

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI

FAKULTA ZDRAVOTNICKÝCH VĚD

Ústav fyzioterapie

Anna Majerová

**Dostupné objektivní metody hodnocení posturálního chování
novorozenců**

Bakalářská práce

Vedoucí práce: Mgr. Alena Svobodová

Olomouc 2019

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

Olomouc 6. května 2019

podpis

Poděkování

Ráda bych poděkovala vedoucí své bakalářské práce, Mgr. Aleně Svobodové, za odborné vedení, cenné připomínky, rady a náměty. Velký dík patří také paní Mgr. Janě Pechové za podnětné konzultace. Dále bych chtěla poděkovat za trpělivost a podporu své rodině a přátelům, kterou projevovali nejen při psaní mé práce, ale i během celého studia.

ANOTACE

Typ závěrečné práce: Bakalářská práce

Název práce: Dostupné objektivní metody hodnocení posturálního chování novorozenců

Název práce v AJ: Available objective methods of newborns' postural behaviour assessment.

Datum zadání: 2019-01-31

Datum odevzdání: 2019-05-06

Vysoká škola, fakulta, ústav: Univerzita Palackého v Olomouci

Fakulta zdravotnických věd

Ústav fyzioterapie

Autor práce: Anna Majerová

Vedoucí práce: Mgr. Alena Svobodová

Oponent práce: Mgr. Jana Kalabusová

Abstrakt v ČJ: Tato práce se zabývá hodnocením posturálního chování novorozenců pomocí kvantitativní analýzy. Jejím cílem je shrnout metody vhodné k hodnocení posturálního chování, vzájemně je srovnat, uvést jejich výhody a nevýhody použití a vybrat metodu jenž je pro hodnocení posturálního chování nejvhodnější. Pro tvorbu bakalářské práce bylo použito celkem 87 odborných článků, z toho 54 studií a 33 knih ve stáří od roku 1984 až 2018. Články byly vyhledány pomocí databází Pubmed, EBSCO, Medvik, Medline, Google Scholar a Oxford academic na základě klíčových slov: postura, biomechanika, vývoj, předčasně narozené děti, děti narozené v termínu a generalizované pohyby. Z výsledků studií vyplynulo, že kvantitativní metody hodnocení pohybu dokážou odhalit neadekvátní motorický vývoj již v novorozeneckém období. Posturální chování novorozenců může být hodnoceno pomocí 2D kinematické analýzy, 3D kinematické analýzy, akcelerometrie a silové plošiny.

Abstrakt v AJ: The bachelor thesis deals with newborns' postural behaviour assessment with the help of quantitative analysis. The goal of the thesis is to summarize the proper methods for postural behaviour assessment, their mutual comparison, advantages and disadvantages of using each of them and to choose the most suitable method for the postural behaviour assessment. 87 professional articles (54 studies and 33 books) and databases such as Pubmed, EBSCO, Medvik, Medline, Google Scholar a Oxford academic were used to do the research

for the thesis. The articles were in range of the years 1984 till 2018. The words used for the research in databases: posture, biomechanics, development, preterm infants, full-term infants and general movements. The results of studies are that the quantitative methods of movement assessment can discover an inadequate motor progress already in a newborn periode. Newborns' postural behaviour can be assessed by the 2D kinematic analysis, 3D kinematic analysis, accelerometry and force platform.

Klíčová slova v ČJ: postura, biomechanika, vývoj, předčasně narozené děti, děti narozené v termínu, generalizované pohyby

Klíčová slova v AJ: posture, biomechanics, development, preterm infants, full-term infants, general movements.

Rozsah: 57 stran

Obsah

Úvod.....	8
1 Klasifikace novorozenců	10
2 Postura.....	11
2.1 Posturální chování novorozenců narozených v termínu.....	11
2.1.1 Vývoj centrální nervové soustavy a postury	11
2.1.2 Svalstvo.....	12
2.1.3 Popis postury novorozence v poloze na zádech a na břiše	12
2.2 Posturální chování u předčasně narozených jedinců	14
2.2.1 Svalový tonus.....	14
2.2.2 Svalová síla	14
2.2.3 Modulace posturální aktivity	15
2.2.4 Vztah mezi posturou a věkem jedince	15
2.3 Posturální chování jedinců s centrální koordinační poruchou.....	18
2.4 Posturální chování jedinců s dětskou mozkovou obrnou	18
3 Pohybové vzory.....	20
3.1 General movements	20
3.1.1 Hodnocení general movements.....	20
3.1.2 Vývoj general movements	21
3.1.3 Vztah general movements s center of pressure a dětskou mozkovou obrnou	21
3.2 Kicking movements.....	22
3.2.1 Kicking movements u jedinců narozených v termínu.....	23
3.2.2 Kicking movements u předčasně narozených jedinců	23
3.3 Reaching movements	24
3.3.1 Reaching movements u jedinců narozených v termínu	25
3.3.2 Reaching movements u předčasně narozených jedinců.....	26

3.3.3 Reaching movements u jedinců s lehkou mozkovou dysfunkcí a dětskou mozkovou obrnou.....	26
3.4 Pohyb center of pressure	27
3.4.1 Pohyb center of pressure u jedinců narozených v termínu	27
3.4.2 Pohyb center of pressure u předčasně narozených jedinců.....	27
4 Objektivní a subjektivní metody hodnocení posturálního chování novorozenců	29
4.1 Přehled kvalitativních metod hodnocení pohybu	29
4.1.1 Hodnocení dle Vojty	30
4.1.2 Hodnocení general movements dle Prechtla.....	30
4.1.3 Hodnocení dle Dubowitz.....	30
4.1.4 Neurobehavioral Assessment of the Preterm Infants.....	30
4.1.5 The Assessment of Preterm Infants' Behavior	31
4.2 Přehled kvantitativních metod hodnocení pohybu	31
5 Kvantitativní analýza.....	32
5.1 Kinematické metody.....	32
5.1.1 Kinematická analýza.....	32
5.1.2 Akcelerometrie.....	36
5.2 Kinetické metody	39
5.2.1 Silová plošina.....	39
5.3 Elektromyografie.....	41
Závěr.....	42
Referenční seznam	44
Seznam zkratk	55
Seznam tabulek	56
Seznam obrázků	57

Úvod

V prvních měsících života dítěte je vývoj charakterizován rychlým sledem změn. V průběhu prvních dvou měsíců života dochází k dokončování intrauterinního vývoje novorozence. V následujících měsících vyžívají nervové struktury, vyvíjí se svalová síla a cílené pohyby (Kowarzik, 2008, ss. 11–12). Normální funkce neurobehaviorálního systému závisí na správné funkci centrální nervové soustavy (CNS). Komplikace spojené s předčasným narozením a nemoci vzniklé v perinatálním období mohou tuto funkci ovlivnit (Chen et al., 2016, s. 1). Z tohoto důvodu je nutné u novorozenců zhodnotit stav CNS, určit co nejrychleji a nejbezpečněji diagnózu za účelem zahájení účinné fyzioterapeutické a léčebné péče (Kunsche, 2007, s. 1).

Tradiční hodnocení motorického chování dětí a integrity CNS pomocí vyšetřování reflexů a dosažení motorických milníků poskytuje jen velmi málo informací o organizaci pohybu (Heriza, 1988a, s. 1340).

Neurobehaviorální vývoj a posturální chování můžou být hodnoceny pomocí mnoha kvalitativních metod, které však mají odlišnou předpovědní hodnotu a jsou závislé na zkušenostech pozorujícího lékaře (Kolář, 2012, s. 95; Wusthoff, 2013, s. 148; Donati et al., 2014, s. 511; Halek et al., 2014, s. 657; Heinze et al., 2010, s. 765). K objektivnímu hodnocení biomechaniky pohybu se využívají kvantitativní metody. Uskutečnění kvantitativního hodnocení pohybu vyžaduje technické a přístrojové vybavení. Výstupem analýzy jsou však přímo číselné hodnoty, které umožní vysokou kvalitu metody (Janura et al., 2012, s. 9).

Monitorování pohybu novorozenců má velmi dobrý potenciál pro včasnou intervenci, která může zmírnit případný kognitivní a motorický deficit (Heriza, 1988a, s. 1340; Rihar et al., 2013, s. 1; Einspieler a Prechtel, 2005, s. 66). Brzký zásah v prvních měsících života může díky neuroplasticitě ovlivnit vývoj dítěte (Donati et al., 2014, s. 511).

Cílem této práce je popsat posturální chování novorozenců, zhodnotit jednotlivé pohybové vzory a podat ucelenější přehled o dostupných objektivních metodách, které mohou být použity u předčasně narozených novorozenců, novorozenců narozených v termínu a novorozenců s rizikem rozvoje dětské mozkové obrny k posouzení pohybového chování.

K vyhledávání odborných článků byly použity online databáze jako Pubmed, Google scholar, EBSCO, Medline, Medvik a Oxford academic. Vyhledávané články byly publikovány v časovém rozmezí 1984 až 2018. Pro vyhledávání literatury byla použita tato klíčová slova: posture, biomechanics, preterm infants, full-term infants, preterm infants, development, general movements. Celkem bylo pro tvorbu bakalářské práce použito 54 studií v plnohodnotné formě

a 33 knih. Pro základní orientaci v problematice bakalářské práce byla vybrána následující šestice monografií.

POUNTNEY, T. ET AL. 2007. *Physiotherapy for Children*. Butterworth Heinemann Elsevier. ISBN 978-0-750-68886-4.

WINTER, D.A. 2009. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement* (4th edition). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-470-39818-0.

CAMBELL, S.K.; PALISANO, R.J; ORLIN, M.N. 2012. *Physical Therapy for Children* (4th edition). St, Louis: Elsevier Saunders. ISBN 978-1-4160-6626-2.

DUBOWITZ, L., DUBOWITZ V., MERCURI, E. 1999. *The neurological Assessment of the Preterm & Full-term Newborn Infant*. (2nd edition). London: Mac Keith Press. ISBN 978-1-898683-15-5.

JANURA, M., VAŘEKA, I., LEHNERT, M., SVOBODA, Z., a kol. 2012. *Metody biomechanické analýzy pohybu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-3261-8.

KOLÁŘ, P. 2012. Neuromotorický vývoj a jeho vyšetření. In: KOLÁŘ, P. ET AL. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-657-1.

1 Klasifikace novorozenců

Za novorozence se považuje jedinec od prvního dne narození do 28. dne života (Lean, Smyser a Rogers, 2017, s. 428; Šašinka et al., 2007, s. 24). Rozlišuje se mezi časným novorozeneckým obdobím (prvních 7 dní života) a širším novorozeneckým obdobím (prvních 28 dní života) (Šašinka et al., 2007, s. 24).

Novorozence můžeme hodnotit podle gestačního věku (GA), porodní hmotnosti a zralosti (Dort, Dortová a Jehlička, 2015, s. 15). GA je délka trvání gravidity od prvního dne poslední menstruace do narození dítěte (Muntau, 2009, s. 2).

Hodnocení dle GA:

- předčasně narození novorozenci – GA do 38. týdne (< 259. den),
- novorozenci narození v termínu – GA je mezi 38.–42. týdnem (259.–293. den),
- přenášeni novorozenci – GA je nad 42. týdnem (> 293. den) (Muntau, 2009, s. 2; Fendrychová, 2004, s. 10; Fendrychová et al., 2009, s. 19; Dort, Dortová a Jehlička, 2015, s. 15).

Hodnocení dle porodní hmotnosti:

- eutrofický novorozenec – porodní hmotnost odpovídá GA, kterého dosáhl (10.–90. percentil),
- hypotrofický novorozenec – porodní hmotnost je nižší než daný GA (< 10. percentil),
- hypertrofický novorozenec – porodní hmotnost je vyšší než daný GA (> 90. percentil) (Muntau, 2009, s. 2; Fendrychová, 2004, s. 11; Dort, Dortová a Jehlička, 2015, s. 15).

Hodnocení dle zralosti jedince:

- extrémně nezralí novorozenci – do 28. gestačního týdne, porodní váha 500–999 g,
- velmi nezralí novorozenci – do 32. gestačního týdne, porodní váha 1000–1499 g,
- středně nezralí novorozenci – do 34. gestačního týdne, porodní váha 1500–1999 g,
- lehce nezralí novorozenci – do 38. gestačního týdne, porodní váha 2000–2499 g (Muntau, 2009, s. 2; Fendrychová, 2004, s. 12; Dort, Dortová a Jehlička, 2015, s. 15).

2 Postura

Postura je definována jako dynamický proces, který nastavuje a udržuje polohu těla a jeho částí před zahájením i po dokončení pohybové aktivity. Posturální aktivita tedy předchází pohybu, provází ho a v závěru jej také zakončuje. Vzpřímená poloha těla je zajišťována pomocí posturálních svalů, které pracují tonicky. Jedná se o automatický stav zabezpečovaný centrálním a periferním nervovým systémem (Dylevský, 2009a, s. 64; Véle, 2006, ss. 55–56). Na posturální kontrole se podílí neurální struktury na úrovni mozkového kmene, spinální míchy a mozečku (de Groot, 2000, s. 66). Posturální vývoj je neodmyslitelně spjatý s myelinizací mediální a laterální subkortikální dráhy a kortikospinální dráhy v posledním trimestru gravidity (Housková, 2015, s. 22).

Vývoj posturální kontroly je komplexní a soustavný proces ovlivňovaný fyziologickými i patologickými faktory (Halek et al., 2015, s. 657). Posturální kontrola je vytvořena interakcí somatosenzorického systému, motorického systému a muskuloskeletálního systému (Cambell, Palisano a Orlin, 2012, s. 97). Stabilní posturální kontrola utváří základ pro organizaci a provádění volných pohybů, zároveň je však nutné zachovat sociální interakci a komunikaci s okolím pro rozvoj percepce a následné akce (de Groot, 2000, s. 66).

CNS odráží funkci posturální aktivity, posturální reaktibility a primitivních reflexů. Podle chování jednoho ze systémů můžeme určit chování u dalších z nich (Kolář, 2012, s. 111).

Vyšetření motorických funkcí je zaměřeno především na hodnocení svalového tonu, ale také na posturální i lokomoční funkce (Kolář, 2012, s. 94). Posturální chování dítěte během denních aktivit může poskytnout cenné informace o jeho budoucím vývoji (Boughorbel, Bruekers a Breebaart, 2010, s. 556). Hodnocení posturální chování předčasně narozených dětí slouží k odhalení neuromuskulárních dysfunkcí (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 832). Dalším znakem, pomocí něhož můžeme zjistit vážná motorická postižení, je hodnocení variability posturální kontroly (Halek et al., 2015, s. 657).

2.1 Posturální chování novorozenců narozených v termínu

2.1.1 Vývoj centrální nervové soustavy a postury

V novorozeneckém věku je CNS, postura těla a anatomie kloubů a kostí dosti nezralá (Kolář, 2012, s. 94). CNS vyzrává asi do 5–6 let (Komárek et al., 2000, ss. 10–11; Kolář, 2012, s. 94). Během těchto let se utváří postura a objevuje se přesně definované, cílené pohybové chování. Posturální funkce ovlivňuje morfologický vývoj struktur (páteř, kyčelní klouby,

hrudník). Neurofyziologický princip a biomechanický princip vývoje se vzájemně doplňují a nelze je chápat jako dva samostatné systémy (Kolář, 2012, s. 94).

Stupeň vyžívání CNS můžeme zkoumat pomocí posturální reaktivity. Jedná se o zákonitou motorickou reakci na změnu polohy. Z reakce dětí můžeme odhalit posturálně lokomoční chování a jeho možné patologie. U novorozenců se posturální reaktivita zkoumá pomocí trakční zkoušky, Landauovy reakce, axilárního visu, Vojtovy sklopné reakce, horizontálního závěsu podle Collisové, reakce podle Peipera a Isberta a vertikálního závěsu podle Collisové (Kolář, 2012, s. 105, Skaličková-Kováčiková, 2017, s. 62). Posturálně lokomoční chování je narušeno, nalezneme-li deviaci od polohových reakcí. Tyto odchylky jsou přítomné zpravidla při poruše CNS. Abnormální pohyby vyznačující se stereotypností jsou evidentní již v novorozeneckém věku (Skaličková-Kováčiková, 2017, s. 63).

2.1.2 Svalstvo

Jednotlivé svaly a svalové skupiny jsou již jasně rozlišené. Poporodně se mění jen jejich velikost a proporce v závislosti na svalovém zatěžování (Vargová a Joukal, 2015, s. 72; Dylevský, 2007, s. 152). Vývoj motoriky se uskutečňuje v kraniokaudálním směru v oblasti trupu (nejprve dojde k ovládnutí šíjového svalstva, následně axiálního svalstva), proximodistálním směru na končetinách (pohyby se nejdříve uskutečňují v pletencích, poté přecházejí distálněji) a ulnoradiálním směru na horních končetinách (Vargová a Joukal, 2015, s. 72; Trojan et al., 2005, s. 52).

Tonické svalstvo je hlavní typ svalstva, které zabezpečuje držení těla. Novorozenci nevykazují schopnost koaktivace (časově sladěná aktivita mezi svaly s antagonistickou funkcí). Díky neschopnosti koaktivace se v novorozeneckém období vyskytují primitivní reflexy, které jsou organizovány na spinální úrovni (Kolář, 2012, s. 97). S postupnou maturací CNS mizí primitivní reflexy (Allen a Marotz, 2008, s. 49). Zvýšené nutkání ke svalové kontrakci je vyvoláno pomocí podráždění kůže (Trojan et al., 2005, s. 51).

2.1.3 Popis postury novorozence v poloze na zádech a na břiše

V novorozeneckém období není vytvořena opěrná báze (Dubowitz, Dubowitz a Mercuri, 1999, s. 81). Novorozenec zaujímá asymetrické držení těla v poloze na břiše i na zádech (Dubowitz, Dubowitz a Mercuri, 1999, s. 81; Vojta a Peters, 2010, ss. 7, 10).

Postura v poloze na zádech

V poloze na zádech je patrné asymetrické držení těla (Vargová a Joukal, 2015, s. 74; Kolář, 2012, s. 96).

Krční páteř se nachází v reklináčném postavení, hlava je ukloněna ke konkávní straně a rotována ke konvexní (Vojta a Peters, 2010, s. 10; Kolář, 2012, s. 96). Predilekční postavení hlavy k jedné straně je patrné až do 6. týdne PGA (Vargová a Joukal, 2015, s. 74; Kolář, 2012, s. 96). Tato predilekční poloha však nesmí být neměnná. Na zádech musí novorozenec zvládnout otočit hlavu na druhou stranu či alespoň do střední roviny. Spolu s hlavou dochází k pohybu celého těla. Později vznikne izolovaný pohyb hlavy (Kolář, 2012, s. 96). Páteř se nachází v lateroflexi. Pánev zaujímá flekční postavení (Vojta a Peters, 2010, s. 7; Vojta, 1993, s. 44). Více než polovina novorozenců je schopná mezi 4.–6. týdnem PGA zrakové fixace. V tomto časovém období je možné pozorovat cílenou motoriku hlavy sloužící k orientaci (Kolář, 2001, s. 191).

Horní i dolní končetiny jsou ve flekční pozici (Kolář, 2012, s. 96; Dubowitz, Dubowitz a Mercuri, 1999, s. 74). Avšak v průběhu prvního týdne novorozeneckého období dochází k mírnému poklesu flekční postury a flekčního tonu končetin (Dubowitz, Dubowitz a Mercuri, 1999, s. 81). Flekční tonus se nejprve vyvine na dolních končetinách, teprve poté na horních končetinách (Pountney et al., 2007, s. 77). Jedinec není schopen aktivní opory o končetiny (Vargová a Joukal, 2015, s. 74; Kolář, 2012, s. 96).

Glenohumerální kloub se nachází v addukci, vnitřní rotaci a extenzi. Loketní klouby jsou flektovány. Pro pozici zápěstí je typická palmární flexe a ulnární dukce. Kyčelní klouby se nachází ve flexi a abdukci nejvýše do 45°. Kolenní klouby zaujímají semiflekční držení (Vojta a Peters, 2010, s. 7).

Postura v poloze na břiše

V poloze na břiše novorozenec zaujímá asymetrickou polohu těla (viz obrázek 1, s. 14) (Dubowitz, Dubowitz a Mercuri, 1999, s. 81; Vojta a Peters, 2010, ss. 7, 10). Úložná plocha je nerovnoměrně zatížená. Zátěž se nachází především na straně záhlaví, bočně od sternu, distální části předloktí a stehen (Vojta a Peters, 2010, s. 7). Novorozenec se dotýká podložky tváří, hrudníkem a pupkem. Těžiště se nachází v oblasti pupku a sternu (Kolář, 2012, s. 96).

Je patrné reklináčné postavení hlavy, úklon ke konkávní straně páteře a rotace ke konvexní straně páteře. Konvex páteře je na čelní straně, páteř se nachází převážně v hyperkyfóze (Vojta a Peters, 2010, s. 7; Dylevský, 2009b, s. 90). Pánev je ve zvýšené flekční pozici a antevertzi (Vojta a Peters, 2010, s. 7).

Většina kloubů je nastavena stejně jako v pozici na zádech (glenohumerální klouby, loketní klouby, radiokarpální klouby a kyčelní klouby) (Vojta a Peters, 2010, s. 7).



Obrázek 1 Asymetrická poloha novorozence na břicho (Kolář, 2001, s. 192)

2.2 Posturální chování u předčasně narozených jedinců

2.2.1 Svalový tonus

Svalový tonus je charakteristické napětí pro každý stav svalu (Trojan et al., 2005, s. 27). Vytváří výchozí předpoklad pro provedení všech motorických funkcí (Dylevský, 2009b, s. 41; Králíček, 2011, s. 91). Jedná se o trvalou, mírnou kontrakci kosterních svalů (Králíček, 2011, s. 91).

Svalová činnost se skládá ze dvou komponent, a to postojové a pohybové, které jsou spolu neoddělitelně spojeny. Zatímco postojová komponenta zajišťuje udržování pozice těla a jeho částí v prostoru, pohybová komponenta slouží k provádění cíleného pohybu (Králíček, 2011, ss. 91, 97). Svalový tonus je řízen ze supraspinálních etáží CNS pomocí sestupných motorických drah, které mají vliv na α -motoneurony (Králíček, 2011, ss. 91, 97; Věle, 1997, s. 101). Gama systém nastavuje práh excitability motoneuronů. Mozeček a bazální ganglia mají také vliv na svalový tonus (Věle, 1997, s. 101).

2.2.2 Svalová síla

Svalová síla kontroluje posturu a pohyb těla (Okuno a Fratin, 2014, s. 11). Maximální síla, kterou může sval vykonat je závislá na počtu svalových vláken a aktivovaných motorických jednotek (MU), působení elastické složky svalu a šlachy, průřezu a délce svalu (Dylevský, 2009a, s. 57; Okuno a Fratin, 2014, s. 11). MU je základní strukturální i funkční prvek motoriky, který funguje na principu aktivace („vše“) nebo relaxace („nic“) (Věle, 2006, ss. 25–26; Kott, 2013, s. 14). Jedná se o skupinu svalových vláken, která je inervována jedním motorickým vláknem (α motoneuronem). S větším počtem svalových vláken sval dokáže

vyvinout větší sílu. Delší svaly jsou obecně schopny vykonat větší svalovou sílu. K největšímu nárůstu elastické složky svalu dojde při jeho maximálním protažení (Dylevský, 2009a, s. 57).

2.2.3 Modulace posturální aktivity

Předčasně narození mají nedostatečnou schopnost modulovat posturální aktivitu (Fallang a Hadders-Algra, 2005, s. 176). S touto vadnou schopností modulace, jenž závisí na předchozí zkušenosti, je spojen nízký pasivní svalový tonus (de Groot, 2000, s. 65; Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 826). V kontrastu se sníženým svalovým tonem se vyvinula přehnaně zvýšená aktivní svalová síla (de Groot, 2000, s. 65). Nejvíce se zvýšená aktivní svalová síla objevuje v oblasti trupu a dolních končetin. Tato situace bývá označována jako dystonická hyperextenze trupu a zádových svalů a extenze v kyčelním kloubu (de Groot, 2000, s. 67; Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 826), nebo jako přechodná dystonie. V této fázi jsou zvýšené šlachové reflexy (Fallang a Hadders-Algra, 2005, s. 176).

Dostaví se tedy převaha aktivity extenzorů trupu nad flexory (de Groot, 2000, s. 67; Pountney et al., 2007, s. 77). Následkem této události může dojít k trvalé změně nevyvinutých svalů, ovlivnění koordinace, kvality alfa-gama smyčky a mozečkových funkcí. Pokud v časném období po narození nenastane pohybová aktivita, přizpůsobování se vnějším podmínkám v průběhu pohybu skrz alfa-gama smyčku je narušeno. Dojde k zániku polyneurálních synapsí a spojení mezi motorickým systémem i senzoryckými informacemi se stane nefunkční. Nesoulad mezi svalovým tonem a svalovou silou ovlivní výsledný pohyb, neurogení formování a percepčně-motorický vývoj dítěte. Do percepčně-motorického vývoje můžeme zahrnout kvalitu funkce ruky, lokomoci, koordinaci, pozdější kognitivní funkce, problémy s učením a chováním (de Groot, 2000, s. 67).

2.2.4 Vztah mezi posturou a věkem jedince

Postura a svalový tonus jsou závislé na věku. Předčasně narození novorozenci během vyžívání prochází vývojem postury. Se zvyšující se zralostí nedonošených novorozenců dochází ke zvýšení axiálního tonu a flekčního tonu na končetinách (Dubowitz, Dubowitz a Mercuri, 1999, ss. 68, 73; Poutney, 2007, s. 78). Převážně extendovaná pozice končetin se mění na flekční pozici (Dubowitz, Dubowitz a Mercuri, 1999, s. 73).

Flekční a extenční postura

Extenční posturu vykazují především novorozenci narození před 32. týdnem GA. Zatímco novorozenci narození mezi 33.–35. týdnem GA mají již částečně flekční držení těla. Flekčního držení těla a asymetrického tonického šíjového reflexu dosáhla většina předčasně

narozených novorozenců ve svém termínovém věku. Avšak flekční tonus u předčasně narozených novorozenců, kteří dosáhli termínového věku, byl nadále menší než u novorozenců narozených v termínu (Dubowitz, Dubowitz a Mercuri, 1999, ss. 74–75).

Ve 12. týdnu postgestačního věku (PGA) dochází ke zlepšení posturální kontroly a cíleného pohybu. Pokud hyperextenze trupu a dolních končetin u předčasně narozených jedinců trvá déle než 12 týdnů po dovršení korigovaného věku, pravděpodobnost vzniku vývojových potíží je vysoká (de Groot, 2000, ss. 66–67). Předčasně narození novorozenci ve 4.–6. měsíci PGA dosáhli stálého posturálního chování (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 836), avšak ve 4. měsíci u předčasně narozených novorozenců je patrná větší asymetrie v postuře a hybnosti než u stejně starých kojenců narozených v termínu (de Groot, 2000, ss. 66–67).

Kontrola hlavy

Kolem 12. týdne PGA by mělo být patrné u jedinců narozených v termínu držení hlavy ve střední čáře (de Groot, 2000, s. 66). Toto držení je zapříčiněno zvýšením extenčního svalového tonu axiálního svalstva, které souvisí s vyzráváním systému (Dubowitz, Dubowitz a Mercuri, 1999, s. 75). Byl zaznamenán výrazný vztah mezi asymetrií postury, asymetrií hybnosti a vysokou aktivní svalovou silou trupových svalů u předčasně narozených jedinců (De Groot et al., 2000, s. 66). Zvýšený posturální tonus trupových svalů nutí novorozence k retroflexi hlavy v supinační pozici, a tak dochází k vychýlení orientace ze střední čáry (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 827; Fallang a Hadders-Algra, 2005, s. 176).

Předčasně narození novorozenci s nízkým rizikem poškození při dosažení svého termínového věku vykazovali lepší kontrolu hlavy než novorozenci narození v termínu. (Dubowitz, Dubowitz a Mercuri, 1999, s. 75).

General movements trupu a končetin

Kvalita a kvantita general movements („generalizované pohyby“) trupu a končetin je závislá na rostoucím věku předčasně narozených jedinců. General movements u předčasně narozených novorozenců jsou pomalé, asymetrické a kroutivé. Mohou být doprovázeny rychlými, opakovanými pohyby končetin s velkou amplitudou připomínající myoklonus. S rostoucím věkem jsou pohyby plynulejší a alternující pohyby horních končetin mají střední rychlost (Dubowitz, Dubowitz a Mercuri, 1999, s. 79).

Funkce ruky

Funkce ruky je obzvláště závislá na optimální posturální kontrole. Jestliže se objeví nesoulad ve svalové síle, problémy s posturou, neoptimální svalová fixace a inkoordinace mezi agonisty a antagonisty, začne se projevovat funkce ruky jako opožděná či abnormální (Fallang a Hadders-Algra, 2005, s. 176; de Groot, 2000, s. 66). Abnormální či opožděná funkce ruky přispívá k vadnému vykonání pohybu a ovlivní pozdější schopnost psaní a kognitivní vývoj (de Groot, 2000, s. 66).

Ve 39. týdnu PGA vykazují předčasně narození kvalitativní a kvantitativní změny ve funkci ruky, a to hlavně kvalitu grasping movements („uchopovacích pohybů“). Je zde patrná inkoordinace mezi flexory a extenzory ruky, nadměrný pohyb paže a chudé předjímání grasping movements, které směřují k určitým objektům (de Groot, 2000, s. 66).

Kvadrupedální lokomoce

Předčasně narození jedinci vykazují omezenou rotabilitu trupu a kyčelních kloubů (de Groot, Hopkins a Touwen, 1997, s. 40; Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 826). Omezená vnitřní rotace v kyčelním kloubu může být zapříčiněna zkrácením gluteálních svalů (Pountney et al., 2007, s. 77).

Sed

Zvýšená aktivní svalová síla trupu spolu se sníženým tonem oddaluje dosáhnutí sezení a otáčení. Předčasně narození jsou v kojeneckém věku méně schopní modulovat posturální aktivitu v počáteční fázi sedu a je zde potvrzena zvýšená citlivost na rychlostně závislé protažení svalu (Fallang a Hadders-Algra, 2005, s. 176).

Polovina předčasně narozených není schopna v 10. měsíci PGA samostatného sedu. Zatímco jedinci narození v termínu jsou schopni v tomto věku již sedět samostatně (de Groot, 2000, s. 66). Ve stejném věku je často patrná posturální dysregulace, která je příčinou méně častého sezení a asymetrií (Fallang a Hadders-Algra, 2005, s. 176).

Ve 12. měsíci nebyla pětina předčasně narozených schopna sedu bez podpory nebo přidržování. Většina z nich navíc také vykazovala retrakci a hyperextenzi ramenního kloubu. Rotace trupu v sedě je velmi omezená kvůli vyšší aktivní svalové síle. V 18. měsíci věku mají předčasně narození jedinci stále vyšší aktivní svalovou sílu trupu (de Groot, 2000, s. 66).

Bipedální stoj a chůze

Pro chůzi je potřebná adekvátní úroveň posturálního svalového tonu (ani ne moc, ani ne málo). Pokud není nastavena optimální koordinace mezi flexory a extenzory ve vzpřímeném stoji a během chůze, tento problém se projevuje jako porucha rovnováhy a postury. Nedostatečná

kvalita chůze je spojena s velmi nízkým svalovým tonem během prvního roku života. Předčasně narození jedinci mají dále problémy s načasováním a regulací svalové síly, což se může projevit poruchou koordinace v určitých aktivitách (např. zvedání hračky ze země, zastavení a zahájení lokomoce, rovnováha). Taktéž dochází k opožděnému nástupu vzpřimovací lokomoce, což může být znak později nastupujícího postižení (de Groot, 2000, ss. 66–67). Ve vertikální pozici je velmi častá extenze a addukce dolních končetin spojená s plantární flexí v hlezenním kloubu, rigidními horními končetinami a rukama zaťatými v pěst (Fallang a Hadders-Algra, 2005, s. 175). Začátek chůze je velmi kvalitativně chudý (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 826, Fallang a Hadders-Algra, 2005, s. 175).

2.3 Posturální chování jedinců s centrální koordinační poruchou

Centrální koordinační porucha (CKP) zahrnuje jedince vykazující abnormální pohybové modely při spontánním motorickém chování. Klasifikace posturálního vývoje je klíčovým způsobem určení CKP. CKP se rozděluje dle závažnosti na velmi lehkou, lehkou, středně těžkou a těžkou (Kolář, 2012, s. 95; Kolář, 2001, s. 190).

Pro předčasně narozené novorozence s centrálním postižením je příznačný větší rozměr pohybů a jejich neorganizovanost. Pohyby jsou nestabilní a není možné je předvídat jako u zdravých novorozenců (Ohgi et al., 2008, s. 1022). U jedinců s centrálním postižením se jen ve třetině případů vyvine dětská mozková obrna (DMO), tudíž léze mozku nemá adekvátní předpovědní hodnotu pro vývoj DMO (Philippi et al., 2014, s. 963; Kolář, 2012, s. 95).

Je nutné včasné diagnostikovat CKP a zahájit terapii, aby nedošlo k rozvoji další patologie a byl minimalizován vliv postižení. Bylo zjištěno, že jedinci netrpí hrubými odchylkami motoriky, avšak v pozdějším věku se u nich může vyvinout vadné držení těla. Jedinci jsou také méně obratní, trpí lehkou poruchou čítí a jsou náchylnější ke stresovým situacím (Kolář, 2012, s. 95).

2.4 Posturální chování jedinců s dětskou mozkovou obrnou

DMO je neprogresivní vývojová skupina klinických syndromů, které souvisí především s hybností a posturou. Vzniku DMO předchází prenatální, perinatální či postnatální léze mozku či vývojová anomálie (Ošlejšková et al., 2015, s. 33; Miller a Bachrach, 2006, s. 36; Komárek et al., 2000, s. 61). Mezi příčiny přispívající k rozvoji DMO se řadí intrauterinní infekce (toxoplazmóza, herpetická infekce, rubeola a cytomegalie), vývojové anomálie, trauma mozku způsobené během probíhajícího porodu, hypoxické a ischemické postižení mozku (Komárek et al., 2000, s. 61). Přesná příčina vzniku DMO však není objasněna. S poruchou hybnosti

a postury se pojí poškození smyslů, citlivosti, vnímání, kognice, učení, komunikace, chování a přítomnost epilepsie. Mezi faktory předcházející vzniku DMO se řadí nízká porodní hmotnost, prematurita, intrauterinní růstová retardace a vícečetný porod (Ošlejšková et al., 2015, ss. 33–34). Podle typu poruchy se DMO dělí na spastickou, atetoidní, hypotonickou a ataktickou formu (Miller a Bachrach, 2006, s. 6). Anatomická topografie rozděluje DMO podle postižené části těla na monoparetickou, hemiparetickou, diparetickou a kvadraparetickou formu (Ošlejšková et al., 2015, s. 34).

Specifické motorické vzorce chování se vytváří po jednom až dvou letech života (Philippi et al., 2014, s. 960, Chen et al., 2016, s. 10). Avšak již během novorozeneckého a kojeneckého období můžeme sledovat abnormality v psychomotorickém vývoji (Ošlejšková et al., 2015, s. 37). U dětí s DMO není dostatečně vyvinutý fázický svalový systém. V důsledku toho nedojde ke správnému osovému zatížení kloubů a provedení rovnovážných funkcí (Kolář, 2001, s. 193). Ve třetím měsíci fidgety movements („neklidné pohyby“) úplně chybí nebo jsou abnormální. Kojenec není schopen udržet hlavu ve vzpřímené pozici v 6. měsíci věku (Ošlejšková et al., 2015, s. 37). Hlava se nachází v reklinaci kvůli nedostatečné aktivaci hlubokých flexorů krční páteře. Je patrné vnitřně rotační a protrakční postavení ramenních pletenců, anteverze pánve a neúplný vývoj lumbrikálních a interosseálních svalů (Kolář, 2001, s. 193). V 9. měsíci není kojeneček schopen samostatného sedu a vykazuje netypické svalové napětí. Batole není v 18. měsíci schopno samostatné chůze. U jedinců s DMO se objeví typické nůžkovité držení dolních končetin při chůzi, ataxie a snížená svalová síla během chůze (Ošlejšková et al., 2015, s. 37).

Hodnocení general movements („generalizované pohyby“) může pomoci předvídat rozvoj DMO. Nepřítomnost fidgety movements („neklidné pohyby“) je charakteristická pro rozvoj DMO (Chen et al., 2016, s. 9). Výskyt cramped synchronized general movements („křečovitě synchronizované generalizované pohyby“) je spojen s přítomností DMO (Ferrari et al., 2002, s. 460; Chen et al., 2016, s. 9). Čím dříve se cramped synchronized general movements objeví, tím horší postižení se v budoucnu projeví (Ferrari et al., 2002, s. 465).

Dle Philippiho závisí předpověď vzniku DMO na kinematických rysech opakovaných pohybů horních a dolních končetin. Periodický pohyb dolních končetin není schopen předpovědět DMO, ale je schopný identifikovat jedince s poruchou nervového systému. Strnulý pohyb dolních končetin nemůže být brán jako samostatný ukazatel napovídající na rozvoj DMO, ale může sloužit jako doplňkový znak pro zlepšení předpovědní hodnoty. Nejlepší validitu pro předpověď DMO má opakovaný pohyb horních končetin, ten však nedokáže předpovědět poruchu nervové soustavy (Philippi et al., 2014, s. 963).

3 Pohybové vzory

V dětském věku můžeme hodnotit velké množství pohybových vzorů, které slouží k odhalení motorického deficitu. Za tímto účelem je pozorována biomechanika general movements („generalizované pohyby“) (Karch et al., 2012, s. 307), kicking movements („spontánní kopání“) (Jeng, Chen a Yan, 2002, s. 158), reaching movements („dosahové pohyby“) (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, ss. 831–832) a pohyb center of pressure (COP) (Dusing et al., 2009, s. 1359).

3.1 General movements

General movements („generalizované pohyby“) (GMs) jsou komplexní, spontánní, velmi často se vyskytující pohyby (Kolář, 2012, s. 95). Jedná se o nejčastěji se objevující pohybové vzory plodu a novorozenců, které se vyskytují do první poloviny roku dítěte. Dlouhá doba výskytu GMs je výhodná pro observaci terapeutem (Karch et al., 2012, s. 307; Einspieler a Prechtel, 2005, ss. 61–62). Neporušené GMs jsou známkou integrity funkce CNS (Fallang a Hadders-Algra, 2005, s. 178).

3.1.1 Hodnocení general movements

U GMs můžeme hodnotit přítomnost writhing GMs („krouživé generalizované pohyby“), fidgety movements („neklidné pohyby“), chaotic GMs („chaotické generalizované pohyby“), cramped synchronized GMs („křečovitě synchronizované generalizované pohyby“) a chudý repertoár GM (Kolář, 2012, s. 95; Einspieler a Prechtel, 2005, ss. 62–63).

Poor GMs („chudé generalizované pohyby“) jsou monotónní pohyby. Je zde patrná omezená sekvence pohybu a komplexní pohyb jednotlivých částí těla je odlišný od normálních GMs (Kolář, 2012, s. 95; Einspieler a Prechtel, 2005, s. 62).

Cramped synchronized GMs („křečovitě synchronizované generalizované pohyby“) jsou trhavé, rigidní pohyby vyznačující se poruchou plynulosti a hladkosti. Dochází k téměř současné kontrakci a relaxaci končetin a trupu při lokomoci (Kolář, 2012, s. 95; Einspieler a Prechtel, 2005, s. 62).

Chaotic GMs („chaotické generalizované pohyby“) jsou pohyby končetin s vysokou amplitudou, objevující se náhodně, postrádající plynulost a hladkost (Kolář, 2012, s. 95; Einspieler a Prechtel, 2005, s. 63)

Writhing GMs („krouživé generalizované pohyby“) se u novorozenců narozených v termínu začínají objevovat od prvního dne narození a mizí mezi 6–9. týdnem PGA. Jedná se

o eliptický pohyb se střední amplitudou a nízkou rychlostí (Einspieler a Prechtel, 2005, s. 62; Waldmeier et al., 2013, s. 434).

Fidgety movements („neklidné pohyby“) (FMs) jsou kontinuální, cirkulární pohyby krku, trupu a končetin, které se začínají objevovat kolem 6. týdne PGA a vyskytující se do 3.–5. měsíce života (Einspieler, Peharz a Marschik, 2016, s. 65; Kolář, 2012, s. 95). Jestliže jsou FMs abnormální nebo úplně chybí, je vysoká pravděpodobnost neurologického postižení (Kolář, 2012, s. 95; Einspieler, Peharz a Marschik, 2016, s. 64). Abnormálnost FMs spočívá ve zvýšené amplitudě, rychlosti a trhanosti pohybu. Úplná absence FMs vede k rozvoji DMO s mírným motorickým postižením (Kolář, 2012, s. 95). Pokud jsou FMs normální, ale posturální vzory nejsou věkově odpovídající a pohyb je monotónní, mohou být kognitivní a jazykové schopnosti ve školním věku zaostalé (Einspieler, Peharz a Marschik, 2016, s. 64).

Kvalita GMs u novorozenců s velmi nízkou porodní hmotností během prvních dní života výrazně kolísá a GMs jsou velmi motoricky chudé. Septikémie (otrava krve) a umělá plicní ventilace je spojená se zhoršením GMs, v případě septikémie také s hypokinezi (de Vries, Erwich a Bos, 2008, s. 763).

Klíčovým aspektem GMs je variabilita pohybu. Nedostatek variability pohybu naznačuje netradiční motorický vývoj a může být považován za raný znak vývojových vad. Schopnost variabilní adaptace je spojená s výběrem nejvíce vhodného pohybu pro daný úkol z mnoha typů variabilních pohybů (Karch et al., 2012, s. 307).

3.1.2 Vývoj general movements

GMs u předčasně narozených novorozenců mezi 28.–38. týdnem GA jsou velmi variabilní. Amplituda pohybu je menší a rychlost pohybu kolísá mezi střední a mírnou rychlostí. Přibližně od 1–9. týdne PGA začínají nastupovat writhing GMs, které jsou pomalejší a je patrné menší zapojení pohybu pánve a trupu. FMs se začínají objevovat asi od 9.–20. týdne PGA nepravidelně na různých částech těla jako je hlava, krk, trup a končetiny (Chen et al., 2016, s. 8; Einspieler, Peharz a Marschik, 2016, s. 65).

3.1.3 Vztah general movements s center of pressure a dětskou mozkovou obrnou

Odhalit přítomnost DMO lze pomocí hodnocení GMs. Absence FMs může poukazovat na riziko rozvoje DMO. Výskyt cramped synchronized GMs souvisí s přítomností DMO (Chen et al., 2016, s. 9).

Fallang, Saugstad a Hadders-Algra (2003, s. 831) ve své studii zjistili, že kvalita GMs souvisí s chováním COP. Předčasně narození kojenci s normálními GMs mají menší pohyb COP v kраниokaudálním i mediolaterálním směru na rozdíl od kojenců s abnormálními GMs.

Bylo poukázáno na spojení mezi stereotypním pohybem horních končetin a počátkem vzniku DMO. U dětí s DMO se objevovalo vyšší stereotypní chování pro horní končetiny a nižší stereotypní chování pro dolní končetiny. Zatímco jedinci bez DMO vykazovaly podobné stereotypní chování pro horní i dolní končetiny (Karch et al., 2012, s. 310)

3.2 Kicking movements

Kicking movements („spontánní kopání“) patří mezi nejčastější motorické chování novorozenců, které následně hraje důležitou roli ve vývoji bipedální lokomoce. Kicking movements mají podobnou prostorovou a časovou strukturu jako lokomoce dospělých jedinců (Landgraf, Carvalho a Tudella, 2013, s. 57; Jeng, Chen a Yau, 2002, s. 150).

Kicking movements jsou pravděpodobně automaticky vytvářené pohyby ve spinální míše, nikoliv ve vyšších nervových centrech, proto abnormální pohyb dolních končetin neodráží stav vyšších motorických center (Halek et al., 2015, s. 659). Heriza (1988a, ss. 1340, 1345) tvrdí, že spontánní pohyby dolních končetin jsou vysoce synergistické a postnatální události je narušují jen velmi obtížně.

Kicking movements můžeme popsat pomocí kick cycle („cyklus kopání“):

- 1) Flekční fáze – pohyb dolních končetin je prováděn v horizontální rovině směrem k tělu, flekční fáze je ukončena, jakmile se pohyb zastaví nebo se změní horizontální rovina ve frontální,
- 2) intrakick pause – jedná se o časový interval mezi skončením flekční fáze a začátkem extenční fáze,
- 3) extenční fáze – dolní končetiny se pohybují směrem od těla, dokud neustane pohyb v horizontální rovině,
- 4) interkick pause – jde o časový interval mezi koncem extenze a začátkem další flekční fáze (Heriza, 1988a, s. 1342; Heriza, 1988b, s. 1689).

Kloubní synergie je důvodem pravidelného, typicky časově a prostorově determinovaného charakteru kicking movements. Při pohybu jednoho kloubu na dolní končetině vzájemná vysoká koordinace mezi jednotlivými klouby dolní končetiny umožní předpovědět pohyb ostatních dvou kloubů. V průběhu kick cycle dochází jen k malému opoždění pohybu jednotlivých kloubů, což znamená, že se klouby začaly hýbat nebo dosáhly vrcholu ve velmi podobném časovém úseku (Heriza, 1988a, ss. 1342–1345; Heriza, 1988b, s. 1691; Jeng, Chen a Yan, 2002, s. 150). Kratší délka těhotenství má vliv na variabilitu mezikloubní koordinace a vývoj kicking movements (Jeng, Chen a Yan, 2002, s. 158).

Věk je velmi zásadní veličina charakterizující četnost kicking movements. S rostoucím věkem dojde ke snížení četnosti kicking movements. Do 4. měsíce věku jsou kicking movements velmi hojné. V 5. a 6. měsíci věku dojde k jejich poklesu (Landgraf, Carvalho a Tudella, 2013, s. 60). Charakter kicking movements je rovněž závislý na zvyšujícím se věku jedince. Dochází k poklesu četnosti unilaterálních kicking movements a zvýšení frekvence synchronních kicking movements (Jeng, Chen a Yan, 2002, s. 155).

3.2.1 Kicking movements u jedinců narozených v termínu

U jedinců narozených v termínu je celková doba trvání kick cyclu kratší a frekvence pohybu vyšší kvůli méně častému zastavování pohybu během interkick a intrakick pauz než u nedonošených novorozenců. Flekční a extenční fáze kick cyclu je provedena rychleji než u předčasně narozených novorozenců. V hlezenním kloubu je pozorována větší dorzální flexe než u novorozenců narozených v předtermínu (Heriza, 1988b, ss. 1690–1691).

Amplituda pohybu narůstá spolu se zvyšujícím se věkem jedince. Mezi 2.–4. měsícem PGA dochází ke snižování frekvence kicking movements a reorganizaci pohybu pomocí neurálních změn. Spontánní novorozenecké pohyby se mění na distální, cíleně řízené pohyby, objevuje se pouze pár kicking movements, jedinci si více hrají s vlastníma rukama, natahují se za hračkou, vokalizují a smějí se. Ve 4. měsíci převažuje extenční fáze a dochází k individualizaci pohybu v kloubu. Pohyb je nejprve zahájen semiflexí v kyčelním kloubu, následně semiflexí v kolenním kloubu, nakonec dojde k plné flexi v kyčelním kloubu s extendovaným kolenním kloubem. Jedinci narození v termínu mají vyšší variabilitu kicking movements. Variabilita poskytuje evoluční a funkční výhodu při adaptaci na změny okolního prostředí (Jeng, Chen a Yan, 2002, ss. 154–158).

3.2.2 Kicking movements u předčasně narozených jedinců

Hlezenní kloub se u předčasně narozených novorozenců nachází více v extenzi než u novorozenců narozených v termínu (Heriza, 1988b, s. 1691). Hlezenní kloub u předčasně narozených novorozenců ve 34.–36. týdnu GA zahajoval flekční i extenční fázi, poté byl následován kyčelním kloubem a v závěru kolenním kloubem (Heriza, 1988a, s. 1343; Heriza, 1988b, s. 1689).

Předčasně narození novorozenci mezi 34.–36. týdnem GA vykazovali delší pauzy mezi interkick a intrakick fází než novorozenci narození v termínu. Tudíž byla frekvence kicking movements u předčasně narozených novorozenců nižší než u novorozenců narozených v termínu. Ve 40. týdnu GA došlo ke zvýšení frekvence kicking movements (Heriza, 1988a,

s. 1343). Zvyšování frekvence souvisí se zlepšením fyzické kondice u dětí s perinatálním poškozením v průběhu času (Jeng, Chen a Yan, 2002, s. 156).

Během extenční fáze byla pozorována zevní rotace v kyčelním kloubu. V průběhu flekční fáze rotace směřovala k anatomicky neutrální pozici. U nedonošených novorozenců mezi 34.–36. týdnem GA byla patrná větší inverze v hlezenním kloubu. Zatímco ve 40. týdnu GA se v hlezenním kloubu střídala inverze s everzí (Heriza, 1988a, ss. 1345–1346).

Nedonošení novorozenci s nízkou porodní váhou vykazují nedostatek variability pro přizpůsobení se změnám prostředí během vývoje pohybu dolních končetin (Jeng, Chen a Yan, 2002, s. 156). Předčasně narození novorozenci mezi 30.–38. týdnem GA a nízkou porodní hmotností vykazují po dosažení 2.–4. měsíce PGA stejné kicking movements a vývojové trendy jako stejně staří kojenci narození v termínu. Zatímco velmi předčasně narození novorozenci (méně než 30 týdnů) s nízkou porodní hmotností projevují vyšší frekvenci kicking movements a kratší flekční fázi ve 4. měsíci PGA. Mezi 2.–4. měsícem je u velmi předčasně narozených novorozenců s nízkou porodní hmotností pozorována vyšší koordinace mezi kyčelním kloubem a kolenním kloubem a nižší variabilitu pohybu (Jeng, Chen a Yan, 2002, ss. 156–158).

3.3 Reaching movements

Reaching movements („dosahové pohyby“) jsou cílené pohyby, které se začínají objevovat ve 4. měsíci PGA (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 827). Avšak vývoj reaching movements probíhá v průběhu celého prvního roku života jedince a je ovlivněn vnitřními i vnějšími faktory. Mezi vnitřní faktory se řadí věk jedince, posturální kontrola a předchozí zkušenost s reaching movements. Pozice jednotlivých segmentů těla a vlastnosti objektu patří k vnějším faktorům (Campbell, Palisano a Orlin, 2012, s. 111). Se vznikem reaching movements začínají kojenci nezávisle objevovat své okolí a manipulovat s objekty, které se v něm nachází. Reaching movements ovlivní motorický, sociální, kognitivní a percepční vývoj dítěte (Ohgi et al., 2008, s. 1028).

Kvalita reaching movements se zlepšuje v závislosti na lepší posturální stabilitě (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2000, ss. 15–16; Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 831; Campbell, Palisano a Orlin, 2012, s. 113). Významný vliv na kvalitu provedení reaching movements má pozice daného jedince, což můžeme demonstrovat na pozitivním efektu opření chodidel v supinační poloze na průběh reaching movements (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2000, ss. 15–16; Campbell, Palisano a Orlin, 2012, s. 113). Další příkladem potvrzujícím vztah kvality reaching movements na pozici jedince je bimanuální strategie pohybu u kojenců, kteří nejsou schopni samostatného sedu (Grönqvist, Strand Brodd a von Hofsten, 2011, s. 231).

Reaching movements jsou ovlivněny zadáním úkolu a pozicí objektu. Jestliže se objekt pohybuje, trajektorie reaching movements je přímější než u nehybného objektu (Campbell, Palisano a Orlin, 2012, s. 113).

Použití bimanuální či unimanuální strategie v dosahování a uchopování nehybných či pohybujících se objektů se mění v průběhu prvního roku života. Při chytání pohybujícího se předmětu je kladena vyšší náročnost na načasování i dosah. Symetrické použití obou horních končetin může pomoci jedinci zvýšit stabilitu, přesnost a dosah pohybu. Zvýšená bimanuální strategie může odrážet zpoždění motorického systému nebo jeho nevyzrállost (Grönqvist, Strand Brodd a von Hofsten, 2011, s. 231).

Většina jedinců narozených v termínu a předčasně narozených jedinců s nízkým rizikem poškození vykazují optimální reaching movements. Zatímco u předčasně narozených jedinců s vysokým rizikem poškození můžeme pozorovat abnormální reaching movements (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, ss. 831–832).

3.3.1 Reaching movements u jedinců narozených v termínu

Starší novorozenci jsou schopni provést cílenější pohyb ruky směrem k objektu než mladší novorozenci narození v termínu (Bergmeier, 1992, s. 9). Mezi 1.–19. týdnem PGA začínají jedinci projevovat zájem o pomalu se pohybující objekt (Campbell, Palisano a Orlin, 2012, s. 111). Se zvyšujícím se věkem jedince dochází k vývoji reaching movements. Mezi 12.–24. týdnem PGA dojde ke zdokonalení posturální kontroly a vzniku nových pohybových strategií. Pro provedení reaching movements je potřebné menší množství motorických jednotek, méně zakřivená trajektorie horní končetiny a kratší aktivace motorické jednotky (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2000, s. 16). Optimálně se vyvíjející kojenci mezi 5.–9. měsícem PGA používají v sedu stejné motorické vzorce pro dosahové aktivity a uchopení nehybného objektu v horizontální rovině jako dospělí jedinci. Ve stejném věku je pozorováno využití zrakové kontroly na konci reaching movements pro opravení chyb v trajektorii ruky. Pokud není během 6.–7. měsíce PGA uplatněna vizuální zpětná vazba, začíná se objevovat porucha provedení reaching movements (Campbell, Palisano a Orlin, 2012, s. 113).

Bimanuální dosahová aktivita přetrvává, dokud jedinec není schopný samostatně přibližně v průběhu 6.–7. měsíce PGA ovládat jednu horní končetinu (Campbell, Palisano a Orlin, 2012, s. 114). Použití bimanuální strategie bylo čtenější v 6. a 10. měsíci, zatímco v 8. měsíci převažovala unimanuální strategie (Grönqvist, Strand Brodd a von Hofsten, 2011, s. 231).

3.3.2 Reaching movements u předčasně narozených jedinců

Strategie pohybu velmi předčasně narozených novorozenců je méně optimální a efektivní, avšak plánování pohybu není narušeno (Grönqvist, Strand Brodd a von Hofsten, 2011, s. 231; Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 827).

U předčasně narozených novorozenců starších 4 měsíců PGA došlo k větší aktivaci posturálních svalů během reaching movements než u stejně starých novorozenců narozených v termínu (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 827; Fallang a Hadders-Algra, 2005, s. 76). Ve 4. měsíci předčasně narození novorozenci s nízkým rizikem poškození prokazují více optimální reaching movements než novorozenci narození v termínu a předčasně narození novorozenci s vysokým rizikem poškození. Toto výhodnější provedení pohybu bylo spojeno s lepší kvalitou GMs. Avšak v 6. měsíci toto optimální reaching chování u předčasně narozených kojenců s nízkým rizikem poškození zmizelo. Na kvalitu reaching movements předčasně narozených s nízkým rizikem poškození může mít pozitivní vliv delší extrauterinní vývoj (Fallang et al., 2003, ss. 840–841).

Při uchopování pohybujících se objektů a cílení pohybu jsou velmi předčasně narození kojenci v 8. měsíci PGA stejně úspěšní jako stejně staří kojenci narození v termínu. Avšak velmi předčasně narození jedinci potřebují mnohem více úsilí při uchopování, které se projevují kompenzačními mechanismy. Tyto mechanismy se vztahují k zacilování objektu a rychlosti provedení pohybu. Cílení pohybu je směřováno mnohem více před pohybující se objekt a rychlost pohybu je vyšší (Grönqvist, Strand Brodd a von Hofsten, 2011, ss. 231–232).

Četnost bimanuálních pohybů u předčasně narozených jedinců je dvakrát větší než u jedinců narozených v termínu. Velmi předčasně narození kojenci používali více zakřivenou a trhavou trajektorii pohybu než kojenci narození v termínu (Grönqvist, Strand Brodd a von Hofsten, 2011, ss. 231–232).

3.3.3 Reaching movements u jedinců s lehkou mozkovou dysfunkcí a dětskou mozkovou obrnou

Lehká mozková dysfunkce (LMD) je nehomogenní a neohrazený termín, vyskytující se u 5–10 % dětí školního věku. LMD můžeme rozdělit do tří skupin, které se však mohou vzájemně kombinovat. Do první skupiny patří poruchy pozornosti a chování (hyperaktivita), pro druhou skupinu je typická porucha školních dovedností (dyslexie, dysgrafie, dyskalkulie, dysfázie) a ve třetí skupině jsou patrné motorické obtíže (dyspraxie, dyskoordinace) (Komárek et al., 2000, s. 66).

Kojenci s LMD prokázali méně organizované reaching movements. Kompenzačním mechanismem u kojenců s LMD je zacílení více dopředu před pohybující se objekt, tím získávají k dispozici více času při snaze o kontakt s pohybujícím se objektem (Grönqvist, Strand Brodd a von Hofsten, 2011, s. 231).

Kvalita reaching movements je ovlivněna u jedinců s DMO, kteří vykazují atypickou posturální kontrolu (Campbell, Palisano a Orlin, 2012, s. 113).

3.4 Pohyb center of pressure

Trajektorie všech tlakových sil působící na kontakt těla s podložkou se promítají do oblasti COP (Janura et al., 2012, s. 40). Pohyb COP u předčasně narozených jedinců se liší od pohybu COP u jedinců narozených v termínu (Fallang a Hadders-Algra, 2005, s. 178; Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 829; Dusing et al., 2009, s. 1359). Délka či hmotnost těla nemá vliv na chování COP. Mírné abnormality mozku přítomné na ultrazvukových snímcích nejsou funkčně spojeny s chováním COP (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, ss. 831–832). Posturální aktivita může být hodnocena nepřímo pomocí těžiště (center of mass) a jeho pohybu v čase (Halek et al., 2015, s. 660).

3.4.1 Pohyb center of pressure u jedinců narozených v termínu

U novorozenců narozených v termínu byla zaznamenána vyšší rychlost pohybu COP. Větší pohyb nastal v mediolaterálním směru než v kraniokaudálním směru. S rostoucím věkem dochází k poklesu pohybu COP (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 827; Fallang a Hadders-Algra, 2005, s. 178; Saugstad a Hadders-Algra, 2000, s. 16). Mezi 4.–6. měsícem PGA došlo u jedinců narozených v termínu k poklesu pohybu COP v obou směrech, ale rychlost pohybu COP zůstala nadále stejná (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 830).

U starších dětí byl nalezen vztah mezi poklesem pohybu COP a nárůstem posturální kontroly. Zkušenost a vyzrávání hraje roli ve zlepšení posturální kontroly (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2000, s. 16).

Provedení reaching movements je závislé na pozici těla kojence. Pro zachování posturální stability v supinační poloze během reaching movements je nutná větší aktivace MU než v sedu (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 827; Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2000, s. 15).

3.4.2 Pohyb center of pressure u předčasně narozených jedinců

Předčasně narození jedinci projevovali imobilní posturální chování. To znamená, že byla vykonaná jen velmi malá dráha pohybu COP. Toto chování může být spojeno se snížením

stupňů volnosti a zvýšením aktivity v posturálním svalstvu. Kvůli zajištění pozice hlavy a ramen dochází k lepší kvalitě reaching movements. Předpokládá se, že tato motorická adaptace je pouze dočasná a adekvátní v supinační poloze. U předčasně narozených může dojít v pozdějším věku k neadekvátnímu motorickému učení a vývoji (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 832).

Rychlost pohybu COP u předčasně narozených je nižší než u narozených v termínu (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 830; Fallang a Hadders-Algra, 2005, s. 178; Housková, 2015, s. 45). S narůstajícím časem se však rychlost pohybu COP zvyšuje (Housková, 2015, s. 45). U předčasně narozených novorozenců byl pozorován větší pohyb v kraniokaudálním směru než u novorozenců narozených v termínu (Dusing et al., 2009, s. 1354; Housková, 2015, s. 49). Ve 4. měsíci PGA se COP u předčasně narozených kojenců vychylovalo v kraniokaudálním a mediolaterálním směru výrazně méně než u stejně starých kojenců narozených v termínu. Mezi 4.–6. měsícem PGA nedošlo k žádným výrazným změnám. V 6. měsíci bylo vychýlení COP menší než u stejně starých kojenců narozených v termínu (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, ss. 829–830).

4 Objektivní a subjektivní metody hodnocení posturálního chování novorozenců

Raná analýza pohybu vypovídá o stavu nervového systému zdravých jedinců i jedinců u nichž jsou přítomny známky postižení. Tradiční hodnocení motorického chování dětí a integrity CNS pomocí vyšetřování reflexů a dosažení motorických milníků poskytuje jen velmi málo informací o organizaci pohybu (Heriza, 1988a, s. 1340).

Vizuální diagnostika založená na pozorování spontánních motorických schopností dítěte zkušeným lékařem se řadí mezi subjektivní metody hodnocení motorického chování. Kvalitativní analýza je synonymum pro subjektivní metody hodnocení pohybu (Kunschke, 2007, s. 1). Objektivní metody hodnotí biomechaniku pohybu pomocí různých metod, jejichž výstupem jsou číselné hodnoty umožňující vysokou kvalitu hodnocení pohybu. Objektivní metody jsou také označovány jako kvantitativní metody (Janura et al., 2012, s. 9).

4.1 Přehled kvalitativních metod hodnocení pohybu

Kvalitativní analýza slouží k popisu a hodnocení pohybu na základě různých testů v klinické praxi (Heinze et al., 2010, s. 769; Waldmeier et al., 2013, s. 433), avšak bez měření konkrétních fyzikálních veličin. Tento způsob přináší řadu významných poznatků, ale jeho nevýhodou je nemožnost kvantifikace výstupních veličin a jejich srovnání (Janura et al., 2012, str. 9, Chen et al., 2016, s. 8). Kvalitativní analýza podléhá zkušenostem pozorujícího lékaře (Donati et al., 2014, s. 511; Halek et al., 2014, s. 657; Gravem, 2012, s. 5; Heinze et al., 2010, s. 769). Jestliže je lékař nezkušený, kvantitativní analýza poskytuje pouze nevelkou spolehlivost (Heinze et al., 2010, s. 769). Pomocí kvalitativní analýzy můžeme poznat prožívání člověka účastnícího se výzkumu a získat další informace, které přispějí k rozšíření empirických znalostí (Corbin a Strauss, 2008, s. 12). Jestliže je narušena integrita nervového systému, kvalitativní změna pohybu může předcházet kvantitativním změnám (Heriza, 1988a, s. 1340).

V České republice se můžeme setkat s hodnocením posturálního vývoje podle Vojty (Kolář, 2012, s. 95). V zahraničí jsou upřednostňovány postupy dle Prechtla, Touwena, Dubowitz a Dubowitzové (Kolář, 2012, s. 95; Wusthoff, 2013, s. 148). Dále jsou využívány vývojové testy Griffiths Developmental Scale, Brazelton Scale, neurobehaviorální testy The Assessment of Preterm Infants' Behavior, Neurobehavioral Assessment of the Preterm Infants, Neonatal Behavioral Assessment Scale, NICU Network Neurobehavioral Scale (Lean, Smyser a Rogers, 2017, s. 429; Kolář, 2012, s. 95; Wusthoff, 2013, s. 148).

4.1.1 Hodnocení dle Vojty

Hodnocení dle Vojty se zaměřuje na vývojovou kineziologii, vyšetření primitivních reflexů a polohových reakcí (Skaličková-Kováčiková, 2017, s. 51). Vyšetřovaných reflexů je velké množství (sací, hledací, břišní, plantární, suprapubický, zkřížený extenční, šlachookosticový, kořene ruky, tonický úchopový na horních a dolních končetinách, Babkinův, Moro, Rosolimo, Galantův, asymetrický tonický a symetrický tonický šijový reflex, chůzový automatismus atd.). Existuje celkem 7 polohových testů, které vyšetřují posturální reaktivitu. Jedná se o trakční zkoušku, Landauovu zkoušku, axilární vis, Vojtovo boční sklopení, horizontální závěs dle Collisové, reakci podle Peipera a Isberta a vertikální závěs dle Collisové (Skaličková-Kováčiková, 2017, ss. 60, 62).

4.1.2 Hodnocení general movements dle Prechtl

Prechtlova metoda hodnotí spontánní pohybovou aktivitu GMs, a to především poor GMs, cramped-synchronized GMs, chaotic GMs, absenci či abnormálnost FMs (Kolář, 2012, s. 94; Einspieler a Prechtl, 2005, s. 63). Hodnocení GMs umožňuje brzké odhalení přítomnosti DMO a následnou včasnou intervenci, která zabrání rozvoji patologických změn spojených s DMO. Lékaři a terapeuti musí absolvovat školení zaměřené na hodnocení GMs (Einspieler a Prechtl, 2005, s. 64–66).

4.1.3 Hodnocení dle Dubowitz

Hodnocení dle Dubowitz je krátké vyšetření předčasně narozených novorozenců nebo novorozenců narozených v termínu, které by nemělo trvat déle než 10–15 minut. Není vyžadováno žádné speciální školení pediatrů či neonatologů pro potřebnou kvalifikaci. Testuje se 34 bodů, které jsou rozděleny do šesti skupin: tonus, vzory napětí svalu, reflexy, pohyby, abnormální znaky a chování (Wusthoff, 2013, s. 149; Dubowitz, Ricci a Mercuri, 2005, s. 52). S mírnými modifikacemi může být provedeno také hodnocení novorozenců v inkubátoru či s umělou podporou respiračního systému (Wusthoff, 2013, s. 149).

4.1.4 Neurobehavioral Assessment of the Preterm Infants

Neurobehavioral Assessment of the Preterm Infants hodnotí neurobehaviorální a motorický stav předčasně narozených novorozenců od 32. týdne GA až do doby termínového porodu. Hodnotí se 7 základních kategorií: příznak šály, motorický vývoj a kvalita spontánní hybnosti, popliteární úhel, bdělost a orientace, iritabilita (registruje přítomnost pláče), kvalita pláče a procentuální hodnota spánku. Výsledné skóre poskytuje bezprostřední informace o stavu dítěte (Svobodová et al., 2018, ss. 215–219).

4.1.5 The Assessment of Preterm Infants' Behavior

The Assessment of Preterm Infants' Behavior je neurobehaviorální vyšetření vhodné pro předčasně narozené novorozence, rizikové novorozence a novorozence narozené v termínu do jednoho měsíce po jejich narození. Pojednává o observaci jednotlivých podsystémů a jejich interakci s okolním prostředím. Hodnotí se autonomní podsystém (dýchání, barva a trávení), motorický podsystém (postura, tonus a pohyb), pozornost, organizace stavu a seberegulace (snaha a úspěch). Okolní prostředí je zastupováno různými vestibulárními a taktilními podněty (Als et al., 2005, s. 94).

4.2 Přehled kvantitativních metod hodnocení pohybu

Kvantitativní analýza vyžaduje pro své uskutečnění technické a přístrojové vybavení. Pořizovací cena těchto zařízení a jejich provoz jsou mnohdy finančně náročné. Výstupem analýzy jsou však přímo číselné hodnoty, které umožní vysokou kvalitu metody (Janura et al., 2012, s. 9).

Kvantitativní metody hodnocení pohybu se rozdělují do několika skupin (viz tabulka 1, s. 31).

Tabulka 1 Rozdělení kvantitativních metod pro biomechanickou analýzu pohybu (Janura et al., 2012, s. 10)

Kinematické	Kinetické	Ostatní	Hodnocení biomechaniky tkání
videografická metoda goniometrie chronografie stroboskopie	dynamometrie dynamografie dynamická plantografie	EMG	měření mech. vlastností tkání fotoelasticimetrie
akcelerometrie			

Práce se zaměřuje především na tyto analýzy pohybu, a proto je jednotlivým metodám vyčleněna samostatná kapitola textu.

5 Kvantitativní analýza

K objektivnímu hodnocení posturálního chování novorozenců se využívají kinematické metody (Philippi et al., 2014, s. 963; Landgraf, Carvalho a Tudella, 2013, s. 57; Grönqvist, Strand Brodd a von Hofsten, 2011, s. 231; Halek et al., 2015, s. 657; Ohgi et al., 2008, s. 1025), kinetické metody (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 832; Boughorbel, Bruekers a Breebaart, 2010, s. 556; Dusing et al., 2009, s. 1354; Donati et al., 2014, s. 520) a elektromyografie (EMG) (Hadders-Algra et al., 1992, s. 232).

5.1 Kinematické metody

Kinematické metody klasifikují pohyb bez ohledu na příčinu (sílu), která ho způsobuje (Poutney et al., 2007, s. 45; Janura et al., 2012, ss. 9–10; Winter, 2009, s. 10; An a Chao, 1984, s. 586). Kinematická metoda hodnotí vizuálně pozorovatelnou kvantitu pohybu, a to pomocí pozice segmentů lidského těla a kloubů (Poutney et al., 2007, ss. 44–46).

5.1.1 Kinematická analýza

Pro zaznamenání pohybu se používají různě umístěné videokamery (An a Chao, 1984, s. 594). Při zkoumání subjektů je pohyb probíhající v jedné rovině spíše výjimkou. Tudíž je nutné použít pro zaznamenání pohybu větší množství kamer. Poté je rovinný pohyb nahrazen prostorovým pohybem (Janura et al., 2012, s. 14).

K získání základních kinematických veličin jako je dráha, úhel, zrychlení, rychlost a úhlová rychlost se využívá vyhodnocování videozáznamů určitých bodů na lidském těle (Janura et al., 2012, s. 14, An a Chao, 1984, s. 586) Základní kinematické veličiny jsou nejčastěji získávány z center kloubů na horních i dolních končetinách, anatomických prominencí, krajních pozic končetin a těžiště segmentů těla (Janura et al., 2012, s. 26; Winter, 2009, s. 10).

Pro určení souřadnic bodů se používají také optoelektrické systémy. Na anatomické body jsou připojeny aktivní nebo pasivní optické senzory. Odrážený nebo vysílaný signál pomocí těchto senzorů je zpracován pomocí přijímače a poté je určena poloha sledovaných bodů (Janura et al., 2012, s. 15). Použití dvou gyroskopů a jedné silové plošiny může poskytnout spolehlivou náhradu optoelektrického systému. Umístění gyroskopů na jedné paži umožňuje nejvyšší přesnost měření. Výhodou je snadné a rychlé použití, krátká doba na přípravu systému, nízká cena a možnost neinvazivního měření několikrát během dne. Tento systém je vhodný i pro domácí použití (Rihar et al., 2013, ss. 12–13).

Poloha končetin a úhly v kloubech jsou dostatečně přesně změřeny díky kinematickým systémům. Avšak pro výpočet lineární a úhlové rychlosti je nutná derivace dat polohy, a tak může docházet k chybám v měření. Mezi častou chybou patří nepřesné určování antropometrických charakteristik subjektu. Během měření je nutné zajistit, aby nedocházelo k posunům značek, které jsou způsobeny pohybem měkkých tkání. Značky nesmí narušovat pohyb sledovaného subjektu (Janura et al., 2012, ss. 26, 29).

2D kinematická analýza

Jedná se o rovinou analýzu, při níž je nutné k definování segmentu použít dvě značky. 2D souřadnice získáme použitím pouze jednoho záznamového zařízení (Janura et al., 2012, ss. 14, 26).

2D kinematická analýza nachází uplatnění při hodnocení GMs, a to konkrétně FMs u novorozenců narozených v termínu v supinační poloze. Valle et al. (2015, ss. 556–557) hodnotili FMs kojenců ve stáří od 9.–18. týdnů PGA. V práci hodnotili spolehlivost 2D kinematické analýzy a výsledky studie naznačují, že 2D kinematická analýza může být spolehlivě použita k hodnocení GMs u dětí narozených v termínu. Ferrari et al. (2016, s. 220) provedli longitudinální pozorování, při kterém zkoumali FMs od 2. týdne PGA a poté každé dva týdny až do 20. týdne PGA. Novorozence pozorovali po dobu 10 minut, bez jakékoliv zevní stimulace. Autoři v práci detailně popsali výskyt FMs podle stáří jedinců.

3D kinematická analýza

U této prostorové analýzy je nutné využít tři navzájem různé značky neležící na jedné přímce pro určení daného segmentu. K zaznamenání prostorového pohybu slouží alespoň dvě kamery (Janura et al., 2012, ss. 14, 26).

3D kinematická analýza se používá k hodnocení prostorového pohybu označených anatomických bodů na těle v průběhu času (Landgraf, Carvalho a Tudella, 2013, s.57; Jeng, Chen a Yau, 2002, s. 150; Halek et al., 2015, s. 657). Hodnotí se také rychlost a zrychlení segmentů, pohybová koordinace mezi segmenty i nevhodné umístění segmentu (Jeng, Chen a Yan, 2002, s. 150). Prostorová analýza umožňuje vzájemné odlišení rovin probíhajícího pohybu a určení polohy pohybujícího se segmentu (Poutney et al., 2007, s. 45). Každý segment má svou vlastní osu pohybu (Winter, 2009, s. 10).

3D kinematická analýza se osvědčila jako vhodná objektivní metoda pro hodnocení motorického chování novorozenců. Touto metodou můžeme klasifikovat general movements (Karch et al., 2012, s. 310; Philippi et al., 2014, s. 963; Maříková, 2013, ss. 30–33; Van der Heide et al., 1999, s. 546), kicking movements (Landgraf, Carvalho a Tudella, 2013, s. 57;

Heriza, 1988b, s. 1688; Heriza, 1988a, s. 1340; Jeng, Chen a Yau, 2002, s. 148), reaching movements (Grönqvist, Strand Brodd a von Hofsten, 2011, s. 231; Fallang, Saugstad, Groggaard a Hadders-Algra, 2003, s. 837) a pohyb center of mass (COM) (Halek et al., 2015, s. 657).

Někteří autoři se zabývali popisem general movements dolních končetin (Van der Heide, 1999, s. 546; Karch et al., 2012, s. 310; Philippi et al., 2014, ss. 961–962; Maříková, 2013, s. 36), jiní zkoumali general movements horních končetin (Karch et al., 2012, s. 310; Philippi et al., 2014, ss. 961–962) a trupu (Maříková, 2013, s. 36).

General movements byly hodnoceny u předčasně narozených novorozenců (Van der Heide et al., 1999, s. 546; Maříková, 2013, s. 36), novorozenců narozených v termínu (Maříková, 2013, s. 36) i novorozenců s možným rizikem propuknutí DMO (Karch et al., 2012, s. 310; Philippi et al., 2014, s. 963)

Hodnocení kicking movements probíhalo u novorozenců narozených v termínu (Landgraf, Carvalho a Tudella, 2013, s. 58; Jeng, Chen a Yan, 2002, s. 151; Heriza, 1988b, s. 1688), předčasně narozených (Heriza, 1988a, s. 1341) a předčasně narozených s velmi nízkou porodní hmotností (Jeng, Chen a Yan, 2002, s. 151).

Při hodnocení kicking movements jsou na těle dítěte označeny specifické anatomické body, a to nejčastěji báze hlavičky pátého metatarzu, laterální kotník, laterální kondyl femuru, laterální strana kyčelního kloubu (viz obrázek 2, s. 34) (Heriza, 1988b, s. 1688; Heriza, 1988a, s. 1341; Jeng, Chen a Yau, 2002, s. 151; Landgraf, Carvalho a Tudella, 2013, s. 60).



Obrázek 2 Označení anatomických bodů při hodnocení kicking movements (Heriza, 1988a, s. 1342)

Zkoumání reaching movements probíhalo u novorozenců narozených v termínu (Grönqvist, Strand Brodd a von Hofsten, 2011, s. 226), předčasně narozených (Fallang,

Saugstad, Groggaard a Hadders-Algra, 2003, s. 837) a velmi předčasně narozených (Grönqvist, Strand Brodd a von Hofsten, 2011, s. 226).

Reaching movements byly stimulovány objektem, který se pohyboval (Grönqvist, Strand Brodd a von Hofsten, 2011, s. 227) nebo byl nehybný (Fallang, Saugstad, Groggaard a Hadders-Algra, 2003, s. 837).

Děti při vyšetřování reaching movements seděly (Grönqvist, Strand Brodd a von Hofsten, 2011, s. 227) nebo ležely na zádech (Fallang, Saugstad, Groggaard a Hadders-Algra, 2003, s. 837).

Ke klasifikaci reaching movements byly použity značky připevněné k ruce jedince (Fallang, Saugstad, Groggaard a Hadders-Algra, 2003, s. 837; Grönqvist, Strand Brodd a von Hofsten, 2011, s. 227).

Při měření pohybu COM byly na těle předčasně narozených novorozenců a novorozenců narozených v termínu označeny následující anatomické body: nos, zevní zvukovod, hlavice ramenního kloubu, mediální epikondyl humeru, zápěstí, pupek, processus xiphoideus, hlavice kyčelního kloubu a mediální kotník (Halek et al., 2015, s. 658).

Hodnocení GMs prostřednictvím 3D kinematické analýzy můžeme využít pro předpověď vzniku DMO (Karch et al., 2012, s. 310; Philippi et al., 2014, s. 963). Krátké, stereotypní pohyby horních končetin předpovídají rozvoj DMO. Zatímco stereotypní pohyby dolních končetin mohou naznačovat vznik jakéhokoliv postižení nervové soustavy (Philippi et al., 2014, ss. 963–964).

Výhody použití kinematické analýzy

- 1) Všechny pohyby jsou prováděny v rovině shodné s optickou osou kamer,
- 2) možno použít libovolné množství značek pro označení anatomických bodů na těle a doba aplikace značek je velmi krátká,
- 3) odlehčené značky minimálně zatěžují tělo jedince a ovlivňují jeho pohybovou aktivitu,
- 4) televizní kamery nejsou finančně náročné,
- 5) systém je lehce dostupný a snadný na obsluhu,
- 6) ruční označení bodů na těle předejde zatěžování jedinců (Winter, 2009, s. 63; Halek et al., 2015, s. 660; Landgraf, Carvalho a Tudella, 2013, s. 62).

Nevýhody použití kinematické analýzy

- 1) Složitější kamerové systémy mohou být finančně náročné,
- 2) vyskytují se zde chyby v digitalizaci, ačkoliv nejsou tak časté jako u mnoha komerčních zobrazovacích přístrojů,

- 3) při nahrávání COM nebyly přesně označené anatomické body na těle jedince a během dlouhé doby nahrávání mohla proběhnout adaptace (Winter, 2009, s. 64; Halek et al., 2015, s. 660).

Limity jednotlivých studií

Ve studii kicking movements dle Jenga, Chena a Yaua (2002, s. 151) byla hlava dítěte držena pomocí rukou vyšetřujícího ve střední linii, aby se zmírnil tonický šíjový reflex.

Landgraf, Carvalho a Tuddela (2013, ss. 61–62) ve své studii kicking a reaching movements stabilizovali jedince na pozorovacím stole pomocí pásky přes hrudník, která však ztěžovala viditelnost značek na trupu. Tato situace byla vyřešena pomocí pásky stabilizující ramena.

Aby byla zachována pozice těla ve střední linii, jedinci byli ve studii kicking movements stabilizováni na břiše a na hlavě pomocí rukou vyšetřujícího (Heriza, 1988b, s. 1688).

Kvalita reaching movements mohla být ovlivněna stabilitou trupu kvůli sedačce ve které se jedinci nacházeli během probíhající studie (Grönqvist, Strand Brodd a von Hofsten, 2011, s. 231).

Ve studii dle Karcha et al. (2012, s. 311) nebyl nahráván GMS na obou horních končetinách. Autoři totiž nepředpokládají propuknutí DMO pouze na jedné horní končetině.

Philippi et al. (2014, s. 964) ve své studii zabývající se rozvojem DMO měřil GMS pouze na jedné horní končetině. V tomto věku však nervový systém projevuje dysfunkci symetricky.

5.1.2 Akcelerometrie

Jedná se metodu, která měří zrychlení pomocí akcelerometrů (Kaushik a Singh, 2013, s. 41; Janura et al., 2012, s. 13). Kvůli svým vlastnostem se nachází na pomezí mezi kinetickou a kinematickou metodou. Mezi kinetické metody bývá řazena kvůli odvození velikosti síly, kterou je možné vyvodit ze závislosti zrychlení na čase (Janura et al., 2012, s. 13).

Pro hodnocení zrychlení pohybu v prostoru jsou používány tříosé akcelerometry. Jedná se o tři akcelerometry, jejichž osy jsou umístěny vzájemně kolmo na sebe (Ohgi et al., 2007, s. 205; Janura et al., 2012, s. 13). Roviny v prostoru jsou znázorněny pomocí osy x, y a z (Ohgi et al., 2007, s. 206; Gima et al., 2011, s. 180; Heinze et al., 2010, s. 767). Tříosé akcelerometry zaznamenávají rozsah a směr zrychlení pohybu (Kaushik a Singh, 2013, s. 41).

Akcelerometry se využívají pro měření statického a dynamického zrychlení, odstředivých a setrvačných sil (Winter, 2009, s. 50). Senzory vektorových akcelerometrů slouží také pro určování pozice segmentů (začátku nebo ukončení pohybu), jejich náklonů a vibrací

a hodnocení plynulosti pohybu (Kolářová, 2014, s. 68; Kaushik a Singh, 2013, s. 41). Všechny tyto informace jsou převáděny na výstupní elektrický signál (Janura et al., 2012, s. 13).

Akcelerometrie nachází uplatnění při nahrávání GMs horních končetin u předčasně narozených novorozenců (Ohgi et al., 2008, s. 1025; Heinze et al., 2010, s. 766), předčasně narozených novorozenců s poškozením mozku (Ohgi et al., 2008, s. 1025) a novorozenců narozených v termínu (Ohgi et al., 2008, s. 1025; Ohgi et al., 2007, s. 203; Rihar et al., 2013, s. 3; Kaushik a Singh, 2013, s. 41; Heinze et al., 2010, s. 766). Touto metodou můžeme také klasifikovat GMs dolních končetin u novorozenců narozených v termínu (Gima et al., 2011, s. 179; Heinze et al., 2010, s. 766) i předtermínu (Heinze et al., 2010, s. 766).

Novorozenci se nacházeli v supinační poloze v průběhu měření (Ohgi et al., 2008, ss. 1024–1025; Ohgi et al., 2007, s. 203; Rihar et al., 2013, s. 3; Gima et al., 2011, s. 180; Heinze et al., 2010, s. 767).

Umístění akcelerometrů je charakteristické pro hodnocení spontánního pohybu horních i dolních končetin (viz obrázek 3, s. 37). Akcelerometry jsou při zkoumání spontánního pohybu horních končetin připevněny pod zápěstím (Ohgi et al., 2007, s. 205; Ohgi et al., 2008, s. 1024), u pohybu dolních končetin pod kotníky (Gima et al., 2011, s. 180).



Obrázek 3 Typické umístění akcelerometrů (Heinze et al., 2010, s. 767)

Gravem et al. (2012, s. 2) ve studii hodnotí GMs hlavy i všech čtyř končetin u předčasně narozených dětí v poloze na zádech. Na kotníky, zápěstí a čelo byly upevněny akcelerometry. U některých z dětí se vyvinuly cramped synchronized GMs, které souvisí s možným vznikem DMO.

Hodnocení DMO pomocí akcelerometrů je neadekvátní, protože neposkytuje dostačující informace. Proto je výhodné použít kombinaci akcelerometrie s jinou hodnotící metodou jako je například gyroskopie (Chen et al., 2016, s. 9).

Ve studii dle Trujillo-Priego a Smith (2017, ss. 3–8) byla použita kombinace tříosých akcelerometrů, gyroskopů a magnetometrů pro hodnocení pohybového chování dolních končetin po celý den. Jednalo se o děti ve stáří 1–8. měsíců, které byly narozeny v termínu. Výsledek ukázal, že je možné měřit rychlost, zrychlení a typ pohybu během celého dne pomocí senzorů.

Současné použití silové plošiny a akcelerometru se dá uplatnit při studiu GMs horních končetin. Zachycení kinematiky horních končetin je velice přesné, ačkoliv se zde můžou objevit chyby při měření délky horních končetin a při posunu kůže na paži, předloktí a gyroskopů na nich upevněných (Rihar et al., 2013, ss. 3, 9).

Akcelerometrie byla také uplatněna k hodnocení spánku, polykání a sání u dětí (Gravem, 2012, s. 2), u 10 měsíčních kojenců k hodnocení GMs horní kočetiny v supinační poloze (Waldmeier et al., 2013, ss. 434–435) a k detekci a prevenci pádů u starších dětí (Kaushik a Singh, 2013, s. 40).

Výhody použití akcelerometrů

- 1) Výstupní hodnoty je možné okamžitě nahrát nebo převést do počítače,
- 2) pořizovací cena a hmotnost akcelerometrů je nízká,
- 3) cestovní velikost akcelerometrů umožňuje provádět měření i v domácím prostředí (Winter, 2009, s. 53, Gima et al., 2011, s. 180; Ohgi et al., 2007, s. 206; Chen et al., 2016, ss. 7, 12; Heinze et al., 2010, s. 765).

Nevýhody použití akcelerometrů

- 1) Závislost zrychlení na uložení akcelerometru na segmentu,
- 2) jestliže je použito mnoho akcelerometrů, jejich pořizovací náklady jsou přemrštěné,
- 3) velké množství akcelerometrů může ztížit pohyb,
- 4) mnoho akcelerometrů je snadno náchylných k poškození,
- 5) hmotnost akcelerometru může při rychlých pohybech způsobit vznik artefaktů v signálu,
- 6) při použití tříosé akcelerometrie se může objevit problém s rotací končetin
- 7) velikost akcelerometrů je problémem u předčasně narozených dětí, proto musí být pro jejich zkoumání použita odlehčená verze (Janura et al, 2012, s. 13; Winter, 2009, s. 53; Gima et al., 2011, s. 179; Gravem, 2012, s. 2; Heinze et al., 2010, s. 768).

5.2 Kinetické metody

Tyto metody měří vnitřní nebo vnější sílu, která způsobuje a kontroluje pohyb (Janura et al., 2012, ss. 9–10; Poutney et al., 2007, s. 45; Winter, 2009, s. 10). Vnitřní síla pochází z aktivity svalů, ligament nebo tření mezi svaly a klouby. Vnější síly vzejdou z okolního prostředí (Winter, 2009, s. 10). Síla, která vyvolává dynamické pohyby není pozorovatelná pouhým okem (Poutney et al., 2007, s. 46).

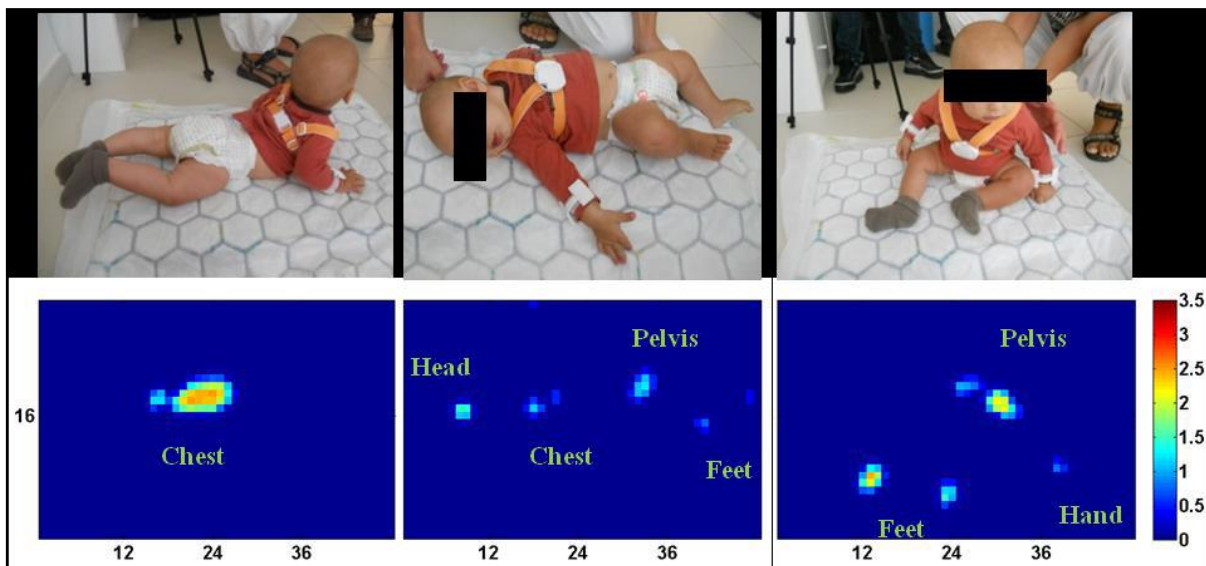
Kinetická metoda může stejně jako kinematická metoda využít 2D i 3D analýzu. 3D kinetická analýza je výrazně přesnější (Winter, 2009, s. 11). Kinetická metoda je důležitá při plánování a hodnocení výsledků rozličného druhu léčby, a to hlavně při ortopedických operacích a u dětí s DMO (Poutney et al., 2007, s. 46).

5.2.1 Silová plošina

Silové plošiny jsou díky své spolehlivosti a přesnosti používány k hodnocení COP (Donati et al., 2014, s. 511). Jedná se o měření reakční síly pomocí 3D vektorů. Vektory se skládají z vertikální, anteroposteriorní a mediolaterální komponenty pohybu (Winter, 2009, s. 117). Silové plošiny se nejčastěji využívají k hodnocení posturální stability během statických i dynamických situací. Další možnost uplatnění silových plošin je během stojné fáze chůze pro hodnocení působící síly, při vertikálním výskoku pro posouzení výbušné síly dolních končetin, pro hodnocení stoje, posouzení vztahu mezi rukou a rukojetí nástroje a klasifikaci vzájemného působení tlaku mezi končetinou a elektrickou ortézou (Donati et al., 2014, s. 511; Janura et al., 2012, s. 31, Winter, 2009, s. 117).

Pro zmírnění nevýhod klasických silových plošin byly představeny piezoelektrické a tenzometrické metody, které jsou přínosné především kvůli své vysoké flexibilitě a efektivitě v závislosti na ceně. Tlaková podložka Tekscan se řadí mezi piezoelektrické metody, které jsou využívány k hodnocení posturální kontroly (Donati et al., 2014, ss. 511–512).

Silové plošiny mohou být použity v supinační i pronační poloze pro klasifikaci COP, aktivity a pohybu (Boughorbel, Bruickers a Breebaart, 2010, s. 556). COP dětí může být hodnoceno pomocí silové plošiny ve třech polohách, a to supinační, pronační a sedu (viz obrázek 4, s. 40). Nejčastěji se využívá supinační poloha (Rihar et al., 2013, s. 3; Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 832; Bílková, 2017, s. 37; Housková, 2015, s. 35; Boughorbel, Bruickers a Breebaart, 2010, s. 556; Dusing et al., 2009, s. 1354; Donati et al., 2014, s. 520), dále pozice v sedu (Harbourne et al., 2009, ss. 11–12; Stergiou, Yu a Kyvelidou, 2013, s. 98; Donati et al., 2014, s. 520) a nejméně pronační poloha (Donati et al., 2014, s. 520).



Obrázek 4 Pronační pozice, supinační pozice a sed (Donati et al., 2014, s. 521)

Další uplatnění silová plošina nachází v supinační pozici při hodnocení spontánních pohybů trupu a horních končetin (Rihar et al., 2013, s. 1) a reaching movements (Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 832).

Klasifikace pohybu COP může být použita u novorozenců narozených v termínu (Bílková, 2017, s. 37; Dusing et al., 2009, s. 1357; Housková, 2015, s. 35; Donati et al., 2014, s. 513) i u předčasně narozených novorozenců (Housková, 2015, s. 35; Fallang, Saugstad a Hadders-Algra, 2003, s. 827; Dusing et al., 2009, s. 1357)

Kapacitní metody sloužící k hodnocení spánku a pohybu v domácím prostředí, jsou však velice finančně náročné (Donati et al., 2014, ss. 511–512).

Pro hodnocení chování COP při zachycení kinematiky horních končetin byla použita kombinace silové plošiny a tříosé akcelerometrie (Rihar et al., 2013, s. 3).

Výhody použití silové plošiny

- 1) Spolehlivost a přesnost,
- 2) možné domácí použití (Donati et al, 2014, ss. 511–512).

Nevýhody silové plošiny

- 1) Velikost, vysoká váha, těžká manipulace během přenosu,
- 2) kapacitní metody jsou finančně náročné,
- 3) piezoelektrické plošiny musí být při statickém měření vybaveny speciální elektronikou (Donati et al, 2014, s. 511–512; Regtien et al., 2004, s. 233).

5.3 Elektromyografie

EMG se zabývá měřením akčních potenciálů během kontrakce kosterních svalů. K získání EMG signálu se využívají jehlové a povrchové snímací elektrody (Hamill a Knutzen, 2009, s. 126; Poutney et al., 2007, ss. 49–50; Trojan et al., 2005, s. 83).

Povrchové elektrody aplikované na kůži měří elektrické potenciály velkých svalů nacházejících se přímo pod ní. Nevýhodou povrchového uložení elektrod je zvýšená pravděpodobnost měření aktivity přilehlých svalů, které však můžeme předejít přesným umístěním elektrod a ověřením EMG signálu. Výhodou je komfortnost během měření a přesné výsledky (Poutney et al., 2007, ss. 49–50; Zhvansky et al., 2015, s. 39; García, Calleja, Antolín a Berciano, 2000, ss. 516–517). Hadders-Algra et al. (1992, s. 232) použili ve své studii hodnotící GMs novorozenců narozených v termínu bipolární povrchové elektrody. Doba záznamu svalové aktivity trvala 15–35 minut dle behaviorálního stavu daného jedince. Spolu se svalovou aktivitou je nutné dokumentovat také posturu.

Jestliže je sval malý nebo hluboko uložený, je nutné použít jehlové elektrody aplikované přímo do svalu (Hamill a Knutzen, 2009, s. 126; Poutney et al., 2007, ss. 49–50). Intramuskulární umístění vyžaduje zkušenosti ze strany lékaře a je spojené s diskomfortem, proto není vhodné pro malé děti (Poutney et al., 2007, ss. 49–50). V některých EMG laboratořích jsou používány krémy s anestetiky s lokální aplikací pro redukci bolesti spojenou s aplikací jehlové elektrody. Tento postup je však značně stresující pro dítě (Blum a Rutkove, 2007, ss. 369–370).

Závěr

Z výsledků uvedených ve studiích vyplývá, že objektivní biomechanické metody mohou být aplikovány pro hodnocení posturálního chování již v novorozeneckém věku za účelem odhalení neurobehaviorálních dysfunkcí a jejich fyzioterapeutickou a lékařskou léčbu.

Mezi nejpoužívanější metody se řadí 3D kinematická analýza zabývající se popisem pohybu bodů umístěných na těle pomocí videokamer. 3D kinematická analýza se používá k hodnocení rozličných pohybových vzorů novorozenců narozených v termínu, předtermínu i dětí s vysokou pravděpodobností rozvoje DMO. Konkrétně se jedná o general movements, kicking movements, reaching movements a pohyb center of mass. 2D kinematická analýza hodnotící FMs u novorozenců narozených v termínu není příliš často využívána.

Akcelerometrie je metoda na pomoci mezi kinetickou a kinematickou analýzou sloužící k hodnocení pozice segmentů, zrychlení a plynulosti pohybu. Tato metoda má široké uplatnění v hodnocení GMs končetin i trupu. Akcelerometrie je v kombinaci s gyroskopií vhodná pro hodnocení možného výskytu DMO. Současné použití akcelerometru a silové plošiny umožňuje velice přesné hodnocení GMs horních končetin.

Z metod kinetické analýzy je využívána silová plošina hodnotící především chování COP. Silová plošina hodnotí COP novorozenců v supinační i pronační poloze. U předčasně narozených novorozenců se silová plošina používá k hodnocení sedu v kojeneckém věku.

V novorozeneckém období se EMG diagnostika využívá zřídka. Byla nalezena pouze jediná studie využívající povrchové elektrody k hodnocení GMs. Z hlediska diskomfortu není jehlová elektromyografie vhodná pro hodnocení biomechaniky pohybu novorozenců.

Nejvhodnějším pohybovým vzorem pro biomechanické hodnocení pohybu jsou GMs. K jejich klasifikaci může být použita 3D kinematická analýza, 2D kinematická analýza, silová plošina v kombinaci s akcelerometrií i povrchová EMG.

Z výčtu kvantitativního hodnocení pohybu není možné vybrat pouze jedinou, nejvhodnější metodu pro hodnocení posturálního chování novorozenců. Všeobecně můžeme říci, že 3D kinematická metoda slouží především k hodnocení pohybových vzorů předčasně narozených novorozenců po dosažení kojeneckého věku. Akcelerometry se hojně využívají k hodnocení GMs u novorozenců a silová plošina hodnotí zejména pohyb COP.

Hodnotící metodu bychom měli vybírat přímo na míru daného jedince. Důležitými faktory, které ovlivňují výběr vhodné metody jsou gestační věk, porodní hmotnost, možné riziko poškození CNS, testovaná pozice a druh vyšetřovaného pohybu.

Každá z metod má své výhody i nevýhody. Kvantitativní metody hodnocení pohybu jsou náročné na technické a přístrojové vybavení laboratoří. Vysoká pořizovací cena zařízení může mít vliv na jejich nízké využívání v běžné klinické praxi. Biomechanické zhodnocení pohybu klade vyšší nároky na odbornou specializaci personálu. Prozatím je kvantitativní hodnocení posturálního chování novorozenců v běžné praxi využíváno jen omezeně. Ale větší pracoviště, jako jsou fakultní nemocnice, s přítomností biomechanické laboratoře mohou poskytnout lepší kvalitu diagnostiky a péče o novorozence s podezřením na vývojovou poruchu CNS. Benefitem kvantitativní metody hodnocení pohybu je neinvazivní charakter v novorozeneckém věku. Metoda poskytuje dostatečně validní hodnoty, které mohou sloužit pro detekci vývojových poruch CNS a následnou včasnou intervenci.

Jako nejpřesnější způsob hodnocení posturálního chování novorozenců se jeví kombinace několika kvantitativních metod. Lepších výsledků můžeme dosáhnout provedením jak kvalitativní, tak kvantitativní analýzy pohybu.

Kvantitativní analýza posturálního chování novorozenců má potenciál pro použití do budoucna. V průběhu let studií postupně přibývalo, byly hodnocené rozličné pohybové vzory u různě starých jedinců. Je nutné provést další výzkumy pro stanovení vhodných postupů při výběru konkrétních analýz a jejich použití v novorozeneckém období.

Referenční seznam

ALLEN, K.E.; MAROTZ, L.R. 2008. *Přehled vývoje dítěte od prenatálního období do 8 let* (3. vydání). Praha: Portál, s.r.o. ISBN 978-80-7367-421-2.

ALS, H.; BUTLER, S.; KOSTA, S.; MCANULTY, G. 2005. The Assessment of Preterm Infants' Behavior (APIB): Furthering the Understanding and Measurement of Neurodevelopmental Competence in Preterm and Full-Term Infants. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews* [on-line]. 11(1), 94–102, [cit. 2019-04-19]. ISSN 10804013. Dostupné z: doi 10.1002/mrdd.20053.

AN, K.N.; CHAO, E.Y. 1984. Kinematic analysis of human movement. *Annals of Biomedical Engineering* [on-line]. 12(6), 585–97, [cit. 2019-04-15]. ISSN 1573-9686. Dostupné z: doi 10.1007/BF02371451.

BERGMEIER, S.A. 1992. An Investigation of Reaching in the Neonate. *Pediatric Physical Therapy* [on-line]. 4(1), 3–11, [cit. 2019-04-12]. ISSN 1538005X. Dostupné z: https://journals.lww.com/pedpt/Abstract/1992/00410/An_Investigation_of_Reaching_in_the_Neonate.2.aspx#pdf-link.

BÍLKOVÁ, A. 2017. *Objektivizace posturálního chování donošených novorozenců pomocí tlakové plošiny Tekscan*. Diplomová práce. Olomouc: Univerzita Palackého.

BLUM, A.S.; RUTKOVE, S.B. 2007. *The Clinical Neurophysiology Primer*. New Jersey: Humana Press Inc. ISBN 978-1-59745-271-7.

BOUGHORBEL, S.; BRUEKERS, F.; BREEBAART, J. 2010. Baby-Posture Classification from Pressure-Sensor Data. *20th International Conference on Pattern Recognition (ICPR), Istanbul, Turkey. 23–26 August 2010* [on-line]. 556–559, [cit. 2019-04-24]. ISSN 978-0-7695-4109-9. Dostupné z: doi 10.1109/ICPR.2010.141.

CAMBELL, S.K.; PALISANO, R.J.; ORLIN, M.N. 2012. *Physical Therapy for Children* (4th edition). St, Louis: Elsevier Saunders. ISBN 978-1-4160-6626-2.

CORBIN, J.; STRAUSS, A. 2008. *Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory* (3rd edition). Los Angeles: Sage Publications, Inc. ISBN 978-1-4129-0644-9.

DE GROOT, L. 2000. Posture and motility in preterm infants. *Developmental Medicine & Child Neurology*. *Developmental Medicine & Child Neurology* [on-line]. 42(1), 65–68, [cit. 2019-01-05]. ISSN 00121622. Dostupné z: doi 10.1111/j.1469-8749.2000.tb00028.x.

DE GROOT, L.; HOPKINS, B. TOUWEN, B. 1997. Motor asymmetries in preterm infants at 18 weeks corrected age and outcomes at 1 year. *Early Human Development* [on-line]. 48(1–2), 35–46, [cit. 2019-04-15]. ISSN 0378-3782. Dostupné z: doi 0.1016/S0378-3782(96)01796-3.

DE VRIES, N.K.S.; ERWICH, J.J.H.M.; BOS, A.F. 2008. General movements in the first fourteen days of life in extremely low birth weight (ELBW) infants. *Early Human Development* [on-line]. 84(11), 763–768, [cit. 2019-04-06]. ISSN 03783782. Dostupné z: doi 10.1016/j.earlhumdev.2008.05.003.

DONATI, M.; CECCHI, F.; BONACCORSO, F.; BRANCIFORTE, M.; DARIO, P.; VITIELLO, N. 2014. A Modular Sensorized Mat for Monitoring Infant Posture. *Sensors (Basel)* [on-line]. 14(1), 510–531, [cit. 2019-04-22]. ISSN 1424-8220. Dostupné z: doi 10.3390/s140100510.

DORT, J.; DORTOVÁ, E.; JEHLIČKA, P. 2015. *Neonatologie* (2. vydání). Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-2253-8.

DUBOWITZ, L., DUBOWITZ V., MERCURI, E. 1999. *The neurological Assessment of the Preterm & Full-term Newborn Infant*. (2nd edition). London: Mac Keith Press. ISBN 978-1-898683-15-5.

DUBOWITZ, L. RICCI, D. MERCURI, E. 2005. The Dubowitz neurological examination of the full-term newborn. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews* [on-line]. 11(1), 52–60, [cit. 2019-04-20]. ISSN 1080-4013. Dostupné z: doi 10.1002/mrdd.20048.

DUSING, A.C.; KYVELIDOU, A.; MERCER, V.S.; STERGIOU, N. 2009. Infants Born Preterm Exhibit Different Patterns of Center-of-Pressure Movement Than Infants Born at Full Term. *Physical Therapy* [on-line]. 89(12), 1354–1362, [cit. 2019-03-20]. ISSN: 00319023. Dostupné z: doi 10.2522/ptj.20080361.

DYLEVSKÝ, I. 2007. *Obecná kineziologie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1649-7.

DYLEVSKÝ, I. 2009a. *Kineziologie – Základy strukturální kineziologie*. Praha: Triton. ISBN 978-80-7387-324-0.

DYLEVSKÝ, I. 2009b. *Speciální kineziologie*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-1648-0.

EINSPIELER, CH.; BOS, A.F.; LIBERTUS, M.E.; MARSCHIK, P. 2016. The General Movement Assessment Helps Us to Identify Preterm Infants at Risk for Cognitive Dysfunction. *Frontiers in Psychology* [on-line]. 7(406), 1–8, [cit. 2019-04-24]. ISSN 16641078. Dostupné z: doi 10.3389/fpsyg.2016.00406.

EINSPIELER, CH.; PEHARZ, R.; MARSCHIK, P.B. 2016. Fidgety movements – tiny in appearance, but huge in impact. *Journal de Pediatria* [on-line]. 92(3), 64–70, [cit. 2019-04-06]. ISSN 2255-5536. Dostupné z: doi 10.1016/j.jpmed.2015.12.003.

EINSPIELER, CH.; PRECHTL, H.F.R. 2005. Prechtl's assessment of general movements: a diagnostic tool for the functional assessment of the young nervous system. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews* [on-line]. 11(1), 61–67, [cit. 2019-04-20]. ISSN 1080-4013. Dostupné z: doi 10.1002/mrdd.20051.

FALLANG, B., HADDERS-ALGRA, M. 2005. Postural Behavior in Children Born Preterm. *Neural plasticity* [on-line]. 12(2–3), 175–182, [cit. 2019-01-06]. ISSN 20905904. Dostupné z: doi 10.1155/NP.2005.175.

FALLANG, B.; SAUGSTAD, O.D.; HADDERS-ALGRA, M. 2000. Goal directed reaching and postural control in supine position in healthy infants. *Behavioural Brain Research* [on-line]. 115(1), 9–18, [cit. 2019-04-12]. ISSN 0166-4328. Dostupné z: doi 10.1016/S0166-4328(00)00231-X.

FALLANG, B.; SAUGSTAD O.D.; HADDERS-ALGRA, M. 2003. Postural Adjustment in Preterm Infants at 4 and 6 Months Post-Term During Voluntary Reaching in Supine Position. *Pediatric Research* [on-line]. 54(6), 826–833, [cit. 2019-01-28]. ISSN 00313998. Dostupné z: doi 10.1203/01.PDR.0000088072.64794.F3.

FALLANG, B.; SAUGSTAD, O.D.; GROGAARD, J.; HADDERS-ALGRA, M. 2003. Kinematic Quality of Reaching Movements in Preterm Infants. *Pediatric Research* [on-line]. 53(5), 836–842, [cit. 2019-01-29]. ISSN 00313998. Dostupné z: doi 10.1203/01.PDR.0000058925.94994.BC.

FENDRYCHOVÁ, J. 2004. *Hodnotící metodiky v neonatologii*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. ISBN 80-7013-405-4.

FENDRYCHOVÁ, J.; VACUŠKOVÁ, M.; KANTOROVÁ, B.; VODVÁRKOVÁ, E. 2009. *Vybrané kapitoly z ošetrovatelské péče v pediatrii 2. část – péče o novorozence*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů. ISBN 978-80-7013-489-4.

FERRARI, F.; CIONI, G.; EINSPIELER, CH.; ROVERSI, M.F.; BOS, A.F.; PAOLICELLI, P.B.; RANZI, A.; PRECHTL, H.F.R. 2002. Cramped Synchronized General Movements in Preterm Infants as an Early Marker for Cerebral Palsy. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine* [on-line]. 156(5), 460–467, [cit. 2019-02-15]. ISSN 10724710. Dostupné z: doi 10.1001/archpedi.156.5.460.

FERRARI, F.; FRASSOLDATI, R.; BERARDI, A.; DI PALMA, F.; ORI, L.; LUCACCIONI, L.; BERTONCELLI, N.; EINSPIELER, CH. 2016. The ontogeny of fidgety movements from 4 to 20weeks post-term age in healthy full-term infants. *Early Human Development* [on-line]. 103, 219–224, [cit. 2019-04-26]. ISSN 18726232. Dostupné z: doi 10.1016/j.earlhumdev.2016.10.004.

GARCÍA, A.; CALLEJA, J.; ANTOLÍN, F.M; BERCIANO, J. 2000. Peripheral motor and sensory nerve conduction studies in normal infants and children. *Clinical Neurophysiology* [on-line]. 111(3), 513–520, [cit. 2019-04-10]. ISSN 13882457. Dostupné z: doi 10.1016/S1388-2457(99)00279-5.

GIMA, H.; OHGI, S.; MORITA, S.; KARASUNO, H.; FUJIWARA, T.; ABE, K. 2011. A Dynamical System Analysis of the Development of Spontaneous Lower Extremity Movements in Newborn and Young Infants. *Journal of Physiological Anthropology* [on-line]. 30(5), 179–186, [cit. 2019-02-03]. ISSN 1880-6791. Dostupné z: doi 10.2114/jpa2.30.179.

GRAVEM, D.; SINGH, M.; CHEN, C.; RICH, J.; VAUGHAN, J.; GOLDBERG, K.; WAFFARN, F.; CHOU, P.; COOPER, D.; REINKENSMEYER, D.; PATTERSON, D. 2012. Assessment of Infant Movement With a Compact Wireless Accelerometer System. *Journal of Medical Devices* [on-line]. 6(2), 1–7, [cit. 2019-04-15]. ISSN 19326181. Dostupné z: doi 10.1115/1.4006129.

GRÖNQVIST, H.; STRAND BRODD, K.; VON HOFSTEN, C. 2011. Reaching strategies of very preterm infants at 8 months corrected age. *Experimental Brain Research* [on-line]. 209(2), 225–233, [cit. 2019-03-15]. ISSN 14321106. Dostupné z: doi 10.1007/s00221-011-2538-x.

HADDERS-ALGRA, M.; VAN EYKERN, L.A.; KLIP-VAN DEN NIEUWENDIJK, A.W.J.; PRECHTL, H.F.R. 1992. Developmental course of general movements in early infancy. II. EMG correlates. *Early Human Development* [on-line]. 28(3), 231–251, [cit. 2019-04-22]. ISSN 0378-3782. Dostupné z: doi 10.1016/0378-3782(92)90170-L.

HALEK, J.; MUCKOVA, A.; SVOBODA, Z.; JANURA, M.; MARIKOVA, J.; HORAKOVA, K.; KANTOR, L.; NEMCOVA, N. 2015. Kinematic analysis of preterm newborns' spontaneous movements for postural activity assessment. *Biomed Pap Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub.* [on-line]. 159(4), 657–660, [cit. 2018-12-20]. ISSN 12138118. Dostupné z: doi 10.5507/bp.2014.053.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K.M. 2009. *Biomechanical Basis of Human Movement* (3rd edition). Lippincott Williams & Wilkins, a Wolters Kluwer business. ISBN 978-0-7817-9128-1.

HARBOURNE, R.T.; DEFFEYES, J.E.; KYVELIDOU, A.; STERGIOU, N. 2009. Complexity of Postural Control in Infants: Linear and Nonlinear Features Revealed by Principal Component Analysis. *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life Sciences* [on-line]. 13(1), 123–144, [cit. 2018-12-18]. ISSN 10900578. Dostupné

z: <https://digitalcommons.unomaha.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1105&context=biomechanicsarticles>.

HEINZE, F.; HESELS, K.; BREITBACH-FALLER, N.; SCHMITZ-RODE, T.; DISSELHORST-KLUG, C. 2010. Movement analysis by accelerometry of newborns and infants for the early detection of movement disorders due to infantile cerebral palsy. *Medical & Biological Engineering & Computing* [on-line]. 48(8), 765–772, [cit. 2019-04-25]. ISSN 1741-0444. Dostupné z: doi 10.1007/s11517-010-0624-z.

HERIZA, C.B. 1988a. Organization of Leg Movements in Preterm Infants. *Physical Therapy* [on-line]. 68(9), 1340–1346, [cit. 2019-01-10]. Dostupné z: doi 10.1093/ptj/68.9.1340.

HERIZA, C.B. 1988b. Comparison of Leg Movements in Preterm Infants at Term with Healthy Full-term Infants. *Physical Therapy* [on-line]. 68(11), 1687-1693, [cit. 2018-11-26]. Dostupné z: doi 10.1093/ptj/68.11.1687.

HIROTAKA, G.; SHOHEI, O.; SATORU, M.; HIROSHI, K.; TAKAYUKI, F.; KOJI, A. 2011. A Dynamical System Analysis of the Development of Spontaneous Lower Extremity Movements in Newborn and Young Infants. *Journal of Physiological Anthropology* [on-line]. 30(5), 179–186, [cit. 2018-11-20]. ISSN 18806791. Dostupné z: doi 10.2114/jpa2.30.179.

HOUSKOVÁ, M. 2015. *Analýza pohybu center of pressure v poloze na zádech u předčasně narozených dětí a dětí narozených v termínu*. Diplomová práce. Olomouc: Univerzita Palackého.

CHEN, H.; XUE, M.; MEI, Z.; BAMBANG OETOMO, S.; CHEN, W. 2016. A Review of Wearable Sensor Systems for Monitoring Body Movements of Neonates. *Sensors (Basel)* [on-line]. 16: 2134, 1–17, [cit. 2019-04-22]. ISSN 14248220. Dostupné z: doi 10.3390/s16122134.

JANURA, M., VAŘEKA, I., LEHNERT, M., SVOBODA, Z., a kol. 2012. *Metody biomechanické analýzy pohybu*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-3261-8.

JENG, S., CHEN, L., YAU, K.T. 2002. Kinematic Analysis of Kicking Movements in Preterm Infants With Very Low Birth Weight and Full-Term Infants. *Physical Therapy* [on-line]. 82(2), 148–159, [cit. 2018-11-28]. ISSN 00319023. Dostupné z: doi 10.1093/ptj/82.2.148.

KARCH, D.; KANG, K.S.; WOCHNER, K.; PHILIPPI, H.; HADDERS-ALGRA, M.; PIETZ, J.; DICKHAUS, H. 2012. Kinematic Assessment of Stereotypy in Spontaneous Movements in Infants. *Gait & Posture* [on-line]. 36(2), 307–311, [cit. 2018-11-20]. ISSN 18792219. Dostupné z: doi 10.1016/j.gaitpost.2012.03.017.

KAUSHIK, A.; SINGH, R. 2013. Infant Monitoring and Fall Avoidance System using Tri-Axial Accelerometer and ARM7 Microcontroller. *International Journal of Computer Applications* [on-line]. 78(9), 40–44, [cit. 2019-04-23]. Dostupné z: doi 10.5120/13521-1303.

KOLÁŘ, P. 2001. Význam posturální aktivity pro včasný záchyt pacientů s dětskou mozkovou obrnou. *Pediatric pro praxi* [on-line]. 2(4), 190–194, [cit. 2019-04-20]. ISSN 1213-0494. Dostupné z: <https://www.pediatricpropraxi.cz/pdfs/ped/2001/04/08.pdf>.

KOLÁŘ, P. 2012. Neuromotorický vývoj a jeho vyšetření. In: KOLÁŘ, P. ET AL. *Rehabilitace v klinické praxi*. Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-657-1.

KOLÁŘOVÁ, B., MARKOVÁ, M., STACHO, J., SZMEKOVÁ L. 2014. *Počítačové a robotické technologie v klinické rehabilitaci – možnosti vyšetření a terapie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-2444-4266-2.

KOMÁREK, V.; ZUMROVÁ, A.; GLOSOVÁ, L.; CHAMOUTOVÁ, K.; KRAUS, J.; PADĚROVÁ, K.; PERNÍKOVÁ, I.; PETRÁK, B.; PROŠKOVÁ, M.; SEEMAN, P. 2000. *Dětská neurologie – vybrané kapitoly*. Praha: Galén. ISBN 80-7262-081-9.

KOTT, O. 2013. *Předpoklady pohybu* (2. vydání). Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni. ISBN 978-80-261-0215-1.

KRÁLÍČEK, P. 2011. *Úvod do speciální neurofyzologie* (3. vyd.). Praha: Galén. ISBN 978-80-7262-617-2.

KOWARZIK, D. 2008. *Objektive Bewertung der Spontanmotorik bei gesunden Neugeborenen*. Disertační práce. Aachen: Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule.

KUNSCHKE, A. 2007. *Objektive Bewertung der Spontanmotorik bei Neugeborenen mit infantiler Zerebralparese*. Disertační práce. Aachen: Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule.

LANDGRAF, J.F., CARVALHO, R.P., TUDELLA, E. 2013. Method for the kinematic analysis of kicking movement in infants. *Fisioterapia e Pesquisa* [on-line]. 20(1), 56–63, [cit. 2019-01-07]. ISSN 2316-9117. Dostupné z: doi 10.1590/S1809-29502013000100010.

LEAN, R.E.; SMYSER, CH.D.; ROGERS, C. 2017. Assessment: The Newborns. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America* [on-line]. 26(3), 427–440, [cit. 2019-04-20]. ISSN 10564993. Dostupné z: doi 10.1016/j.chc.2017.02.002.

MAŘÍKOVÁ, J. 2013. *Kinematická analýza pohybového chování u předčasně narozených dětí*. Diplomová práce. Olomouc: Univerzita Palackého.

MILLER, F.; BACHRACH, S.J. 2006. *Cerebral Palsy: A Complete Guide for Caregiving* (2nd edition). Baltimore: The Johns Hopkins University Press. ISBN 0-8018-8355-5.

MUNTAU, A.C. 2009. *Pediatric*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2525-3.

OHGI, S.; MORITA, S.; LOO, K.K.; MIZUIKE, C. 2008. Time Series Analysis of Spontaneous Upper-Extremity Movements of Premature Infants With Brain Injuries. *Physical Therapy* [on-line]. 88(9), 1022–1033, [cit. 2019-03-15]. Dostupné z: doi 10.2522/ptj.20070171.

OHGI, S.; MORITA, S.; LOO, K.K.; MIZUIKE, C. 2007. A Dynamical Systems Analysis of Spontaneous Movements in Newborn Infants. *Journal of Motor Behavior* [on-line]. 39(3), 203–214, [cit. 2019-03-15]. ISSN 00222895. Dostupné z: doi 10.3200/JMBR.39.3.203-214.

OKUNO, E.; FRATIN, L. 2014. *Biomechanics of the Human Body*. New York: Springer Science+Business Media. ISBN 978-1-4614-8575-9.

OŠLEJŠKOVÁ ET AL. 2015. *Dětská neurologie*. Olomouc: Solen, s.r.o. ISBN 978-80-7471-124-4.

PHILIPPI, H.; KARCH, D.; KANG, K.S.; WOCHNER, K.; PIETZ, J.; DICKHAUS, H.; HADDERS-ALGRA, M. 2014. Computer-based analysis of general movements reveals stereotypies predicting cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology* [on-line]. 133(11), 960–967, [cit. 2018-11-01]. ISSN 14698749. Dostupné z: doi 10.1111/dmcn.12477.

POUNTNEY T. ET AL. 2007. *Physiotherapy for Children*. Butterworth Heinemann Elsevier. ISBN 978-0-750-68886-4.

RIHAR, A.; MIHELJ, M.; PAŠIČ, J.; KOLAR, J.; MUNIH, M. 2014. Infant trunk posture and arm movement assessment using pressure mattress, inertial and magnetic measurement units (IMUs). *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* [on-line]. 11: 133, 1–14, [cit. 2018-11-10]. ISSN 17430003. Dostupné z: doi 10.1186/1743-0003-11-133.

REGTIEN, P.P.L.; VAN DER HEIJDEN, F.; KORSTEN, M.J; OLTHUIS, W. 2012. *Measurement Science for Engineers*. London and Sterling: Kogan page. ISBN 1-903996-58-9.

SKALIČKOVÁ-KOVÁČIKOVÁ, V. 2017. *Diagnostika a fyzioterapie hybných poruch dle Vojty*. Olomouc: RL-CORPUS. ISBN 978-80-270-2292-2.

STERGIOU, N.; YU, Y.; KYVELIDOU, A. 2013. A Perspective on Human Movement Variability With Applications on Infancy Motor Development. *Kinesiology Review* [on-line]. 2(1), 93–102, [cit. 2018-12-10]. ISSN 21630453. Dostupné z: doi 10.1123/krj.2.1.93.

SVOBODOVÁ, A.; VOBOŘILOVÁ, L.; MŮČKOVÁ, A.; HÁLEK, J.; SVOBODA, Z. 2018. Standardizace škály NAPI (Neurobehavioral Assessment of the Preterm Infant) pro českou populaci. *Pediatric pro praxi* [on-line]. 19(4), 215–219, [cit. 2019-04-21]. ISSN 12130494. Dostupné z: <https://www.pediatricpropraxi.cz/pdfs/ped/2018/04/07.pdf>.

ŠAŠINKA, M., ŠAGÁT, T., KOVÁCS L. 2007. *Pediatrica* (2. vydanie). Bratislava: HERBA, spol. s r. o. ISBN 978-80-89171-49-1.

TROJAN, S.; DRUGA, R.; PFEIFFER, J.; VOTAVA, J. 2005. *Fyziologie a léčebná rehabilitace motoriky člověka* (3. vydání). Praha: Grada. ISBN 80-247-1296-2.

TRUJILLO-PRIEGO, I.A.; SMITH, B.A. 2017. Kinematic characteristics of infant leg movements produced across a full day. *Journal of Rehabilitation and Assistive Technologies Engineering* [on-line]. 4, 1–21, [cit. 2019-04-26]. ISSN 20556683. Dostupné z: doi 10.1177/2055668317717461.

VALLE, S.C.; STØEN, R.; SÆTHER, R.; JENSENIUS, A.R.; ADDE, L. 2015. Test-retest reliability of computer-based video analysis of general movements in healthy term-born infants. *Early Human Development* [on-line]. 91(10), 555–558, [cit. 2018-04-25]. ISSN 18726232. Dostupné z: doi 10.1016/j.earlhumdev.2015.07.001.

VAN DER HEIDE, J.C.; PAOLICELLI, P.B.; BOLDRINI, AN.; CIONI, G. 1999. Kinematic and Qualitative Analysis of Lower-Extremity Movements in Preterm Infants With Brain Lesions. *Physical Therapy* [on-line]. 79(6), 546–557, [cit. 2018-04-25]. ISSN 00319023. Dostupné z: doi 10.1093/ptj/79.6.546.

VARGOVÁ, L.; JOUKAL, M. 2015. *Anatomie dětského věku*. Brno: Masarykova univerzita. ISBN 978-80-210-8061-4.

VÉLE, F. 1997. *Kineziologie pro klinickou praxi*. Praha: Grada. ISBN 80-7169-256-5.

VÉLE, F. 2006. *Kineziologie – přehled klinické kineziologie a patokineziologie pro diagnostiku a terapii poruch pohybové soustavy* (2. vydání). Praha: Triton. ISBN 80-7254-837-9.

VOJTA, V. 1993. *Mozkové hybné poruchy v kojeneckém věku – včasná diagnóza a terapie*. Praha: Grada. ISBN 80-85424-98-3.

VOJTA, V.; PETERS, A. 2010. *Vojtův princip*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-2710-3.

WALDMEIER, S.; GRUNT, S.; DELGADO-ECKERT, E.; LATZIN, P.; STEINLIN, M.; FUHRER, K.; FREY, U. 2013. Correlation properties of spontaneous motor activity in healthy infants: a new computer-assisted method to evaluate neurological maturation. *Experimental*

Brain Research [on-line]. 227(4), 433–446, [cit. 2019-03-25]. ISSN 14321106. Dostupné z: doi 10.1007/s00221-013-3504-6.

WINTER, D.A. 2009. *Biomechanics and Motor Control of Human Movement* (4th edition). New Jersey: John Wiley & Sons, Inc. ISBN 978-0-470-39818-0.

WUSTHOFF, C.J. 2013. How to use: the neonatal neurological examination. *Archives of Disease in Childhood: Education & Practise assists paediatricians* [on-line]. 98(4), 148–153, [cit. 2019-04-20]. ISSN 17430593. Dostupné z: doi 10.1136/archdischild-2013-303640.

ZHVANSKY, E.S.; TSYSHKOVA, O.N.; GRISHIN, A.A.; IVANENKO, Y.P.; LEVIK, Y.S.; KESHISHYAN, E.S. 2015. Characteristics of EMG Activity in Infants with Movement Disorders. *Fyziologiya Cheloveka* [on-line]. 41(1), 49–56, [cit. 2019-04-10]. ISSN 03621197. Dostupné z: doi 10.1134/S0362119715010156.

Seznam zkratek

CKP	centrální koordinační porucha
CNS	centrální nervový systém
COM	center of mass, těžiště
COP	center of pressure
DMO	dětská mozková obrna
EMG	elektromyografie
FMs	fidgety movements („neklidné pohyby“)
GA	gestační věk
GMs	general movements („generalizované pohyby“)
LMD	lehká mozková dysfunkce
MU	motorická jednotka
PGA	postgestační věk

Seznam tabulek

Tabulka 1 Rozdělení kvantitativních metod pro biomechanickou analýzu pohybu (Janura et al., 2012, s. 10).....	31
--	----

Seznam obrázků

Obrázek 1 Asymetrická poloha novorozence na břicho (Kolář, 2001, s. 192)	14
Obrázek 2 Označení anatomických bodů při hodnocení kicking movements (Heriza, 1988a, s. 1342).....	34
Obrázek 3 Typické umístění akcelerometrů (Heinze et al., 2010, s. 767).....	37
Obrázek 4 Pronační pozice, supinační pozice a sed (Donati et al., 2014, s. 521).....	40