НЕРВНА ТРАНСПЛАНТАЦИЈА КОД ПОВРЕДА ПЕРИФЕРНИХ НЕРАВА У ДЕЧИЈЕМ УЗРАСТУ

Ирена Цвркота¹, Мирослав Самарџић², Лукас Расулић³, Владимир Башичаревић⁴, Мирко Мићовић⁵, Радован Мијалчић⁶, Мирјана Нагулић⁷, Игор Јовановић⁸

NERVE GRAFTING AFTER PERIPHERAL NERVE INJURIES IN CHILDREN

Irena Cvrkota, Miroslav Samardžić, Lukas Rasulić, Vladimir Bašćarević, Mirko Mićović, Radovan Mijalčić, Mirjana Nagulić, Igor Jovanović

Сажетак

Резултати нервне трансплантације после повреда периферних нерава код деце су бољи него код одраслих, преважно захваљујући пластицитету дечијег мозга и бољем нервном репарационом потенцијалу.

Циљ ове студије је да се анализирају резултати обављених трансплантација код повреда периферних нерава код деце узраста до 16 година. У раду је анализиран утицај следећих фактора на опоравак: ниво и тип лезије, присуство и обим удружених повреда, време оперативног лечења, дужина дефекта, тип нерва.

У студији је учествовало 26 деце, а нервна трансплантација је начињена у 27 случајева с обзиром да се код једног детета констатовала истовремена повреда два нерва (медијануса и улнариса). У 19 случајева је начињена интерфасцикуларна трансплантација, а у 8 случајева кабл трансплантација. Минимални период праћења је износио 2 године. Функционални опоравак је постигнут у 92,6% случајева. Најчешће је дужина графта износила испод 5 цм (86,4%). Дужина нервног дефекта је утицала на кончан исход лечења. Деца третирана трансплантацијом код којих је дужина дефекта испод 5 цм су имала бољи исход лечења ($p=0.018$).

Главни услови за добар функционални опоравак су рана хирургија у прва три месеца, дужина дефекта испод 5 цм уз спровођење постоперативне физикалне терапије.

Кључне речи: нервна трансплантација, повреда нерва, дефект нервног ткива.

Summary

The results of nerve grafting procedures in children are generally better than in adults. These is presumably due to brain plasticity and nerve repair potential. These factors can be referred as age-specific.

The aim of this study was to analyze the outcome of nerve grafting in patients less than 16 years old, previously faced with peripheral nerve transections and lacerations. Additionally, factors that influenced microsurgery outcome and nerve recovery were analyzed, such as: timing of surgery, site and type of nerve injury, presence of associated injuries, length of nerve gap.

Out of 26 patients who underwent surgery, 1 patient had multiple nerve injuries. Nerve grafting was performed in 27 cases (interfascicular and cable in 19 and 8 patients, respectively). Patients' after-surgery follow up was 2 to 5 years.

Functional recovery was achieved in 92,6% of all cases. The most frequently registered gap length was below 5 cm (86.4%). Nerve gap length influences on the outcome of nerve grafting. Patients with nerve gaps shorter than 5cm have had better outcome ($p=0.018$).

Major conditions of functional recovery after nerve grafting are the early timing of surgery (in first three months), nerve gap length below 5 cm and after surgery physical therapy.

Key words: nerve grafting, peripheral nerv injurie, nerve gap.

1 Мр сц. мед. др Ирена Цвркота, Клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију, Београд.

2 Проф. др сц. мед. Мирослав Самарџић, Клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију, Београд.

3 Доц. др сц. мед. Лукас Расулић, Клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију, Београд.

4 Мр сц. мед. др Владимир Башчаревић, асистент, Клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију, Београд.

5 Мр сц. мед. др Мирко Мићовић, Клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију, Београд.

6 Др сц. мед. Радован Мијалчић, Клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију, Београд.

7 Прим. др сц. мед. Мирјана Нагулић, Клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију, Београд.

8 Др сц. мед. Игор Јовановић, Клинички центар Србије, Клиника за неурохирургију, Београд.

Увод

Напредак неуроелектродијагностичких тестирања и микрохируршке технике је оживео интерес за експлорацију повреда периферних нерава код деце. Основни принципи евалуације и третмана свих педијатријских повреда периферних нерава су слични онима код одраслих (1).

Прогноза нервне репарације је знатно боља код деце, а разлози за то су већи капацитет регенерације, краћи екстремитети, већи капацитет кортикалне сензорне реорганизације и већа адаптабилност на супституирајућу или модификовану моторну функцију (2, 3, 4).

У случају повреда периферних нерава код којих је дошло до IV и V степена оштећења по Sunderlandu, најлогичнија техника репарације повређених периферних нерава је директна сутура нервних окрајака. Код директне сутуре фасцикуларна основа нерва непосредно проксимално и дистално од повреде је обично идентична, па регенеришући аксони из проксималног окрајка пролазе место коаптације – споја проксималног и дисталног окрајка, прорастају у идентичну фасцикуларну основу до циљног органа (5).

У случајевима када се ради одложена примарна или секундарна репарација нерва није увек могуће извести директну сутуру с обзиром на постојање дистанце између окрајака, те се у овим случајевима користи трансплантација повређеног нерва – премештање дистанце нервним графтом. Дистанца између нервних окрајака се може премостити једном од следећих метода: неуралном трансплантацијом и ненеуралним тубусима (мишићни, венски и синтетски). За неуралну трансплантацију у пракси се најчешће користе слободни графтови који по својој грађи могу бити трункални или пуни, кабл графтови, интерфасцикуларни и фасцикуларни графтови. Осим њих, графтови за нервну трансплантацију могу бити: графт са микроваскуларном анастомозом и графт на петелци са очуваном васкуларизацијом. Према пореклу, нервни графтови могу бити аутографтови, изографтови, хомографтови (алографтови) и хетерографтови (ксенографтови). Донори за графтове су углавном кутани нерви чија трансекција не изазива веће неуролошке испаде, а који имају повољан однос између ткивне масе и површине, па добро подносе процес слободне трансплантације. У случају нервне трансплантације регенеришући аксон из примарног окрајка

нерва пролази кроз две линије коаптације и то спој проксималног окрајка и графта и спој графта и дисталног окрајка. С једне стране две линије споја су и места потенцијалног расипања регенеришућих аксона. С обзиром на измењивост фасцикуларне основе дуж тока нерва која је израженија у његовим дисталним сегментима, фасцикуларна основа проксималног и дисталног окрајка је другачија.

Прву нервну трансплантацију извео је Alebert 1878. године, користећи хомографт, а прву аутологну нервну трансплантацију је извео Deams 1896. године (6). Forester је користио кутане нервне сегменте да би обезбедио преживљавање слободних грфтова, а Sedon је развио технику кабл трансплантације. Васкуларизовани графт је први увео Strange 1947. године (6).

Опште је прихваћено мишљење да најбоље резултате у репарацији унутрашње или потпуне декструкције нерва даје директна сутура нерва, али уколико не постоје оптимални услови за директну анастомозу, нервна трансплантација је метод избора и даје сасвим добре шансе за опоравак функције нерва.

ЦИЉ РАДА

Циљ ове студије је да анализира резултате нервне трансплантације код деце до 16 година код којих је настала нервна трансекција или лацерација, као и да укаже на факторе који највише утичу на коначан исход лечења. Фактори који су анализирани су: време хируршког лечења, ниво и тип повреде периферног нерва, присуство удружених лезија, дужина нервног дефекта.

МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДИ

Клинички материјал

Истраживање је обављено на 26 болесника дечијег узраста који су микрохируршки третиран у Клиници за неурохирургију, у периоду од 01.01.1997. до 31.12.2006. године. Један болесник је истовремено имао повреду два нерва – медијануса и улнариса. Обављено је 27 нервних трансплантација и то 19 интерфасцикуларних и 8 кабл трансплантација. Из студије су искључени болесници код којих је до повреде нерва дошло било

ватреним оружјем или истезањем, с обзиром да ови механизми имају своје посебне карактеристике које директно утичу како на избор начина лечења, тако и на коначни исход.

У студији је учествовало 21 (80,8%) дете мушког пола и 5 (19,2%) деце женског пола. Најмлађи болесник у студији је имао 4 године, док је просечна старост износила 11 година. Највећи проценат деце (77,8 %) је имало између 9 и 16 година старости (старији дечији узраст) (табела 1).

Табела 1. Расподела пацијената по годинама старости

Узрасне групе	N	Проценат	Кумулативни проценат
0-8	15	24,6	24,6
9-16	46	75,4	100
Укупно	61	100.0	

Посекотина на стакло је била најчешћи начин повређивања и присутан у готово половини случајева и то у 48,1% док је пад са преломом кости и тупом лацерацијом био ређи 20% случајева.

Према локализацији, рука је далеко чешће била место повређивања и то код 24 (92,3%) болесника. Повреда периферног нерва на нози била је присутна само у два случаја (7,7%). Најчешћи ниво лезије је била дистална трећина подлактица са шаком у 11 (40,7%) случајева, док је цела подлактица била место лезије код 2/3 болесника, 17 (65,4%) случајева. Према учесталости, најчешће повређени нерв је био улнарис (44,4%), потом медијанус 33,3%, па радијалис 14,8% и перонеус у 7,4% (табела 2).

Табела 2. Дистрибуција броја оперисаних по захваћеном нерву.

Нерв	Фреквенца	Проценат	Кумулативни проценат
улнарис	37	52,9	52,9
медијанус	16	22,9	75,7
радијалис	8	11,4	87,1
перонеус	8	11,4	98,6
тибијалис	1	1,4	100,0
Укупно	70	100,0	

Хируршки поступак

Хируршком лечењу су подвргнути сви болесници дечијег узраста, са клинички и ЕМГ-ом потврђеном трансекцијом – лацерацијом периферног нерва. Хируршка интервенција се састојала у експлорацији повређеног периферног нерва који је приказиван у дужини од неколико центиметара проксимално и дистално од места повреде и потом мобилисан. Затим је рађена спољашња неуролиза (скидање спољашњег слоја епинеуријума) и код проксималних лезија оних нерава код којих постоји полифасцикуларна грађа са дифузним распоредом фасцикулуса урађена је кабл трансплантација у 8 случајева (29,6%) лезије нерва. У свим осталим случајевима 17 (70,4%) је рађена интерфасцикуларна аутолога трансплантација. Кабл трансплантација је извршена због три повреде улнариса, три повреде радијалиса и две повреде медијануса. Интерфасцикуларна трансплантација је урађена у 9 случајева повреде улнариса, 7 случајева повреде медијануса, у једном случају повреде радијалиса и у два случаја повреде перонеуса. У случајевима када је рађена кабл трансплантација, након урађене спољне неуролизе повређеног нерва проксимално и дистално од места повреде са његовом мобилизацијом, прекинути крајеви нерва су спојени кабл трансплантатом који је начињен од појединачних графтова донорног нерва у дужини која је за 10% до 15% већа од дужине дефекта, да би се смањио ефекат њихове накнадне ретракције и избегла накнадна тензија на сутурну линију и омогућила мобилност. Појединачни графтови донорног нерва су међусобно спојени на својим крајцима органским фибринским лепком, на тај начин формиран кабл графт (чија дебљина бр. графтова зависи од дебљине повређеног нерва) спаја се са проксималним и дисталним крајком нерва шавовима који су постављени епинеурално кроз нервни крајак, а кроз графт су постављени кроз артефицијални фибрински омотач.

У случају када је примењена интерфасцикуларна трансплантација, хируршки поступак се састојао, осим експлорације, мобилизације и спољне неуролизе, у интерфасцикуларној неуролизи у дужини од 1 до 2cm на проксималном и дисталном крајку нерва. Овим поступком је отклоњено инетрфасцикуларно ожиљно ткиво, а издвојени су појединачни фасцикулуси или фасцикуларне групе (7). Потом су фасцикулуси и фасцикуларне групе пресечене на местима

оштећења, тј. на различитим нивоима, како би се смањило стварање циркуференцијалног ожилка. Сам графт код интерфасцикуларне трансплантације је обрађиван након припреме крајака. Трансплантат – донорни нерв, припреман је за сuture са фасцикулулом или фасцикуларном групом пре свега чишћењем од спољашњег масног и растреситог везивног ткива, а потом формирањем појединачних трансплантата чија је дужина за 10–15% већа од дужине дефекта из напред наведених разлога. Графт је микрохируршким сатурама, са или без комбинације са фибринским лепком, фиксиран за фасцикулулу или фасцикуларне групе на одговарајући начин у зависности од типа фасцикуларне грађе повређеног нерва.

Трансплантат мора бити постављен у одговарајуће лежиште које ће му у првим данима после трансплантације обезбедити исхрану док не дође до реваскуларизације графта. Квалитет лежишта је зависио од степена оштећења околних меких ткива. У нашој серији изражена повреда меких ткива је била присутна у 2 случаја (7,4%) повреде периферних нерава, док је у већини случајева била минимална у 55,6% или умерена у 37% случајева, што је омогућавало постављење графта у повољно лежиште.

Дужина дефекта је код 86,4% случајева повреде периферних нерава била до 5cm, док је свега у 9,1% случајева износила између 5 до 10cm, а 4,5% преко 10cm. Најкраћи графт је износио 2,5cm, а најдужи 10cm. Најчешће је стављено 3 до 5 графтова и то у 64,7% свих начињених трансплантација.

Велика већина трансплантација начињена је у периоду у првих 6 месеци од повреде и то 88,9%, с тим да је у прве три недеље обављено 2

трансплантације (7,4%), између треће недеље и трећег месеца 9 (33,3%), између трећег месеца и шестог месеца 13 (48,1%). Само један болесник је оперисан након 12 месеци од повреде.

РЕЗУЛТАТИ

Резултати су добијени након праћења које је износило између 2 и 5 година.

Евалуација моторне и сензорне функције је постигнута коришћењем Highet-ове и Millesi- јеве скале. Резултати су класификовани као добри M5,4, односно M3 за мишиће шаке и S3, задовољавајући M3 и S2 и лоши M 2,1,0 и S1,0.

Под функционалним опоравком подразумевали су се заједно добри и задовољавајући резултати.

Укупан функционални моторни опоравак је постигнут у 92,6% случајева оперисаних повреда периферних нерава и то добар резултат у 21 случају начињених трансплантација (77,8%), а задовољавајући у 4 (14,8%) случаја. Лош моторни резултат је констатован код 2 оперисана нерва (7,4%). Укупан сензорни функционални опоравак је у 92,6% случајева, са добрим резултатом у 23 (85,2%), задовољавајућим у 2 (7,4%) и лошим резултатом у 2 случаја (7,4%).

Најчешћа дужина дефекта је износила испод 5cm (86,4%). Дужина дефекта се показала као статистички значајан фактор који утиче на исход оперативног лечења. Болесници са дужином дефекта мањом од 5cm су имали бољи исход у односу на оне са джим дефектом ($p=0.018$) (табела 3). (Напомена: подаци о дужини дефекта из оперативних листа су били доступни за 22

Табела 3. Исход трансплантације у односу на дужину дефекта.

Дужина дефекта	Исход код обављених трансплантација						Укупно	
	добар		задовољавајући		лош			
до 5cm	16	84,2%	3	15,8%	0	0%	19	100%
од 5cm до 10cm	1	50%	0	0%	1	50%	2	100%
преко 10cm	0	0%	0	0%	1	100%	1	100%
Свега	17	77,3%	3	13,6%	2	9,1%	22	100%

болесника). Ови резултати су у складу са подацима из литературе (8, 9).

Када се узме у обзир повређени нерв, најбољи резултати су постигнути код третираних повреда медијануса где је постигнут добар резултат у свим случајевима (табела 4).

Већина деце је оперисана у повољном термину тако да је 88,5%, тј. 23 деце третирано у првих 6 месеци од повреде (табела 5).

ДИСКУСИЈА

Када није могуће начинити директну нервну сутуру после повреде нерва са његовом унутрашњом деструкцијом или комплетним прекидом континуитета, због постојања дефекта нервног ткива које настаје услед саме повреде која изазива губитак нервне супстанце, ретракције нервних крајака (еластичне и фиброзне које су временски условљене), као и због хируршке ресекције дефинитивно оштећених делова крајака, користи се нервна трансплантација.

Индикације за нервну трансплантацију данас су:

а) повреде нерава са дефектом нерва у дужини већој од 2cm при пуној екстензији зглоба, с тим да у случају повреде улнариса у регији лакта директна сутура се може извршити када је дефект дужине до 5cm захваљујући транспозицији (директна сутура се може извршити и у случају повреде нерва која је праћена псеудоартрозом која се може директно премостити у дужини остеотомије);

б) изостанак опоравка функције нерва после 5 до 6 месеци од директне сутуре (7).

Да би се постигао извештајан степен приближавања крајака и да би се омогућило и смањивање дужине дефекта нервног ткива користе се следеће методе:

- мобилизација,
- елонгација,
- транспозиција,
- позиционирање зглобова,
- скраћење кости или псеудоартроза код екстензивних удружених повреда.

Постоји неколико кључних момената у току саме хируршке интервенције који битно утичу на

Табела 4. Резултат исхода лечења за сваки повређени нерв

РЕЗУЛТАТ				
Нерв	Добар	Задовољавајући	Лош	Укупно
Улнарис	9(75%)	2(16,7%)	1(8,3%)	12(100%)
Медијанус	8(88,9%)	1(1,1%)	0(0%)	9 (100%)
Радијалис	3(75%)	0(0)%	1(25%)	4(100%)
Перонеус	1(50%)	1(50%)	0(0%)	2(100%)

Табела 5. Исход код обављених трансплантација у односу на време оперативног лечења

Време операције	Број	%
у прве 3 недеље	2	7,4
од 3 недеље до 3. месеца	9	33,3
од 3. до 6. месеца	13	48,1
од 6. до 12. месеца	2	7,4
после годину дана	1	3,7
Укупно	27	100,0%

крајњи исход код трансплантације у случајевима када постоји прекид континуитета нерва. То су одређивање дужине графта (при чему су суседни зглобови у екстензији) која треба да буде дужа од дефекта, али не и претерано дугачка. Уколико је графт кратак (минимална дужина графта), приликом покретања екстремитета на местима коаптације ће доћи до тензије на сутурну линију и даље од ње, што компромитује саму интервенцију. Уколико је графт предугачак, тензије на сутурној линији неће бити, али ће се онда графт који је формирао адхезије са лежиштем у екстензији претерано савијати да би се адаптирао на флексорну позицију зглоба што може довести до накнадне фиброзе (5). Предуслови успеха код трансплантације периферних нерава су:

а) преживљавање нервног графта (зависи од лежишта у које је графт постављен, као и односа ткивне масе и површине самог графта);

б) оптимална трансмисија аксона, односно оријентација фасцикулуса и фасцикуларних група проксималног и дисталног краја;

в) реконструкција фасцикуларне основе и

г) минимална хируршка траума.

У нашој серији коришћени су слободни аутологни нервни графтови, с обзиром да васкуларизовани захтевају дуже време за припрему, а досадашње серије нису показале значајније боље резултате у коначном исходу лечења када су они коришћени (7, 10, 11). Исхрана графта у првим данима се обавља дифузијом хранљивих материја из околног ткива (12). Након три до пет дана долази до реваскуларизације са крајака пресеца нерва преко сутурне линије. После петог дана долази до стварања адхезија графта и лежишта одакле се такође одиграва реваскуларизација. Након тога ови крвни судови постају главни извор снабдевања крвљу графта (7).

Код интерфасцикуларне и кабл трансплантације основни донорни нерви су кутани нерви. Разлози за то су што након њихове ресекције не настају већи неуролошки дефицити, имају повољан однос између ткивне масе и површине, као и између фасцикуларног и интерфасцикуларног ткива, што омогућава добру исхрану у првим данима после трансплантације, посебно ако се кутани нерви стављају као појединачни графтови, те имају контакт целом површином својом са околним лежиштем. Код кабл трансплантације ту настаје проблем, јер делом површине графтова налажу један на други, што може компромитовати васкуларизацију у првим данима након операције. У нашој серији је углавном рађена интерфасцикуларна трансплантација, а кабл трансплантација је била резер-

висана за проксималне повреде периферних нерава. У нашој серији као донорни нерв коришћен је увек суралис, чије су предности у томе што га је лако идентификовати и наћи (непосредно испод фасције), довољно је дугачак (и 30 до 40 cm), чини га око 7.000 мијелинзованих аксона, почиње као монофасцикуларни нерв, а потом у даљем његовом току број фасцикулуса расте (13).

Приликом трансплантације посебна пажња се придаје обезбеђивању правилне фасцикуларне оријентације проксималног и дисталног краја. Дуж свог тока нерв мења фасцикуларну основу, мада је групна фасцикуларна основа мање променљива него фасцикуларна. Које ће се фасцикуларне групе проксималног и дисталног краја међусобно преко графта спојити, одређује се пре свега на основу анатомског изгледа попречног пресека крајака, али се може и одредити и хистохемијским бојењем (14). Ацетилхолинестераза је маркер за моторне, а карбонанхидраза за сензитивне нерве. Адекватна фасцикуларна оријентација је значајна да не би дошло до погрешне реинервације фасцикуларне групе, чиме се компромитују резултати трансплантације.

Већина периферних нерава су полифасцикуларни нерви са групним распоредом, тако да је могуће пратити групну структуру проксималног и дисталног краја. Унутар фасцикуларне групе се одиграва прерасподела нервних влакана, тако да је препаратом фасцикуларних група могуће извршити реконструкцију фасцикуларне основе проксималног и дисталног краја. Циљ трансплантације је реконструкција фасцикуларне групе, а не сваког фасцикулуса појединачно.

Резултати наше серије су у складу са резултатима домаћих аутора, Самарџића и сарадника из 1991. године, где је успех трансплантација за све старосне групе износио 85,6%, а за популацију до 16 година 94,3% (9). У домаћој студији из 2003. године (Грујичић и сарадници) укупан функционални опоравак износи 88%, а у случају деце до 9 година износи 91%, а у популацији од 10 до 16 година износи 93% (15). Millesi и сарадници су 1976. године објавили укупан опоравак у 82% случајева (16). Samii је 1975. године објавио успех трансплантације у 90% случајева (17). У серији Kalomiri-ја и сарадника из 1995. године функционални опоравак код трансплантације улнарног нерва је постигнут у 95% случајева и то у дечијој популацији, а у одраслих 88% (18). И у нашој серији добијени су у свим случајевима добри резултати у нервној реконструкцији медијануса што је сагласно са резултатима из литературе (19). Добри

резултати добијени у овој студији могу се објаснити тиме да је већина болесника дечијег узраста била оперисана у повољном временском термину, да је механизам повређивања практично искључиво била секција или лацерација, да су поштовани сви принципи микрохируршке технике и да је већину операција извршио искусан хирург. Лоши резултати су забележени код високе лезије радијалиса која је оперативно лечена после 6 месеци од повреде са дефектом нервнoг ткива од 10cm и израженим удруженим повредама, као и код високе лезије улнариса оперисане у четвртoм месецу од повреде са дужином дефекта од 4cm.

Идентификација независних прогностичких фактора омогућава формирање прогностичког модела који може да предвиди функционални опоравак за сваки појединачни случај код лечених повреда периферних нерава.

ЗАКЉУЧАК

Иако је директна нервна сатура метода избора за реконструкцију пресеченог нерва, у случајевима када би тензија на сатурну линију могла бити изражена, нервна трансплантација је метода избора.

Основни предуслови функционалног опоравка након нервне трансплантације су правовремена микрохируршка интервенција (у прва три месеца), нервни дефект краћи од 5cm и постоперативна физикална терапија. Значај правовременог и адекватног лечења повреда периферних нерава у дечијој популацији се огледа у омогућавању нормалног раста и развоја детета и спречавању трајног инвалидитета.

Литература

1. Kline DG, Hudson A (eds): Nerve injuries. Philadelphia: WB Saunders Co, 1995.
2. Hase J: Interfascicular nerve grafting of peripheral nerve lesions in childhood. Childs brain 1981; 8: 9.
3. Kline DG, Bratton BR: Management of peripheral nerve lesion in infants and children. In: O'Brien MS ed.: Pediatric Neurological Surgery. New York, Raven Press, 1978; 173-8.
4. Dellon AL: Evaluation of sensibility and reeducation of sensation in hand. In: Lamb WJ (ed): The paralysed hand. Baltimore, Williams & Wilkins, 1981.
5. Millesi H: Nerve grafts: Indications, techniques and prognosis. In: Omer GE, Spinner M, Van BEEK AL eds.: Management of peripheral nerve problems. Philadelphia: WB Saunders Company, 1998; 280-9.
6. Dellon AL: History of Peripheral Nerve Surgery. In: Vin HR (ed): Youmans Neurological Surgery 5th ed., WB Saunders Co, Philadelphia, 2004; 3798-807.
7. Самарџић М.: Нервна трансплантација. У: Самарџић М, Антуновић В, Грујичић Д. ет ал. Повреде и обољења периферних нерава. Завод за уџбенике и наставна средства, Београд, 1998; 247-68.
8. Frykman GK, Gramyk K: Results of nerve grafting. In: Gelberman RH: operative nerve repair and reconstruction, Philadelphia: JB Lippincott Company, 1991; 553-67.
9. Самарџић М., Секуловић Н., Грујичић Д.: Микрохируршка реконструкција озлеђених периферних живаца. Српски Архив Целок. Лек., 1991; 119: 14-7.
10. McCullough CJ, Gagay O, Higginson DW et al.: Axon regeneration and vascularization of nerve grafts, an experimental study. J Hand Surg (Br) 1984; 9: 323-7.
11. PhorWH, Lee Ys, Rujiwetpongostore V, Pang M: Histological studies on the vascularization of nerve grafts, an experimental study. J hand Surg (Br) 1984; 9: 323-7.
12. Millesi H: Nerve grafting. In: Terzis JK.(ed): Microreconstruction of nerve injuries. WB Saunders Co, Philadelphia, 1987; 223-38.
13. Millesi H: Indication and technics of nerve grafting. In: Gelberman R.(ed): Operative nerve repair and reconstruction. JB Lippincott Co, Philadelphia, 1991; 525-43.
14. Lang DH, Lister GD, Jevans AW: Histochemical and biochemical aids to nerve repair. In: Gelberman RH: Operative repair and reconstruction. Philadelphia: JB Lippincott Company, 1991; 259-71.
15. Грујичић Д., Самарџић М., Расулић Ј. ет ал.: Трансплантација код повреда периферних нерава. Acta Chir Yugosl., 2003; (1): 47-54.
16. Millesi H, Meissl G, Berger A: Further experience with interfascicular grafting of the median, ulnar and radial nerves. J Bone Joint Surg Am. 1976; 88(2): 209-18.

17. Samii M: Modern aspects of peripheral and cranial nerve surgery. In: Krayenbuhl H. (ed): Advances and technical standards in neurosurgery. Springer-Verlag, Wien, 1975; (2): 33-85.
18. Kalomiri D, Soucacos P, Beris A: Management of ulnar nerve injuries. Acta Orthop Scand (264), 1995; 66: 41-4.
19. Tajima T, Imai H: Results of median nerve repair in children. Microsurgery, 1989; 10(2): 145-6.
-

Контакт: Ирена Цвркота, Клиника за неурохирургију, Клинички центар Србије, Вишеградска 26, 11000 Београд, телефон 3662409, E-mail: irena.cvrkota@gmail.com