

# Napoved Izida rehabilitacije pri otrocih z okvarobrahialnega pleteža v starosti treh let

**Katja GROLEGER SRŠEN<sup>1</sup>, Jurij KARAPANDŽA<sup>2</sup>, Neža MAJDIČ<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Univerzitetni rehabilitacijski inštitut RS Soča, Ljubljana*

*<sup>2</sup>Splošna bolnišnica "Dr. Franc Derganc" Nova Gorica,  
Oddelek za invalidno mladino Stara Gora, Šempeter pri Gorici*

## **Povzetek**

**Namen:** Okvara brahialnega pleteža (OBP) pri novorojenčkih se pojavlja tudi v sodobnem času. Zanimalo nas je, kakšen je izid (re)habilitacije otrok, ki so bili napoteni v programe celostne (re)habilitacije. Zanimalo nas je tudi ali lahko iz zmožnosti krčenja komolca v starosti od pol do enega leta napovemo funkcijsko stanje roke v starosti treh let.

**Metode:** V raziskavi smo pregledali dokumentacijo otrok, ki so bili zaradi OBP napoteni v program (re)habilitacije. Zbrali smo podatke dejavnih tveganja za OBP. Iz podatkov smo ocenili zmožnosti aktivnega krčenja komolca s Torontsko lestvico v starosti od šest mesecev do enega leta. Funkcijo roke v starosti treh let smo ocenili z lestvico po Malletu.

**Rezultati:** V obdobju od 2003 do 2012 je bilo v konzervativno obravnavo v Splošno bolnišnico Franca Derganca v Stari gori in Univerzitetni rehabilitacijski inštitut Soča zaradi OBP vključenih 47 otrok. Najpogostejši dejavnik tveganja, zapisan v dokumentaciji, je bila povečana porodna teža nad 4000 g. Večji del otrok je imel okvarjen zgornji del brahialnega pleteža. Analiza je pokazala, da je zmožnost krčenja komolca v starosti med petim mesecem in enim letom, močno statistično povezana z oceno po Malletu v starosti treh leti ( $r=0,8$ ,  $p<0,001$ ).

**Zaključek:** Dojenčkova nezmožnost krčenja komolca v starosti med šestim

mesecem in enim letom je pomemben napovedni dejavnik za končni izid konservativnih programov (re)habilitacije in pomeni slabšo funkcijo roke v primerjavi s tistimi otroci, pri katerih se zmožnost krčenja komolca do te starosti že izboljša ali povsem popravi.

**Ključne besede:** otrok, okvara, brahialni pletež, izid obravnave

### **Abstract**

**Aim:** Brachial plexus impairment (BPI) in newborns is still present in modern times. We wanted to know what would be the outcome of the (re)habilitation of children who have been referred to (re)habilitation programs due to BPI. We were also interested whether the elbow flexion at age from six months to one year could predict the function of the arm at the age of three years.

**Methods:** We reviewed documentation of children who were referred to (re)habilitation program due to BPI. We collected data on risk factors OBP. From the data, we assessed the ability of active elbow flexion with the Toronto scale in the age from six months to one year. Hand function at the age of three years was evaluated by Mallet scale.

**Results:** During the period from 2003 to 2012 47 children were referred to (re)habilitation programs in the General Hospital Franc Derganc in Stara Gora and the University Rehabilitation Institute Soča due to BPI. The most common risk factors that we have found in the documentation has been increased birth weight over 4000 g. The greater part of the children had impairment of upper part of brachial plexus. Analysis has shown that the elbow flexion ability at the age of five months to one year, was strong statistically associated with the score on the Mallet at the age of three years ( $r = 0.8$ ,  $p < 0.001$ ).

**Conclusion:** A child's ability of elbow contraction at the age of six months to one year is an important prognostic factor for the final outcome of conservative programs of (re)habilitation.

**Key words:** child, impairment, brachial plexus, outcome

### **Uvod**

Okvara brahialnega pleteža pri novorojenčku in dojenčku (krajše okvara brahialnega pleteža, v nadaljevanju OBP) se tudi v sodobnem času pojavlja pri 0,1 do 5 primerov na 1000 živorojenih otrok (1 - 3). Dejavniki tveganja in mehanizem nastanka OBP so poznani; pojavljanje ni geografsko omejeno in ni

odvisno od izkušenj zdravstvenega osebja ali vrste zdravstvene ustanove (4). Po podatkih Perinatalnega informacijskega sistema Republike Slovenije je bila v obdobju 2005-2009 v Sloveniji pogostnost OBP 2 na 1000 živorojenih otrok (5).

Med dejavniki tveganja za OBP so najpomembnejši materina sladkorna bolezen ali njena velika telesna teža, mnogorodnost, prenošenost ploda, porodna teža ploda nad 4000 g, indukcija poroda, podaljšana druga faza poroda, sekundarni zastoj odpiranja porodnega kanala, zastoj ramen, epiduralna anestezija, operativno dokončanje poroda ter porod majhnega otroka v medenični vstavi (6-11). Carski rez je povezan z zmanjšanim tveganjem za OBP (11), vendar do okvare v nekaterih primerih vendarle pride. Zaradi anatomskih značilnosti je najbolj verjetno, da pride do poškodbe zgornjih vratnih korenin brahialnega pleteža (C5 in C6). Vzrok za OBP pri novorojenčku so dolgo pripisovali izključno prekomernemu lateralnemu potegu plodove glavice v drugi fazi poroda iz aksialne osi v koronarni ravnini proti telesu. Do poškodbe pleteža pri plodu naj bi prišlo zaradi zastoja plodovih ramen v porodnem kanalu, t.i. distocije ramen (12). OBP bi lahko bila tudi posledica drugih mehanizmov. Sandmire in DeMott opisujeta, da do poškodbe brahialnega pleteža zadaj ležeče rame pride že v porodnem kanalu, pri čemer imajo pomembno vlogo sile v maternici (4). Prisotnost OBP so v nekaterih primerih ugotovili že pred porodom ter pri novorojenčkih, ki so bili rojeni s carskim rezom (13). V večini primerov pri novorojenčku najdemo enostransko OBP (50% primerov desno, 43% levo), v zelo redkih primerih pa obojestransko OBP (2), predvsem pri porodu v medenični vstavi (14). Okvarjena je lahko ena ali več sosednjih korenin hrbtenjače, ki tvorijo brahialni pletež, ali pa njegovi fascikli.

Glede na klinično sliko OBP večina avtorjev uporablja razdelitev na štiri skupine (15 - 18): Skupina I: okvara korenin C5 in C6 (Duchenne-Erbova oblika), 50 % primerov; Skupina II: okvara korenin od C5 do C7 (Duchenne-Erbova paraliza plus), 35% primerov; Skupina III: okvara korenin od C5 do Th1; Skupina IV: okvara korenin od C5 do Th1, lahko tudi okvara korenin C3 in C4, okvara ganglionstellatum. Izjemno redka je izolirana okvara korenin C8 in Th1 ter ganglionstellatuma (Dejerine-Klumpkejeva oblika) s pojavnostjo 0,6% (19). Poleg tega je po rojstvu novorojenčka z OBP potrebno izključiti tudi morebiten sočasen zlom ključnice ali nadlahtnice. Dodatno lahko najdemo še tortikolis, kefalhematom, okvaro obraznega živca in paralizo diafragme.

O terapevtskih programih, ki bi pomagali pri izboljšanju funkcije roke novorojenčkov in dojenčkov z OBP je bilo sprva le malo zapisov. Po predlogu

slovenskih smernic za obravnavo dojenčka z OBP (5), je osnova zgodnje obravnave pasivno razgibavanje, saj se v sklepih, ki jih le ta ne more aktivno premikati, lahko razvijejo kontrakture (15). V prvih dveh do treh tednih dojenčkovo okvarjeno roko pripravo, pokrčeno ob prsnem košu, na njegova oblačila, hkrati pa je čim prej potrebno začeti z razgibavanjem sklepov zgornjega uda (20). Dodatno je v programu (re)habilitacije potrebno zagotoviti še (a) spodbujanje aktivnih gibov okvarjene roke (najprej brez vpliva sile težnosti, nato proti sili težnosti) z aktivnostmi, ki so primerne otrokovi starosti, spodbujanje soročnih aktivnosti, (b) spodbujanje razvoja simetrične drže in gibanja ter (c) spodbujanje občutenja različnih vrst (dotik, pritisk, vibracije, položaj sklepa, toplo, hladno) z uporabo različnih materialov (15, 20, 21).

V novejših člankih avtorji navajajo spontano okrevanje pri približno 66% otrok (22 - 25). Prav tako je znano, da je boljše spontano okrevanje mogoče pričakovati pri okvarah zgornjega dela pleteža (skupina I in II), medtem ko je funkcijski izid pri popolnih okvarah manj ugoden (skupina III in IV). Ob napovedi prognoze je potrebno poznavanje stopnje okvare živca. Pri hujši okvari korenin se funkcija roke ne popravi, kasneje se razvijejo še sekundarni zapleti (atrofija mišic, kontrakture, delni ali polni zadajšnji izpah glave nadlahtnice v ramenskem sklepu. Razvoj kirurgije je šele v zadnjih desetletjih prinesel nove možnosti za bolj uspešno zdravljenje hujše okvare brahialnega pleteža (26).

Zanimalo nas je, kakšen je izid (re)habilitacije otrok, ki so bili vključeni v programe celostne (re)habilitacije na oddelku za invalidno mladino v Stari Gori Splošne bolnišnice»dr. Franca Derganca« (OIMSG) in na otroškem oddelku Univerzitetnega rehabilitacijskega inštituta RS (URI Soča). Zanimalo nas je tudi ali lahko iz zmožnosti krčenja komolca v starosti od pol do enega leta napovemo funkcijsko stanje roke v starosti treh let.

## **Metode dela**

### ***Preiskovanci***

V raziskavo smo vključili otroke, ki so bili v obdobju od 2003 do 2012 sprejeti v obravnavo na OIMSG in v URI Soča zaradi OBP in so bili vključeni le v konservativne postopke (re)habilitacije. Otroke, ki so bili po letu 2010 zaradi odsotne zmožnosti krčenja komolca napoteni na operativno rekonstrukcijo brahialnega pleteža, smo iz tokratne analize podatkov izključili.

### **Protokol dela in ocenjevalni instrumenti**

Iz dokumentacije smo zbrali podatke o spolu otrok, dejavnih tveganja za nastanek OBP, strani okvare in otroke razvrstili v eno od štirih skupin glede na klinično sliko (opisane v uvodu). Iz dokumentacije smo zbrali še podatke o zmožnosti krčenja komolca in jo ocenili po Torontski lestvici z ocenami od 0 do 2 (27). Pri oceni smo upoštevali aktivni gib krčenja komolca proti gravitaciji (0: ni giba, +0: nakazan gib, -1: manj kot pol obsega giba, 1: pol obsega giba, +1: več kot pol obsega giba; -2: skoraj poln obseg giba in 2: poln obseg giba). Poleg tega smo otroke, iz podatkov o funkciji roke v starosti treh let, ocenili še z lestvico po Mallet-u(28). Veščine v tej lestvici vključujejo: obseg abdukcije (abd.) v ramenskem sklepu (2 točki: <math>30^\circ</math>, 3 točke: med

### **Statistična analiza**

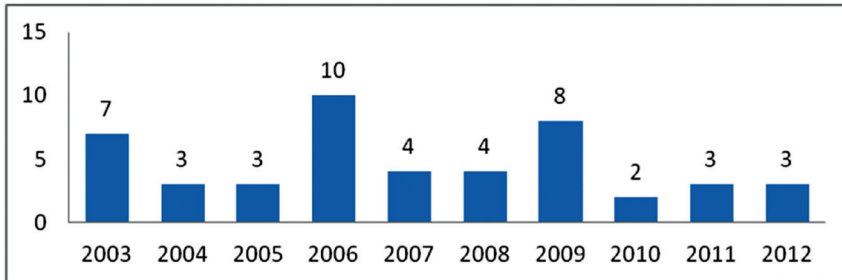
Za obravnavane spremenljivke smo izračunali opisne statistike. Za analizo povezanosti med porodno težo in oceno po Malletu ter fleksije komolca in ocene po Malletu smo uporabili Pearsonov korelacijski koeficient. Za primerjavo srednjih vrednostiocen po Malletu med skupinami glede na stopnjo okvarjene korenine smo uporabili test Kruskala in Wallisa z naknadnimi primerjavami. Mejo statistične značilnosti smo postavili pri  $p < 0,05$ . Za analizo in prikaz podatkov smo uporabili okolje R, verzijo 2.15.1 (29).

### **Rezultati**

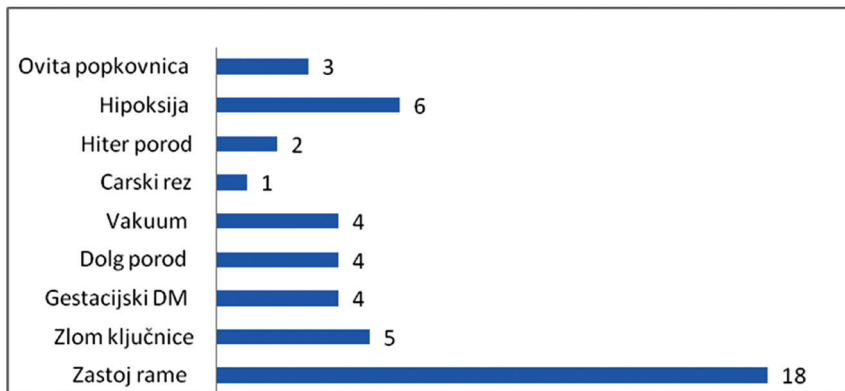
V obdobju od 2003 do 2012 je bilo v konservativno obravnavo v OIMSG in URI Soča zaradi OBP na novo vključenih 47 otrok, od tega 23 deklic in 24 dečkov. Vsi so bili vključeni le v konservativne postopke (re)habilitacije v eni od obeh ustanov: 30 otrok v OIMSG in 15 otrok v URI Soča, dva otroka sta bila v programe vključena v obeh ustanovah. Analiza napotitev po letih je pokazala, da bilo na leto napotnih v povprečju skoraj pet otrok, največ pa leta 2006 (Slika 1).

Med dejavniki tveganja je bila najpogostejša telesna teža novorojenčka nad 4000 g (25 otrok; mediana 4040 g, SD 532,9 g, min 2850g, max 5140g, kar

je tudi podatek za edinega otroka s porodno težo nad 5000 g). Po pogostnosti je bil med dejavniki tveganja, poleg večje porodne teže, najpogostejši še zastoj rame; ostale dejavnike smo v dokumentaciji našli redkeje (Slika 2).



**Slika 1:** Število otrok, ki so bili napoteni v program (re)habilitacije po letih



**Slika 2:** Pogostost dejavnikov tveganja za okvaro brahialnega pleteža

Eden od otrok je imel štiri dejavnike tveganja, dva otroka sta imela tri dejavnike tveganja, 12 otrok je imelo dva dejavnika tveganja, 13 otrok en dejavnik tveganja, 19 otrok pa ni imelo zapisanega nobenega od dejavnikov tveganja. Rezultati analize so pokazali, da je porodna teža mejno statistično povezana s kasnejšo oceno funkcije roke po Malletu (Pearsonov korelacijski koeficient  $r=-0,3$ ;  $p=0,058$ ).

Ob rojstvu so OBP na levi strani ugotovili pri 19 otrocih, pri ostalih pa na desni. Otrok z obojestransko OBP v tej skupini ni bilo. V starosti med šestim mesecem in enim letom je imel večji del otrok oceno po Torontski lestvici +1 ali več

(Tabela 1). Glede na klinično sliko je bila večina otrok razvrščena v skupino I (Tabela 2), ki je imela v starosti treh let tudi najvišjo oceno po Malletu.

**Tabela 1:** Ocene zmožnosti krčenja komolca s Torontsko lestvico

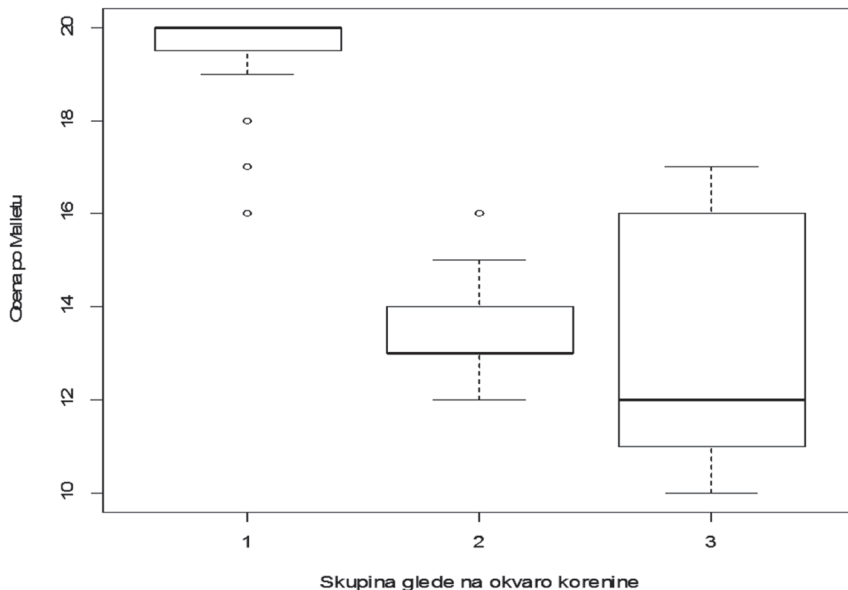
Ocena	0	+0	-1	1	+1	-2	2
Število otrok	2	3	4	4	11	10	11

Legenda: 0: ni giba, +0: nakazan gib, -1: manj kot pol obsega giba, 1: pol obsega giba, +1: več kot pol obsega giba; -2: skoraj poln obseg giba in 2: poln obseg giba

**Tabela 2:** Opisna statistika ocen po Malletu glede na začetno klinično sliko

Opisna statistika za oceno po Malletu	Skupina I (n=31)	Skupina II (n=10)	Skupina III (n=6)	Skupno (n=47)
Povprečje (SD)	19,5 (1,0)	13,4 (1,3)	13,0 (2,8)	17,4 (3,3)
Mediana (razpon)	20 (16; 20)	13 (12; 16)	12 (10;17)	19 (10; 20)

Legenda: Skupina I: okvara korenin C5 in C6; Skupina II: okvara korenin od C5 do C7; Skupina III: okvara korenin od C5 do Th1



Legenda: Skupina I: okvara korenin C5 in C6; Skupina II: okvara korenin od C5 do C7; Skupina III: okvara korenin od C5 do Th1

**Slika 3:** Okvirji z ročaji za prikaz porazdelitve ocene po Malletu po skupinah, glede na začetno klinično sliko

Nadaljnja analiza je pokazala, da je zmožnost krčenja komolca v starosti med petim mesecem in enim letom, močno statistično povezana z oceno po Malletu v starosti treh leti ( $r=0,8$ ,  $p<0,001$ ). Med srednjimi vrednostmi skupin glede na okvarjene korenine (Tabela 2) so statistično značilne razlike med skupinama I in II ( $p<0,001$ ) ter skupinama I in III ( $p<0,001$ ), med skupinama II in III pa ne ( $p=1,000$ ). Srednja vrednost skupine I se torej statistično značilno razlikuje od drugih dveh. Težavo za zanesljivo statistično sklepanje predstavlja dejstvo, da je vzorec skupine III zelo majhen (le 6 otrok). Na Sliki 3 so predstavljeni okvirji z ročaji za prikaz porazdelitve ocene po Malletu po skupinah, glede na začetno klinično sliko.

## Razprava

Zanimalo nas je, kakšen je izid (re)habilitacije otrok z OBP, ki so bili napoteni v programe (re)habilitacije v obdobju od 2003 do 2012. Zanimalo nas je tudi ali lahko iz zmožnosti krčenja komolca v starosti od pol do enega leta napovemo funkcijsko stanje roke v starosti treh let.

Rezultati analize so pokazali, da je zaradi OBP v programe (re)habilitacije napoteni v povprečju skoraj pet otrok letno. Glede na letno raven rojstev in pojavnost OBP v Sloveniji, bi morda lahko pričakovali več napoteni otrok, vendar je potrebno upoštevati, da se pri večjem delu otrok funkcija roke po OBP popravi dokaj hitro in v celoti (22 – 25). Ti otroci zato niso bili napoteni v program (re)habilitacije oziroma so verjetno bili obravnavani krajši čas v razvojnih ambulantah. Poleg tega so v letu 2010 v Univerzitetnem kliničnem centru v Ljubljani začeli izvajati operativno rekonstrukcijo OBP tudi pri dojenčkih, zato je število v študijo vključenih otrok v letih od 2010 manjše. Od leta 2010 je bilo namreč zaradi nezmožnosti krčenja v komolcu operiranih sedem otrok.

Tudi podatki o dejavnikih tveganja za nastanek OBP so skladni s podatki tujih študij. Kot najpogostejši dejavnik tveganja za OBP se je pokazala porodna teža nad 4000 g, ki je bila mejno statistično značilno povezana s kasnejšo stopnjo okvare funkcije roke. Kar 19 otrok ni imelo zapsanega dejavnika tveganja za OBP, zato se poraja vprašanje, ali so v dokumentaciji res zapisani vsi podatki. Verjetno bi jih lahko povzeli bolj natančno, če bi za vsakega od otrok ponovno preverili prisotnost dejavnikov tudi v dokumentaciji izbranega pediatra ali celo v zapisniku poroda. K bolj jasni sliki bi lahko prispevalo tudi zbiranje podatkov v nacionalnem registru otrok z OBP.

S podatki v literaturi (2) so skladni tudi rezultati o strani okvare – pogostejša je bila okvara desnega brahialnega pleteža. V analizirani skupini otrok ni bilo otrok



z obojestransko OBP. V zadnjih petih letih sta bila na URI Soča napotena dva taka otroka. Oba sta potrebovala kirurško rekonstrukcijo brahialnega pleteža.

Večina otrok je bila uvrščena v skupino I (okvara C5 in C6), kar je tudi skladno s podatki iz literature (15-18). Študija je potrdila, da je bil izid rehabilitacije, v tej skupini po pričakovanju, najboljši. Manjši del otrok je bil uvrščen v skupino II, predvsem pa v skupino III, kjer lahko pričakujemo tudi najslabši končni izid konservativnih programov (re)habilitacije (15-18). Analiza rezultatov je potrdila značilne razlike med skupinama I in II ter skupinama I in III. Vzrok, da nismo našli statistične razlike med skupino II in III je morda v nenatančnih podatkih o razvrstitvi otrok v ti dve skupini v dokumentaciji. Drugi dejavnik, ki bi lahko prispeval k temu, je dejstvo, da smo za končno oceno funkcije roke uporabili osnovno lestvico po Malletu, ne pa razširjenje lestvice po Malletu, ki ima maksimalno število 25 točk in nekoliko bolj natančno razvrsti otroke glede na funkcijo roke. Nenazadnje pa je skupina III tudi zelo majhna (šest otrok).

Glede na podatke iz literature naj sama ocena zmožnosti krčenja komolca v starosti treh mesecev ne bi zadoščala za napoved izida (30). V naši študiji smo povzeli podatke o zmožnosti krčenja komolca kasneje, šele v starosti med šestim mesecem in enim letom; glede na rezultate analize kaže, da je ta podatek dovolj dober napovedni dejavnik za končni izid funkcije roke. Ta podatek je pomemben tudi za siceršnjo klinično prakso. V predlogu slovenskih smernic za obravnavo otrok z OBP smo zapisali, da je ključnega pomena prav zmožnost krčenja komolca (5). Če se krčenje komolca ne pojavi do šestega meseca starosti, je pri otroku potrebno narediti ponovno natančno oceno funkcije roke in verjetno tudi kirurško rekonstrukcijo brahialnega pleteža.

## **Zaključek**

Okvara brahialnega pleteža v obdobju novorojenčka in dojenčka ostaja pomemben izziv za zgodnjo obravnavo in (re)habilitacijo. Med dejavniki tveganja se najpogosteje pojavljata porodna teža nad 4000 g in zastoj ramen v porodnem kanalu. Višina okvare brahialnega pleteža in dojenčkova zmožnost krčenja komolca v starosti med šestim mesecem in enim letom sta pomembna napovedna dejavnika za končni izid konservativnih programov (re)habilitacije. Nezmožnost krčenja pomeni slabšo funkcijo roke v primerjavi s tistimi otroci, pri katerih se zmožnost krčenja komolca do te starosti že izboljša ali povsem popravi.

## Literatura:

1. Evans-Jones G, Kay SP, Weindling AM, Cranny G, Ward A, Bradshaw A et al. Congenital brachial palsy: incidence, causes, and outcome in the United Kingdom and Republic of Ireland. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed* 2003; 88: F185-9.
2. Foad SL, Mehlman CT, Ying J. The Epidemiology of Neonatal Brachial Plexus Palsy in the United States. *The Journal of Bone & Joint Surgery* 2008; 90 (6): 1258-64.
3. Zafeiriou DI, Psychogiou K. Obstetrical brachial plexus palsy. *Pediatr Neurol* 2008; 38: 235-42.
4. Sandmire HF, DeMott RK. Newborn brachial plexus palsy. *J Obstet Gynecol* 2008; 28: 567-72. (22).
5. Groleger Sršen K, Repež A, Zorman P, Fister P, Štucin Gantar I, Paro Panjan D, Kržan M. Celostna obravnava novorojenčka in dojenčka z okvaro brahialnega pleteža: predlog slovenskih smernic. *Zdravniški vestnik*, 2015, 84(6): 417-31.
6. Doumouchtsis SK, Arulkumaran S. Are all brachial plexus injuries caused by shoulder dystocia? *Obstet Gynecol Surv* 2009; 64: 615-23.
7. Jellicoe P, Parsons SJ. Brachial plexus birth palsy. *Curr Orthop* 2008; 22: 289-94.
8. Dunham EA. Obstetrical brachial plexus palsy. *Orthop Nurs* 2003; 22: 106-16.
9. Wolf H, Hoeksma AF, Oei SL, Bleker OP. Obstetric brachial plexus injury: risk factors related to recovery. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 2000; 88: 133-8.
10. Bager B. Perinatally acquired brachial plexus palsy - a persisting challenge. *Acta Paediatr* 1997; 86: 1214-9.
11. Mollberg M, Hagberg H, Börje B, Håkan L, Ladfors L. High birth weight and shoulder dystocia: the strongest risk factors for obstetrical brachial plexus palsy in a Swedish population-based study. *Acta Obstet Gynecol Scand* 2005; 84: 654-9.
12. O'Leary JA. Introduction. In: *Shoulder dystocia and birth injury: prevention and treatment*, 3rd ed. O'Leary JA (ed), Humana Press, 2009: xvii.
13. Jennett RJ, Tarby TJ. Brachial plexus palsy: An old problem revisited again II. Cases in point. *Am J Obstet Gynecol* 1997; 176 (6): 1354-13.
14. Al-Qattan MM. Obstetric brachial plexus palsy associated with breech delivery. *Ann Plastic Surg* 2003; 51: 257-64.
15. van Ouwkerk WJR, van der Sluijs JA, Nollet F, Barkhof F, Slooff ACJ. Management of obstetric brachial plexus lesions: state of the art and future developments. *Childs Nerv Syst* 2000; 16(10-11): 638-44.
16. Narakas AO. Obstetrical brachial plexus injuries. In: Lamb DW (ed): *The paralyzed hand*. Vol. 2. Churchill Livingstone, Edinburgh 1987: 116-35.
17. Waters PM. Update on management of pediatric brachial plexus palsy. *J Pediatr Orthop B*. 2005, 14: 233-44.

18. van Dijk JG, Pondaag W, Mallessy MJA. Obstetric lesion of the brachial plexus. *MuscleNerve* 2001; 24: 1451-61.
19. Al-Qattan MM, Clarke HM, Curtis CG. Klumpke's birth palsy. Does it really exist? *Journal of Hand Surgery* 1995; 20B(1): 19-23.
20. Muhlig RS, Blaauw G, Slooff ACJ, Kortleve JW, Tonino AJ. Conservative treatment of obstetric brachial plexus palsy (OBPP) and rehabilitation. In: Gilbert A (ed). *Brachial Plexus Injuries*. Martin Dunitz Ltd 2001: 182-96.
21. Taniguchi M, Van Heest A, Partington M. Birth Brachial Plexus Injuries: An Update on Evaluation and Treatment. *Pediatr Persp* 2009; 18(3): 1-4.
22. Foad SL, Mehlman CT, Foad MB, Lippert WC. Prognosis following neonatal brachial plexus palsy: an evidence-based review. *J Child Orthop* 2009; Dec. 3(6): 459-63.
23. Pondaag W, Mallessy MJ, van Dijk JG, Thomeer RT. Natural history of obstetric brachial plexus palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol* 2004; 46:138-44.
24. Hoeksma AF, ter Steeg AM, Nelissen RG, van Ouwkerk WJ, Lankhorst GJ, de Jong BA. Neurological recovery in obstetric brachial plexus injuries: an historical cohort study. *Dev Med Child Neurol* 2004; 46:76-83.
25. Noetzel MJ, Park TS, Robinson S, Kaufman B. Prospective study of recovery following neonatal brachial plexus injury 2001. *J Child Neurol* 16:488-92.
26. Gilbert A, Razaboni R, Amar-Khodja S. Indications and results of brachial plexus surgery in obstetric palsy. *Orthop Clin North Am* 1988; 19(1):91-105.
27. Michelow BJ, Clarke HM, Curtis CG, Zuker RM, Seifu Y, Andrews DF. The Natural History of Obstetric Brachial Plexus Palsy. *Plast Reconstr Surg* 1994; 93(4): 675-80.
28. Mallett J. Paralyse obstetricale du plexus brachial. Traitement des séquelles. Prima traitement de l'Épaulé - Méthode d'expression des résultats. *Rev Chir Orthop*, 1971; 58(1): 166- 8.
29. R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing,. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2013. [www.R-project.org](http://www.R-project.org).
30. Clarke HM, Curtis CG. An approach to obstetric brachial plexus injuries, *Hand Clin* 1995; 11(4):563-81.