

# Spontano generirani pokreti kao prediktor neuromotornog razvoja

---

Juroš, Matea

Master's thesis / Diplomski rad

2020

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Education and Rehabilitation Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:158:598376>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-10**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Education and Rehabilitation Sciences - Digital Repository](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
EDUKACIJSKO – REHABILITACIJSKI FAKULTET

Diplomski rad

# **Spontano generirani pokreti kao prediktor neuromotoričkog razvoja**

Matea Juroš

Zagreb, rujan 2020.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
EDUKACIJSKO – REHABILITACIJSKI FAKULTET

Diplomski rad

# **Spontano generirani pokreti kao prediktor neuromotoričkog razvoja**

Matea Juroš

Izv. prof. dr. sc. Ines Joković Oreb

Zagreb, rujan 2020.

### Izjava o autorstvu rada

Potvrđujem da sam osobno napisala **rad Spontano generirani pokreti kao prediktor neuromotoričkog razvoja**, i da sam njegova autorica. Svi dijelovi rada i ideje koje su u radu citirane ili se temelje na drugim izvorima jasno su označeni kao takvi te su adekvatno navedeni u popisu literature.

Matea Juroš

Zagreb, rujan 2020.

## Zahvale

U prvom redu zahvala ide mojim roditeljima; vama bez kojih ništa od ovoga ne bi bilo moguće. Za svu ljubav i sigurnost koju mi pružate od prvog dana, za beskrajnu toplinu obiteljskoga doma, za sve žrtve koje ste na sebe preuzeli. Nadam se jednoga dana biti upola roditelj kakvi ste vi.

Mojim mlađim sekama koje me od prvog dana gledaju kao uzor i motiviraju da budem bolja, jača i hrabrija verzija sebe. Moje ste najbolje prijateljice i prve osobe s kojima želim podijeliti sve dobro i loše.

Poseban red ide mojoj Antoniji, mome glasu razuma, mojoj osobi. U tri života ne mogu ti se odužiti.

Hvala baki i prijateljima što su vjerovali u mene i bili mi podrška na mome putu.

Mome Anti, mojoj sigurnoj luci, utočištu, onome koji sve već ionako zna.

Posebno hvala obiteljima G. i L. Š. što su pristale na sudjelovanje njihove djece u videozapisu faza uvijanja i vrpoljenja kao prilogu ovom diplomskom radu.

Veliko hvala i mojoj divnoj mentorici izv. prof. dr. sc. Ines Joković Oreb na mogućnosti da kruna moga obrazovanja bude upravo iz područja rane intervencije, područja koje mi je približila na mojim počecima studija i probudila ljubav prema njemu.

## **Spontano generirani pokreti kao prediktor neuromotoričkog razvoja**

**Matea Juroš**

**Mentorica:** izv. prof. dr. sc. Ines Joković Oreb

**Rehabilitacija, sofrologija, kreativne i art/ekspresivne terapije**

### **SAŽETAK**

Spontano generirani pokreti prisutni su od ranog fetalnog razdoblja sve do kraja dvadesetog tjedna života. To su prvi pokreti koje ljudski fetus razvija i javljaju se prije izoliranih pokreta udova, a mogu se zapaziti već u 8. tjednu trudnoće te su prisutni sve do 56. tjedna posttermske dobi. Spontani pokreti fetusa, nedonoščadi i novorođenčadi obuhvaćaju cijelo tijelo te se ogledaju u promjenjivom slijedu pokreta ruku, nogu, vrata i trupa. Pojavljuju se i prestaju postupno te su različitog intenziteta i brzine. Rotacije i česte male varijacije smjera kretanja čine ih složenima, ali glatkima. Očituju se dobno specifičnim obilježjima u dvije faze: fazi uvijanja i fazi vrpoljenja. Razlikujemo normalan i tri tipa abnormalnih spontano generiranih pokreta, a to su: siromašni, grčevito-sinkronizirani i kaotični spontani pokreti. U više studija dokazana je visoka prediktivna vrijednost normalnih (optimalnih i suboptimalnih pokreta) u odnosu na povoljan kasniji neurorazvojni ishod. Predikcija je najbolja u fazi vrpoljenja kada abnormalnost pokreta u 95% dojenčadi ukazuje na cerebralnu paralizu ili druge poremećaje. Cilj ovog rada je teorijski razraditi temeljne pojmove te prikazati pregled dosadašnjih znanstvenih spoznaja i istraživanja na području spontano generirane motorike te njenog utjecaja na neuromotorički razvoj kao i mogućnost predikcije istog.

**Ključne riječi:** spontano generirani pokreti, rani neurološki razvoj, faza uvijanja, faza vrpoljenja, procjena spontano generiranih pokreta, prediktivna vrijednost spontano generiranih pokreta

## **General movement as a predictor of neuromotor development**

**Matea Juroš**

**Supervisor:** Ines Joković Oreb, *PhD*

**Rehabilitation, Sophrology, Creative and Art/Expressive Therapies**

### **SUMMARY**

Spontaneously generated movements (GMs) are part of the spontaneous movement repertoire and are present from early fetal life until the end of 20th week of life. Those are the first movements human fetus develops that occur even before isolated limb movements and they can be observed from the 8th week gestational age until 56th week postterm. General movements of fetuses, preterm infants and newborns involve the whole body in a variable sequence of arm, leg, neck and trunk movements. They wax and wane in intensity, force and speed, and they have a gradual beginning and an end. Rotations along the axis of the limbs and slight changes in the direction of movements make them complex, but also smooth. They have two age specific phases; writhing movements and fidgety movements. Normal and three types of abnormal general movements are distinguished; poor repertoire general movements, cramped-synchronized general movements and chaotic general movements. Multiple studies have shown high predictive value of normal (optimal and suboptimal) general movements regarding favourable neurodevelopmental outcome. Prediction is highest when the fidgety movements occur and abnormal general movements in 95% cases indicate cerebral palsy or other disorders. The aim of this study is to theoretically describe main terms and give an insight into scientific understandings and researches in the field of general movements and its influence on neuromotor development as well as the predictive value.

**Key words:** spontaneously generated movements, early neurological development, writhing movement, fidgety movement, general movement assessment, predictive value of GMs

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PROBLEMSKO PITANJE.....	2
3. INTRAUTERINI RAZVOJ.....	3
4. SPONTANO GENERIRANI POKRETI.....	7
4.1. Ritmični stereotipni pokreti.....	9
4.2. Važnost procjene spontano generiranih pokreta.....	11
4.2.1. Faza uvijanja.....	14
4.2.2. Faza vrpoljenja.....	15
4.3. Procjena spontano generiranih pokreta.....	17
5. PREGLED ISTRAŽIVANJA O PREDIKTIVNOJ VRIJEDNOSTI SPONTANO GENERIRANIH POKRETA.....	20
5.1. Prikaz istraživanja o prediktivnoj vrijednosti spontano generiranih pokreta u fazi uvijanja.....	21
5.1.1. Sažetak rezultata o prediktivnoj vrijednosti u fazi uvijanja i primjena u praksi.....	23
5.2. Prikaz istraživanja o prediktivnoj vrijednosti spontano generiranih pokreta u fazi vrpoljenja...	24
5.2.1. Sažetak rezultata o prediktivnoj vrijednosti u fazi vrpoljenja i primjena u praksi.....	29
5.3. Implikacije za razvoj cerebralne paralize.....	30
6. CEREBRALNA PARALIZA.....	31
6.1. Etiologija.....	32
6.2. Prevalencija.....	34
6.3. Tipovi cerebralne paralize.....	34
6.4. Klinička slika.....	35
6.5. Dijagnostika.....	36
6.6. Funkcionalna prognoza.....	37
6.7. Rehabilitacija.....	38
7. ZAKLJUČAK.....	39
8. LITERATURA.....	41
9. PRILOZI.....	44



## 1. UVOD

Prošlo je više od sto godina od kada je fiziolog Preyer objavio prvi pregledni rad na temu in utero motoričke aktivnosti. U posljednjim su desetljećima morfološke studije fetalnog mozga i ultrazvučni prikazi intrauterine fetalne aktivnosti u stvarnom vremenu donijele nove spoznaje o fetalnom ponašanju, a jedna od temeljnih svakako je ta da je fetalno ponašanje izravan odraz kompliciranih histogenetskih procesa u razvoju središnjeg živčanog sustava (SŽS). Razvojni događaji poput uspostavljanja neuralnih veza u različitim područjima mozga, rezultiraju pojavom novih obrazaca fetalne aktivnosti ili promjenom već postojećih (Mišković, 2008).

Spontano generirani pokreti dio su repertoara spontanih pokreta i prisutni su od ranog intrauterinog razdoblja sve do kraja prve polovine života (Einspieler i Prechtel, 2005). To su prvi pokreti koje ljudski fetus razvija i javljaju se prije izoliranih pokreta udova, a mogu se zapaziti već u osmom tjednu trudnoće te su prisutni sve do 56. tjedna postterminalske dobi (Zaputović i sur., 2010).

Heinz Prechtel otkrio je da kvaliteta spontane motorike točno odražava stanje živčanog sustava fetusa i mladog dojenčeta. Dva su oblika normalnih spontano generiranih pokreta; normalno optimalni i normalno suboptimalni spontano generirani pokreti te dva oblika abnormalnih spontano generiranih pokreta; blago abnormalni i definitivno abnormalni spontano generirani pokreti (Hadders-Algra, 2004).

Nakon što je predstavljena procjena spontane motorike, njena glavna primjena bila je predviđanje cerebralne paralize (Einspieler i sur., 2015). Dva abnormalna obrasca spontano generiranih pokreta mogu pouzdano predvidjeti kasniji razvoj cerebralne paralize: a) kontinuiran uzorak grčevito-sinkroniziranih spontano generiranih pokreta i b) odsutnost spontano generiranih pokreta u fazi vrpoljenja (Einspieler i Prechtel, 2005).

Nedavna istraživanja pokazuju da novorođenčad s definitivno abnormalnim spontanim pokretima u fazi vrpoljenja koja ne razvije cerebralnu paralizu ima i druge razvojne probleme,

poput manje neurološke disfunkcije (MND), poremećaja pažnje i hiperaktivnosti (ADHD) ili kognitivnih problema (Hadders-Algra, 2007).

## 2. PROBLEMSKO PITANJE

Središte zanimanja ovog diplomskog rada je utjecaj ranih motoričkih obrazaca kretanja na neurološki i motorički razvoj dojenčadi.

U prvom dijelu rada opisan je intrauterini razvoj. Ne samo da se značajan dio razvoja mozga događa prije termina, već se mozak tijekom djetinjstva neprekidno preuređuje. Prisutnost kontinuiranih neurobioloških promjena tijekom djetinjstva ima značajne kliničke posljedice (Hadders-Algra, 2004). Mogućnost procjene funkcionalnog stanja neurološkog sustava fetusa vrlo je važna budući da je značajan dio oštećenja mladog mozga upravo prenatalnog porijekla (Prechtl i Einspieler, 1997). Fetalno ponašanje izravno odražava procese razvoja i sazrijevanja središnjeg živčanog sustava te poznavanjem fiziologije njegovih razvojnih procesa tijekom trudnoće možemo razlikovati normalni i abnormalni razvoj središnjeg živčanog sustava, kao i ranije dijagnosticirati različite strukturalne i funkcionalne abnormalnosti (Mišković, 2008). Nisu svi obrasci pokreta vidljivi odmah po rođenju, neki se pojavljuju nakon nekoliko tjedana (Prechtl, 1985). Dojenčad bez neuroloških oštećenja nastavlja pokazivati sličan obrazac spontanih pokreta kao i intrauterino sve do kraja drugog mjeseca posttermske dobi, nakon čega se postupno pojavljuje novi obrazac spontano generiranih pokreta (Einspieler i sur., 1997).

U poglavlju koje slijedi pružen je uvid u spontano generirane pokrete, njihove karakteristike i značaj te podjelu na dobno specifična obilježja; fazu uvijanja i fazu vrpoljenja. To su prvi pokreti koje ljudski fetus razvija i javljaju se prije izoliranih pokreta udova, a mogu se zapaziti već u osmom tjednu trudnoće te su prisutni sve do 56. tjedna posttermske dobi (Einspieler i Prechtl, 2005). U ovom poglavlju opisani su i načini procjene spontano generiranih pokreta. Pored osjetljivosti i specifičnosti od čak 95%, procjena spontano generiranih pokreta je brza, neinvazivna i isplativa u usporedbi s drugim tehnikama, npr. magnetskom rezonancijom, ultrazvukom mozga i tradicionalnim neurološkim pregledom (Einspieler i Prechtl, 2005). Nakon

što je procjena predstavljena, njena glavna primjena bila je predviđanje cerebralne paralize (Einspieler i sur., 2015).

Prediktivna vrijednost spontano generiranih pokreta glavno je područje interesa ovog diplomskog rada. U više studija dokazana je visoka prediktivna vrijednost normalnih pokreta (optimalnih i suboptimalnih) u odnosu na povoljan kasniji neurorazvojni ishod. Novorođenčad s normalnim spontanim pokretima ima uredan neurorazvojni ishod, dok 70% ili više novorođenčadi s trajnim jasno abnormalnim spontanim pokretima ima neurorazvojna odstupanja (Mejaški-Bošnjak, 2008). Prediktivna vrijednost procjene spontano generiranih pokreta poboljšava se s povećanjem dobi pa je najbolja u fazi vrpoljenja spontano generiranih pokreta - to jest, u razdoblju od 2. do 4. mjeseca starosti (Hadders-Algra, 2004).

Glavna primjena procjene spontano generiranih pokreta još od njegovog predstavljanja bila je predviđanje cerebralne paralize (Einspieler i sur., 2015) pa je tako posljednje poglavlje ovog diplomskog rada posvećeno upravo cerebralnoj paralizi. Pružen je prikaz etiologije, prevalencije, klasifikacije, kliničke slike, dijagnostike i rehabilitacije djece s cerebralnom paralizom. Za što bolje i kvalitetnije rješavanje svih problema i poteškoća s kojima se ova djeca nose, potrebna je uska suradnja niza stručnjaka i roditelja te što raniji početak tretmana (Pospiš, 2009).

U prilogu diplomskog rada nalazi se CD s videozapisima koji prikazuju pokrete u dvije dobno specifične faze spontano generiranih pokreta; fazi uvijanja i fazi vrpoljenja kao i suglasnosti roditelja za snimanje.

### 3. INTRAUTERINI RAZVOJ

Razvoj ljudskog mozga dugotrajan je proces. Tek u dobi od oko 30 godina, živčani sustav dobiva svoju odraslu konfiguraciju (Hadders-Algra, 2004). Najranije sinapse mogu se pronaći u leđnoj moždini kratko prije uspostave embrijske pokretljivosti, između 6. i 7. tjedna trudnoće. Iz tog razloga smatra se da neuralna aktivnost koja izaziva prve vidljive pokrete embrija započinje u motoričkim neuronima leđne moždine razvojem i inervacijom mišićnih vlakana. Oko 7. tjedna trudnoće počinje razvoj i sazrijevanje moždanog debla. Ono će u sljedećim tjednima preuzeti kontrolu nad fetalnim pokretima, što rezultira širenjem repertoara motorike i obrazaca ponašanja.

Moždano deblo sadržava jezgre moždanih živaca, silazne motorne putove prema leđnoj moždini i strukture koje reguliraju srčanu frekvenciju te cikluse sna i budnosti. Svi obrasci fetalnog ponašanja do porođaja pod utjecajem su moždanog debla. Osnovne strukture diencefalona i moždanih hemisfera formiraju se krajem 8. tjedna gestacijske dobi (Mišković, 2008).

Tijekom rane faze gestacije neuroni se šire u germinalne slojeve u blizini klijetki. Od tamo migriraju na svoja konačna odredišta i počinju se razlikovati. Neuronska diferencijacija uključuje stvaranje dendrida i aksona, proizvodnju neurotransmitera i sinapsi te razradu unutarstaničnih signalnih slojeva i složenih živčanih membrana. Proces diferencijacije osobito je aktivan nekoliko mjeseci prije rođenja te u prvim postnatalnim mjesecima. Međutim, stvaranje sinapsi nastavlja se kroz cijeli život (Hadders-Algra, 2004). Osim živčanih stanica, nastaju i glijalne stanice. Vrhunac proizvodnje glija stanica u drugoj je polovici trudnoće. Neke od glija stanica brinu o aksonskoj mijelinizaciji. Mijelinizacija se događa naročito između drugog tromjesečja trudnoće i kraja prve postnatalne godine. Međutim, prvi puta je završena oko tridesete godine života (Mišković, 2008).

Izvanredna značajka razvoja mozga je što se ne sastoji samo od stvaranja komponenti, već i od njihovih uklanjanja. Otprilike pola od nastalih neurona odumre (apoptoza), posebice tijekom sredine trudnoće. Slične promjene, eliminacije aksona i sinapsi, događaju se i kasnije, posebice između 18 mjeseci starosti i početka puberteta (Goleš, 2018, prema Hadders-Algra, 2004). Iz toga možemo zaključiti da se središnji živčani sustav oblikuje i regresivnim događanjima induciranim neurokemijskim procesima i složenom neuronskom aktivnosti. Neuronski elementi koji najbolje odgovaraju okolini preostaju i omogućavaju prilagodbu mozga vlastitoj okolini (Mišković, 2008).

Prema autorici Hadders-Algra (2004) to ukazuje na to da ne samo da se značajan dio razvoja mozga događa prije termina, već i da se mozak tijekom djetinjstva neprekidno preuređuje. Prisutnost kontinuiranih neurobioloških promjena tijekom djetinjstva ima značajne kliničke posljedice. Prvo, činjenica da dijete ima živčani sustav specifičan za svoju dob, poziva na potrebu za dobno specifičnom neurološkom procjenom - primjenom neuromotoričkih tehnika procjene koje su prilagođene dobno specifičnim karakteristikama živčanog sustava. Drugo, karakteristike ovisne o dobi utječu na način izražavanja neuronske disfunkcije. Kod novorođenčadi je neurološka disfunkcija izražena generaliziranom i nespecifičnom disfunkcijom.

Primjerice, prijevremeno rođena dojenčad s lijevom stranom intraventricularnog krvarenja može reagirati s općom hipotonijom, generaliziranom hipertenzijom, hipokinezijom ili hiperekscitabilnošću. Treće, izražene razvojne promjene u mozgu u ranoj dobi imaju važne implikacije za predviđanje razvojnih poremećaja u kasnijoj dobi.

Neurorazvojne promjene mogu dovesti do nestanka disfunkcija prisutnih u ranoj dobi, ali moguće je i obrnuto: djeca u ranoj dobi mogu biti oslobođena znakova disfunkcije, a s povećanjem dobi rasti u funkcionalnom deficitu zbog povećanja složenosti neuronskih funkcija povezanih s dobi.

Mogućnost procjene funkcionalnog stanja neurološkog sustava fetusa vrlo je važna budući da je značajan dio oštećenja mladog mozga upravo prenatalnog porijekla (Prechtel i Einspieler, 1997).

Činjenica da intrauterina motorna aktivnost postoji u različitim životinjskim vrstama, uključujući i beskralješnjake, upućuje na njenu važnost za proces neurološkog razvoja. Fetalni pokreti vrlo su raznolikog repertoara pa se postavlja pitanje njihove uloge i važnosti za normalan razvoj fetusa. Teorija o selekciji neurona predlaže postojanje genetski predodređenih neuronskih mreža na početku razvoja; kroz dinamičku epigenetsku regulaciju histogenetskih procesa te se mreže mijenjaju, a razvoj se nastavlja selekcijom na temelju aferentnih informacija izazvanih pokretima. U konačnici opstaju najbolje neuronske mreže i motorički obrasci. Posljedično, motorička aktivnost fetusa postaje ključni čimbenik za razvoj većine dijelova živčanog sustava i mišića.

Fetalno ponašanje izravan je odraz razvoja živčanog, mišićnog i krvožilnog sustava. Ultrazvuk u stvarnom vremenu označio je prekretnicu u proučavanju fetalnog ponašanja i već su prve studije otkrile zapanjujuću raznolikost fetalne intrauterine aktivnosti kao i da je ona prisutna mnogo prije nego što je majka može primijetiti. Napredovanjem trudnoće obrasci ponašanja ubrzano se šire i postaju složeniji. Fetalno ponašanje izravno odražava procese razvoja i sazrijevanja središnjeg živčanog sustava te poznavanjem fiziologije razvojnih procesa središnjeg živčanog sustava tijekom trudnoće možemo razlikovati normalni i abnormalni razvoj središnjeg živčanog sustava, kao i ranije dijagnosticirati različite strukturalne i funkcionalne abnormalnosti (Mišković, 2008).

Prvi fetalni pokreti mogu se uočiti između 7 i 7,5 do 8 tjedana trudnoće. Sastoje se od spore fleksije i ekstenzije trupa, a praćeni su pasivnim promjenama položaja fetalnih ekstremiteta. Pokreti su crvoliki i pojavljuju se u nepravilnim razmacima, a između 8. i 9. tjedna zamjenjuju ih trzajni pokreti i spontano generirani pokreti. Od 10. tjedna trudnoće broj i učestalost fetalnih pokreta raste, a počinje se širiti i njihov repertoar (Prechtl, 1985). U 9. tjednu javljaju se izolirani pokreti rukom koji u 10. tjednu postaju složeniji zbog pokreta u lakatnom zglobu. Od 11. tjedna mogu se zapaziti promjene u položaju prstiju, a stiskanje i otvaranje šake lako je uočljivo u 12. i 13. tjednu. Između 14. i 19. tjedna fetusi su iznimno aktivni, s najdužim razdobljem mirovanja od samo 5 do 6 minuta.

Osnovno obilježje druge polovice trudnoće je organizacija fetalnih pokreta. Razdoblja fetalnog mirovanja rastu, a ciklusi odmora i aktivnosti postaju prepoznatljivi. U ovom razdoblju ne javljaju se novi fetalni pokreti. Krupni pokreti tijela, koji su od 9. tjedna nadalje u porastu, postupno se smanjuju tijekom posljednjih 10 tjedana trudnoće. Dok se broj krupnih pokreta postupno smanjuje, broj pokreta lica je u porastu, uključujući i otvaranje/zatvaranje čeljusti, gutanje i žvakanje. U razdobljima odsustva krupnih pokreta tijela ti su pokreti vidljivi i taj se obrazac smatra odrazom normalnog neurološkog razvoja fetusa (Mišković, 2008).

Motorički obrazac fetalnih pokreta može se promatrati i postnatalno. Nisu svi obrasci pokreta vidljivi odmah po rođenju, neki se pojavljuju nakon nekoliko tjedana (Prechtl, 1985). Dojenčad bez neuroloških oštećenja nastavlja pokazivati sličan obrazac spontanih pokreta kao i intrauterino sve do kraja drugog mjeseca posttermske dobi, nakon čega se postupno pojavljivlje novi obrazac spontano generiranih pokreta (Einspieler i sur., 1997).

Važno je spomenuti kako prisustvo normalne fetalne pokretljivosti ne isključuje mogućnost postojanja anomalija. S druge strane, neke anomalije koje se ne mogu otkriti ultrazvukom, magnetskom rezonancom, ali niti kromosomskim, DNA ili metaboličkim testiranjima, mogle bi se otkriti upravo procjenom fetalnog ponašanja.

Prechtl prvi ukazuje na važnost spontanih pokreta te upozorava da je moguće dijagnosticirati neurooštećenje na temelju njihove procjene. Ova zapažanja naišla su na potvrdu u neonatalnim istraživanjima i istraživanjima fetalnog ponašnja u normalnim i patološkim trudnoćama. Neonatalnom procjenom kvalitete spontanih pokreta u nedonoščadi i termske novorođenčadi moguće je dijagnosticirati oštećenje središnjeg živčanog sustava. Koliko je procjena spontanih

pokreta važna potvrđuje činjenica da procjena neonatalnog ponašanja često daje više podataka o funkciji mozga nego sve postnatalne metode i funkcionalna testiranja novorođenčeta (Mišković, 2008).

#### 4. SPONTANO GENERIRANI POKRETI

Spontano generirani pokreti dio su repertoara spontanih pokreta i prisutni su od ranog fetalnog razdoblja sve do kraja prve polovine života (Einspieler i Prechtl, 2005). To su prvi pokreti koje ljudski fetus razvija i javljaju se prije izoliranih pokreta udova, a mogu se zapaziti već u osmom tjednu trudnoće su prisutni sve do 56. tjedna posttermske dobi (Einspieler i Prechtl, 2005). Tijekom trudnoće spontani pokreti odgovorni su za česte promjene položaja fetusa u maternici. Ovo je važno svojstvo normalne pokretljivosti fetusa te je funkcionalno važno tijekom prenatalnog života (Zuk, 2011).

Spontani pokreti fetusa, nedonoščadi i novorođenčadi obuhvaćaju cijelo tijelo te se ogledaju u promjenjivom slijedu pokreta ruku, nogu, vrata i trupa. Pojavljuju se i prestaju postupno te su različitog intenziteta i brzine. Rotacije i česte male varijacije smjera kretanja čine ih složenima, ali glatkima (Mejaški-Bošnjak, 2008, prema Hadders-Algra i sur., 1997).

Učestalost spontane motorike smanjuje se u posljednjem tromjesečju trudnoće; međutim, oblik pokreta ostaje stalan (Zuk, 2011, prema De Vries i sur., 1985). S prijevremenim rođenjem, nastavlja se prenatalni obrazac kretanja, a posebno obrazac spontanih pokreta koji se izražava na sličan način. Vrlo male razlike mogu se uočiti između spontane motorike fetusa i pretermske novorođenčadi (Zuk, 2011, prema Hadders-Algra i Prechtl, 1992). Stoga, pokretni repertoar novorođenčeta nastavak je onoga repertoara fetusa (Zuk, 2011, prema Prechtl, 1990).

Bez obzira koliko su pokreti varijabilni, oni uvijek izgledaju graciozno i prirodno. Spontani pokreti su kompleksni, pojavljuju se učestalo i traju dovoljno dugo da ih je moguće opažati (Einspieler i Prechtl, 2005). Dok ih prije termina nazivamo fetalnim ili pretermiskim spontanim pokretima, od termske dobi do otprilike 6-9 tjedana nakon termina nazivamo ih uvijajućim pokretima (Mejaški-Bošnjak, 2008, prema Prechtl, 1990).

Heinz Prechtl, pionir u području ranog neurološkog razvoja, prepoznao je značaj spontanog motoričkog ponašanja u ranom životu. Došao je do spoznaje da samogenerirana pokretljivost tijekom ranog razvoja igra važnu ulogu u preživljavanju i prilagodbi. Uz to, Prechtl je otkrio da kvaliteta spontane motorike, posebno kvaliteta općih pokreta, točno odražava stanje živčanog sustava fetusa i mladog dojenčeta (Hadders-Algra, 2004).

Prema Goleš (2018), autori Prechtl i Hopkins (1986) tijekom jedne studije klasificirali su pokrete. Podijelili su ih u tri skupine: fazu uvijanja, fazu vrpoljenja i fazu ciljanog pokreta. Prve su dvije faze spontano generiranih pokreta, dok treća započinje završetkom spontane motorike i karakteriziraju ju voljni manipulativni pokreti.

Autorica Hadders-Algra klasificirala je spontano generirane pokrete u 4 razreda kvalitete prema njihovim karakteristikama. Dva su oblika normalnih spontano generiranih pokreta; normalno-optimalni i normalno suboptimalni spontano generirani pokreti te dva oblika abnormalnih spontano generiranih pokreta; blago abnormalni i definitivno abnormalni spontano generirani pokreti (Hadders-Algra, 2004). U svakoj dobi spontani pokreti očituju se složenošću, raznolikošću i finoćom njihovog prijelaza. Nasuprot tome, abnormalni spontani pokreti pokazuju manju složenost, varijabilnost i finoću prijelaza pokreta (Mejaški-Bošnjak, 2008).

Kod dojenčadi je dokazana prisutnost pet stanja ponašanja; dva u stanju sna (duboki san-stadij 1 i REM san - stadij 2), te tri u stanju budnosti (tiha budnost-stadij 3, budnost-stadij 4 i plačuće stanje-stadij 5). Ta su stanja izraziti i stabilni obrasci živčane aktivnosti i uključuju sljedeće varijable: pokreti tijela, pokreti oka i respiratorni pokreti (Zuk, 2011). Spontana motorika specifična je za stadije i postoje značajne razlike u kvaliteti spontane motorike u svakoj vrsti ponašanja. Integritet kvalitete spontane motorike mogao bi se procijeniti u REM stanju mirovanja (stadij 2) i budnom stanju (stadij 4). Najbolja kvaliteta spontane motorike pronađena je u stadiju 4 (budno stanje) u kojem je uočena karakteristična fluidnost i elegancija normalne kvalitete spontanih pokreta koji se raspršuju. U novorođenčadi se spontana motorika pojavljuje u četiri od pet stadija ponašanja i odsutni su samo u tihom budnom stanju (Zuk, 2008, prema Hadders-Algra, 1993).



#### 4.1. Ritmični stereotipni pokreti

Postoji opći konsenzus da je stereotipno ponašanje, koje ima prepoznatljive prostorno-vremenske karakteristike i koje je široko rasprostranjeno u različitim vrstama kroz slične oblike, u velikoj mjeri povezano s unutarnjom organizacijom središnjeg živčanog sustava. Jednom kada je to ponašanje potaknuto, na oblik njegovog izražavanja malo utječu kontinuirani vanjski podražaji (Thelen, 1981, prema Barrlow, 1977). Druga pretpostavka je da stereotipno ponašanje zahtijeva manje složene neuralne mehanizme od ponašanja koje više reagira na povratne informacije (Thelen, 1981, prema Brown, 1969 prema Schleidt, 1974, prema Fentress, 1976). Prema tome, životinje s jednostavnijim živčanim sustavima imaju relativno veći broj pokreta određenog uzorka u svojim ponašajnim repertoarima. Međutim, čak i vrste u kojih uglavnom prevladava složeno i varijabilno ponašanje, pokazuju stereotipne pokrete za određena ponašanja i pod određenim okolnostima.

Budući da dojenčad urednog razvoja ima širok pokretni repertoar koji ima obilježja i ritmičnosti i stereotipije, postavlja se pitanje što je to što u normalnim okolnostima potiče stereotipiju u vrstama čije je ponašanje u drugim fazama života većinski nestereotipno. Ova specifična ponašanja dojenčadi definirana su kao pokreti dijelova tijela ili cijeloga tijela koji se ponavljaju u istom obliku i kratkim intervalima od sekundu i manje te mogu uključivati različite oblike udaranja, mahanja rukom, lupanja, poskakivanja, ljuljanja, kovitljanja, grebanja i njihanja. Posebno su česta tijekom prvih godinu dana života.

Niz stanja i ponašajnih konteksta može izazvati epizode stereotipnih ponašanja, ali za potrebe istraživanja autorica ih je svrstala u sedam skupina. Epizoda se definira kao pokret koji se pojavljuje u istom obliku barem tri puta: epizoda je završila kada je dojenče izvelo drugačije ponašanje (Thelen, 1981).

U istraživanju autorice Theler (1981) epizode ritmičkih stereotipija često su bile povezane sa stanjima „nepobuđenosti“ dojenčeta. „Interakcije s njegovateljem“ također su često izazivale ritmička ponašanja. Interakcije s njegovateljem koje izazivaju ritmička ponašanja, ali povezana sa situacijama „hranjenja“ grupirana su u odvojenu kategoriju. Skupina konteksta označenih kao „objekti interakcije“ uključivala je izazivanje ritmičkih ponašanja povezanih s rukovanjem predmeta. Ritmička ponašanja ponekad su bila zamijećena kada bi dojenče aktivno ili pasivno

promijenilo poziciju te su ti konteksti svrstani su pod kategoriju „kinestetičkih promjena“. Dojenčad je često odgovarala na smiješke promatrača ili na prilaženja braće i sestara epizodama ritmičkih ponašanja. Ritmički odgovori prema osobama koje nisu njegovatelji svrstani su u odvojenu kategoriju pod nazivom „društveno“. Na kraju, pod kategorijom „neodređeno“ svrstane su sve epizode ponašanja za koje ne postoji jasan kontekst.

Rezultati pokazuju da su nepobuđena stanja bila najizraženiji pokretači stereotipije u svim razdobljima osim u dobi od 12 do 18 tjedana kada su kinestetičke promjene i socijalna interakcija također bile vrlo značajne. Interakcije s njegovateljem i promjene položaja tijela bile su idući najizgledniji uvjet povezan s stereotipnim kretnjama.

Veza između stereotipnog ponašanja dojenčeta i konteksta koji ga izaziva nije jednostavna. Snažna dobna ovisnost brzine i vrste ritmičke stereotipije podupire hipotezu da su ovi pokreti doista manifestacija motoričkog uzorka karakterističnog za neuromišićne puteve pri određenim fazama sazrijevanja. Ovi motorički uzorci pojavljuju se kada postoji određena funkcionalna zrelost mišićne sinergije, ali još uvijek nesavršena voljna kontrola nad pokretom. Kada izazivajući podražaj signalizira ponašanje dojenčetu, rezultat je pokret određenog uzorka dostupan dojenčetu na toj razini sazrijevanja: jednostavna ritmička izmjena neusmjerena cilju.

Ponašanja nisu naročito funkcionalno povezana s izazivajućim podražajem, već generalno dostupan motorički odgovor na događaje na koje dojenče, kako sazrijeva, odgovara na primjereniji način. Povezanost s njegovateljem bila je posebno jak okidač stereotipije, pa postoji mogućnost i da su ovi pokreti način komuniciranja (Thelen, 1981, prema Smith, 1977, prema Barlow 1977).

Rezultati također sugeriraju i da su individualne razlike ukupnog broja stereotipija uočenih u prvoj godini života povezane sa specifičnim navikama njegovatelja. Dojenčad koja je izvodila manje stereotipnih pokreta doživjela je manje poskakivanja i nošenja od strane njegovatelja što je vjerojatno izazvalo manjak vestibularne stimulacije, a moguće i da su bili smješteni na mjesta koja su im ograničavala vlastite aktivne pokrete. Prema tome, moguće je da je dojenčad stereotipne kretnje koristila kao potrebnu vestibularnu stimulaciju. U tom smislu, dojenačke stereotipije odgovaraju općenitijem razvojnom načelu da se jednostavna ponašanja koja su smatrana refleksivnima zadobivaju u određenim fazama razvoja kao dio visokofunkcionalnog adaptivnog bihevioralnog sistema (Thelen, 1981, prema Bowlby, 1969).

Prijašnje analize (Thelen, 1981, prema Thelen, 1979) također upućuju na upečatljive pravilnosti u razvojnim profilima koje ritmične stereotipije pokazuju. Pojava ritmičkog ponašanja u mišićnoj skupini prethodila je ili složenijim koordiniranim aktivnostima tih mišića ili se pojavila tek kada je dojenče stjecalo kontrolu posture nad novom pozicijom. Ovi razvojni podatci ukazuju na to da su ritmičke stereotipije manifestacija jednostavnih uzoraka karakterističnih za neuromišićni sustav u razvoju, kada je dojenčad imala stupanj funkcionalne zrelosti, ali još uvijek nepotpunu voljnu kontrolu. Drugim riječima, ritmičke stereotipije izgledaju kao prijelazna ponašanja između nekoordiniranih pokreta i zrelih, cilju usmjerenih ponašanja.

#### 4.2. Važnost procjene spontano generiranih pokreta

Kašnjenje u razvoju može ukazivati na problem u razvoju središnjeg živčanog sustava. Svako značajno zaostajanje u djetetovom tjelesnom, kognitivnom, bihevioralnom, emocionalnom ili socijalnom razvoju u usporedbi s normama naziva se kašnjenjem u razvoju (Zuk, 2011).

Jedan od najtežih zadataka za pedijatrijske zdravstvene djelatnike je predvidjeti još u ranom djetinjstvu što bi u razvoju djeteta moglo kasnije uzrokovati ozbiljne poteškoće i nedostatke. S druge strane, roditelji su sve nestrpljiviji naučiti o razvojnim mogućnostima svoje djece, pogotovo ako novorođenče ima nepovoljnu perinatalnu prošlost (Einspieler i Marschik, 2017).

Izazov identificiranja novorođenčadi kojoj prijete zaostajanje u razvoju i moguć nepovoljan ishod neurorazvoja zahtijeva metode procjene koje će dovesti do rane intervencije kako bi se minimalizirale razvojne poteškoće i kako bi se maksimizirao razvojni potencijal novorođenčeta. Postoje snažni dokazi o učincima rane intervencije, posebno u razdoblju kada je mozak najplastičniji i otvoren za promjene (Zuk, 2011, prema Hadders-Algra, 2001).

Mozak u razvoju i njegovo sazrijevanje proces je starenja koji je povezan od začeca do zrelosti. Značajna količina razvoja mozga događa se prije termina, a taj proces nastavlja se tijekom djetinjstva. U to vrijeme plastičnost mozga omogućuje mnoge neurobiološke promjene. Dobno-specifične karakteristike živčanog sustava izražavaju integritet mozga u razvoju i zato što u ovoj mladoj dobi može doći do remodeliranja, klinički znakovi možda nisu istinski odraz buduće funkcije, zastoja u razvoju ili disfunkcije. Složenost razvojnih promjena koje se događaju u

mladom i nezrelom mozgu ima važne implikacije za predviđanje tipičnog razvoja ili poremećaja u razvoju u mladoj dobi (Hadders-Algra, 2004).

Prechtl i suradnici (1997) proučavali su obrasce kretanja fetusa, nedonoščadi i terminske djece te otkrili da ih endogeno generira nestimulirani živčani sustav. Bogati repertoar obrazaca kretanja koji su se razvili u maternici nastavio se izražavati i nakon rođenja. Prechtl (1990) je otkrio da integritet kvalitete spontano generiranih pokreta ovisi o normalnom i netaknutom živčanom sustavu u razvoju. Točno je odražavao stanje živčanog sustava fetusa i mladog dojenčeta. Nadalje, promjene u kretanju pouzdano odražavaju stanje mozga. Stoga, ova bi metoda mogla biti dodatni alat za procjenu oštećenog neurološkog sustava (Hadders-Algra i Groothuis, 1999).

Procjena spontano generiranih pokreta provedena s nedonoščadi, terminskom i mladom novorođenčadi ne smatra se manje važnom od naprednih tehnika snimanja, kao što su ultrazvuk glave, kompjuterska tomografija, magnetska rezonancija te korištenje tradicionalnih neuroloških pregleda novorođenčadi. Istraživanja koja su ispitivala neurološki status visokorizične dojenčadi procjenom spontano generiranih pokreta, uspoređujući nalaze sa standardnim neurološkim pregledima i tehnikama neuroloških slikovnih prikaza, pokazala su značaj procjene spontane motorike za otkrivanje neurološke disfunkcije. Postojala je značajna korelacija između spontanih pokreta te neonatalnih neuroloških i ultrasonografskih abnormalnosti. Spontano generirani pokreti bili su najbolji pozitivni predviđač normalnog neurološkog ishoda. Pokazalo se da djeca čija su neurobiheviorna procjena i magnetska rezonancija u okvirima normalnog u neonatalnom razdoblju, i u dobi od 18 mjeseci nastavljaju funkcionirati u normalnim okvirima. Abnormalni nalazi magnetske rezonancije u ranoj dobi ne moraju biti povezani s lošijim razvojnim ishodom te polovica djece s abnormalnim ranim nalazom magnetske rezonancije funkcionira normalno u dobi od 18 mjeseci. Ipak, sve abnormalnosti koje su uključivale ishemiju bile su povezane s razvojnim zaostatkom u dobi od 18 mjeseci. Kombiniranje magnetske rezonancije i neurobiheviornalne procjene ima snažnu prediktivnu vrijednost razvojnog ishoda (Constantinou i sur., 2007).

Poznato je da je kvaliteta spontanih pokreta izraz razvoja mozga. Spittle i suradnici su 2008. i 2010. istraživali patologiju mozga i promjer malog mozga kod vrlo uranjene nedonoščadi. Magnetska rezonancija u dobi od 1 i 3 mjeseca korigirane dobi procjenjuje abnormalnost bijele i sive tvari i metrike mozga. Također, procijenjena je kvaliteta spontano generiranih pokreta u fazi

uvijanja i u fazi vrpoljenja. Magnetska rezonancija pokazala je da su u obje faze konstantno abnormalni spontani pokreti (u fazi uvijanja siromašan repertoar i grčevito-sinkronizirani spontano generirani pokreti i u fazi vrpoljenja odsutstvo pokreta vrpoljenja) bili povezani s povećanim abnormalnostima bijele tvari. Suprotno tome, nije bilo značajnih veza između spontanih pokreta i abnormalnosti sive tvari. Abnormalni spontani pokreti u trećem mjesecu korigirane dobi korelirali su sa smanjenim promjerom malog mozga u terminu ekvivalentnoj dobi (Zuk, 2011).

Razne prenatalne, perinatalne i neonatalne teškoće, poput majčinog dijabetesa, intrauterine malformacije rasta, prijevremenog rođenja, perinatalne asfiksije, neonatalne hiperbilirubinemije, i neonatalno liječenje deksametazonom, mogu dovesti do abnormalnih spontano generiranih pokreta. Definitivno abnormalni spontano generirani pokreti su posebno, ali ne i isključivo vezani uz lezije mozga. Također je pokazano da kvaliteta kretanja nije fiksna pojava već se može promijeniti na različite načine; može biti privremeno pogođena bolešću i abnormalnosti kretanja mogu nestati ili mogu postati jasnije kako dob raste. Većina promjena u kvaliteti spontano generiranih pokreta pojavljuje se u prijelaznim razdobljima tijekom kojih se normalni spontano generirani pokreti mijenjaju u obliku - između 36. i 38. tjedna postmenstrualne dobi te između 6. i 8. tjedna poslije rođenja. Prediktivna vrijednost kvalitete spontano generiranih pokreta varira ovisno o dobi u kojoj se spontano generirani pokreti procjenjuju. Najbolja predviđanja mogu se dobiti longitudinalnom procjenom spontano generiranih pokreta (Hadders-Algra, 2004).

Nakon što je predstavljena procjena spontane motorike, njena glavna primjena bila je predviđanje cerebralne paralize (Einspieler i sur., 2015). U više studija dokazana je visoka prediktivna vrijednost normalnih (optimalnih i suboptimalnih pokreta) u odnosu na kasniji povoljan neurorazvojni ishod. Novorođenčad s normalnim spontanim pokretima ima uredan neurorazvojni ishod, dok više od 70% ili više novorođenčadi s kontinuiranim definitivno abnormalnim spontanim pokretima ima neurorazvojna odstupanja (Mejaški-Bošnjak, 2008). Dva abnormalna obrasca spontano generiranih pokreta mogu pouzdano predvidjeti kasniji razvoj cerebralne paralize: a) kontinuiran uzorak grčevito-sinkroniziranih spontano generiranih pokreta i b) odsutnost spontano generiranih pokreta u fazi vrpoljenja (Einspieler i Prechtel, 2005).

Djeca rođena prijevremeno imaju veće stope nepovoljnih motoričkih, kognitivnih, bihevioralnih i psihijatrijskih ishoda od njihovih vršnjaka rođenih u terminu, čak i ako oštećenje mozga nije

prisutno. Kognitivni deficit javlja se kod 25-50% djece rođene prijevremeno, posebno ako je njihova porođajna masa ispod 1500 g. U prosjeku, djeca rođena u 32. tjednu gestacije i mlađa, dobivaju najmanje 11 bodova manje od svojih terminski rođenih vršnjaka u kognitivnom testu. Ovaj se broj povećava obrnuto proporcionalno sa svakim tjednom kraće gestacije (Einspieler i sur., 2016).

#### 4.2.1. Faza uvijanja

Čak i ako postoje manje razlike povezane s dobi, spontani pokreti do kraja drugog mjeseca posttermnske dobi imaju sličan izgled onima iz rane fetalne dobi (Einspieler i Prechtl, 2005). Pokretni repertoar novorođenčeta nastavak je pokretnog repertoara fetusa (Zuk, 2011). Pokreti su to koje prije termina nazivamo fetalnim ili pretermniskim spontanim pokretima, a od terminske dobi pa do otprilike 6 do 9 tjedana posttermnske dobi nazivamo ih pokretima uvijanja (Einspieler i Marschik, 2017).

U fazi uvijanja, spontano generirani pokreti uključuju cijelo tijelo, promjenjive su brzine i zbog kontrakcija sudjelujućih mišića imaju uvijajući karakter. Obično traju od nekoliko sekundi do jedne minute. Karakterizira ih neodređen slijed pokreta nogu, ruku, vrata i trupa. Brzina, snaga i intenzitet ovih pokreta konstantno rastu i opadaju. Unatoč svojoj raznolikosti, smatraju se jedinstvenim obrascem kretanja kojeg je jednostavno prepoznati (Prechtl i Hopkins, 1986).

U fazi uvijanja, u pokreta spontano generirane motorike prevladavaju mala do srednja amplituda pokreta i spora do umjerena brzina. Brzi i veliki pokreti ekstenzije mogu se povremeno javiti u području ruku (Einspieler i sur., 1997). Uobičajeno su eliptičnog oblika što je komponenta koja ostavlja dojam uvijajućeg karaktera.

Nalazi elektromiografije (EMG) otkrivaju da je trajanje pojedinačnog naleta pokreta uvijanja značajno dulje za vrijeme pretermniskih (fetalnih) pokreta no što je u postnatalnoj fazi uvijanja. Razlike u području amplitude i mišićnog tonusa nisu značajne (Einspieler i Prechtl, 2005).

Razlikujemo dva tipa abnormalnih spontano generiranih pokreta u fazi uvijanja; siromašan repertoar spontano generiranih pokreta i grčevito-sinkronizirani spontano generirani pokreti (Goleš, 2018, prema Prechtl i sur., 1997).

Siromašan repertoar spontano generiranih pokreta manifestira se nizom uzastopno monotonih komponenti pokreta. Pokreti različitih dijelova tijela nisu složeni kao što je to uobičajeno kod normalnih spontano generiranih pokreta. Često se javljaju u dojenčadi čiji ultrazvuk mozga pokazuje abnormalnosti te iz njih mogu proizaći normalni, abnormalni ili odsutni pokreti vrpoljenja iz čega zaključujemo da je njihova prediktivna vrijednost vrlo niska.

Grčevito-sinkronizirani spontano generirani pokreti očituju se krutim kretnjama kojima nedostaje glatkoća i fluidnost pokreta. Svi mišići trupa i udova grče se i otpuštaju gotovo istovremeno te ukoliko perzistiraju nekoliko tjedana, imaju visoku prediktivnu vrijednost razvoja spastičnog oblika cerebralne paralize (Einspieler i Precht, 2005).

Einspieler i sur. (1997) prema Bos i sur. (1997) spominju i kaotične spontano generirane pokrete. Oni se očituju velikom amplitudom pokreta udova i pojavljuju se kaotičnim redoslijedom bez ikakve glatkoće i tečnosti. Dosljedni su u svom isprekidanom pojavljivanju.

Kako uvijajući opći pokreti postupno nestaju do kraja drugog mjeseca, postupno nastaju pokreti vrpoljenja (Einspieler i Marschik, 2017).

#### 4.2.2. Faza vrpoljenja

U dobi od 6 do 9 tjedana posttermanske dobi, spontano generirani pokreti uvijajućeg tipa postupno nestaju i njihovo mjesto preuzimaju spontano generirani pokreti vrpoljenja. Ti pokreti prisutni su sve do kraja prve polovice života djeteta kada namjerni i antigravitacijski pokreti počinju dominirati (Einspieler i Prechtl, 2005). Ovaj raspon ispravan je kako za prijevremeno rođenu, tako i za terminski rođenu dojenčad s korigiranom kronološkom dobi (Einspieler i sur., 2015, prema Prechtl i sur., 1997).

U fazi vrpoljenja, spontano generirani pokreti su nemirni, ali glatki i uključuju cijelo tijelo u stanju budnosti dojenčeta. Uobičajeno su male amplitude i umjerene brzine s promjenjivim ubrzanjem sitnih pokreta vrata, trupa i udova u svim smjerovima. Ruke se glatko izmjenjuju u fleksiji i ekstenziji, zglobovi se rotiraju, a prsti kreću s finoćom (Prechtl i Hopkins, 1986). Elektromiografija (EMG) i 3D analiza pokreta otkriva da se brzina, opseg i mišićni tonus

postupno smanjuju prilikom prelaska iz faze uvijanja u fazu vrpoljenja (Einspieler i Prechtl, 2005).

Vremenska organizacija faze vrpoljenja promjenjiva je; u počecima se pokreti pojavljuju kao izolirani događaji, potom se postupno povećava njihova frekventnost, a onda se u dobi od 16-20 tjedana frekventnost smanjuje. Veći pokreti kao što su udaranje, promjenjivi pokreti rukama, pokreti prema središnjoj liniji tijela ili antigravitacijski pokreti mogu se pojavljivati zajedno s pokretima vrpoljenja.

Kod uobičajenog razvoja djece u dobi od 9 do 15 tjedana obavezni su stalni pokreti vrpoljenja (rezultat: F++) ili isprekidani (rezultat: F+). Obično je vremensko pojavljivanje pokreta vrpoljenja prilično rigidno i ne može se značajno izmijeniti različitim vrstama manipulacija poput predstavljanja vizualnih ili akustičnih podražaja (Einspieler i sur., 2015). Samo je prezentacija visoko-kontrastnih lica (crvena lutka s bijelim licem bogata kontrastom; crne oči i usta, crveni nos) uzrokovala smanjenje ili zaustavljanje spontano generiranih pokreta vrpoljenja, iako ne više od 20 sekundi. Dojenčad s normalnim stalnim ili isprekidanim pokretima vrpoljenja vrlo vjerojatno će imati sasvim normalan neurološki razvoj, čak i ako je visokorizična za razvoj poteškoća u razvoju (Einspieler i sur., 2016).

Razlikujemo dva tipa abnormalnih spontano generiranih pokreta u fazi vrpoljenja; odsutni spontano generirani pokreti vrpoljenja i abnormalni spontano generirani pokreti vrpoljenja (Goleš, 2018, prema Prechtl i sur., 1997).

Odsutnost pokreta vrpoljenja nemogućnost je zapažanja pokreta, a samim time i nemogućnost procjene dojenčeta u dobi od 9 do 20 tjedana posttermske dobi. Sa sobom nosi visoku prediktivnu vrijednost kasnijih neuroloških odstupanja, posebice razvoja cerebralne paralize.

Abnormalni spontano generirani pokreti vrpoljenja očituju se kao normalni spontano generirani pokreti vrpoljenja, ali njihova su amplituda, brzina, nespretnost i trzaji prenaplašeni. Ovi pokreti su rijetki i njihova prediktivna vrijednost za daljnji razvoj je niska (Einspieler i Prechtl, 2005).

Nakon otkrića kako su pokreti vrpoljenja dobno specifičan, poseban oblik spontano generiranih pokreta, Prechtl je nagađao o potencijalnoj biološkoj funkciji ovog privremenog uzorka kretanja. Možemo pretpostaviti da je jedna od ontogenetskih prilagodnih funkcija ovih malih pokreta optimalna kalibracija proprioreceptivnog sustava. Ova pretpostavka potkrijepljena je činjenicom



da se spontano generirani pokreti vrpoljenja pojavljuju tijekom transformacije neuroloških funkcija u dobi od 3 mjeseca te stoga prethode vizualnom pogledu ruke, početku namjernog dosezanja te vizualno kontroliranoj manipulaciji objektima.

Budući da u mnogim aspektima adaptacija na ekstrauterino stanje nije završena prije trećeg mjeseca nakon termina, proprioceptivni sustav još uvijek je usklađen s intrauterinim okruženjem. Rekalibracija ovog senzornog sustava potrebna je kako bi se u budućnosti razvile kvalitetne fine motoričke sposobnosti.

Studije pokazuju kako adolescenti s disfunkcijom fine motoričke manipulacije pokazuju slabo izražene ili čak abnormalne spontano generirane pokrete vrpoljenja tijekom dojenačke dobi. Dojenčad s potpunim gubitkom vida zbog prematurne retinopatije, a bez oštećenja mozga, pokazuje pokrete vrpoljenja vrlo visoke amplitude i presporog tempa. Naime, trajući puno duže nego inače, do dobi od 8-10 mjeseci, takvi pokreti mogu predstavljati pokušaj kompenzacije slabe integracije vida i propriocepcije (Einspieler i sur., 2016).

#### 4.3. Procjena spontano generiranih pokreta

Razvoj motorike tijekom dojenačke dobi najdinamičnija je neurološka funkcija. Motoričke funkcije procjenjujemo na temelju spontane motorike, položajnih reakcija, mišićnog tonusa i refleksa (Mejaški-Bošnjak, 2008).

Za vrijeme razvoja fetusa u dojenče javljaju se brojne specifične kretnje te je bilo potrebno izabrati one koje su najefikasnije za funkcionalnu procjenu mladog živčanog sustava. Izbor spontano generiranih pokreta pokazao se vrlo dobrim i naišao je na brojne potvrde (Einspieler i Prechlt, 2005).

Sve su veće potražnje od resursima ograničenog zdravstvenog sustava, pa dijagnostička metoda koja je neinvazivna, lako dostupna i povoljna za provesti svakako ima brojne prednosti. Analiza videozapisa spontano generiranih pokreta kao metoda rane procjene neuroloških deficita jedna je od takvih metoda (Constantinou i sur., 2007).

Prema Einspieler i sur. (1997) najjednostavniji način procjene motoričke aktivnosti djeteta je direktnom opservacijom pokreta golim okom. Međutim, značajno poboljšanje u procjeni

spontanih pokreta dojenčeta postiže se opservacijom istog video zapisa nekoliko puta. Videozapisi snimani su prema kriterijima koji slijede.

Dijete treba ležati u supinaciji u inkubatoru, krevetiću ili madracu na podu, izbjegavati snimanje dojenčadi dok leže na stolu za presvlačenje. Dojenče treba biti lagano i udobno odjeveno, samo u peleni ili u bodiju. Obično ostavljamo ruke i noge gole. Sobna temperatura trebala bi biti ugodna, ako je preniska ili previsoka, to će utjecati na ponašanje djeteta i njegovo kretanje. Najvažniji kriterij za procjenu kvalitete spontane motorike u novorođenčadi starije od 36 tjedana postmenstrualne dobi je ponašanje dojenčeta. Snimanje bi trebalo izvoditi tijekom aktivne budnosti (stanje 4 prema Prechtlu). Mlađu nedonoščad evidentirati onda kada se pojavi aktivnost.

Za pravilnu analizu spontane motorike, kontraindikativno je nastaviti snimanje tijekom duljih epizoda uznemirenosti i plakanja, tijekom pospanosti te pojave štućanja. Također, nije moguće pravilno procijeniti kvalitetu spontano generiranih pokreta ako dojenče siše dudu. Umirivanje dojenčeta dudom rezultira položajem sisanja (savijene ruke, šaka i produžene noge). U slučaju duže uznemirenosti i plakanja, snimanje se mora zaustaviti. Ponovno snimanje može započeti tek nakon što se dijete umiri. Treba spomenuti kako dojenčad koja pati od teške disfunkcije mozga često može zaplakati nakon što se počne kretati.

Da bi se dobili snimci spontane motoričke aktivnosti, potrebno je izbjeći svako moguće miješanje promatrača (roditelja, ispitivača), a kod starijih beba i prisutnost igračke u neposrednoj okolini. Gledanje monitora izvan promatračke sobe koristan je način promatranja djeteta bez izazivanja ikakvih smetnji. Savjetujemo da se dijete ne stavlja pred zrcalo koje se ponekad koristi u prostorijama za snimanje. Zrcalna slika, djelujući kao "blizanac", kvari promatračevu Gestalt percepciju. Stariju dojenčad njihov „blizanac“ odmah privuče, dodiruje zrcalo i smiješi mu se, što, jasno, ometa pravu spontanu motoričku aktivnost.

Opservaciju videozapisa moguće je provesti na dva načina; vizualnom Gestalt percepcijom procjene spontano generiranih pokreta i polukvantitativnom procjenom spontano generiranih pokreta (Goleš, 2018, prema Ferarri i sur., 1990).

Vizualna Gestalt percepcija procjene identificira i klasificira motoričke obrasce te iz tog razloga ima visoku razinu slaganja u mišljenjima različitih promatrača. Osjetljiva je na području

subjektivnosti i usmjeravanja pažnje na detalje (posebno ponašanje određenih dijelova tijela, npr. pokreti šake). Promatrač mora uvježbati svoje sposobnosti i vještine za optimalno prosuđivanje. Ako se to uspije postići, Gestalt procjena je moćan instrument u opservaciji složenih fenomena te je nezamjenjiva automatiziranom kvantifikacijom (Prechtl, 1990).

Procjena također uključuje ocjenu glatkoće kretanja, međutim, to je najmanje važan aspekt procjene. Naš vizualni sustav ima urođenu osjetljivost da uoči gubitak tečnosti pokreta, a ova vizualna sklonost otkrivanju abnormalnosti u fluidnosti pokreta, poput trzaja, grčeva i ukočenosti, donekle ometa procjenu glavnih komponenti spontano generiranih pokreta: složenost kretanja i varijacija (Hadders-Algra i sur., 2004).

Procjena složenosti i varijacije pokreta je zahtjevna kvalitativna procjena i radi se s ciljem razlikovanja normalnih (N) od abnormalnih pokreta. Abnormalnost se specificira pojmovima siromašan repertoar (PR), grčevito-sinkroniziran repertoar (CS), kaotičan repertoar (Ch), abnormalan repertoar (AF) ili odsutan repertoar (F -). Procjena kvalitete spontanih pokreta treba ponoviti u različitim fazama spontane motorike djeteta. Individualni razvojni obrazac dobiven na ovaj način označava dosljednost ili nedosljednost prisustva normalnog ili nenormalnog obrasca (Einspieler i sur., 1997).

Nakon provedbe globalne procjene spontanih pokreta, vrijedno je promotriti različite aspekte i sastavnice pokreta, posebno ako se radi o abnormalnim spontanim pokretima (Einspieler i sur., 1997). Polukvantitativna procjena može pružiti detalje o onim sastavnicama pokreta koje bi mogle prijeći u abnormalne spontane pokrete, što dovodi do drugačijeg „Gestalt“ ishoda od normalnog.

Autori su ovu vrstu procjene proveli na populaciji prijevremeno rođene djece. Koristili su popis kriterija koji je obuhvaćao amplitudu, brzinu, karakteristiku pokreta, slijed spontanih pokreta, raspon pokreta u prostoru, početak i kraj spontanih pokreta te vrste pokreta prstiju.

Semikvantifikacija kvalitete spontane motorike postignuta je primjenom Prechtlovog koncepta optimalnosti. Maksimalna ocjena 2 dodijelila se svakom optimalnom aspektu pokreta (npr. promjenjiva brzina), dok je neoptimalnom aspektu (npr. „pretežno mala brzina“) dodijeljena

ocjena 1. Iz toga proizlazi da što je veći broj bodova ostvaren, kretanja su optimalnija, a što je broj bodova manji, optimalnost kvalitete spontane motorike je manja (Ferrari i sur., 1990).

Zanimljivo je kako nije opisan niti jedan slučaj u kojem više od jednog ili dva zasebna aspekta nisu ocijenjeni kao optimalni ako je prethodna, neovisno dobivena globalna prosudba bila abnormalna (Einspieler i sur., 2004).

Ova procjena bolje opisuje različite tipove abnormalnih spontanih pokreta, ali ograničenje ove detaljne analize je što ne dopušta ponovnu sintezu opisanih detalja u ukupnu sliku. Previše Gestalta gubi se ovim polukvantitativnim pristupom koji se usredotočuje na detalje. Važno je naglasiti da detaljni postupak ne može zamijeniti globalnu Gestalt procjenu i da se uvijek mora provesti kao drugi korak nakon globalne procjene (Prechtel, 1990).

Ključne riječi za opisivanje kvalitete spontano generiranih pokreta su složenost i raznolikost. Složenost ukazuje na prostornu raznolikost pokreta. Prilikom složenih pokreta dijete aktivno proizvodi česte promjene u smjeru dijelova tijela koji u tom pokretu sudjeluju. Promjene u smjeru kretanja dovode do kontinuirano različitih kombinacija fleksije-ekstenzije, abdukcije-adukcije i interne rotacije-eksterne rotacije sudjelujućih zglobova.

Raznolikost spontano generiranih pokreta predstavlja vremensku raznolikost pokreta. To znači da dojenčad kroz vrijeme kontinuirano proizvodi nove uzorke kretanja. To se uklapa u ideju da je raznolikost temeljna značajka funkcije zdravog mladog živčanog sustava, a stereotipne kretnje znak rane disfunkcije mozga (Hadders-Algra i sur., 1997).

U više studija dokazana je visoka prediktivna vrijednost normalnih (optimalnih i suboptimalnih pokreta) u odnosu na povoljan kasniji neurorazvojni ishod. Novorođenčad s normalnim spontanim pokretima ima uredan neurorazvojni ishod, dok 70% ili više novorođenčadi s trajno jasno abnormalnim spontanim pokretima ima neurorazvojna odstupanja (Constantinou i sur., 2007).

## 5. PREGLED ISTRAŽIVANJA O PREDIKTIVNOJ VRIJEDNOSTI SPONTANO GENERIRANIH POKRETA

## 5.1. Prikaz istraživanja o prediktivnoj vrijednosti spontano generiranih pokreta u fazi uvijanja

Istraživanje Darsaklisa i suradnika (2011) pregledalo je rezultate iz 39 studija kako bi utvrdili prediktivnu valjanost procjene spontane motorike. Studije su razdvojene u skupine prema dobi praćenja; dob od 12 do 23 mjeseca, od 2 do 3 godine, 4 do 11 godina i 12 do 18 godina. Posljednja dobna skupina nije uključivala fazu pokreta uvijanja. Sva istraživanja bila su longitudinalnog karaktera. Cilj istraživanja bio je utvrditi osjetljivost i valjanost predikcije ranih spontano generiranih pokreta u svakoj od tih dobi.

U dobi od 12 do 23 mjeseca starosti, 7 istraživanja obuhvatilo je spontane pokrete u fazi uvijanja. Četiri su uključivala nedonoščad, a tri visokorizičnu terminsku novorođenčad (perinatalna asfiksija, encefalopatija). Pregled istraživanja pokazao je da osjetljivost prediktivne vrijednosti spontano generiranih pokreta u fazi uvijanja iznosi između 75% i 100%. Tri studije pokazale su rezultat osjetljivosti 100% za predikciju nastanka cerebralne paralize. Spontano generirani pokreti u fazi uvijanja u provedenim istraživanjima pokazali su valjanost između 40% i 84%. U najvećem broju istraživanja valjanost se kretala između 40% i 48%, ali tu vrijednost podignulo je istraživanje dojenčadi malene za gestacijsku dob s lezijama na mozgu ili neonatalnom encefalopatijom gdje je prediktivna vrijednost u fazi uvijanja bila znatno viša.

U dobi od 2 do 3 godine starosti, devet istraživanja uključilo je spontane pokrete u fazi uvijanja. Pet ih se bavilo isključivo nedonoščadi, dva su obuhvatila i nedonoščad i terminsku dojenčad, a dva su istraživanja uključivala visokorizičnu dojenčad (lezije na mozgu i zastoj u fetalnom rastu). Pregled istraživanja pokazao je da osjetljivost prediktivne vrijednosti spontano generiranih pokreta u fazi uvijanja varira od 55% do 100%. Valjanost prediktivne vrijednosti u ovoj dobi bila je vrlo različita, interval je bio između 23% i 73%.

U dobnoj skupini od 4 do 11 godina, 7 istraživanja obuhvatilo je spontane pokrete u fazi uvijanja. Dva istraživanja uključivala su nedonoščad, dva su obuhvatila i visokorizičnu i niskorizičnu dojenčad, jedna studija istraživala je dojenčad s urođenim metaboličkim poremećajima, jedno istraživanje obuhvatilo je novorođenčad tipičnog razvoja, a u jednoj studiji nije definirana skupina koja se ispitala. Osjetljivost prediktivne vrijednosti spontano generiranih pokreta u fazi uvijanja u dobnoj skupini od 4 do 11 godina starosti kretala se između

85% i 100%, dok je valjanost pokazala dosta niže vrijednosti; kretala se između 48% i 89%. Prediktivna vrijednost razvoja poremećaja hiperaktivnosti i poremećaja pažnje u ovoj dobnoj skupini pokazala je osjetljivost od 86% i valjanost od 50%.

Istraživanje koje su proveli Nakajima i sur. (2006) za cilj je imalo dizajnirati detaljno bodovanje siromašnog repertoara spontano generiranih pokreta i odgovoriti na sljedeća pitanja: 1. Je li detaljno bodovanje siromašnog repertoara spontano generiranih pokreta povezano s pokretima vrpoljenja i neurološkim ishodom? 2. Može li detaljno bodovanje siromašnog repertoara spontano generiranih pokreta zabilježiti poboljšanje ili pogoršanje unutar individualnog razvojnog tijeka siromašnog repertoara spontano generiranih pokreta. Dobne skupine uključivale su ranu nedonoščad (27 do 31 tjedan), kasnu nedonoščad (32 do 37 tjedana) i terminsku dojenčad (38 tjedana postmenstrualne dobi do 8 tjedana posttermanske dobi). Istraživanje je obuhvatilo 18 nedonoščadi, od toga 13 dječaka i 5 djevojčica.

S obzirom na gestacijsku dob pri rođenju, samo 12 dojenčadi snimano je za vrijeme rane pretermanske dobi te je za 97% videozapisa procijenjen siromašan repertoar spontano generiranih pokreta. U kasnom pretermanskom periodu je sva dojenčad snimana te je za 71% videozapisa procijenjeno da imaju siromašan repertoar spontano generiranih pokreta. U fazi uvijanja dojenčad je rjeđe snimana i 58% videozapisa procijenjeno siromašnim repertoarom spontano generiranih pokreta. Siromašan repertoar obično je bio prisutan nekoliko tjedana (medijan: 9 tjedana), a dosljednost je primjećena u 9 dojenčadi. Rezultati spontano generiranih pokreta tih 9 dojenčadi u fazi vrpoljenja sugeriraju da su pokreti bili normalni (2 slučaja), abnormalni (4 slučaja) ili odsutni (3 slučaja). Također ishod spontano generiranih pokreta u fazi vrpoljenja varirao je od normalnog do cerebralne paralize.

Od drugih devet dojenčadi koja je pokazivala siromašan repertoar spontano generiranih pokreta, ali ne dosljedno, troje dojenčadi imalo je prolazne kaotične spontano generirane pokrete. Njihov ishod bio je normalan u dva djeteta i blago abnormalan u trećeg. Siromašan repertoar spontano generiranih pokreta četvero novorođenčadi pogoršao se u grčevito-sinkronizirani tip spontano generiranih pokreta u kasnom predtermanskom periodu. Nijedno od ove dojenčadi nije imalo pokrete vrpoljenja i njihov ishod bila je cerebralna paraliza. Spontano generirani pokreti

normalizirali su se samo u dvoje dojenčadi u dobi od 34 tjedna i bili praćeni normalnim pokretima vrpoljenja i normalnim ishodom.

Bruggink i sur. (2010) bili su prvi koji su povezali doba normalizacije spontane motorike s kasnijim kognitivnim razvojem. Longitudinalno su procijenili spontanu motoriku 60 nedonoščadi od rođenja do ranog djetinjstva i uspoređivali svoja otkrića s rezultatima Wechslerove skale inteligencije za djecu, primijenjene u dobi od 7 do 11 godina. Kvocijent inteligencije, i verbalni i izvedbeni, iznosio je oko 100, bez obzira na to je li spontana motorika od početka normalna ili je normalizirana u terminskoj dobi. Međutim, siromašan repertoar spontano generirane motorike u fazi uvijanja koji se zadržao do 8 tjedana nakon termina bio je povezan s kvocijentom inteligencije gotovo 1 SD ispod srednje vrijednosti (medijan ukupnog kvocijenta inteligencije= 87; srednji verbalni kvocijent inteligencije= 88; srednji izvedbeni kvocijent inteligencije= 88). Uspjeh u školi bio je također povezan s kvalitetom spontanih pokreta. Postotak djece koja su morala ponoviti nastavu ili su pohađala posebno obrazovanje bio je veći kod pojedinaca kod kojih se spontana motorika nije normalizirala 8 tjedana nakon termina (Einspieler i sur., 2016, prema Bruggink i sur., 2010).

### 5.1.1. Sažetak rezultata o prediktivnoj vrijednosti u fazi uvijanja i primjena u praksi

Siromašan repertoar spontano generiranih pokreta u fazi uvijanja može biti praćen normalnim, abnormalnim ili odsustvom pokreta vrpoljenja, a time i normalnim ili smanjenim neurološkim ishodom. U istraživanju Nakajime i sur. (2006) samo je smanjenje od 9 ili više bodova od prvog do posljednjeg videozapisa siromašnog repertoara spontano generiranih pokreta bilo povezano s neželjenim ishodom te se pokazalo da niti polukvantitativnom analizom sniženi rezultati optimalnosti nisu prognozirali neurološki ishod. Također, polukvantitativna analiza nije dozvolila prijenos fokusa s pojedinačnih elemenata pokreta na cjelovitu sliku budući da je previše Gestalta bilo izgubljeno ovim pristupom.

Za kliničare koji primjenjuju procjenu spontano generiranih pokreta ostaje obavezno procijeniti pokrete vrpoljenja novorođenčadi sa siromašnim repertoarom spontano generiranih pokreta u fazi uvijanja budući da jedino prisutnost ili odsutnost pokreta vrpoljenja ima visoku poznatu prediktivnu vrijednost neurološkog ishoda.

Hadders-Algra (2004) navodi kako se prediktivna vrijednost procjene spontano generiranih pokreta poboljšava povećanjem dobi. Iz toga proizlazi da je predikcija najbolja u fazi vrpoljenja spontano generiranih pokreta - to jest, u razdoblju od 2. do 4. mjeseca.

## 5.2. Prikaz istraživanja o prediktivnoj vrijednosti spontano generiranih pokreta u fazi vrpoljenja

Prechtl i sur. (1997) dokazali su kako je spontano generirana motorika, posebice u trećem mjesecu starosti, valjano i pouzdano sredstvo za razlikovanje dojenčadi pod velikim rizikom od razvoja nekakvog neurološkog deficita od one dojenčadi koja nisu. Ta su otkrića utemeljena na longitudinalnom istraživanju koje je uključivalo 130 novorođenčadi s širokim spektrom dijagnoza perinatalnog ultrazvuka mozga. Namjera istraživanja bila je otkriti prediktivnu vrijednost odsutnih i abnormalnih spontanih pokreta u fazi vrpoljenja u rane dojenčadi za daljnji razvoj neuroloških deficita. Cilj je bio odgovoriti na tri pitanja: kakav tip abnormalnih spontano generiranih pokreta u fazi uvijanja vodi ka odsutnim ili abnormalnim pokretima u fazi vrpoljenja; koji je dugoročni neurološki ishod dojenčadi s abnormalnim obrascem pokreta u fazi uvijanja čiji se generalni pokreti normaliziraju u ranoj dobi i koji razvijaju normalne pokrete u fazi vrpoljenja; te koji je dugoročni neurološki ishod dojenčadi koja pokazuje abnormalne pokrete u fazi vrpoljenja ili ih uopće ne pokazuje.

Longitudinalno istraživanje obuhvatilo je 130 dojenčadi čiji su normalni i abnormalni obrasci pokreta u fazi vrpoljenja proučavani te potom uspoređeni s ponovljenom neurološkom procjenom razvoja u drugoj godini života. Dojenčad je bila podijeljena u dvije skupine; niskorizičnu i visokorizičnu. Visokorizična dojenčad imala je abnormalnosti na mozgu koje su otkrivene ultrazvukom (periventrikularna leukomalacija ili intraperiventrikularno krvarenje). Od 130 dojenčadi, 52 su činile djevojčice, a 78 dječaci. Njihova gestacijska dob pri rođenju bila je



od 26 do 41 tjedna; 74% rođeno je prijevremeno. Ultrazvukom je klasificirano 70 (54%) niskorizične i 60 (46%) visokorizične dojenčadi. Od niskorizične dojenčadi, 47 nije imalo abnormalnosti, a 23 imalo je blaga razvojna odstupanja.

Tridesetdvoje dojenčadi koja je pokazivala normalne spontano generirane pokrete u preterminskoj, terminskoj i postterminskoj dobi, također je pokazala normalne pokrete i u fazi vrpoljenja. 38 dojenčadi imalo je abnormalne spontano generirane pokrete, ali su se oni normalizirali prije (12 dojenčadi) ili tijekom (26 dojenčadi) faze vrpoljenja. 70 dojenčadi pokazalo je normalne pokrete u fazi vrpoljenja. Za razliku od njih, 60 dojenčadi s abnormalnim (16 dojenčadi) ili odsutnim (44 dojenčadi) pokretima u fazi vrpoljenja, također je imalo i abnormalne spontano generirane pokrete u fazi uvijanja. 12 dojenčadi sa siromašnim repertoarom spontano generiranih pokreta u fazi uvijanja i četvero dojenčadi s grčevito-sinkroniziranim spontano generiranim pokretima u fazi uvijanja kasnije je pokazivalo abnormalne pokrete u fazi vrpoljenja.

S druge strane, 44 dojenčadi koja nikada nije pokazala bilo kakve pokrete u fazi vrpoljenja, prethodno je imala grčevito-sinkronizirane spontano generirane pokrete u fazi uvijanja (36 dojenčadi), i osmero dojenčadi pokazalo je spontano generirane pokrete u fazi uvijanja vrlo siromašnog repertoara. 67 od 70 dojenčadi s normalnim pokretima u fazi vrpoljenja imalo je normalne dugoročne neurološke rezultate. Samo troje dojenčadi imalo je manja odstupanja. Jedno je imalo motoričke deficite, dok ih je dvoje imalo vrlo blage manifestacije cerebralne paralize (jedno minimalnu monoplegiju noge i drugo najblaži oblik hemiplegije).

Za razliku od njih, 13 od 16 dojenčadi s abnormalnim pokretima u fazi vrpoljenja imalo je nepovoljne dugoročne ishode. Njih šestero imalo je cerebralnu paralizu, a ostalih sedmero dalo je jasne rezultate kašnjenja u razvoju ili znakove manjeg neurološkog deficita. Samo je troje od 16 dojenčadi procijenjeno urednog razvoja nakon dvogodišnjeg ispitivanja. Najlošije prognoze bile su za 44 dojenčadi koja nikada nije pokazala pokrete u fazi vrpoljenja; nijedno od njih nije bilo urednog razvoja nakon dvogodišnje analize. Jedno je dijete bilo razvojno zaostalo, a 43 od 44 imalo je cerebralnu paralizu (jedan diskinetički oblik, četiri hemiplegije, 18 diplegija i 20 kvadriplegija).

Od 60 dojenčadi s abnormalnim i odsutnim pokretima u fazi vrpoljenja, 57 dojenčadi imalo je nepovoljne ishode; uključujući 49 s cerebralnom paralizom i 8 s kašnjenjem u razvoju ili manjim

znakovima neurološkog deficita, a troje je djece procijenjeno urednog razvoja u dobi od dvije godine.

Predikcije neurološkog ishoda temeljene na ultrazvučnim pregledima imale su nižu valjanost od onih temeljenih na procjenama pokreta u fazi vrpoljenja. Od 70 dojenčadi s normalnim ili blago abnormalnim pregledima ultrazvuka, 58 imalo je normalne pokrete u fazi vrpoljenja, a 12 ih je imalo abnormalne ili odsutne. 12 od 60 dojenčadi s definitivnim abnormalnostima na pregledima ultrazvuka imalo je normalne pokrete u fazi vrpoljenja, a ostalih 48 abnormalne ili odsutne.

Prema ultrazvuku, neurološki ishod nakon dvije godine u niskorizičnoj skupini bio je normalan u 58 od 70 dojenčadi, a 12 dojenčadi razvilo je neurološki deficit; šestero ih je imalo cerebralnu paralizu.

U visokorizičnoj skupini, 12 od 60 dojenčadi bilo je urednog razvoja, a 48 je razvilo neurološki deficit (njih 45 imalo je cerebralnu paralizu). Valjanost (83%) i osjetljivost (80%) prediktivnih vrijednosti temeljenih na procjenama ultrazvuka bila je očito niža od valjanosti (96%) i osjetljivosti (95%) predikcija temeljenih na procjenama spontano generiranih pokreta u fazi vrpoljenja.

Autorice Burger i Louw (2009) provele su drugo istraživanje o mogućnosti predviđanja neurorazvojnog ishoda u fazi vrpoljenja. Na sistemskom prikazu 17 istraživanja ispitale su prediktivnu vrijednost spontane motorike kod novorođenčadi od 12 i 24 mjeseca. U istraživanju je sudjelovalo 1926 dojenčadi, od čega ih je 1728 (89,75%) bilo prijevremeno rođeno, a 198 (10,3%) bilo je terminske dobi. Dva istraživanja uključivala su samo terminsku dojenčad, jedanaest samo nedonoščad, a četiri su istraživanja obuhvatila i terminsku i prijevremeno rođenu dojenčad. Devet istraživanja obuhvatilo je samo visokorizičnu dojenčad, a ostala su uključila i visokorizičnu i niskorizičnu dojenčad.

Sedam istraživanja koristilo je Prechtlovu kvalitativnu metodu procjene spontano generiranih pokreta u preterminskoj dobi, terminskoj dobi, u razdoblju od 3 do 7 tjedana postterminske dobi i tijekom faze vrpoljenja (8 do 20 tjedana postterminske dobi). Pet istraživanja ispitalo je kvalitetu spontano generiranih pokreta samo za vrijeme faze vrpoljenja, četiri istraživanja dvaput su provela procjenu spontanih pokreta (u preterminskoj ili terminskoj dobi i u fazi vrpoljenja), a jedno istraživanje ispitalo je kvalitetu spontano generiranih pokreta u terminskoj dobi, između 3 i 7 tjedana postterminske dobi i u fazi vrpoljenja.

Razvojne ishode u dobi od 12 mjeseci korigirane dobi ispitalo je 5 studija. Obuhvatile su ukupno 285 dojenčadi; za 42 nije postojala mogućnost longitudinalnog praćenja, za 105 (43%) dojenčadi procijenjeno je da imaju uredan razvoj, 40 (16%) imalo je manji neurološki deficit i 34 dojenčadi (14%) razvilo je ozbiljniji neurološki deficit (cerebralna paraliza).

U dobi od 24 mjeseca korigirane dobi, 12 studija procijenilo je dojenčad; 8 dojenčadi nije bilo raspoloživo za longitudinalno praćenje, 1247 (72%) procijenjeni su urednog razvoja, 214 dojenčadi (12%) imalo je blage neurološke deficite i 277 (16%) rezultiralo je ozbiljnim neurološkim deficitom (cerebralna paraliza). Korištene su različite statističke metode za prikaz rezultata te su studije koje su koristile slične metode grupirane zajedno.

Trinaest studija izračunavalo je osjetljivost, valjanost, pozitivnu prediktivnu vrijednost i negativnu prediktivnu vrijednost spontano generiranih pokreta s obzirom na neurološke ishode dojenčadi u dobi od 12 ili 24 mjeseca starosti. Od tih trinaest studija, osam je mjerilo osjetljivost i valjanost spontano generiranih pokreta u dva ili više dobnih perioda poslije rođenja. Pet od osam studija procijenilo je da se osjetljivost i valjanost spontano generiranih pokreta u preterminskoj i/ili terminskoj dobi povećala i najviše vrijednosti postigla u dobi od 8 do 20 tjedana postterminske dobi. Autor Constantinou i Garcia i sur. u svom su istraživanju uočili povećanje valjanosti procjene u dobi od 8 do 20 tjedana postterminski, ali i manju osjetljivost od preterminske dobi do 8 do 20 tjedana postterminske dobi. Autor Paro-Panjan i sur. u svojim istraživanjima utvrdili su pad valjanosti od terminske (40%) do 8 do 20 tjedana postterminske dobi (35%) te porast osjetljivosti od terminske dobi do 8 do 20 tjedana postterminske dobi. Prechtl i suradnici u istraživanjima prediktivne vrijednosti spontano generiranih pokreta izračunali su prediktivnu vrijednost samo jednom za vrijeme perioda od 8 do 20 tjedana postterminske dobi i izvijestili o vrlo visokoj osjetljivosti (93-100%) i valjanosti (92-99%). Četiri istraživanja koja su procijenila povezanost između spontano generiranih pokreta u fazi vrpoljenja i neurorazvojnog ishoda u dobi od 12 do 24 mjeseca korigirane starosti pronašla su visoku korelaciju.

Osam istraživanja procijenilo je prediktivnu vrijednost neurološkog pregleda. Pet studija izračunalo je osjetljivost i valjanost neurološkog pregleda u različitim ključnim periodima nakon rođenja. Prechtl i sur. procijenili su povezanost između neurološkog pregleda u terminskoj dobi i u dobi od 15 do 22 tjedna postterminske dobi, i neurološkog ishoda u dobi od 24 mjeseca. Nije

uočena nikakva povezanost u terminskoj dobi, ali u dobi od 15 do 22 tjedna postterminalske dobi povezanost je vrlo visoka.

Devet istraživanja procijenilo je prediktivnu vrijednost ultrazvuka lubanje u preterminalskoj i/ili terminskoj dobi. Četiri istraživanja izvijestila su da je ultrazvuk lubanje predvidio neurološki ishod. Autor Bos i sur. u svom istraživanju nisu uočili povezanost ultrazvuka lubanje s neurološkim ishodom u dobi od 24 mjeseca korigirane dobi kod prijevremeno rođene dojenčadi malene za gestacijsku dob. Romeo i sur. izvijestili su o značajnoj korelaciji između ultrazvuka lubanje i razvojnog ishoda prijevremeno rođene dojenčadi u dobi od 2 godine. Prechtl i sur. proveli su ultrazvuk mozga na terminski rođenoj dojenčadi s asfiksijom te je potom magnetska rezonancija provedena na onoj dojenčadi koja je imala abnormalne nalaze ultrazvuka mozga. Korelacija između kombiniranih tehnika neurološkog slikovnog prikaza i neurološkog ishoda u dobi od 24 mjeseca bila je značajna. Abnormalna magnetska rezonancija u dobi od 36 tjedana postmenstrualne dobi imala je osjetljivost od 60% i valjanost od 91% u predviđanju neuromotoričkog ishoda u dobi od 18 mjeseci starosti u istraživanju koje su proveli Constantinou i sur.

Samo dvije studije procijenile su i usporedile prediktivnu vrijednost slikovnih tehnika neurološkog prikaza, kao što su kompjuterska tomografija, magnetska rezonancija i elektroencefalografija s prediktivnom vrijednošću spontano generiranih pokreta. Prechtl i sur. izvijestili su da je prediktivna vrijednost spontano generiranih pokreta slična već spomenutim tehnikama neurološkog slikovnog prikaza i elektroencefalografije. Autor Constantinou i sur. Ustanovili su kako je magnetska rezonancija u dobi od 36 tjedana postmenstrualne dobi imala osjetljivost od 60% i valjanost od 91% kao prediktor neuromotoričkog ishoda u dobi od 18 mjeseci starosti.

Garcia i sur. u svom istraživanju izvjestili su da je osjetljivost spontano generiranih pokreta za procjenu neurološkog ishoda u dobi od 12 mjeseci korigirane dobi postupno opadala od preterminalske (100%) do terminske (78%) i u dobi od 8 do 20 tjedana postterminalske dobi (75%). Autor Paro-Panjan i sur. izvjestili su da se osjetljivost spontano generiranih pokreta za predikciju neurološkog ishoda u dobi od 12 mjeseci korigirane dobi smanjivala od terminske (40%) do dobi od 8 do 20 tjedana postterminalske dobi. Uzrok tome djelomično može biti činjenica da su autori uključili 11 (24% dojenčadi) s normalnim pokretima vrpoljenja (u dobi od 8 do 20 tjedana postterminalske dobi), grupu s abnormalnostima zbog abnormalnog repertoara drugih pokreta.

U istraživanju 903 nedonoščadi pronađena je vrlo visoka prediktivna povezanost kvalitete spontano generiranih pokreta u fazi vrpoljenja s osjetljivošću od 98% i valjanošću od 94%. Ova visoka prediktivna vrijednost između kvalitete spontano generiranih pokreta u dobi od 8 do 20 tjedana posttermanske dobi i neurorazvojnih ishoda dojenčadi potvrđena je u 14 od 17 studija (osjetljivost 92%, valjanost 82%).

### 5.2.1. Sažetak rezultata o prediktivnoj vrijednosti u fazi vrpoljenja i primjena u praksi

Sistematična usporedba Prechtlove metode kvalitativne procjene spontano generiranih pokreta i neurološkog pregleda na populaciji i visokorizične i niskorizične dojenčadi otkriva da je prediktivna moć spontano generiranih pokreta superiornija od neurološkog pregleda, osim u području valjanosti u fazi uvijanja. Pokazalom se kako tradicionalna neurološka procjena u terminskoj dobi ima manje lažno pozitivnih rezultata i da je njena prediktivna vrijednost identificiranja dojenčadi koja će imati uredan neurološki ishod od procjene spontano generiranih pokreta u fazi uvijanja. Uzrok niže valjanosti procjene spontano generiranih pokreta u fazi uvijanja djelomično je prolazna pojavnost abnormalnih spontanih pokreta u fazi uvijanja koji se normaliziraju za vrijeme faze vrpoljenja. To sugerira da živčani sustav u terminskoj dobi ima prolazan period abnormalnosti koja se ima priliku popraviti te je povezan sa plasticitetom središnjeg živčanog sustava i adaptacije na podražaje iz okoline.

Najveće vrijednosti mogućnosti predviđanja uočene su u dobi od 8 do 20 tjedana. U usporedbi s predikcijom spontano generiranih pokreta u fazi uvijanja, zaključak je da je osjetljivost procjene bila viša, a valjanost niža u odnosu na magnetsku rezonanciju. Rezultati sistematičnih pregleda sugeriraju da se kvalitativna procjena spontano generiranih pokreta, osobito tijekom faze vrpoljenja (8 do 20 tjedana posttermanske dobi), može koristiti kao sredstvo procjene s ciljem identificiranja dojenčadi s neurorazvojnim deficitom. Kombinacija procjene spontano generiranih pokreta i slikovnih tehnika neurološkog prikaza ili standardizirane neurološke procjene svakako se preporuča radije nego upotreba samo jedne tehnike.

### 5.3. Implikacije za razvoj cerebralne paralize

Studije na populaciji novorođenčadi u riziku za razvojne poremećaje izvijestile su da prisutnost definitivno abnormalnih spontanih pokreta u fazi vrpoljenja, što podrazumijeva potpuno odsutnost elegantne složenosti pokreta vrpoljenja, predviđa cerebralnu paralizu s točnošću od 85% do 98%. Nedavna istraživanja pokazuju da novorođenčad s definitivno abnormalnim spontanim pokretima u fazi vrpoljenja koja ne razvije cerebralnu paralizu ima i druge razvojne probleme, poput manje neurološke disfunkcije (MND), poremećaja pažnje i hiperaktivnosti (ADHD) ili kognitivnih problema. Blago abnormalna spontana motorika u fazi vrpoljenja povezana je s razvojem manje neurološke disfunkcije, poremećaja pažnje i hiperaktivnosti i agresivnim ponašanjem, ali točnost predviđanja ovih manjih problema skromna je zbog prisutnosti relativno mnogo lažnih pozitivnih rezultata, što rezultira umjerenom specifičnošću. Moć predviđanja manjih razvojnih poremećaja znatno se poboljšava kada se rezultati procjene općih pokreta kombiniraju s rezultatima neurološkog pregleda dojenčadi (Hadders-Algra, 2007).

Sljedeće oznake povezane su sa smanjenom razinom samopokretnosti u školskoj dobi (procijenjene pomoću GMFCS sustava): pokreti grčevito-sinkroniziranog karaktera, niža ocjena motoričke optimalnosti, ponavljajuće otvaranje i zatvaranje usta, abnormalno držanje prsta, jednolično udaranje, odsutnost pokreta vrpoljenja. Zanimljivo, pokreti vrpoljenja odsutni su ili sporadično prisutni u svim tipovima cerebralne paralize, što pokazuje da su potrebna netaknuta kortikospinalna vlakna te normalne informacije iz bazalnih ganglija kako bi nastali normalni pokreti vrpoljenja (Einspieler i sur., 2015).

Dojenčad s budućom unilateralnom spastičnom cerebralnom paralizom pokazuje abnormalne (obično grčevito-sinkronizirane) spontano generirane pokrete tijekom terminske dobi; štoviše, nedostaju im pokreti vrpoljenja u dobi od 3 do 5 mjeseci postterminske dobi. Ova okolnost opovrgava hipotezu o tihom razdoblju unilateralnog oblika cerebralne paralize. U dobi od 2 do 4 mjeseca već se mogu primjetiti prve asimetrije: kontralateralno bočnoj strani lezije i bez obzira na položaj glave, segmentni pokreti (izolirani pokreti prstiju i nožnih prstiju) su smanjeni ili čak nepostojeći. U ovoj dobi neurološki pregled i dalje može dati normalne rezultate, ali kombiniranje s procjenom spontanih pokreta olakšava ranu identifikaciju unilateralne

(jednostrane) cerebralne paralize. U dosad najvećem longitudinalnom istraživanju, 13 djece od više od 900 nedonoščadi na kraju je dijagnosticirano unilateralnom cerebralnom paralizom. Od toga, njih 11 nije pokazalo pokrete vrpoljenja. Ovo je otkriće posebno jer je devetero novorođenčadi imalo stalni bljesak na ultrazvuku mozga bez znakova jednostranog oštećenja, što znači da njihov ultrazvuk mozga nije predvidio jednostrani ili zapravo bilo koji drugi oblik cerebralne paralize. Ovi rezultati jasno dovode do zaključka da je novorođenče od 3 do 4 mjeseca s normalnim neurološkim rezultatom, ali uz nedostatak pokreta vrpoljenja i asimetričnih segmentarnih kretanja, pod visokim rizikom za razvoj jednostrane cerebralne paralize.

Do kraja drugog mjeseca posttermske dobi, novorođenčad koja kasnije razvije diskinetički tip cerebralne paralize pokazuje siromašan repertoar spontano generiranih pokreta; slijed komponenti pokreta je jednoličan, a pokreti različitih dijelova tijela ne pojavljuju se na složen način koji se vidi kod normalnih spontanih pokreta. Osim lošeg repertoara općih pokreta, dojenče pokreće ruke “u krug”, šireći prste. Karakteristično je da su ovi abnormalni kružni pokreti ruku prisutni barem do dobi od 5 mjeseci posttermske dobi. Oni su jednostrani ili dvostrani, jednolični, usporene rotacije prema naprijed koja kreće iz ramena. Monotonost u brzini i opsegu najkarakterističnija je odlika takvih abnormalnih pokreta ruku. Od dobi od 3 mjeseca nadalje, odsutstvo pokreta vrpoljenja i nedostatak pokreta prema središnjoj liniji tijela još su jedan od pokazatelja buduće diskinetičke cerebralne paralize (Einspieler i sur, 2016).

## 6. CEREBRALNA PARALIZA

Cerebralna paraliza (CP) najčešći je uzrok težih neuromotoričkih odstupanja u djece (Mejaški-Bošnjak, 2007). Riječ „cerebralna“ odnosi se na mozak, a riječ „paraliza“ upućuje na poremećaj pokreta ili držanja tijela (Mišković, 2008). Cerebralna paraliza klinički je entitet kojim se označuje grupa neprogresivnih, ali često promjenjivih motoričkih poremećaja uzrokovanih razvojnim poremećajem ili oštećenjem mozga u ranom stadiju razvoja (Katušić, 2012, prema Mutch i sur., 1992, prema Bax i sur., 2005). Stoga pojam cerebralna paraliza ne određuje etiološku dijagnozu, patogenezu, kao niti prognozu motoričkog poremećaja.

Prema novijoj definiciji, kriteriji uključivanja postavljaju 5 uvjeta: 1. cerebralna paraliza zajednički je naziv za skupinu motoričkih poremećaja, pokreta i/ili položaja, te motoričkih funkcija; 2. rezultat je poremećaja funkcije mozga (motoričkog korteksa, kortikospinalnih putova, bazalnih ganglija, cerebeluma i ekstrapiramidnih putova); 3. poremećaj se klinički očituje u ranom djetinjstvu, trajan je, ali promjenjiv; 4. oštećenje funkcije mozga posljedica je neprogresivnih patoloških procesa, najčešće: vaskularnih poremećaja, hipoksije, infekcija te razvojnih poremećaja mozga, uključujući i hidrocefalus; 5. navedena oštećenja događaju se u nezrelom mozgu i/ili mozgu u razvoju. Sve veći broj definiranih neurogenetskih sindroma kao i progresivnih poremećaja, nasljednih metaboličkih i heredodegenerativnih bolesti, bolesti kralježničke moždine te hipotonije kao zasebnog simptoma isključuje se iz cerebralne paralize (Katušić, 2012, prema Mutch i sur., 2012).

## 6.1. Etiologija

Velik broj provedenih studija kroz posljednja desetljeća utvrdio je brojne čimbenike rizika za nastanak cerebralne paralize, a dokazujući da se u većini slučajeva djeca s dijagnozom cerebralne paralize rađaju nakon patoloških trudnoća ili porođaja (Mejaški-Bošnjak, 2007, prema Bax, 1964). Niska porođajna težina i/ili nedonošenost spadaju među najvažnije faktore rizika za nastanak cerebralne paralize. Preeklampsija povećava rizik za prijevremeni porođaj, ali je rizik nastanka cerebralne paralize spontano rođenog djeteta jednake gestacijske dobi manji. U višeploidnoj trudnoći blizanci čine 6-10% djece s cerebralnom paralizom, dok ih u općoj populaciji ima oko 2%. Blizanačka trudnoća šesterostruko povećava rizik nastanka cerebralne paralize, dok intrauterina smrt jednog od blizanaca stotruko povećava isti rizik.

Perinatalni čimbenici rizika uključuju i opstetričke komplikacije koje dovode do produženog ili ubrzanog porođaja i/ili pogrešne postupke tijekom porođaja. Asfiksija, koja se iskazuje kao niski Apgar indeks, najčešće je posljedica tih faktora. Generalno je uvriježeno mišljenje o uzročnoj povezanosti perinatalne asfiksije i cerebralne paralize, ali je uloga asfiksije pritom prenaplašena.



U više od 75% slučajeva cerebralne paralize, utvrđivanje jasnog pojedinačnog etiološkog čimbenika nije moguće. Brojni su primjeri cerebralne paralize bez prisutnosti asfiksije i obrnuto, primjeri teške asfiksije koja nije dovela do cerebralne paralize (Mejaški-Bošnjak, 2007, prema Nelson i Grether, 1999, prema Blair i Stanley, 1988).

Najčešći faktori rizika za cerebralnu paralizu u postnatalnom, novorođenačkom periodu su novorođenačke konvulzije, sepsa i meningitis, intrakranijsko krvarenje, RDS te hiperbilirubinemija. Nekonjugirana hiperbilirubinemija, koja dovodi do „kernikterusa“, uzrok je opsežnom oštećenju neurona i teškom neurorazvojnem poremećaju, uključujući i cerebralnu paralizu. Bazalni gangliji, jezgre moždanog debla uključujući i dorzalnu kohlearnu jezgru najčešća su područja oštećenja u bilirubinskoj encefalopatiji. Kernikterus u donošene novorođenčadi dovodi do diskinetičkog oblika cerebralne paralize, vrlo često s priključenom paralizom pogleda i senzoneuralnom naglušnosti. Nasuprot tome, u nedonoščadi "neuropatološki korelat" bilirubinemijske encefalopatije oštećenje je periventrikularne bijele tvari s posljedičnom spastičnom diplegijom (Kraguljac i sur., 2018).

Etiološke čimbenike cerebralne paralize prema periodu njihova djelovanja obradili su Himmelmann i sur. (2005) u skupini skupini djece s cerebralnom paralizom iz zapadno-švedskog registra, rođene u periodu 1995.-1998. Etiološki čimbenici uspješno su utvrđeni u 70% djece s cerebralnom paralizom, 66% u skupini nedonoščadi te 73% u skupini donošene djece. Djelovanje faktora rizika utvrđeno je u 17% prenatalne i u 49% peri/neonatalne nedonoščadi s cerebralnom paralizom. U donošene novorođenčadi 38% čimbenika otpada na prenatalne, dok na peri/neonatalne njih 36%. Točne etiološke uzroke cerebralne paralize teško je utvrditi. Uvid u vremenski period nastanka oštećenja i patoloških procesa omogućila je sve češća primjena metoda slikovnog prikaza u djece s cerebralnom paralizom: razvojni poremećaj mozga u prvom i drugom tromjesečju, oštećenje bijele tvari mozga između 24. i 34. tjedna, oštećenje bazalnih ganglija i sive tvari mozga poslije 34. tjedna. Preko 75% oštećenja mozga koja uzrokuju cerebralnu paralizu nastaju u trećem tromjesečju te su stoga prenatalno/perinatalnog podrijetla (Mejaški-Bošnjak, 2007, prema Himmelmann i sur., 2005).

Preživljavanje neurorizične djece s cerebralnom paralizom povezano je uz rizične faktore kao što su: spol, epilepsija, tip cerebralne paralize, mentalna retardacija, težina motoričkih poremećaja,

porođajna težina (Horvatić i sur., 2009, prema Rahman i sur., 2004, prema Nielsen i sur., 2002, prema Paneth, 1986, prema Stanley, 1994, prema Liu i sur., 2001).

## 6.2. Prevalencija

Dostupni podatci o prevalenciji cerebralne paralize variraju budući da ovise o više faktora kao što su razina zdravstvene zaštite, način registriranja i vremenski period promatranja. Na globalnoj razini nije postignut jednoznačan način registriranja i praćenja djece sa cerebralnom paralizom, ali cerebralna paraliza sve je veći predmet interesa posljednjih godina. Prema podatcima multicentrične studije na razini Europe, prevalencija cerebralne paralize u Europi je 2-3/1000 živorođenih (Mejaški-Bošnjak, 2007, prema “Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers”, 2000).

U Hrvatskoj podatci odražavaju trend kretanja cerebralne paralize u svijetu, iako su prikupljeni retrogradno. Do porasta prevalencije došlo je zbog veće dijagnostike, ali i većeg broja oboljelih s obzirom na višu stopu preživljavanja novorođenčadi s faktorima rizika za cerebralnu paralizu (Mejaški-Bošnjak, 2007, prema Švel, 1988).

## 6.3. Tipovi cerebralne paralize

Kliničko manifestiranje cerebralne paralize je neuromotoričkim poremećajem kontrole položaja i pokreta tijela, tonusa i refleksa koji su prisutni od dojenačke dobi te je usporen motorički razvoj uvijek prisutan. Oštećenje mozga uzrokovano cerebralnom paralizom je neprogresivno, ali simptomi poremećaja mogu se mijenjati budući da procesi maturacije i terapijski postupci utječu na njih (Mejaški-Bošnjak, 2007, prema Kostović i Judaš, 1998).

Klasifikacija cerebralne paralize temeljena na neurološkim simptomima dijeli ju na tri osnovna tipa: spastični, diskinetski i ataktični, te na podtipove: bilateralni i unilateralni spastični, distoni i koreoatetotski diskinetski. Prijašnja topografska klasifikacija zamijenjena je funkcionalnim stupnjevanjem grubih motoričkih funkcija za donje ekstremitete, GMFCS (Gross Motor Function

Classification System) i finu motoriku šake, BFMF (Bimanual Fine Motor Function) (Kraguljac i sur., 2018, prema Mejaški-Bošnjak i Đaković, 2013).

Spastični tip je najučestaliji i pogađa oko 75% djece. Karakterizira ga povećan tonus ovisan o brzini, povezan sa sindromom oštećenja gornjih motoričkih neurona koji uključuje pojačan refleks stezanja mišića, Babinski refleks, slabost i poteškoće s koordinacijom.

Diskinetski tip manifestira se nevoljnim kretnjama poput distonija i atetoza. Uzrok nastanka je oštećenje bazalnih ganglija.

Ataksični tip karakteriziran je gubitkom koordinacije mišićnih pokreta. Osobama s ovim tipom cerebralne paralize nedostaje osjećaj ravnoteže i pozicioniranja u prostoru. Posljedica je oštećenja malog mozga.

Hipotonični tip cerebralne paralize pojavljuje se u malom broju slučajeva. Mnoga djeca razviju spastični ili ekstrapiramidalni tip poremećaja nakon nekoliko mjeseci života (Mejaški-Bošnjak i Đaković, 2013, prema Gainsborough i sur., 2008).

Klasifikacijski sustav grubog motoričkog funkcioniranja (GMFCS) za cerebralnu paralizu temeljen je na voljno izazvanim pokretima s naglaskom na sjedenje, transfer i pokretljivost. Sustav ima 5 razina i ovisno o funkcionalnim sposobnostima u svakodnevnom životu, dijete se svrstava u jedno od njih. Procjena se temelji na funkcionalnim ograničenjima, potrebama za pomagalicama za kretanje te kvaliteti pokreta. Stupanj nije fiksni i može se mijenjati kako dijete napreduje (Pospiš, 2009).

#### 6.4. Klinička slika

Prilikom dijagnosticiranja cerebralne paralize stručnjaci utvrđuju motoričke vještine/motorčke ispade, procjenjuju postoji li usporen razvoj, abnormalni mišićni tonus, refleksi, neobičnost posture i lateralna preferencija. Za utvrđivanje rizičnih faktora važno je imati kvalitetnu medicinsku anamnezu poput podataka o prenatalnom, perinatalnom i postnatalnom periodu (Horvatić i sur., 2009, prema Pospiš, 2001).

Hipotonija i usporeni razvoj motorike uobičajeni su rani pokazatelji cerebralne paralize. Iako prvih nekoliko mjeseci može biti obilježeno hipotonijom, oko tri četvrtine djece s cerebralnom paralizom razvija spastičnost. Ranim pregledom utvrđuje se tonus ekstremiteta, a uočava se i postojanje primitivnih refleksa. Primitivni refleksi uvijek su abnormalni, primjerice asimetrični tonički refleks vrata i tonički refleks labirinta (Kraguljac i sur., 2018, prema Randall 2007).

Neki od drugih problema koji ukazuju na cerebralnu paralizu su slaba kontrola glave, plač visokih tonova, slabo sisanje, oralna preosjetljivost, asimetrični pokreti i neobični položaji. Porastom kronološke dobi može se uočiti vojničko puzanje, sjedenje u obliku slova W i skakutanje u čučućem položaju. Hipotonija trupa obično perzistira cijeli život, a abnormalan mišićni tonus prati i mišićna slabost. Porastom tonusa, kod djece koja su razvila spastičnost mogu se uočiti abnormalni položaji poput savijanja udova u oblik koji podsjeća na škare, zaštita gornjih ekstremiteta, ekstenzorni položaj ili proksimalno namještanje. Savijanje udova u oblik koji podsjeća na škare istovremena je adukcija, hiperekstenzija koljena i plantarna fleksija. Obrazac fleksije gornjih ekstremiteta uključuje fleksiju prstiju, zglobova i lakta s abdukcijom ramena. Kako obrazac spastičnosti gornjih ekstremiteta postaje sve jači, djetetove ruke podižu se od struka u nizak, srednji ili visoki obrambeni stav (Mejaški-Bošnjak, 2007, prema Aksu, 1990).

Senzorne poteškoće koje pogađaju motoričke funkcije također su uočljive, primjerice sposobnost manipulacije šake. Hipersenzitivnost može utjecati na razvoj šake i sposobnosti donjih ekstremiteta da nose težinu. Teškoće sa sensorikom mogu pridonijeti poremećenoj senzornoj percepciji, što utječe na sposobnost izvođenja visoko funkcionalnih motoričkih aktivnosti. Poteškoće u održavanju ravnoteže mogu biti posljedica kombinacije faktora kao što su mišićna slabost, abnormalan tonus i senzorne poteškoće, uključujući i vizualno-perceptivne vještine, a mogu biti prisutne i teškoće u planiranju pokreta (Kraguljac i sur., 2018, prema Randall, 2007).

## 6.5. Dijagnostika

Kod sumnje na cerebralnu paralizu potrebna je rana intervencija. Fizičke strukture mozga mogu se mijenjati samo kao rezultat iskustva, poznatije pod pojmom plastičnosti mozga. Uz intenzitet i kvalitetu iskustva, bitno je i vrijeme iskustva. Razdoblje posebne plastičnosti mozga zove se senzitivno ili kritično razdoblje. Kod neurorizične djece tretman bi trebalo započeti neposredno

nakon poroda. Iskustvo terapeuta i suradnja roditelja potrebni su za uspjeh tretmana (Mejaški-Bošnjak, 2007, prema Bax, 1997).

Neuropsihološka dijagnostika cerebralne paralize sadrži procjenu vizualne i auditivne percepcije, konstruktivnih sposobnosti, grafomotorike, sposobnosti učenja, fine motorike, okulomotorne koordinacije, govornog razumijevanja, verbalne i neverbalne inteligencije. Procjenjuje se i reagiranje u ispitnoj situaciji te doživljaj vlastitoga tijela. Rezultati rane psihologijske procjene, čiju je efikasnost potrebno longitudinalno pratiti, služe kreiranju re/habilitacijskih postupaka (Horvatić i sur., 2009).

Pri procjeni djeteta s cerebralnom paralizom potrebno je odvojiti intelektualnu komponentu od motoričkih. Također, treba razlikovati ispodprosječna područja od onih prosječnih ili iznadprosječnih područja funkcioniranja. Osobe s cerebralnom paralizom podvrgnute su različitim re/habilitacijskim programima i korektivnim operativnim zahvatima od vremena dijagnoze, nakon kojih slijedi medicinska re/habilitacija. Cilj medicinske re/habilitacije je "regulacija i smanjenje ili stabilizacija abnormalnog tonusa u pogođenim dijelovima tijela. Stimuliraju se potencijalni normalni oblici položaja i pokreta i istovremeno sprječava patološka refleksna aktivnost" (Horvatić i sur., 2009, prema Joković-Turalija, 1999).

## 6.6. Funkcionalna prognoza

Djeca razvijaju motoričke sposobnosti kraniokaudalno. Dijete će najprije razviti kontrolu glave, potom gornjeg dijela trupa te na kraju donjeg dijela trupa. Uslijedit će ravnoteža pri sjedenju, a zatim pri stajanju. Predviđanju krajnjeg ishoda pomaže dob u kojoj se ove sposobnosti razvijaju. Djeca koja će razviti samostalnu pokretljivost obično to učine do 8. godine života, vrlo rijetko kasnije. Većina djece s hemiplegijom ili ataksičnom cerebralnom paralizom samostalno se kreće, i to uglavnom postižu do 3. godine. Djeca koja mogu samostalno sjediti prije nego navrše drugu godinu s vremenom sama i hodaju, s ili bez korištenja pomagala za kretanje. Djeca koja do 4. godine ne mogu samostalno sjediti rijetko mogu kasnije hodati. Ako se primitivni refleksi još uvijek javljaju, prognoza samostalnog kretanja je slaba. Većina djece koja će u konačnici hodati ima manje od ova tri refleksa prisutna s 18 mjeseci (Kraguljac, 2018, prema Randall, 2007).

Kombinacija povećanog tonusa i mišićne slabosti znatno uvećava energiju utrošenu na motoričku aktivnost. Djeca s cerebralnom paralizom koja razviju samostalnu pokretljivost u

usporedbi sa svojim vršnjacima obično imaju nevjеш hod koji uključuje kraću duljinu koraka, smanjenu pokretljivost u kuku i koljenu, više utrošene energije i smanjenu brzinu kretanja. Svi ti nedostaci mišićne kontrole pridonose smanjenoj izdržljivosti. Utrošak energije potreban za hodanje u korelaciji je sa stadijem klasifikacijskim sustavom grubog motoričkog funkcioniranja (GMFCS). Kontraktura i deformacije kosti ili zgloba također uvelike ograničavaju djetetovo funkcioniranje (Kraguljac, 2018, prema Tsirikos i sur., 2003).

## 6.7. Rehabilitacija

Ciljevi terapije u djece s cerebralnom paralizom usmjeravaju se na ostvarivanje opsega pokreta koji omogućuje najbolju moguću funkciju pokreta, preveniranje razvoja deformiteta te korigiranje abnormalnih obrazaca položaja i pokreta (Mejaški-Bošnjak, 2007, prema Bax, 1987). Rehabilitacija se provodi primjenom medicinske gimnastike, funkcionalnom električnom stimulacijom, medikamentnom terapijom, hidroterapijom, logoterapijom, radnom terapijom i edukacijsko-rehabilitacijskim tretmanom, ukoliko su potrebna pomagala ortopedskim liječenjem te u određenim slučajevima kirurški. Najčešće se primjenjuju dvije vrste medicinske gimnastike; neurorazvojna terapija (NRT) i kineziološka terapija koncept refleksne lokomocije (Mejaški-Bošnjak, 2007, prema Vojta, 1988).

Neurorazvojni tretman (Bobath koncept) zasniva se na plasticitetu mozga i kod njega je najbitnija spoznaja da druga područja živčanog sustava mogu preuzeti funkcije oštećenih živčanih struktura. Tretman polazi od toga da je aktivno sudjelovanje djeteta u nekom iskustvu osnova svakog efektivnog učenja, uključujući i motoričko. Cilj tretmana je povećanje funkcionalnih vještina.

Terapijski koncept refleksne lokomocije (Vojta koncept) obuhvaća obrazac pokreta koji se ne pojavljuje spontano već samo stimulacijom određenih dijelova tijela. Globalni refleksi refleksne lokomocije prisutni su kod zdrave novorođenčadi i moguće ih je izazvati. Aktiviranje globalnih obrazaca refleksne lokomocije u djeteta s cerebralnom paralizom potiče razvoj normalne motorike. Terapeut nastoji aktivirati mišiće da se kontrahiraju iz točne startne pozicije, čime ta aktivnost postaje izvor nove globalne propriocepcije prenesene u središnji živčani sustav, gdje se pohranjuje (Kraguljac, 2018, prema Randall, 2007).

Osim zdravstvenih poteškoća, djeca s cerebralnom paralizom suočavaju se i s problemima socijalne i psihološke prirode. Budući da često dolazi do razvoja upadljivih obrazaca kretanja, socijalno neprihvatljivih oblika ponašanja i nezrelosti uslijed poremećaja rada motornog sustava, nerijetko se susreću sa socijalnom izolacijom što značajno utječe na psihičko stanje djece s cerebralnom paralizom. S ciljem postizanja što bolje kvalitete života djece i njihove obitelji, nastoji se poticati razvoj i primjena terapijskih modela koji ne zanemaruju prisutnost drugih poremećaja. Najbolji učinak postiže se primjenom različitih terapijskih pristupa. Vrlo važnu ulogu u terapiji cerebralne paralize, uz čitav tim različitih specijalista, imaju i roditelji. Različite radionice, udruge i sportske aktivnosti osnivaju se s ciljem osnaživanja psihičkog i zdravstvenog stanja djece te što lakšeg uključivanja u zajednicu. Za što bolje i kvalitetnije rješavanje svih problema i poteškoća s kojima se ova djeca nose, potrebna je uska suradnja niza stručnjaka i roditelja te što raniji početak tretmana (Pospiš, 2009)

## 7. ZAKLJUČAK

Ovaj diplomski rad nastojao je pružiti prikaz literature o ranom razvoju dojenčadi s naglaskom na spontano generiranim pokretima te objasniti njihovu važnost za rani neuromotorički razvoj.

Spontano generirani pokreti jedni su od prvih pokreta koji se pojavljuju još u fetalnoj fazi te nam njihova kvaliteta i učestalost uvjetovana dobno specifičnim obrascima može pružiti niz informacija o stupnju razvoja dojenčeta i eventualnim odstupanjima od normalnog razvoja. Stalna prisutnost grčevito-sinkroniziranih spontanih pokreta, a još više odsustvo pokreta vrpoljenja dovodi novorođenče u visok rizik nastanka cerebralne paralize. Važnost procjene spontano generiranih pokreta upravo je u njezinoj prediktivnoj vrijednosti razvoja neuroloških deficita, posebno cerebralne paralize. Uz to, procjena spontanih pokreta je nenametljiva, jednostavna za provođenje i isplativa.

Istraživanja o mogućnosti predviđanja spontano generiranih pokreta u fazi uvijanja nisu pokazala dosljedne rezultate. Siromašan repertoar spontano generiranih pokreta u fazi uvijanja može biti praćen normalnim, abnormalnim ili odsustvom pokreta vrpoljenja, a time i normalnim ili smanjenim neurološkim ishodom. Prilikom procjene spontano generiranih pokreta obavezno je procijeniti pokrete vrpoljenja novorođenčadi sa siromašnim repertoarom spontano generiranih pokreta u fazi uvijanja budući da jedino prisutnost ili odsutnost pokreta vrpoljenja ima visoku poznatu prediktivnu vrijednost neurološkog ishoda. Prediktivna vrijednost procjene spontano generiranih pokreta poboljšava se povećanjem dobi. Iz toga proizlazi da je predikcija najbolja u fazi vrpoljenja spontano generiranih pokreta.

Najveće vrijednosti mogućnosti predviđanja spontano generiranih pokreta uočene su u dobi od 8 do 20 tjedana, odnosno u fazi vrpoljenja. Dojenčadi koja je pokazivala normalne spontano generirane pokrete u preterminskoj, terminskoj i postterminskoj dobi, također je pokazala normalne pokrete i u fazi vrpoljenja. Najlošije prognoze bile su za dojenčad koja nikada nije pokazala pokrete u fazi vrpoljenja; u longitudinalnim istraživanjima pokazalo se da je ishod u gotovo svim slučajevima bio lošiji neuromotorički razvoj. Predikcije neurološkog ishoda temeljene na ultrazvučnim pregledima imale su nižu valjanost od onih temeljenih na procjenama pokreta u fazi vrpoljenja. Prediktivna vrijednost spontano generiranih pokreta slična je tehnikama neurološkog slikovnog prikaza (magnetska rezonancija i kompjuterska tomografija) i elektroencefalografije. Istraživanja također pokazuju da novorođenčad s definitivno abnormalnim spontanim pokretima u fazi vrpoljenja koja ne razviju cerebralnu paralizu imaju i druge razvojne probleme, poput manje neurološke disfunkcije (MND), poremećaja pažnje i hiperaktivnosti (ADHD) ili kognitivnih problema. Blago abnormalna spontana motorika u fazi vrpoljenja povezana je s razvojem manje neurološke disfunkcije, poremećaja pažnje i hiperaktivnosti i agresivnim ponašanjem.

Rezultati sistematičnih pregleda spontanih pokreta u fazi vrpoljenja sugeriraju da se kvalitativna procjena spontano generiranih pokreta, osobito tijekom faze vrpoljenja, može koristiti kao sredstvo procjene s ciljem identificiranja dojenčadi s neurorazvojnim deficitom. Kombinacija procjene spontano generiranih pokreta i slikovnih tehnika neurološkog prikaza ili standardizirane neurološke procjene svakako se preporuča radije nego upotreba samo jedne tehnike.



Sve navedeno ukazuje na važnost poznavanja tipičnog razvoja motorike dojenčadi. Identificiranje novorođenčadi kojoj prijete zaostajanje u razvoju i moguć nepovoljan ishod neurorazvoja izuzetno je važno zbog mogućnosti rane intervencije kako bi se minimalizirale razvojne poteškoće i maksimizirao razvojni potencijal novorođenčeta. Postoje snažni dokazi o učincima rane intervencije, posebno u razdoblju kada je mozak najplastičniji i otvoren za promjene.

## 8. LITERATURA

1. Burger, M., i Louw, Q. A. (2009). The predictive validity of general movements - A systematic review, *European Journal of Paediatric Neurology*, 13, 5, 408-420.
2. Cannon, E. N., Woodward, A. L., Gredebäck, G., von Hofsten, C., i Turek, C. (2011). Action production influences 12-month-old infants' attention to others' actions. *Developmental Science*, 15, 1, 35-42.
3. Constantinou, J. C., Adamson-Macedo, E. N., Mirmiran, M., i Fleisher, B. E. (2007). Movement, imaging and neurobehavioral assessment as predictors of cerebral palsy in preterm infants, *Journal of Perinatology*, 27, 4, 225-229.

4. Darsaklis, V., Snider, L. M., Majnemer, A., i Mazer, B. (2011). Predictive validity of Prechtl's Method on the Qualitative Assessment of General Movements: a systematic review of the evidence, *Developmental Medicine & Child Neurology*, 53, 10, 896–906.
5. Einspieler, C., Bos, A. F., Libertus, M. E., i Marschik, P. B. (2016). The General Movement Assessment Helps Us to Identify Preterm Infants at Risk for Cognitive Dysfunction, *Frontiers in Psychology*, 7.
6. Einspieler, C., i Marschik, P. B. (2017). Early Markers for Cerebral Palsy, *Cerebral Palsy*, 69–74.
7. Einspieler, C., Marschik, P.B., Pansy, J., Scheuchenegger, A., Krieber, M., Yang, H., Kornacka, M.K., Rowinska, E., Soloveichick, M., i Bos, A.F. (2015). The general movement optimality score: a detailed assessment of general movements during preterm and term age, *Developmental medicine and child neurology*, 58, 4, 361-368.
8. Einspieler, C., i 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*, 11, 1, 61–67.
9. Einspieler, C., Prechtl, H.F.R., Bos, A.F., Ferrari, F, i Cioni, G. (2004). Prechtl's Method of the Qualitative Assessment of General Movements in Preterm, Term and Young Infants, *Clinics in Developmental Medicine*, 167. London: MacKeith Press, str 26.
10. Einspieler, C., Prechtl, H.F., Ferrari, F., Cioni, G., i Bos, A.F. (1997). The qualitative assessment of general movements in preterm, term and young infants-review of the methodology, *Early human development*, 50, 1, 47-60.
11. Einspieler, C., Peharz, R., i Marschik, P.B. (2016). Fidgety movements – tiny in appearance, but huge in impact, *Jornal de Pediatria*, 92, 3, S64–S70.
12. Einspieler, C., Yang, H., Bartl-Pokorny, K. D., Chi, X., Zang, F.-F., Marschik, P.B., i Cioni, G. (2015). Are sporadic fidgety movements as clinically relevant as is their absence?, *Early Human Development*, 91, 4, 247-252.
13. Ferrari, F., Cioni, G., i Prechtl, H.F. (1990). Qualitative changes of general movements in preterm infants with brain lesions, *Early human development*, 23, 3, 193-231.
14. Goleš, J. (2018). *Dobno specifična obilježja spontano generiranih pokreta u dojenčeta*, Diplomski rad. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet.

15. Hadders-Algra, M. (2004). General movements: a window for early identification of children at high risk for developmental disorders, *The Journal of pediatrics*, 145,2, 12-18.
16. Hadders-Algra, M., i Groothuis, A.M. (1999). Quality of general movements in infancy is related to neurological dysfunction, ADHD, and aggressive behaviour, *Developmental Medicine & Child Neurology*, 41, 6, 381-391.
17. Hadders-Algra, M., Klip-van den Nieuwendijk, A.W.J., Martijn, A., i van Eykern L. (1997). Assessment of general movements: towards a better understanding of a sensitive method to evaluate brain function in young infants, *Developmental Medicine & Child Neurology*, 39, 2, 88-98.
18. Hadders-Algra, M., Mavinkurve-Groothuis, A.M., Groen, S.E., Stremmelaar, E.F., Martijn, A., i Butcher, P.R. (2004). Quality of general movements and the developmet of minor neurological dysfunction at toddler and school age, *Clinical Rehabilitation*, 18, 3, 287-299.
19. Horvatić, J., Joković Oreb, I. i Pinjatela, R. (2009). Oštećenja središnjeg živčanog sustava, *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*, 45 (1), 99-110.
20. Katušić, A. (2012). Cerebralna paraliza: redefiniranje i reklasifikacija, *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*, 48 (1), 117-126.
21. Kraguljac, D., Brenčić, M., Zibar, T., i Schnurrer Luke-Vrbanić, T. (2018). Habilitacija djece s cerebralnom paralizom, *Medicina Fluminensis*, 54 (1), 6-17.
22. Mejaški-Bošnjak, V. (2007). Neurološki sindromi dojenačke dobi i cerebralna paraliza, *Paediatr Croat*, 51 (supl 1), 120-129.
23. Mejaški-Bošnjak, V. (2008). Rani neurološki razvoj djeteta, *Paediatr Croat*, 52 (supl 1), 36-42.
24. Mejaški-Bošnjak, V., i Đaković, I. (2013). Europska klasifikacija cerebračne paralize, *Paediatr Croat*, 57 (supl 1), 93-97.
25. Mišković, B. (2008). Obrasci fetalnog ponašanja u normalnim i patološkim trudnoćama ispitani pomoću četverodimenzionalnog ultrazvuka, *Doktorska disertacija*, Medicinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
26. Nakajima, Y., Einspieler, C., Marschik, P.B., Bos, A.F., i Prechtl, H.F. (2006). Does a detailed assessment of poor repertoire general movements help to identify those infants who will develop normally?, *Early human development*, 82, 1 , 53-59.

27. Pospiš, M. (2009). Osobitosti cerebralne paralize, *Hrvatski savez udruga cerebralne i dječje paralize, Croatian cerebral palsy association*.
28. Prechtl, H.F., i Einspieler, C. (1997). Is neurological assessment of the fetus possible?, *European journal of obstetrics, gynecology and reproductive biology*, 75, 1, 81-84.
29. Prechtl, H.F., Einspieler, C., Cioni, G., Bos, A.F., Ferrari, F., i Sontheimer, D. (1997). An early marker for neurological deficits after perinatal brain lesions, *The Lancet*, 349, 9062, 1361-1363.
30. Prechtl, H.F., i Hopkins, B. (1986). Developmental transformations of spontaneous movements in early infancy, *Early human development*, 14, 3-4, 233-238.
31. Prechtl, H.F.R. (1985). Ultrasound studies of human fetal behaviour, *Early Human Development*, 12, 2, 91-98.
32. Prechtl, H.F.R. (1990). Qualitative changes of spontaneous movements in fetus and preterm infant are a marker of neurological dysfunction, *Early human development*, 23, 3, 151-158.
33. Thelen, E. (1981). Kicking, rocking, and waving: Contextual analysis of rhythmical stereotypies in normal human infants, *Animal Behaviour*, 29, 1, 3-11.
34. Zaputović, S., Stanojević, M., i Mišković, B. (2010). Od fetalne do neonatalne neurologije, *Gynaecologia et perinatologia: journal for gynaecology, perinatology, reproductive medicine and ultrasonic diagnostics*, 19, 1, 16-24.
35. Zuk, L. (2011). Fetal and Infant Spontaneous General Movements as Predictors of Developmental Disabilities, *Developmental Disabilities Research Reviews*, 17, 2, 93-101.

## 9. PRILOZI

- CD s prikazom spontano generiranih pokreta u fazi uvijanja i fazi vrpoljenja

\*roditelji su potpisali suglasnosti za snimanje videozapisa njihove djece