

OBSTETRICAL PLEXUS BRACHIALIS LESION DIAGNOSTICS AND TREATMENT – CURRENT TRENDS

DIJAGNOSTIKA I LEČENJE POROĐAJNIH POVREDA BRAHIJALNOG PLEKSUSA - NAJNOVIJI STAVOVI

Jasna Stojković^{1,2}, Dragana Ćirović^{1,2}

¹ Univerzitetska dečja klinika „Tiršova”, Beograd, Srbija

² Univerzitet u Beogradu, Medicinski fakultet, Beograd, Srbija

Correspondence: stojkovic.jasna@yahoo.com

Abstract

Injuries of the brachial plexus most often occur as a result of childbirth trauma, by stretching of the brachial plexus during childbirth, and are therefore called neonatal brachial plexus palsy. Based on the severity of the injury itself, clinically, birth injuries of the brachial plexus are divided into three degrees: a) Complete lesion in which the C5 - Th1 roots are affected; b) Upper type - Erb Duchenne is also the most common type of lesion, where both C5 and C6 roots are damaged, and individual fibers of the C7 root may be affected; c) Lower type - Klumpke Dejarinne represents isolated damage to the lower roots of C8 - Th1. The aim of this paper is to asses the latest recomendations about diagnostic and tretatment of brachial plexus birth injuries by browsing the newest scientific evidences. Treatment of birth injuries of the brachial plexus can be conservative, i.e. physiatry and surgery. The aim of the treatment is to increase the functionality of the affected arm through sensorimotor integration and biofeed reintegration, by preventing the occurrence of contractures and strengthening the musculature of the affected hand, as well as by improving trophism, and then preventing bone deformities and late consequences that may occur in these patients (deformities, painful arthrosis, agnosia of the damaged hand). The treatment of neonatal brachial plexus palsy requires a multidisciplinary approach led by a physiatrist in order to determine a change in therapy and further physical treatment, as well as making a decision on further possible surgical treatment. Treatment of children with birth injuries of the brachial plexus is a long-term process and requires continuous monitoring until the completion of bone growth and development.

Keywords:

paresis plexus brachialis,
diagnostics,
treatment,
children

Sažetak

Povrede brahijalnog plexusa najčešće nastaju kao posledica porođajne traume, istezanjem brahijalnog plexusa prilikom porođaja i zato se nazivaju porođajne (opstetričke) povrede brahijalnog plexusa (PPBP). Incidencija PPBP na globalnom nivou iznosi 0,1% do 8,1% na 1000 živorođene dece. Na osnovu težine same povrede i zahvaćenosti nevni korenova, klinički porođajne povrede brahijalnog plexusa delimo na tri tipa: a) kompletnu leziju, kod koje su zahvaćeni korenovi C5 - Th1, ne postoji aktivna pokretljivost u zahvaćenoj ruci, osim mogućih pojedinih pokreta u humeroskapularnom zglobu; b) gornji tip – Erb-Dišen (*Erb-Duchenne*), koji je ujedno i najčeći tip lezije; oštećeni su korenovi C5 i C6, a mogu biti zahvaćena i pojedina vlakna korena C7; zahvaćena ruka je u karakterističnom položaju adukcije i unutrašnje rotacije; c) donji tip – Klumpke-Dežerin (*Klumpke-Dejarinne*) predstavlja izolovano oštećenje donjih korenova C8 - Th1 i javlja se relativno retko, klinički se ispoljava odsustvom aktivnih pokreta šake i prstiju, dok su pokreti u ramenu i laktu očuvani.

Cilj ovog rada je utvrditi savremene stavove u dijagnostici i lečenju porođajnih povreda brahijalnog plexusa kod dece pretraživanjem najnovije literature. Lečenje porođajnih povreda brahijalnog plexusa može biti konzervativno, tj. fizijatrijsko i hirurško. Krajnji cilj lečenja PPBP je povećanje funkcionalnosti zahvaćene ruke kroz senzomotornu integraciju i „biofeed“ reintegraciju sprečavanjem nastanka kontraktura i jačanjem muskulature zahvaćene ruke, kao i poboljšanjem trofike, a zatim prevenciji koštanih deformiteta i kasnih posledica koje se mogu javiti kod ovih pacijenata (deformiteti, bolne artroze, agnozija oštećene ruke). Lečenje PPBP zahteva multidisciplinarni pristup, na čelu sa fizi-jatrom, radi određivanja plana terapije i daljeg fizikalnog tretmana, kao i donošenja odluke o daljem eventualnom hirurškom lečenju. Lečenje dece sa porođajnim povredama brahijalnog plexusa je dugotrajan proces i zahteva kontinuirano praćenje sve do završetka koštanog rasta i razvoja.

Ključne reči:

paresis plexus brachialis,
dijagnostika,
lečenje,
deca

Uvod

Povrede brahijalnog plexusa najčešće nastaju kao posledica porođajne traume, delimičnim ili potpunim oštećenjem brahijalnog plexusa prilikom porođaja (1). Porođajna povreda brahijalnog plexusa manifestuje se delimičnom ili potpunom slabošću zahvaćene ruke. Incidencija PPBP na globalnom nivou iznosi 0,1% do 8,1% na 1000 živorođene dece (2-7). Ova incidencija varira širom sveta i zavisna je direktno od dostupnosti zdravstvene zaštite majke i deteta (8-10). Faktori rizika za nastanak PPBP su: fetalna makrozomija, dijabetes melitus majke, porođaj završen vakuumom ili forcepsom i produžen porođaj (11). Prema Sanderlandovoj (*Sunderland*) klasifikaciji (12), postoje tri stepena oštećenja perifernih nerava:

- neuropraksija, kod koje dolazi do elongacije vlakana bez prekida u kontinuitetu, završava se potpunim spontanom oporavkom i prolaznom slabošću zahvaćenih mišića;
- aksonotmeza, kod koje dolazi do parcijalne rupture vlakana, tj. aksona, ali bez oštećenja mijelinskog omotača i završava se delimičnim oporavkom, u zavisnosti od stepena zahvaćenosti oštećenih vlakana;
- neurotmeza, kod koje postoji potpuni prekid kontinuiteta perifernog nerva, pa spontani oporavak nije moguć.

Na osnovu težine same povrede i zahvaćenosti nervnih korenova, klinički porođajne povrede brahijalnog plexusa delimo na tri tipa, kompletnu leziju, gornji tip i

donji tip.

a) Kompletna lezija se javlja kod oko 20% svih PPBP (13). Zahvaćeni su korenovi C5 - Th1, ne postoji aktivna pokretljivost u zahvaćenoj ruci, osim mogućih pojedinih pokreta u humeroskapularnom zglobu. Prisutno je i oštećenje senzorijuma i simpatičkih vlakana autonomnog nervnog sistema, te zahvaćeni ekstremitet može biti hladan, mramorizovan i orošen znojem. Prisustvo Hornerovog sindroma (ptoza, mioza, enoftalmus i anhidroza zahvaćene polovine lica) ukazuje na avulziju donjih korenova brahijalnog plexusa. Neophodan je klinički pregled respiratornog statusa pošto može biti zahvaćen frenični nerv. Paraliza freničnog nerva ukazuje na tešku avulzionu povredu (14).

b) Gornji tip – Erb-Dišen (*Erb-Duchenne*) ujedno je i najčeći tip lezije. Oštećeni su korenovi C5 i C6, a mogu biti zahvaćena i pojedina vlakna korena C7. Oko 75% svih PPBP čini upravo gornji tip (13). Zahvaćena ruka je u karakterističnom položaju adukcije i unutrašnje rotacije. Pokreti u ramenu su odsutni ili minimalni, u laktu izostaje aktivna fleksija, a pokreti šake i prstiju su uredni.

c) Donji tip – Klumpke-Dežerin (*Klumpke-Dejarinne*) predstavlja izolovano oštećenje donjih korenova i javlja se relativno retko (oko 2% svih slučajeva oštećenja brahijalnog plexusa) (15). Klinički se ispoljava odsustvom aktivnih pokreta šake i prstiju, dok su pokreti u ramenu i laktu očuvani.

Cilj ovog rada je utvrditi savremene stavove u dijagnostici i lečenju porođajnih povreda brahijalnog plexusa kod dece pretraživanjem najnovije literature.

Dijagnostika i lečenje porođajne povrede brahijalnog plexusa

Klinički pregled. Dijagnoza PPBP je najvećim delom zasnovana na kliničkom pregledu novorođenčeta (13). Prisutni su znaci lezije perifernog neurona: flacidna slabost mišića, odsustvo ili sniženi miotatski refleksi, snižen tonus mišića zahvaćenog ekstremiteta. Spontani pokreti su oskudni ili odsutni, postoji asimetrija spontane motorike u odnosu na zdravu ruku (13). Prisutna je i asimetrija primitivnih refleksa (Morov refleks). Tonus mišića oštećene ruke je snižen ili potpuno odsutan, u zavisnosti od težine lezije. Obim aktivne pokretljivosti se procenjuje za svaki segment ruke, a mišićna snaga se procenjuje (u starijem uzrastu) pomoću Manuellnog mišićnog testa (MMT), pojedinačno za sledeće grupe mišića: abduktore ramena, fleksore i ekstenzore ramena, fleksore i ekstenzore lakta i fleksore i ekstenzore šake i prstiju. Ograničenje pasivne pokretljivosti pri rođenju ne postoji.

Dodatne dijagnostičke metode. Neurofiziološka ispitivanja: autori koji su se bavili istraživanjem elektrodijagnostičkih ispitivanja i somatosenzornih evociranih potencijala navode da se ove dijagnostičke metode koriste u proceni stepena oštećenja brahijalnog plexusa i praćenju oporavka (14, 16-18). Većina studija navodi primenu elektrodijagnostičkih ispitivanja u standardizovanim vremenskim okvirima kao ključni prognostički modalitet, zajedno sa kliničkom procenom i neuroimaging tehnikama (19).

Elektrodijagnostička ispitivanja podrazumevaju elektromiografiju (EMG) i elektroneurografiju (ENG). Prilikom sprovođenja elektromiografije (EMNG) treba poštovati pravila koja podrazumevaju vremenski okvir za započinjanje ispitivanja s obzirom na to da se Valerijanova degeneracija aksona odigrava od momenta povrede nerva u narednih 7 - 10 dana, u zavisnosti od mesta povrede i dužine segmenta koji je zahvaćen (14). Stoga u tom periodu ne treba sprovoditi elektrodijagnostička ispitivanja jer, osim redukcije trase u EMG nalazu, neće biti drugih patoloških elemenata ukoliko nema pridruženog komorbiditeta. Taj vremenski okvir lezije definiše se kao hiperakutna lezija (14). Elektrodijagnostička ispitivanja se najčešće sprovode nakon 14-20 dana od rođenja. Elektromiografija predstavlja ispitivanje električne aktivnosti mišića zahvaćenog ekstremiteta iglenom elektrodom (20). Prilikom ispitivanja se posmatraju četiri faze: inserciona faza, faza mirovanja, faza minimalne i maksimalne voljne kontrakcije. Kod postojanja neurogene lezije u akutnoj fazi javljaju se spontana patološka aktivnost u vidu fibrilacionih i pozitivnih oštih talasa, dok se u kasnijoj fazi pojavljuju reinervacioni - neuropatski talasi koji su karakterisani visokim amplitudama, polifazijom i produženim trajanjem. U akutnoj fazi se javlja spontana patološka aktivnost, dok se u hroničnoj fazi javljaju neuropatski akcioni potencijali. Step en oštećenja u hroničnoj fazi određuje se stepenom redukcije trase pri maksimalnoj voljnoj kontrakciji.

Elektroneurografija podrazumeva ispitivanje provodljivosti perifernih nerava. Analiziraju se sledeći parametri: amplituda, brzina provodljivosti i distalna latencija, tj. latencija za motorne ili senzitivne nerve. Prilikom elektrofizioloških evaluacija oštećenja brahijalnog plexusa potrebno je sprovesti i elektromiografsko i elektroneurografske ispitivanje. Ukoliko je nastalo oštećenje po tipu neuropraksije nalaz neurografije će pokazati smanjenje amplitude akcionih motornih potencijala (AMP) i usporeenje brzine provodljivosti nerava. Gubitak aksona pri aksonotmezi će se reprezentovati i smanjenjem amplitude AMP, a na elektromiografskom nalazu pojavom spontane patološke aktivnosti u fazi mirovanja. Ukoliko je došlo do neurotmeze nalaz će pokazati odsustvo akcionih motornih potencijala i voljne motorne aktivnosti. Na elektroneurografske i elektromiografske nalazu (21). Ispitivanje provodljivosti senzitivnih vlakana može nam pomoći da razlikujemo preganglionarnu i postganglionarnu leziju. Kod preganglionskih lezija amplitude akcionih senzornih potencijala biće uredne, dok će kod postganglionskih lezija biti snižene ili odsutne (22). Somatosenzorni evocirani potencijal (SSEP) predstavlja metod registracije i analize odgovora koji se javljaju u kori velikog mozga kao reakcija na stimulaciju mešoviti h perifernih nerava ili samih receptora i njihov prenos duž senzitivnih puteva (dorzalna kolumna, *lemniscus medialis* ili *tractus bulbothalamicus*) do primarnih senzornih centara u kori velikog mozga. Prilikom ispitivanja pareze brahijalnog plexusa nervus medianus se stimuliše u nivou zgloba ručja, a registrovanje SSEP-a se vrši iznad Erbove tačke (aktivnost proksimalnih segmenata), na međuprostoru između C7 i C8 (aktivnost *truncus-a plexus-a brachialis-a* ili cervikalnih korenova) na parijetalnim odvodima (kortikalni odgovori) (14). U slučajevima kada je došlo do preganglionske avulzije senzitivnih korenova registrovaće se odgovori samo nad Erbovom tačkom, dok će odgovori koji registruju aktivnosti *truncus-a plexus-a brachialis-a* ili cervikalnih korenova, kao i kortikalni odgovori, izostati (23).

Lečenje

Lečenje porođajnih povreda brahijalnog plexusa može biti konzervativno, tj. fizijatrijsko i hirurško. Krajnji cilj lečenja PPBP je povećanje funkcionalnosti zahvaćene ruke kroz senzomotornu integraciju i „biofeed“ reintegraciju sprečavanjem nastanka kontraktura i jačanjem muskulature zahvaćene ruke, kao i poboljšanjem trofike, a zatim prevencijom koštanih deformiteta i kasnih posledica koje se mogu javiti kod ovih pacijenata (deformiteti, bolne artroze, agnozija oštećene ruke). Lečenje PPBP zahteva multidisciplinarni pristup (24), na čelu sa fizijatrom, radi određivanja plana terapije i daljeg fizikalnog tretmana i rehabilitacije, kao i donošenja odluke o daljem eventualnom hirurškom lečenju.

Fizijatrijsko lečenje

Fizijatrijsko lečenje PPBP započinje odmah po

rođenju pozicioniranjem oštećene ruke nakon što je diferencijalno dijagnostički isključeno postojanje drugih stanja, kao što su fraktura humerusa ili klavikule ili osteomijelitis ili septični osteoartritis ramena. Eldridž (*Eldridge*) i saradnici u studiji iz 2020. godine ističu da je rano započinjanje lečenja od suštinskog značaja za efikasnost i postizanje optimalnih rezultata (25). Kada se neurofiziološkim dijagnostičkim metodama potvrdi povreda brahijalnog pleksusa, od druge nedelje života započinje se sa terapijskim procedurama. Roditelji su u pedijatrijskoj rehabilitaciji i rehabilitaciji neizostavni i najvažniji deo multidisciplinarnog tima. *Frade* i saradnici su upravo to istakli u studiji iz 2019. koja je podrazumevala sveobuhvatni pregled literature. Edukacija roditelja je neizostavni deo procesa lečenja PPBP u cilju obezbeđivanja terapijskog kontinuiteta i postizanja maksimalnog oporavka i funkcionalnosti zahvaćenog ekstremiteta (26).

U lečenju porođajnih povreda brahijalnog pleksusa primenjuju se kombinacije različitih modaliteta fizikalne terapije.

Termoterapija se najčešće primenjuje kao uvodna metoda. Pod dejstvom toplote povećava se elastičnost kolagenog tkiva koje čini oko 90% vezivnih tkiva tetivno-ligamentarnih i kapsularnih struktura, što sugerišu brojni autori (*Petronić, Delisa, Bradom*) (14, 27, 28). Toplota ima i spazmolitički efekat jer smanjuje ekscitabilnost mišićnog vretena, a povećava i brzinu provodljivosti senzitivnih i motornih vlakana perifernih nerava, što takođe navode brojni autori (*Vesović, Šapiro*) (29, 30).

Kineziterapija i radna terapija predstavljaju najvažniji vid terapije koji se kod ove dece sprovodi kontinuirano do završetka skeletnog rasta i razvoja. Najnoviji pregled literature, koji su objavili *Li H., Čen (Chen)* i saradnici iz 2023, ali i brojni drugi autori koji su pre toga objavljivali radove, ukazuje da je kod dece sa porođajnom povredom brahijalnog pleksusa od suštinskog značaja da se sa kineziterapijskim tretmanom započinje što ranije u vidu različitih vežbi koje imaju za cilj jačanje mišića oštećene ruke, povećanje obima pokreta i sprečavanja razvoja kontraktura, podsticanje aktivnog pokreta, usvajanje pravilnih šema pokreta i funkcionalno osposobljavanje oštećene ruke, bimanuelnu motornu

integraciju i koordinaciju (31). U zavisnosti od stepena oštećenja, primenjuju se pasivne, aktivno potpomognute i aktivne vežbe koje u početku izvode terapeut i roditelj, a u kasnijoj fazi se terapijsko vežbanje sprovodi kroz igru i sport. Stimulacijom motornog razvoja i prolaskom kroz sve faze usvajanja miljokaza motornog razvoja i nametanjem pravilnih šema pokreta stimuliše se senzorijski oštećene ruke i omogućava adekvatna senzomotorna integracija. *Frade* i sar. u naučnom radu objavljenom 2022. navode da je ovo od suštinske važnosti kod dece sa PPBP jer se na taj način izbegava agnozija oštećenog ekstremiteta, povećava se njegova funkcionalnost, a time i snaga i pokretljivost, kao i samostalnost i funkcionalnost deteta u aktivnostima dnevnog života (32). Radna terapija ima za cilj stimulaciju senzorijskog razvoja, razvoj fine motorike, koordinacije i adaptacije (26). Kineziterapijski tretman se kroz različite vidove sprovodi u kontinuitetu, do završetka skeletnog rasta i razvoja.

Kineziotejping je dopunska metoda uz kineziterapiju kod dece sa PPBP kojom se može postići facilitacija kontrakcije oslabljenih mišića, smanjivanje njihovog zamora i prekomernog istezanja. Istovremeno se može postići i inhibicija jače kontraktilnih grupa mišića. Sprečavanjem njihove prekomerne kontrakcije uspostavlja se balans između mišića agonista i antagonista. Kineziotejping takođe poboljšava kinesteziju i osećaj zglobova u prostoru. Poslednje objavljene studije iz 2023, među kojima je i kontrolisana prospektivna studija na 90 pacijenata sa porođajnom povredom brahijalnog pleksusa koju je objavio *Čekmedže (Çekmece Ç)* sa saradnicima 2023. godine ukazuju da kineziotejping kod dece sa porođajnom povredom brahijalnog pleksusa pomaže pri funkcionalnom oporavku povređenog ekstremiteta (33).

Elektroterapijske procedure obuhvataju primenu širokog spektra struja koje imaju različite fizičke karakteristike i pokazuju različita biološka dejstva na tkivo na kome se primenjuju. Još jedna studija koja sugerise da rano započinjanje konzervativnog lečenja kombinovanim elektro-, kinezi- i drugim terapijskim procedurama menja ishod lečenja, omogućavajući oporavak i postizanje dobre funkcionalnosti oštećene ruke kod one dece koja mogu imati koristi od ovakvog vida lečenja, jeste studija koju je

Tabela 1. Optimalno vreme započinjanja fizikalnog lečenja

Pozicioniranje	Odmah u porodilištu, u fiziološkom položaju, sa rukom u abdukciji i supinaciji i fleksijom u laktu i adukciji u neutralnom položaju i fleksijom u laktu, naizmenično
Termoterapija	Od druge nedelje života parafin i topla pakovanja, peloid od 2. godine života
Kineziterapija	Od 8. dana života, blaga masaža, pasivne, aktivno potpomognute i aktivne vežbe, facilitacija, Vojta, kasnije sport i rekreacija, aktivne i aktivno potpomognute vežbe kontinuirano
Kineziotejping	Koristi se od rođenja u svim uzrastima radi facilitacije oštećenih mišićnih grupa i inhibicije jačih mišićnih grupa
Elektroterapija	Od 2 - 3. nedelje života longitudinalna galvanizacija, elektrostimulacija zahvaćenih grupa mišića, elektroforeza vazodilatatora
Hidrokinetoterapija	Od 12. meseca života <i>Hubard</i> kada

objavio Berenji (*Berényi M.*) sa saradnicima 2022. godine (34).

Hidrokinetoterapija ima značajnu ulogu u lečenju PPBP zahvaljujući svom, pre svega, termičkom i hidrostatskom dejstvu. Toplota ima ulogu u povećanju elastičnosti fibroznog tkiva, nakon čega je istezanje skraćenih tetivno-ligamentarnih struktura, kao i same zglobne kapsule olakšano, a smanjuje se i mogućnost rupture pri procesu istezanja. Toplota takođe dovodi do vazodilatacije, što poboljšava trofiku zahvaćenog ekstremiteta koja je inače kompromitovana, kao i analgetski efekat koji kod ove patologije inače nije dominantan simptom (14,26). Hidrostatski efekat, zahvaljujući dejstvu sile potiska zbog čega telo postaje lakše, omogućava izvođenje pokreta uz znatno manje angažovanje mišićne snage i smanjuje opterećenje na segmente ekstremiteta (26).

Hirurško lečenje porođajne povrede brahijalnog plexusa

Kod najtežih povreda brahijalnog plexusa – neurotmeze, kada je došlo do potpunog prekida kontinuiteta perifernih nerava, metoda izbora u lečenju je hirurško lečenje koje podrazumeva različite rekonstruktivne neurohirurške tehnike koje imaju za cilj što povoljniji funkcionalni oporavak, s obzirom na to da spontani oporavak nije moguć. U prvim mesecima života (4-13) deca se podvrgavaju neurohirurškom lečenju koje podrazumeva neurotransfere, eksternu i internu neurolizu, primarnu neurografiju, graftovanje nerava i ekstra- i intraplexusne rekonstruktivne tehnike. Brojni autori su objavljivali radove koji su istraživali efekat različitih hirurških tehnika kod lečenja dece sa porođajnom povredom brahijalnog plexusa. Sikejra (*Siqueira*) i saradnici (35) u istraživanju rađenom na 104 pacijenta u uzrastu 4-6. meseca života, objavljenom 2019. Godine, sugerišu da su konačni ishodi operativnog lečenja opstetričke paralize brahijalnog plexusa (OPBP) u prvim mesecima života bili loši u 41,3%, dobri u 34,3% i odlični u 24% slučajeva. Funkcionalni oporavak (dobar i odličan) zabeležen je u 58,3% slučajeva. Ovakav rezultat je postignut i u većini drugih istraživanja (36-47). S druge strane, *Belzberg* i saradnici (48) imaju kontroverzan stav oko ranog hirurškog lečenja OPBP zbog nepostojanja konsenzusa oko brojnih pitanja vezanih za samu tehniku izvođenja, optimalno vreme za izvođenje same operacije, izbor pacijenata koji bi bili kandidati za hirurško lečenje i dr. Najnovije tehnike neurohirurškog lečenja podrazumevaju supraklavikularni pristup pri eksploraciji i nervnim transferima *n. suprascapularis*-a radi poboljšanja funkcije zgloba ramena kod porođajnih povreda brahijalnog plexusa (49).

Kod dece starije od tri godine hirurško lečenje podrazumeva mišićno-tetivne transfere, a u pojedinim slučajevima, najčešće kod donjeg tipa lezije i kada je šaka potpuno nefunkcionalna, posle osme godine života mogu se raditi osteotomije i hirurška ankiloza zglobova, nakon

čega je ponovo potreban intenzivan fizikalni tretman.

Procena kliničkog stepena oporavka

Oporavak posle PPBP ostaje predmet nagađanja i polemike u literaturi. Uzrok je mogućnost postojanja bezbroj varijacija i teoretskih kombinacija oštećenja unutar samog brahijalnog plexusa s obzirom na njegovu kompleksnu anatomsku građu, uz individualne razlike u biološkom potencijalu mišićno-skeletnog sistema. Osim toga, dodatne poteškoće oko procene oporavka predstavljaju i definisanje značenja neurološkog oporavka i primena različitih testova od strane različitih istraživača. Oštećena ruka može imati i veoma dobar neurološki, ali slab funkcionalni oporavak.

Kvalitet spontanog oporavka zahvaćenih mišića i, još važnije, brzina oporavka neposredno nakon rođenja pružaju značajne informacije o prognozi i određuju izbor metoda lečenja (50).

Tabela 2. Skor abdukcije i spoljne rotacije ramena po Gilbertu

Stepen oporavka	Funkcija	
0 bez oporavka	Bez aktivnih pokreta u zglobu ramena	
1 slab	Abdukcija ispod 45 stepeni	Bez aktivne spoljašnje rotacije
2 umeren	Abdukcija ispod 90 stepeni	Bez aktivne spoljašnje rotacije
3 zadovoljavajući	Abdukcija 90 stepeni	Slaba aktivna spoljašnja rotacija
4 dobar	Abdukcija ispod 120 stepeni	Slaba aktivna spoljašnja rotacija
5 odličan	Abdukcija preko 120 stepeni	Puna aktivna spoljašnja rotacija

Tabela 3. Skor funkcije šake po Rejmondu

Stepen oporavka	Klinički nalaz
0 bez oporavka	Kompletna paraliza ili disfunkcija fleksije prstiju, palac bez funkcije i bez aktivnog hvatanja šakom; senzibilitet oslabljen ili ugašen
1 slab	Ograničena fleksija prstiju, bez ekstenzije šake, moguće hvatanje šakom
2 umeren	Aktivna ekstenzija šake
3 zadovoljavajući	Kompletna fleksija prstiju i šake, moguć aktivni pokret palca uz abdukciju i opoziciju, bez aktivne supinacije
4 dobar	Kompletna fleksija prstiju i šake, aktivna ekstenzija šake uz oslabljenu ekstenziju prstiju, zadovoljavajuća opozicija palca, uz inicijalnu supinaciju i pronaciju
5 odličan	Kao 4. stepen, uz aktivnu ekstenziju prstiju i skoro kompletnu pronaciju i supinaciju

Primena standardizovanih skala za procenu funkcionalnog oporavka mišića ramena po Maletu (*Mallet*) (51), Skor abdukcije i spoljne rotacije ramena po Gilbertu (**tabela 2**) i Gilbert-Rejmondova skala za procenu oporavka funkcije šake i prstiju (**tabela 3**) omogućili su objektivizaciju procene oporavka, što je veoma važan korak u evaluaciji samog procesa lečenja.

Zaključak

Lečenje dece sa porođajnim povredama brahijalnog plexusa je dugotrajan proces i zahteva što ranije započinjanje i multidisciplinarni pristup, kao i kontinuirano lečenje do navršene treće godine života, najintenzivnije u toku prve godine, nakon čega je neophodno praćenje sve do završetka košanog rasta i razvoja. Veliki izazov i dalje predstavlja procena spontanog i funkcionalnog oporavka, pravovremeno upućivanje na lečenje, izbor najpovoljnije operativne tehnike neurohirurškog i ortopedskog lečenja. Elektrodijagnostičko ispitivanje i ostala neurofiziološka ispitivanja, zajedno sa imidžing tehnikama, treba da olakšaju neurohirurzima, mikrohrurzima i dečjim traumatologima u izboru najboljeg terapijskog pristupa. Fizijatar i fizioterapeut, kao i roditelji, u saradnji sa ostalim članovima tima, stalni su i najvažniji članovi tima koji dete vode kroz proces oporavka i dostizanja maksimalne funkcionalnosti.

Literatura

- Eldridge B, Alexander N, McCombe D. Recommendations for management of neonatal brachial plexus palsy: Based on clinical review. *J Hand Ther.* 2020; 33(3):281-7.
- Coroneos CJ, Voineskos SH, Coroneos MK, Alolabi N, Goekjijn SR, Willoughby LI, et al. Obstetrical brachial plexus injury: Burden in a publicly funded, universal healthcare system. *J Neurosurg Pediatr.* 2016; 17(2):222-9.
- Malessy MJ, Pondaag W. Obstetric brachial plexus injuries. *Neurosurg Clin N Am.* 2009; 20(1):1-14.
- Pondaag W, Malessy MJ, van Dijk JG, Thomeer R. Natural history of obstetric brachial plexus palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol* 2004; 46(2):138-44.
- Hoeksma AF, ter Steeg AM, Nelissen R, van Ouwerkerk WJ, Lankhorst GJ, de Jong BA. Neurological recovery in obstetric brachial plexus injuries: an historical cohort study. *Dev Med Child Neurol.* 2004; 46(2):76-83.
- Chauhan SP. Shoulder dystocia and neonatal brachial plexus palsy: eliminating the nightmare. *Semin Perinatol.* 2014; 38(4):183.
- Gurewitsch ED, Allen RH. On redefining shoulder dystocia and at-risk populations. *Am J Obstet Gynecol.* 2006; 195(6):e18.
- Donnelly V, Foran A, Murphy J, McParland P, Keane D, O'Herlihy C. Neonatal brachial plexus palsy: an unpredictable injury. *Am J Obstet Gynecol.* 2002; 187(5):1209-12.
- Ebraheim NA, An HS, Jackson WT, Pearlstein SR, Burgess A, Tschern H, et al. Scapulothoracic dissociation. *J Bone Joint Surg Am.* 1988; 70(3):428-32.
- Narchi H, Kulaylat NA, Ekuma-Nkama E. Clavicle fracture and brachial plexus palsy in the newborn: risk factors and outcome. *Ann Saudi Med.* 1996; 16(6):707-10.
- Van der Looven R, Le Roy L, Tanghe E, Samijn B, Roets E, Pauwels N, et al. Risk factors for neonatal brachial plexus palsy: a systematic review and meta-analysis. *Dev Med Child Neurol.* 2020; 62(6):673-83.
- Sunderland S. A classification of peripheral nerve injuries producing loss of function. *Brain.* 1951; 74(4):491-516.
- Abid A. Brachial plexus birth palsy: Management during the first year of life. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2016;102(1): S125-32.
- Petronić I, Čirović D, Nikolić D, Knežević T. Dijagnostika i fizikalno lečenje lezija perifernih nerava. Monografija.
- Dunham EA. Obstetrical brachial plexus palsy. *Orthopaedic Nursing.* 2003; 22(2):106-16.
- Nikolić D, Petronić I, Čirović D, Hrković M, Knežević T, Stojković J. Elektrodijagnostički značaj parametara ispitivanja u evaluaciji radikulopatija. *Balneoclimatologia.* 2016; 40(2):77-80.
- Nikolić D, Petronić I, Knežević T, Čirović D, Džamić D. Dijagnostički i klinički značaj elektromiografskih ispitivanja plexopatija. *Balneoclimatologia.* 2015; 39(2):188-91.
- Petronić I, Nikolić D, Čirović D, Cvjetičanin S, Knežević T, Raičević M, et al. Distribution of affected muscles and degree of neurogenic lesion in patients with spina bifida. *Arch Med Sci.* 2011; 7(6):1049-54.
- Van der Looven R, Le Roy L, Tanghe E, van den Broeck C, de Muynck M, Vingerhoets G, et al. Early electrodiagnosis in the management of neonatal brachial plexus palsy: A systematic review. *Muscle Nerve.* 2020; 61(5):557-66.
- Nikolić D, editor. Principi kliničke elektrodijagnostike u fizikalnoj medicini i rehabilitaciji: elektromiografija. Beograd: Udruženje za fizikalnu i rehabilitacionu medicinu Srbije; 2022.
- Orozco V, Balasubramanian S, Singh A. A Systematic Review of the Electrodiagnostic Assessment of Neonatal Brachial Plexus. *Neurol Neurobiol.* 2020; 3(2):10.31487.
- Zanetas P. Brachial Plexus Injuries and the Electrodiagnostic Examination. *Curr Sports Med Rep.* 2003; 2(1):7-14.
- Mansukhani KA. Electrodiagnosis in traumatic brachial plexus injury. *Ann Indian Acad Neurol.* 2013; 16(1):19-25.
- Shah V, Coroneos CJ, Ng E. The evaluation and management of neonatal brachial plexus palsy. *Paediatr Child Health.* 2021; 26(8):493-7.
- Eldridge B, Alexander N, McCombe D. Recommendations for management of neonatal brachial plexus palsy: Based on clinical review. *J Hand Ther.* 2020; 33(3): 281-7.
- Frade F, Gómez-Salgado J, Jacobsohn L, Florindo-Silva F. Rehabilitation of Neonatal Brachial Plexus Palsy: Integrative Literature Review. *J Clin Med.* 2019; 8(7):980.
- Frontera WR, DeLisa JA, Gans BM, Walsh NE, Robinson LR, Basford JR, et al., editors. DeLisa's Physical medicine & rehabilitation: principles and practice. 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins Health; 2010.
- Cifu DX, Eapen BC, editors. Braddom's Physical Medicine and Rehabilitation. 6th ed. Philadelphia: Elsevier. 2021.
- Vesović Potić V, editor. Osnovi fizikalne medicine i rehabilitacije: udžbenik za studente medicine. Beograd: Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Katedra za fizikalnu medicinu i rehabilitaciju; 2009.
- Preston DC, Shapiro BE. Electromyography and Neuromuscular Disorders. 3rd ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2013.
- Li H, Chen J, Wang J, Zhang T, Chen Z. Review of rehabilitation protocols for brachial plexus injury. *Front Neurol.* 2023; 14:1084223.
- Frade F, Neves L, Florindo-Silva F, Gómez-Salgado J, Jacobsohn L, Frade J. Rehabilitation of a Child with Neonatal Brachial Plexus Palsy: Case Report Described by Parents. *Children (Basel).* 2022; 9(9):1298.
- Çekmece Ç, Sade I, İnanir M, Selçuk B, Gökbil T, Demir O, et al. Efficacy of Kinesio® tapes in obstetrical brachial plexus injury: a randomized controlled trial. *Hand Surg Rehabil.* 2023; 42(3):214-19.
- Berényi M, Szeredai M, Cseh Á. Neonatal brachial plexus palsy - early diagnosis and treatment. *Ideggyogy Sz.* 2022; 75(7-08):247-52.
- Siqueira MG, Heise CO, Alencar GC, Martins RS, Foroni L. Outcomes from primary surgical reconstruction of neonatal brachial plexus palsy in 104 children. *Childs Nerv Syst.* 2019; 35(2):349-54.
- Birch R, Ahad N, Kono H, Smith S. Repair of obstetric brachial plexus palsy. Results in 100 children. *J Bone Joint Surg Br.* 2005;

- 87(8):1089-95.
37. Chuang DC, Mardini S, Ma HS. Surgical strategy for infant obstetrical brachial plexus palsy: experiences at Chang Gung Memorial Hospital. *Plast Reconstr Surg*. 2005; 116(1):132-42.
38. El-Gammal TA, Fathi NA. Outcomes of surgical treatment of brachial plexus injuries using nerve grafting and nerve transfers. *J Reconstr Microsurg*. 2002; 18(1):7-15.
39. Gilbert A. Long-term evaluation of brachial plexus surgery in obstetrical palsy. *Hand Clin*. 1995; 11(4):583-94.
40. Haerle M, Gilbert A. Management of complete obstetric brachial plexus lesions. *J Pediatr Orthop*. 2004; 24(2):194-200.
41. Hentz VR, Meyer RD. Brachial plexus microsurgery in children. *Microsurgery* 1. 1991; 12(3):175-85.
42. Laurent JP, Lee R, Shenaq S, Parke JT, Solis IS, Kowalik L. Neurosurgical correction of upper brachial plexus birth injuries. *J Neurosurg*. 1993; 79(2):197-203.
43. Maillet M, Romana C. Complete obstetric brachial plexus palsy: surgical improvement to recover a functional hand. *J Child Orthop*. 2009; 3(2):101-8.
44. Pondaag W, Malessy MJA. Recovery of hand function following nerve grafting and transfer in obstetric brachial plexus lesions. *J Neurosurg*. 2006; 105(1):33-40.
45. Shenaq SM, Kim JYS, Armenta AH, Nath RK, Cheng E, Jedrysiak A. The surgical treatment of obstetric brachial plexus palsy. *Plast Reconstr Surg*. 2004; 113(4):54-67.
46. Terzis JK, Kokkalis ZT. Shoulder function following primary axillary nerve reconstruction in obstetrical plexus brachialis patients. *Plast Reconstr Surg*. 2008; 122(5):1457-69.
47. Waters PM. Comparison of the natural history, the outcome of microsurgical repair, and the outcome of operative reconstruction in brachial plexus birth palsy. *J Bone Joint Surg Am*. 1999; 81(5):649-59.
48. Belzberg AJ, Dorsi MJ, Storm PB, Moriarity JL. Surgical repair of brachial plexus injury: a multinational survey of experienced peripheral nerve surgeons. *J Neurosurg*. 2004; 101(3):365-76.
49. Saadeh YS, Muhlestein WE, Yang LJS, Smith BW. Supraclavicular approach for neonatal brachial plexus palsy. *Neurosurg Focus Video*. 2023; 8(1):V2.
50. Pondaag W, Malessy MJ, van Dijk JG, Thomeer R. Natural history of obstetric brachial plexus palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*. 2004; 46(2):138-44.
51. Greenhill DA, Lukavsky R, Tomlinson-Hansen S, Kozin SH, Zlotolow DA. Relationships Between 3 Classification Systems in Brachial Plexus Birth Palsy. *J Pediatr Orthop*. 2017; 37(6):374-80.