. Pfeiffer, J. (2007). *Neurologie v rehabilitaci: pro studium a praxi [Neurology in Rehabilitation: For Study and Practice]* Grada Publishing a.s.
22. Příbáň, V., & Mraček, J. (2022). *Neurochirurgie [Neurosurgery]*. Charles University in Prague, Karolinum Press.
23. Řasová, K. (2007). *Fyzioterapie u neurologicky nemocných: (se zaměřením na roztroušenou sklerózu mozkomíšni) [Physiotherapy for Neurologically Ill Patients: (with a focus on multiple sclerosis)]*. Ceros.
24. Seidl, Z. (2015). *Neurologie pro studium i praxi [Neurology for Study and Practice] (2., přepracované a doplněné vydání)*. Grada Publishing.
25. Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (c2011). *Motor control and learning: a behavioral emphasis (5th ed)*. Human Kinetics.
26. Švestková, O., Angerová, Y., Druga, R., Pfeiffer, J., & Votava, J. (2017). *Rehabilitace motoriky člověka: fyziologie a léčebné postupy [Human Motor Rehabilitation: Physiology and Therapeutic Approaches]*. Grada Publishing].

27. Trojan, S., Votava, J., Druga, R., & Pfeiffer, J. (2005). *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka* (3., přeprac. a dopl. vyd) [Physiology and Therapeutic Rehabilitation of Human Motor Function (3rd, revised and supplemented edition)]. Grada Publishing.
28. Vařeková, J., & Daďová, K. (2014). Pohybová aktivita a kognitivní funkce. *MEDICINA SPORTIVA*,
210. https://www.researchgate.net/publication/279713661_Pohybova_aktivita_a_kognitivni_funkce
29. Věle, F. (1997). *Kineziologie pro klinickou praxi*: [Kinesiology for Clinical Practice].
30. Vyskotová, J. (2013). *Jemná motorika: vývoj, motorická kontrola, hodnocení a testování* [Fine Motor Skills: Development, Motor Control, Evaluation, and Testing. Grada Publishing].
31. Vyskotová, J., Krejčí, I., & Macháčková, K. (2021). *Terapie ruky* [Hand Therapy].

Elektronické zdroje

1. Adar, S., Demircan, A., Akçin, A. İ., Dündar, Ü., Toktaş, H., Yeşil, H., Eroğlu, S., Eyvaz, N., Beştaş, E., & Köseoğlu Toksoy, C. (2023). Evaluation of finger strength and spasticity in hemiplegic patients using hand-finger robotic device: A validity and reliability study. *Medicine*, 102(49), e36479. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000036479>
2. *Armeo® Therapy Concept*. (2015). Hocoma. https://www.stargen-eu.cz/wp-content/uploads/2015/04/Hocoma_Armeo_BRO_Armeo_Therapy_Concept_120420_en.pdf
3. Atkinson, M., Tully, A., Maher, C. A., Innes-Wong, C., Russo, R. N., & Osborn, M. P. (2023). Safety, Feasibility and Efficacy of Lokomat® and Armeo® Spring Training in Deconditioned Paediatric, Adolescent and Young Adult Cancer Patients. *Cancers*, 15(4), 1250. <https://doi.org/10.3390/cancers15041250>
4. Baldan, F., Turolla, A., Rimini, D., Pregolato, G., Maistrello, L., Agostini, M., & Jakob, I. (2021). Robot-assisted rehabilitation of hand function after stroke: Development of prediction models for reference to therapy. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 57, 102534. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2021.102534>
5. Belagaje S. R. (2017). Stroke Rehabilitation. *Continuum (Minneapolis, Minn.)*, 23(1, Cerebrovascular Disease), 238–253. <https://doi.org/10.1212/CON.0000000000000423>
6. Bauer, J. (2010). *Léčba ischemické cévní mozkové příhody*. Neurologiepraxi. <https://www.internimedica.cz/pdfs/int/2010/09/12.pdf>
7. Baugh, L. Sue (2024, January 29). *homunculus*. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/science/homunculus-biology>

8. Bhattacharjee, S., Barman, A., Patel, S., & Sahoo, J. (2024). The Combined Effect of Robot Assisted Therapy and Activities of Daily Living Training on Upper Limb Recovery in Persons with Subacute Stroke: A Randomized Controlled Trial. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2024.01.027>
9. *Bioness Integrated Therapy System | Why BITS.* (2022). <https://bionesstherapy.com/understanding>
10. Bishop, L., & Stein, J. (2013). Three upper limb robotic devices for stroke rehabilitation: A review and clinical perspective. *NeuroRehabilitation*, 33(1), 3–11. <https://doi.org/10.3233/nre-130922>
11. Bocanová, R. (2018). *Efektivita robotické terapie prostřednictvím přístroje Armeo Spring u osob v akutní fázi po cévní mozkové příhodě.* Prolekare.cz. <https://www.prolekare.cz/casopisy/rehabilitace-fyzikalni-lekarstvi/2018-3-25/efektivita-roboticke-terapie-prostrednictvim-pristroje-armeo-spring-u-osob-v-akutni-fazi-po-cevni-mozkove-prihode-106637>
12. Borboni, A., Villafañe, J. H., Mullè, C., Valdes, K., Faglia, R., Taveggia, G., & Negrini, S. (2017). Robot-Assisted Rehabilitation of Hand Paralysis After Stroke Reduces Wrist Edema and Pain: A Prospective Clinical Trial. *Journal of manipulative and physiological therapeutics*, 40(1), 21–30. <https://doi.org/10.1016/j.jmpt.2016.10.003>
13. Brown, R. D., & Broderick, J. P. (2014). Unruptured intracranial aneurysms: epidemiology, natural history, management options, and familial screening. *Lancet Neurology (Print)*, 13(4), 393–404. [https://doi.org/10.1016/s1474-4422\(14\)70015-8](https://doi.org/10.1016/s1474-4422(14)70015-8)
14. *Co je ergoterapie.* (2008). Česká Asociace Ergoterapeutů. <https://ergoterapie.cz/co-je-to-ergoterapie/>

15. Cope, E. C., & Gould, E. (2019). Adult Neurogenesis, Glia, and the Extracellular Matrix. *Cell stem cell*, 24(5), 690–705. <https://doi.org/10.1016/j.stem.2019.03.023>
16. DAŇKOVÁ, Šárka a PASTUCHA, Dalibor, 2018. Robotická rehabilitace pacientů s parézou horní končetiny po cévní mozkové příhodě: Robot assisted rehabilitation in post stroke patients with upper limb paresis. *Neurologia pre praxi*. Roč. 19, č. 4, s. 280-283. ISSN 1335-9592.
17. Daňková, Š. (2018). *Robotická rehabilitace pacientů s parézou horní končetiny po cévní mozkové příhodě*. NEUROLOGIE PRO PRAXI. Retrieved March 16, 2024, from <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2018/04/12.pdf>
18. Dufek, M. (2005). Cévní mozkové příhody, obecný úvod a klasifikace. *Interní Medicína Pro Praxi*, 4(6), 5–10. <https://www.internimediceina.cz/en/artkey/int-200206-0010.php>
19. Ehler, E. (2011, February 13). *Komplikace ischemické Cévní Mozkové Příhody*. neurologiepropraxi. <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2011/02/13.pdf>
20. El-Shamy, S. M. (2018). Efficacy of Armeo® robotic therapy versus conventional therapy on upper limb function in children with hemiplegic cerebral palsy. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 97(3), 164–169. <https://doi.org/10.1097/phm.0000000000000852>
21. Fadrus, P. (2010). *Intrakraniální nádory – diagnostika a terapie*. internimediceina.cz. <https://www.internimediceina.cz/pdfs/int/2010/07/10.pdf>
22. Feske, S. K. (2021). Ischemic Stroke. *The American Journal of Medicine*, 134(12), 1457–1464. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2021.07.027>

23. Fiksa, J. (2015). *Cévní mozková příhoda, patogeneze a současné aspekty léčby*. MEDICAL TRIBUNE. <https://www.tribune.cz/archiv/cevni-mozkova-prihoda-patogeneze-a-soucasne-aspekty-lecby/>
24. Fritz, N., Cheek, F., & Nichols-Larsen, D. S. (2015). Motor-Cognitive Dual-Task training in persons with neurologic disorders. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 39(3), 142–153. <https://doi.org/10.1097/npt.0000000000000090>
25. Gerstner, E. R., & Pajtler, K. W. (2018). Ependymoma. *Seminars in neurology*, 38(1), 104–111. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1636503>
26. Gloreha. (2023, July 12). *Clinical indications and benefits-Gloreha*. <https://www.gloreha.com/clinical-indications-and-benefits/>
27. HALLET, Mark, 2005. Guest Editorial: Neuroplasticity and rehabilitation. Online. *The Journal of Rehabilitation Research and Development*. Roč. 42, č. 4. ISSN 0748-7711. Dostupné z: <https://doi.org/10.1682/JRRD.2005.07.0126>. [cit. 2024-03-09].
28. Hirtz, A., Rech, F., Dubois-Pot-Schneider, H., & Dumond, H. (2020). Astrocytoma: A Hormone-Sensitive Tumor?. *International journal of molecular sciences*, 21(23), 9114. <https://doi.org/10.3390/ijms21239114>
29. *Innovative motor skill training | MYRO® | Tyromotion*. (2021, August 11). Tyromotion. <https://tyromotion.com/en/products/myro/>
30. Konan, L. M., Reddy, V., & Mesfin, F. B. (2023, July 24). *Neuroanatomy, cerebral blood supply*. StatPearls - NCBI Bookshelf. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532297/>

31. Kwakkel, G., Veerbeek, J. M., van Wegen, E. E., & Wolf, S. L. (2015). Constraint-induced movement therapy after stroke. *The Lancet. Neurology*, *14*(2), 224–234. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(14\)70160-7](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(14)70160-7)
32. Lachmannová, E. (2021). *Mobilizace a měkké techniky*. fyzioterapie-dobris.cz. <https://www.fyzioterapie-dobris.cz/mobilizace-a-mekke-techniky/>
33. Lah, T. T., Novak, M., & Breznik, B. (2020). Brain malignancies: Glioblastoma and brain metastases. *Seminars in Cancer Biology*, *60*, 262–273. <https://doi.org/10.1016/j.semcancer.2019.10.010>
34. Lattouf, N. A., Tomb, R., Assi, A., Maynard, L., & Measure, S. (2021). Eccentric training effects for patients with post-stroke hemiparesis on strength and speed gait: A randomized controlled trial. *NeuroRehabilitation*, *48*(4), 513–522. <https://doi.org/10.3233/nre-201601>
35. Macková, T. (2021). *Metoda PANat*. Ergoterapieplzen.cz. <https://www.ergoterapieplzen.cz/blog/>
36. McNeill, K. (2016). Epidemiology of brain tumors. *Neurologic Clinics*, *34*(4), 981–998. <https://doi.org/10.1016/j.ncl.2016.06.014>
37. Meyer, S., Verheyden, G., Kempeneers, K., & Michielsen, M. (2021). Arm-Hand boost therapy during inpatient stroke rehabilitation: a pilot randomized controlled trial. *Frontiers in Neurology*, *12*. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.652042>
38. Němeček, S. (2003). *PATOMORFOLOGIE PORANĚNÍ MOZKU*. Neurologiepropraxi. <https://www.neurologiepropraxi.cz/pdfs/neu/2003/06/03.pdf>

39. Nguyen, J. D., & Duong, H. (2023). Neurosurgery, Sensory Homunculus. In *StatPearls*. StatPearls Publishing.
40. Olczak, A., Truszczyńska-Baszak, A., & Stępień, A. (2022). The Use of Armeo[®] Spring Device to Assess the Effect of Trunk Stabilization Exercises on the Functional Capabilities of the Upper Limb-An Observational Study of Patients after Stroke. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 22(12), 4336. <https://doi.org/10.3390/s22124336>
41. Palermo, E., Hayes, D. R., Russo, E. F., Calabrò, R. S., Pacilli, A., & Filoni, S. (2018). Translational effects of robot-mediated therapy in subacute stroke patients: an experimental evaluation of upper limb motor recovery. *PeerJ*, 6, e5544. <https://doi.org/10.7717/peerj.5544>
42. Pascual-Leone, Á., Amedi, A., Fregni, F., & Merabet, L. B. (2005). THE PLASTIC HUMAN BRAIN CORTEX. *Annual Review of Neuroscience (Print)*, 28(1), 377–401. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.27.070203.144216>
43. Pathak, A., Gyanpuri, V., Dev, P., & Dhiman, N. R. (2021). The Bobath Concept (NDT) as rehabilitation in stroke patients: A systematic review. *Journal of family medicine and primary care*, 10(11), 3983–3990. https://doi.org/10.4103/jfmprc.jfmprc_528_21
44. Polívka, J., & Potužník, P. (2021). Current treatment of brain tumours. *Neurologie Pro Praxi*, 22(3), 206–211. <https://doi.org/10.36290/neu.2021.040>
45. Potter, T., Tannous, J., & Vahidy, F. (2022). A contemporary review of epidemiology, risk factors, etiology, and outcomes of premature stroke. *Current Atherosclerosis Reports*, 24(12), 939–948. <https://doi.org/10.1007/s11883-022-01067-x>

46. Serrano-López Terradas, P. A., Criado Ferrer, T., Jakob, I., & Calvo-Arenillas, J. I. (2022). Quo Vadis, Amadeo Hand Robot? A Randomized Study with a Hand Recovery Predictive Model in Subacute Stroke. *International journal of environmental research and public health*, 20(1), 690. <https://doi.org/10.3390/ijerph20010690>
47. Stargen EU s.r.o. (2021, January 12). *AMADEO® - Stargen*. Stargen. <https://www.stargen-eu.cz/rehabilitace/horni-koncetina/pristroje-rady-tyro/amadeo/>
48. Stargen EU s.r.o. (2021b, January 12). *ARMEO® SENSO - Stargen*. Stargen. <https://www.stargen-eu.cz/rehabilitace/horni-koncetina/pristroje-rady-ameo/ameo-senso/>
49. Stargen EU s.r.o. (2021, January 12). *ARMEO® SPRING - Stargen*. Stargen. <https://www.stargen-eu.cz/rehabilitace/horni-koncetina/pristroje-rady-ameo/ameo-spring/>
50. Stargen EU s.r.o. (2021, January 12). *ARMEO® POWER - Stargen*. Stargen. <https://www.stargen-eu.cz/rehabilitace/horni-koncetina/pristroje-rady-ameo/ameo-power/>
51. Stargen EU s.r.o. (2021, January 12). *BITS® - Stargen*. Stargen. <https://www.stargen-eu.cz/rehabilitace/horni-koncetina/pohybove-kognitivni-terapie/bits/>
52. Stargen EU s.r.o. (2021, January 12). *MYRO® - Stargen*. Stargen. <https://www.stargen-eu.cz/rehabilitace/horni-koncetina/pristroje-rady-tyro/myro/>

53. Stargen EU s.r.o. (2021, January 12). *NIRVANA - Stargen*. Stargen. <https://www.stargen-eu.cz/rehabilitace/horni-koncetina/pohybove-kognitivni-terapie/nirvana/>
54. Studio Idee Materia. (2023, July 7). *NIRVANA | Sensory and interactive room | BTS Bioengineering*. BTS. <https://www.btsbioengineering.com/products/nirvana/>
55. Šámalová, H., Tížková, M., & Baumová, B. (2013). *Využití nafukovacích dlah Urias dle metody PANat u neurologických pacientů ve FN Ostrava*. Neurologiepropraxi.cz. https://www.neurologiepropraxi.cz/incpdfs/act-000157-0001_10_005.pdf
56. Štefánek, J. (2011). *Willisův okruh*. stefajir.cz. <https://www.stefajir.cz/willisuv-okruh>
57. Thieme, H., Morkisch, N., Mehrholz, J., Pohl, M., Behrens, J., Borgetto, B., & Dohle, C. (2018). Mirror therapy for improving motor function after stroke. *The Cochrane Library*, 2018(7). <https://doi.org/10.1002/14651858.cd008449.pub3>
58. Urrutia, R., Gutiérrez-Muto, A. M., Sanz-Morère, C. B., Gomez, A. R., Politi, A. M., Lunardini, F., Baccini, M., Cecchi, F., León, N., Oliviero, A., & Tornero, J. (2023). Spasticity evaluation with the Amadeo Tyromotion device in patients with hemispheric stroke. *Frontiers in Neurorobotics*, 17. <https://doi.org/10.3389/fnbot.2023.1172770>
59. Villafañe, J. H., Taveggia, G., Galeri, S., Bissolotti, L., Mullè, C., Imperio, G., Valdés, K., Borboni, A., & Négrini, S. (2017). Efficacy of Short-Term Robot-Assisted rehabilitation in patients with hand paralysis after stroke: a randomized clinical trial. *HAND*, 13(1), 95–102. <https://doi.org/10.1177/1558944717692096>

60. Villafañe, J. H., Taveggia, G., Galeri, S., Bissolotti, L., Mullè, C., Imperio, G., Valdes, K., Borboni, A., & Negrini, S. (2018). Efficacy of Short-Term Robot-Assisted Rehabilitation in Patients With Hand Paralysis After Stroke: A Randomized Clinical Trial. *Hand (New York, N.Y.)*, *13*(1), 95–102. <https://doi.org/10.1177/1558944717692096>
61. Wang, D., Xiang, J., He, Y., Yuan, M., Dong, L., Ye, Z., & Mao, W. (2022). The Mechanism and Clinical Application of Constraint-Induced Movement Therapy in Stroke Rehabilitation. *Frontiers in behavioral neuroscience*, *16*, 828599. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2022.828599>
62. Wen, X., Li, L., Li, X., Zha, H., Liu, Z., Peng, Y., Liu, X., Liu, H., Yang, Q., & Wang, J. (2022). Therapeutic Role of Additional Mirror Therapy on the Recovery of Upper Extremity Motor Function after Stroke: A Single-Blind, Randomized Controlled Trial. *Neural Plasticity*, *2022*, 1–9. <https://doi.org/10.1155/2022/8966920>
63. Zariffa, J., Kapadia, N., Kramer, J. L., Taylor, P., Alizadeh-Meghbrazi, M., Zivanovic, V., Willms, R., Townson, A., Curt, A., Popović, M. R., & Steeves, J. D. (2011). Effect of a robotic rehabilitation device on upper limb function in a sub-acute cervical spinal cord injury population. *IEEE*. <https://doi.org/10.1109/icorr.2011.5975400>].

Seznam zkratk

ARO	Anesteziologicko-resuscitační oddělení
ADL	Activity of daily living
CIMT	Constraint Induced Movement Therapy
CMP	Cévní mozková příhoda
CNS	Centrální nervový systém
CT	Počítačová tomografie
JIP	Jednotka intenzivní péče
MR	Magnetická rezonance
PET	Pozitronová emisní tomografie
PNF	Proprioceptivní neuromuskulární facilitace
SAK	Subarachnoidální krvácení
SS	Svalová síla
TIA	Tranzitorní ischemická ataka

Seznam obrázků

Obrázek 1 Schéma Willisova okruhu	14
Obrázek 2 Homunculus	25
Obrázek 3 – Armeo Spring	36
Obrázek 4 Armeo Power	37
Obrázek 5 Gloreha Sinfonia	39
Obrázek 6 AMADEO	41
Obrázek 7 MYRO	42