

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra etologie a zájmových chovů (FAPPZ)



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Možnosti využití moderní technologie při výzkumu účinků
hipoterapie ve fyzioterapii**

Bakalářská práce

Nacházelová Klára

Zoorehabilitace a asistenční aktivity se zvířaty

Ing. Ivona Svobodová, Ph.D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci „Možnosti využití moderní technologie při výzkumu účinků hipoterapie ve fyzioterapii“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31. března 2023

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala mé vedoucí Ing. Ivoně Svobodové, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost, velkou ochotu a za nespočet udělených rad, které umožnily zpracování mé bakalářské práce. Také děkuji Ing. Štěpánu Zítkovi za připomínky, rady a návrhy, které mi poskytnul. Velké díky také patří mé rodině a mému příteli za podporu během studia.

Možnosti využití moderní technologie při výzkumu účinků hipoterapie ve fyzioterapii

Souhrn

Hipoterapie ve fyzioterapii je jeden z podoborů hiporehabilitace, která je především zaměřená na fyzioterapeutický přínos klientovi. Hipoterapie má celou řadu předpokládaných účinků, ale některým stále chybí prokazatelné důkazy. Ověřování účinků hipoterapie je náročné i z hlediska výběru metod hodnocení.

Tato bakalářská práce nastínila pomocí literární rešerše stručný přehled informací o hiporehabilitaci a podrobněji hipoterapii ve fyzioterapii. Zaměřila se na předpokládané efekty hipoterapie a problematiku jejich hodnocení. Obtíže při hodnocení účinků se objevují kvůli proměnlivým podmínkám, subjektivnímu hodnocení a neexaktnímu výstupu výsledků. Práce tedy navrhla hodnocení pomocí moderních technologií, které umožňují přesnější výsledky.

Výčet uvedených moderních metod zahrnuje elektromyografii, akcelerometrii, sonografii, posturografii a pedobarografii, kinematickou analýzu pohybu, elektrokardiografii, elektroencefalografii a umělou inteligenci. Byly shrnuty výhody a nevýhody těchto metod. Vzhledem k vhodnosti metod pro vyhodnocení změn v pohybovém aparátu, nebolestivosti a neomezování pohybu se ukázaly být vhodnými metodami elektromyografie, akcelerometrie, sonografie, posturografie a pedobarografie a kinematická analýza pohybu. Ovšem posturografie a pedobarografie vykazuje značné statistické odchylky. Umělá inteligence byla hodnocena spíše jako doplňková, současně však důležitá metoda, která umožňuje zpracovávat a hodnotit některá získaná data pomocí algoritmů. Elektrokardiografie a elektroencefalografie byly označeny spíše nevhodnými metodami pro hodnocení efektů hipoterapie ve fyzioterapii.

Bakalářská práce taktéž zmínila ke každé metodě vybrané studie používající danou metodu. Z těchto studií vyplývá, že elektromyografie a akcelerometrie jsou doposud nejzastoupenější z moderních metod. Taktéž studie častokrát metody kombinují, což tato práce také doporučuje kvůli lepšímu statistickému a komplexnějšímu hodnocení.

Klíčová slova: hiporehabilitace, hipoterapie ve fyzioterapii, moderní technologie, sonografie, EMG, EKG, EEG, akcelerometr

Possibilities of using modern technology in research of effects of equine-assisted therapy

Summary

Equine facilitated physiotherapy is one of the sub-fields of equine facilitated therapies and activities, which is primarily focused on the physiotherapeutic benefit to the client. Equine facilitated physiotherapy has a variety of putative effects, but some still lack demonstrable evidence. Validating the effects of equine facilitated physiotherapy is also challenging in terms of the choice of evaluation methods.

This bachelor thesis has outlined a brief overview of information on Equine facilitated therapies and activities and in more detail Equine facilitated physiotherapy through a literature search. It focused on the anticipated effects of hippotherapy and the issue of their evaluation. Difficulties in evaluating the effects arise due to variable conditions, subjective evaluation and non-exact outcome of the results. Thus, the thesis proposed evaluation using modern technologies that allow for more accurate results.

The list of these modern methods includes electromyography, accelerometry, sonography, posturography and pedobarography, kinematic motion analysis, electrocardiography, electroencephalography and artificial intelligence. The advantages and disadvantages of these methods are summarised. Electromyography, accelerometry, sonography, posturography and pedobarography, and kinematic motion analysis were found to be suitable methods for the evaluation of musculoskeletal changes, painlessness and non-limiting movement. However, posturography and pedobarography showed considerable statistical variation. Artificial intelligence was evaluated as a complementary but rather important method that allows to process and evaluate some of the data obtained by algorithms. Electrocardiography and electroencephalography were identified as rather inappropriate methods for evaluating the effects of equine facilitated physiotherapy

The bachelor thesis also mentioned for each method selected studies using that method. These studies show that electromyography and accelerometry are by far the most established of the modern methods. Also, studies often combine methods, which this thesis also recommends for better statistical and more comprehensive evaluation.

Keywords: equine-assisted therapy, modern technologies, sonography, EMG, ECG, EEG, accelerometer

Obsah

| | |
|---|-----------|
| 1 Úvod | 1 |
| 2 Cíl práce..... | 2 |
| 3 Literární rešerše..... | 3 |
| 3.1 Hiporehabilitace | 3 |
| 3.1.1 Historie hiporehabilitace..... | 3 |
| 3.1.2 Definice a rozdělení hiporehabilitace | 4 |
| 3.1.3 Tým hipoterapie ve fyzioterapii a ergoterapii | 6 |
| 3.1.4 Indikace a kontraindikace hipoterapie ve fyzioterapii..... | 7 |
| 3.1.5 Nejčastější diagnózy v hipoterapii ve fyzioterapii..... | 8 |
| 3.1.6 Metodika průběhu hipoterapie ve fyzioterapii..... | 9 |
| 3.1.7 Efekty hipoterapie ve fyzioterapii a jejich hodnocení | 11 |
| 3.2 Moderní technologie v hodnocení efektů hipoterapie ve fyzioterapii | 12 |
| 3.2.1 Elektromyografie | 12 |
| 3.2.2 Akcelerometrie | 17 |
| 3.2.3 Sonografie..... | 21 |
| 3.2.4 Posturografie a pedobarografie..... | 23 |
| 3.2.5 Kinematická analýza pohybu..... | 26 |
| 3.2.6 Elektrokardiografie | 29 |
| 3.2.7 Elektroencefalografie..... | 30 |
| 3.2.8 Umělá inteligence | 31 |
| 4 Závěr | 33 |
| 5 Seznam literatury | 34 |
| 6 Seznam použitých zkratk a symbolů | 41 |
| 7 Samostatné přílohy | I |

1 Úvod

Hiporehabilitace má širokou škálu využití a má značný potenciál pomáhat. Konkrétně hipoterapie ve fyzioterapii je multisenzorickou terapií, která využívá komplexní léčebné působení koně zejména při fyzioterapeutických omezeních klienta. Je tedy vhodný kandidát na rovnocennou metodu fyzioterapie. Ovšem k tomuto zrovnoprávnění je potřeba hipoterapii podrobit hlubšímu vědeckému pátrání. I přesto, že vědeckých prací a literatury na toto téma povolna přibývá, některé důkazy ohledně předpokládaných efektů hipoterapie stále chybějí. Hodnocení efektů hipoterapie ve fyzioterapii je obtížné kvůli často proměnným podmínkám, otázce původu efektu nebo nevhodnosti hodnotící metody z hlediska přesnosti.

Exaktní výsledky přinášejí moderní technologie v medicíně. Využití moderních technologií pro hodnocení efektů hipoterapie ve fyzioterapii se již zhostily některé studie, které jsou pro obor důležitým pokrokem.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je pomocí nastudované vědecké literatury vyhodnotit využití moderních technologií při výzkumu účinků hiporehabilitace ve fyzioterapii. Jednotlivé metody budou v práci popsány a budou konstatovány jejich výhody či nevýhody. K těmto metodám budou představeny studie, které je úspěšně používaly, přičemž výsledky těchto studií budou v bakalářské práci shrnuty a vyhodnoceny.

3 Literární rešerše

3.1 Hiporehabilitace

3.1.1 Historie hiporehabilitace

Datování hiporehabilitace je složité, jelikož využití koní pro terapeutické účely se mohlo odehrávat již dříve, než je zmiňují první písemné záznamy. Ovšem jiné důkazy, než právě písemné zdroje neexistují, a tak se počátek terapeutického využití datuje od jeho první písemné zmínky. Tou je spis Hippokrata, který diskutoval terapeutickou hodnotu ježdění. Koně byli využíváni jako terapeutická pomůcka od doby, kdy je starověcí Řekové využívali pro lidi s nevyléčitelnými nemocemi (Bizup et al. 2003; Koca & Ataseven 2015). Zhruba v 17. století se objevil popis léčebného využití koně od Thomase Sydehmana, který předepsal jízdu na koni z léčebných důvodů. Friederich Hoffmann uvádí na začátku 18. století souvislost mezi pohybem koňského hřbetu a léčebným využitím pro člověka. V první polovině 18. století prof. Samuel T. Quellmalz studoval pohyb jezdce a popsal jej jako trojrozměrný. Tento popis se ukázal být správným (Hermannová et al. 2014; Stockhorst et al. 2021). Výrazným posunem pro hiporehabilitaci byly obě světové války. Jízda na koni se začala hojněji využívat právě jako rehabilitace pro raněné vojáky (Hermannová et al. 2014; Pálsdóttir et al. 2020). Ovšem velmi důležitý průlom přinesla v roce 1952 dánská drezurní jezdyně Liz Hartelová, která trpěla těžkým postižením svalů v důsledku prodělané obrny. Získala stříbrnou medaili na letních olympijských hrách v Helsinkách v konkurenci jezdců bez postižení. Tuto medaili obhájila i o čtyři roky později, taktéž na olympijských hrách ve Stockholmu. Liz Hartelová tak vyvolala velký zájem společnosti o téma jezdeckví handicapovaných. Liz Hartelová je na obrázku 1 zachycena s asistentem, který jí pomáhá při nasedání na jejího koně. Ona sama pak společně s fyzioterapeutkou Ullou Harpothovou založily první hiporehabilitační centrum na světě (Scott 2005; Hedenborg 2016).



Obrázek 1: Liz Hartelová, převzato z <https://www.shutterstock.com/cs/editorial/image-editorial/olympic-horsewoman-lis-hartel-is-helped-off-her-horse-by-groom-paul-jorgensen-for-full-caption-see-version-4767460a>

Během dalších let se tato iniciativa rozrostla a vznikala další hiporehabilitační centra, která spolupracovala mezi sebou na mezinárodní úrovni. V roce 1985 byla v Miláně založena organizace Riding for the Disabled International, která se později přejmenovala na The Federation of Riding for Disabled International (nyní Horses in Education and Therapy International). Tato federace se dodnes velmi angažuje v moderní hiporehabilitaci. Je zapojená do tvorby mezinárodních norem bezpečnosti a kompetencí v tomto oboru. Každá země, která je zapojena do hiporehabilitačních aktivit, má vlastní organizaci, která zastřešuje tyto aktivity v dané zemi (Bicková 2020; Česká hiporehabilitační společnost 2021).

Historie hiporehabilitace v ČR zaznamenala už v roce 1947 první pokusy o léčebné využití koní, zejména při léčbě pohybových poruch při DMO (Hermannová et al. 2014). RNDr. Otakar Leiský v roce 1976 ve spolupráci s Karlem Lewitem odstartoval novodobou hipoterapii (Hollý & Hornáček 2005). V roce 1991 byla založena Hiporehabilitační společnost. Společnost vznikla za účelem hledání správné metodiky, etablování názvosloví, ustanovení indikací a kontraindikací, zavedení norem bezpečnosti a kompetence. V roce 1995 se tato společnost rozdělila na českou a slovenskou a od této doby vystupuje pod názvem Česká hiporehabilitační společnost (ČHS). ČHS ve stejném roce založila odborné sekce – Hiporehabilitace, Léčebně pedagogické ježdění a voltiž a Sportovní ježdění handicapovaných. V roce 1999 se v ČR konaly první soutěže v paravoltiži a paradrezuře. Pod ČHS jsou v dnešní době desítky hiporehabilitačních center a středisek (Česká hiporehabilitační společnost 2021).

3.1.2 Definice a rozdělení hiporehabilitace

Samotný pojem hiporehabilitace je složený z řeckého slova „hippos“, což v češtině znamená „kůň“ a latinského „re-habilitis“, přičemž předpona „re-“ označuje opakování děje a sloveso „habilitare“ znamená „umožnit“. „Re-habilitis“ znamená „znovu schopný“ (Hollý & Hornáček 2005; Sterba 2007; Chang et al. 2012). Hiporehabilitace tedy doslovně znamená „znovuschopnění“ pomocí koně. Definice se společně s historií měnila, a i nyní má řadu výkladů či verzí. S přibývajícimi poznatky se bude muset definice opět upravit, aby zahrnula veškeré specifikace. Definovat takhle rozsáhlý obor je zkrátka obtížné a vyžaduje značnou kategorizaci.

Takto definuje hiporehabilitaci Bicková (2020): „*Hiporehabilitace (dále HR) je zastřešující a nadřazený název pro všechny aktivity a terapie v oblastech, kde se setkává kůň a člověk se zdravotním nebo sociálním znevýhodněním nebo se specifickými potřebami.*“

Hermannová et al. (2014) definují hiporehabilitaci jako: „*Interaktivní, komplexní, facilitačně inhibiční metoda, využívající vzájemného působení dvou různých biologických druhů, člověka a koně, v léčebném rehabilitačním procesu, především v oblasti fyzioterapie, ergoterapie, psychoterapie, logopedie, sociální rehabilitace.*“

Rozdělení (stejně jako definice) prošlo a projde řadou změn. Obory se stávaly specifitější a vyžadovaly změny. Rozdělení oborů je problémové hned z několika důvodů. První obtíž může být samotný obsah oborů. Je složité kategorizovat jednotlivé aktivity do oborů nebo aktivitu vymezit natolik, že se jí přidělí samostatný obor. Zároveň tyto obory by měly být přehledné, a tudíž dobře zasazené. Další značnou komplikací bylo a místy stále je názvosloví. Cizí jazyky mají značnou variabilitu v termínech hiporehabilitace. Dřívější vědecké články používají

opravdu velké množství termínů pro jednu a tutéž aktivitu a studium či překlad těchto článků může být tedy zavádějící. Nejen z těchto důvodů se v Praze konalo v roce 2019 setkání zástupců evropských hiporehabilitačních organizací. Výsledkem tohoto setkání se stal slovník pro mezinárodní komunikaci v oboru hiporehabilitace. V návaznosti na tyto nově ustálené pojmy v angličtině vypracovala ČHS nové názvosloví pro češtinu. V roce 2020 se tedy ustálilo názvosloví i v České republice (Bicková 2020; Česká hiporehabilitační společnost 2021). Pro lepší přehled je zde uvedena tabulka 1, ve které je obsažen souhrn českého názvosloví před a po setkání v roce 2020.

Tabulka 1: Odborné termíny hiporehabilitace před a po roku 2020, vytvořeno dle Bickové (2020); České hiporehabilitační společnosti (2021)

| Názvosloví před rokem 2020 | Názvosloví po roce 2020 |
|--|---|
| Léčebně pedagogicko-psychologické ježdění, hipologie | Hiporehabilitace |
| Sportovní ježdění handicapovaných | Parajezdeckví |
| Aktivity s využitím koní | Hiporehabilitace v pedagogické a sociální praxi |
| Psychoterapie pomocí koní | Hipoterapie v psychiatrii a psychologii |
| Hipoterapie | Hipoterapie ve fyzioterapii a ergoterapii |

Hiporehabilitace je tedy rozdělena včetně platného názvosloví do čtyř oborů: parajezdeckví, hiporehabilitace v pedagogické a sociální praxi, hipoterapie v psychiatrii a psychologii a hipoterapie ve fyzioterapii a ergoterapii (Česká hiporehabilitační společnost 2021):

- Parajezdeckví je obor hiporehabilitace, který zahrnuje jezdecké aktivity určené pro osoby se zdravotním znevýhodněním či se specifickými potřebami. V dnešní době je parajezdeckví součástí paralympijských her (Bocian et al. 2011).
- Hiporehabilitace v pedagogické a sociální praxi (HPSP) představuje disciplínu hiporehabilitace v oblasti pedagogiky, speciální pedagogiky, sociální pedagogiky a sociální práce. Využívá prostředí okolo koní a samotného koně k rozvoji sociálních a komunikačních dovedností, usnadňuje vstup do nových kolektivů, nabízí aktivizaci, pozitivní motivaci, sebepoznání, seberealizaci nebo například umožňuje usnadnění edukačních procesů (Česká hiporehabilitační společnost 2021).
- Hipoterapie v psychiatrii a psychologii (HTP) představuje obor hiporehabilitace pomáhající lidem s duševními nemocemi nebo s psychickými potížemi. Využívá koně jako koterapeuta při léčebných procesech mířících na duševní zdraví pacienta či klienta (Masini 2010; Hermannová et al. 2014).
- Hipoterapie ve fyzioterapii a ergoterapii (HTFE) je fyzioterapeutická metoda využívající speciálně vycvičeného koně v kroku, konkrétně pohyb jeho hřbetu. Tento pohyb je střídavý, rytmický a cyklicky se opakující. Nabízí multisenzorickou aferentní stimulaci, která přímo ovlivňuje motorické chování klienta aktivací všech řídicích úrovní CNS. Výsledkem je komplexní facilitace reparačních procesů jedince, a to jak na úrovni neurofyziologické, tak psychomotorické a v neposlední řadě i na úrovni sociální. Nadstandardní variabilita

využitých poloh, při respektování posturálních schopností klienta ovlivní jeho držení těla, hrubou i jemnou motoriku i vegetativní funkce. – takto zní definice České hiporehabilitační společnosti (2021).

Tato práce se zabývá oborem hipoterapie ve fyzioterapii a ergoterapii, a proto následující kapitoly budou rozvádět pouze toto odvětví.

3.1.3 Tým hipoterapie ve fyzioterapii a ergoterapii

Hiporehabilitační tým je složen z následujících členů:

- hiporehabilitační kůň
- terapeut (případně jeho asistent)
- cvičitel/trenér
- vodič
- pomocní pracovníci – administrativa a případně další

Podmínky a požadavky na personál i samotného koně pro hipoterapii se celosvětově liší. Je tedy uvedeno základní shrnutí zažitých pravidel a doporučení s důrazem pro ČR.

Hiporehabilitační kůň by měl splňovat následující kritéria: kůň by měl být speciálně vybraný a vycvičený a mít složenou specializační zkoušku pod ČHS (Krejčí et al. 2014; Czerw 2018; Česká hiporehabilitační společnost 2021). Ne každý kůň může být terapeutický kůň. Výběr koně je zásadní, jelikož je v sázce bezpečnost terapeutů i klientů. Hlavním výběrovým kritériem jsou psychické vlastnosti koně. Do hiporehabilitace se zařazují zejména koně s přiměřenou nebo slabší reaktivitou a bez charakterových vad (Hermannová et al. 2014). Dalšími aspekty jsou věk, pohlaví a plemenná příslušnost koně. Tato kritéria však nejsou pro hiporehabilitaci tak důležitá jako psychické předpoklady koně. Neexistuje plemeno, které by bylo přímo určené k hiporehabilitaci. Některá se zdají být více vhodná vzhledem k dědičnosti charakteru a temperamentu, ale nezaručí to zařaditelnost každého příslušníka daného plemene do hiporehabilitace (Hermannová et al. 2014; Bicková 2020). Totéž platí o pohlaví. V pohlaví však platí jedno omezení a tou je kastrace hřebce. Do hiporehabilitace mohou být zapojeni pouze valaši a klisny. Spodní věkovou hranicí pro zařazení koně do hipoterapie bývá 5 let, horní věková hranice není určena (Česká hiporehabilitační společnost 2021). Dalším důležitým kritériem je kvalitní mechanika pohybu koně. Pro hipoterapii ve fyzioterapii je pohyb koně zásadní. Hermannová et al. (2014) uvádějí: „*Kůň poskytuje k fyzioterapii prostřednictvím svého hřbetu unikátní multidimenzionální balanční bioplošinu*“. Také konstatuje důležitost konvexního pružení hřbetu. V žádném případě nesmí být zařazen do terapie kůň s nečistotou kroku, ať již v důsledku momentálního zranění či přetrvávajících změn. S tím souvisí také zdravotní stav koně. Terapeutický kůň by měl být zdravý a hiporehabilitace by měla být provozována se zásadami welfare (Hollý & Hornáček 2005). V neposlední řadě je třeba zvážit pro koho bude kůň terapeuticky určený. Výběr bude jiný pro dospělé klienty, jiný pro děti. Podle klientely tedy vybíráme plemeno, exteriér a sílu hřbetu (Hermannová et al. 2014). Důraz se klade i na znalost historie koně kvůli lepší předvídatelnosti jeho reakcí. Když je kůň vybrán podle těchto kritérií, může se stát členem hiporehabilitačního týmu.

Dalším členem týmu je terapeut. Hipoterapii ve fyzioterapii by měl provádět pouze fyzioterapeut a měl by mít doplněné vzdělání o specializační kurz zaměřený na hipoterapii (Sterba 2007; Koca & Ataseven 2015; Česká hiporehabilitační společnost 2021). Terapeut by měl mít i další tzv. soft skills. Měl by umět pracovat v kolektivu, měl by mít kladný vztah k lidem s postižením, dobrou sebereflexi a trpělivost (Hermannová et al. 2014). Případným dalším členem může být asistent terapeuta. To je proškolená osoba, která pomáhá terapeutovi s naplněním cíle dané terapie (Česká hiporehabilitační společnost 2021).

U hipoterapie může být přítomen i cvičitel koní/trenér (Koca & Ataseven 2015; Bicková 2020). Ten by měl zajistit přípravu koně pro hipoterapii, včetně tréninkových plánů apod. Trenér je zodpovědný za trénink koně (Bicková 2020).

Vodič koně může být tatáž osoba jako trenér. Měl by být proškolený a starší 18 let, vede koně v průběhu terapeutické jednotky, zodpovídá za něj a koriguje jeho pohyb v závislosti na požadavcích terapeuta (Hollý & Hornáček 2005; Česká hiporehabilitační společnost 2021).

Dalším článkem mohou být administrativní pracovníci, kteří se starají o administrativní záležitosti, získávání grantů, sponzorů či o legislativu stran hiporehabilitace (Bicková 2020).

Pro lepší přehlednost jsou výše zmíněná kritéria vložena do tabulky 2.

Tabulka 2: Shrnutí kritérií pro hiporehabilitační tým, vytvořeno dle Hollého & Hornáčka (2005); Sterba (2007); Hermannové et al. (2014); Krejčí et al. (2014); Koca & Ataseven (2015); Czerw (2018); Bickové (2020); České hiporehabilitační Společnosti (2021)

| Člen | Kritéria |
|-----------------------|---|
| Hiporehabilitační kůň | Vhodné psychické aspekty |
| | Dobrá mechanika pohybu |
| | Pohlaví – klisny a valaši (nutná kastrace) |
| | Věk – alespoň 5 let |
| | Dobrá zdravotní stav |
| | Klientela – pro koho bude kůň určen |
| Terapeut | Fyzioterapeut – pro hipoterapii ve fyzioterapii |
| | Ergoterapeut – pro hipoterapii v ergoterapii |
| Trenér | Způsobilost k tréninku hiporehabilitačního koně |
| Vodič | Proškolený a starší 18 let |

3.1.4 Indikace a kontraindikace hipoterapie ve fyzioterapii

Se světovou nejednotností v pravidlech hipoterapie se pojí i věkové omezení. Hipoterapie ve fyzioterapii v ČR se může aplikovat již ve věku 2 měsíců. U takto mladých klientů se mluví o tzv. rané péči a může ji poskytnout pouze specialista v tomto oboru (Hermannová et al. 2014; Česká hiporehabilitační společnost 2021). Ovšem celosvětově je v tomto ČR spíše raritou. Little et al. (2013) uvádějí, že jsou děti do hipoterapie přijímány nejdříve ve věku 2 let. Chang

et al. (2012) dokonce znižují věkovou hranici 4 let pro přijetí do hipoterapie. Spodní věková hranice je tedy celosvětově různá a horní není určena.

Hipoterapie ve fyzioterapii dává možnost ovlivnit pohybové a posturální poruchy – nejčastější indikace jsou z oblastí neurologie a ortopedie. Indikace v oblasti neurologie jsou opožděný psychomotorický vývoj, centrální koordinační poruchy, dětská mozková obrna, mozkomíšní skleróza, mozkové a míšní trauma, metabolické a zánětlivé poškození nervového systému, centrální a periferní parézy kombinované vady, myopatie. Taktéž to mohou být stavy s poruchami svalového napětí (hypotonie, hypertonie – spasticita), poruchy rovnováhy, koordinace, chůze, sedu, aktivního držení trupu a hlavy, řeči a úchopu. Indikace pro oblast ortopedie jsou prevence vzniku skolióz, už rozvinuté skoliózy, posttraumatické stavy, svalové dysbalance, vertebrogenní problematika, amputace končetiny. Pro oblast interní medicíny jsou to kardiovaskulární onemocnění, juvenilní hypertenze, cystická fibróza, respirační onemocnění (astma bronchiale, chronická bronchitida), gastroezofagální reflux, obstrukce, obezita a pro oblast gynekologie dysmenorea, slabost pánevního dna a funkční sterility (Hermannová et al. 2014; Koca & Ataseven 2015; Czerw 2018; Česká hiporehabilitační společnost 2021; Tuğrulhan et al. 2021).

Vážnými kontraindikacemi jsou život ohrožující stavy, záněty v akutní fázi, aplikace vakcinace v období 1–3 dny před terapií, horečnatá onemocnění, dekompenzovaná alergie na zvířecí alergeny, prach a pyly, dekompenzovaná epilepsie, nezhojené rány v místech kontaktních ploch s koněm, zhoršení základní diagnózy během terapie, klient pod vlivem omamných a psychotropních látek, terminální stadia progredujících onemocnění, nesouhlas s léčbou, ale i nepřekonatelný strach z koně. Kontraindikacemi v oblasti neurologie jsou záchvatová onemocnění těžkých forem, hydrocephalus, neovlivnitelná spasticita a hypotonie a porucha citlivosti. V oblasti ortopedie se společně s postupujícím vývojem list kontraindikací sice značně zkrátil, ale stále je poměrně obsáhlý. Jedná se skoliózy nad 30 dle Cobba, spondylolýza nad 1,5 cm posunu obratle, spondylolistéza, fixované hyperlordózy a hyperkyfózy, kyfoskoliózy, klinicky aktivní artritidy, stavy po operaci páteře, aseptické kloubní nekrózy v akutním stádiu, zvýšená lomivost kostí nebo atlantookcipitální instabilita. V interní medicíně jsou kontraindikace závažná onemocnění kardiovaskulárního systému, poruchy krvácivosti a srážlivosti a respirační insuficience. Klient, kterému hrozí odchlípení sítnice, se taktéž nesmí účastnit hipoterapie (Hollý & Hornáček 2005; Hermannová et al. 2014; Czerw 2018; Česká hiporehabilitační společnost 2021).

3.1.5 Nejčastější diagnózy v hipoterapii ve fyzioterapii

Hipoterapie je indikována velkému množství pacientů s rozličnými problémy a chorobami, ovšem i v této oblasti jsou zastoupené konkrétní nemoci, se kterými pacienti častěji navštěvují hipoterapie. Jedná se o Downův syndrom a dětskou mozkovou obrnu. Kvůli této skutečnosti jsou zde alespoň stručně vysvětleny.

Dětská mozková obrna (DMO) je onemocnění vícero typů, které je charakterizováno poruchou hybnosti. Nemoc je zapříčiněná poškozením mozku v motorických oblastech. K tomuto poškození dochází v prenatálním období, při porodu nebo v prvních měsících života dítěte (Rosenbaum et al. 2007). DMO je nejčastější nemoc spojená s poruchou hybnosti u dětí.

Záleží na typu DMO, ale příznaky se dostávají v několika prvních letech života a projevují se jako problémy hrubé motoriky, postiženou stabilitou, vadným držením těla a často spasticitou. Mohou být přidružené i jiné poruchy – epileptické záchvaty, mentální postižení, poruchy polykání, vytáčení rukou atd. Symptomy se můžou měnit v průběhu života, ale v zásadě se výrazně nezhoršují (Benda et al. 2003; Domino 2007; Chang et al. 2012; Bednářiková et al. 2016). Zahájení včasné a korektní léčby je u DMO rozhodující vzhledem k rozvoji komplikací v psychomotorickém vývoji (Benda et al. 2003). U DMO je velmi často pozorovatelná značně snížená mobilita dolních končetin – postižené je svalstvo i klouby (Domino 2007; Bednářiková et al. 2016). Vzhledem k pozitivním efektům hipoterapie v této oblasti, by mohlo její zařazení do rané léčby dětí s DMO znamenat velký přínos (Bednářiková et al. 2016; Stergiou et al. 2017; Prieto et al. 2020). Tomuto předpokladu také přitakává počet dětských pacientů participovaných na hipoterapiích. Tato klientela je totiž z hlediska diagnózy nejpočetnější (Bednářiková et al. 2016).

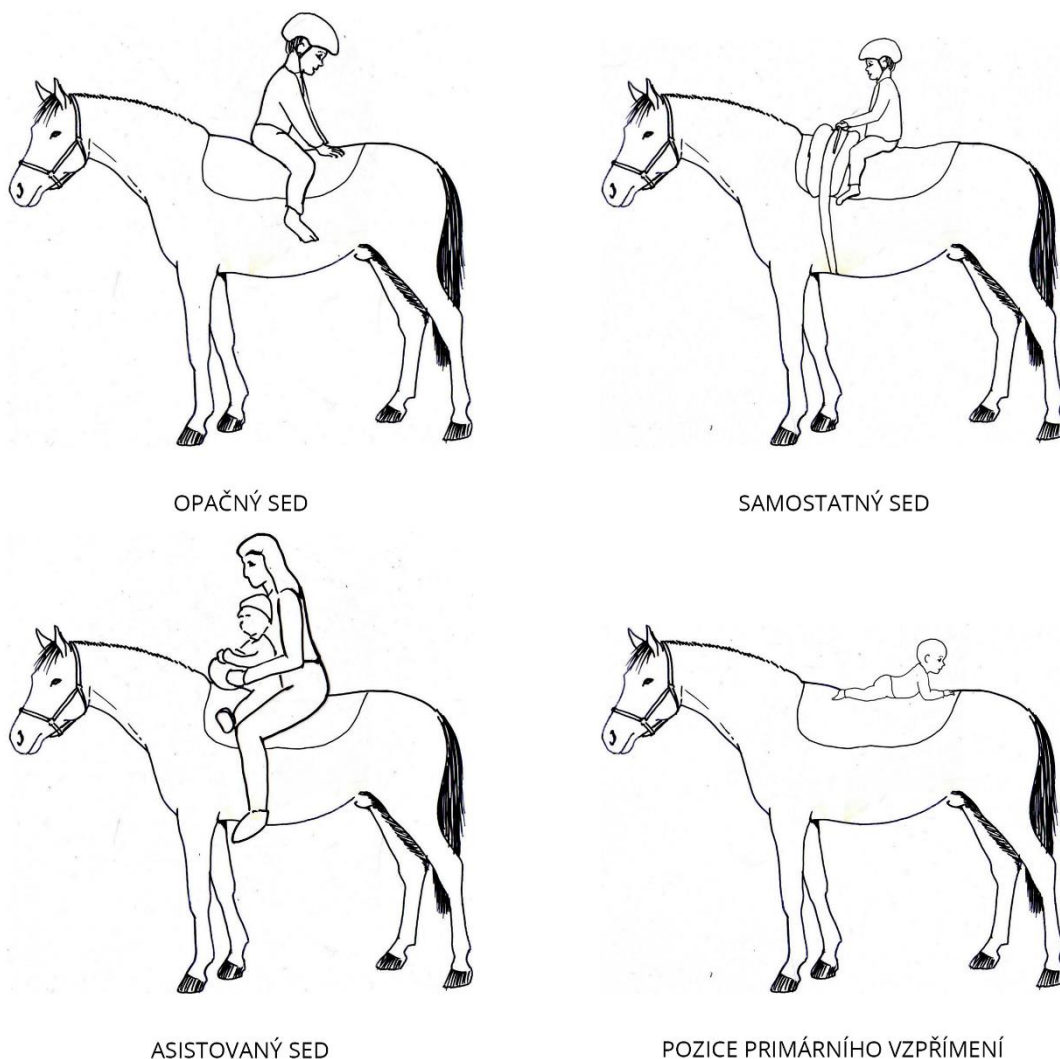
Downův syndrom (DS) je genetická porucha způsobená zkopírovaným 21. chromozomem nebo jeho částí (Patterson 2009). DS není léčitelný vzhledem k chromozomální povaze syndromu. Symptomy jsou značně variabilní, ale obecně jsou pozorovatelné jako zpoždění motorického vývoje, složité osvojování motoriky, zpoždění v hrubé motorické výkonnosti, jako je osvojení pohybů chůze a běhu, hypermobilita, hypotonie, téměř vždy mentální postižení, ale také častá a větší náchylnost k některým nemocem (Weijerman & de Winter 2010; Ribeiro et al. 2017; Channell et al. 2021). I přes variabilitu symptomů jsou určité externí znaky naprosto specifické pro DS. Jedinci mají obličej výrazně kulatého tvaru, šikmé oči, kratší lebku s krátkým krkem, atypické ušní boltce, často povypadlý jazyk, velké ruce a také mezeru mezi palcem u nohou a ostatních prstů. Jedinci s DS mají taktéž větší sklony k obezitě (Domino 2007; Czerw 2018). Terapeutická intervence a prostředí však mohou mít rozhodující vliv na vývoj jedince. Těmito intervencemi je myšlen celý rehabilitační proces prostřednictvím fyzioterapie a logopedických cvičení pro motorické opoždění a těžké duševní poškození, umožňující řádnou sociální reintegraci. Hipoterapie nabízí celou škálu účinků, které mohou mít pozitivní vliv na stav pacienta s DS (Ribeiro et al. 2017; Czerw 2018).

3.1.6 Metodika průběhu hipoterapie ve fyzioterapii

Metodika se opět může lišit v závislosti na standardech země, kde je hipoterapie prováděna. Na terapii přichází kůň řádně vyčištěný a nastrojený. V ČR už není obvyklé, ani doporučené koně sedlat. Strojí se do madel, pod které se dává dečka (Hollý & Hornáček 2005). Ovšem Sterba (2007), Czerw (2018) a Badin et al. (2022) uvádějí možnost použití sedla. Kůň je buď naužděn nebo může být na ohlávce, normální či parelliho. Podle terapeutického cíle a potřeb klienta se můžou přidat další pomůcky. Jedna terapie obvykle trvá od pěti do třiceti minut. Časový plán může určit dopředu terapeut, ale nikdy nebývá striktní. Každý klient má tento časový plán individuální a přizpůsobený svým potřebám (Bicková 2020). Badin et al. (2022) zmiňují časové rozpětí až do 60 minut. Vodič koně přistaví k nasedací rampě, odkud může klient bezpečně nasednout na koňský hřbet. Terapeut buď posadí/položí klienta na koně nebo dohlédne na nasedání. Už při této akci by měl být přítomen asistent, aby případně terapeutovi mohl poskytnout pomoc. Terapeut na základě vstupního vyšetření zvolí pro klienta

vhodného koně, určí vhodnou trasu. Důležitá je i volba správného terénu. Každý terén má totiž jiná specifika a musí se tedy určit klientovi na míru. Po nasednutí se klient musí ještě řádně zkontrolovat, zkontrolovat jeho ochranné pomůcky a zajistit tak maximální bezpečnost. V průběhu terapie podává terapeut pokyny vodičovi ohledně tempa a délky kroku koně (Hollý & Hornáček 2005). Kůň kráčí v daném tempu s hubou na úrovni plecí, lehce vyklenutým krkem, s aktivně zapojenou zádí a aktivním a vyklenutým hřbetem. Toto postavení aktivně umožňuje zapojení zádových svalů a ideálně se přenáší požadovaný pohyb (Česká hiporehabilitační společnost 2021).

Nejčastěji aplikované polohy na koni při hipoterapii ve fyzioterapii jsou poloha primárního vzpřímení – v leže na břiše proti směru jízdy s oporou o předloktí, opačný sed – poloha v sedě proti směru jízdy s oporou o dlaně, samostatný sed – sed po směru jízdy s držetím madel. Asistovaný sed, kdy terapeut sedí na koni za klientem a aktivně ovlivňuje jeho koordinační mechanismy. Asistovaný sed je velmi málo využívaný (Bicková 2020). Terapeut podle potřeb a možností klienta může zapojit do terapie různé cviky, jako například natažení končetin (Sterba 2007). Aplikované polohy jsou znázorněny na obrázku 2.



Obrázek 2: Aplikované polohy při hipoterapii ve fyzioterapii, převzato a upraveno od CEFTA (2015)

Na terapie klienti většinou dochází ideálně jedenkrát až dvakrát týdně nebo mohou zvolit intenzivní formu a tou jsou například týdenní nebo víkendové pobyty, kde je hipoterapie prováděna jedenkrát až dvakrát denně po dobu dvou až sedmi dnů. Frekvence hipoterapií v později zmíněných studiích jsou taktéž vesměs nastaveny na 1–2× týdně (Ribeiro et al. 2017; Mutoh et al. 2019; Park & You 2018). Pokud klienta neomezují žádné kontraindikace, je možné hipoterapii aplikovat dlouhodobě (Česká hiporehabilitační společnost 2021). Ribeiro et al. (2017) u dětí s Downovým syndromem vyloženě doporučují dlouhodobé navštěvování hipoterapií. Araujo et al. (2011) konstatují, že není striktně daný přesný počet hipoterapií nutných k tomu, aby byly její účinky znatelné. Přesný počet asi ani nebude nikdy přesně stanoven vzhledem k individualitě klientely a proměnlivosti velkého množství aspektů.

3.1.7 Efekty hipoterapie ve fyzioterapii a jejich hodnocení

Hipoterapie má, co ve výčtu efektů, co nabídnout. U hipoterapie je důležitá indikace, podle které je stanovena co nejpřesnější terapie. Tato korektní diagnostika umožní rozvoj pozitivních efektů hipoterapie. Hipoterapie je komplexní terapie, která ovlivňuje kompletní nervovou soustavu a zasahuje tak do všech orgánových soustav těla. Při těchto vlivech dosahuje terapie vysokého počtu efektů na tělo (Hollý & Hornáček 2005; Czerw 2018).

Mezi fyzické efekty jsou řazeny ovlivnění svalové činnosti vlivem tepla, protahování zkrácených svalů, zapojení posturálního svalstva při vychylování těžiště, facilitace posturoreflexních mechanismů, rytmizace organismu, koordinace pohybu, facilitace senzomotorické integrace, narušení patologických stereotypů, stimulace k tvorbě a obnově měkkých a tvrdých tkání, normalizace svalového tonu, zlepšení rovnováhy, úprava svalové dysbalance, mobilizace páteře a kloubů, facilitace tvorby nových motorických programů, aktivizace vestibulárního systému, posílení vnitřního stabilizačního svalstva, zlepšení funkce kardiovaskulárního systému, stimulační působení na dýchací svalstvo, stimulace lokomočních vzorů, multisenzorická aferentní stimulace, podpora peristaltiky a imunity, ovlivnění jemné motoriky a spoustu dalších (Hollý & Hornáček 2005; Chang et al. 2012; Hermannová et al. 2014; Koca & Ataseven 2015; Stergiou et al. 2017; Prieto et al. 2020; Česká hiporehabilitační společnost 2021; Badin et al. 2022).

Nepřímým benefitem je psychické ovlivnění klienta. Kontaktem s koňmi se může zlepšit sebedůvěra, zlepšují se sociální dovednosti a schopnosti, terapie vede k podpoře komunikace, ke zlepšení psychické kondice, umožnění sebereflexe a zvyšuje soustředěnost. Klientovi často terapie pomůže opustit uzavřené prostředí a otevřít mu tak širší sociální možnosti. Klient, který má kladný vztah s koňmi, pociťuje také často pocity štěstí, které vyplavují hormony pozitivně přispívající psychice (Hollý & Hornáček 2005; Chang et al. 2012; Hermannová et al. 2014; Pálsdóttir et al. 2020; Prieto et al. 2020; Badin et al. 2022).

Kromě jmenovaných efektů je jistě celá řada dalších. Ovšem problém nastává v jejich hodnocení. Aby k těmto účinkům došlo, je zapotřebí maximalizovat správnost provedení hipoterapie. V předešlých kapitolách bylo zmíněno, co je nutné dodržet. Pokud nedojde k dodržení těchto zásad, nemusí mít pro klienta hipoterapie žádný předpokládaný přínos. Naopak, může dojít ke zhoršení stavu. Takže prvním předpokladem ke kvalitnímu hodnocení efektů hipoterapie je správnost terapie, která ještě stále v některých střediskách není na nejvyšší

úrovni (Řupová & Krobot 2012). Když je tato podmínka splněna, nastává další problém. Hipoterapie je stále ve fyzioterapii spíše doplňkovou terapií a klient dochází na další procedury a terapie. Je tedy obtížné oddělit účinky hipoterapie od jiné fyzioterapeutické procedury či aktivity. Efekty hipoterapie mají tedy teoretické předpoklady úspěchu, ale studií opírající se o konkrétní výsledky je v literatuře stále málo (Koca & Ataseven 2015; Pálsdóttir et al. 2020; Tuğrulhan et al. 2021; Badin et al. 2022). Dokazování je totiž velmi obtížné vzhledem k proměnným podmínkám či efektům psychického původu. Exaktnost do tohoto oboru přináší moderní technologie v medicíně.

3.2 Moderní technologie v hodnocení efektů hipoterapie ve fyzioterapii

Moderní technologie umožňují přesné měření, a tudíž reálný důkaz pro efekty hipoterapie. Exaktní prokazování dodává na relevanci informací o účinnosti této terapie. Studie, při kterých jsou moderní technologie použity, jsou v tomto hipoterapeutickém ohledu ve fyzioterapii velkým přínosem. Vybrané moderní technologie představují následující kapitoly.

3.2.1 Elektromyografie

Elektromyografie (EMG) je diagnostická vyšetřovací metoda, která zachytává elektrické signály vznikající aktivitou svalů. Tato vyšetřovací metoda poskytuje náhled na nervosvalovou činnost. Používá se k diagnostice svalových a nervových poruch a onemocnění. Dokáže odhalit myopatické změny ve svalu, pomáhá vyhodnotit neurogenní a myogenní léze kosterního motorického systému a pomáhá při sledování vývoje a prognózy svalových a nervových onemocnění, zjišťování rozsahu poškození nervů či naopak jejich zotavování. Chování nervů závisí na stupni přerušení jeho průběhu u různých lézí a patologií. Elektromyograf funguje na principu vysoce citlivého voltmetru, který detekuje depolarizace a hyperpolarizace na membráně svalových vláken a zaznamenává je do elektromyogramu. EMG se rozděluje podle použití elektrod na jehlovou EMG (JEMG) a povrchovou EMG (PEMG) (Kotby et al. 1992; Mills 2005; Mondelli et al. 2010; Naik 2012; Robertson et al. 2013; Vigotsky et al. 2018; Jarque-Bou et al. 2021). V literatuře se také objevuje pojem pro JEMG jako invazivní EMG a PEMG jako neinvazivní EMG (Naik 2012; Vigotsky et al. 2018).

Při jehlové elektromyografii je zavedena do svalu sterilní jednorázová jehlová elektroda, která snímá akční potenciály jednotlivých motorických jednotek přímo z daného svalu. Elektroda je složena z duté kovové jehly, kterou prochází jemný izolovaný drát (snímací elektroda). Na konci vystupuje z jehly a jeho zakončením jsou snímány akční potenciály (Basmajian & Stecko 1962; Kane & Oware 2012; Robertson et al. 2013).

V tabulce 2 jsou uvedeny výhody a nevýhody jehlové EMG oproti povrchové EMG.

Tabulka 2: Porovnání výhod a nevýhod u JEMG a PEMG, vytvořeno dle Millse (2005); Mondelli et al. (2010); Kane & Oware (2012); Naik (2012); Robertsona et al. (2013)

| Jehlová Elektromyografie (JEMG) | | Povrchová Elektromyografie (PEMG) | |
|---------------------------------|---|--|--|
| Výhody | Nevýhody | Výhody | Nevýhody |
| Přesnější než PEMG | Bolestivější než PEMG | Nebolestivá | Nepřesnost pro hlubší svalové skupiny |
| Lepší záznam pro konkrétní sval | Jehlová elektroda nemůže být umístěna delší dobu ve svalu | Lepší aplikovatelnost na tělo než u JEMG | Při nesprávném umístění elektrod náchylnost k nepřesnostem v záznamu |
| | Omezení pohyblivosti svalu | Neomezuje v pohybu | |
| | Elektroda se může dislokalizovat snáze než PEMG | Záznam zachytí větší svalovou skupinu | |
| | Nutný vysoce kvalifikovaný personál | Bez významného omezení v pohybu | |

Tabulka 2 je koncipována obecně k porovnání těchto metod. Ovšem když jsou tato fakta dána do kontextu s hipoterapií ve fyzioterapii, tak z tabulky 2 vyplývá, že JEMG je velmi nevhodnou metodou pro vyhodnocování efektů hipoterapie. Aplikace jehlových elektrod je z hlediska sterility v daném prostředí, kde jsou přítomni koně, velmi obtížná. Také omezení pohybu klienta během hipoterapie není žádoucí a vysoká pravděpodobnost dislokace jehlové elektrody by velmi ovlivnila přesnost získaných dat. Nevhodnost využití JEMG také potvrzuje využití pouze PEMG ve studiích zabývajících vyhodnocováním efektů hipoterapie (Benda et al. 2003; Goldmann & Vilimek 2012; Ribeiro et al. 2017; Althobaiti et al. 2018). Z důvodu nevhodnosti využití JEMG je v práci nadále rozebírána pouze PEMG. Ukázka použití PEMG při hipoterapii ve fyzioterapii je na obrázku 3.

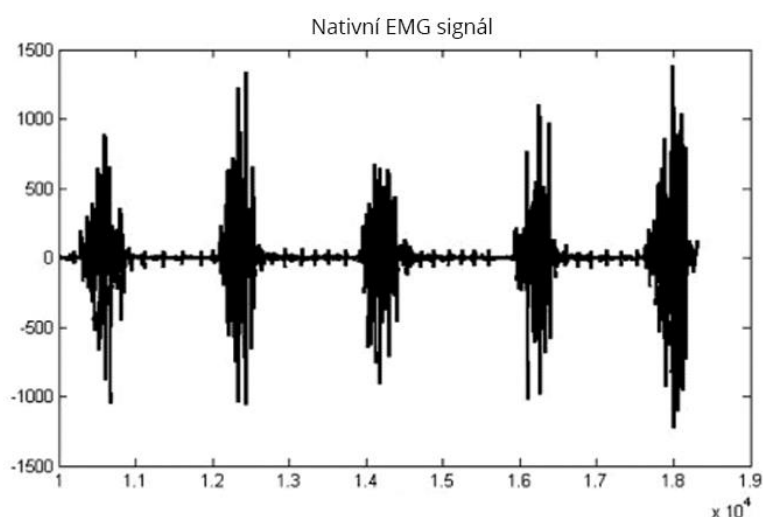


Obrázek 3: Hipoterapie ve fyzioterapii s aplikovaným PEMG na těle klienta, převzato od Bendi et al. (2003)

Povrchová EMG snímá několik po sobě jdoucích akčních potenciálů ze svalových vláken. Pro PEMG se používají povrchové elektrody (Kotby et al. 1992; Mills 2005; Naik 2012; Robertson et al. 2013; Vigotsky et al. 2018). Povrchové elektrody jsou vyráběny z různých materiálů a jsou různých tvarů. Nejčastěji používané jsou však gelové EMG elektrody. Obsahují gelovou elektrolytickou látku jako rozhraní mezi kůží a elektrodami. Na přechodu kovové elektrody probíhají oxidační a redukční reakce. Stříbro – chlorid stříbrný (Ag–AgCl) je nejběžnějším kompozitem pro kovovou část gelových elektrod. Vrstva AgCl umožňuje proudy ze svalu volněji procházet přes spojení mezi elektrolytem a elektrodou. To vnáší do měření méně elektrického šumu ve srovnání s ekvivalentními kovovými elektrodami (např. Ag). Díky této skutečnosti se Ag–AgCl elektrody používají ve více než 80 % povrchových EMG aplikací. Pro přesnost měření je důležitá přesná aplikace na určené místo. Vzdálenost mezi středem elektrod nebo detekčními plochami by měla být pouze 1–2 cm. Podélná osa elektrod (která prochází oběma detekčními plochami) by měla být rovnoběžná s délkou svalových vláken (Naik 2012; Robertson et al. 2013; Polisiero et al. 2013).

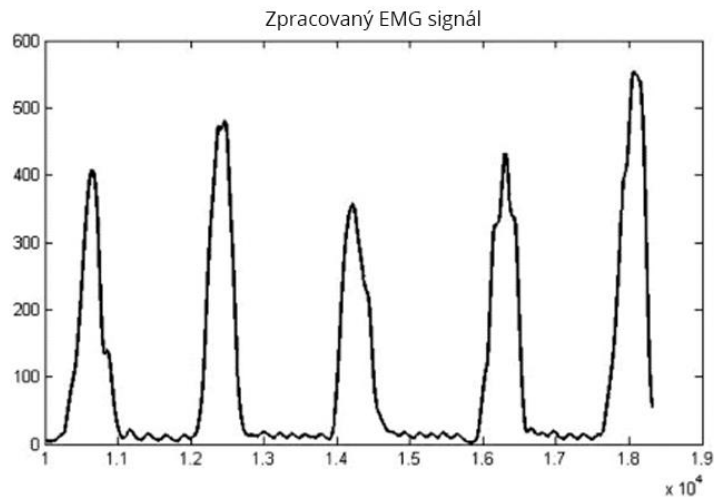
Amplituda signálu EMG leží mezi 1–10 mV, což z něj činí značně slabý signál. Signál leží ve frekvenčním rozsahu od 0–500 Hz a nejdominantnější mezi 50–150 Hz (Kotby et al. 1992; Mills 2005; Naik 2012). K přesnému měření je zapotřebí referenční elektroda, která slouží jako uzemnění. Referenční elektroda se umísťuje na elektricky neutrální místo (např. kostní výběžek). EMG signál je získáván technikou diferenciálního zesílení. Diferenčního zesílení je dosaženo pomocí přístrojového zesilovače, který zajistí odfiltrování šumu způsobeného např. vnějším prostředím. Zesilovač také zajistí zesílení získaných dat. Ty jsou zaznamenány do elektromyogramu (Naik 2012; Robertson et al. 2013).

EMG signál je nejdříve získán jako „nativní“ (často používaný anglický výraz „raw“, který se většinou nepřekládá). Nativní signál je výsledek před jakýmkoli zpracováním a jeho ukázka je na obrázku 4.



Obrázek 4: Ukázka nativního EMG signálu, převzato a upraveno od Wang et al. (2018)

Pro interpretaci výsledků je nutné zpracování. Filtrace zajistí propuštění do záznamu jen dané frekvence. Rektifikace zajistí přehození záporných hodnot do kladných a posledním krokem je vyhlazení amplitudy (De Luca et al. 2010; Neto & Christou 2010; Jarque-Bou et al. 2021). Po tomto zpracování je získán zpracovaný EMG signál vhodný k interpretaci a jeho ukázka je na obrázku 5.



Obrázek 5: Ukázka elektromyogramu, převzato a upraveno od Wang et al. (2018)

Následně je analyzován záznam odborníkem, který posoudí naměřené parametry (doba trvání, počet kmitů atd.). Poté může vyhodnotit funkčnost svalu či jiné zkoumané aspekty. Vyhodnocování by měl provádět lékař, pokud možno s funkční odborností elektromyografie nebo neurolog (Medved et al. 2020).

V tabulce 3 je shrnuto celkové a obecné zhodnocení metody z hlediska vhodnosti využití pro hodnocení efektů hipoterapie ve fyzioterapii. PEMG je často využívanou metodou ve studiích zabývajících se hipoterapií ve fyzioterapii (Benda et al. 2003; Goldmann & Vilimek 2012; Ribeiro et al. 2017; Althobaiti et al. 2018).

Tabulka 3: Celkové zhodnocení výhod a nevýhod metody pro hodnocení efektů hipoterapie ve fyzioterapii, vytvořeno dle Bandy et al. (2003); Goldmanna & Vilimka (2012); Kane & Oware (2012); Naik (2012); Ribeiro et al. (2017); Medveda et al. (2020)

| Výhody | Nevýhody |
|--|--|
| Nebolestivost | Povrchové elektrody se s pohybem klienta mohou uvolnit |
| Bez významného omezení v pohybu | Může dojít k nechtěnému záznamu jiné svalové skupiny |
| Možnost přenosného zařízení | Náročné na kvalifikovaný personál |
| Velké množství dat | Obtížná aplikovatelnost z hlediska přesnosti |
| Vhodnost metody pro vyhodnocení změn v pohybovém aparátu | |

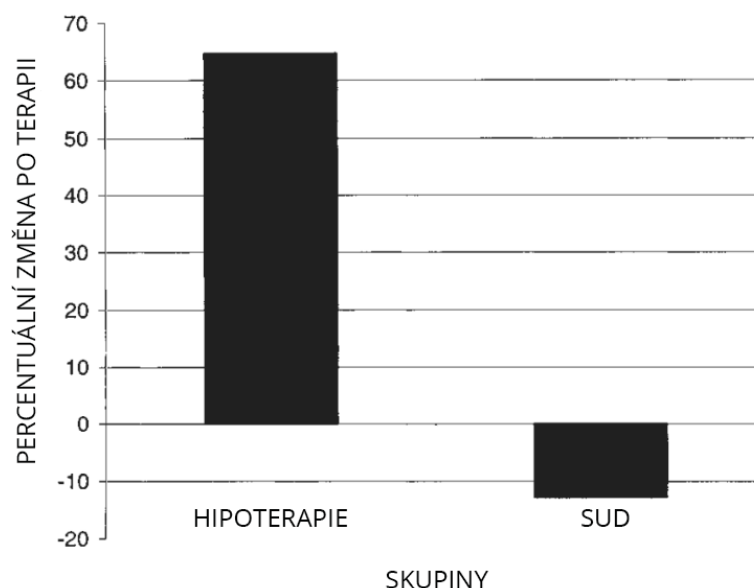
Pro lepší představení využitelnosti metody jsou zde uvedeny a stručně rozebrány vybrané studie využívající PEMG.

- **Studie od Ribeira et al. (2017)**

Studie od Ribeira et al. (2017) pracovala s pacienty s Downovým syndromem. Hypotézou této studie bylo, že hipoterapie přispívá ke zlepšení svalové aktivity dolních končetin u pacientů prostřednictvím zvýšené svalové aktivity během jedné terapie a postupnému zlepšování u více terapií. Pro studii byl sestaven soubor dětí s diagnostikovaným DS a děti bez syndromu s mírným mentálním postižením, ale bez tělesného postižení. Studie zjistila příznivé výsledky potvrzující výchozí hypotézu a lze konstatovat, že hipoterapie ovlivnila svalovou aktivaci a poskytla příznivé změny v motorickém učení účastníkům studie. Pomocí elektromyografických analýz dolních končetin u jedinců s DS a jedinců bez tělesného postižení došla studie k závěru, že hipoterapie poskytla řadu podnětů schopných vyvolat aktivaci studovaných svalů. V průběhu terapií došlo přímo prostřednictvím hipoterapie ke zvýšení svalové aktivity bez ohledu na týdenní frekvenci docházky. Účastníci bez fyzického postižení se však přizpůsobili pohybu koně a během hipoterapie dokázali kontrolovat svou svalovou aktivaci. Účastníci s DS využívali více svalů k udržení rovnováhy a zlepšili svou svalovou kontrolu, což naznačuje motorické učení. Studie tedy prokázala jasný vliv hipoterapie na svalovou činnost u dětí s DS díky elektromyografickému hodnocení. Konkrétní zařízení, které použila studie je uvedeno v tabulce 10 (viz samostatné přílohy).

- **Studie od Bendy et al. (2003)**

Studie od Bendy et al. (2003) pracovala s klienty se spastickou formou DMO. Studie považuje hipoterapii za vhodnou podpůrnou léčbu u DMO. Pro ověření účinků hipoterapie zvolila studie dva druhy aktivit, mezi které byli účastníci náhodně rozděleni. První aktivitou byla samotná hipoterapie a druhou aktivitou bylo sezení obkročmo na sudu. Aktivita sezení na sudu sloužila jako kontrolní. Průměrná změna v procentuálním zlepšení od úvodního změření před aktivitami k měření po aktivitách bylo 64,6 % u dětí, které podstoupily hipoterapii a - 12,8 % u dětí, které podstoupily sezení na sudu. Výsledky jsou znázorněné v grafu 1. Po hipoterapii bylo zaznamenáno signifikantní zlepšení symetrie svalové aktivity u svalových skupin s nejvyšší asymetrií před hipoterapií. Po usednutí obkročmo na sud nebyla zaznamenána žádná významná změna. Tyto výsledky získané pomocí PEMG naznačují, že za naměřená zlepšení stojí spíše pohyb koně než pasivní protahování. Konkrétní zařízení, které použila studie je uvedeno v tabulce 11 (viz samostatné přílohy).



Graf 1: Průměrné změny svalové symetrie po hipoterapii, změřeno PEMG, převzato a upraveno dle Bendy et al. (2003)

- **Studie od Althobaiti et al. (2018)**

Studie od Althobaiti et al. (2018) se zabývala potenciálním využitím technik, které by uměly rozpoznávat emoční údaje potřebné pro zkoumání interakcí mezi lidmi a koňmi. Studie navrhla multimodální přenosný systém pro získávání fyziologických signálů pomocí metod EKG, EMG a EEG. Principem fungování bylo mapování získaných signálů mající vliv na emoční stav subjektů pomocí strojového učení umělé inteligence. Kontrolované klasifikační experimenty ukázaly, že navrhovaný přístup je vhodný pro identifikaci emocionálních reakcí vyvolaných interakcí mezi člověkem a koněm, přičemž dosahuje maximální přesnosti klasifikace 74,21 %. Experimentální výsledky poskytují důkaz o vhodnosti navrženého systému pro úlohu rozeznávání emocí při interakci člověk – kůň. Konkrétní zařízení, které použila studie, je uvedeno v tabulce 12 a na obrázku 14 je vyobrazen návrh multimodálního systému (viz samostatné přílohy).

3.2.2 Akcelerometrie

Akcelerometrie je metoda, která umožňuje snímání zrychlení těla v daném směru pomocí akcelerometru. Poskytuje náhled na pohybovou aktivitu člověka, možnost analýzy chůze a informace o rovnovážných funkcích člověka. Zrychlení je změna rychlosti způsobená pohybem těla. Akcelerometr je jedním z nejrozšířenějších typů pohybových senzorů vzhledem k jeho cenové dostupnosti a malé spotřebě energie. Tyto senzory se používají různými způsoby od vesmírných stanic až po telefony. Svě místo si našel i v medicínském prostředí (Vahdatpou et al. 2011; Robertson et al. 2013; Bednářiková et al. 2016).

Síla způsobená vibracemi nebo zrychlením působí na materiál vevnitř akcelometru, který vytvoří elektrický náboj úměrný síle, která na něj působí. Protože náboj je úměrný síle a hmotnost je konstantní, pak je náboj také úměrný zrychlení. Akcelerometr tedy dokáže

detekovat zrychlení a převést je na měřitelné veličiny, jako jsou elektrické signály. Ty jsou následně filtrovány pomocí pásmové propustnosti, což je součástka zajišťující propustnost akcelerometru pouze pro určité frekvence. Tato specifická propustnost zvyšuje přesnost měření a redukuje elektrický šum. Poté dojde ke konverzi analogových dat do digitální podoby, přesunu dat do procesoru a analytickému zpracování (Chen & Bassett 2005). K vyhodnocení je zapotřebí odborník, který umí výsledky interpretovat nebo specializovaný software. Výsledky se pro lepší orientaci často zpracovávají do grafů jako např. ve studii od Bednářkové et al. (2016) a Mutoha et al. (2019).

Existují tři typy akcelerometrů a to tenzometr, piezorezistivní a piezoelektrický. Většina akcelerometrů snímá zrychlení v určité rovině. Tyto roviny jsou vertikální, středolaterální a předozadní. Podle počtu snímaných rovin se dají akcelerometry taktéž rozdělit na jednoosé, dvouosé a trojosé. Jednoosé a dvouosé zaznamenávají pohyb dopředu a nahoru. Trojosé dokážou zaznamenat i pohyb do stran (Chen & Bassett 2005; Robertson et al. 2013). Tyto akcelerometry se nejčastěji umisťují do oblasti pasu kvůli středu těla. Méně využívaným místem jsou potom kotníky či zápěstí. Snaha o lepší statistické hodnocení přivedla implementaci multisenzorových akcelerometrů, které mají více senzorů po těle. Tato technologie umožňuje snímání dat z více částí těla naráz a skutečně se ukázala statisticky výhodnější metodou (Swartz et al. 2000; Chen & Bassett 2005). Ukázka umístění akcelerometru na těle je na obrázku 5.



Obrázek 5: Umístění akcelerometru na těle, převzato od Bednářkové et al. (2016)

Akcelerometrie má poměrně velké množství výhod a zdá se, že by mohla být vhodnou vyhodnocovací metodou pro hipoterapii. Tuto metodu používá velké množství studií v hodnocení rovnováhy a podobných témat, což úzce souvisí s efekty hipoterapie. Ostatně studie využívající tuto metodu pro hodnocení účinků hipoterapie jsou poměrně dostupné v literatuře (Bednářková et al. 2016; Mutoh et al. 2019). Akcelerometr je menších rozměrů, malé hmotnosti a většina akcelerometrů je bezdrátových. Klienta tedy téměř neomezuje v běžných pohybech a metoda je vhodná do terénních podmínek (Chen & Bassett 2005; Vahdatpou et al. 2011; Bednářková et al. 2016; Karas et al. 2019; Gawronska et al. 2020;

Bhattacharyay et al. 2021). Podle Hsieh et al. (2019) výsledky z umístěných akcelerometrů na spodních zádech navíc korelují s některými výsledky posturografie, což přidává na validitě získaných dat. Robertson et al. (2013) poukazují na jednostrannost metody vzhledem k omezenému počtu měřených segmentů. Nevýhodou může být také poměrně velká náročnost na přesnost umístování akcelerometrů. Při špatném umístění dochází k nepřesnostem a vysokému výskytu elektrického šumu (Vahdatpou et al. 2011; Karas et al. 2019). Pozornosti by nemělo taktéž ujít správné nastavení pásové propustnosti. Při nízké propustnosti může dojít k tomu, že nebudou zaznamenány méně náročnější aktivity nebo naopak při vysoké propustnosti bude docházet opět k nepřesnostem a vysokému výskytu elektrických šumů (Chen & Bassett 2005). Shrnutí těchto výhod a nevýhod je v tabulce 4.

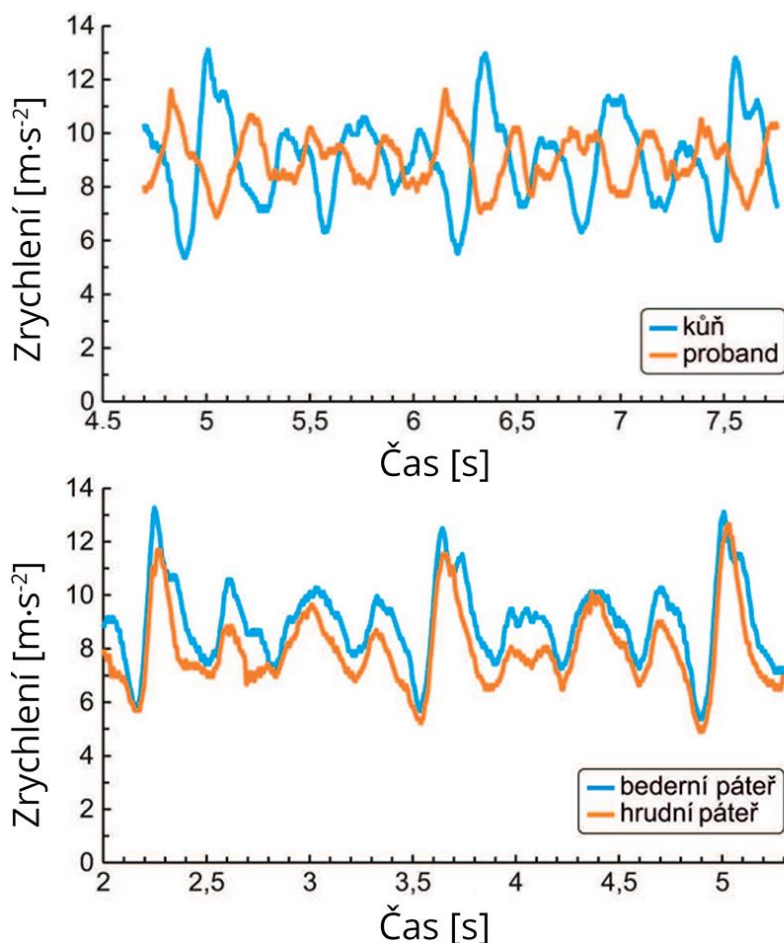
Tabulka 4: Celkové zhodnocení výhod a nevýhod metody pro hodnocení efektů hipoterapie ve fyzioterapii, vytvořeno dle Chen & Bassett (2005); Vahdatpou et al. (2011); Bednářiková et al. (2016); Karase et al. (2019); Gawronska et al. (2020); Bhattacharyay et al. (2021)

| Výhody | Nevýhody |
|--|--|
| Nebolestivost | Náročnost na přesnost umístování akcelerometrů |
| Možnost přenosného zařízení | Náročnost technického nastavení |
| Relativně vysoká přesnost | |
| Bez významného omezení v pohybu | |
| Vhodnost metody pro vyhodnocení změn v pohybovém aparátu | |

Pro lepší představení využitelnosti metody jsou zde uvedeny a stručně popsány vybrané studie, které se zabývaly efekty hipoterapie a k jejich hodnocení využily akcelerometrii.

- **Studie od Bednářikové et al. (2016)**

Studie od Bednářikové et al. (2016) pracovala s klienty se spastickou formou DMO. Studie použila 3D akcelerometry, které mají senzory pro signály z EMG a zároveň senzory snímající zrychlení. Díky těmto metodám studie zjistila, že dochází k přenosu pohybových impulzů po páteři účastníka kraniálním směrem a celkovému přenosu pohybového vzoru z koně na klienta. Výsledky studie jsou znázorněny v grafu 2 a konkrétní zařízení, které použila studie je uvedeno v tabulce 13 (viz samostatné přílohy).

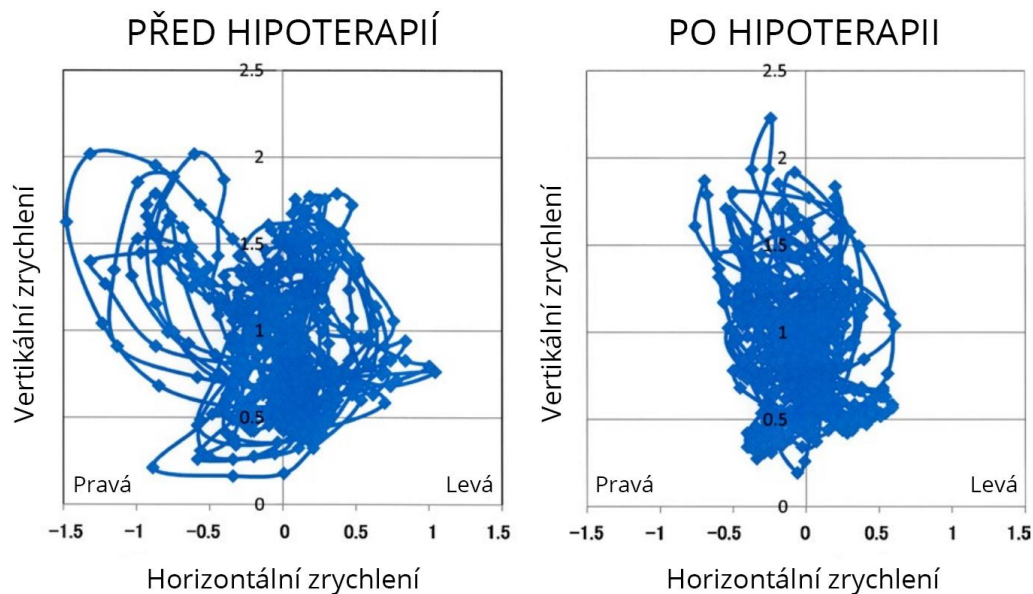


Graf 2: Horní graf znázorňuje přenos pohybových impulzů z koně na účastníka ve vertikálním směru a dolní graf znázorňuje fyziologický přenos impulzů po páteři účastníka kraniálním směrem, převzato a upraveno dle Bednářkové et al. (2016)

- **Studie od Mutoha et al. (2019)**

Další studie od Mutoha et al. (2019) se zabývala výzkumem vlivu hipoterapie na symetrii chůze u dětí s DMO. Studie použila pro měření symetrie chůze tříosové akcelerometry. Ovšem samotné parametry chůze změřené akcelerometry nejsou vhodně použitelné pro dobrou vizualizaci symetrie pohybu trupu, a proto studie použila Lissajousův index (LI). LI se vypočítá pomocí parametrů získaných z akcelerometrů a teprve potom se zanáší výsledky do grafů. LI ve frontální rovině je odvozen od zrychlení ve vertikálním a mediolaterálním směru, aby odrážel laterální výkyv trupu. Nízká hodnota LI podle rovnice představuje dobrou symetrii pohybu, 0 % tedy označuje nejlepší symetrii. Autoři studie vytvořili databázi pro parametry chůze od 50 zdravých dětí stejného věku pro kvantitativní analýzy, tedy hlavně pro porovnání s výsledky u dětí s DMO. Parametry chůze byly hodnoceny pomocí testu chůze na 5 metrů za použití tříosového akcelerometru. Výsledky měření naznačují, že symetrie chůze u pacientů s DMO před hipoterapií byla horší než u zdravých dětí, i přestože děti s DMO podávaly podobné výkony v rychlosti a intenzitě chůze. Jednorocní hipoterapie byla spojena se snížením LI, stejně jako vylepšené skóre systému klasifikace funkcí hrubé motoriky a zvýšená kadence kroků. Výchozí hodnota LI před hipoterapií byla vyšší než LI u zdravých dětí. LI jeden rok po hipoterapii se významně nelišil od LI u zdravých dětí, což naznačuje normalizaci asymetrie

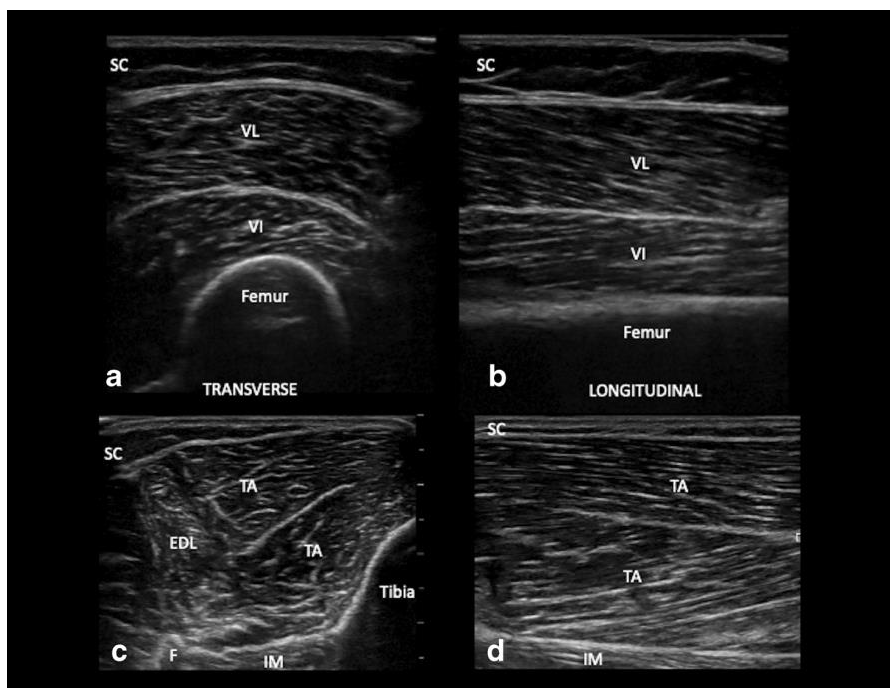
trupu pomocí hipoterapie. Výsledky jsou znázorněny v grafu 4. Poměr horizontálního a vertikálního posunu byl významně nižší a průměrné zrychlení bylo významně vyšší po roční hipoterapii než před hipoterapií. Konkrétní zařízení, které použila studie je uvedeno v tabulce 14 (viz samostatné přílohy).



Graf 3: Porovnání symetrie trupu u dětí s DMO před a po hipoterapii, převzato a upraveno dle Mutoha et al. (2019)

3.2.3 Sonografie

Sonografie, též ultrasonografie je vyšetřovací zobrazovací metoda využívající ultrazvuk. V diagnostice se používá k vytvoření obrazu zejména měkkých tkání jako jsou šlachy, svaly, orgány atd. Cílem této metody je obvykle najít zdroj onemocnění nebo vyloučit patologii napříč orgánovými soustavami. Sonografie má široké využití ať už pro prenatální kontrolu plodu přes zaměření na cévní soustavu až po svalovou soustavu. Sonografické vyšetření je tedy významné ve sportovní medicíně, měří se jím svalová tloušťka nebo se dají poznat změny na šlachách a vazech (Aldrich 2007; Robertson et al. 2013; Izadifar et al. 2017). Ultrazvuk se skládá ze zvukových vln s frekvencemi. Typické ultrazukové frekvence používané pro klinické účely jsou v rozsahu 2 MHz až 10 MHz. Ultrazukové obrazy, známé také jako sonogramy, se vytvářejí vysláním pulzů ultrazvuku do tkáně pomocí sondy. Ultrazukové pulsy odrážejí tkáně s různými odrazovými vlastnostmi a vracejí se do sondy, která je zaznamenává a zobrazuje jako obraz. Lze vytvořit mnoho různých typů obrazů. Nejběžnější je snímek v B-módu, který zobrazuje akustickou impedanci dvourozměrného průřezu tkáně. Jiné typy zobrazují průtok krve, pohyb tkáně v průběhu času, tuhost tkáně nebo anatomii trojrozměrné oblasti (Aldrich 2007). Ukázka sonogramu je na obrázku 6. Pro vyhodnocení je zapotřebí kvalifikovaný personál, nejčastěji lékař, ale může být i zdravotní pracovník s kurzem ultrasonografie. Ultrasonografie, jak již bylo řečeno, je využívána napříč orgánovými soustavami, je tedy potřeba vždy odborník na danou problematiku (Harrison et al. 2021)



Obrázek 6: Ukázka sonogramu, převzato od Albayda & van Alfen (2020)

Ve spojitosti s využitím sonografie jako vyhodnocovací metody pro hipoterapii ve fyzioterapii má sonografie několik výhod. Poskytuje obrazy v reálném čase, tato metoda je přenosná a nepoužívá škodlivé ionizující záření jako je to u některých dalších zobrazovacích metod. Mezi nevýhody patří různé limity jeho zorného pole, nutnost spolupráce pacienta, závislost na tělesné konstituci pacienta, obtížnost zobrazování struktur zakrytých kostí nebo jinými překážkami. Také je důležitá nutnost kvalifikovaného personálu s odborným školením (Herment et al. 1987; Amaral et al. 2020; Harrison et al. 2021). Tyto výhody a nevýhody jsou shrnuty v tabulce 5.

Tabulka 5: Celkové zhodnocení výhod a nevýhod metody pro hodnocení efektů hipoterapie ve fyzioterapii, vytvořeno dle Hermenta et al. (1987); Aldricha (2007); Izadifar et al. (2017); Amaral et al. (2020); Harrisona et al. (2021)

| Výhody | Nevýhody |
|--|-----------------------------------|
| Nebolestivost | Náročné na kvalifikovaný personál |
| Možnost přenosného zařízení | Limity v zorném poli ultrazvuku |
| Relativně vysoká přesnost | Může limitovat tělesná konstituce |
| Vhodnost metody pro vyhodnocení změn v pohybovém aparátu | |

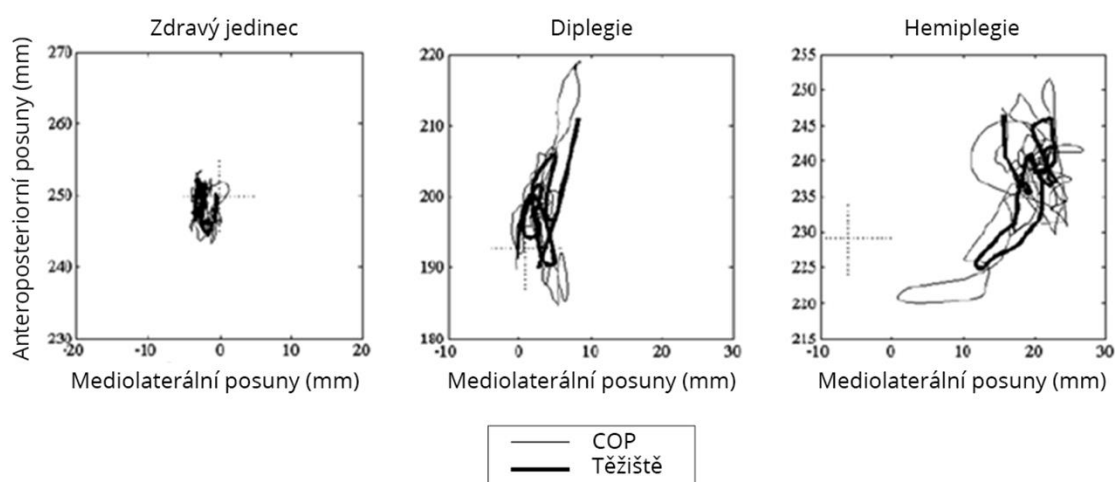
Pro lepší představení využitelnosti metody je zde uvedená a stručně rozebrána vybraná studie, která se zabývala efekty hipoterapie a k jejich hodnocení využila sonografii.

- **Studie od Parka & You (2018)**

Studie od Parka & You (2018) se zabývala účinky dlouhodobé robotické hipoterapie na velikost posturálních svalů. Ke studii bylo vybráno dítě se spastickou DMO ve věku 11 let. Před zahájením hipoterapie byl proveden předběžný test a po 12 týdnech s hipoterapií proběhlo závěrečné hodnocení. Byla měřena tloušťka břišních a bederních svalů pomocí tří po sobě jdoucích ultrazvukových měření a data byla zprůměrována pro pravou a levou stranu. Studie došla k výsledkům, že nastalo zlepšení ve velikosti příčných břišních (12 %) a bederních (60 %) svalů, což naznačuje účinnost robotické hipoterapie a možnost jejího zařazení do léčby pro děti s DMO. Konkrétní zařízení, které použila studie je uvedeno v tabulce 15 (viz samostatné přílohy).

3.2.4 Posturografie a pedobarografie

Posturografie a pedobarografie jsou metody využívané k hodnocení posturální rovnováhy a kontroly. Využívají technologie plošin, které dokážou zaznamenat různé parametry. Důležitým parametrem je Centre Of Pressure neboli COP. Jedná se o vážený průměr všech tlaků působících na plochu. COP není závislé a nemusí korelovat s těžištěm, přesto je to právě jeden z hlavních parametrů této metody a studie se často zabývají právě tímto parametrem. COP se totiž v čase může měnit v závislosti na změnách posturální rovnováhy a může být tedy dobrým vyhodnocovacím ukazatelem (Łukaszewicz et al. 2019; Lorkowski et al. 2021). Ukázka naměřeného COP a těžiště je na obrázku 7.



Obrázek 7: Ukázka COP a těžiště zdravého člověka (vlevo), člověka s diplegií (uprostřed) a hemiplegií (vpravo), mediolaterální a anteroposteriorní posuny jsou vyneseny podél osy x a osy y v tomto pořadí, převzato od Damiano et al. (2013)

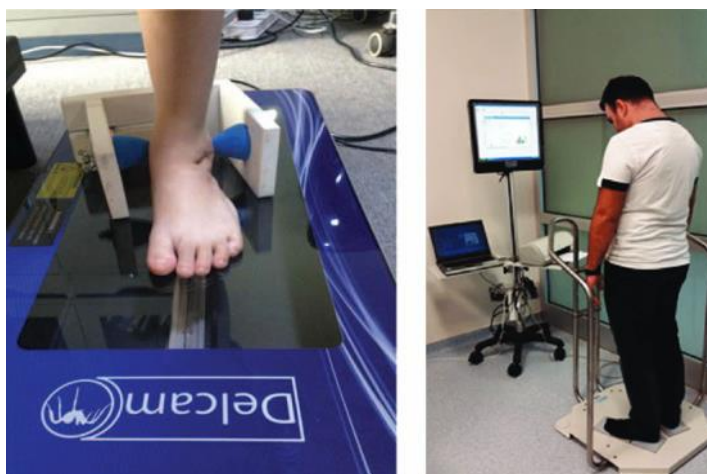
Posturografie je neinvazivní hodnotící metoda, která využívá silové plošiny. Silová plošina se zjednodušeně skládá ze čtvercové desky, kde je v každém rohu připevněná váha. Data jsou získána po zatížení desky z vah. Na každou váhu působí jiná síla, a z těchto dat je

možné vypočítat COP. Posturografie se často doplňuje o smyslové testy – zrakové a vestibulární, např. zakrytím očí atd. Tyto dodatečné testy umožňují komplexnější hodnocení (Łukaszewicz et al. 2019; Baydan et al. 2020; Gawronska et al. 2020). Posturografie se dělí na posturografii statickou a dynamickou. Statická posturografie (někdy taky nazývaná stabilometrie) měří COP pomocí silové plošiny ve vzpřímeném postoji v klidu (Dršata et al. 2008; Janc et al. 2021). Dynamická posturografie vyšetřuje posturální rovnováhu narušením postoje různými způsoby např. strčením do těla klienta, zatažením za rameno nebo pomocí pohyblivé silové plošiny. Pohyblivé silové plošiny jsou často pohyblivé ve všech směrech a schopné rotace, či kombinace obojího. Pohyblivé silové plošiny vytvářejí sekvenci standardizovaných pohybů a jsou připojeny k speciálnímu počítačovému softwaru, který všechny získané údaje sjednotí a vytvoří jejich grafické znázornění a vyhodnocení (Gupta et al. 1991; Baydan et al. 2020; Rosiak et al. 2022).

Pedobarografie (někdy taky nazývaná plantografie nebo podografie) je taktéž neinvazivní hodnotící metoda, která využívá tlakové plošiny. Tlakové plošiny umožňují sledovat rozložení tlakových polí působících mezi plantárním povrchem nohy a opěrným povrchem a sledovat trajektorie COP při stoji nebo chůzi. Používá se pro biomechanickou analýzu chůze a držení těla, používá se v široké škále aplikací včetně biometrie chůze. Tlakové plošiny jsou vybaveny tlakovými senzory a jsou napojeny opět na specializovaný software, který zajistí sběr dat a vyhodnocení výsledků. Kromě plošiny se uplatňují také speciální vložky do bot. Jejich výhoda spočívá v možnosti využití mimo laboratorní podmínky např. v terénu, ale mají nižší přesnost než klasické tlakové plošiny (Lorkowski 2021).

Díky specializovaným interpretačním softwarům není tedy potřeba vysoce kvalifikovaný personál u obou těchto metod, pro lepší vyhodnocení je však doporučen lékař, např. ortoped (Rosiak et al. 2022).

S těmito metodami se pojí jistý problém s pojmenováním metod. Již v popisu těchto metod je naznačeno, s jakými názvy se v literatuře dá setkat. Problém pojmenování zcela jistě pochází z anglické literatury, kdy se pro stejné metody používá více názvů. Každopádně problém pojmenování je i s přístroji. Silové plošiny se často označují jako stabilometr a tlakové zase jako podoskop. Pro přehlednost tato práce dále používá pouze pojmy silové a tlakové plošiny. Ukázky těchto plošin jsou na obrázku 8.



Obrázek 8: Vlevo pedobarografie, převzato a upraveno od Chen et al. (2015), vpravo statická posturografie, převzato a upraveno od Akkaya et al. (2015)

Di Fabio (1996) doporučuje posturografii jako vhodnou doplňkovou vyšetřovací metodu u kontroly rovnováhy. Výhodou je, že plošiny nijak neomezují klienta v přirozeném pohybu, jsou ale limitovány prostředím. Ve většině případech jsou plošiny umístěné v laboratorních podmínkách a nejsou přenosné. Reinfelder et al. (2014) sice konstatují, že přenosné možnosti posturografie nedosahují takové přesnosti, ovšem Rosiak et al. (2022) testovali nové přenosné posturografické zařízení a zjistili, že má vysokou senzitivitu a specifitu v rozlišení zdravých jedinců a pacientů s jednostranným vestibulárním deficitem. Je zde tedy patrné, že s postupem času se i mobilní zařízení zlepšují a zpřesňují. Araujo et al. (2011) uvádějí ve studii, že posturografické měření má velmi významné statistické rozdíly mezi výsledky. Dršata et al. (2008) došli ke stejnému závěru. Hsieh et al. (2019) zase zjistili korelace mezi výsledky měření akcelerometrů a některými výsledky posturografie. Metody mají poměrně velké množství výhod, ale kvůli častým statistickým výchyilkám ve výsledcích je zatím nevýhodné používat tyto metody jako hlavní pro hodnocení efektů hipoterapie ve fyzioterapii. Můžou sloužit velmi dobře v kombinaci s jinou metodou nebo jako doplňkové metody. Výhody a nevýhody jsou shrnuty v tabulce 6.

Tabulka 6: Celkové zhodnocení výhod a nevýhod metody pro hodnocení efektů hipoterapie ve fyzioterapii, vytvořeno dle Dršata et al. (2008); Araujo et al. (2011); Reinfelder et al. (2014); Hsieh et al. (2019)

| Výhody | Nevýhody |
|--|--|
| Nebolestivost | Náročnost technického vybavení |
| Vhodnost metody pro vyhodnocení změn v pohybovém aparátu | Časté statisticky významné rozdíly mezi výsledky |
| Bez žádného omezení v pohybu | Limitováno prostředím |
| Není náročné na kvalifikovaný personál | |

Pro lepší představení využitelnosti metody jsou zde uvedeny a stručně popsány vybrané studie, které se zabývaly efekty hipoterapie a k jejich hodnocení využily posturografii.

- **Studie od Araujo et al. (2011)**

Studie se zabývala tématem, zda hipoterapie způsobuje změny v rovnováze u starších osob. Studie uvedla statistické údaje, které uvádějí, že za rok v Brazílii upadne 30 % všech starších osob. Autory studie tedy zajímalo, jestli by hipoterapie nemohla mít vliv na rovnováhu starších osob. Podle ní totiž hipoterapie ovlivňuje posturální reflexní mechanismus klienta, což vede k tréninku rovnováhy a koordinace. Pro studii byla sestavena skupina účastníků ve věku od 60 do 84 let. Část jich bylo vybráno pro hipoterapii a část jako kontrolní vzorek. Během studie byla hipoterapie jedinou pravidelnou fyzickou aktivitou, kterou účastníci prováděli, zatímco kontrolní skupina nebyla zapojena do žádné pravidelné fyzické aktivity. Během studie proběhlo 16 hipoterapií. Studie zvolila k hodnocení rovnováhy metodu posturografie a zařadila také test Timed Up and Go (TUG). Byly provedeny 3 testy na silových plošinách a každý z nich trval 30 sekund. Účastník měl 60 sekund na odpočinek mezi testováním. V této studii hipoterapie významně ovlivnila výkon v testu TUG. TUG test prokázal signifikantní zkrácení doby výkonu a 16 hipoterapií postačovalo jako prediktor nižšího rizika pádů u starších osob.

Studie konstatuje, že dosud nebyla definována žádná metoda týkající se počtu hipoterapií vhodných pro tento typ aktivity u starší populace. V této studii nevykázalo 16 hipoterapií žádné významné výsledky týkající se dat ze silových plošin. Silové plošiny nenaměřily významné změny v posturální rovnováze po hipoterapiích a výsledky byly statisticky velmi rozdílné. Proto studie doporučuje větší počet hipoterapií, a to jak k posouzení přímo jejich účinků na posturografické parametry u starších osob, tak ke stanovení počtu terapií nezbytných pro zlepšení rovnováhy v této populaci. Konkrétní zařízení, které použila studie je uvedeno v tabulce 16 (viz samostatné přílohy).

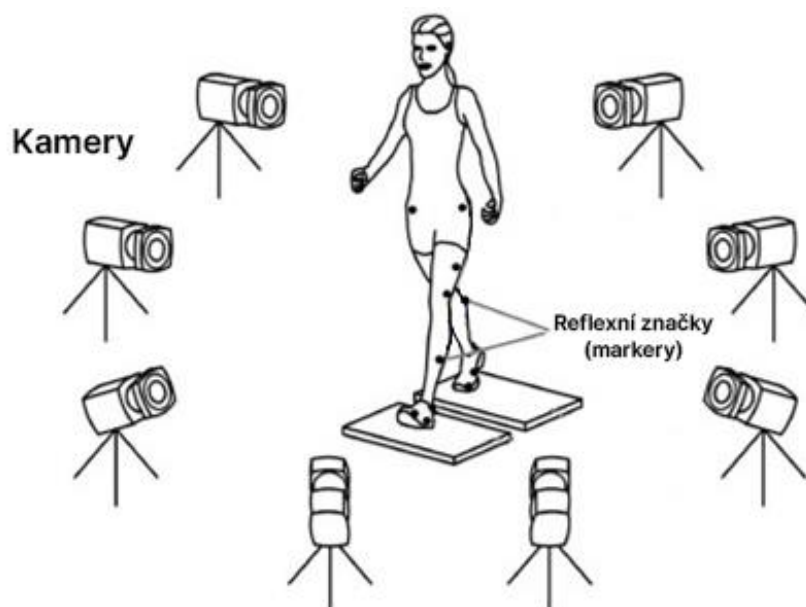
- **Studie od Parka & You (2018)**

Již zmíněná a popsaná studie od Parka & You (2018) taktéž využila k měření změn v posturální kontrole silové desky. Dítě stálo bosé na silové desce po dobu 20 sekund v postoji a poté byl proveden test chůze. Bylo opakováno 20 pokusů, dokud nebylo získáno pět vzorků přesných dat. Studie hodnotila také rozdíl mezi COP a těžištěm během postoje a během chůze. Vzdálenost těchto dvou parametrů může být dobrým ukazatelem dynamického řízení rovnováhy. Studie došla k výsledkům, že došlo ke snížení normalizované oblasti kývání (16 %) během klidného postoje. Taktéž se zvýšila maximální výsledná vzdálenost COP a těžiště (12,84 %) během chůze. Na základě těchto výsledků studie konstatuje, že pro dítě s DMO může být robotická hipoterapie významnou součástí léčby posturální stability ve statických a dynamických stavech. Konkrétní zařízení, které použila studie je uvedeno v tabulce 15 (viz samostatné přílohy).

3.2.5 Kinematická analýza pohybu

Kinematická analýza je studium pohybu těla, končetin a kloubů, ke kterému dochází během pohybu. Tato metoda poskytuje neinvazivní způsob sběru objektivních informací o pohybu kloubů a končetin. Pro sběr těchto dat se využívají kamery s vysokosnímkovou frekvencí, které zachytí veškerý pohyb klienta. Používají se reflexní značky (markery) umístěné na těle klienta na určených místech, aby mohl být určen přesný pohyb kloubů a končetin během pohybu. Kinematická analýza využívá tedy obrazovou scénu k hodnocení pohybu, a to buď v rovině (2D kinematická analýza) nebo v prostoru (3D kinematická analýza). Tento kamerový záznam je pak převeden do digitální formy, kde je možné sledovat veškeré parametry jako je rychlost, směr pohybu, zrychlení, úhly atd. Data obvykle zpracovává a vyhodnocuje specializovaný software. Získaná data se poté dají zrekonstruovat a celý pohyb pak může být důkladně analyzován. Pro 2D kinematickou analýzu stačí jediná kamera umístěná s optickou osou kolmou k rovině pohybu. Pro 3D analýzu jsou potřeba alespoň 2 kamery. Ovšem je poměrně běžné, že se reflexní značky pohybem překrývají, je tedy výhodné mít kamery v dostatečném počtu rozmístěné pod úhly, aby se tomuto omezení předešlo. Proto je obvyklé použití 4 kamer, ale běžné je i o mnoho více. Získaná data poté analyzuje specializovaný software, který je skoro vždy součástí kinematografického systému. Při znalosti systému tedy není nutný vysoce kvalifikovaný odborník. Pro komplexnější pohybovou analýzu je i přesto doporučován lékař např. ortoped (Robertson et al. 2013; Colyer et al. 2018).

Mezi nepoužívanější kinematografické systémy patří Simi a Vicon MX (Goldmann & Vilimek 2012; Kolářová et al. 2020). Ukázka z použití metody je na obrázku 9.



Obrázek 9: Ukázka pořízení 3D kinematické analýzy pohybu, převzato a upraveno od Popovic (2019)

Tato metoda je velmi moderní a do jisté míry velmi přesná. Metoda nikterak neomezuje klienta v pohybu. Velkou výhodou je uchování záznamu, a tudíž možnost skutečně kvalitní pozdější analýzy. Taktéž je ve většině případech nutné metodu provádět v laboratorních podmínkách kvůli trvalé instalaci kamer apod. (Robertson et al. 2013; Colyer et al. 2018). Metoda má širokou škálu využití. Výhody a nevýhody jsou shrnuty v tabulce 7.

Tabulka 7: Celkové zhodnocení výhod a nevýhod metody pro hodnocení efektů hipoterapie ve fyzioterapii, vytvořeno dle Goldmanna & Vilimka (2012); Robertsona et al. (2013); Colyer et al. (2018)

| Výhody | Nevýhody |
|--|---------------------------------|
| Nebolestivost | Náročnost technického nastavení |
| Vysoká přesnost | Limitováno prostředím |
| Široká využitelnost | |
| Bez žádného omezení v pohybu | |
| Vhodnost metody pro vyhodnocení změn v pohybovém aparátu | |

Pro lepší představení využitelnosti metody jsou zde uvedeny a stručně rozebrány vybrané studie, které se zabývaly efekty hipoterapie a k jejich hodnocení využily kinematickou analýzu pohybu.

- **Studie od Goldmanna & Vilimka (2012)**

Studie od Goldmanna & Vilimka (2012) se zabývala nalezením vhodné metody, která by byla možná k použití pro popis biomechanických reakcí pasivního jezdce na koni. K řešení tohoto úkolu byla použita 3D analýza pohybu a PEMG. Na těle experimentálního jezdce byly instalovány markery pro identifikaci pohybu na anatomicky významných místech (trnový výběžek obratlů C2, C7, Th5, Th10, L1, L5, akromion, *spina scapulae* atd.). 3D pohyb trupu jezdce byl experimentálně analyzován čtyřmi videorekordéry a poté zpracován softwarem. Experimentální plocha byla kalibrována pro 3D kinematickou analýzu a pozdější simulace pohybu. Souřadnice značek byly získány z videozáznamů. Tato data vedla k výpočtům dalších geometrických a kinematických parametrů pohybu jezdce. Videoanalýza poskytuje vizuální informace o fázích chůze koně a kvantifikaci pohybu trupu jezdce. Z této studie bylo zjištěno, že pánev koně má při chůzi stejný 3D pohyb jako pánev člověka. Vertikální pohyb poskytuje stejné atributy pro všechny zkoumané body, zatímco boční posun je pro každý bod proměnný. Boční posun bederní páteře koreluje s pohybem trupu koně. Její průběh má tvar sinusoidy a tato křivka je dokončena jednou během cyklu chůze koně. Horní část páteře se pohybuje s jinou frekvencí a rozsahem pohybu než dolní. Střední část páteře vytváří jakýsi střed protilehlých bočních posunů horní a dolní části páteře. Pohyb celé páteře koreluje ve vertikální rovině s pohybem trupu koně, pohyb do stran lze charakterizovat jako vlnění. Toto vlnění pochází z pohybu koňského hřbetu při koňské chůzi a přenáší se nahoru do horních částí páteře. Konkrétní zařízení, které použila studie je uvedeno v tabulce 17 (viz samostatné přílohy).

- **Studie od Krejčí et al. (2014)**

Studie od Krejčí et al. (2014) se zabývala hodnocením motorických dovedností a schopností centrální nervové soustavy před a po hipoterapii ve fyzioterapii u klientů s DMO. Autoři zvolili 3D kinematickou analýzu pro hodnocení motoriky společně s psychodiagnostickými testy, které hodnotily pozornost a paměť. Studie se zabývala analýzou chůze před a po hipoterapii. Při chůzi byly analyzovány pohyby hlezenního, kolenního a kyčelního kloubu v sagitální rovině a pohyb pánve v rovině, frontální, sagitální i transverzální. Měření bylo provedeno ve vnitřním prostředí na úseku cca 6 metrů. Pro určení základních kinematických parametrů bylo na projekci vybraných anatomických bodů na těle umístěno 16 reflexních značek. Každý klient absolvoval v době před i po hipoterapii 5 pokusů chůze svou přirozenou rychlostí, ze kterých byly vyhodnoceny 3 pokusy. U většiny klientů ze sestavené skupiny podle měření došlo ke zvětšení rozsahu pohybu v některých kloubech dolních končetin. Toto zjištění podporuje jeden z teoreticky předpokládaných efektů hipoterapie, a tím je přiblížení se chůzovému stereotypu u zdravého dítěte. Konkrétní zařízení, které použila studie, je uvedeno v tabulce 18 (viz samostatné přílohy).

- **Studie od Parka & You (2018)**

Již zmíněná a popsaná studie od Parka & You (2018) využila kinematickou analýzu k hodnocení posturální stability ve statických a dynamických stavech společně s posturografií. Konkrétní zařízení, které použila studie je uvedeno v tabulce 15 (viz samostatné přílohy).

3.2.6 Elektrokardiografie

Elektrokardiografie (EKG) je diagnostická vyšetřovací metoda, která zachytává záznam elektrické aktivity srdce zvaný elektrokardiogram. Metoda se používá v kardiologii pro vyšetření činnosti srdce. Přirozené elektrické impulsy koordinují kontrakce různých částí srdce a tím udávají směr distribuce krve. EKG zaznamenává tyto impulsy k zjištění rychlosti tepu, rytmu srdečních tepů, sílu a načasování elektrických impulsů, když se pohybují různými částmi srdce. Změny na EKG mohou být známkou mnoha onemocnění souvisejících se srdcem. K získání záznamu se využívají elektrody umístěné na určitých místech na hrudi, pažích a nohou (Becker 2006; Kumar & Clark 2012; Martis et al. 2014; Dewi et al. 2022).

Dráha šíření elektrického potenciálu v srdci vytváří specifickou křivku s typickými odchylkami, které odpovídají určité fázi elektrického srdečního cyklu (Becker 2006; Kumar & Clark 2012). Vyhodnocení elektrokardiogramu je v dnešní době často prováděno specializovanými programy, ovšem stále by měl být přítomen lékař ke kontrole či k objasnění výsledků.

Metoda EKG pro hodnocení efektů hipoterapie ve fyzioterapii není zastoupena ve větším měřítku. Tomuto tvrzení napovídá fakt, že studie používající EKG jako hlavní metodu pro ověřování svých předpokladů jsou, jen ve velmi malém počtu. EKG může být lepší vyhodnocovací metodou u HPSP a HTP. Tyto odvětví hiporehabilitace se tradičně více zabývají emocemi a psychickým stavem a v takovém případě je EKG směrodatnější (Althobaiti et al. 2018; Brás et al. 2018). Ovšem hipoterapie ve fyzioterapii má vliv hlavně na pohybový aparát a EKG ve většině případech není dobrým ukazatelem pro hodnocení dlouhodobých změn v pohybovém aparátu. Hipoterapie ve fyzioterapii do určité míry ovlivňuje i klientovu fyzickou kondici a její posílení se může objevit v elektrokardiogramu (Kumar & Clark 2012; Česká hiporehabilitační společnost 2021). V takovém případě jsou, ale spíše zkoumány opět vlivy fyzické kondice např. na svalstvo a EKG není tedy využívanou metodou pro tyto účely.

Dalším problémem při použití EKG jako vyhodnocovací metody pro hipoterapii ve fyzioterapii je samotný charakter terapie, která musí být provedena mimo nemocniční prostředí, většinou v místě ustájení terapeutického koně. Takové prostředí vyžaduje spíše přenosnou vyhodnocovací metodu. Bansal & Joshi (2018) konstatují, že mnoho přenosných zařízení EKG poskytuje pouze omezené informace ve srovnání s běžnými 12svodovými EKG a vzhledem k tomu, že při metodě EKG je vždy nutné interpretovat spolu s klinickými vstupy, je tedy diskutováno, zda bude použití mimo nemocnici skutečně přínosné (Martis et al. 2014; Schläpfer & Wellens 2017). Použití EKG v tomto odvětví hiporehabilitace je tedy omezeno i z technického hlediska.

Vzhledem k nedostatku literatury je obtížné konstatovat přesné výhody a nevýhody EKG jako vyhodnocovací metody pro hipoterapii ve fyzioterapii. V tabulce 8 je tedy stručné shrnutí výše zmíněných bodů.

Tabulka 8: Celkové zhodnocení výhod a nevýhod metody pro hodnocení efektů hipoterapie ve fyzioterapii, vytvořeno dle Martis et al. (2014); Schläpfer & Wellens (2017); Althobaiti et al. (2018); Brás et al. (2018)

| Výhody | Nevýhody |
|---------------------------------|--|
| Nebolestivost | Nepřesnost přenosného EKG |
| Možnost přenosného zařízení | Nevhodnost metody pro vyhodnocení změn v pohybovém aparátu |
| Bez významného omezení v pohybu | Náročné na kvalifikovaný personál |
| | Limitováno prostředím |

Pro lepší představení využitelnosti metody jsou zde uvedeny některé studie, které využily EKG.

- **Studie od Althobaiti et al. (2018) a Cabiddu et al. (2016)**

EKG využila již zmíněná studie od Althobaiti et al. (2018) ke zjištění lidských emocí při interakcích člověk – kůň. Konkrétní zařízení, které použila studie je uvedeno v tabulce 12.

Studie od Cabiddu et al. (2016) zase úspěšně použila metodu EKG při hodnocení nelineární dynamiky variability srdeční frekvence u neurologických poruch po jedné hipoterapii.

3.2.7 Elektroencefalografie

Elektroencefalografie (EEG) je vyšetřovací metoda, která zaznamenává elektrickou aktivitu v mozku (Ferrie et al. 1998; Niedermeyer & da Silva 2004). Senzory EEG typicky měří různé elektrické signály vytvářené aktivitou velkých skupin neuronů v blízkosti povrchu mozku po určitou dobu. Pracují tak, že měří malé kolísání elektrického proudu mezi kůží a senzorem elektrodou a zesilují elektrický proud (Soufneyestani et al. 2020). EEG je jedním z hlavních diagnostických testů pro epilepsii. EEG může také hrát roli v diagnostice jiných mozkových poruch (Ferrie et al. 1998).

K získání elektrických signálů se využívají drátové a bezdrátové náhlavní soupravy EEG přenášející data do počítače prostřednictvím kabelu, bezdrátového nebo Bluetooth připojení. Kabelová připojení EEG jsou stabilnější a často mohou přenést více dat za daný čas, ale nenabízejí svobodu pohybu, kterou poskytují bezdrátové připojení. Jednou z hlavních nevýhod bezdrátových EEG náhlavních souprav je to, že během zachycování dat může náhlavní souprava ztratit bezdrátové připojení a data nezaznamenat. Bez ohledu na typ připojení může pohyb kabelů a elektrod způsobit artefakty v signálu EEG, protože může narušit spojení mezi elektrodami a pokožkou hlavy (Niedermeyer & da Silva 2004; Soufneyestani et al. 2020).

Záznam se nazývá elektroencefalogram a musí být vyhodnocen kvalifikovaným odborníkem, který je způsobilý pro korektní interpretaci záznamu. Interpretaci může provádět zdravotní sestra se specializační průpravou nebo lékař např. neurolog (Niedermeyer & da Silva 2004; Thakor & Tong 2004).

Z hlediska využití EEG jako vyhodnocovací metody pro hipoterapii ve fyzioterapii je stanovisko téměř totožné s metodou EKG. Přenosné EEG je sice na lepší úrovni přesnosti, a

tudíž se jeví jako lepší metoda do prostředí hipoterapie, ale stále platí totéž jako u EKG, že EEG se nejeví jako vhodná metoda pro hodnocení dlouhodobých změn v pohybovém aparátu a interpretace záznamů taktéž vyžaduje specialistu (Soufineyestani et al. 2020). Kim et al. (2015) a Cho (2017) zkoumali vliv hipoterapie na kortikální elektrickou aktivitu pomocí EEG. Zkoumali parametry, které se pojí s koncentrací a relaxací. I přesto, že hodnotili terapii, která byla vedena tak, že se nejlépe podobala hipoterapii ve fyzioterapii, tak cíle studie byly zaměřeny na psychický, nikoliv fyzický vliv. Althobaiti et al. (2018) zase využívali tuto metodu k zjišťování emocí. Metoda EEG je tedy převážně využívána pro hodnocení těchto okruhů, které opět patří spíše pod HTP a HPSP. V tabulce 9 jsou konstatovány výhody a nevýhody využití EEG pro vyhodnocování efektů hipoterapie ve fyzioterapii.

Tabulka 9: Celkové zhodnocení výhod a nevýhod metody pro hodnocení efektů hipoterapie ve fyzioterapii, vytvořeno dle Niedermeyer & da Silva (2004); Kim et al. (2015); Cho (2017); Soufineyestani et al. (2020)

| Výhody | Nevýhody |
|--|--|
| Nebolestivost | Nevhodnost metody pro vyhodnocení změn v pohybovém aparátu |
| Možnost přenosného zařízení | Náročné na kvalifikovaný personál |
| Relativně vysoká přesnost přenosného EEG | Náhlní souprava může limitovat klienta |

Pro lepší představení využitelnosti metody je zde uvedena již zmíněná studie, která využila taktéž EEG.

- **Studie od Althobaiti et al. (2018)**

Dříve již popsaná studie od Althobaiti et al. (2018) zařadila do navrženého modulu taktéž EEG pro rozeznání emocí během interakcí člověk – kůň. Konkrétní zařízení, které použila studie je uvedeno v tabulce 12 (viz samostatné přílohy).

3.2.8 Umělá inteligence

Umělá inteligence je termín, který zahrnuje použití počítače k modelování inteligentního chování s minimálním zásahem člověka (Hamet & Tremblay 2017). Umělá inteligence je i v české literatuře často označována zkratkou „AI“ z anglického artificial intelligence. Tato práce se zabývá pouze využitím umělé inteligence v medicíně.

Cílem aplikací umělé inteligence v medicíně je analyzovat vztahy mezi klinickými technikami a výsledky pacientů. Programy umělé inteligence se aplikují na postupy, jako je diagnostika, vývoj léčebných protokolů, vývoj léků, personalizovaná medicína a monitorování a péče o pacienty. AI má velkou výhodu ve schopnosti shromažďovat data, zpracovávat je a vytvářet dobře definovaný výstup pro koncového uživatele. AI zpracovává velké množství dat pomocí algoritmů strojového učení a hlubokého učení. Tyto procesy dokážou rozpoznat vzorce v chování a vytvořit si vlastní logiku. Modely strojového učení musí být trénovány pomocí velkého množství vstupních dat (Luca et al. 2016).

Pro hodnocení efektů hipoterapie ve fyzioterapii je AI spíše podpůrnou metodou. V dnešní době se celá řada dat naměřená již zmíněnými technologiemi zpracovává právě těmito algoritmy AI. AI je tedy spíše pomocníkem při zpracování a vyhodnocování dat.

Althobaiti et al. (2018) použili tuto metodu pro vyhodnocení emocí klientů při interakci s koňmi. Konkrétní zařízení, které použila studie je uvedeno v tabulce 12 (viz samostatné přílohy).

4 Závěr

Tato bakalářská práce stručně shrnula základní informace o hiporehabilitaci a následně se podrobněji věnovala hipoterapii ve fyzioterapii. Důraz byl kladen na popsání efektů, kterých je možno dosáhnout díky hipoterapii ve fyzioterapii. S tímto tématem se pojí problematika ověřování těchto teoreticky předpokládaných efektů, kterou se práce nadále zabývala. Práce se zaměřila na využití moderních technologií ve vyhodnocování efektů hipoterapie. Stručně shrnula základní informace o moderních metodách a konstatovala jejich výhody a nevýhody. Ke každé metodě taktéž představila studie, které metody úspěšně využily.

Z hodnocení metod z hlediska výhod a nevýhod vyplývá následující: značnou výhodou všech zmíněných metod je nebolestivost (kromě jehlové elektromyografie, ovšem ta byla vyloučena kvůli značným nevýhodám již v počátku). Také žádná metoda neomezuje výrazně v pohybu, což je důležitým kritériem pro hodnocení hipoterapie ve fyzioterapii. Všechny metody kromě elektrokardiografie a elektroencefalografie se taktéž jeví jako vhodné pro vyhodnocení změn v pohybovém aparátu. Důležitým bodem u využitelnosti metod je, že každá metoda vyžaduje zastoupení odborného personálu. Hodnocení často vyžaduje řadu odborného technického nastavení či odborníka k interpretaci výsledků. Tato skutečnost je tedy nutná brát v potaz při potenciální tvorbě výzkumného týmu.

Dalším důležitým aspektem je finanční dostupnost metody. Finanční dostupnost je těžko hodnotitelná stránka hlavně kvůli proměnlivosti cen na trhu. Také často není nutné zařízení přímo pořizovat, ale je ho možné zapůjčit za podstatně nižší cenu, než je pořizovací cena dané technologie nebo dokonce zadarmo v rámci domluvy s laboratoří nebo nemocnicí. Povrchová elektromyografie, akcelerometrie, sonografie, elektrokardiografie a elektroencefalografie nabízí poměrně kvalitní možnost přenosného zařízení. Posturografie, pedobarografie a kinematická analýza pohybu jsou ve většině případech limitovány prostředím, i když se také objevují přenosné metody, ale u těchto metod jsou přenosné přístroje opravdu velmi náročné z hlediska technického nastavení nebo jsou velmi nepřesné. Obecně platí, že přenosná zařízení jsou v porovnání s laboratorními či nemocničními méně výkonné nebo statisticky méně přesné. Je to tedy určitou daní za možnost terénního využití.

Nabízí se eventualita zvolení kombinace více metod k hodnocení účinků hipoterapie a díky tomu dosáhnout validnějších výsledků z hlediska statistické přesnosti. Ověření předpokladu může být proto několikanásobné. Mezi jednotlivými výsledky metod se dají zkoumat odchylky či korelace a tato fakta přinášejí více poznatků o studované problematice. Kombinace metod je celkově nejvýhodnější. Nevýhodou kombinace je vyšší finanční náročnost, náročnost technického vybavení a také nutnost vyššího počtu kvalifikovaného personálu. Statistické výhody však často převyšují ostatní nevýhody a celá řada studií právě možnost kombinace metod využívá. Vhodné kombinace však dosud nebyly vymezeny či doporučeny. Tato problematika vyžaduje podrobnější zpracování, a tudíž by mohla posloužit jako téma diplomové práce.

5 Seznam literatury

- Akkaya N, Doğanlar N, Çelik E, Aysşe SE, Akkaya S, Güngör HR, Şahin F. 2015. Test-retest reliability of Tetrax static posturography system in young adults with low physical activity level. *International journal of sports physical therapy* **10**:893-900.
- Albayda J, van Alfen N. 2020. Diagnostic Value of Muscle Ultrasound for Myopathies and Myositis. *Current Rheumatology Reports* **22**(11):82.
- Aldrich JE. 2007. Basic physics of ultrasound imaging. *Critical Care Medicine* **35**(5):131-137.
- Althobaiti T, Katsigiannis S, West D, Bronte-Stewart M, Ramzan M. 2018. Affect Detection for Human-Horse Interaction. Page 1-6 in Saudi Computer Society National Computer Conference (NCC), Riyadh.
- Amaral CB, Ralston DC, Becker TK. 2020. Prehospital point-of-care ultrasound: A transformative technology. *SAGE Open Medicine* **8**:2050312120932706.
- Araujo TB, Silva NA, Costa JN, Pereira MM, Safons MP. 2011. Effect of equine-assisted therapy on the postural balance of the elderly Efeito da equoterapia no equilíbrio postural de idosos Thais. *Revista Brasileira de Fisioterapia* **15**(5):414-419.
- Badin L, Alibrán É, Pothier K, Bailly N. 2022. Effects of equine-assisted interventions on older adults' health: A systematic review. *International Journal of Nursing Sciences* **9**(4):542-552.
- Bansal A, Joshi R. 2018. Portable out-of-hospital electrocardiography: A review of current technologies. *Journal of Arrhythmia* **34**(2):129-138.
- Basmajian JV, Stecko G. 1962. A new bipolar electrode for electromyography. *Journal of Applied Physiology* **17**:849.
- Baydan M, Yigit O, Aksoy S. 2020. Does vestibular rehabilitation improve postural control of subjects with chronic subjective dizziness? *PLoS One* **15**(9):e0238436.
- Becker DE. 2006. Fundamentals of electrocardiography interpretation. *Anesthesia Progress* **53**(2):53-63.
- Bednářiková H, Janura M, Bizovská L. 2016. Využití akcelerometrů v hodnocení vlivu hipoterapie na provedení pohybu u dětí se spastickou formou dětské mozkové obrny – pilotní studie. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* **23**(4):190-194.
- Benda W, McGibbon NH, Grant KL. 2003. Improvements in Muscle Symmetry in Children with Cerebral Palsy After Equine-Assisted Therapy (Hippotherapy). *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* **9**(6):817-825.
- Bhattacharyay S, et al. 2021. Decoding accelerometry for classification and prediction of critically ill patients with severe brain injury. *Scientific Report* **11**:23654.
- Bicková J. 2020. Zooterapie v kostce. Portál s.r.o., Praha.

- Bizup AL, Joy A, Davidson L. 2003. "It's like being in another world": Demonstrating the benefits of therapeutic horseback riding for individuals with psychiatric disability. *Psychiatric Rehabilitation Journal* **26**(4):377-384.
- Bocian K, Strzelec K, Dziubińska P. 2011. Results of para-dressage competition with regard to different levels of difficulties. *Annales UMCS* **29**(2):1-10.
- Brás S, Ferreira JHT, Soares SC, Pinho AJ. 2018. Biometric and Emotion Identification: An ECG Compression Based Method. *Frontiers in Psychology* **9**:467.
- Cabiddu R, et al. 2016. Hippotherapy acute impact on heart rate variability non-linear dynamics in neurological disorders. *Physiology & Behavior* **159**:88-94.
- CEFTA. 2015. The Czech Equine Facilitated Association (CEFTA). Available from <https://educationinhippotherapy.com/eefn/equipment-positions-and-mounting-techniques/> (accessed listopad, 2022).
- Colyer SL, Evans M, Cosker DP, Salo AIT. 2018. A Review of the Evolution of Vision-Based Motion Analysis and the Integration of Advanced Computer Vision Methods Towards Developing a Markerless System. *Sports Medicine - Open* **4**:24.
- Czerw M. 2018. Hippotherapy of children with down syndrome: difficulties, recommendations for work. Society. Integration. Education. Proceedings of the International Scientific Conference **3**:54-64
- Česká hiporehabilitační společnost. 2021. Historie Hiporehabilitace a ČHS. Baron, Hostivice.
- Damiano D, Wingert J, Stanley CH, Curatalo L. 2013. Contribution of hip joint proprioception to static and dynamic balance in cerebral palsy: A case control study. *Journal of neuroengineering and rehabilitation* **10**:57.
- De Luca CJ, Gilmore LD, Kuznetsov M, Roy SH. 2010. Filtering the surface EMG signal: Movement artifact and baseline noise contamination. *Journal of Biomechanics* **43**(8):1573-1579.
- Dewi WN, Safri S, Rosma IH. 2022. Modified precordial lead ECG SafOne on electrocardiography recordings. *Scientific Reports* **12**:7934.
- Di Fabio RP. 1996. Meta-analysis of the sensitivity and specificity of platform posturography. *Archives of Otorhinolaryngology-Head & Neck Surgery* **122**(2):150-156.
- Domino F. 2007. The 5-minute clinical consult. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Dršata J, Vališ M, Lánský M, Vokurka J. 2008. Přínos statické počítačové posturografie ke skrínigovému vyšetření kvantifikace posturální rovnováhy. *Česká a slovenská neurologie a neurochirurgie* **4**:422-428.

- Ferrie CD, Agathonikou A, Panayiotopoulos CP. 1998. Electroencephalography and video-electroencephalography in the classification of childhood epilepsy syndromes. *Journal of the Royal Society of Medicine* **91**(5):251-259.
- Gawronska A, Pajor A, Zamyslowska-Szmytko E, Rosiak O, Jozefowicz-Korczynska M. 2020. Usefulness of Mobile Devices in the Diagnosis and Rehabilitation of Patients with Dizziness and Balance Disorders: A State of the Art Review. *Clinical Interventions in Aging* **15**:2397-2406.
- Goldmann T, Vilimek M. 2012. Kinematics of human spine during hippotherapy. *Biomedical engineering journal* **15**:203-205.
- Gupta A, Ledin A, Larsen LE, Lennmarken C, Ödkvist LM. 1991. Computerized dynamic posturography: a new method for the evaluation of postural stability following anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia* **66**:667-672.
- Hamet P, Tremblay J. 2017. Artificial intelligence in medicine. *Metabolism* **69**:36-40.
- Harrison G, Martins dos Santos R, Kraus B, Pedersen MRV. 2021. Radiographers in ultrasound: Motivation and role expansion. A survey of European Federation of Radiographer Societies (EFRS). *Radiography* **27**(4):1185-1191.
- Hedenborg S. 2016. Lis Hartel – an extraordinary equestrian. *Sport in Society* **20**:1030-1046.
- Hermannová H, Münichová D, Nerandžič Z. 2014. *Základy hipoterapie*. Profi Press s.r.o., Praha.
- Herment A, Guglielmi JP, Dumeé P, Peronneau P, Delouche P. 1987. Limitations of ultrasound imaging and image restoration. *Ultrasonics* **25**:267-273.
- Hollý K, Hornáček K. 2005. *Hipoterapie, Léčba pomocí koně*. Montanex, Ostrava.
- Hsieh KL, Roach KL, Wajda DA, Sosnoff JJ. 2019. Smartphone technology can measure postural stability and discriminate fall risk in older adults. *Gait & Posture* **67**:160-165.
- Chang H, Kwon J, Lee J, Kim Y. 2012. The Effects of Hippotherapy on the Motor Function of Children with Spastic Bilateral Cerebral Palsy. *Journal of Physical Therapy Science* **24**:1277-1280.
- Channell MM, Mattie LJ, Hamilton DR, Capone GT, Mahone EM, Sherman SL, Rosser TC, Reeves RH, Kalb LG. 2021. Down Syndrome Cognition Project. Capturing cognitive and behavioral variability among individuals with Down syndrome: a latent profile analysis. *Journal of Neurodevelopmental Disorders* **13**:16.
- Chen KY, Bassett DR. 2005. The Technology of Accelerometry-Based Activity Monitors: Current and Future. *Medicine & Science in Sports & Exercise* **37**:490-500.
- Chen W, Pu F, Yang Y, Yao J, Wang L, Liu H, Fan Y. 2015. Correcting Congenital Talipes Equinovarus in Children Using Three Different Corrective Methods: A Consort Study. *Medicine (Baltimore)* **94**:28.

- Cho SH. 2017. Effects of horseback riding exercise on the relative alpha power spectrum in the elderly. *Archives of Gerontology and Geriatrics* **70**:141-147.
- Izadifar Z, Babyn P, Chapman D. 2017. Mechanical and biological effects of ultrasound: a review of present knowledge. *Ultrasound in Medicine and Biology* **43**:1085-1104.
- Janc M, Sliwinska-Kowalska M, Politanski P, Kaminski M, Jozefowicz-Korczynska M, Zamyslowska-Szmytke E. 2021. Posturography with head movements in the assessment of balance in chronic unilateral vestibular lesions. *Scientific Reports* **11**:6196.
- Jarque-Bou NJ, Sancho-Bru JL, Vergara M. 2021. A Systematic Review of EMG Applications for the Characterization of Forearm and Hand Muscle Activity during Activities of Daily Living: Results, Challenges, and Open Issues. *Sensors (Basel)* **21**(9):3035.
- Kane NM, Oware A. 2012. Nerve conduction and electromyography studies. *Journal of Neurology* **259**:1502-1508.
- Karas M, Bai J, Strączkiewicz M, Harezlak J, Glynn NW, Harris T, Zipunnikov V, Crainiceanu C, Urbanek JK. 2019. Accelerometry data in health research: challenges and opportunities. *Statistics in Biosciences* **11**(2):210-237.
- Kim SR, Cho SH, Kim JW, Lee HC, Brien M, Cho BJ. 2015. Effects of horseback riding exercise therapy on background electroencephalograms of elderly people. *The Journal of Physical Therapy Science* **27**(7):2373-2376.
- Koca TT, Ataseven H. 2015. What is hippotherapy? The indications and effectiveness of hippotherapy. *Northern Clinics Of Istanbul* **2**(3):247–252.
- Kolářová K, Vodička T, Bozděch M, Repko M. 2020. 3D kinematic analysis of patients' gait before and after unilateral total hip replacement. *Acta of Bioengineering and Biomechanics* **22**(2):165-171.
- Kotby MN, Fadly E, Madkour O, Barakah M, Khidr A, Alloush T, Saleh M. 1992. Electromyography and Neurography in Neurolaryngology. *Journal of Voice* **6**(2):159-187.
- Krejčí E, Janura M, Svoboda Z. 2014. Vliv hipoterapie na psychické a motorické funkce u dětí a mladistvých s DMO. *Pediatric pro praxi* **15**(6):359-362.
- Kumar PJ, Clark ML. 2012. *Kumar & Clark's Clinical Medicine*. 8th Edition. Saunders/Elsevier, Edinburgh.
- Little K, Nel N, Ortell V, Van Wyk H, Badenhorst M, Louw QA. 2013. The clinical effect of hippotherapy on gross motor function of children with Cerebral Palsy. *South African Journal of Physiotherapy* **69**(2):26-34.
- Lorkowski, J, Gawronska, K, Pokorski, M. 2021. Pedobarography: A Review on Methods and Practical Use in Foot Disorders. *Applied Sciences* **11**:11020.

- Luca M, Kleinberg J, Mullainathan S. 2016. Algorithms Need Managers, Too. *Harvard Business Review* **94**:96-101.
- Łukaszewicz T, Kania D, Kidoń Z, Pethe-Kania K. 2019. Postural Symmetry Evaluation Based on the Analysis of Temporary and Average CoP Displacements Registered During the Follow-Up Posturography. *IEEE Access* **7**:26402-26410.
- Martis RJ, Acharya UR, Adeli H. 2014. Current methods in electrocardiogram characterization. *Computers in Biology and Medicine* **48**:133-149.
- Masini A. 2010. Equine-assisted psychotherapy in clinical practice. *Journal of Psychosocial Nursing and Mental Health Services* **48**(10):30-34.
- Medved V, Medved S, Kovač. 2020. Critical Appraisal of Surface Electromyography (sEMG) as a Taught Subject and Clinical Tool in Medicine and Kinesiology. *Frontiers in Neurology* **11**:560363.
- Mills KR. 2005. The basics of electromyography. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry* **76**:32-35.
- Mondelli M, Aretini A, Greco G. 2014. Knowledge of electromyography (EMG) in patients undergoing EMG examinations. *Functional Neurology* **9**(3):195-200.
- Mutoh T, Mutoh T, Tsubone H, Takada M, Doumura M, Ihara M, Shimomura H, Taki Y, Ihara M. 2019. Effect of hippotherapy on gait symmetry in children with cerebral palsy: A pilot study. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology* **46**:505-509.
- Naik GR. 2012. Computational intelligence in electromyography analysis – a perspective on current applications and future challenges. InTech, Croatia.
- Neto OP, Christou EA. 2010. Rectification of the EMG signal impairs the identification of oscillatory input to the muscle. *Journal of Neurophysiology* **103**(2):1093-1103.
- Niedermeyer E, da Silva FL. 2004. *Electroencephalography: Basic Principles, Clinical Applications, and Related Fields*. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore.
- Pálsdóttir AM, Gudmundsson M, Grahn P. 2020. Equine-Assisted Intervention to Improve Perceived Value of Everyday Occupations and Quality of Life in People with Lifelong Neurological Disorders: A Prospective Controlled Study. *International Journal of Environmental Research and Public Health* **17**(7):2431.
- Park JH, You JSH. 2018. Innovative robotic hippotherapy improves postural muscle size and postural stability during the quiet stance and gait initiation in a child with cerebral palsy: A single case study. *NeuroRehabilitation* **42**(2):247-253.
- Patterson, D. 2009. Molecular genetic analysis of Down syndrome. *Human Genetics* **126**:195-214.
- Polisiero M, Bifulco P, Liccardo A, Cesarelli M, Romano M, Gargiulo GD, McEwan AL, D'Apuzzo M. 2013. Design and assessment of a low-cost, electromyographically controlled, prosthetic hand. *Medical Devices: Evidence and Research* **6**:97-104.

- Popovic MB. 2019. *Biomechatronics*. Academic Press, Worcester.
- Prieto A, Martins Almeida Ayupe K, Nemetala Gomes L, Saúde AC, Gutierrez Filho P. 2022. Effects of equine-assisted therapy on the functionality of individuals with disabilities: systematic review and meta-analysis. *Physiotherapy Theory and Practice* **38**(9):1091-1106.
- Reinfelder S, Durlak F, Barth J, Klucken J, Eskofier BM. 2014. Wearable static posturography solution using a novel pressure sensor sole. Pages 2973-2976 in 36th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. EMBC, Chicago.
- Ribeiro MF, Espindula AP, Abadio Ferreira A, Aparecida Pascucci Sande de Souza L, de Paula Antunes Teixeira V. 2017. Electromyographic evaluation of the lower limbs of patients with down syndrome in hippotherapy. *Acta Scientiarum* **39**:17-26.
- Robertson DGE, Caldwell GE, Hamill J, Kamen G, Whittlesey S. 2013. *Research Methods in Biomechanics*. 2nd Edition. Human Kinetics, USA.
- Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M. 2007. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Developmental Medicine & Child Neurology* **49**:8-14.
- Rosiak O, Gawronska A, Janc M, Marciniak P, Kotas R, Zamyslowska-Szmytke E, Jozefowicz-Korczynska M. 2022. Utility of the Novel MediPost Mobile Posturography Device in the Assessment of Patients with a Unilateral Vestibular Disorder. *Sensors (Basel)* **22**(6):2208.
- Scott N. 2005. *Special Needs, Special Horses: A Guide to the Benefits of Therapeutic Riding*. University of North Texas Press, Denton.
- Schläpfer J, Wellens HJ. 2017. Computer-Interpreted Electrocardiograms Benefits and Limitations. *Journal of the American College of Cardiology* **70**(9):1183-1192.
- Soufineyestani M, Dowling D, Khan A. 2020. Electroencephalography (EEG) Technology Applications and Available Devices. *Applied Sciences* **10**:7453.
- Sterba JA. 2007. Does horseback riding therapy or therapist-directed hippotherapy rehabilitate children with cerebral palsy? *Developmental Medicine & Child Neurology* **49**:68-73.
- Stergiou A, Tzoufi M, Ntzani E, Varvarousis D, Beris A, Ploumis A. 2017. Therapeutic Effects of Horseback Riding Interventions: A Systematic Review and Meta-analysis. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* **96**(10):717-725.
- Stockhorst S, Overhoff J, Corfield PJ. 2021. *Human-Animal Interactions in the Eighteenth Century*. Brill, Leiden.
- Swartz AM, Strath SJ, Bassett DR Jr, O'Brien WL, King GA, Ainsworth BE. 2000. Estimation of energy expenditure using CSA accelerometers at hip and wrist sites. *Medicine and Science in Sports and Exercise* **32**(9):450-456.

- Thakor NV, Tong S. 2004. Advances in quantitative electroencephalogram analysis methods. *Annual Review of Biomedical Engineering* **6**:453-495.
- Tuğrulhan S, Eren D, Yılmaz H, Nurcan D. 2021. The Effect of Hippotherapy on Balance and Coordination in Mentally Disabled Children. *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences* **15**:3253-3256.
- Ťupová K, Krobot A. 2012. Hipoterapie jako doplňková metoda fyzioterapie: rešerše dostupné literatury. *Rehabilitace a fyzikální lékařství* **19**:74-79.
- Vahdatpour A, Amini N, Xu W, Sarrafzadeh M. 2011. Accelerometer-based on-body sensor localization for health and medical monitoring applications. *Pervasive and mobile computing* **7**:746-760.
- Vigotsky AD, Halperin I, Lehman GJ, Trajano GS, Vieira TM. 2018. Interpreting Signal Amplitudes in Surface Electromyography Studies in Sport and Rehabilitation Sciences. *Frontiers in Physiology* **8**:985.
- Wang P, Wang Y, Huang H, Ru F, Pan Q. 2018. The use of a cascaded Kinect and electromyography gesture decoding algorithm in an initial robot-aided hand neurorehabilitation. *Advances in Mechanical Engineering* **10**:1-12.
- Weijerman ME, de Winter JP. 2010. Clinical practice. The care of children with Down syndrome. *European Journal of Pediatrics* **169**(12):1445-1452.
- .

6 Seznam použitých zkratk a symbolů

AI – „artificial intelligence“, umělá inteligence

COP – Centre Of Pressure

ČHS – Česká hiporehabilitační společnost

ČR – Česká republika

DMO – dětská mozková obrna

DS – Downův syndrom

EEG – elektroencefalografie

EKG – elektrokardiografie

EMG – elektromyografie

HPSP – hiporehabilitace v pedagogické a sociální praxi

HTFE – hipoterapie ve fyzioterapii a ergoterapii

HTP – hipoterapie v psychiatrii a psychologii

JEMG – jehlová elektromyografie

LI – Lissajousův index

PEMG – povrchová elektromyografie

TUG – Timed Up and Go, test

7 Samostatné přílohy

Tabulka 10: Použité zařízení ve studii od Ribeiro et al. (2017), vytvořeno dle Ribeiro et al. (2017)

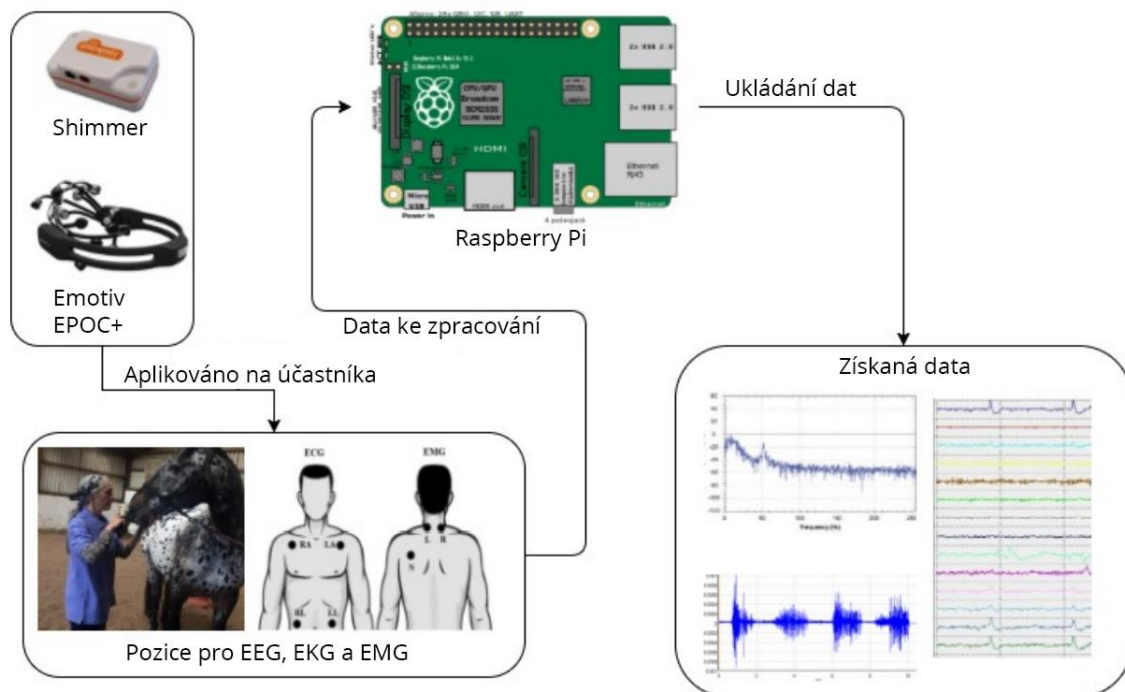
| Použité zařízení | Značka/Model | Doplňující informace |
|---------------------|-----------------------|---|
| Elektromyograf | EMG System of Brazil® | Rozlišení 14 bitů při akvizici signálů, elektrickou izolací 5000 V, schopností získat 1000 vzorků/sekundu |
| Notebook | Positivo ® | Připojený přes USB k EMG přístroji |
| Dobíjecí baterie | Li-ION 11 | 1 V, 2,2 mA H-1 |
| Povrchové elektrody | Ag/AgCl-1 | 1 cm kotoučové bipolární, povrch s pěnou a pevným gelem, připojené k předzesilovačům v mezielektrodové vzdálenosti od středu ke středu 2 cm |

Tabulka 11: Použité zařízení ve studii od Bendy et al. (2003), vytvořeno dle Bendy et al. (2003)

| Použité zařízení | Značka/Model | Doplňující informace |
|---------------------|--|---|
| Elektromyograf | Telemyo, Noraxon USA, Inc., Scottsdale, AZ | Vícekanálový, telemetrický, se šířkou pásma zesilovače 10–500 Hz, vstupní impedancí větší než 10 MegOhmů a minimálním odrazem společného režimu 85 dB |
| Převodní karta | PCMCIA, Computer Boards, Inc., Middleboro, MA | Vzorkována při 1000 Hz pomocí 12bitové A/S, uložena v laptopu pro pozdější analýzu |
| Povrchové elektrody | Blue Sensor, Medicotest, Olstykke, Dánsko, Ag/AgCl | Standartní jednorázové, povrch wet-gel, umístěné paralelně s orientací vláken testovaných svalů se vzdáleností mezi elektrodami 2,5 cm |
| Laptop | Blíže nespecifikováno | Pro převodní kartu |
| Videokamera | Blíže nespecifikováno | Pro natočení průběhu |

Tabulka 12: Použité zařízení ve studii od Althobaiti et al. (2018), vytvořeno dle Althobaiti et al. (2018)

| Použité zařízení | Značka/Model | Doplňující informace |
|----------------------------------|--|---|
| Náhlavní souprava pro měření EEG | Emotiv EPOC+ | Bezdrátová, při vzorkovací frekvenci 128 Hz, má 16 pozlacených kontaktních senzorů připevněných k pružným plastovým ramenům, jsou umístěny proti hlavě |
| Senzor pro měření EKG a EMG | Shimmer | Bezdrátové, při vzorkovací frekvenci 256 Hz, čtyři standardní elektrody umístěné na obou spodních žebrech a klíční kosti pro EKG a tři standardní elektrody umístěné na horních trapézových svalech pro EMG |
| Minipočítač | Raspberry Pi | Přenosný, připojený k předešlým zařízením, micro SD paměťová karta zajistila uložení záznamů |
| USB power banka | Standardní | Pro napájení minipočítače |
| Zařízení pro videonahrávky | Blíže nespecifikováno | |
| Klasifikační algoritmus | Decision Trees (DT), | |
| Klasifikační algoritmus | Linear Discriminant Analysis (LDA) | |
| Klasifikační algoritmus | linear Support Vector Machines (SVM) | |
| Klasifikační algoritmus | SVM with the Radial Basis Function (RBF) | |
| Klasifikační algoritmus | k-Nearest Neighbour classifier | k = 1 |



Obrázek 14: Navržený modul ze studie od Althobaiti et al. (2018), převzato a upraveno dle Althobaiti et al. (2018)

Tabulka 13: Použité zařízení ve studii od Bednářikové et al. (2016), vytvořeno dle Bednářikové et al. (2016)

| Použité zařízení | Značka/Model | Doplňující informace |
|------------------|------------------------|---|
| 3D akcelerometr | Trigno wireless systém | Se sběrnou frekvencí 296 Hz, Delsys Inc., Natick, MA, USA |

Tabulka 14: Použité zařízení ve studii od Mutoha et al. (2019), vytvořeno dle Mutoha et al. (2019)

| Použité zařízení | Značka/Model | Doplňující informace |
|-----------------------|--|--|
| Tříosový akcelerometr | MG-M1110-HW, LSI Medience, Tokio, Japonsko | Pro záznam mediolaterálního, vertikálního a předozadního zrychlení trupu během chůze |

Tabulka 15: Použité zařízení ve studii od Parka & You (2018), vytvořeno dle Parka & You (2018)

| Použité zařízení | Značka/Model | Doplňující informace |
|--|--|--|
| HPOT systém | FORTIS-102; Daewon Fortis, Hanam, Kyungi, Jižní Korea | Robotický hiporehabilitační kůň |
| Sonograf | LOGIQ 200 PRO, GE Medical Systems, WI, USA | S lineárním převodníkem 7,5 MHz |
| Optický infračervený systém snímání pohybu | MAC Eagle Digital Cameras, Motion Analysis Corporation, Santa Rosa, CA | 8 kamer, data byla získávána při 60 Hz a kinetická data byla současně zaznamenávána při vzorkovací frekvenci 300 Hz, 26 reflexních značek (9 mm) bylo umístěno na anatomické orientační body hlavy, trupu a dolních končetin |
| Silové desky | Kistler, Winterthur, Švýcarsko | 2 plošiny, 50 cm, maskované kobercem |
| Software Cortex | verze 1.0.0.198, Motion Analysis Corporation, Santa Rosa, CA | Pro integraci kinematických a kinetických dat |

Tabulka 16: Použité zařízení ve studii od Araujo et al. (2011), vytvořeno dle Araujo et al. (2011)

| Použité zařízení | Značka/Model | Doplňující informace |
|------------------|--------------------|---|
| Silová plošina | AMTI AccuSway Plus | S frekvencí sběru dat 100 Hz |
| Software | Balance Clinic | Data byla filtrována v dolní propusti při frekvenci 10 Hz |

Tabulka 17: Použité zařízení ve studii od Goldmanna & Vilimka (2012), vytvořeno dle Goldmanna & Vilimka (2012)

| Použité zařízení | Značka/Model | Doplňující informace |
|---------------------|---|--|
| Elektromyograf | EMG MTR8 (MIE Ltd) | Telemetrický |
| Povrchové elektrody | Biotabs Ag (MIE Ltd, Leeds, UK) | Samolepicí |
| Videorekordér | Blíže nespecifikováno | Použity čtyři pro 3D kinematickou analýzu pohybu |
| Software | APAS (Ariel Dynamics, Inc., San Diego, CA, USA) | Umožňuje zpracování dat pro 3D analýzu |

Tabulka 18: Použité zařízení ve studii od Krejčí et al. (2014), vytvořeno dle Krejčí et al. (2014)

| Použité zařízení | Značka/Model | Doplňující informace |
|-------------------------|---|-----------------------------------|
| Optoelektronický systém | Vicon MX | 7 kamer, frekvence snímání 120 Hz |
| Reflexní značky | Plug-InGait | Pro určení parametrů chůze |
| Program | STATISTICA, 10,0, Stat-Soft, Inc., Tulsa, OK, USA | Pro statistické zpracování dat |
| Program | Vicon Nexus | Pro zpracování sekvence dvojkroku |
| Program | Vicon Polygon | Pro zpracování sekvence dvojkroku |