МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ – СОФИЯ

МЕДИЦИНСКИ ФАКУЛТЕТ

КАТЕДРА ПО ОРТОПЕДИЯ И ТРАВМАТОЛОГИЯ

д-р Калин Венциславов Ангелов

МИКРОХИРУРГИЧНА РЕАНИМАЦИЯ НА МУСКУЛАТУРАТА НА РЪКАТА ПРИ ВИСОКИ УВРЕДИ НА ЛАКЪТНИЯ НЕРВ

Дисертация

за присъждане на образователна и научна степен

„Доктор“

Научни ръководители:

Проф. д-р Маргарита Кътева д.м.н.
Доц. д-р Борис Матев д.м.

София

2021

Използвани съкращения

ЛН	Лакътен нерв
AIN	Anterior interosseous nerve
PURA	Posterior ulnar recurrent artery
SUCA	Superior ulnar collateral artery
MABC	Medial antebrachial cutaneous nerve
CTR	Cubital tunnel retinaculum
FCU	Flexor carpi ulnaris muscle
FDP	Flexor digitorum profundus muscle
RETS	Reverse end-to-side
ETS	End-to-side
ETE	End-to-end
СН	Срединен нерв
ЕМГ	Електромиография
УЗВР	Ултразвук с висока резолюция
ЯМР	Ядрено-магнитен резонанс
НАПи	Нерв-акционни потенциали
ДИС	Дистална интерфалангеална става
$ВЗ_{(т)}$	Върхов захват (триточков)
ЮЗ	Юмручен захват

I. УВОД

Увреждането на периферните нерви засяга 2,8% от травматичните пациенти[56].

Тъй като периферните неврони спонтанно дават нови аксони след нараняване, пациентите с по-лека тежест на нервна увреда се подобряват спонтанно, но много от пациентите с по-тежки наранявания имат лоша прогноза за възтановяване[56]. Най-тежките наранявания са свързани с неврални дефекти или интраневрални цикатрикси, които пречат на регенериращите аксони да инервират ефективно дисталния сегмент на увредения периферен нерв[56]. Те се лекуват или с първично възстановяване на увредения нерв, или както е в обичайните случаи на дефекти по-дълги от 1 cm или цикатрициални сегменти, които трябва да бъдат резецирани, поставяне на интерпонирани нервни присадъци[56]. Нервните присадъци осигуряват път за регенериращите аксони от проксималния нервен чукан към дисталния такъв[56]. Въпреки това, възстановяването при използването на нервни интерпонати е ограничено от непълната и неспецифична регенерация и променливите клинични резултати[56].

При големи неврални дефекти или много проксимални такива, при които спиналното нервно коренче е било или е вероятно да бъде авулзирано от гръбначния мозък, се популяризира използването на нервни трансфери[56].

При малки нервни дефекти хирурзите използват нервни кондюити вместо нервни инерпонати, за да осъществят възстановяването на дефекта[56].

От всичко посочено до тук следва, че увреждането на периферните нерви е сериозен здравен и социален проблем. Здравният аспект се определя от необходимостта от интердисциплинарен екип - неврохирурзи, ортопед-травматолози, невролози, съдовореконструктивни и микрохирурзи, физиотерапевти - при осъществяване на лечението на този тип увреди. Социалният аспект се определя от факта, че много от пациентите придобиват доживотна инвалидизация понякога сравнима със загуба на крайник (авулзионните увреди на plexus brachialis, стволови увреди на два магистрални нерва). Според действащата в момента в Република България Наредба за медицинската експертиза (от 2021 год.) тежката степен на увреда на един голям периферен нерв води до 30% трайно намалена работоспособност като при увреждане на доминантния горен крайник оценката се завишава с 10 %. Социалните и психични

последици, както и трудната ресоциализация и дългият възстановителен период (понякога 4-5-10 години) правят проблема още по-актуален. [2]

Особено предизвикателство за хирурга в клиничната практика остават високите увреди на лакътния нерв (ЛН). Традиционно предлаганото лечение при този тип увреди – само първично възстановяване на нерва – постоянно води до лош функционален резултат – грифоподобна деформация на ръката – поради голямото разстояние между мястото на нараняване и инервираните мускули.

В настоящия дисертационен труд ние предлагаме оригинален алгоритъм за лечение, т.е. първо възстановяване на ЛН в мястото на нараняване и второ, основавайки се на концепцията на нервната огментация, дистален нервен трансфер на крайния моторен клон на предния междукостен нерв (срединен нерв) към дълбокия двигателен клон на ЛН на нивото на китката. Доказано в клиничната практика е, че когато първичното възстановяване се комбинира с дисталния нервен трансфер, функционалното възстановяване значително се подобрява.

II. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР

II. 1. Анатомичен субстрат на проблема - строеж на периферния нерв, хирургична анатомия, анастомози и кръвоснабдяване на ЛН

II. 1.1. Общ строеж на периферния нерв

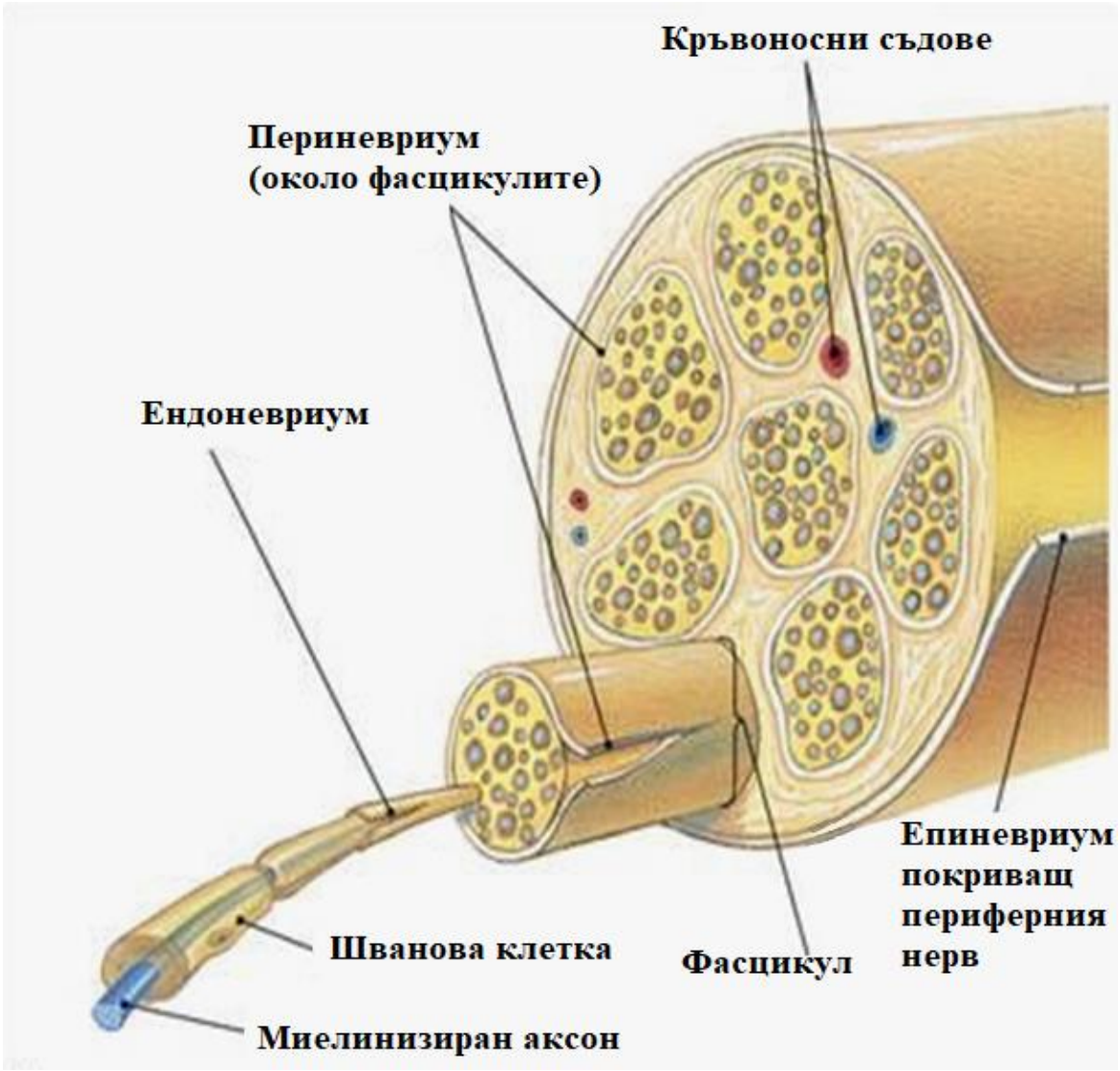
Периферният нерв е "кабелът", използван от двигателни, сетивни и вегетативни неврони и техните аксони да циркулират в периферната нервна система. Той пренася информация между тези неврони и техните ефектори в двете посоки (чувствителни рецептори, скелетни мускули и вътрешни органи)[73]. Аферентните неврони към периферията съответстват на моторната и автономната функция на нерва, докато еферентните, произхождащи от периферията и отговарящи за носенето на информация към централната нервна система, съответстват на сетивното ядро на нерва [73]. Информацията се предава като нервни импулси, свойствата на които зависят от интринзик характеристиките на самия нерв [73].

При възрастните, нервното влакно се дефинира като аксон, а неговата обвивка е представена от Швановите клетки. Нервните влакна са миелинизирани и немиелинизирани. По-големите аксони са обвити по дължината си от непрекъсната поредица от Шванови клетки и миелинова обвивка, която е поставена на спирални слоеве по повърхността на Швановата клетка. Възлите на Ranvier представляват точките на прищъпване на съседни Шванови клетки. Швановите клетки са единствените глиални клетки на периферната нервна система. Те имат съществена роля в поддръжката на аксоните, процесите на миелинизация и регенерация [73]. Специализирано свойство на нервните влакна е способността им да разпространяват потенциали на действие. Демиелинизацията води до намаляване на скоростта на проводимост и ако тя е сериозна, до пълен блок на проводимостта.

Нервните влакна са обвити от **ендоневриум**, който съдържа надлъжно ориентирани клетки, изобилие от колагенови фибрили и кръвоносни съдове. Нервните влакна се групират във фасцикули от **периневрuума**, който е слой от съединителната тъкан, съставен от издължени клетъчни тела, редуващи се със слоеве колаген. Периневрuумът е дифузионна бариера. Това е здрава мембрана с висока устойчивост на компресия отвън, разтягане отвътре и надлъжно сцепление [45].

Епиневриумът е най-разпространеният от всички съединителнотъканни елементи на нервния ствол и заема между 60% и 85% от площта на неговото напречно сечение[85]. По-разтеглив е от периневрuума и съдържа множество надлъжно ориентирани кръвоносни

съдове. Той е кондензиран на повърхността си като блестяща, полупрозрачна мембрана, а в неувреден нерв могат да се видят отделни фасцикули в периневриума, заобиколени от непрозрачна перлено бяла мембрана. Jabaley описва епиневриума като вътрешен и външен[35]. Епиневриумът обхваща целия нерв и лежи между фасцикулите, където се смесва с периневриума и събира редица от тези фасцикули в отделни снопове. Тази обвивка участва във фиксирането на нервите в околните структури. Тя съдържа и лимфната, и съдова мрежа (vasa nervorum), която пресича периневриума, за да комуникира с мрежата на артериоли и венули в ендоневриума[73]. (Фиг. 1)

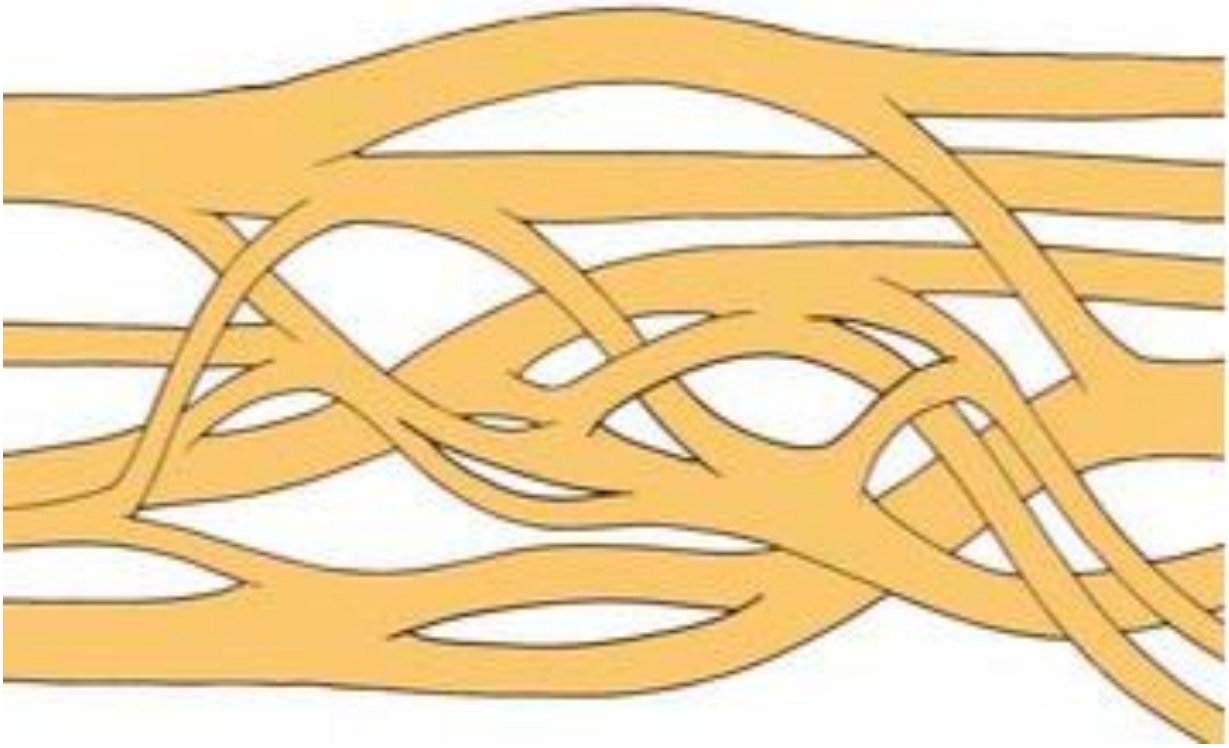


Фиг. 1 Общ строеж на периферния нерв

Нервът може да се състои от 1 до 100 и повече фасцикули, като техния брой е непрекъсната променлива благодарение на голям брой обмен на анастомози.

В допълнение към макроскопското ниво, анастомозите между различни нерви са чести находки, например анастомоза Martin-Gruber между ЛН и срединния нерв (СН) в предмишницата[73].

Нервът притежава устойчивост на разтягане благодарение на двойното действие на "плексиформената" архитектоника на фасцикулите и нервните влакна, които той съдържа, но също и благодарение на еластичността на перинервриума. (Фиг. 2)



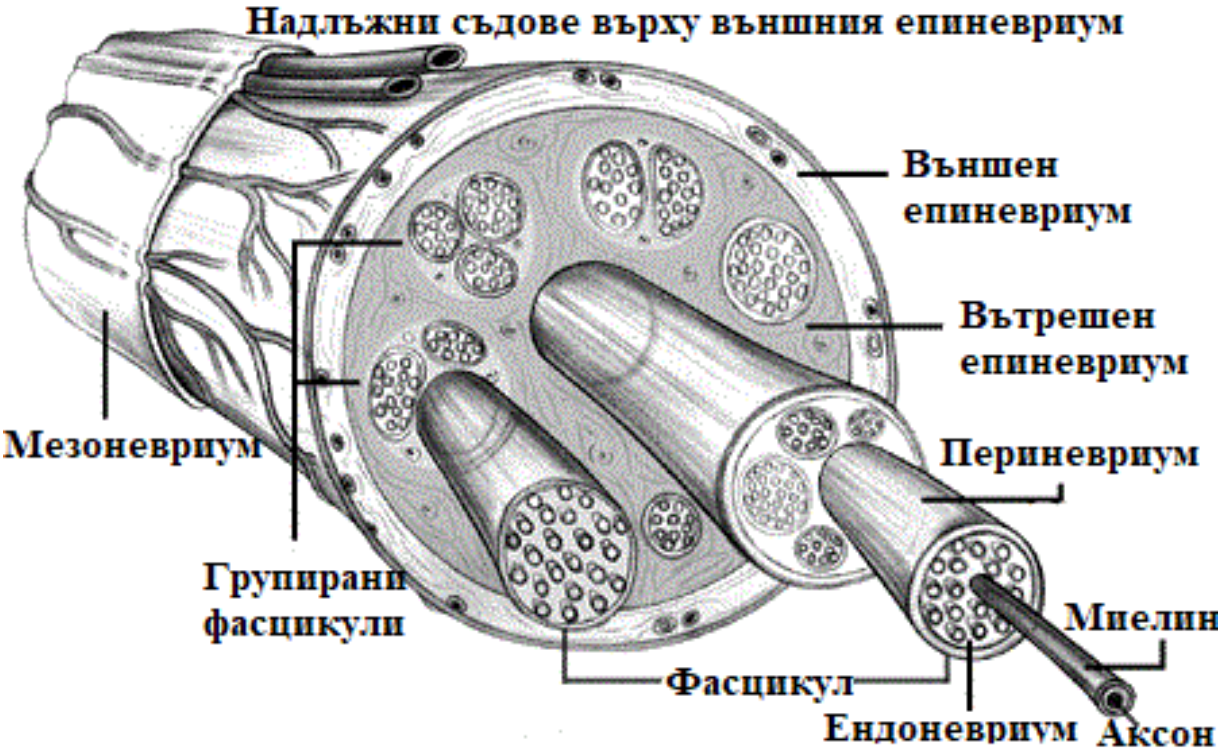
Фиг. 2 Плексиформена архитектоника на периферения нерв

Хомеостазата на тази микросреда се получава и поддържа от сложна съдова система и от активната бариера, съставена от перинервриума.
Както при централната нервна система, истинска кръвно-нервна бариера е намерена в структурата на периферните нерви. Нейната плътност е свързана със свойствата на перинервриума и наличието на здрави връзки (zonula occludens) между капилярните ендотелни клетки, които проникват в ендоневралните и перинервралните клетки[73].

Има още една структура на съединителната тъкан, която е от голямо клинично значение – адвентициалният „параневриум“ или „мезоневриум“ (Фиг.3). Тази хлабава ареоларна тъкан позволява плъзгане на нерва. На интервали съдови педикули преминават през този слой към нервния ствол. Lundborg е описал богато кръвоснабдяване, вътрешния епиневрален, периневрален и ендоневрален сплит и външните регионални съдове, които

преминават през мезоневриума [46]. Тези две системи образуват „отделни, но широко свързани помежду си микроваскуларни системи“.

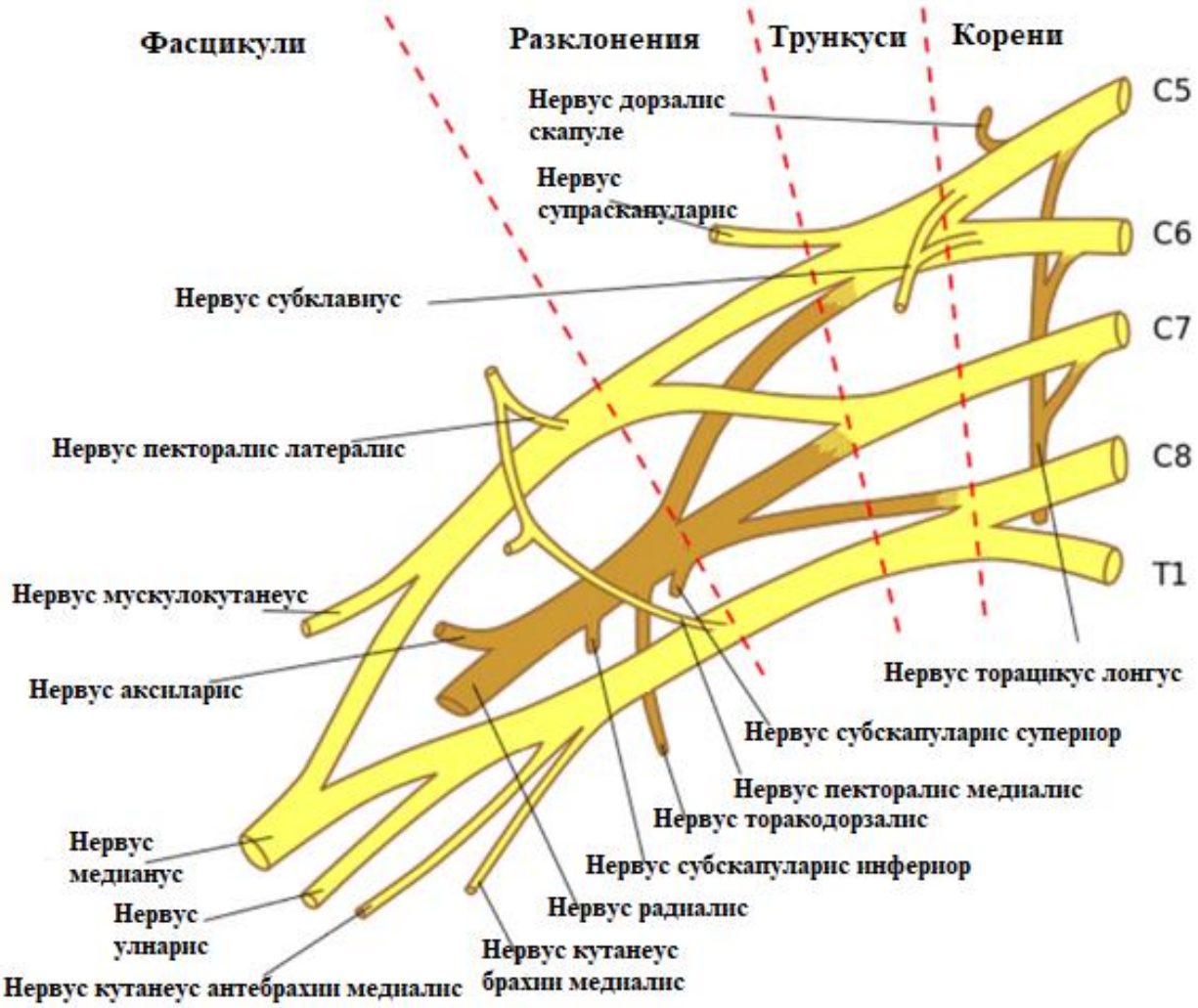
Мезоневриумът осигурява нормалното плъзгане на нервите. Съединителната тъкан на нервния ствол се състои от колекция от плъзгащи се междуфазни зони, които позволяват значителна екскурзия на епиневриума в адвентициалния мезоневриум и на отделните снопчета в дълбокия слой на епиневриума. Сред най-важните от многото приноси на Millesi е признанието му за важността на тази функция. [60] Най-голямата екскурзия на периферните нерви се наблюдава в областта на китката, близо до карпалния тунел. Тук СН и ЛН имат съответно 15,5 мм и 14,8 мм надлъжно плъзгане [105]. Травма или хирургическа интервенция, която компрометира плъзгането на нерва, ще наруши функцията му.



Фиг. 3 Мезоневриум

II. 1. 2. Хирургична анатомияна ЛН

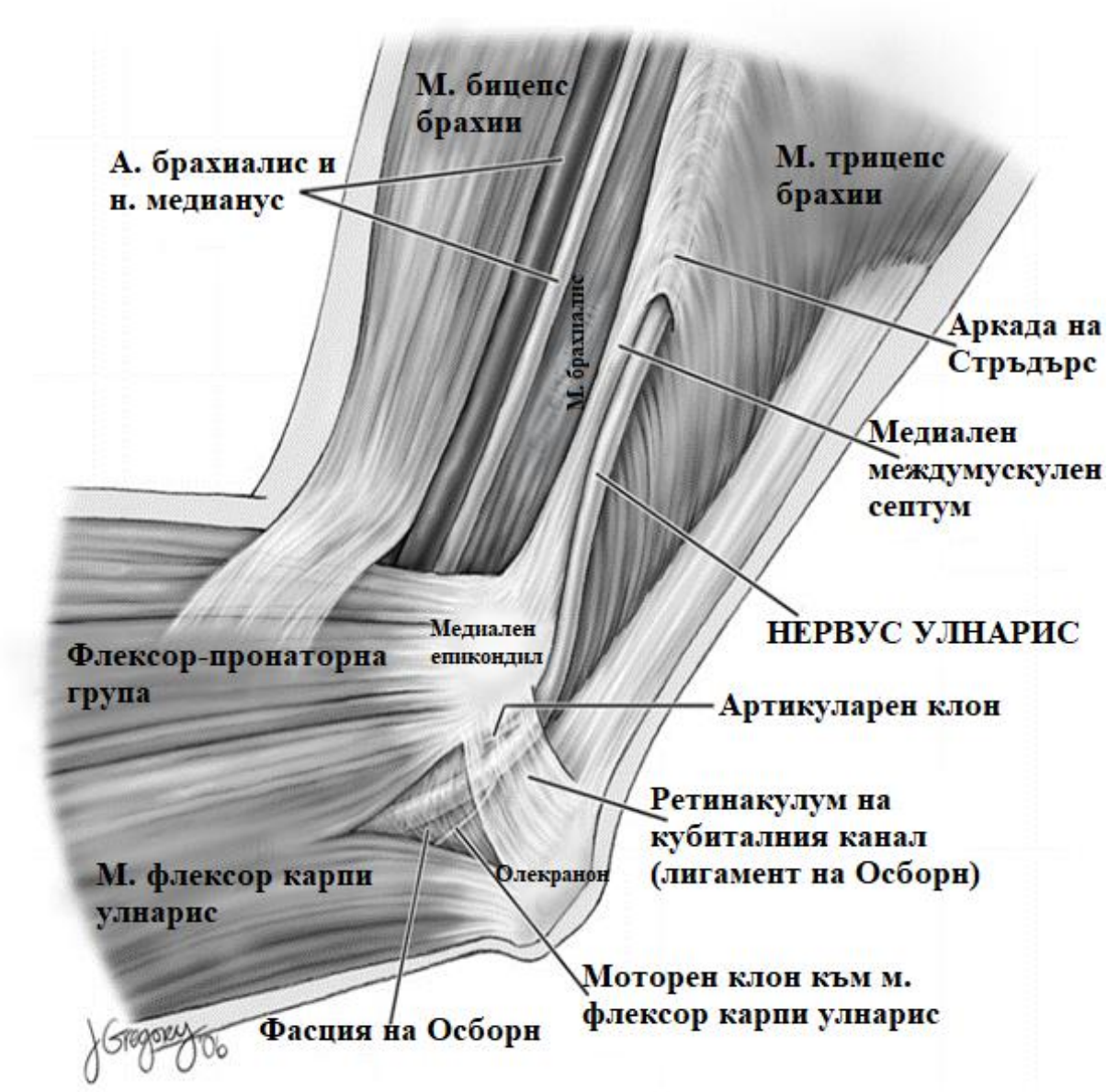
ЛН произхожда от вентралните коренчета на С8 и Т1, които се обединяват и образуват долния трункус на брахиалния плексус (Фиг. 4). Долният трункус впоследствие се разделя на предно и задно деление като влакната на ЛН се съдържат в предното деление, което преминава в медиалния фасцикул. Фасцикулите на брахиалния плексус са наименовани според тяхното разположение спрямо аксиларната артерия. ЛН представлява терминален клон на медиалния фасцикул и продължава от аксилата в медиалната повърхност на предния компартмент на мишницата. ЛН е смесен нерв, съдържащ моторни и сетивни аксони[70].



Фиг. 4. Анатомия на plexus brachialis

II. 1. 2. 1. Анатомия на ЛН на ниво мишница и лакътна става

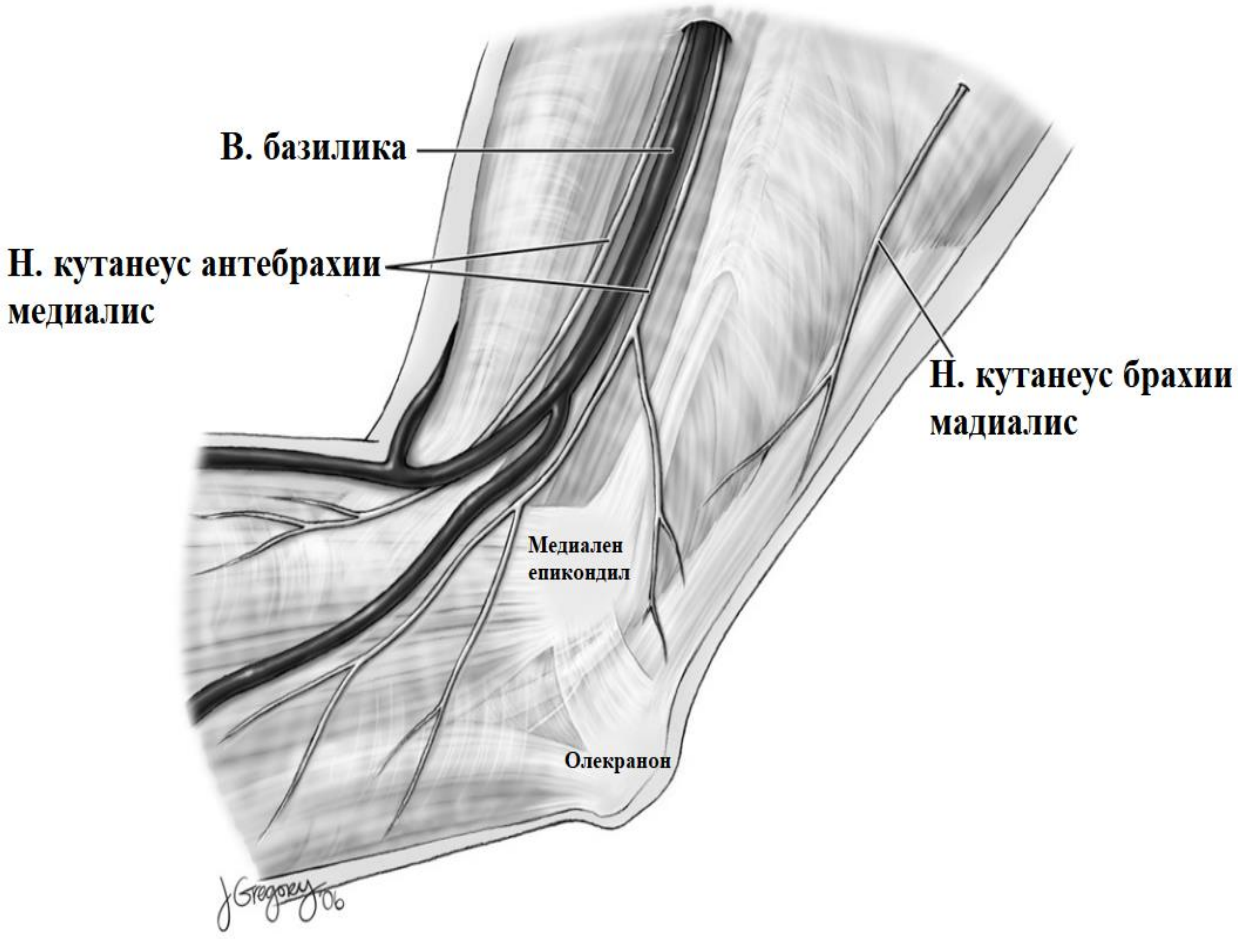
В горната част на мишницата ЛН се намира постеромедиално на брахиалната артерия. След това пробива медиалния междумускулен септум в предно-задна посока, преминавайки през аркадата на Struthers около 8 cm проксимално на медиалния епикондил (фиг. 5)[70]. Тази аркада представлява лента от дълбока брахиална фасция, която се прикрепя към междумускулната преграда, има V-образен отвор и покрива ЛН на протежение средно от около 5,7 см [70]. Доказано е както анатомично, така и електрофизиологично, че аркадата на Struthers е потенциално място на компресия на ЛН [70].



Фиг. 5. Анатомия на ЛН на ниво лакът

С десцендирането на ЛН в долната част на мишницата, той остава зад междумускулната преграда и пред медиалната глава на трицепсовия мускул. Медиалният междумускулен септум е непрекъсната структура, която дистално задебелява и се разширява, залавяйки се върху медиалния епикондил на раменната кост. Междумускулният септум е потенциално място на компресия на ЛН при предна транспозиция или при пациент с вроден нестабилен ЛН, който се сублуксира върху медиалния епикондил[70]. Така съществува консенсус, че тази преграда трябва редовно да бъде изрязвана след предна транспозиция на ЛН. Няколко тънкостенни вени лежат по дорзалната повърхност на септума, непосредствено проксимално от залавянето му върху медиалния епикондил. По време на декомпресия на нерва, вените трябва да бъдат разпознати и внимателно коагулирани. Проксимално на медиалния епикондил ЛН е разположен повърхностно и често може да се палпира. Това е мястото, където проминираща медиална глава на трицепса и аномален мускул anconeus epitrochlearis са идентифицирани като причини за компресия на ЛН[70]. Анконеус епитрохлеарният мускул произхожда от медиалната граница на олекрана и съседните мускулни влакна на трицепса и се залавя върху медиалния епикондил. Този аномален мускул се оказва наличен при 3% до 28% от трупните препарати[70].

Подкожно, на нивото на лакътя, лежи медиалния предмишничен кожен нерв (MABC). Този нерв е директен клон на медиалния фасцикул (C8 и T1) и се спуска в областта на мишницата отпред и медиално на брахиалната артерия. Медиалният предмишничен кожен нерв излиза от под мишничната фасция по съседство на вена базилика (фиг. 6). Нервът обикновено се разделя на няколко клона над лакътя, продължавайки към медиалния епикондил и олекрана, за да инервира кожата по предната и медиалната повърхност на предмишницата. Основните нервни разклонения могат да се появят проксимално или дистално на епикондила. Няколко статии показват, че този нерв и разклоненията му са в изключително ранима хирургична зона по медиалния аспект на лакътя. Така, във всички случаи, тези кожни нерви трябва да бъдат внимателно идентифицирани и защитени при извършване на декомпресия на ЛН с или без транспониране с усилие да се избегне потенциално неприятно ятрогенно увреждане[70].



Фиг. 6. Повърхностна анатомия на медиалния аспект на лакътя.

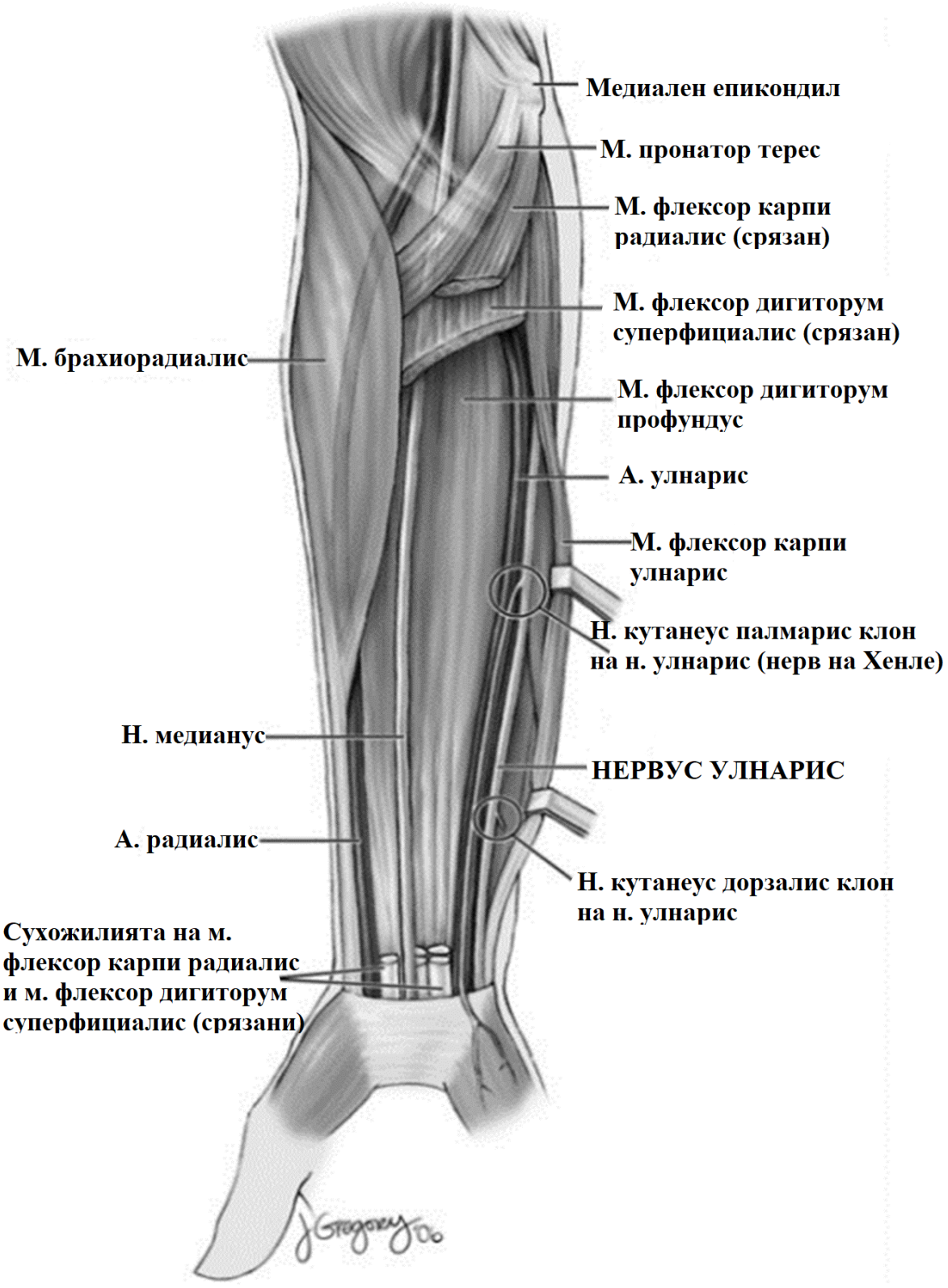
Достигайки лакътя, ЛН продължава зад медиалния епикондил и следователно задно на оста на въртене на лакътя, навлизайки в кубиталния тунел. Покривът на кубиталния тунел се състои от ретинакулума на кубиталния тунел (CTR), наричан също „лигамент на Osborne“, и дълбокия слой на апоневрозата между двете глави на m. flexor carpi ulnaris (m. FCU). Ретинакулумът на кубиталния тунел е най-проксималната част от покрива на тунела и служи за предотвратяване на предна сублуксация на нерва при флексия на лакътната става[70]. Дълбокият слой на апоневрозата между двете глави на m. FCU, така наречената "фасция на Осборн", образува дисталната част от покрива на тунела и е често място на компресия на ЛН. Подът на кубиталния тунел се състои от ставната капсула и задната и напречната част на медиалния колатерален лигамент.

Точно преди да навлезе в кубиталния тунел ЛН отделя първия си клон, който осигурява ставна проприоцепция на лакътя. След преминаване през кубиталния тунел, ЛН се движи дълбоко спрямо фасцията на Осборн между улнарната и хумерална глава на m. FCU. Дистално, тази фасция обгръща m. FCU в два слоя, по-дълбокият от които продължава приблизително 3 до 5 cm от края на кубиталния тунел[70]. След това ЛН пробива фасцията, за да се разположи между мускулните коремчета на m. FCU и m. flexor digitorum profundus (m. FDP). Тази относително твърда фасция на Осборн представлява често източник на компресия и винаги трябва да бъде срязана по време на нервна декомпресия[70].

Докато е все още в кубиталния тунел, ЛН отделя множество моторни клончета към m. FCU и улнарната половина на m. FDP. В едно скорошно анатомично проучване средно 3.4 моторни клона към m. FCU се наблюдават, като по-голяма част се отделят от улнарната страна[70].

II.1. 2. 2. Анатомия на лакътния нерв на ниво предмишница

ЛН се спуска надолу в областта на предмишницата, дълбоко на m. FCU по повърхността на m. FDP. На прехода от средна към дистална трета на предмишницата, ЛН преминава улнарно на улнарната артерия, като и двете структури лежат по-ниско спрямо m. FCU. Палмарният кожен клон на ЛН, наричан също "нерв на Henle", е споменат пестеливо в повечето анатомични учебници (Фиг. 7)[70].

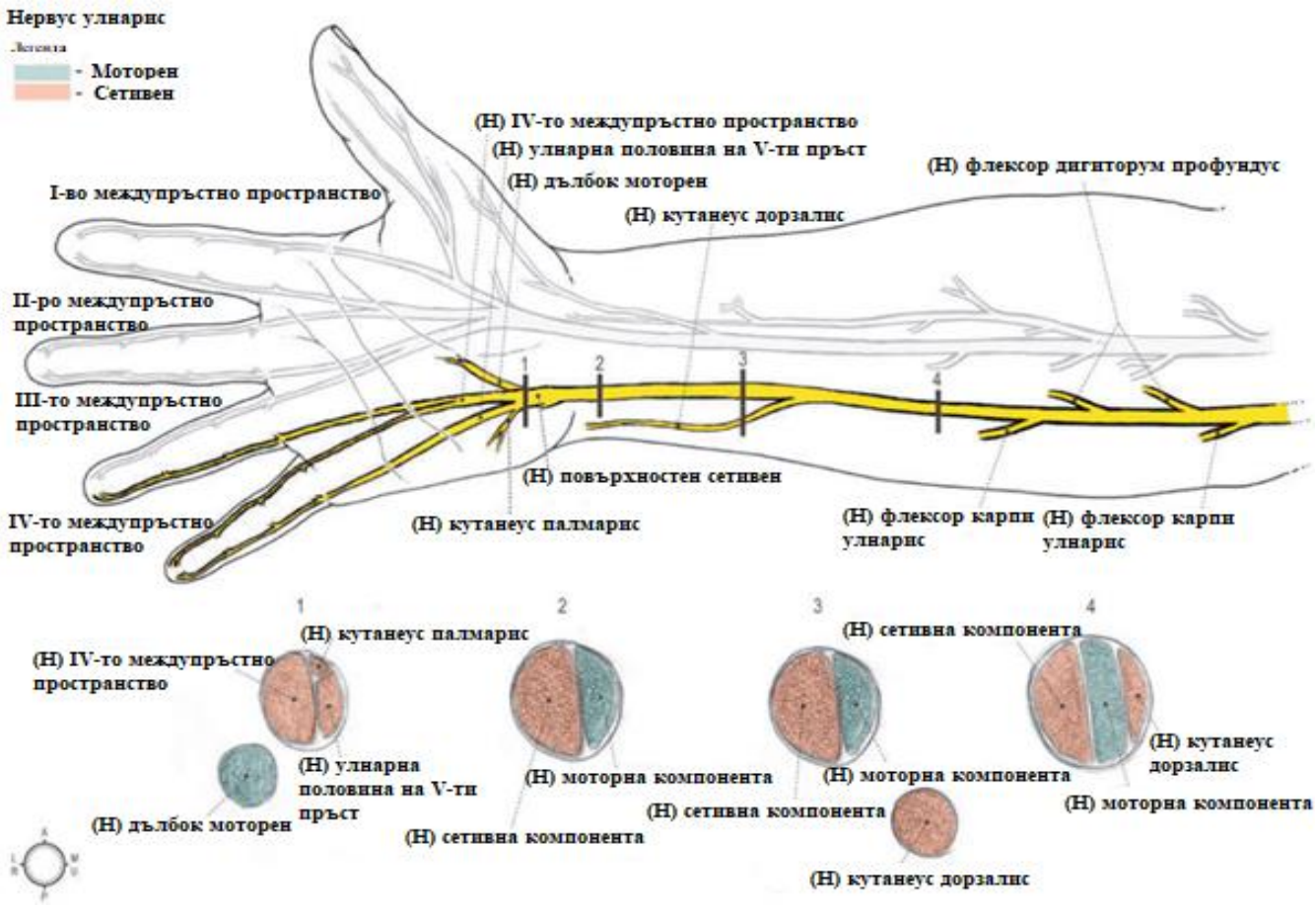


Фиг. 7. Анатомия на ЛН и на палмарния кожен клон на ЛН (нерв на Henle) на нивото на предмишницата.

McCabe и Kleinert[70] описват нервът на Henle най-често да произхожда на 16 cm проксимално от улнарния стилоид и инервира дисталната улнарна флексорна повърхност на предмишницата в променливо разпределение. В нетипични случаи е установено, че произхожда само на 8 см от улнарния стилоид. Авторите предполагат, че този нерв допринася за симпатиковата инервация на улнарната артерия и това по-късно се потвърждава чрез използването на имунохистохимично оцветяване[70].

В дисталната трета на предмишницата, дорзалният кожен клон се отделя от основния ствол на ЛН и преминава улнарно на m. FCU (виж фиг. 7). Тогава дорзалният кожен клон пробива фасцията на m. FCU, за да навлезе по дорзо-улнарната повърхност на предмишницата. Въпреки честата вариабилност, нервът обикновено пробива фасцията между 3 и 5 cm проксимално на улнарната глава. Дорзалният кожен клон след това се разделя на радиално и улнарно разклонение, осигуряващи чувствителност по дорзо-улнарната повърхност на ръката и гърба на малкия и безименния пръст и комуникиращи с радиалния сетивен нерв. Много анатомични вариации в дорзалния кожен нерв са описани, най-често срещаната наречена "допълнителен клон на Kaplan"[70]. Kaplan описва нетипичен клон на дорзалния кожен нерв, произхождащ проксимално от улнарния стилоиден процесус и насочващ се улнарно към ос писиформе, за да се присъедини отново към проксималния участък на воларния сетивен клон на ЛН[70].

Също така в дисталната трета на предмишницата настъпва клинично значима промяна в интраневралната анатомия на ЛН (Фиг. 8).



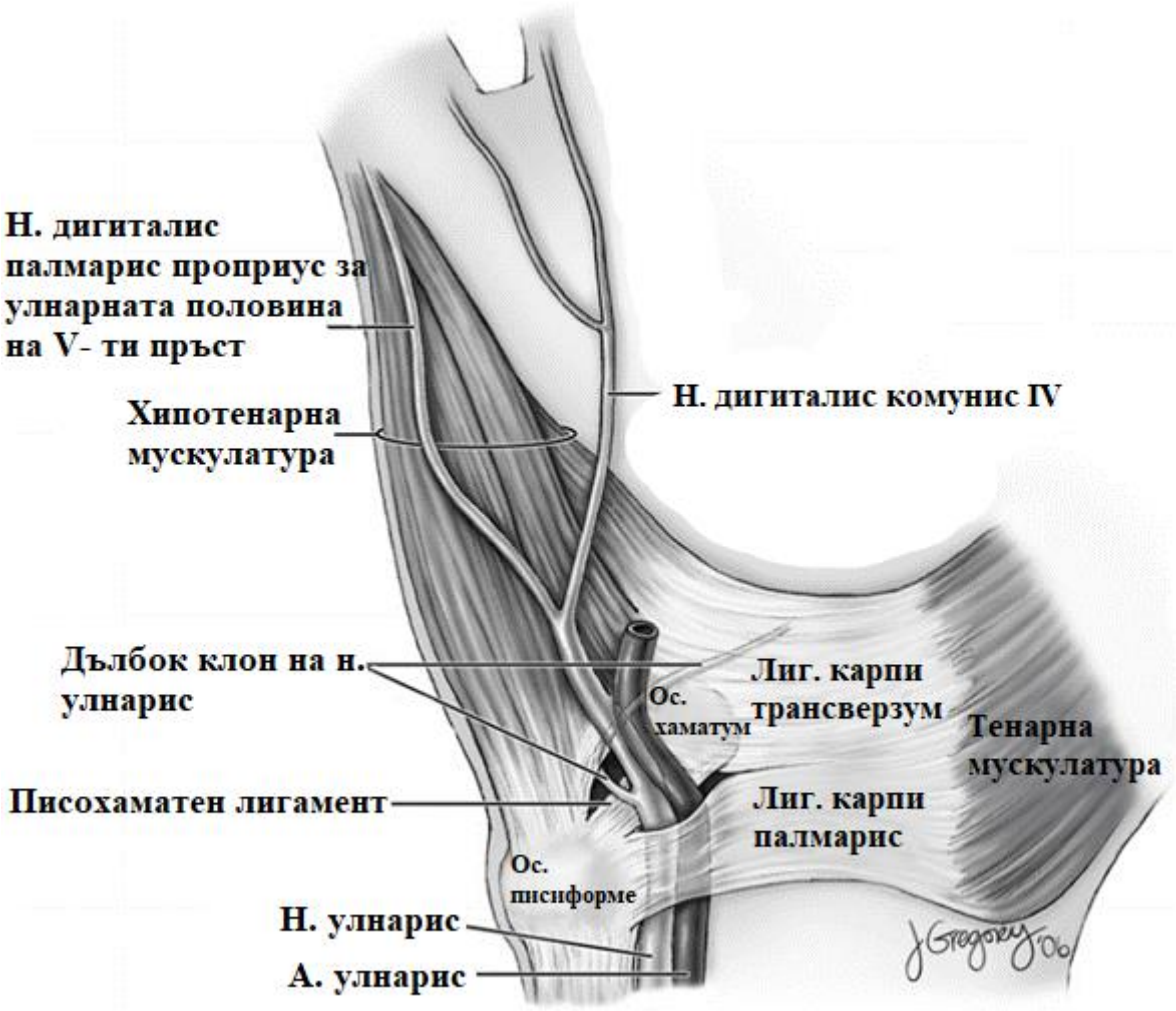
Фиг. 8. Интраневрална топографска анатомия на ЛН.

На това ниво основните двигателни фасцикули започват промяна в хода от улнарна и относително воларна позиция в основния нервен ствол към радиално и дорзално разположение – преориентиране на моторните снопове, което е добре установено когато нервът достига гривнената става. Познаването на тази промяна в топографската анатомия е от съществено значение за прецизна неврорафия когато се наблюдава прекъсване на ЛН на това често на травма място.

II. 1.2. 3. Анатомия на лакътния нерв на ниво гривнена става и ръка

Основният или воларен ствол на ЛН продължава да лежи под m. FCU и става относително повърхностен, покрит от фасция и кожа. ЛН и артерията влизат в канала на Guyon, който е костно-фиброзен тунел, формиран между ос пизиформе и куката на хаматум (фиг. 9). Подът на канала се образува от пизохаматната връзка, а покривът е повърхностният палмарен карпален лигамент. В канала на Guyon ЛН се разклонява на повърхностен и дълбок клон. Лакътната артерия лежи радиално на ЛН.

Клоновете на ЛН продължават в областта на ръката като повърхностен клон класически описван като инервиращ мускул palmaris brevis и продължаващ дистално като чист сетивен нерв над хипотенарните мускули и разделящ се на четвърти общ дигитален нерв и собствен улнарен дигитален нерв към малкия пръст. Вариации и припокриване на



Фиг. 9. Анатомия на ЛН в канала на Guyon.

това „типично“ описание съществуват и са описани в литературата[70]. Несъответствията могат да доведат до объркване и забавяне при диагностицирането на някои компресивни невропатии и травматични наранявания. Наличието на комуникантен клон между четвърти общ дигитален нерв от ЛН и трети общ дигитален нерв от СН трябва да се има предвид, когато дигиталното сензорно представяне е нетипично. Комуникантният клон е описан в литературата като наличен при 4% до 100% от пациентите[70].

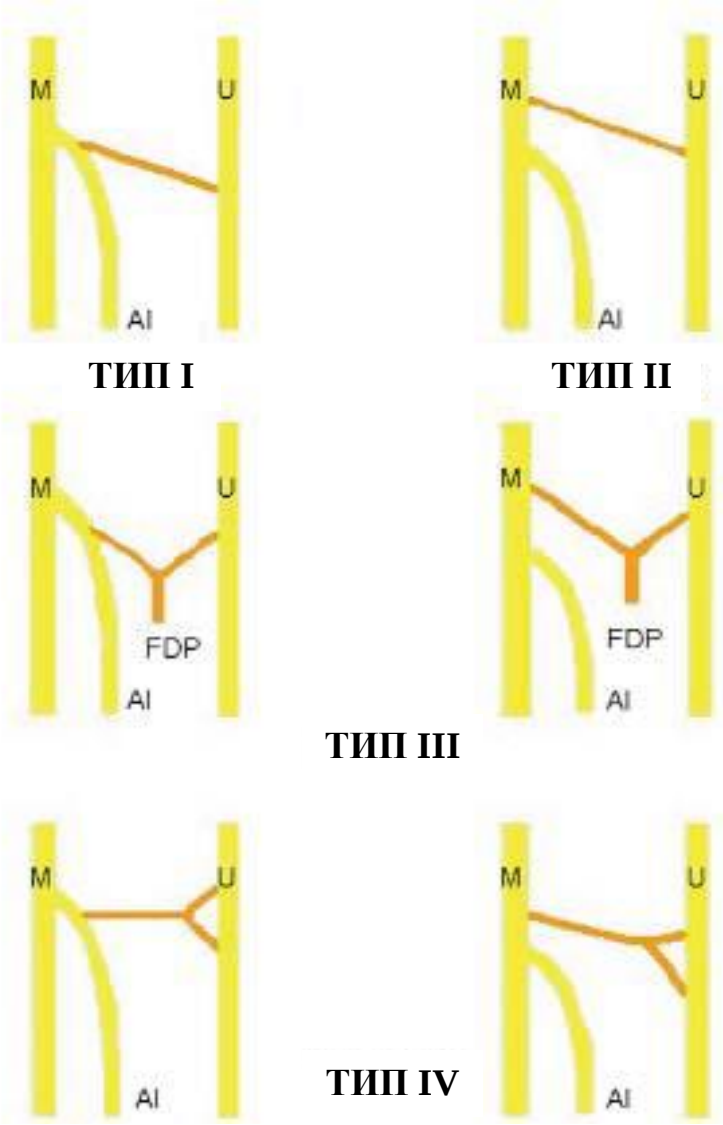
Дълбокият или моторен клон на ЛН, придружен от дълбокия клон на улнарната артерия, след това преминава между m. abductor digiti minimi и m. flexor digiti minimi brevis. Това обикновено се случва непосредствено дистално на пизохаматния лигамент, който служи като важен ориентир при изолиране на моторния клон. Моторният клон впоследствие пробива m. opponens digiti minimi и се насочва радиално и в дълбочина, за да завие около куката на хаматума. След това следва курса на дълбоката палмарна дъга под флексорните сухожилия. На мястото на отделянето си инервира хипотенарните мускули. След като потъне в дълбочина на дланта, той осигурява инервация на всички интеросални мускули, както и на III-ти и IV-ти лумбрикални мускули. Завършва с инервация на m. adductor pollicis и на медиалната глава на m. flexor pollicis brevis. Той също така изпраща ставни клончета към съседните карпални стави.

II. 1. 3. Анастомози на лакътния нерв

Съществува разнообразие от анастомози между СН и ЛН в областта на предмишницата и ръката. Четирите основни групи анастомози включват Martin-Gruber анастомоза (MGA), анастомоза на Marinacci (MA), анастомоза Riche-Cannieu (RCA) и анастомоза на Berrettini (BA), като първите две се срещат в предмишницата, а вторите две в ръката [83]. Въпреки че обикновено се считат за нетипични, наличието на тези анатомични вариации може да повлияе на представянето на мускулно-скелетните нарушения и хирургичните резултати, както също и да доведе до промяна на хирургичните достъпи[83]. Следователно, познаването и разпознаването на тези анастомози между СН и ЛН от хирурзите е важно за клиничната практика, защото те могат да бъдат предпоставка за грешна диагноза при увреда на ЛН, което води до забавено или неправилно лечение.

Martin-Gruber анастомозата (MGA) в областта на предмишницата според изследването на Roy и съавтори[83] може да достигне до 27% от популацията, като най-често е едностранна, с превалиране на дясната страна. Разположението й може да варира от 3 до 10 см дистално от медиалния епикондил [70]. Има 4 основни подтипа на тази вариация (Фиг. 10). При типична MGA, двигателните влакна, които инервират интринзик мускулатурата се съдържат в предния междукостен нерв (AIN), клон на СН. В средна трета на предмишницата, моторните влакна напускат AIN, продължавайки с кос ход в дистална посока, повърхностно на m. FDP и зад улнарната артерия, за да се присъединят към ЛН [83]. По този начин интринзик мускулатурата функционира въпреки пълна увреда на ЛН проксимално от тази комуникация. Познаването на тази вариация при открита репозиция и вътрешна фиксация на фрактури на шафта на радиуса

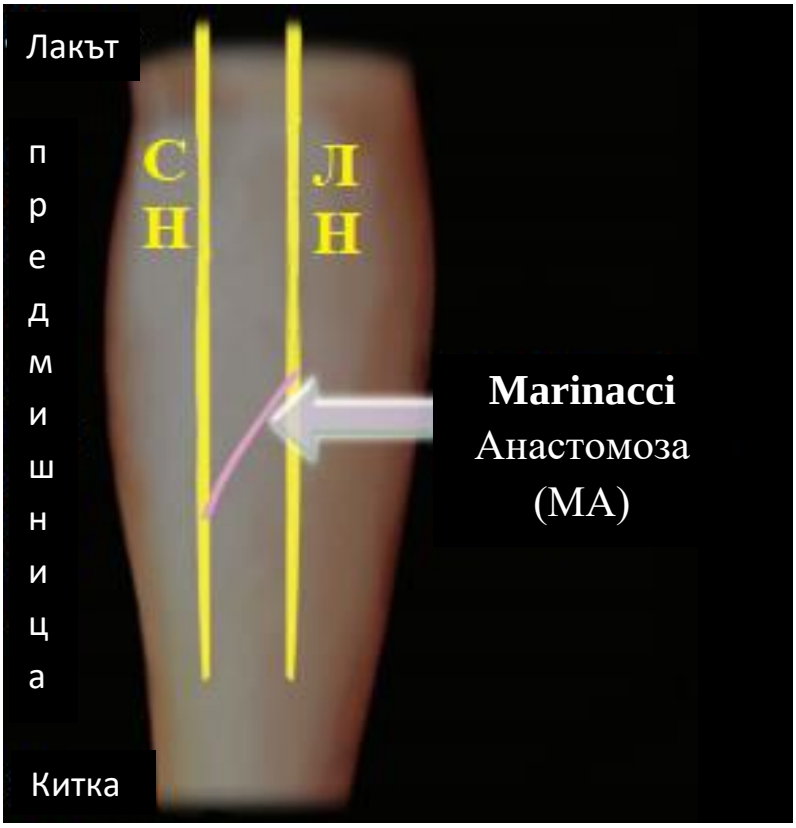
и/или улната е от важно значение за намаляване на риска от ятрогенна увреда [83].



Фиг. 10 Типове Martin-Gruber анастомози. M., медианус; U., улнарис; AI., преден междукостен нерв; FDP, flexor digitorum profundus

Marinacci анастомозата (MA), също намирана единствено и само в областта на предмишницата, е най-рядко срещаната анастомоза между СН и ЛН. Нейната честота може да варира от 0,7% до 4%. MA е известна също като обратна MGA. При нея ЛН се разклонява проксимално, за да се присъедини дистално към СН (Фиг. 11). Подобно на MGA, MA се състои главно от моторни влакна[83]. Наранявания на СН на ниво лакът могат да

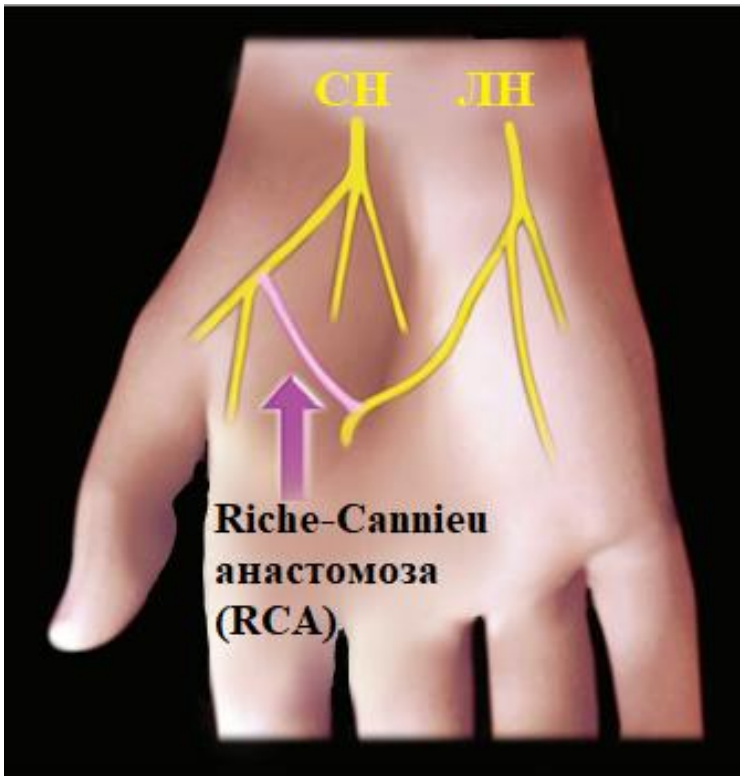
не доведат до клинично значими ефекти върху тенарните мускули, като m. abductor pollicis brevis [83]. Обратно, висока увреда на ЛН може да бъде придружена от денервационни промени в инервираните от СН тенарни мускули[83].



Фиг. 11 Marinacci анастомоза (МА)

Riche-Cannieu анастомозата (RCA) е тази чрез която СН и ЛН се свързват кръстосано в областта на дланта. Нейната честота може да варира от 55% до 80%, а според някой автори (Caetano и съавтори) достига 100% при внимателна дисекция с високо увеличение на ръце от пресни кадаври[84]. Следователно възможно е да се мисли, че RCA е нормална анатомична нервна връзка[83]. Освен това е установено, че расата е фактор при наблюдаваното разпространение, като при Афро-Американците нейната честота е значително по-ниска в сравнение с останалите раси (Kimura и съавтори)[83].

При RCA моторните влакна, които обикновено са част от СН могат да са включени в ЛН до нивото на дланта и да се прехвърлят на това ниво (Фиг. 12).



Фиг. 12 Riche-Cannieu анастомоза

С тази вариация, пациент с напреднал синдром на карпалния канал, който води до значително компрометиран СН, може да има близка до нормалната функция на тенарната мускулатура, както клинично, така електрофизиологично[70].

Четвъртият и последен тип анастомоза, Berrettini анастомоза (ВА), също се открива в дланта (Фиг. 13). Според Roy и съавтори нейната честота е 60,9%, което я прави най-честата от вариациите. Тъй като е установено, че честотата й е по-голяма от 80% в няколко други проучвания се приема, че ВА е нормална анатомична структура[83].

ВА се описва като нервна връзка между общите дигитални нерви на ЛН и СН. Статии показват, че комуницирящият клон най-често произхожда от IV-я общ дигитален нерв, свързвайки се дистално с III-я общ дигитален нерв[83].Тя е чисто сензорен тип анастомоза[83] и най-често е двустранна, възникваща проксимално от дисталния ръб на lig. carpi transversum и следваща кос ход[83].

Фиг. 13 Berrettini анастомоза (BA)

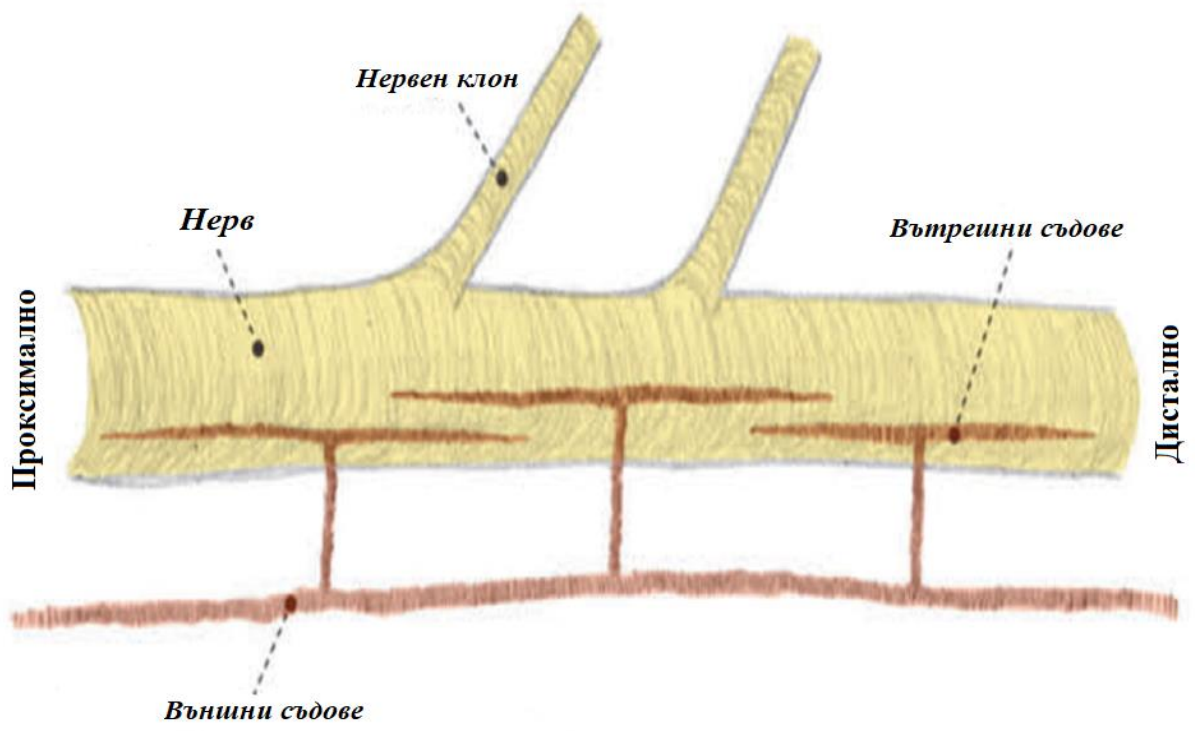
Увредата на BA има като резултат намалена чувствителност в зоната между III-ти и IV-ти пръст[83]. С местоположението си най-често по съседство на lig. carpi transversum, няколко автори са на мнение, че BA е изложена на риск от ятрогенно нараняване по време на операции за освобождаване на карпален тунел[83]. Риск от увреда на BA също се наблюдава при операция на флексорното сухожилие на IV-ти пръст, фасциектомия при контрактура на Dupuytren и мобилизация на невроваскуларни островни ламба[83].

II.1. 4. Кръвоснабдяване на ЛН

Външното кръвоснабдяване на ЛН произлиза от аксиларната артерия, горните и долните улнарни колатерални артерии, задната улнарна рекурентна артерия (PURA) и улнарната артерия [22]. Горната улнарна колатерална артерия (SUCA) се отделя от брахиална артерия на ниво средна трета на мишницата, след това пробива медиалната междумускулна преграда, за да продължи хода си с ЛН по задната й повърхност[22]. Тя придружава ЛН на променливо разстояние (от 4 до 15 cm), преминавайки през кубиталния тунел и завършвайки дълбоко на FCU чрез анастомозиране с PURA. SUCA е в основата на васкуларизираните присадки на ЛН, използвани понякога при възстановяване на брахиалния плексус. PURA произлиза от улнарната артерия в близост до нейното

отделяне и кръвоснабдява ЛН в предмишницата. Долната улнарна колатерална артерия има малък принос за кръвоснабдяването на ЛН в областта на лакътя[22].

Външното кръвоснабдяване на ЛН анастомозира с вътрешни съдове в епиневралните и ендоневралните обвивки (Фиг. 14)



Фиг. 14. Анастомози между външната и вътрешната съдови системи в нерва

Ако външната система е нарушена, нервите могат да оцелеят на голямо протежение въз основа на тяхната вътрешна съдова система. В действителност Maki и съавтори демонстрираха, че притока на кръв парадоксално се увеличава в нервните сегменти, където само проксималната и дисталната вътрешни съдови системи остават интактни[22]. Тези автори също така установяват, че притока на кръв в един нерв се базира на съотношението диаметър – дължина като 1:63, когато само проксималния вътрешен приток на кръв е наличен и като 1:45, когато остава интактен само един външен кръвоносен съд. Тези важни констатации дават обосновка за безопасността и осъществимостта, както на мобилизацията и предната транспозиция на ЛН при хирургично лечение на синдром на кубиталния тунел, така и на мобилизацията на донорния дистален край и реципиентния проксимален край при извършването на нервен трансфер.

II. 2. Концепция и принципи на „нервния трансфер”

Периферната нервна и плексусна хирургия има дълга предистория. Операции като нервен шев, поставянето на графтове или нервен трансфер, са често необходими, за да може аксоните да прорастнат отново в денервираните мускули[3].

От 1960 година микрохирургичните техники и реконструкции навлизат и в периферната нервна патология с пионерите в тази област Herbert Seddon (Великобритания), Hanno Millesi (Австрия) и Alsimantas Narakas (Швейцария) при възрастните и Alain Gillbert (Франция) при новородените[3].

Нервните трансфери, наричани още "невротизации", включват възстановяване на дистален денервиран нервен сегмент, чрез използването на проксимален функциониращ нерв като донор на неврони и техните аксони, които ще реинервират дисталните целеви мускулни групи[56].

Концепцията е да се жертва функцията на (по-малко ценна) донорна мускулатура, за да се възстанови функцията на реципиентния нерв и мускул[62]. От първия доклад на Tuttle през 1913 и популяризирането от Narakas преди четири десетилетия, нервните трансфери се използват все по-често за възтановяването на увреди на брахиялния плексус, особено в случаите, при които проксималният моторен неврон на денервирания елемент е невъзстановим поради авлузия от гръбначния мозък[57]. Нарастват препоръките за използването на трансфери в случаите, при които проксималения моторен неврон е функциониращ, но разстоянието за регенерация е толкова дълго, че резултатът ще бъде лош. Нервният трансфер в денервирания дистален нервен сегмент близо до моторната плочка, ще възстанови функция, която не би била възможна по друг начин[65].

Анатомичните и физиологичните принципи, които са в основата на нервните трансфери са сравнително прости. Тъй като двигателното възстановяването е основната цел се изисква избор на донорен нерв, който има същото количество от моторни влакна[62]. Загубата на функцията на денервирания мускул, при нервен трансфер, не трябва да представлява загуба на важна или критична функция[44]. Очевидно е, че стойността на невромускулният елемент, който подлежи на реинервация, трябва значително да надвишава полезността на донорния такъв[57].

Има няколко важни принципа, които трябва да се познават с цел да се постигнат максимални резултати при нервните трансфери. Първият принцип е да се реинервира реципиентния нерв възможно най-близо до целевия мускул[65]. Вторият принцип е да се използва директно

възстановяване без нервен интерпонат[61]. Третият принцип е да се използва комбинация от нервномускулни единици с агонистични функции тъй като кортикалната реадаптация е физиологичната основа за функционално възстановяване[54].

II. 3. Епидемиология и етиология на увредите на ЛН

Увредата на ЛН може да доведе до парестезия, дизестезия и мускулна слабост в засегнатата ръка. Това е най-често срещаната увреда на голям периферен нерв на горния крайник в сравнение с увреждания на СН и лъчевия нерв, както и на брахиалния плексус.[108]. В демографско отношение има непропорционално разпределение като по-голямата част от пациентите с увреждания на ЛН са мъже в трудоспособна възраст.[108]. Като допълнителен нематериален разход за обществото може да се приеме и загубата на производителността на труда от пострадалото лице[108].

По отношение механизма на травмата (изключвайки компресионната невропатия) преобладава прекъсването на ЛН, следвано от тракционната увреда и контузията[108]. Като водещ етиологичен фактор се посочва проникващото нараняване от остър предмет, следвано от лацерация от моторна резачка или шлайф машина, падане, огнестрелно нараняване, пътно транспортни произшествия[71].

II. 4. Използвани класификации за нервни увреди

Използваните класификации за нервна увреда са тези на Seddon и Sunderland, представени в Табл. 1.

Herbert Seddon (1943)	Невропраксия	Аксонотмеза			Невротмеза
Sydney Sunderland (1951)	I	II	III	IV	V
Увредени структури	Миелин	Аксон	Аксон + Ендоневриум	Аксон + Ендоневриум + Периневрuум (прекъснат фасцикул)	Аксон + Ендоневриум + Периневрuум + Епиневриум (прекъснат нерв)
възстановяване	спонтанно пълно		необходимост от хирургична интервенция		

Табл. 1

Susan Mackinnon	VI-та степен (I-V)	смесен тип нервна увреда

Сър Herbert Seddon през 1943 г. описва три типа нервна увреда - невропраксия, аксонотмеза и невротмеза – въз основа на тежестта на увреждането на тъканите, прогнозата и времето за възстановяване[37].

Невропраксията („praxis“ означава „да се направи, да се изпълни“) е най-лекият тип и се отнася до блок в провеждането на нервните импулси, но без нарушаване на аксона или перинервриума [37]. Нервните влакна не са в състояние да проведат акционен потенциал въпреки непрекъснатостта на аксона и потенциалното на практика пълно възвръщане на усещането или функцията. Тъй като няма аксонална дегенерация, блокът в провеждането се възстановява в рамките на часове, дни, седмици или до няколко месеца [37].

Аксонотмезата („tmesis“ означава „отрязване“) се отнася до загуба на целостта на аксона без придружаваща увреда на елементите на фасцикуларната съединителна тъкан. Често се наблюдава при травми, съпроводени с размачкване. Аксонът и миелиновата му обвивка са увредени, но заобикалящата го структута на съединителната тъкан (т.е. ендоневриумът, перинервриумът и епиневриумът) остава частично или напълно интактна[37] .

Невротмезата описва най-тежкия тип увреждане с нарушаване на целия нерв и тежка дезорганизация на съединителнотъканните компоненти на нервния ствол с нарушено сензорно и функционално възстановяване [37]. При невротмезата структурата на съединителната тъкан е силно увредена или дори такава липсва [37]. Примери за невротмеза са остри наранявания, някои увреди вследствие опън или инжектиране на вредни лекарства. Прогнозата за спонтанно възстановяване е изключително неблагоприятна без хирургическа намеса [37].

Въпреки че първата схема за класификация на нервните увреди е въведена от сър Herbert Seddon (1903–1977), схемата за класификация на Sunderland е по-сложна[37]. Сър Sydney Sunderland (1910-1993) допълнително разделя трите вида наранявания на Seddon в пет категории според тежестта на нараняването[37]. **Първа** степен увреда е еквивалентна на невропраксията на Seddon. **Втора**, **трета и четвърта степен** увреди са еквивалентни на аксонотмезата на Seddon, като разликата е степента на мезенхимно увреждане на нерва. **Пета** степен увреда е еквивалентна на невротмезата на Seddon.

В настоящето изследване пълната изолирана висока увреда на ЛН е тип невротмеза по класификацията на Seddon или V-та степен по класификацията на Sunderland.

Susan Mackinnon популяризира термина увреда от **шеста степен** за описание на наранявания на нервите, демонстриращи смесена картина от нормални фасцикули с два или повече модела на нараняване на едно и също ниво на прекъсване[53]. Тази увреда от шеста степен не бе описана добре докато не беше доказано, че невролизата е възможна и безопасна, там където вътрешната топография би позволила разделянето на основните компоненти в отделни фасцикули, че подробен клиничен преглед може да анализира функцията в отделни части на даден нерв и че микроинструментариумът и микрохирургичната техниката са усъвършенствани[53]. Тзи увреда е най-предизвикателната, защото изисква различен хирургичен подход към отделните нервни фасцикули въз основа на тяхната степен на увреда[53]. Този сложен реконструктивен алгоритъм се нуждае от най-прецизното ниво на преценка и технически умения за запазване и неувреждане на фаскулите, които са нормални или имат потенциал за възстановяване и за ексцизия и реконструкция на компонентът с четвърта и пета степен на увреда[53].

II. 5. Клинична и електрофизиологична диагностика на увредите на ЛН

Диагностиката се основава на провеждането на клинични тестове за оценка на функцията на интринзик мускулите на ръката, оценка на сетивността в зоната на дистрибуция на ЛН, както и на електрофизиологични изследвания.

Подробната анамнеза е от съществено значение, особено в случаи на закрито нараняване, защото изключително важно е да се направи разлика между неврапраксия и аксонотмеза (които могат да бъдат лекувани без хирургична интервенция) и невротмеза, която изисква хирургична намеса[108].

Електрофизиологичното изследване е важно в определянето на нивото на увреда. Изследванията на скоростта на нервна проводимост обаче и резултатите от електромиографията (ЕМГ) могат да бъдат ограничени в случаи на остра аксонална загуба или рано след увредата, когато неврапраксията не може да бъде различена от невротмезата. ЕМГ може също така да бъде лимитирана от болка и невъзможност за идентифициране на анатомични вариации[108].

Напоследък ултразвукът с висока резолюция (УЗВР) се предлага като диагностична модалност за подпомагане на идентифицирането на прекъсването на периферните нерви. УЗВР сега може да показва индивидуални нервни фасцикули, и повечето периферни нерви могат да

бъдат изобразявани по протежение на целия им анатомичен ход[108]. УЗВР може да открие прекъсване на нерва, фиброзна тъкан около мястото на увреда и наличие на невром с точност до 93%[108]. УЗВР е преносим и икономически изгоден и може да се прилага по време на хирургична интервенция[108]. При по-комплексни увреди образната диагностика с ядрено-магнитен резонанс (ЯМР) или компютър-томографска миелограма (КТ миелограма) може да помогне в определяне на етиологията, такава като авулзия на нервните коренчета, мускулна денервация, оток на нерва, места на компресия и прекъсване на нерва[108].

Интраоперативното тестване на нерв-акционните потенциали (НАПи) може да бъде помощен метод в определянето на състоянието на увреди при които нервът е със запазена цялост[108]. Когато се изпълнява интраоперативно изследване на НАПи, стимулиращият и записващият електрод се разполагат върху нерва проксимално на лезията за оценка на нормалните НАПи; след това записващите електроди се преместват в зоната на увреда, а после дистално на лезията. Ако НАПи се установяват през зоната на травма, външна невролиза, с или без вътрешна невролиза, е подходящото лечение[108]. Когато НАПи не се отчитат през зоната на лезия със запазена цялост на нерва, зоната на лезия представлява нефункциониращ невром. При тези случаи е показана резекция и възстановяване на увредения нерв[108].

II. 6. Лечение на високите увреди на ЛН.

Първичното възстановяване при висока увреда на ЛН води постоянно до лош резултат вследствие на голямото разстояние между мястото на увреда и инервираните мускули[28]. При възрастните, възстановяването при високи увреди на ЛН — тези близо до или над лакътната става – е с незадоволителни резултати, с минимално възстановяване на интринзик мускулната функция и резултираща грифоподобна деформация на ръката[27].

Ето защо през късните 90 години на 20-ти век при високите увреди на ЛН като етап от тяхното лечение е описан нервният трансфер на крайното разклонение на n. interosseous anterior към моторния клон на ЛН [108]. Този нервен трансфер в областта на китката ще редуцира значително отлагането на реинервацията на интринзик мускулите и ще доведе до подобрен резултат[28]. Най-скорошните доклади потвърждават функционално възстановяване при 70% до 100% от пациентите[108].

II. 7. Обобщение на данните от литературата

Според литературните данни може да се направи обобщена схема на основните твърдения:

1. Увредата на ЛН е най-често срещаната увреда на голям периферен нерв на горния крайник в сравнение с увреждането на СН и лъчевия нерв, както и на брахиалния плексус[108].

2. Високата увреда на ЛН е тип невротмеза по класификацията на Seddon или V-та степен по класификацията на Sunderland[34].

3. Диагнозата „висока увреда на лакътния нерв“ се базира на щателен клиничен преглед, включващ анамнеза, обстоен ортопедичен и неврологичен статус. Електрофизиологичните и образни изследвания - ЕМГ, УЗВР, ЯМР и КТ миелограма, НАПи - когато нервът е със запазена цялост, имат подпомагаща лечението функция[108].

4. Съвременното терапевтично поведение при висока увреда на ЛН е комбинация от първичен нервен шев или реконструкция на лакътния нерв в мястото на увреда с дистални нервни трансфери в острата фаза и сухожилни транспозиции в хроничната фаза [27], [28],[108].

5. Прилагането на този съвременен терапевтичен алгоритъм изисква задълбочено познаване на хирургичната анатомия на ЛН, на неговите анастомози и най-вече на неговата интраневрална топографска анатомия в дистална 1/3 на предмишницата [70].

6. Разбирането на концепцията за „нервен трансфер или невротизация”, както и познаването на анатомичните и физиологични принци на които тя се основа са от изключително важно значение за приложението й в клиничната практика [44], [54],[57], [61],[62],[65].

7. Мезоневриумът в съчетание с богатото сегментно кръвоснабдяване позволяват нормалното плъзгане на нерва. Благодарение на тях се осигурява значителна екскурзия на нервния ствол при извършване на нормалния обем на движения в ставите на опорно-двигателната система[46], [60],[105].

8. „Плексиформената” архитектоника на фасцикулите на периферения нерв обуславя устойчивостта му на разтягане[35], [45], [73], [85].

III. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

ЦЕЛТА на настоящия труд е **да се проучат възможностите за реинервация на интринзик мускулатурата на ръката при високи увреди на лакътния нерв.**

За постигането на тази цел бяха поставени следните ЗАДАЧИ:

I. Да се осъществи критичен анализ на литературата относно клиничната проблематика при високи увреди на лакътния нерв и съществуващите методи за лечението им.

II. Да се изследват достатъчен брой пациенти с висока увреда на лакътния нерв, даващ възможност за статистически достоверни изводи при приложение на различни оперативни техники.

III. Да се направи ретроспективен анализ на функционалните резултати и усложненията и да се определят повлияващите ги фактори.

IV. Да се утвърдят в практиката нови за страната хирургични техники и да се въведе съвременен терапевтичен алгоритъм при пациентите с високи увреди на лакътния нерв.

IV. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

IV. 1. КЛИНИЧЕН МАТЕРИАЛ

Проучването обхваща периода от 2015 – 2020 г. и включва 33 пациенти от които 21 мъже и 12 жени. Трима пациенти (2 мъже и 1 жена) отпаднаха от проследяването. Изследвани и проследени са останалите **30 пациенти** с високи увреди на ЛН, преминали през Клиниката по Ортопедия, Травматология, Хирургия на ръка и Реконструктивна хирургия при УМБАЛ „Софиямед“. При всички тях бе извършен дистален нервен трансфер чрез RETS или ETE коаптация. При 6 от пациентите се направи и втори нервен трансфер в областта на дланта.

IV. 1. 1. КРИТЕРИИ ЗА ВКЛЮЧВАНЕ

- ✓ Наличие на изолирана висока увреда на лакътния нерв, т.е. увреда на лакътния нерв проксимално на горна 1/3 на предмишницата или проксимално от отделянето на моторното клонче за m. flexor carpi ulnaris (m. FCU) и моторното клонче за m. flexor digitorum profundus (m. FDP) на IV-ти иV-ти пръст.

IV. 1. 2. КРИТЕРИИ ЗА ИЗКЛЮЧВАНЕ

- ✓ Възраст по-голяма от 65 години
- ✓ Придружаващо заболяване на периферната нервна система
- ✓ Фрактури, сухожилни и мускулни увреди на ипсилатерлната ръка
- ✓ Съпътстващи увреди на срединния или лъчевия нерв

При всеки пациент, за престоя му в лечебното заведение, се попълва анкетна карта, която включва: **демографска част, диагностична част и оперативна част.**

Демографската част включва следната информация: възраст, пол, засегнат крайник, вид травма, интервал от време между травмата и оперативната интервенция, съпътстващи заболявания и съпътстващи увреди, обичайно занимание.

Диагностичната част включва: обстоен ортопедичен и неврологичен статус, електро-физиологични и образни изследвания като: електромиография (ЕМГ), ултразвук с висока резолюция (УЗВР), ядрено-магнитен резонанс (ЯМР), КТ миелограма, интраоперативно тестване на нерв-акционните потенциали (НАПи), когато нервът е със запазена цялост.

Оперативната част включва следните елементи: използван хирургичен достъп, продължителност на интервенцията, състояние на патологичния субстрат, наличие на ранни усложнения (до две седмици след оперативната намеса).

Следоперативното клинично проследяване на пациентите е извършвано в амбулаторни условия.

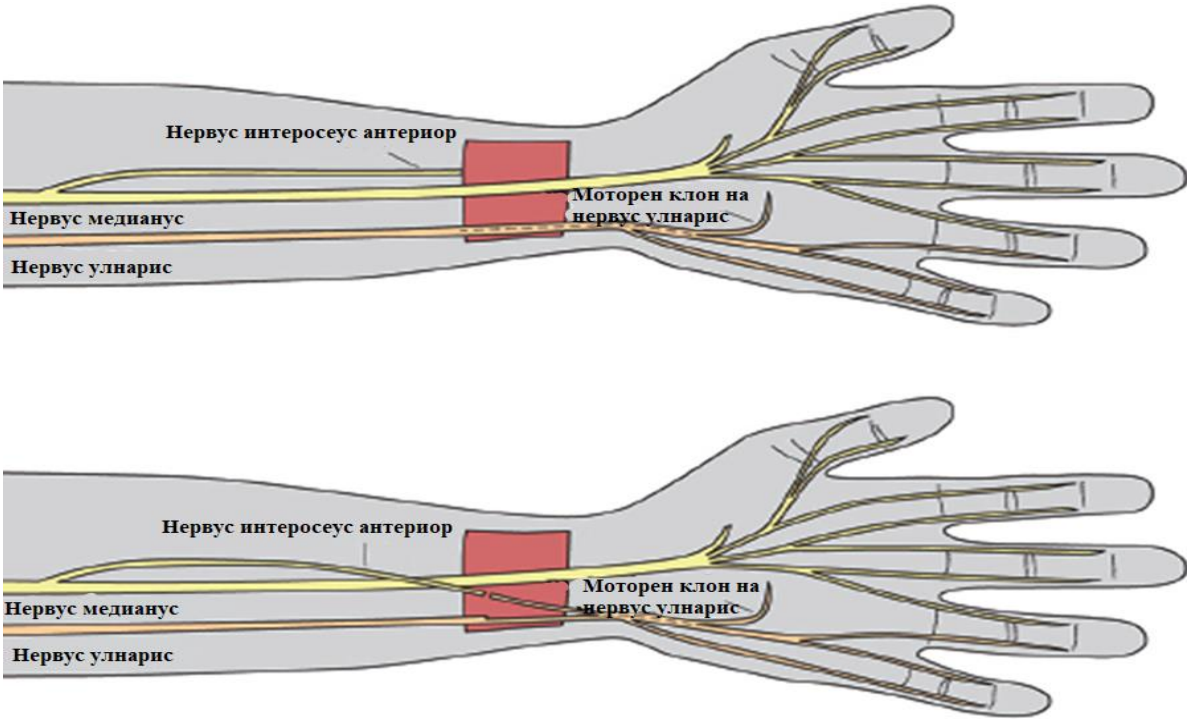
Анкетните карти се съхраняват в архива на УМБАЛ „Софиямед”

IV. 2. ОПЕРАТИВНИ МЕТОДИ

IV.2. 1. Видове нервни трансфери и типове на коаптация

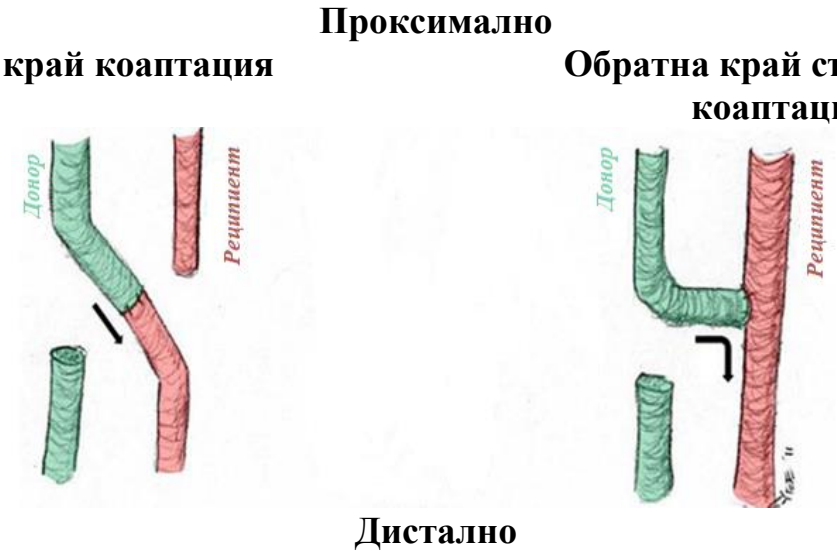
Използвани са 2 вида на нервен трансфер, като при първия вид (Фиг. 15) са приложени 2 типа на коаптация (Фиг. 16), в зависимост от установения патологичен субстрат в мястото на увреда на ЛН. При втория вид нервен трансфер (Фиг. 17) се използват мостовидни кабелни автографтове.

IV. 2. 1. 1. N. interosseus anterior (n. medianus) – r. profundus (n. ulnaris)



Фиг. 15 Нервен трансфер на n. interosseus anterior (n. medianus) към ramus profundus (n. ulnaris)

IV. 2. 1. 2.Типове на коаптация



Фиг. 16 Типове на коаптация между донорен нерв и реципиентен нерв

IV. 2. 1. 3. Ramus recurrens (n. medianus) – Ramus profundus (n. ulnaris)

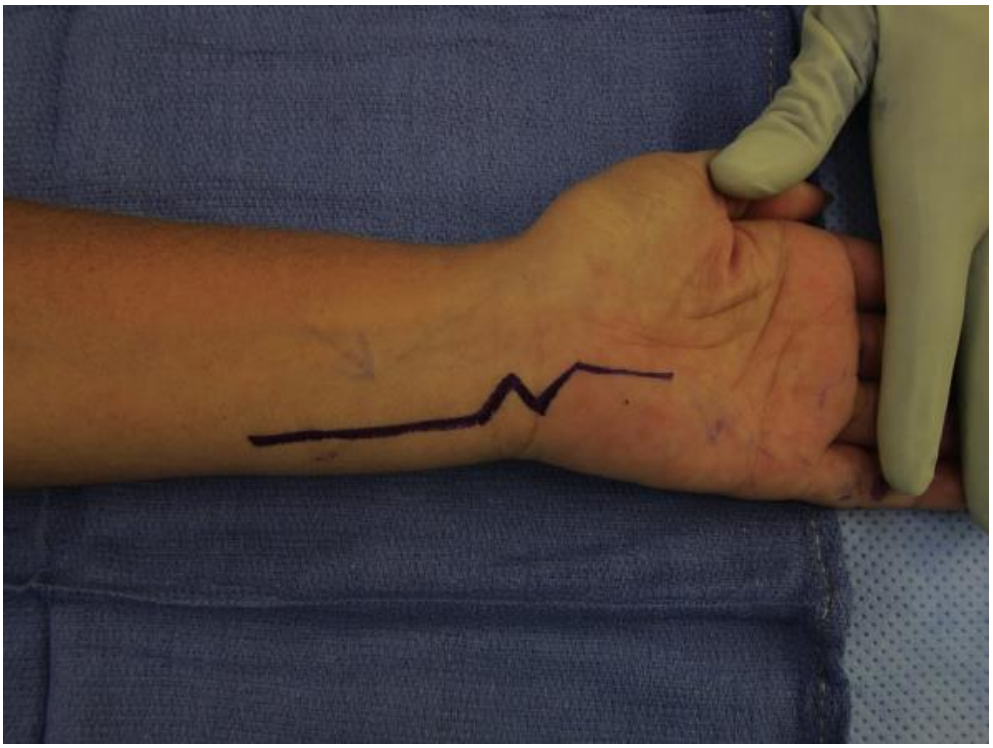
Фиг. 17 Нервен трансфер от ramus recurrence (n. medianus) към ramus profundus (n. ulnaris) чрез мостовидни кабелни автографтове (⟹)

IV. 2. 2. Оперативни техники

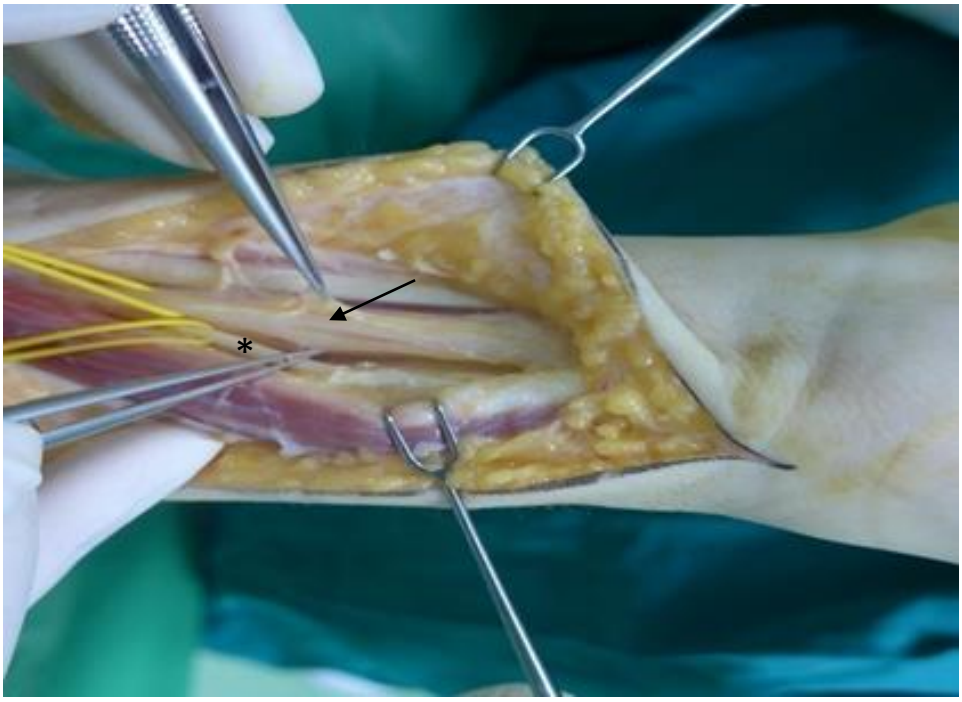
IV.2. 2. 1. Оперативна техника при нервен трансфер n. interosseous anterior (n. medianus) – r. profundus (n. ulnaris)

Пациентът е по гръб на операционната маса в обща анестезия и наложен кръвоспиращ маншет (по преценка на оператора). Чрез надлъжен разрез (Фиг. 18) около 12 см по медиалната (улнарна) линия в областта на дистална трета на предмишницата послойно се достигна до улнарната триада (t.m.flexor carpi ulnaris, n. ulnaris, a.v. ulnaris). Под микроскопско увеличение невролизираме n. ulnaris, като намираме мястото, където се отделя r. dorsalis n. ulnaris. При първите ни пациенти с висока увреда на n. ulnaris ние отваряхме канала на Guyon (Фиг. 19) с цел да уточним и сепарираме от дистално към проксимално дълбокия двигателен клон, който завива около hamulus ossis hamati. Според най-новата информация в литературата (Bertelli) фасцикулите на двигателния клон се намират между тези на сетивните фасцикули на r. dorsalis n. ulnaris и тези на повърхностния палмарен клон за nn. digitales palmares proprii (тип сандвич) (Фиг. 20). Друг ориентир е надлъжно разположения нежен съдов сноп в епиневриума на n. ulnaris. Той обикновено разделя двигателните от сетивните фасцикули. Екартирайки цялата флексорна група мускули към радиално, намираме на проксималния край на m. pronator quadratus (Фиг. 21) по-към радиално n. interosseous anterior със съпровождащите го артерия и вена. Реперираме го и дисецираме максимално дистално до появата на разклоненията му и го резецираме (Фиг. 22). Насочваме този отрязък под флексорната мускулатура към n. ulnaris (Фиг. 23). Следва шев с 9/0 атравматичен конец end-to-side, без напрежение, към двигателните фасцикули на ЛН (Фиг. 24). Покриваме мястото на коаптацията с тъканно лепило. Послоен шев. Превръзка. Воларна имобилизация във физиологична позиция на гривнената става за 1 седмица с последваща рехабилитация по протокол.

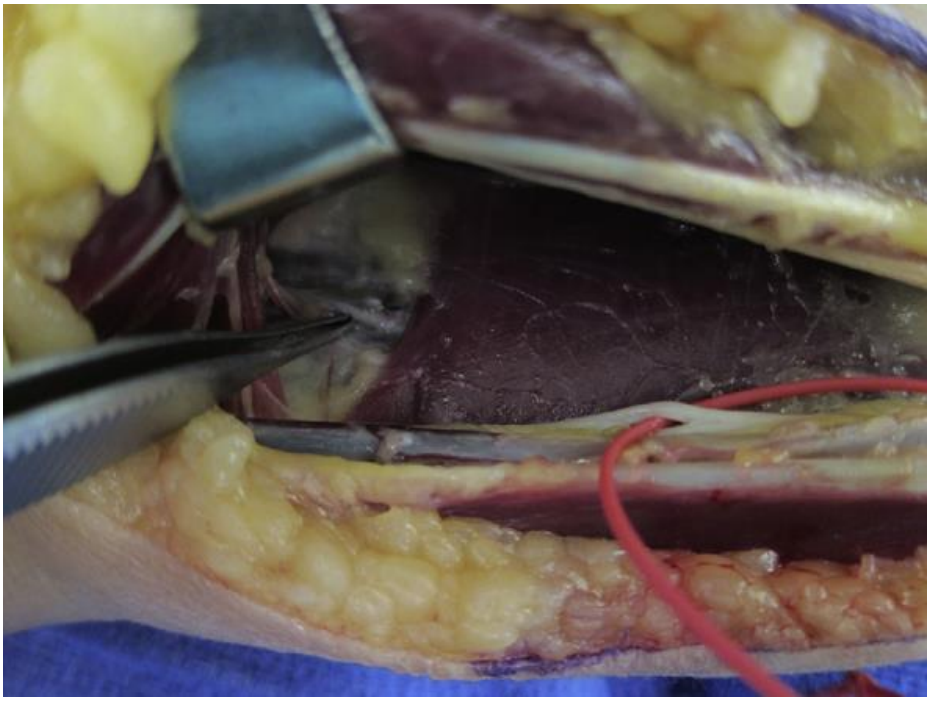
Фиг. 18 Хирургичен достъп без декомпресия на канала на Guyon



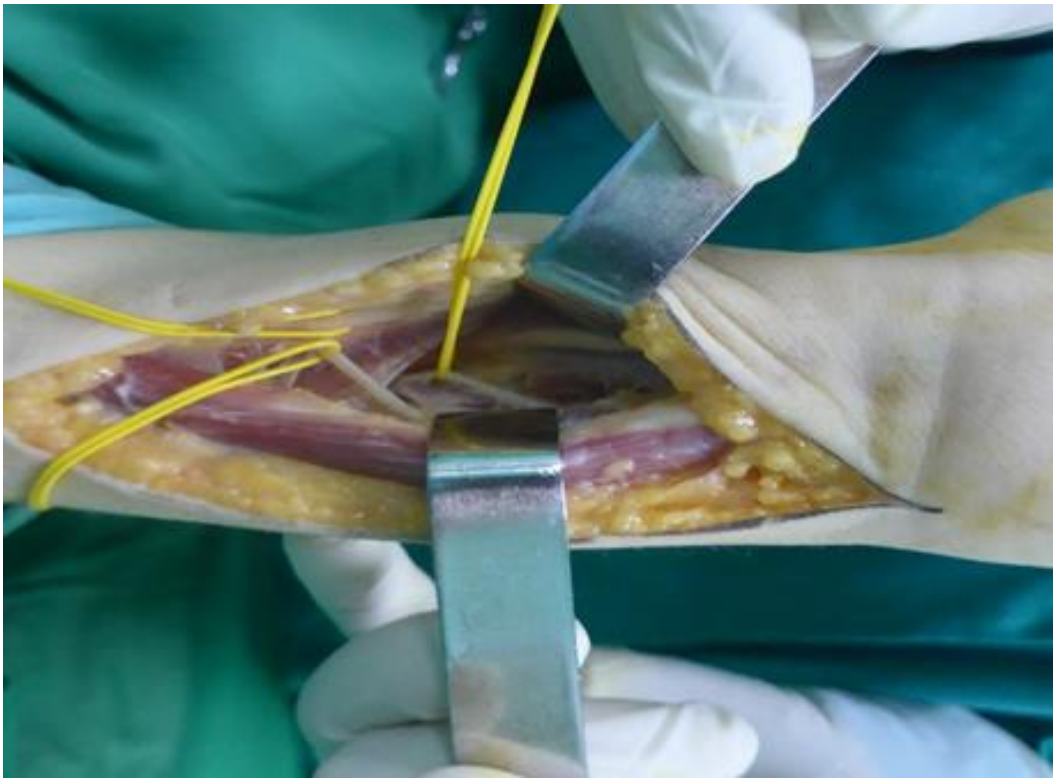
Фиг. 19 Хирургичен достъп с декомпресия на канала на Guyon



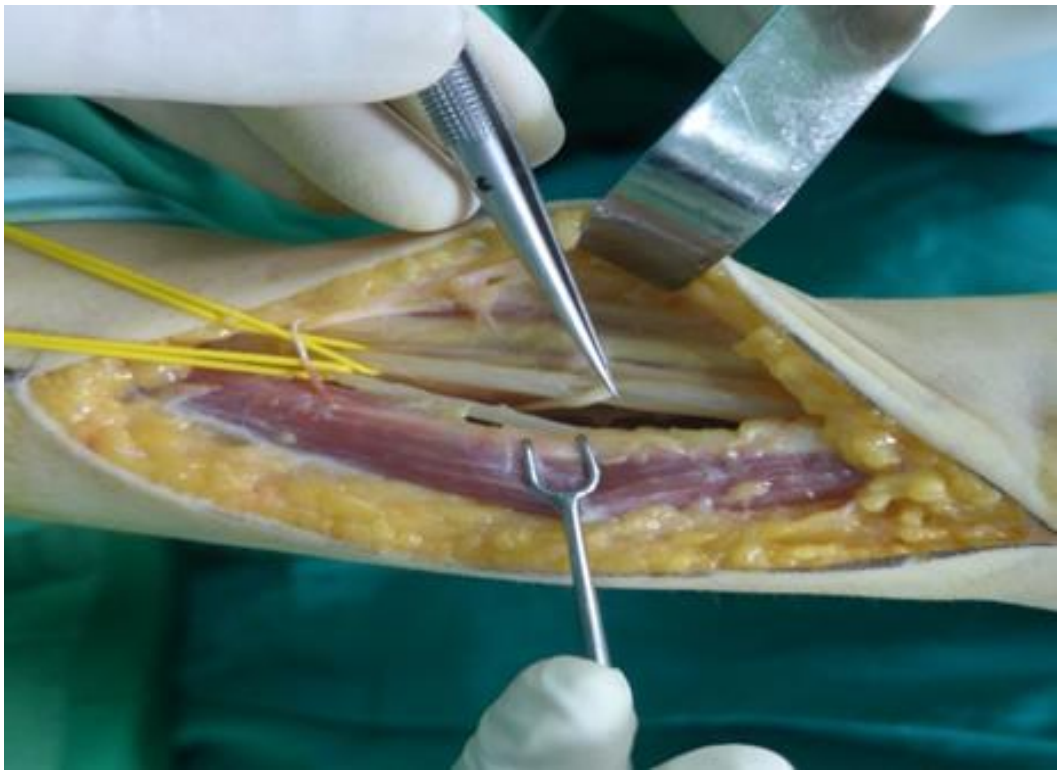
Фиг. 20 Идентифициране на моторните фасцикули на ЛН (посочени с върха на микропинсетата), разположени между сетивните фасцикули на r. dorsalis n. ulnaris (*) и тези на повърхностния палмарен клон за nn. digitales palmares proprii (⟶) (тип сандвич)



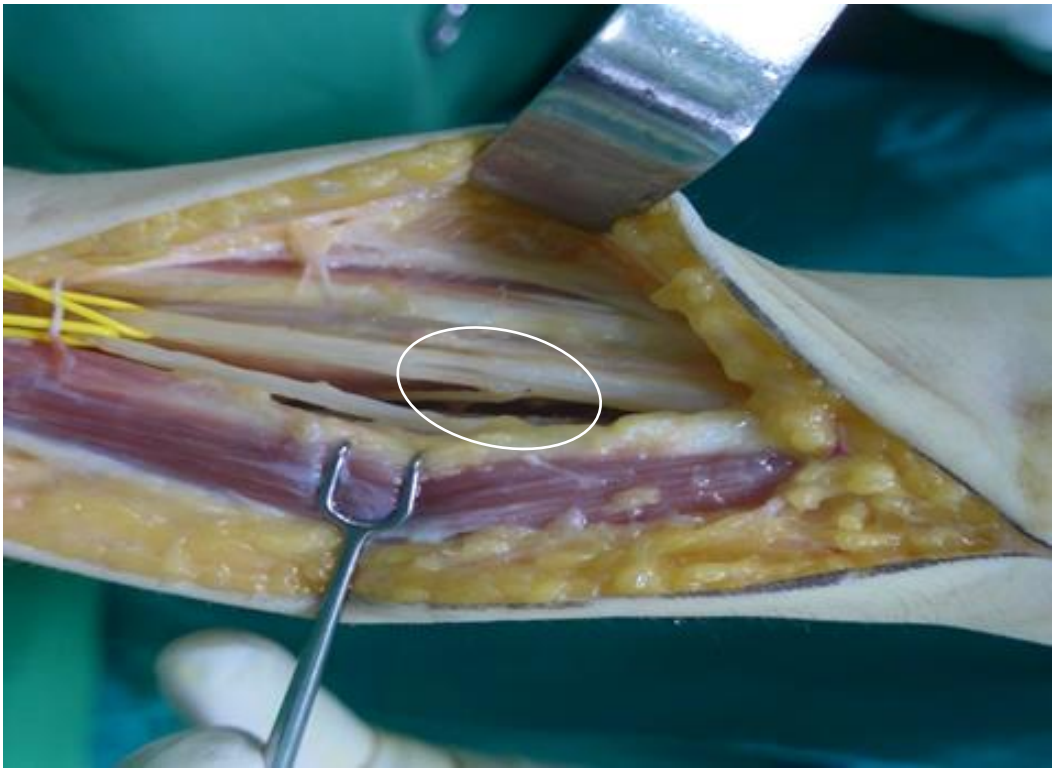
Фиг. 21 Идентифициране на AIN (посочен с върха на пинсетата) проксимално на m. pronator quadratus



Фиг. 22 Реперириране на AIN (на жълта силиконова лента) с максимална дистална дисекция



Фиг. 23 Насочване на AIN (чрез микропинсета) под флексорната мускулатура към моторните фасцикули на ЛН



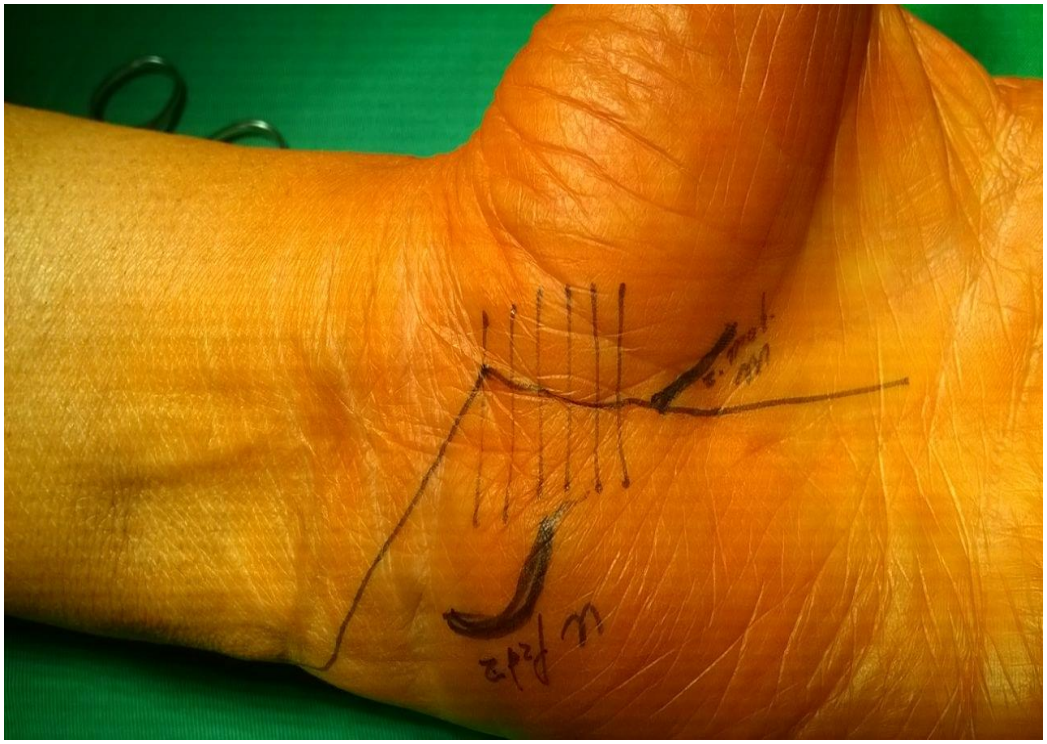
Фиг. 24 Reverse end-to-side свободна от опън коаптация (елипса)

Както бе споменато коаптацията може да бъде извършена и end-to-end

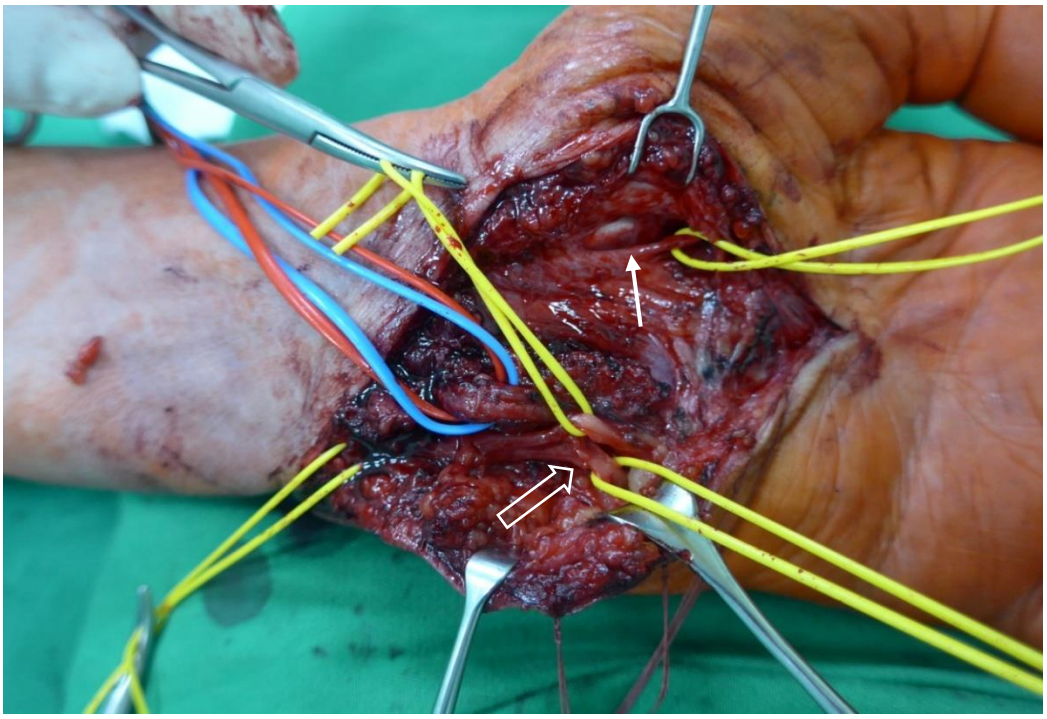
Фиг. 25 End-to-end свободна от опън коаптация (върху синя лента).

IV.2.2.2. Оперативна техника при нервен трансфер r. recurrens (n. medianus) – r. profundus (n. ulnaris)

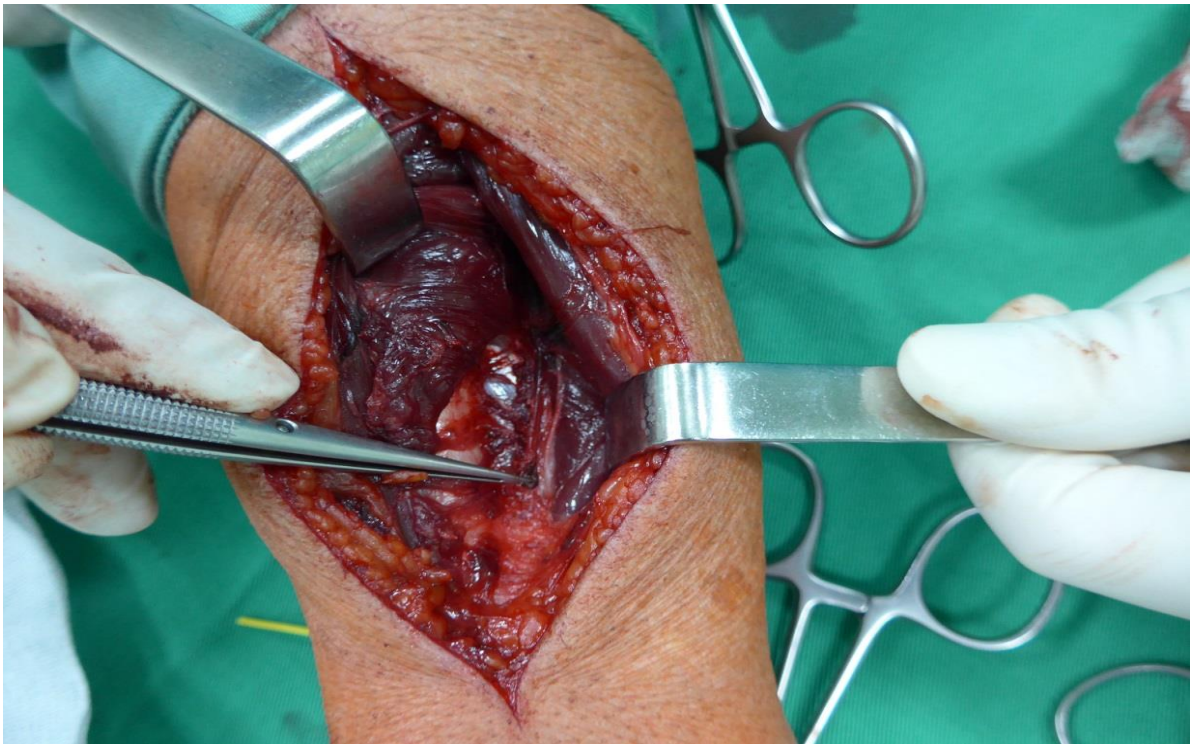
За извършването на втория вид нервен трансфер пациентът отново е по гръб на операционната маса в обща анестезия и наложен кръвоспиращ маншет (по преценка на оператора). Кожният разрез започва с кос ход по воларната улнарна повърхност на гривнената става, преминава през зоната на карпалния канал и с лека дъговидна извивка по воларната повърхност на дланта достига до проксимална длanна гънка с посока III-то междупръстно пространство (Фиг. 26). Срязва се lig. carpi transversum и се идентифицира r. recurrence n. mediani. Продължава се с отваряне на канала на Guyon чрез прерязване на lig. carpi palmare, отпрепариране на n. ulnaris и проследяването му до неговата бифуркация, където се идентифицира дълбокия му моторен клон (Фиг. 27). През втори кос кожен достъп по дорзалната повърхност на дистална 1/3 на предмишницата се прониква послойно в дълбочина, екартират се радиално екстензорните сухожилия на IV-ти остеофиброзен канал и върху membrana interossea се идентифицира крайното продължение на n. interosseous posterior (PIN) (Фиг. 28). Нервът се реперира дистално и се проследява в проксимална посока на максимално протежение до появата на моторните му разклонения към екстензорните мускули (Фиг. 29). Следва резекция проксимално и дистално на сегмента от PIN. Същият този резециран сегмент се използва като мостовиден кабелен автографт (1, 2 или 3 дължини) между донорния нерв (r. recurrence n. mediani) и реципиентния нерв (r. profundus n. ulnaris) (Фиг. 30). Свободна от опън коаптация както между интерпоната и донорния нерв, така и между интерпоната и реципиентния нерв се осъществява end-to-side чрез микрохирургичен шев с 9/0 атравматичен конец. Покриваме мястото на коаптациите с тъканно лепило. Послоен шев. Превръзка. Дорзална имобилизация във физиологична позиция на гривнената става за 1 седмица с последваща рехабилитация по протокол.



Фиг. 26 Хирургичен достъп

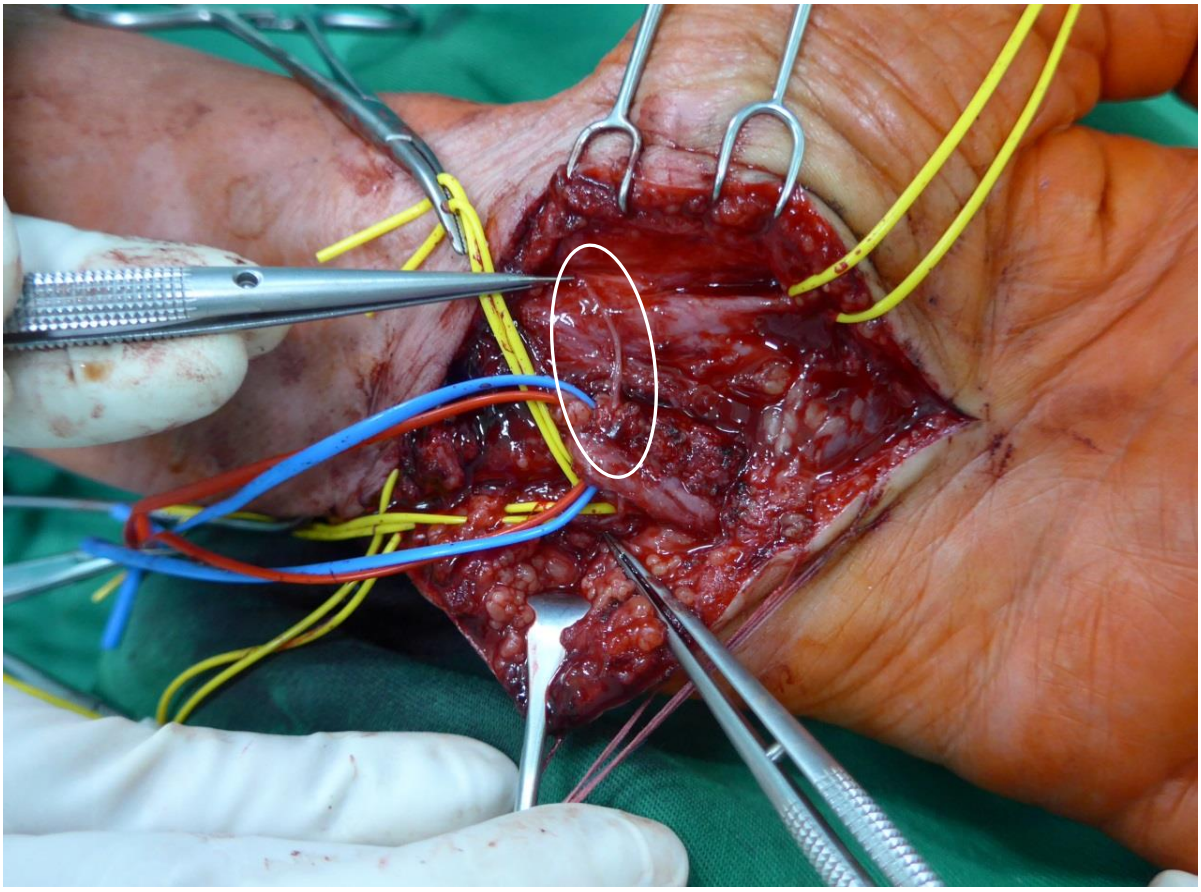


Фиг. 27 Идентифициране на r. recurrence n. mediani (⟶) и r. profundus n. ulnaris (⟹)



Фиг. 28 Идентифициране на крайното продължение на PIN (на върха на микропинсетата)

Фиг. 29 Отпрепариране в проксимална посока на максимално протежение на PIN (върху марлен компрес)



Фиг. 30 Свободна от опън коаптация както между интерпоната и донорния нерв, така и между интерпоната и реципиентния нерв се осъществява end-to-side (елипса)

IV. 3. ИЗПОЛЗВАНИ СКАЛИ ЗА ОТЧИТАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

IV.3. 1. Скала за оценка на възстановяването на моторната функция

Мускулната сила на дорзалния интеросален мускул в I-во междупръстно пространство (изследвана чрез абдукцията на показалеца) се определя чрез MRC (Medical Research Council) скалата за оценка на мускулна сила, модифицирана по Brandsma [24]. (Табл. 2)

Степен	
M0	липса на мускулна контракция
M1	мускулен тремор или контракция
M2	пълен обем на активно движение при липса на гравитация
M3	възможно активно движение срещу гравитация, но не и срещу съпротива
M4	възможно активно движение срещу гравитация и срещу лека съпротива
M5	нормална мускулна сила (пълно възстановяване)

Табл. 2

IV.3. 2. Скала за оценка на възстановяването на сетивната функция

За оценка на чувствителността на пулпата на V-ти пръст се използва MRC скалата за възстановяване на сетивността, модифицирана по Mackinnon и Dellon [24]. (Табл. 3)

Степен	
S0	липса на чувствителност
S1	възстановяване на чувствителност за дълбока кожна болка
S2	частично възстановяване на чувствителност за повърхностна болка и допир
S3	възстановяване на чувствителност за повърхностна кожна болка и допир без свръх отговор *С2ТДЧ>15 mm, **Д2ТДЧ>7 mm
S3+	възстановяване до ниво S3 с непълно възстановяване на 2-точковата дискриминационна чувствителност С2ТДЧ: 7–15 mm, Д2ТДЧ: 4–7 mm
S4	пълно възстановяване. С2ТДЧ: 2–6 mm, Д2ТДЧ: 2–3 mm

Табл. 3

*С2ТДЧ – статична 2-точкова дискриминационна чувствителност;

**Д2ТДЧ – динамична 2-точкова дискриминационна чувствителност;

IV.3. 3. Скала за клинична оценка на резултатите

За клинична оценка на постоперативните резултати е използвана скалата на Highet-Zachary(Табл. 4).

Highet-Zachary скала	
Резултати	
отлични	M5, S4, отрицателен Froment's sign
добри	M3 или M4, S3+, отрицателен Froment's sign
лоши	M2 или по-малко, S3 или по-малко, положителен Froment's sign

Табл. 4

IV.3. 4. Скала за оценка на функционалните резултатите – DASH скала.

Измерването на резултатите от увреждания на мишницата, рамото и ръката (DASH) е въпросник за самоотчитане от 30 елемента, предназначен за оценка на здравословното състояние на пациента през предходната седмица [106]. Елементите отчитат степента на трудност при извършване на различни физически дейности поради проблеми с мишницата, рамото и ръката (21 елемента), тежестта на всеки от симптомите на болка, свързана с дейност болка, изтръпване, слабост и скованост (пет елемента) и въздействието на проблема върху социалното функциониране, работата, съня и представата за себе си (четири елемента).

Всеки елемент има пет опции за отговор. След това резултатите се използват за изчисляване на скала, вариращa от 0 (без увреждане) до 100 (най-тежко увреждане) - това се нарича резултат DASH. Въпросникът DASH се използва като индикатор за въздействието на едно увреждане върху нивото и вида на дееспособност. Той оценява способността на човек като цяло да функционира, дори ако лицето компенсира с другия крайник.

Той е разработен както за описване на дееспособността на хора с увреждания на горните крайници, така и за проследяване на промените в симптомите и функцията във времето. Обширното тестване показа, че DASH се справя добре с тези две задачи. Той дава на клиницистите и изследователите предимството да имат един надежден инструмент, който може да се използва за оценка на която и да е или на всички стави в горния крайник.

В допълнение към основния въпросник DASH, измерването на резултат DASH съдържа и два незадължителни модула с четири елемента, предназначени да измерват симптомите и функцията при спортисти,

артисти-изпълнители и други работници, чиито професии изискват висока степен на физическо натоварване. Тъй като те могат да изпитват затруднения само при високи нива на натоварване – които са извън обхвата на измерването на резултатите DASH чрез 30 елемента, лекарите специалисти трудова медицина и други клиницисти могат да намерят модулите, които се оценяват отделно от DASH, полезни при оценката на тези професионални работници.

В заключение DASH скалата има стойности от 0 до 100, като по-ниски стойности обуславят по-добър краен функционален резултат.

IV. 4. СТАТИСТИЧЕСКИ МЕТОДИ

За описанието и анализа на събраните данни сме използвали следните статистически методи приети за биомедицинските науки [1]:

IV. 4. 1. *Описателни методи за обобщаване и описание на данните*:

IV. 4. 1. 1. Неметрични данни:

- абсолютни и относителни честоти (в проценти) за едномерните разпределения;
- таблици на съвместното разпределение (крос-таблици) за разпределението по два параметъра.

IV. 4. 1. 2. Метрични данни:

- Следните статистики бяха използвани при описанието на този тип информация: брой на случаите, средна аритметична, медиана, минимална и максимална стойности, стандартно отклонение.

IV. 4. 2. *Графични методи.*

Използвани са диаграми за онагледяване на средните стойности.

IV. 4.3. *Методи на статистическия извод.*

В зависимост от типа на скалите, по които се измерват анализираните параметри бяха използвани следните подходи за проверка на статистически хипотези:

IV. 4. 3. 1. Неметрични данни:

- U-тест на Ман-Уитни (Mann-Whitney U test).

IV. 4. 3. 2. Метрични данни:

- за сравняване на средната стойност на наблюдения от една и съща извадка - t-тест на Стюдънт за зависими извадки.
- за сравняване на средната стойност на наблюдения от две независими извадки - t-тест на Стюдънт за независими извадки;
- за установяване дали данните от определена извадка следват нормалното разпределение – тест на Колмогоров-Смирнов и тест на Шапиро-Уилк
- за установяване дали данните от 2 независими извадки имат равни вариации – тест на Лавин
- мулти-вариационен дисперсионен анализ с ковариати (MANCOVA)

V. СОБСТВЕНИ РЕЗУЛТАТИ

При оценка на резултатите е важно да се запомни, че функцията на ръката може да се подобрява до 5 години след извършването на дистален нервен трансфер при висока увреда на ЛН. Нарастващото подобрение може да се дължи както на продължаващата нервна регенерация и инервация, така също и на физиологичната адаптация към новите модели на инервация. По принцип, колкото по-проксимална е увредата, толкова по-лоши са резултатите, както са и тези, изискващи възстановяване чрез нервни графтове или тези, при които възстановяването е извършено по отложен начин.

В Таблица 5 и Таблица 6 са представени индивидуалните демографски и клинични данни на пациентите.

Пациент №	Възраст (години)	Интервал травма – операция (месеци)	Период на проследяване (години)	Двигателно възстановяване	Сетивно възстановяване
1	7	5	5	M4	S3+/S4
2	53	7	5	M3	S2
3	31	7	5	M3	S2
4	6	2	5	M5	S3+/S4
5	59	1	4	M5	S4/S3+
6	60	10	4	M3	S2
7	30	2	4	M2	S1
8	39	15	4	M3	S2
9	28	16	4	M5	S3+/S4
10	6	4	4	M5	S4
11	2	4	3	M3	S3/S3+
12	13	8	3	M4	S3/S3+
13	19	11	3	M4	S3
14	23	18	3	M3	S2
15	24	6	3	M3	S2
16	19	4	2	M5	S4
17	18	1	2	M4	S3
18	24	3	2	M4	S3
19	43	4	1	M4	S4
20	62	1	1	M2	S0
21	56	24	1	M2	S2
22	57	5	1	M3	S2
23	41	18	1	M3	S2
24	13	10	1	M4	S3
25	56	5	2	M2	S1
26	33	4	4	M3	S2
27	42	6	5	M3	S2
28	36	3	3	M3	S2
29	35	4	5	M4	S3/S3+
30	8	4	2	M5	S3+

Табл. 5

Пациент №	**Симптом на Froment**	**2-точкова дискриминационна чувствителност (мм)**		**Сила на върхов захват (%) (триточков)**	**Сила на юмручен захват (%)**	**DASH**
		Динамична	Статична			
1	negative	5	5	100	89	3
2	negative			57	63	31
3	negative			68	58	25
4	negative	4	5	83	56	0
5	negative	5	10	90	133	0
6	negative			52	58	38
7	positive			25	30	29
8	negative			60	67	14
9	negative	3-4	2-3	89	69	20
10	negative	2	3	100	100	17
11	negative	8-10	6-8	83	87	0
12	negative	9	12	80	85	11
13	negative	8	17	84	80	16
14	negative			60	67	19
15	negative			67	73	19
16	negative	3	3	80	90	10
17	negative	11	18	72	77	18
18	negative	13	17	78	82	22
19	negative	2-3	3-4	67	90	59
20	positive	0	0	0	0	77
21	positive			30	35	49
22	negative			58	64	42
23	negative			62	60	34
24	negative	8	16	79	72	21
25	positive			38	42	53
26	negative			66	71	26
27	negative			59	65	31
28	negative			63	60	25
29	negative	10	15	81	84	18
30	negative	6	11	90	85	7

Табл. 6

Средната възраст на пациентите при настъпване на високата увреда на лакътния нерв е 31,43 години, като най-младият пациент е на 2 години, а най-възрастният на 62 години.

Средната интраоперативна възраст е 31,43±18,51 (Табл. 7)

	Възраст (години)					
	Брой	Средна	Медиана	Мин.	Макс.	Стандартно отклонение
Общо	**30**	**31,43**	**30,5**	**2**	**62**	**18,51**

Табл. 7

Средният срок на проследяване на пациентите в нашето изследване е 3,07 години – от 1 до 5 години.

Средният срок на проследяване е 3,07 год. ±1.44 (Табл. 8)

	Срок на проследяване (години)					
	Брой	Средна	Медиана	Мин.	Макс.	Стандартно отклонение
Общо	**30**	**3,07**	**3**	**1**	**5**	**1,44**

Табл. 8

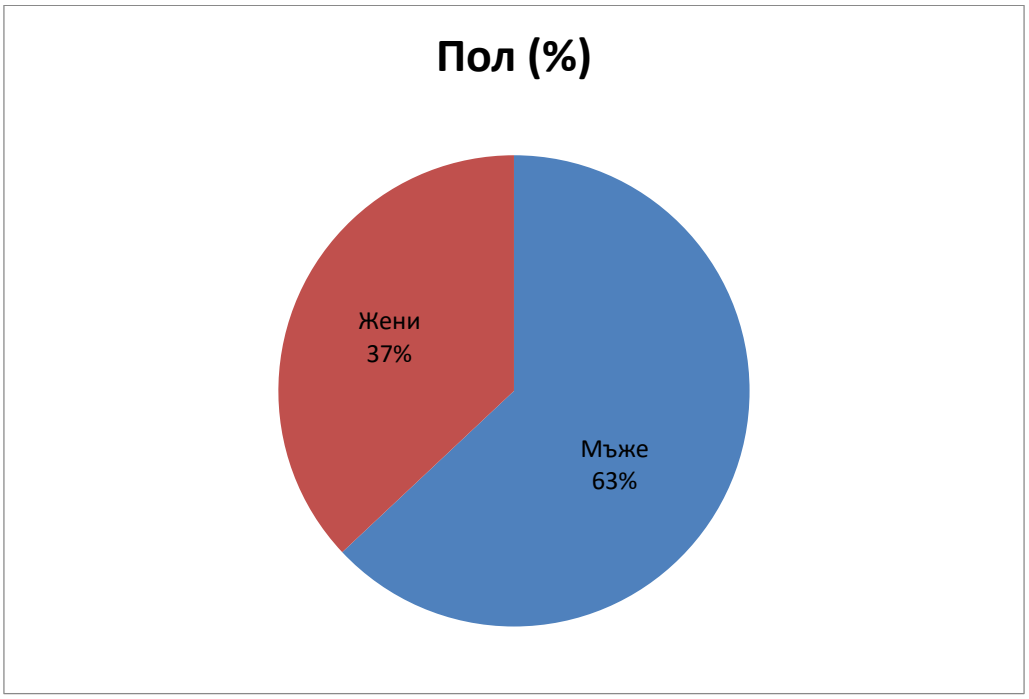
V. 1. РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА ПАЦИЕНТИТЕ ПО:

V.1. 1. Пол:

По отношение на половото разпределение преобладава мъжкия пол – 63% спрямо женския пол – 37%.

Пол	Брой пациенти	%
Мъже	19	63
Жени	11	37

Табл. 9



Граф. 1 Графично разпределение на пациентите по пол

V.1. 2. Ниво на увреда:

При разпределяне на пациентите по признак „ниво на увреда” се вижда, че почти 90% от увредите се случват на ниво лакътна става (57%) и мишница (30%). По-проксималните нива на увреда (аксиларна ямка и подключична област), както и по-дисталното такова (проксимална 1/3 на предмишница) са с незначително дялово разпределение.

Ниво на увреда	Брой пациенти	%
Лакътна става	17	57
Мишница	9	30
Проксимална 1/3 на предмишница	2	7
Аксиларна ямка	1	3
Подключична област	1	3

Табл. 10

Граф. 2Графично разпределение на пациентите според нивото на увреда на ЛН

V.1. 3. Вид на увредата:

Факт, който изисква по-задълбочено изследване, се разкрива при разпределението на нашите пациенти спрямо етиологичния фактор на високите увреди на ЛН. На първо място са увредите с ятрогенен произход – 42%, следвани от разкъсно-контузни наранявания – 21 % и порезни наранявания – 17%.

Вид на увредата	Брой пациенти	%
Ятрогенна увреда	13	42
Разкъсно-контузна рана	7	21
Порезна рана	5	17
Прободна рана	2	8
Резекция (карцином)	2	8
Огнестрелна рана	1	4

Табл. 11

Граф. 3 Графично разпределение на пациентите според вида на увреда на ЛН

V.1. 4. Клинична оценка на следоперативните резултати:

За клинична оценка на следоперативните резултати е използвана скалата на **Highet-Zachary**, както и **DASH** скалата. В нашата серия отличните и добри резултати са 87%, които са съпоставими с тези от проучването на Sallam и съавтори от 2017 г., в което отличните и добри резултати са 84%.

Highet-Zachary скала		
Резултати	Брой пациенти	%
Отлични	6	20
Добри	20	67
Лоши	4	13

Табл. 12

Граф. 4 Графично представяне на клиничната оценка на собствените резултати според Highet-Zachary скалата

V.1. 5. Функционална оценка на следоперативните резултати:

Средната стойност на DASH скалата при пациентите, включени в нашето проучванее 26,43 (най-ниска стойност – 0, най-висока стойност – 77), докато в проучването на Vordemvenne и съавтори от 2007 г. средната крайна стойност на DASH скалата е 22 (DASH скалата има стойности от 0 до 100, като по-ниски стойности обуславят по-добър краен резултат).

Средна стойност на DASH-BG скалата – 26,43±18,02 (Табл. 13)

	DASH					
	Брой	Средна	Медиана	Мин.	Макс.	Стандартно отклонение
Общо	30	26,43	23,5	0	77	18,02

Табл. 13

V. 2. СТАТИСТИЧЕСКИ АНАЛИЗ НА СОБСТВЕНИТЕ РЕЗУЛТАТИ:

Резултатите са анализирани със стандартни статистически тестове.

1. Анализираме данните за върхов захват (триточков) ($ВЗ_{(т)}$), юмручен захват (ЮЗ) и DASH (Табл. 14).

Тестове за нормално разпределение						
	Тест на Колмогоров-Смирнов			Тест на Шапиро-Уилк		
	Стойност на статистиката	Степени на свобода (d.f.)	p-стойност	Стойност на статистиката	Степени на свобода (d.f.)	p - стойност
$ВЗ_{(т)}$	0,168	30	**0,031**	0,902	30	**0,009**
ЮЗ	0,163	30	**0,041**	0,878	30	**0,003**
DASH	0,110	30	0,200	0,952	30	0,195

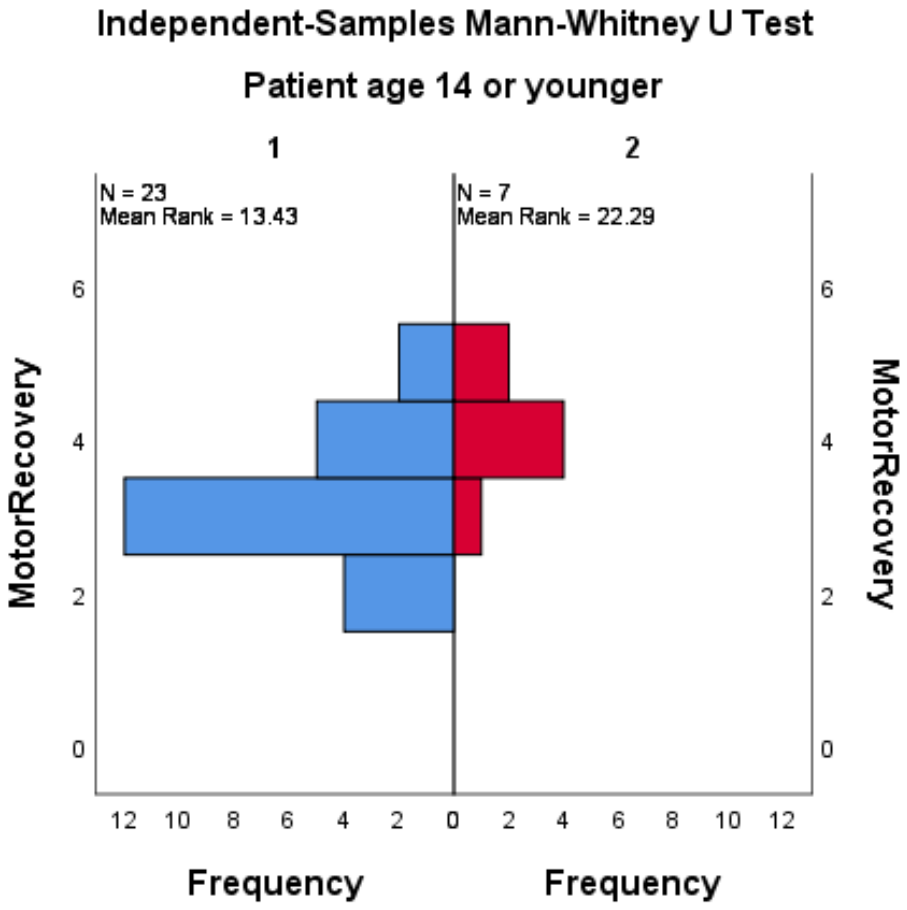
Табл. 14

Нулевата хипотеза (H_0) и в двата теста гласи, че извадките са нормално разпределени. При p-стойност<0,05, отхвърляме H_0 и приемаме, че липсва нормално разпределение на данните в съответните извадки. Видно от статистиките в по-горната таблица, отхвърляме H_0 за $ВЗ_{(т)}$ и за ЮЗ, т.е. те

не са нормално разпределени, докато за DASH нямаме основание да отхвърлим H_0, т.е. DASH е нормално разпределена в извадката. Независимо от липсата на нормално разпределени данни за $ВЗ_{(т)}$ и за ЮЗ в извадката, което е основна предпоставка за използване на Student's t-test, за проверка на хипотезите за средната стойност на извадката и при трите – $ВЗ_{(т)}$, ЮЗ и DASH – ще използваме Student's t-разпределение, защото разчитаме на достатъчно голям брой пациенти в извадката (30 човека).

2. Нулева хипотеза(H_0) – деца до 14 год. вкл. (7 пациенти) имат **еднакво** моторно и сензорно възстановяване в сравнение с възрастните. Пациентите над 60 години са само 2, така че не могат да се отделят възрастните в отделна група.

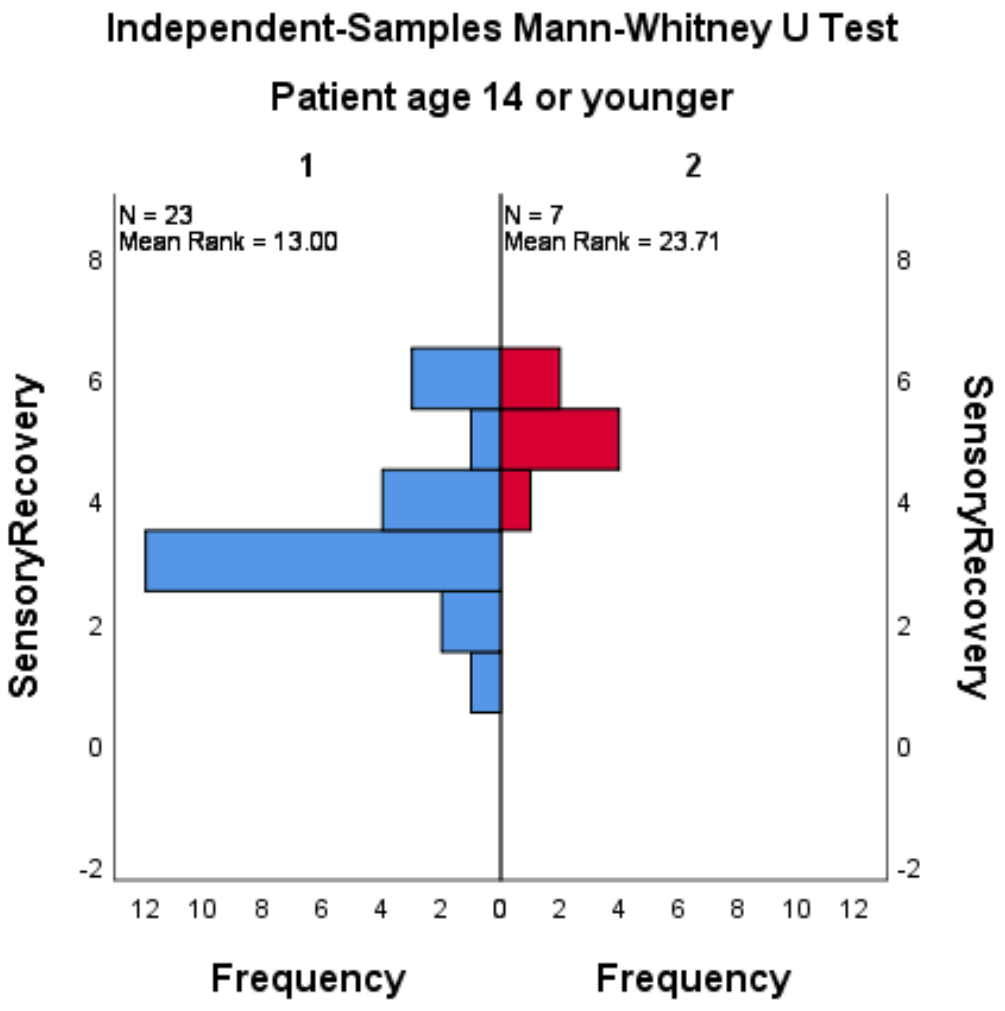
Използваме U-тест на Ман-Уитни.



Граф. 5 Графично представяне на зависимостта на моторното възстановяване от възрастта

U тест на Ман-Уитни за независими извадки	
Брой	30
Статистика Mann-Whitney U	128
Статистика Wilcoxon W	156
Стойност на тест статистиката	128
Стандартна грешка	19,22
Стандартизирана стойност на статистиката	2,47
Асимптотична **p-value** (2 стр. тест)	0,013
Точна **p-value** (2 стр. тест)	**0,019**

Табл. 15



Граф. 6 Графично представяне на зависимостта на сетивното възстановяване от възрастта

U тест на Ман-Уитни за независими извадки	
Брой	30
Статистика Mann-Whitney U	138
Статистика Wilcoxon W	166
Стойност на тест статистиката	138
Стандартна грешка	19,59
Стандартизирана стойност на статистиката	2,94
Асимптотична **p-value** (2 стр. тест)	0,003
Точна **p-value** (2 стр. тест)	**0,003**

Табл. 16

Извод: С ниво на достоверност 95% отхвърляме H_0 за еднакви медиани на деца и възрастни както по отношение на моторно, така и по отношение на сензорно възстановяване. С други думи, при децата оценките както за сензорно, така и за моторно възстановяване имат **статистически значимо** по-висока медиана от медианата на възрастните, т.е. **оценките при децата както за сензорно, така и за моторно възстановяване са по-добри.**

3. Нулева хипотеза(H_0) – децата до 14 год. вкл. **имат по-добър** $ВЗ_{(т)}$ и ЮЗ и **по-ниска стойност** на DASH в сравнение с възрастните.

Групови статистики					
	Възраст на пациента	Брой	Средна стойност	Стандартно отклонение	Стандартна грешка
$ВЗ_{(т)}$	Над 14 г.	23	60,43	20,62	4,30
	До 14 г.	7	84,29	8,32	3,15
ЮЗ	Над 14 г.	23	62,96	20,73	4,32
	До 14 г.	7	79,14	11,65	4,41
DASH	Над 14 г.	23	32,30	16,09	3,36
	До 14 г.	7	7,14	7,38	2,79

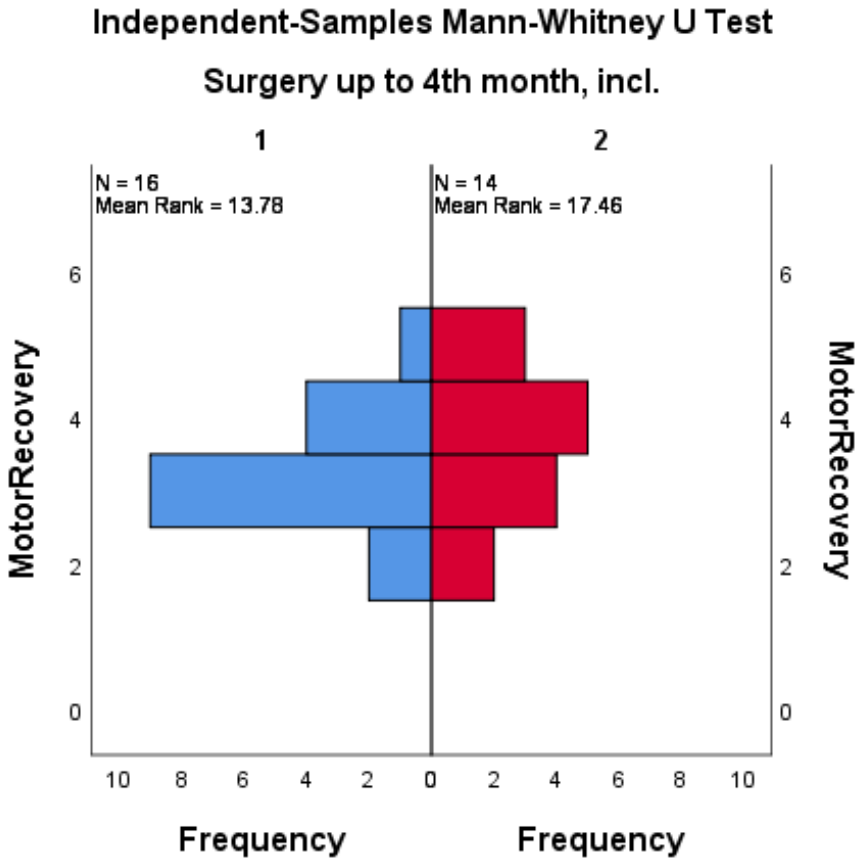
Табл. 17

Тест при независими извадки						
		Тест на Лавин за еднаквост на вариациите		t-тест на Стюдънт за равенство между средни стойности		
		F стат.	**р-стойност**	t стат.	Степени на свобода (df)	**р-стойност** (2 стр.)
$ВЗ_{(т)}$	Еднаква вариация	2,126	**0,156**	-2,959	28	0,006
	Различна вариация			-4,478	25,288	0,000
ЮЗ	Еднаква вариация	1,041	**0,316**	-1,958	28	0,060
	Различна вариация			-2,623	18,452	0,017
DASH	Еднаква вариация	3,410	**0,075**	3,975	28	0,000
	Различна вариация			5,767	22,859	0,000

Таблица 18

Извод: Тестът на Лавин показва, че и при трите показателя ($ВЗ_{(т)}$, ЮЗ и DASH) не можем да отхвърлим H_0 за еднаква вариация на двете подгрупи (на деца и възрастни), съответно релевантните статистики са на редовете "Еднаква вариация". С ниво на достоверност 95% можем да твърдим, че и трите показателя – **$ВЗ_{(т)}$, ЮЗ и DASH – са по-добри при деца, отколкото при възрастни**.

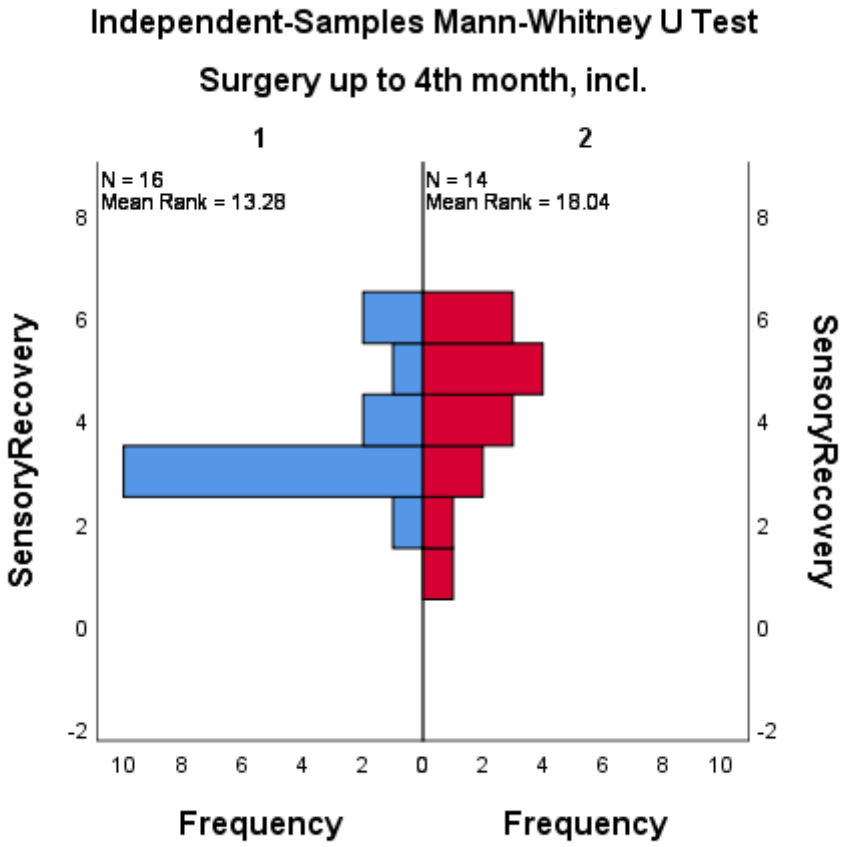
4. Нулева хипотеза (H_0) - пациенти, които са оперирани до 4-тия месец, вкл. след травмата (14 човека) показват **еднакво** моторно или сензорно възстановяване, или **еднакъв** $ВЗ_{(т)}$, ЮЗ или DASH в сравнение с пациентите оперирани на 5-тия месец и по-късно (16 човека).



Граф. 7 Графично представяне на зависимостта на моторно възстановяване от интервалът травма-операция до 4-тия месец, вкл.

U тест на Ман-Уитни за независими извадки	
Брой	30
Статистика Mann-Whitney U	139,5
Статистика Wilcoxon W	244,5
Стойност на тест статистиката	139,5
Стандартна грешка	22,67
Стандартизирана стойност на статистиката	1,213
Асимптотична **p-value** (2 стр. тест)	0,225
Точна **p-value** (2 стр. тест)	0,257

Табл. 19



Граф. 8 Графично представяне на зависимостта на сетивното възстановяване от интервалът травма-операция до 4-тия месец, вкл.

U тест на Ман-Уитни за независими извадки	
Брой	30
Статистика Mann-Whitney U	147,5
Статистика Wilcoxon W	252,5
Стойност на тест статистиката	147,5
Стандартна грешка	23,11
Стандартизирана стойност на статистиката	1,536
Асимптотична **p-value** (2 стр. тест)	0,124
Точна **p-value** (2 стр. тест)	0,142

Табл. 20

Групови статистики					
	Време от травмата до операцията	Брой	Средна стойност	Стандартно отклонение	Стандартна грешка
$ВЗ_{(т)}$	Над 4 мес.	16	65,38	18,08	4,52
	До 4 мес.	14	66,71	24,65	6,59
ЮЗ	Над 4 мес.	16	64,81	14,03	3,51
	До 4 мес.	14	68,93	25,71	6,87
DASH	Над 4 мес.	16	28,00	13,72	3,43
	До 4 мес.	14	24,64	22,38	5,89

Табл. 21

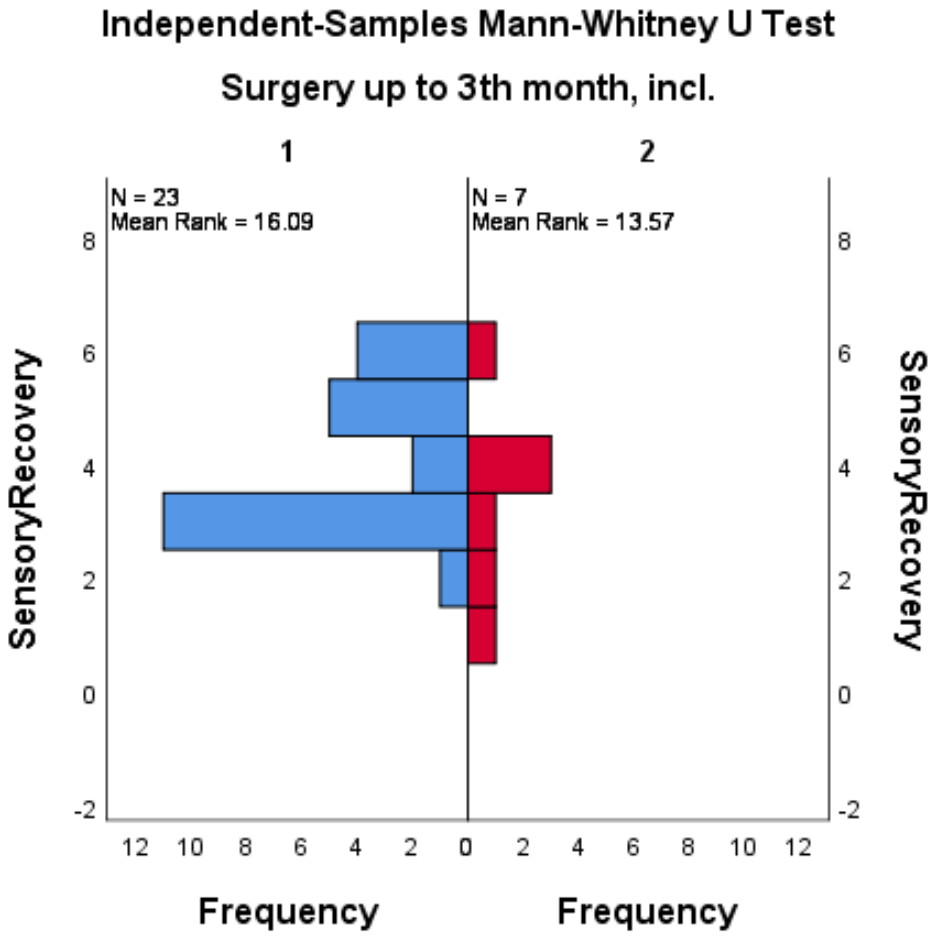
Тест при независими извадки						
		Тест на Лавин за еднаквост на вариациите		t-тест на Стюдънт за равенство между средни стойности		
		F стат.	**p-value**	t стат.	Степени на свобода (df)	**p-value** (2 стр.)
$ВЗ_{(т)}$	Еднаква вариация	0,203	0,656	-0,171	28	0,865
	Различна вариация			-0,168	23,588	0,868
ЮЗ	Еднаква вариация	2,865	0,102	-0,554	28	0,584
	Различна вариация			-0,534	19,513	0,600
DASH	Еднаква вариация	1,491	0,232	0,502	28	0,619
	Различна вариация			0,487	20,985	0,631

Табл. 22

Извод: С ниво на достоверност 95%, не можем да отхвърлим нулевата хипотеза за еднакви медиани на двете групи, т.е. **не можем да твърдим, че получилите оперативна помощ до 4-тия месец вкл. имат по-добро моторно и сензорно възстановяване.**

Отново, с ниво на достоверност 95%, не можем да отхвърлим H_0 за еднакви средни стойности на двете извадки по отношение на $ВЗ_{(т)}$, ЮЗ и DASH, т.е. **не можем да твърдим, че получилите оперативна помощ до 4-тия месец вкл. имат по-добри $ВЗ_{(т)}$, ЮЗ и DASH, в сравнение с онези, които са получили оперативна помощ след 5 и повече месеца.**

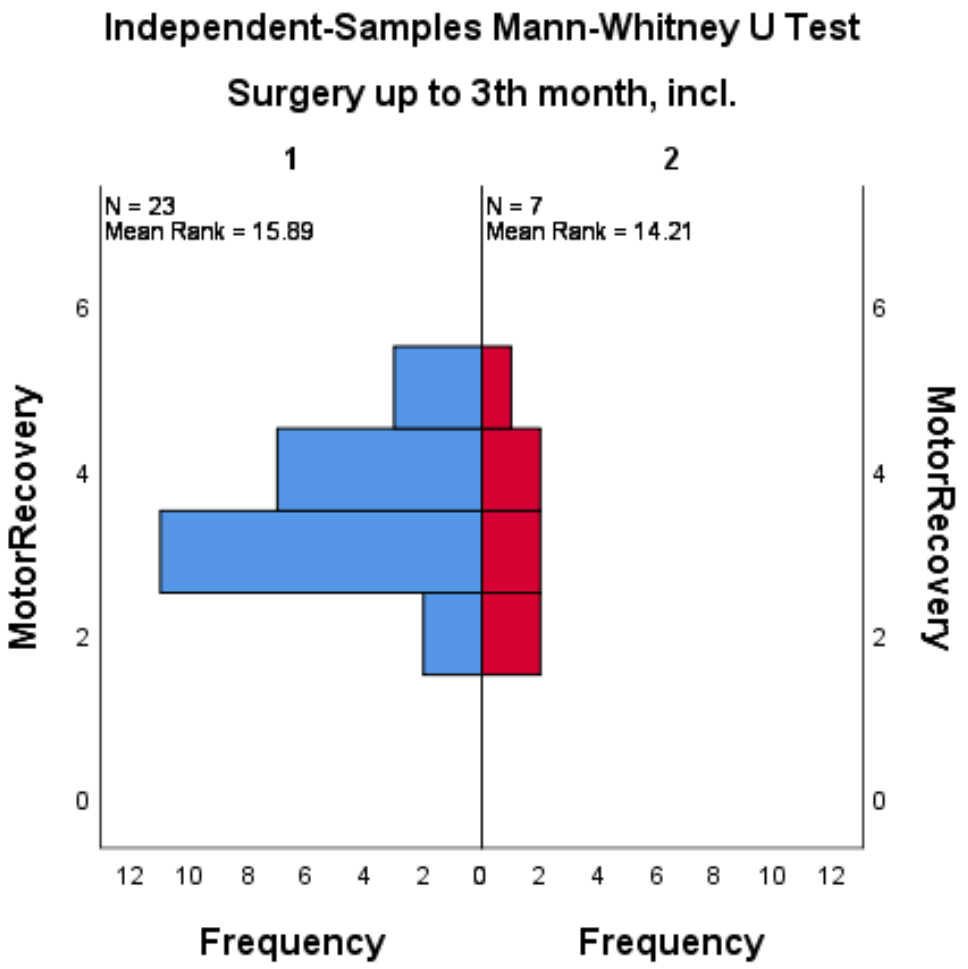
Проверяваме същата нулева хипотеза (H_0), но за **операция до 3-тия месец вкл.**



Граф. 9 Графично представяне на зависимостта на сетивното възстановяване от интервалът травма-операция до 3-тия месец, вкл.

U тест на Ман-Уитни за независими извадки	
Брой	30
Статистика Mann-Whitney U	67
Статистика Wilcoxon W	95
Стойност на тест статистиката	67
Стандартна грешка	19,591
Стандартизирана стойност на статистиката	-0,689
Асимптотична **p-value** (2 стр. тест)	0,491
Точна **p-value** (2 стр. тест)	0,532

Табл. 23



Граф. 10 Графично представяне на зависимостта на моторно възстановяване от интервалът травма-операция до 3-тия месец, вкл.

U тест на Ман-Уитни за независими извадки	
Брой	30
Статистика Mann-Whitney U	71,5
Статистика Wilcoxon W	99,5
Стойност на тест статистиката	71,5
Стандартна грешка	19,217
Стандартизирана стойност на статистиката	-0,468
Асимптотична **p-value** (2 стр. тест)	0,640
Точна **p-value** (2 стр. тест)	0,666

Табл. 24

Групови статистики					
	Време от травмата до операцията	Брой	Стедна стойност	Стандартно отклонение	Стандартна грешка
$ВЗ_{(т)}$	Над 3 мес.	23	69,04	16,60	3,46
	До 3 мес.	7	56,00	31,20	11,79
ЮЗ	Над 3 мес.	23	70,61	15,06	3,14
	До 3 мес.	7	54,00	29,46	11,13
DASH	Над 3 мес.	23	25,04	16,00	3,33
	До 3 мес.	7	31,00	24,47	9,25

Табл. 25

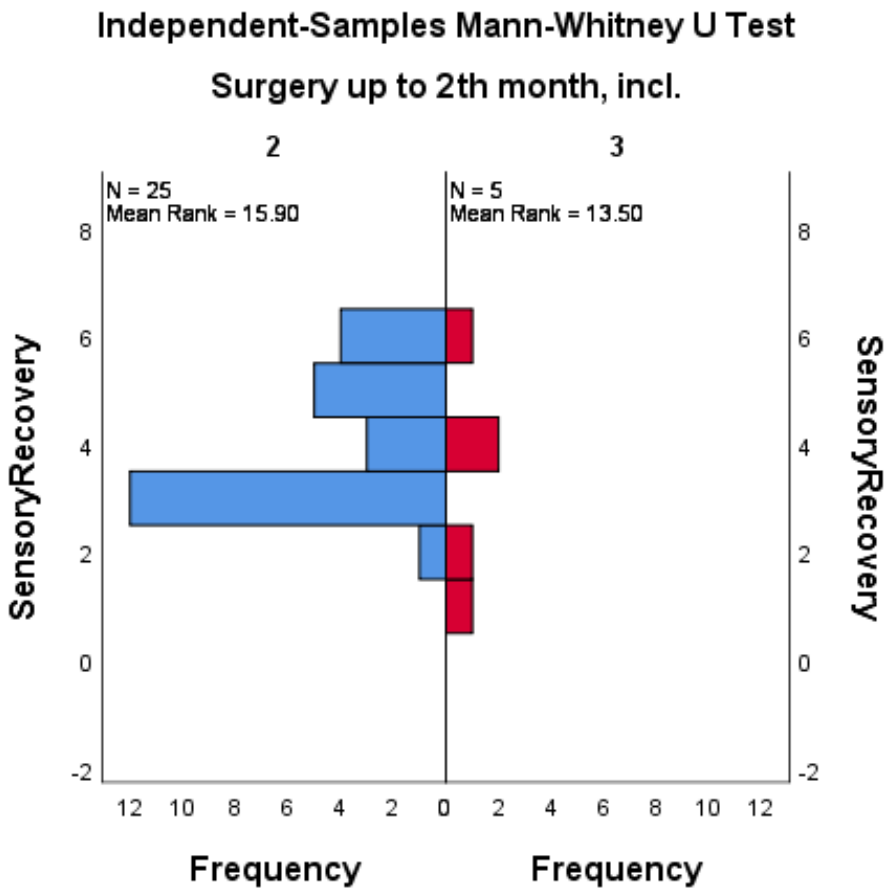
Тест при независими извадки						
		Тест на Лавин за еднаквост на вариациите		t-тест на Стюдънт за равенство между средни стойности		
		F стат.	**p-value**	t стат.	Степени на свобода (df)	**p-value** (2 стр.)
$ВЗ_{(т)}$	Еднаква вариация	5,718	0,024	1,465	28	0,154
	Различна вариация			1,061	7,065	0,323
ЮЗ	Еднаква вариация	4,660	0,040	2,017	28	0,053
	Различна вариация			1,436	6,980	0,194
DASH	Еднаква вариация	0,937	0,341	-0,760	28	0,454
	Различна вариация			-0,606	7,629	0,562

Табл. 26

Извод: До същите изводи се достига и за пациентите, подложени на операция до 3-тия (вкл.) месец след травмата – не можем да отхвърлим нулевата хипотеза за еднакви средни стойности на двете подизвадки (едната на пациенти, получили оперативна помощ до 3-тия месец вкл., а другата – на пациенти, получили оперативна помощ по-късно). Съответно, не можем да твърдим с ниво на достоверност 95%, че получилите оперативна помощ до 3-тия месец вкл. получават по-високи резултати за моторно и за сензорно възстановяване.

За $ВЗ_{(т)}$, ЮЗ и DASH изводите са същите – с ниво на достоверност 95%, не можем да отхвърлим H_0 , т.е. не можем да твърдим че получилите оперативна помощ до 3-тия месец вкл. имат по-добри $ВЗ_{(т)}$, ЮЗ и DASH, в сравнение с онези, които са получили оперативна помощ след 4 и повече месеца.

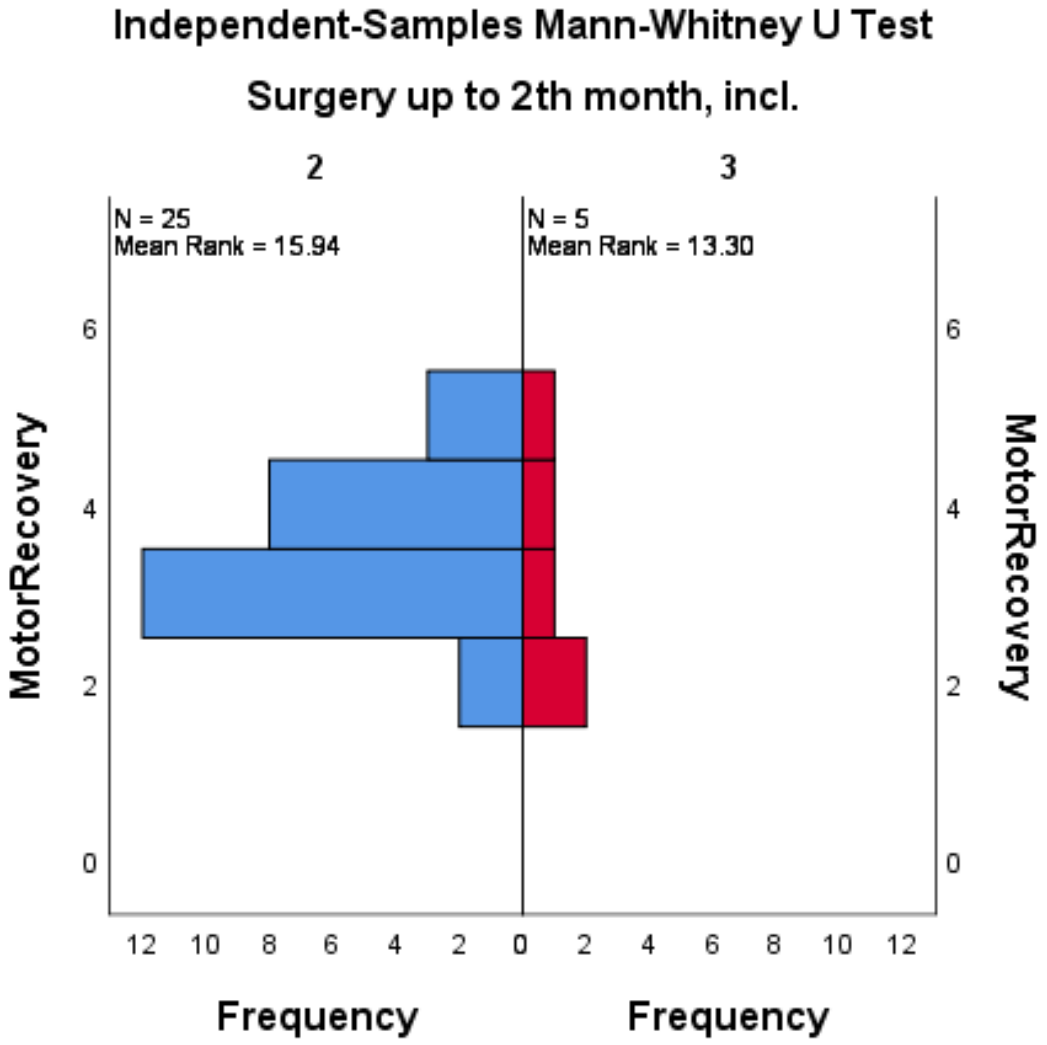
Проверяваме същата нулева хипотеза (H_0), но за получилите **оперативна помощ до 2-рия месец след травмата** – дали имат по-добро сензорно или моторно възстановяване, или по-добри $ВЗ_{(т)}$, ЮЗ или DASH в сравнение с пациенти, получили оперативна помощ след 2 и повече месеца.



Граф. 11 Графично представяне на зависимостта на сензорно възстановяване от интервалът травма-операция до 2-рия месец, вкл.

U тест на Ман-Уитни за независими извадки	
Брой	30
Статистика Mann-Whitney U	52,5
Статистика Wilcoxon W	67,5
Стойност на тест статистиката	52,5
Стандартна грешка	17,262
Стандартизирана стойност на статистиката	-0,579
Асимптотична **p-value** (2 стр. тест)	0,562
Точна **p-value** (2 стр. тест)	0,589

Таблица 27



Граф. 12 Графично представяне на зависимостта на моторно възстановяване от интервалът травма-операция до 2-рия месец, вкл.

U тест на Ман-Уитни за независими извадки	
Брой	30
Статистика Mann-Whitney U	51,5
Статистика Wilcoxon W	66,5
Стойност на тест статистиката	51,5
Стандартна грешка	16,933
Стандартизирана стойност на статистиката	-0,650
Асимптотична **p-value** (2 стр. тест)	0,516
Точна **p-value** (2 стр. тест)	0,552

Табл. 28

Групови статистики					
	Време от травмата до операцията	Брой	Средна стойност	Стандартно отклонение	Стандартна грешка
$ВЗ_{(т)}$	Над 2 мес.	25	69,16	16,05	3,21
	До 2 мес.	5	50,20	35,84	16,03
ЮЗ	Над 2 мес.	25	70,64	14,76	2,95
	До 2 мес.	5	47,20	32,23	14,41
DASH	Над 2 мес.	25	24,92	15,34	3,07
	До 2 мес.	5	34,00	29,28	13,10

Табл. 29

Тест при независими извадки						
		Тест на Лавин за еднаквост на вариациите		t-тест на Стюдънт за равенство между средни стойности		
		F стат.	**p-value**	t стат.	Степени на свобода (df)	**p-value** (2 стр.)
$ВЗ_{(т)}$	Еднаква вариация	12,920	0,001	1,925	28	0,064
	Различна вариация			1,160	4,326	0,306
ЮЗ	Еднаква вариация	8,933	0,006	2,614	28	0,014
	Различна вариация			1,593	4,341	0,181
DASH	Еднаква вариация	3,820	0,061	-1,030	28	0,312
	Различна вариация			-0,675	4,449	0,533

Табл. 30

Извод: До същите изводи се достига и за пациентите, подложени на операция до 2-рия (вкл.) месец след травмата – не можем да отхвърлим нулевата хипотеза за еднакви медиани на двете подизвадки, т.е. не можем да твърдим с ниво на достоверност 95%, че получилите оперативна помощ до 2-рия месец след травмата получават по-високи резултати за моторно и за сензорно възстановяване.

За $ВЗ_{(т)}$, ЮЗ и DASH изводите са същите – с ниво на достоверност 95%, не можем да отхвърлим нулевата хипотеза за еднакви средни стойности, т.е. не можем да твърдим, че получилите оперативна помощ до 2-рия месец вкл. имат по-добри $ВЗ_{(т)}$, ЮЗ и DASH, в сравнение с онези, които са получили оперативна помощ след 2 и повече месеца.

При оценка на ефекта на интервала от травмата до времето на операция върху възстановяването на моторните и сензорни функции беше взета предвид възможността този ефект да е повлиян от съпътстващи фактори като възраст на пациента и период на проследяване. Беше направено допускането, че този ефект се различава между деца и възрастни, както и че зависи от периода на проследяване. За да се провери това допускане, беше проведен мулти-вариационен дисперсионен анализ с ковариати (MANCOVA), в който зависимите променливи бяха показателите за сила на $ВЗ_{(т)}$, сила на ЮЗ и DASH, между-групов фактор беше интервалът от травмата до времето на операция с две нива (и-ТО, < 4 месеца, > 4 месеца), а ковариати бяха възрастта (В, в години) и периодът на проследяване (ПП, в години).

В съответствие с направеното предположение беше наблюдаван значим ефект на взаимодействие между и-ТО и възрастта за сила на ЮЗ (и-ТО х В, F (1/29) = 4.0, p = 0.05) и DASH (и-ТО х В, F (1/29) = 10.7, p = 0.003), с тенденция за сила на $ВЗ_{(т)}$. Взаимодействието отразява факта, че много по-силен и значим ефект на възрастта върху възстановяване на силата на ЮЗ се наблюдава при и-ТО > 4 месеца (и-ТО < 4 месеца, r = -0.5, p> 0.05; и-ТО > 4 месеца, r = -0.8, p< 0.001). Този резултат сочи, че ранната интервенция е със сравнима ефективност за възстановяване на силата на ЮЗ при деца и възрастни, докато късната интервенция намалява ефективното възстановяването на силата на ЮЗ с напредване на възрастта. Ефектът на възрастта върху удоволетвореността (DASH показател) е по- силен при ранна интервенция (и-ТО < 4 месеца, r = 0.891, p< 0.001; и-ТО > 4 месеца, r = 0.879, p< 0.001). Допълнително беше установено, че ефектът на и-ТО върху възстановяването на ЮЗ зависи и от ПП (ПП х В, F (1/29) = 4.0, p = 0.05). При ранна интервенция (< 4 месеца) възстановяването на силата на ЮЗ е сравнимо при различните периоди на проследяване (r = 0.08, p> 0.7), докато при късната интервенция (> 4 месеца) възстановяването е с тенденция да се подобрява с времето (r = 0.35, p = 0.15). Подобни, но незначими ефекти бяха наблюдавани и за силата на $ВЗ_{(т)}$.

Тези резултати сочат, че ефектът на интервала от травмата до времето на операция върху възстановяването на моторните и сензорни функции, както и удоволетвореността, силно зависят от съпътстващи редица фактори (възраст на пациента и период на проследяване), с вероятна допълнителна модулация от вида на травмата и нивото на увреда.

5. Проверяваме дали оперираните пациенти имат полза от операцията, т.е. дали оперираната ръка средно има повече от 0% $ВЗ_{(т)}$ и ЮЗ в сравнение със здравата ръка.

Статистики на единична извадка				
	Брой	Средна стойност	Стандартно отклонение	Стандартна грешка
$ВЗ_{(т)}$	30	66,00	21,024	3,838
ЮЗ	30	66,73	20,064	3,663

Табл. 31

Статистики на единична извадка						
Тествана хипотеза: стойността е равна на **0**						
	Стойност на t статистиката	Степени на свобода (df)	**p-стойност** (2 стр.)	Средна стойност на разликата	95% доверителен интервал за разликата	
$ВЗ_{(т)}$	17,195	29	**0,000**	66,000	58,15	73,85
ЮЗ	18,218	29	**0,000**	66,733	59,24	74,23

Табл. 32

Извод: От горепосочените статистически изследвания с ниво на достоверност 95% отхвърляме $H_{0,}$ че средната стойност на $ВЗ_{(т)}$, ЮЗ е 0% на оперираната ръка , т.е. можем да твърдим, че оперираната ръка има повече от 0% $ВЗ_{(т)}$ и ЮЗ спрямо здравата ръка.

6. Проверяваме дали операцията решава изцяло проблема на оперираните пациенти, т.е. дали оперираната ръка има средно 100% $ВЗ_{(т)}$ и ЮЗ от здравата ръка.

Статистики на единична извадка				
	Брой	Средна стойност	Стандартно отклонение	Стандартна грешка
$ВЗ_{(т)}$	30	66,00	21,024	3,838
ЮЗ	30	66,73	20,064	3,663

Табл. 33

Статистики на единична извадка						
Тествана хипотеза: стойността е равна на **100**						
	Стойност на t статистиката	Степени на свобода (df)	**p-стойност** (2 стр.)	Средна стойност на разликата	95% доверителен интервал за разликата	
$ВЗ_{(т)}$	-8,858	29	0,000	-34,000	-41,85	-26,15
ЮЗ	-9,082	29	0,000	-33,267	-40,76	-25,77

Табл. 34

Извод: Според този тест с ниво на достоверност 95% отхвърляме $H_{0,}$ че средната стойност на $ВЗ_{(т)}$ и ЮЗ е 100% на оперираната ръка, т.е. можем да твърдим, че оперираната ръка е по-слаба от здравата и има по-малко от 100% $ВЗ_{(т)}$ и ЮЗ.

7. Проверяваме дали операцията дава изцяло удоволетворение на оперираните пациенти, т.е. дали имат средно 0 DASH стойност.

Статистики на единична извадка				
	Брой	Средна стойност	Стандартно отклонение	Стандартна грешка
DASH	30	26,43	18,020	3,290

Табл. 35

Статистики на единична извадка						
Тествана хипотеза: стойността е равна на **0**						
	Стойност на t статистиката	Степени на свобода (df)	**p-стойност** (2 стр.)	Средна стойност на разликата	95% доверителен интервал за разликата	
DASH	8,034	29	0,000	26,433	19,70	33,16

Табл. 36

Извод: От горепосочените статистически изследвания с ниво на достоверност 95% отхвърляме хипотезата за 0 DASH, т.е. можем да твърдим, че оперираните пациенти нямат пълно удоволетворение от операцията.

8. Проверяваме дали операцията дава нулево удоволетворение на оперираните пациенти, т.е. дали имат средно 100 DASH стойност.

Статистики на единична извадка				
	Брой	Средна стойност	Стандартно отклонение	Стандартна грешка
DASH	30	26,43	18,020	3,290

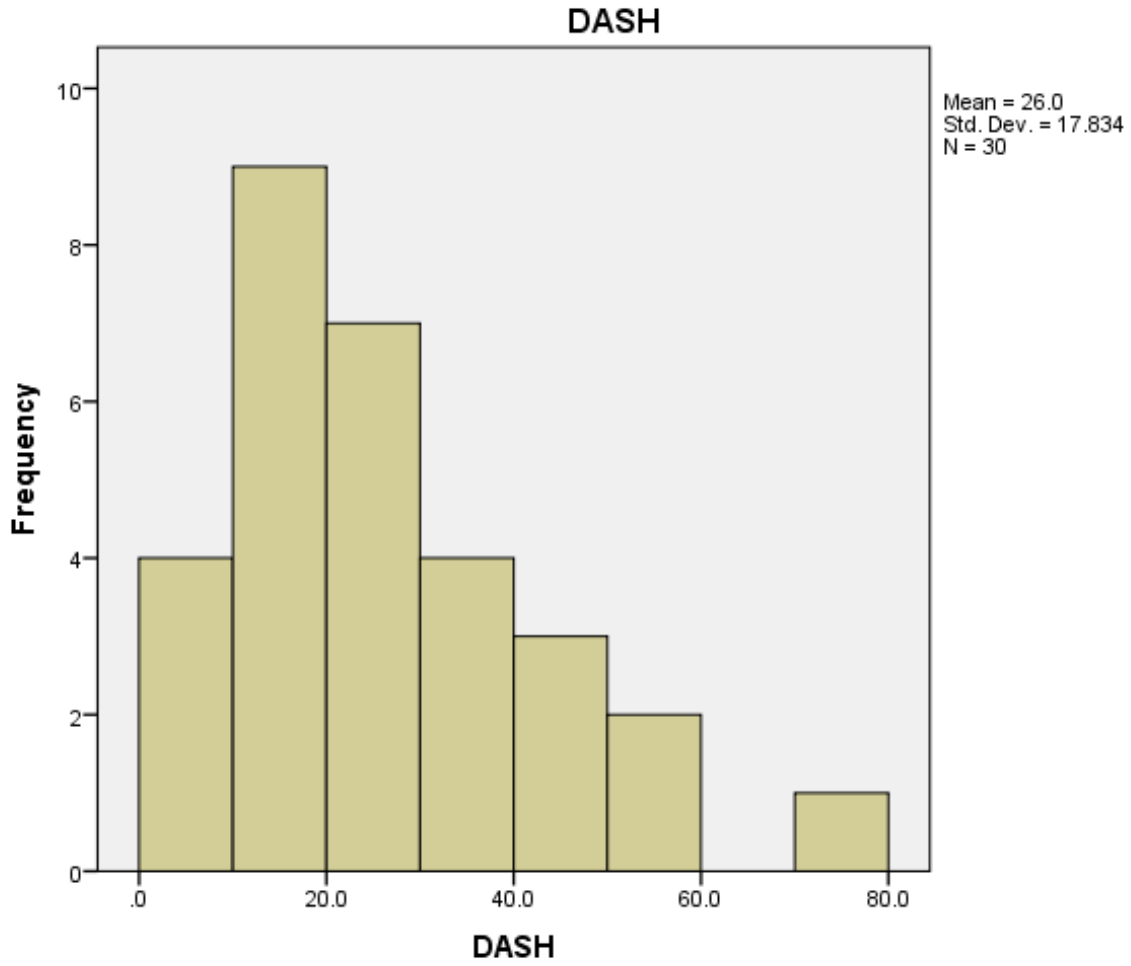
Табл. 37

Статистики на единична извадка						
Тествана хипотеза: стойността е равна на **100**						
	Стойност на t статистиката	Степени на свобода (df)	**p-стойност** (2 стр.)	Средна стойност на разликата	95% доверителен интервал за разликата	
DASH	-22,360	29	0,000	-73,567	-80,30	-66,84

Табл. 38

Извод: Според този тест, с ниво на достоверност 95% отхвърляме хипотезата за 100 DASH, т.е. можем да твърдим, че оперираните пациенти имат някакво удовлетворение от операцията.

За да оценим степента на това удовлетворение, анализираме разпределението на DASH показателите.



Граф. 13 Графично представяне на разпределението на пациентите спрямо стойността на DASH

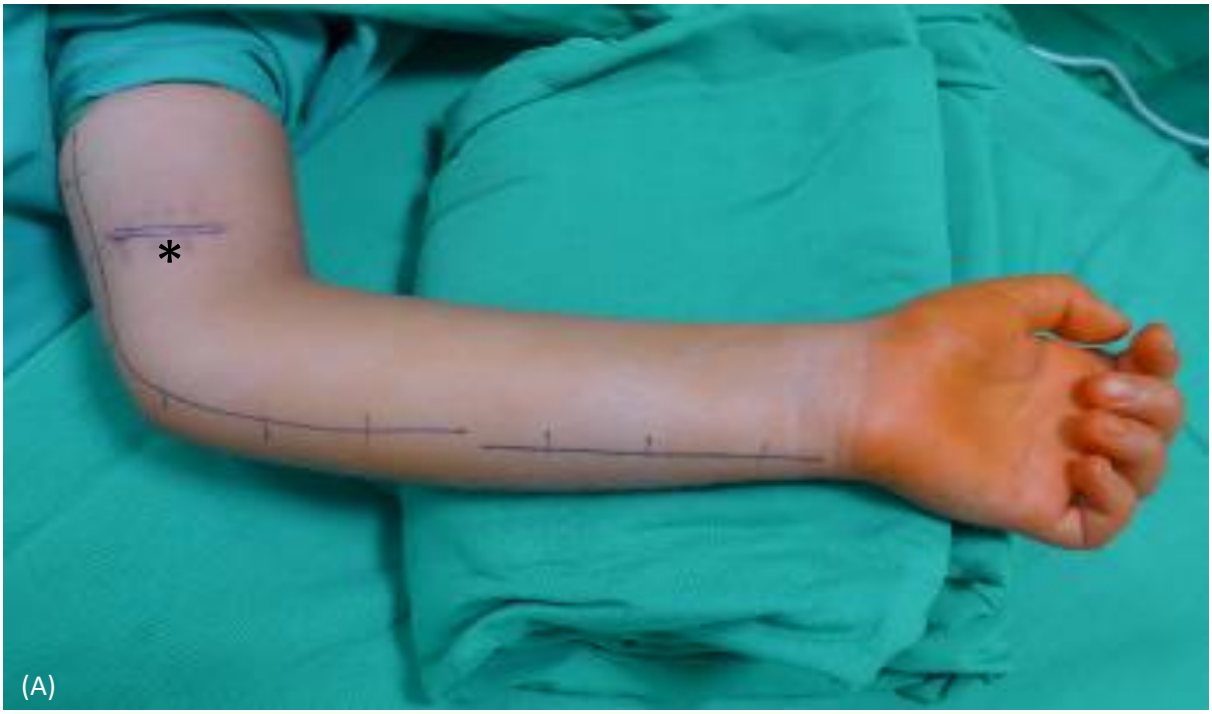
Извод: Представеното разпределение показва, че 90% (27 от 30) от пациентите имат DASH показатели в горните два квартила на оценка, като при 53.3% (16 пациенти) DASH показателите са в квартила за максимално удовлетворение от интервенцията. Това наблюдение, заедно с намерената средна стойност на DASH показателя от 26.43 и проведените статистически оценки за пълна удовлетвореност/неудовлетвореност, убедително демонстрира силно положителните ефекти на интервенцията.

Клиничен случай 1

Възраст	6 г.
Пол	Ж
Вид травма	порезна рана
Ниво на увреда	средна 1/3 на мишница
Интервал травма-операция	2 месеца

Табл. 39

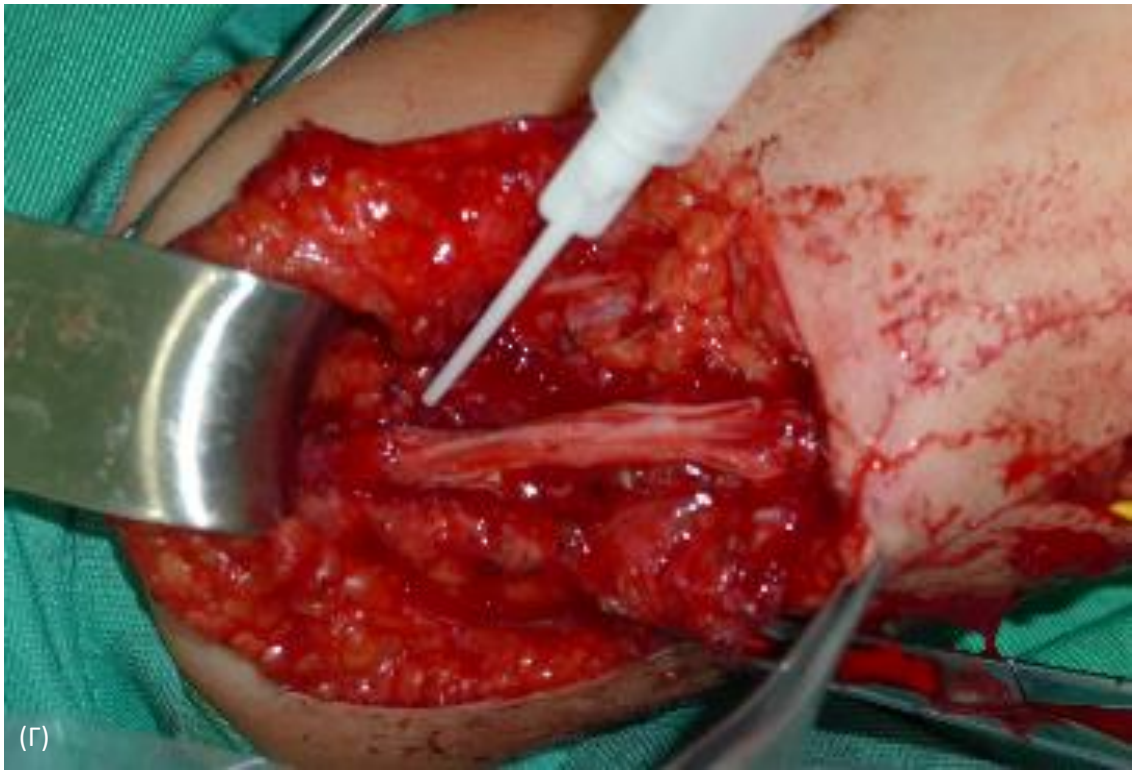
Хирургично лечение: невропластика чрез кабелени автографтове (n. suralis) в мястото на увреда и дистален нервен трансфер – RETS коаптация



Фиг. 31 (А) – Хирургични достъпи и цикатрикс от инцидентната рана (*)

Фиг. 31 (Б) – Проксимална находка – невром на проксималния край (*) и неврален дефект около 5 см

Фиг. 31 (В) – Опресняване на двата края на нерва и подготовка на кабелни нервни автографтове (n. suralis) – върху навлажнен марлен компрес



Фиг. 31 (Г) – Примостяване на невралния дефект чрез кабелните автографтове (n. suralis) и използването на микрохирургичен шев, както и покритие на двата края на невропластиката с тъканно лепило

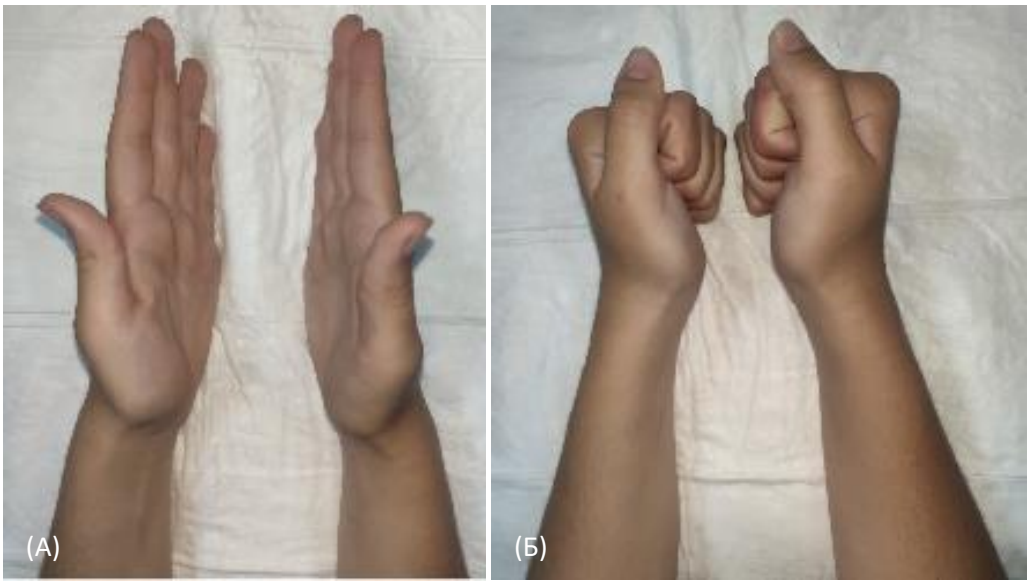
Фиг. 31 (Д) – Отпрепариране на ЛН дистално

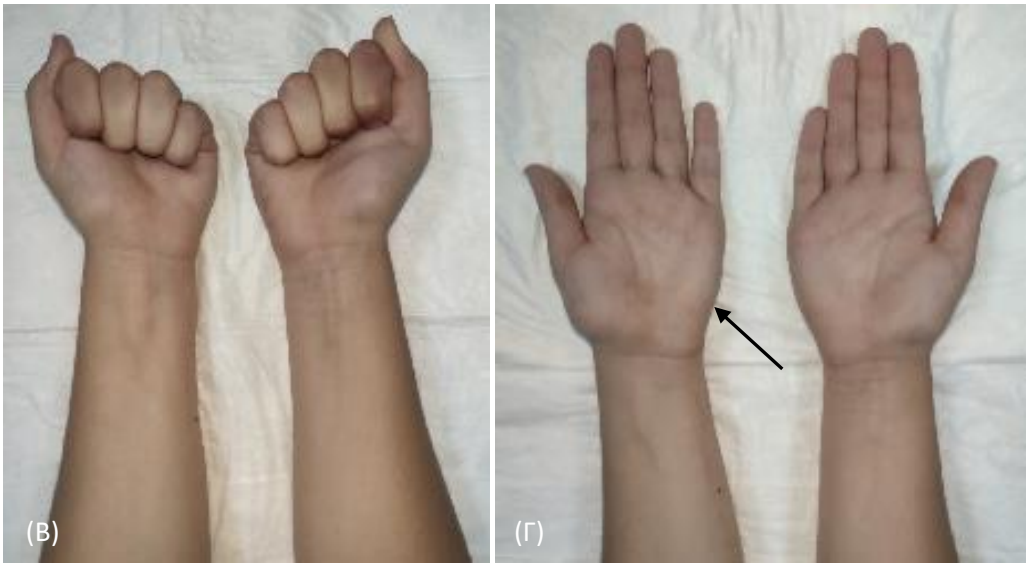
Фиг. 31 (Е) – Отпрепариране на моторния клон за m. pronator quadratus, крайно разклонение на AIN (на жълта силиконова лента)

Фиг. 31 (Ж) – RETS коаптация между крайния моторен клон на AIN за m. pronator quadratus и дълбокия моторен клон на ЛН – елипса

Период на проследяване	5 години
Highet-Zachary скала	**отличен** резултат (M5, S4)
Оценка по DASH скалата	0
Усложнения	не са регистрирани

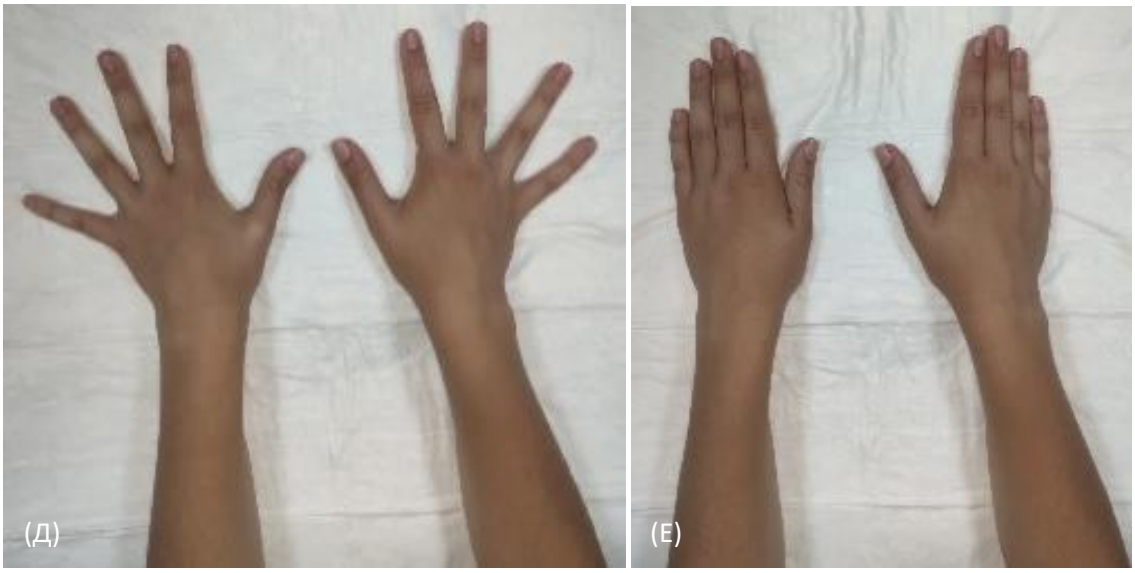
Табл. 40





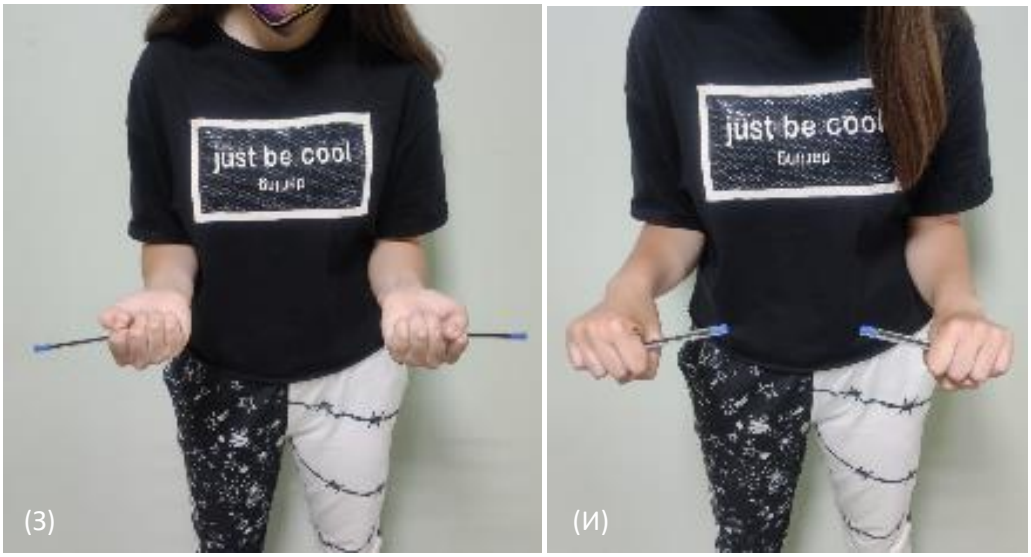
Фиг. 32 (А), (Б) и (В) – Пълна флексия и екстензия на пръстите на лява ръка

Фиг. 32 (Г) – Лекостепенна хипотрофия на хипотенара на лява длан (⟶)

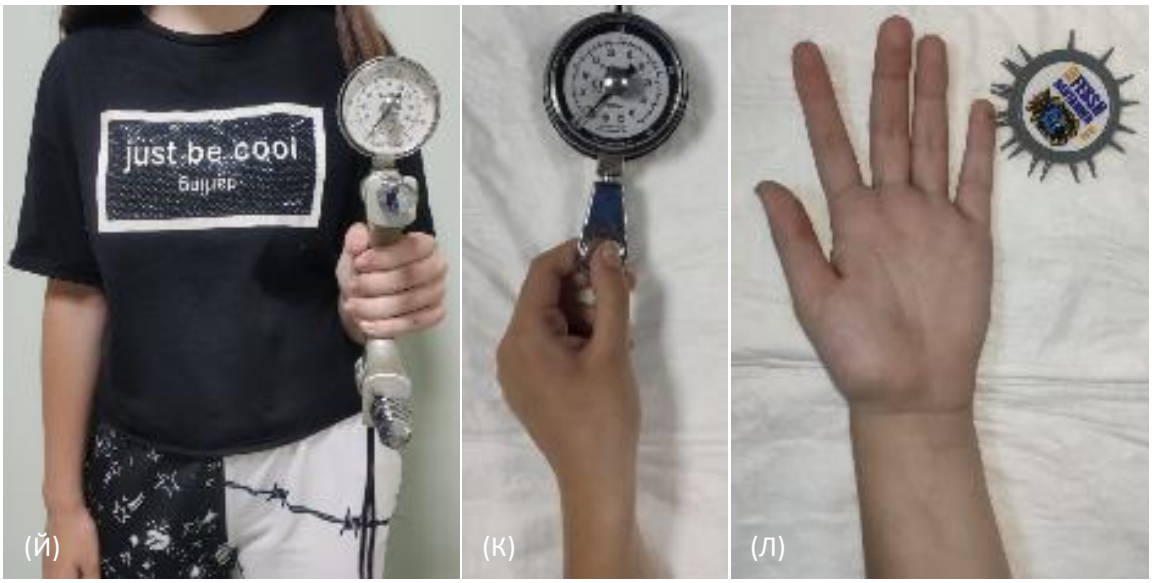


Фиг. 32 (Д) и (Е) – Пълна абдукция и аддукция на пръстите спрямо III-ти; отрицателан симптом на Wartenberg вляво; липса на атрофия на интринзик мускулатурата на лява длан

Фиг. 32 (Ж) – Отрицателен симптом на Froment вляво



Фиг. 32 (З) и (И) – Пълна проно-супинация на лява предмишница



Фиг. 32 (Й) – Оценка на силата на юмручен захват чрез Jamar динамометър

Фиг. 32 (К) – Оценка на силата на върхов захват (триточков) чрез Jamar динамометър

Фиг. 32 (Л) – Оценка на динамична и статична 2 – точкова дискриминационна чувствителност

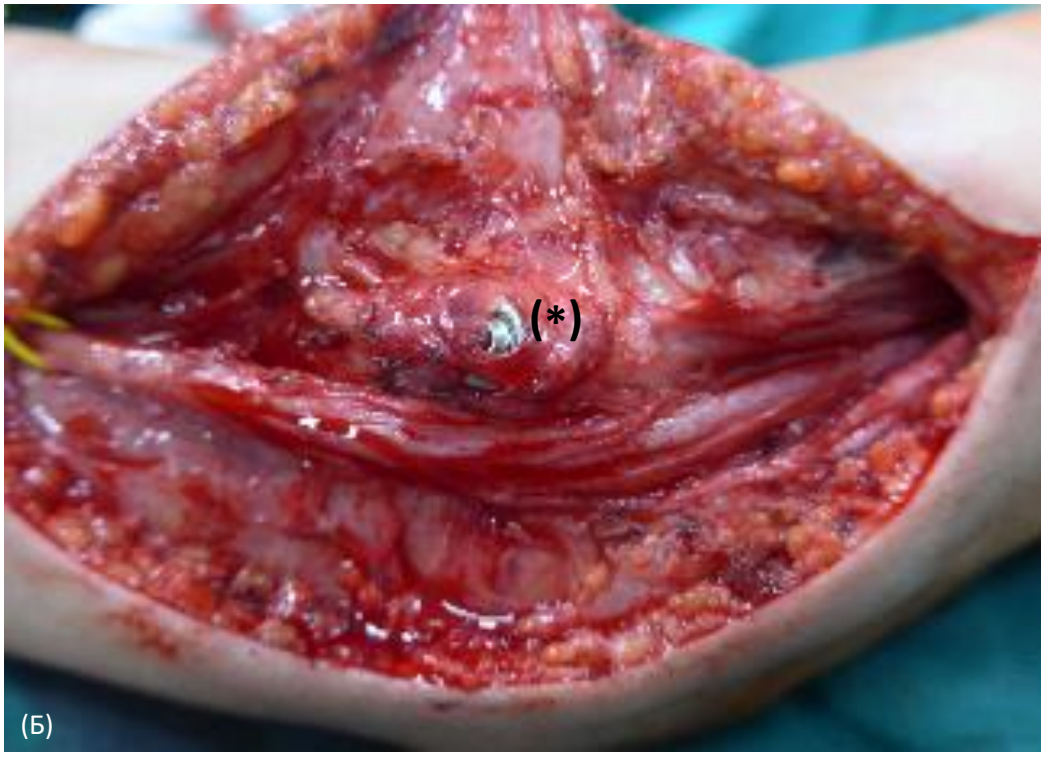
Клиничен случай 2

Възраст	43 г.
Пол	М
Вид травма	ятрогенна увреда (RSOM дистален хумерус)
Ниво на увреда	лакътна става
Интервал травма-операция	4 месеца

Табл. 41

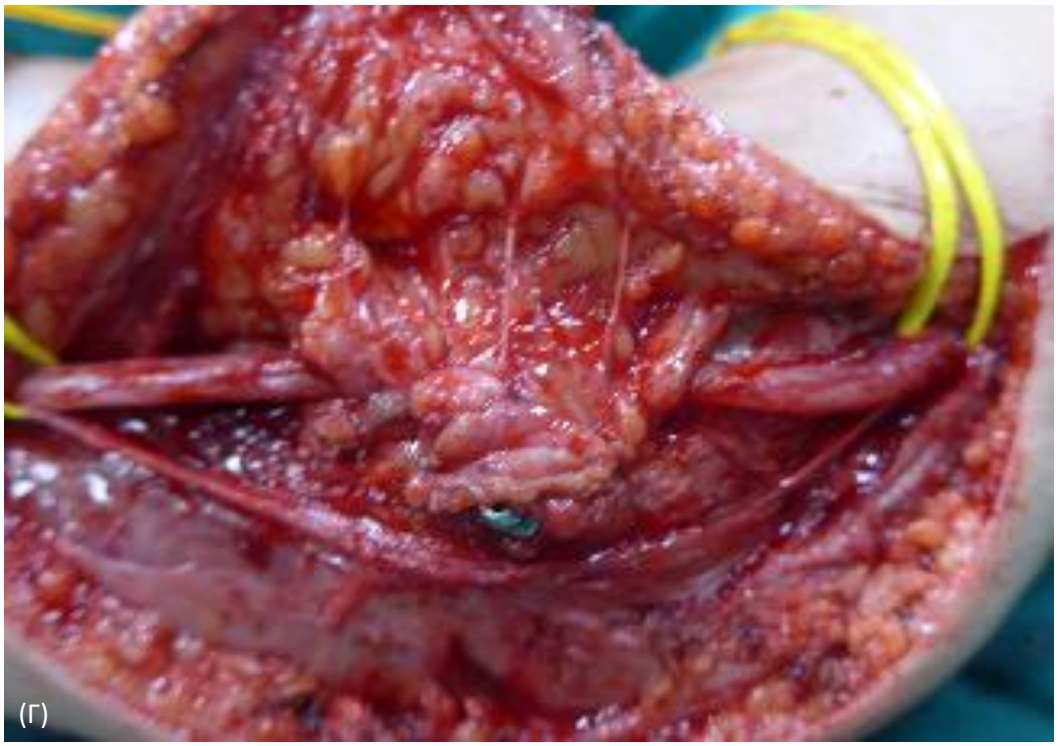
Хирургично лечение: проксимална декомпресия и невролиза с предна транспозиция и дистален нервен трансфер – RETS коаптация + 3 мостовидни интерпонати за възстановяване на сетивнната функция – от сетивните фасцикули на n. medianus към повърхностния сетивен клон на n. ulnaris

Фиг. 33 (А) – Проксимален хирургичен достъп в областта на лакътната става

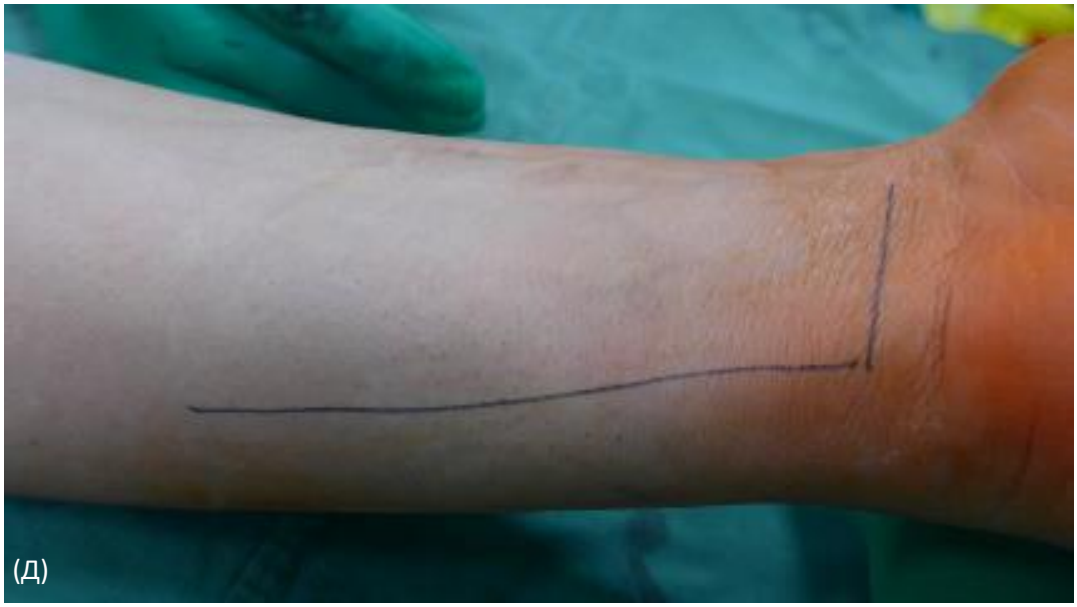


Фиг. 33 (Б) – Проксимална находка с епиневротомия; (*) – остеосинтезен материал в медиалния епикондил

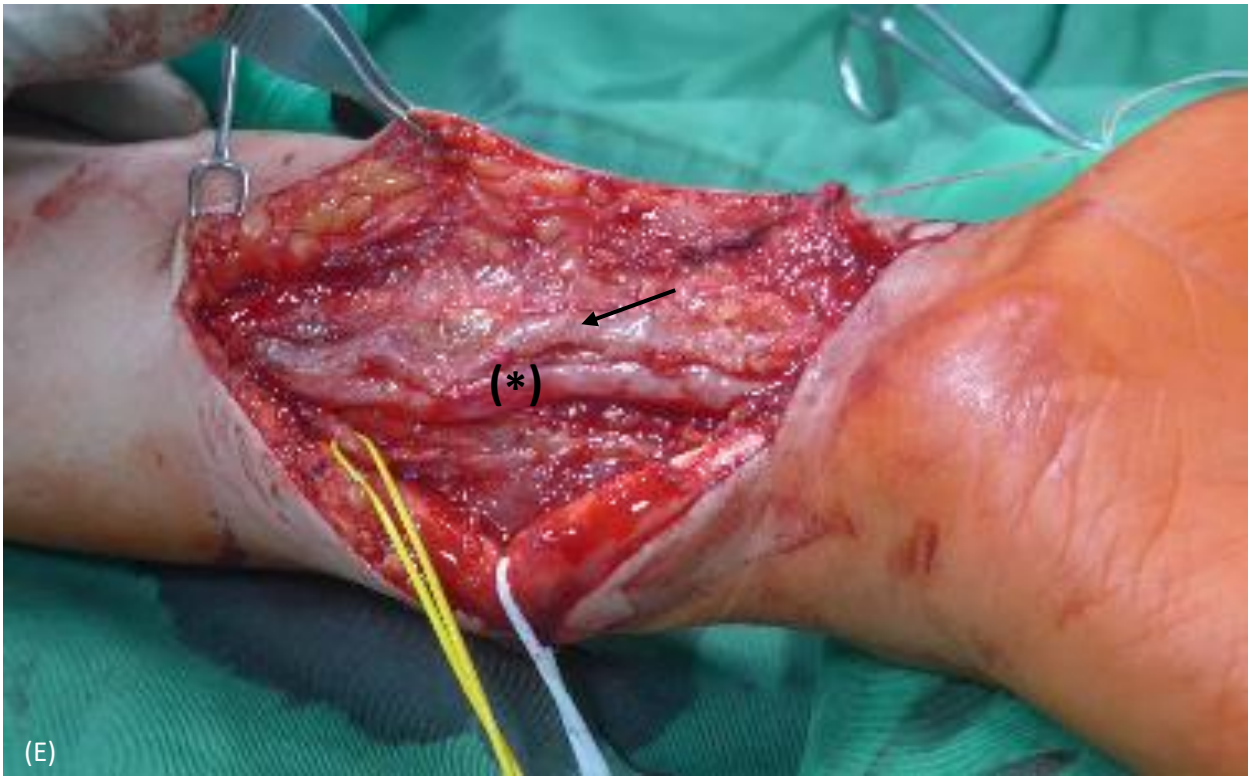
Фиг. 33 (В) – Невролиза на моторното клонче за m. FCU (*) и предна транспозиция на ЛН (на микропинсета)



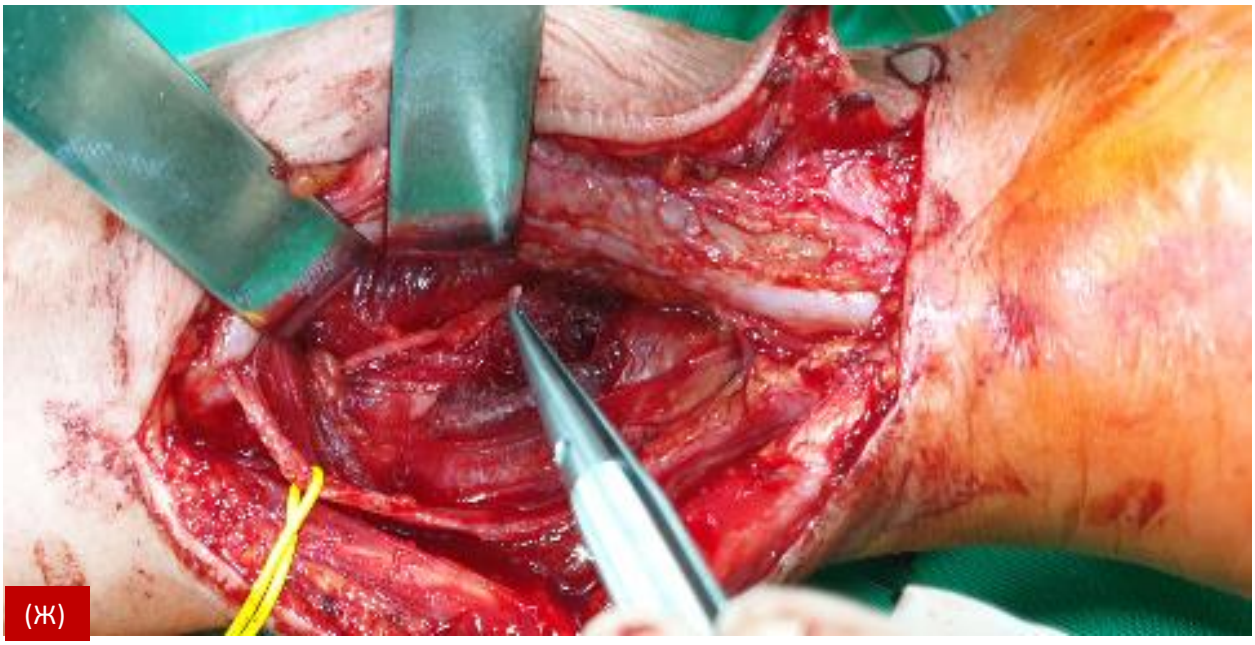
Фиг. 33 (Г) – Покриване на ЛН с адипозо-фасциално ламбо с цел изолиране от остеосинтезния материал и предотвратяване на луксацията на нерва



Фиг. 33 (Д) – Дистален хирургичен достъп в областта на дистална 1/3 трета на предмишницата и гривнената става

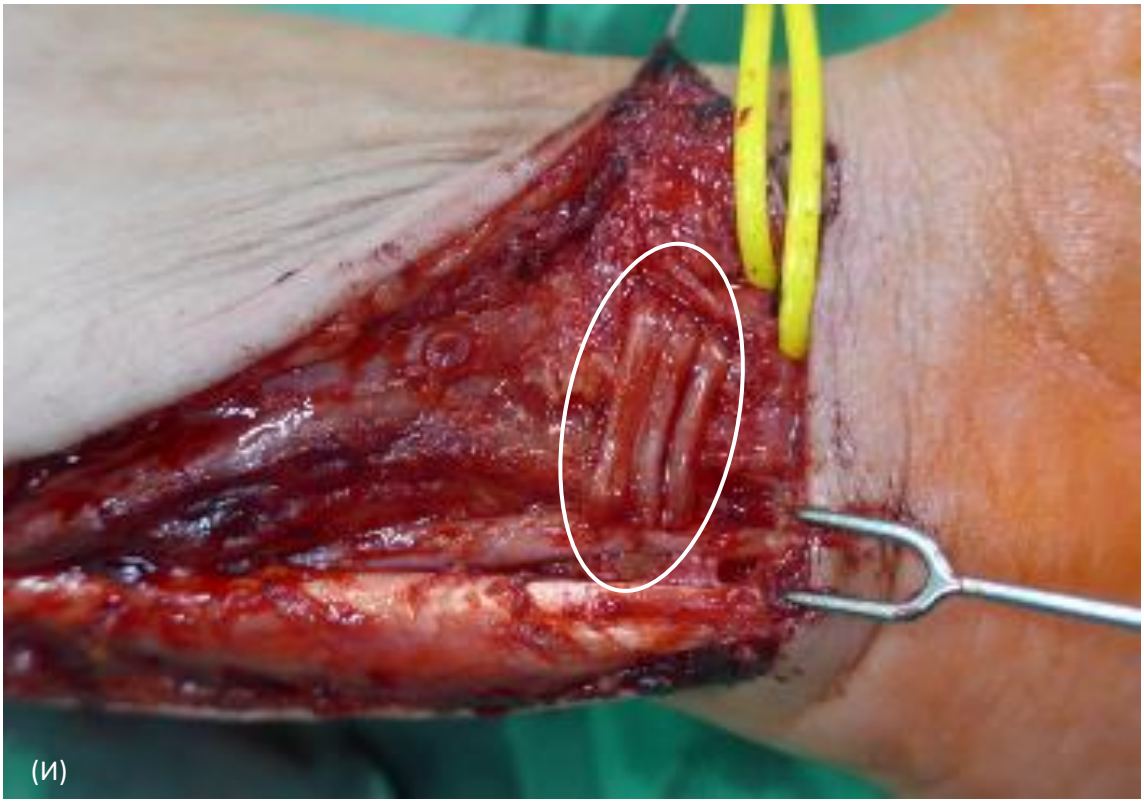


Фиг. 33 (Е) – Отпрепариране на m. FCU (на бяла силиконова лента), на дорзалния кожен клон на ЛН (на жълта силиконова лента) и на воларната част от ствола на ЛН (*); a. ulnaris (⟶)



Фиг. 33 (Ж) – Отпрепариране, прерязване дистално и насочване на крайния моторен клон на AIN за m. pronator quadratus (в микропинсетата); дорзален кожен клон на ЛН (на жълта силиконова лента)

Фиг. 33 (З) – RETS коаптация между крайния моторен клон на AIN за m. pronator quadratus и дълбокия моторен клон на ЛН – елипса



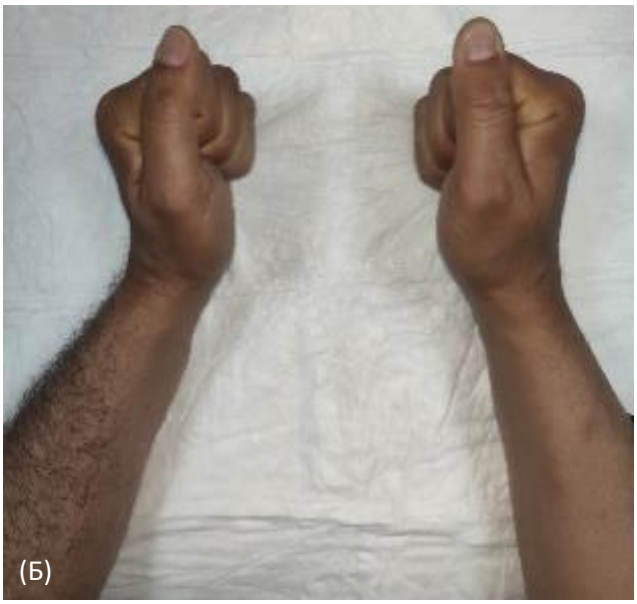
Фиг. 33 (И) – 3 мостовидни кабелни нервни автографтове (n. suralis) (елипса) от сетивните фасцикули на n. medianus (на жълта силиконова лента) към повърхностния сетивен клон на n. ulnaris

Фиг. 33 (Й) – Интрадермални козметични кожни шевове на проксимален и дистален хирургични достъпи след прецизна хемостаза

Период на проследяване	1 година
Highet-Zachary скала	**добър** резултат (M4, S4)
Оценка по DASH скалата	59
Усложнения	не са регистрирани

Табл. 42

Фиг. 34 (А) – Лекостепенна флексионна контрактура в ПИС на V-ти пръст на лява ръка при опит за пълна екстензия на пръстите на същата ръка



Фиг. 34 (Б) и (В) – Пълна флексия на пръстите на лява ръка

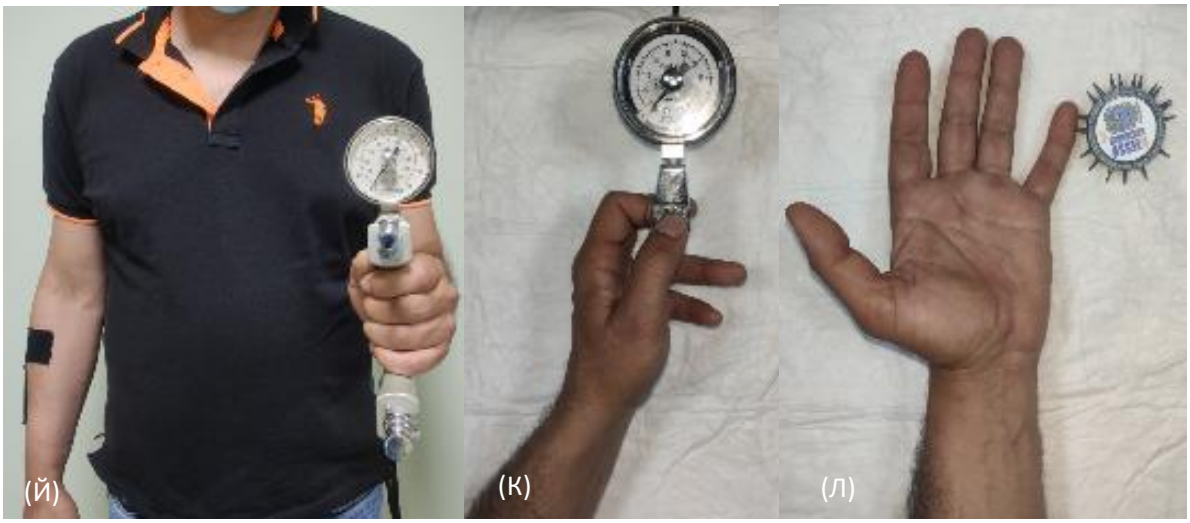
Фиг. 34 (Г) – Лекостепенна хипотрофия на хипотенара на лява длан (⟶)

Фиг. 34 (Д) и (Е) – Възможна абдукция и аддукция на пръстите спрямо III-ти; положителен симптом на Wartenberg вляво (⟶); липса на атрофия на интринзик мускулатурата на лява длан

Фиг. 34 (Ж) – Отрицателен симптом на Froment вляво

Фиг. 34 (З) – Пълна супинация на лява предмишница

Фиг. 34 (И) – Непълна (15° дефицит) пронация на лява предмишница



Фиг. 34 (Й) – оценка на силата на юмручен захват чрез Jamar динамометър

Фиг. 34 (К) – оценка на силата на върхов (триточков) захват чрез Jamar динамометър

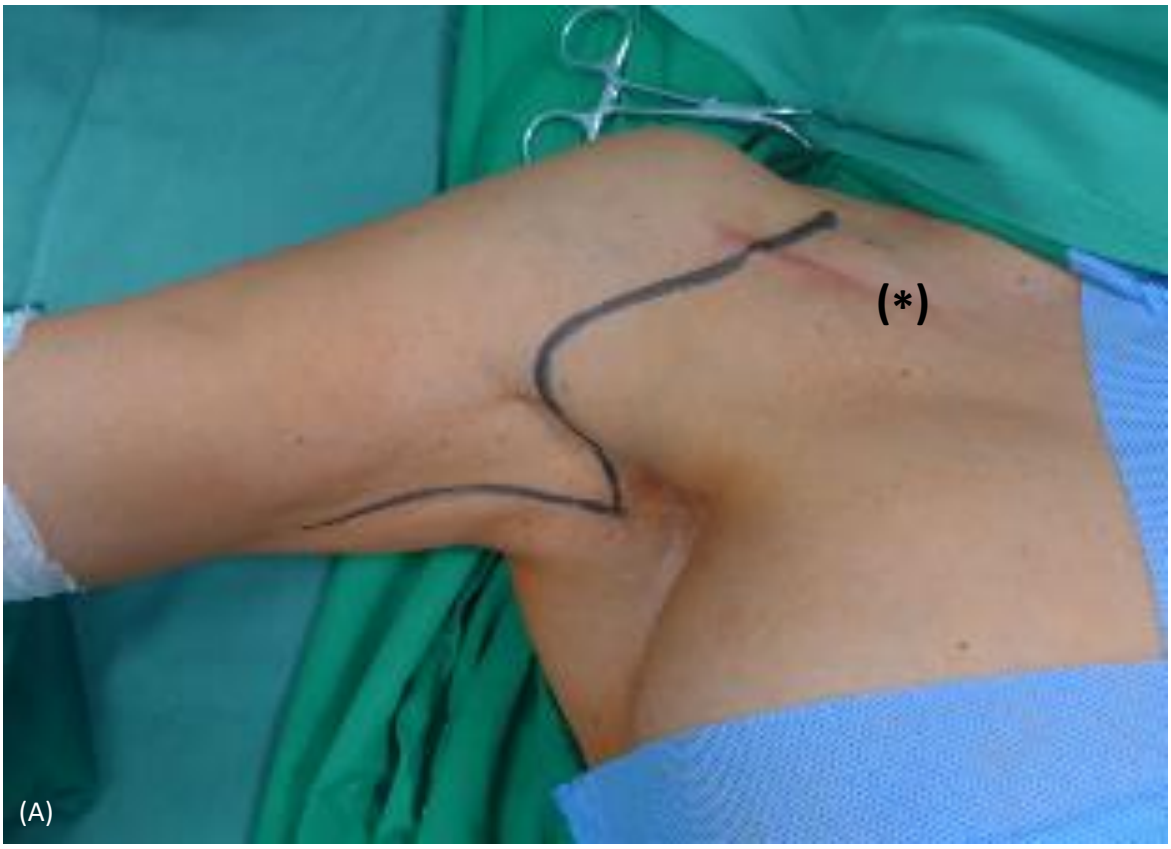
Фиг. 34 (Л) – оценка на динамична и статична 2 – точкова дискриминационна чувствителност

Клиничен случай 3

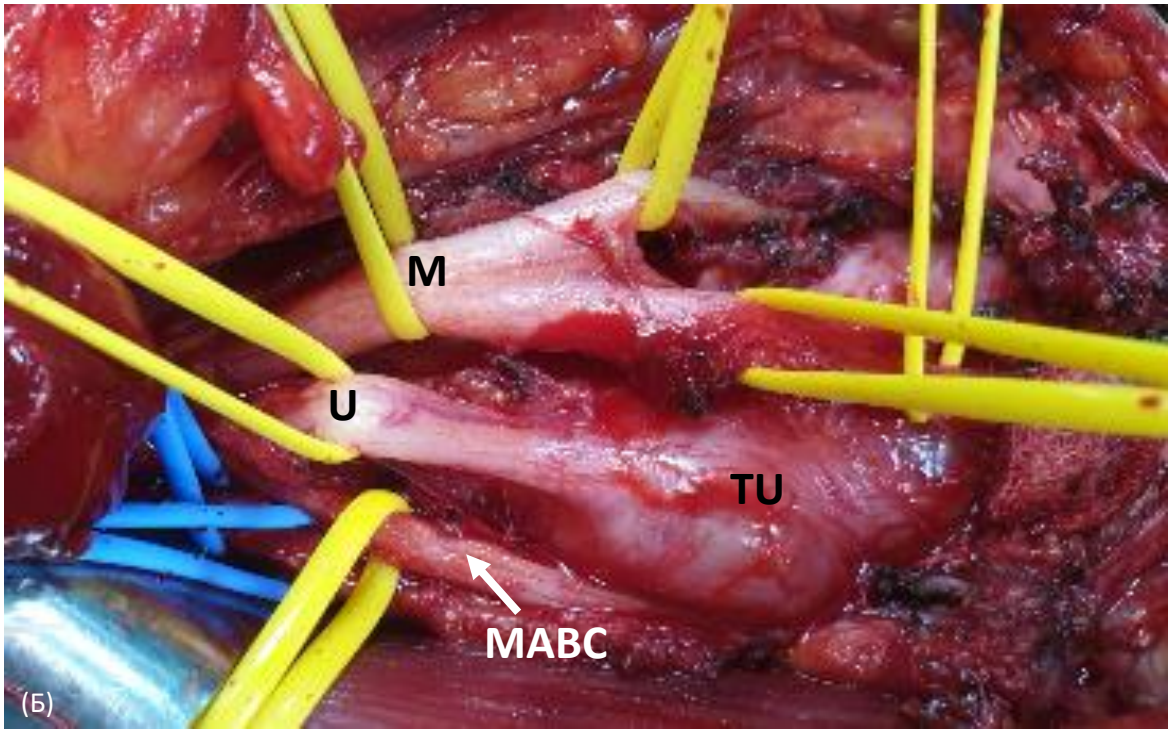
Възраст	62 г.
Пол	Ж
Вид травма	неврином
Ниво на увреда	инфраклавикуларна област

Табл. 43

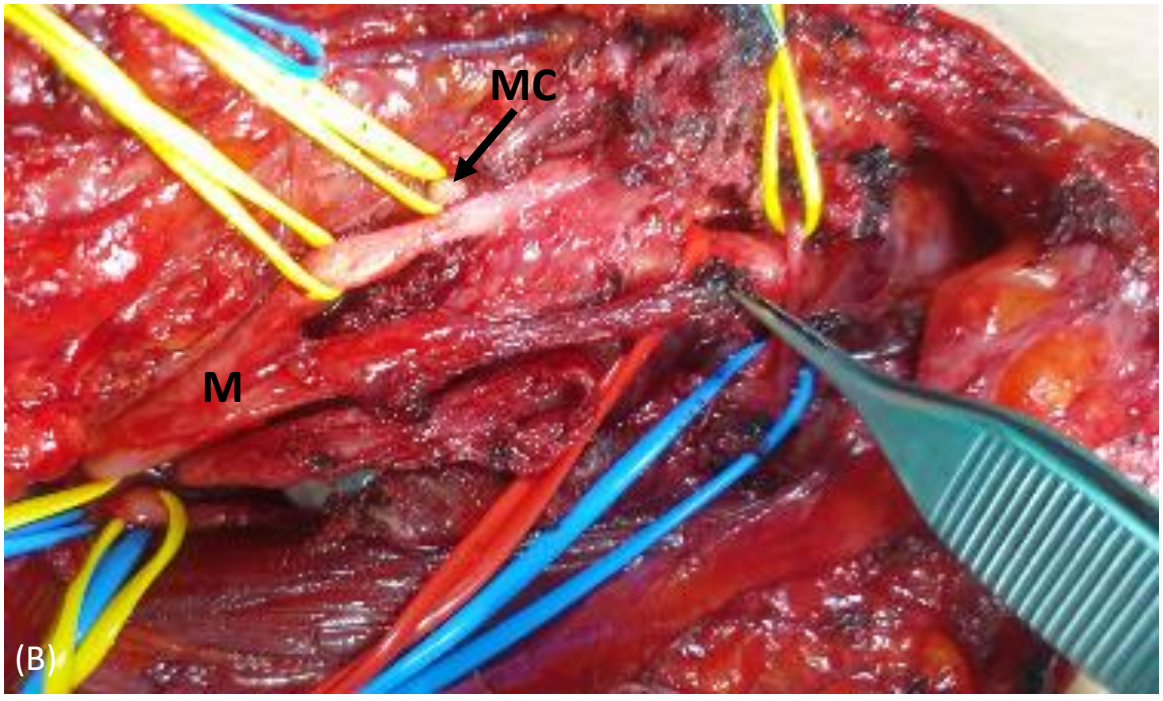
Хирургично лечение: туморна резекция с отстраняване на n. ulnaris и дистален нервен трансфер – ETE коаптация за моторния клон на n. ulnaris + ETS коаптация за сетивния клон на n. ulnaris (към сетивните фасцикули в ствола на n. medianus)



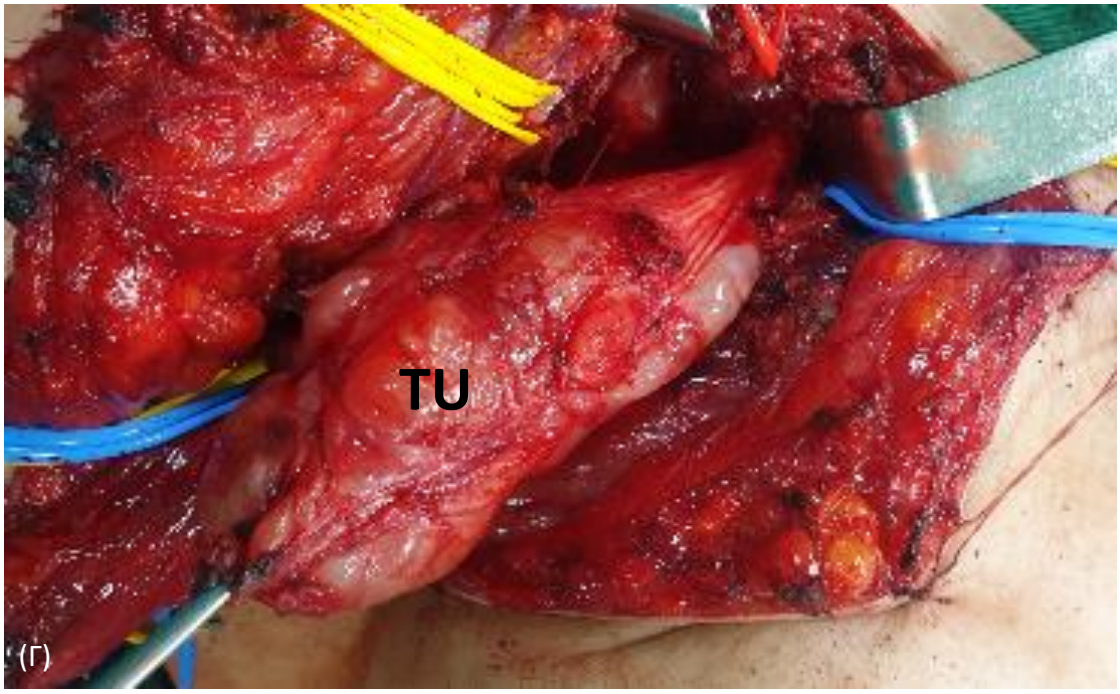
Фиг. 35 (A) – Проксимален хирургичен достъп и пресен постоперативен цикатрикс по повод биопсия (*)



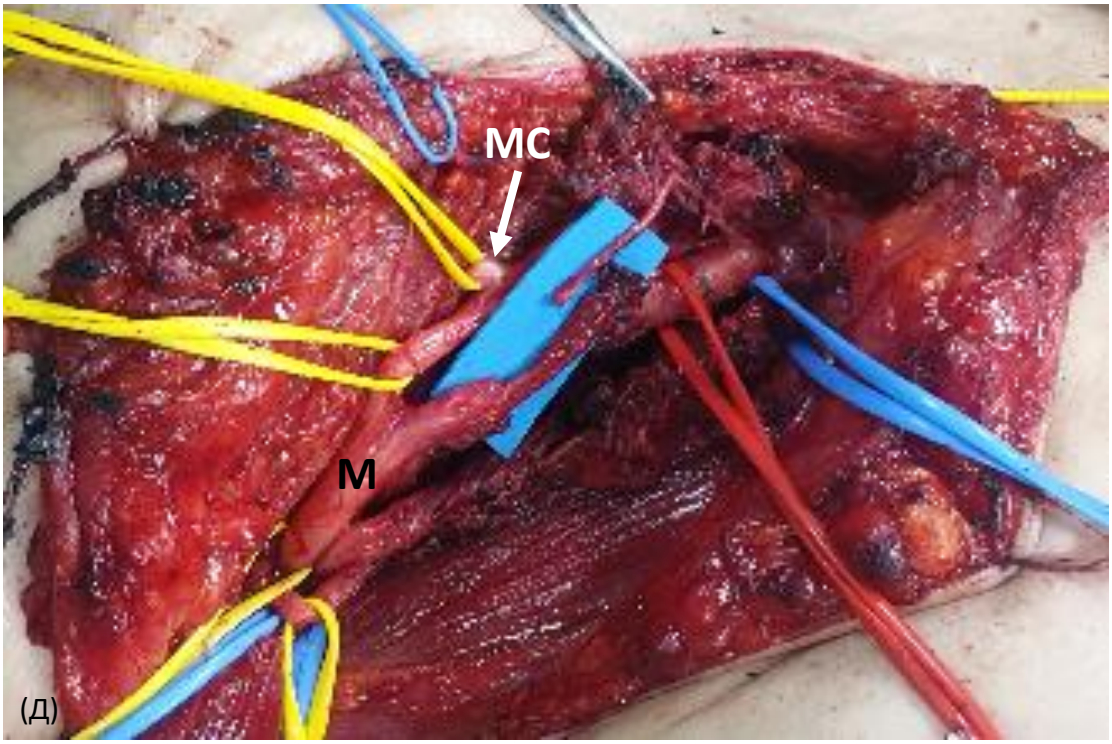
Фиг. 35 (Б) – Отпрепариране на: медиалния и латералния корен на n. medianus (M), n. ulnaris (U), n. cutaneus antebrachii medialis (MABC), vv. axillares (на сини силиконови ленти) и туморна формация(TU)



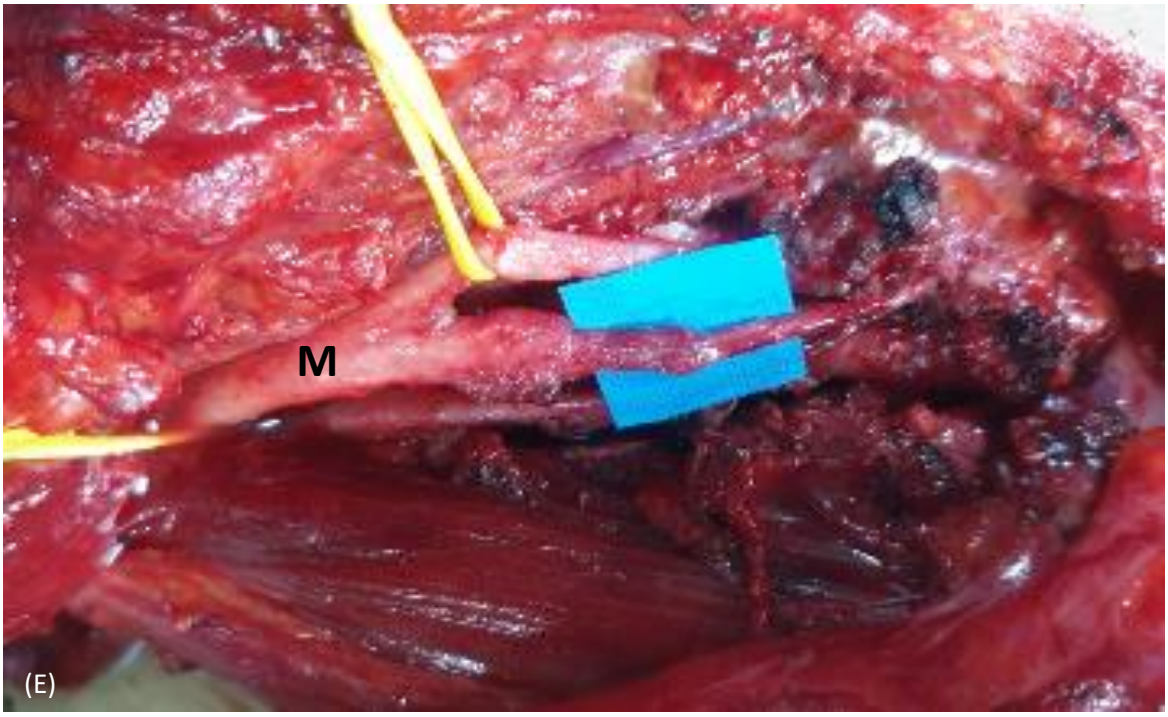
Фиг. 35 (В) – Щателна високощадяща проксимална невролиза на медиалния корен на n. medianus (в пинсета) до обхващането му от туморната формация; a. axillaris (на червена силиконова лента); латерално на латералния корен на n. medianus (M) реперирани n. musculocutaneus (MC)



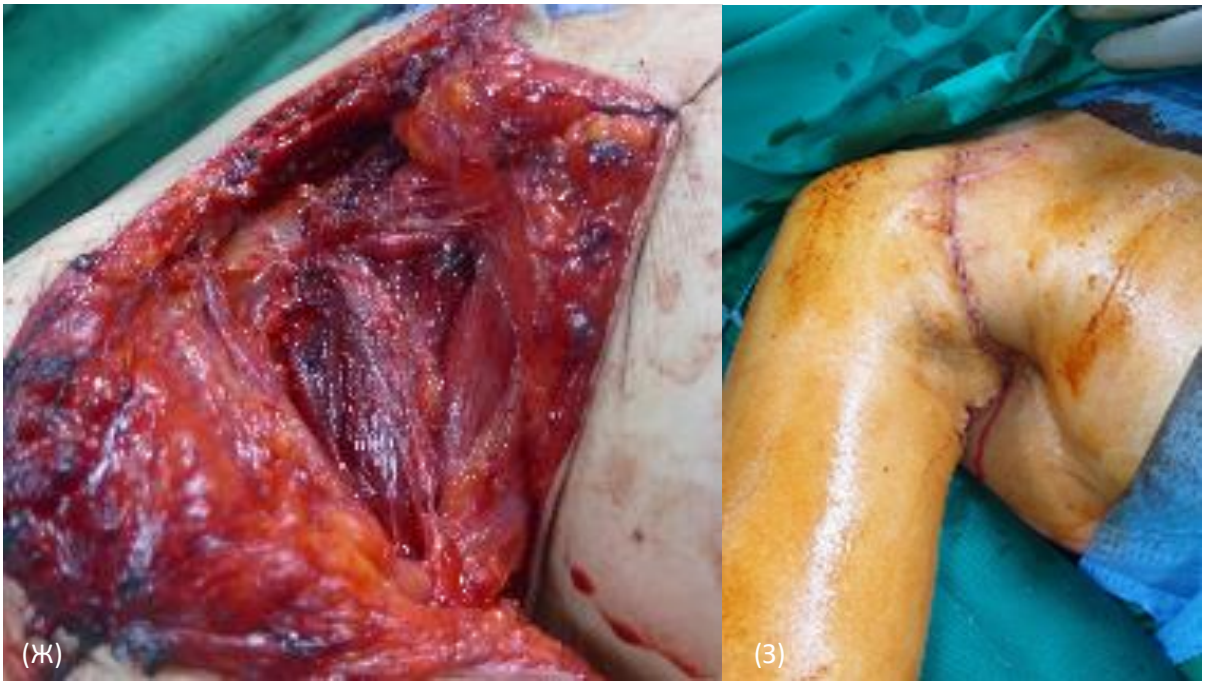
Фиг. 35 (Г) – Цялостно отпрепариране на туморната формация (TU) и подготовка за ексцизия



Фиг. 35 (Д) – подготовка на кабелен нервен автографт за примостяване на невралния дефект на медиалния корен на n. medianus (M); a. axillaris (на червена силиконова лента); v. axillaris (на синя силиконова лента); n. musculocutaneus (MC)

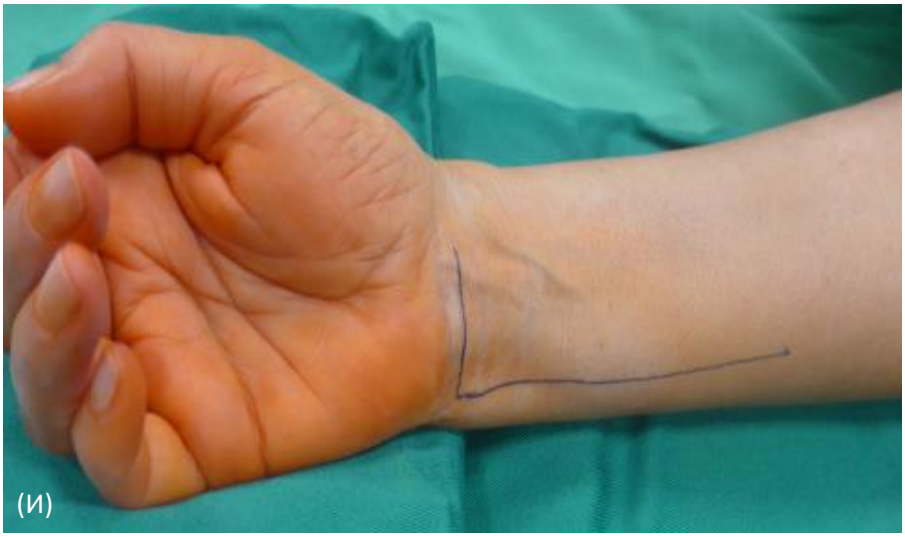


Фиг. 35 (Е) – примостен неврален дефект на медиалния корен на n. medianus (М)

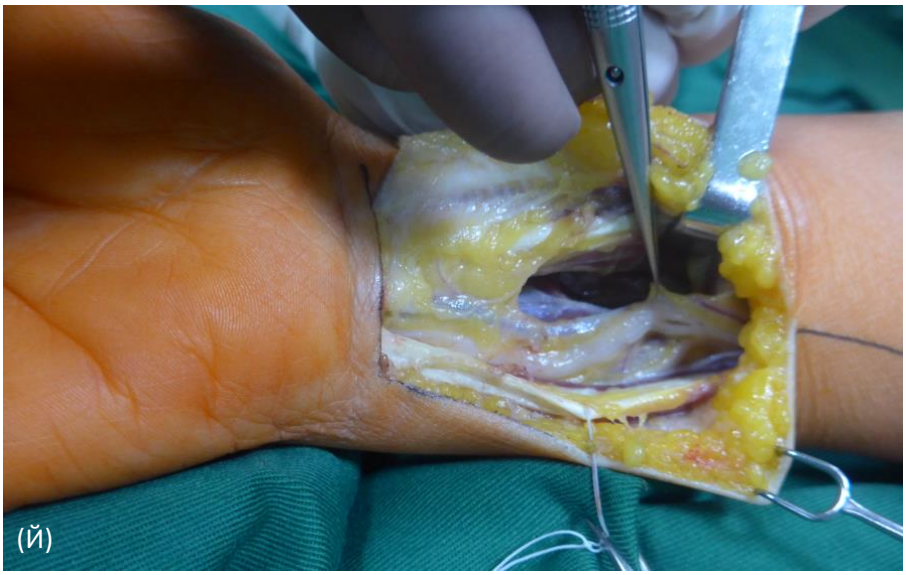


Фиг. 35 (Ж) – Послойно затваряне на меките тъкани – възстановяване на m. pectoralis minor и m. pectoralis major

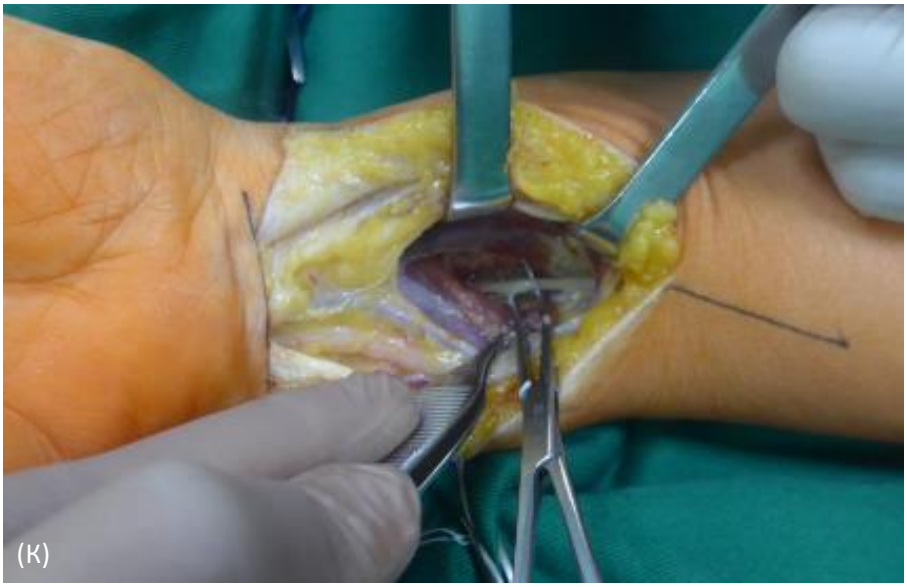
Фиг. 35 (З) – Интрадермален козметичен кожен шев на проксимален хирургичен достъп



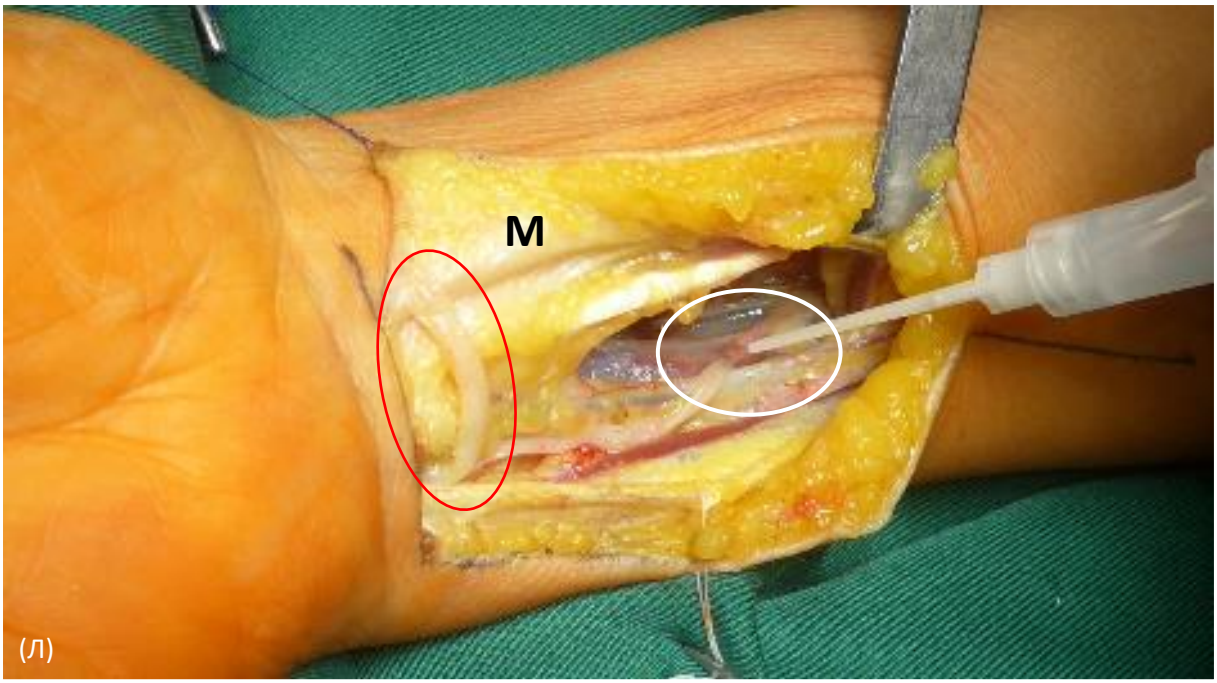
Фиг. 35 (И) – Дистален хирургичен достъп



Фиг. 35 (Й) – Отпрепариране на n. ulnaris (в пинсета)



Фиг. 35 (К) – Репериране на крайния моторен клон на AIN за m. pronator quadratus (на дисектор)



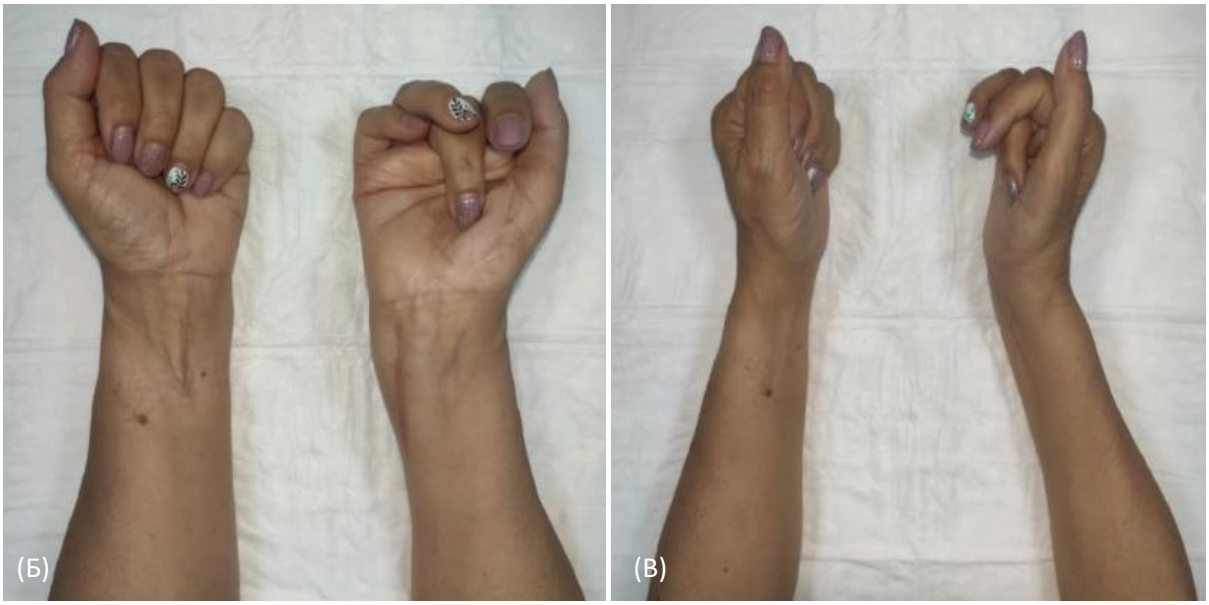
Фиг. 35 (Л) – ETE коаптация между дълбокия моторен клон на n. ulnaris и крайния моторен клон на AIN за m. pronator quadratus (бяла елипса), както и ETS коаптация на сетивния палмарен клон на n. ulnaris към сетивните фасцикули в ствола на n. medianus (M) (червена елипса)

Фиг. 35 (М) – Интрадермален козметичен кожен шев на дистален хирургичен достъп

Период на проследяване	2 години
Highet-Zachary скала	**лош** резултат (M2, S0)
Оценка по DASH скалата	77
Усложнения	не са регистрирани

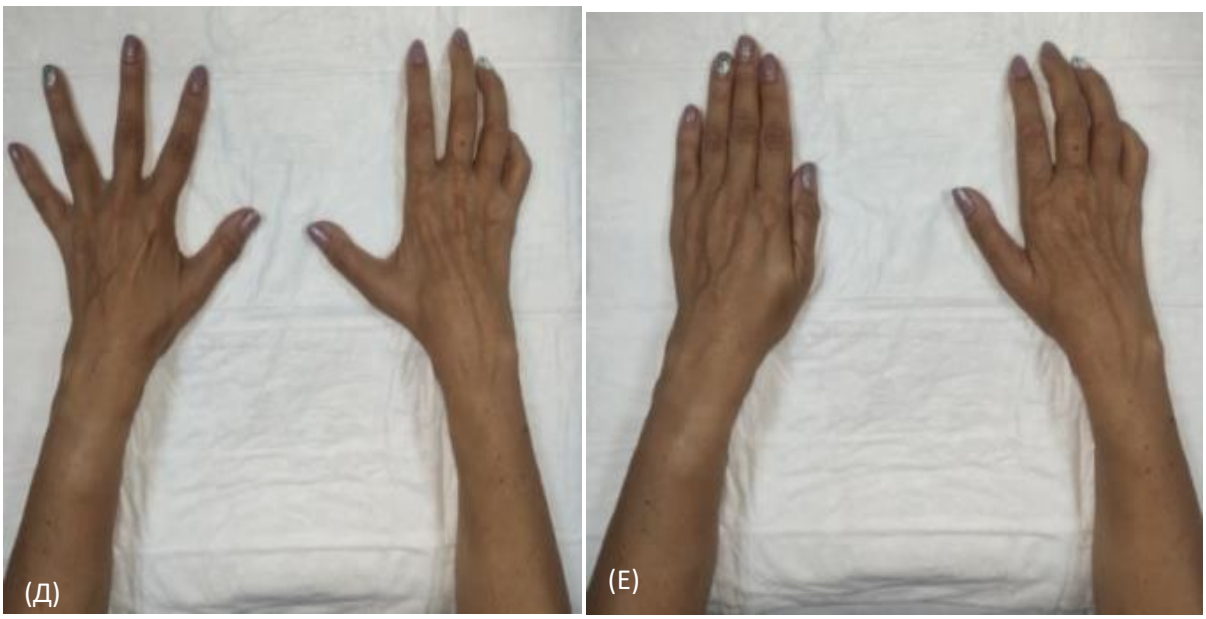
Табл. 44

Фиг. 36 (А) – Невъзможна пълна екстензия в ПИС и ДИС на II-V пръст на дясна ръка



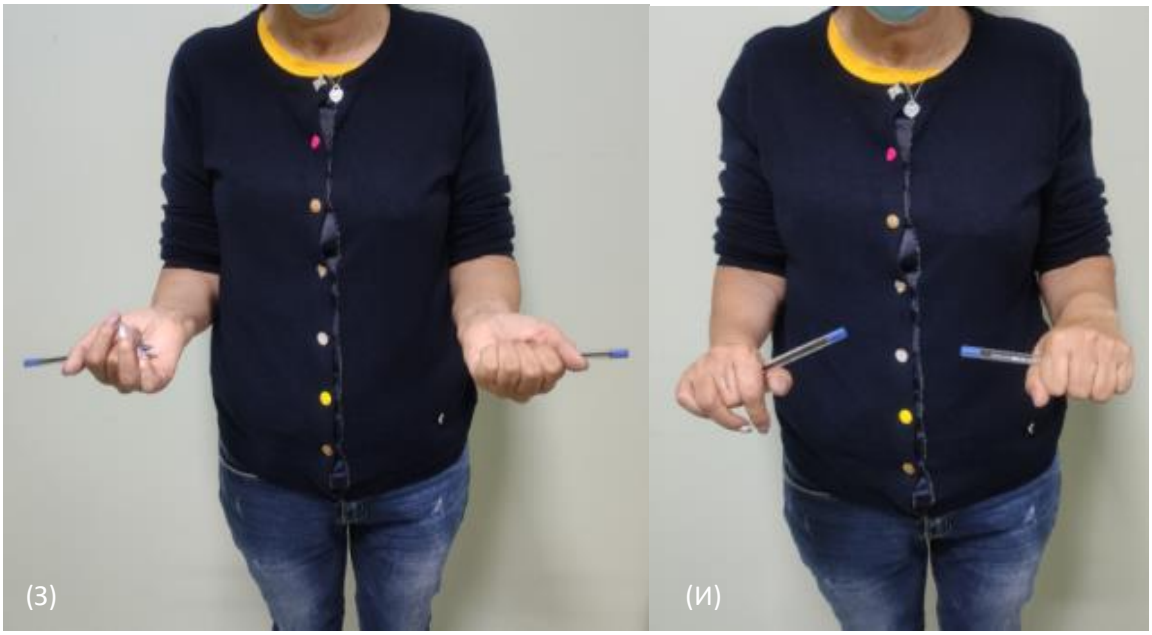
Фиг. 36 (Б), (В) – Невъзможна пълна флексия на II, IVи V пръст на дясна ръка

Фиг. 36 (Г) – Умерена степен на хипотрофия на хипотенара на дясна длан (→)



Фиг. 36 (Д) и (Е) – Невъзможна абдукция и аддукция на пръстите спрямо III-ти; умерена степен на хипотрофия на интринзик мускулите на дясна длан; начална грифоподобна деформация на същата длан

Фиг. 36 (Ж) – Невъзможен върхов захват вдясно



Фиг. 36 (З) – Пълна супинация на дясна предмишница

Фиг. 36 (И) – Непълна (20° дефицит) пронация на дясна предмишница

Фиг. 36 (Й) – оценка на силата на юмручен захват чрез Jamar динамометър

Фиг. 36 (К) – оценка на силата на върхов (триточков) захват чрез Jamar динамометър

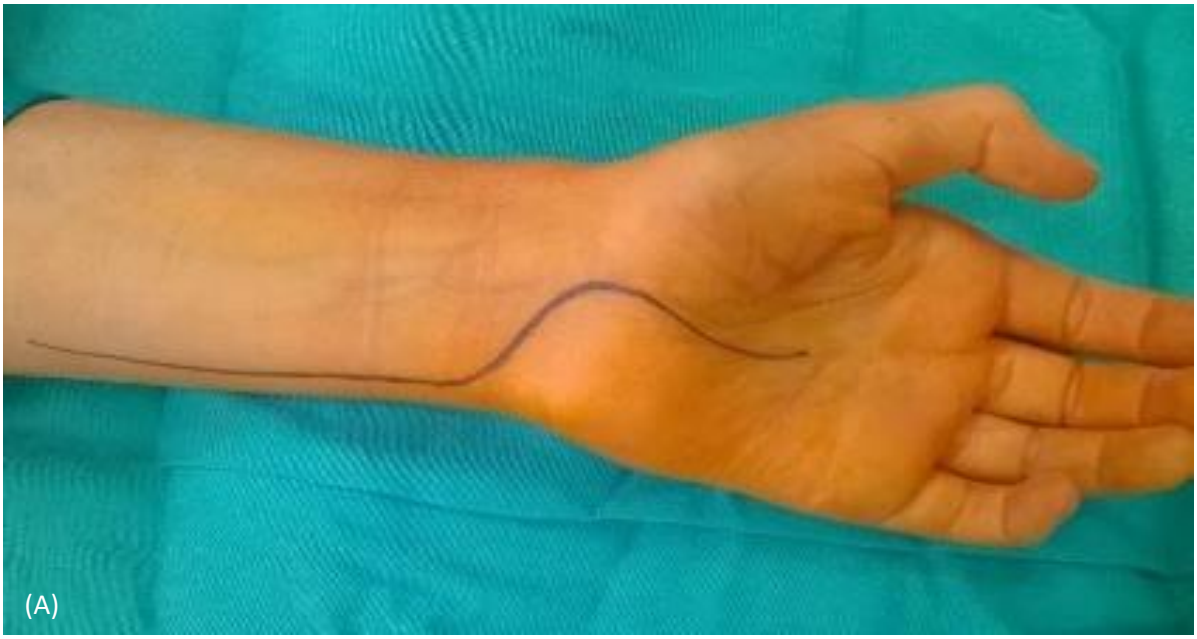
Фиг. 36 (Л) – оценка на динамична и статична 2 – точкова дискриминационна чувствителност

Клиничен случай 4

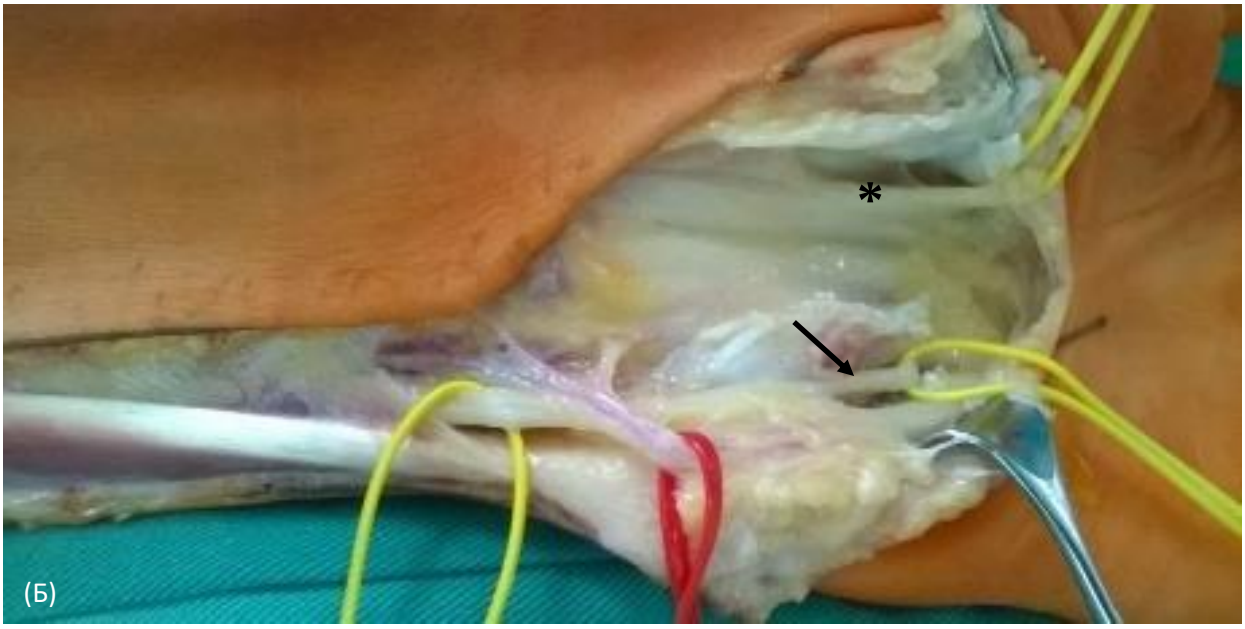
Възраст	39 г.
Пол	М
Вид травма	ятрогенна увреда (RSOM дистален хумерус)
Ниво на увреда	лакътна става
Интервал травма-операция	15 месеца

Табл. 45

Хирургично лечение: проксимална декомпресия и невролиза с предна транспозиция и дистални нервни трансфери – RETS коаптация + кабелен автографт (n. interosseous posterior) от r. recurrence n. mediani към r. profundus n. ulnaris

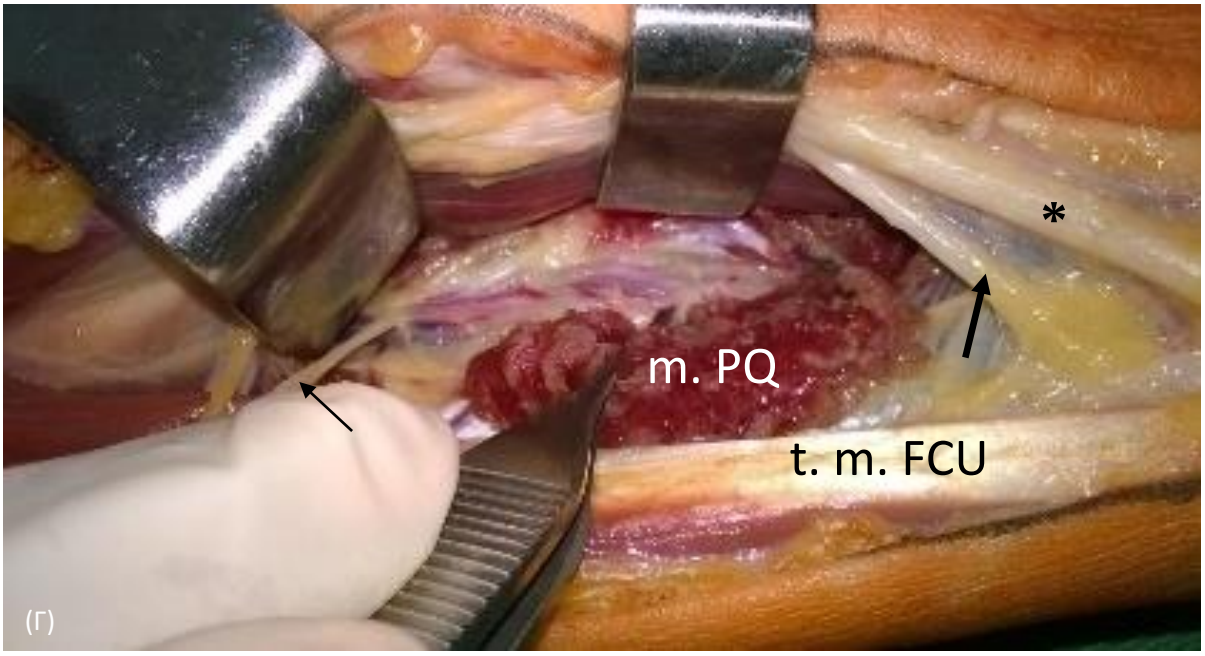


Фиг. 37 (А) – Дистален хирургичен достъп

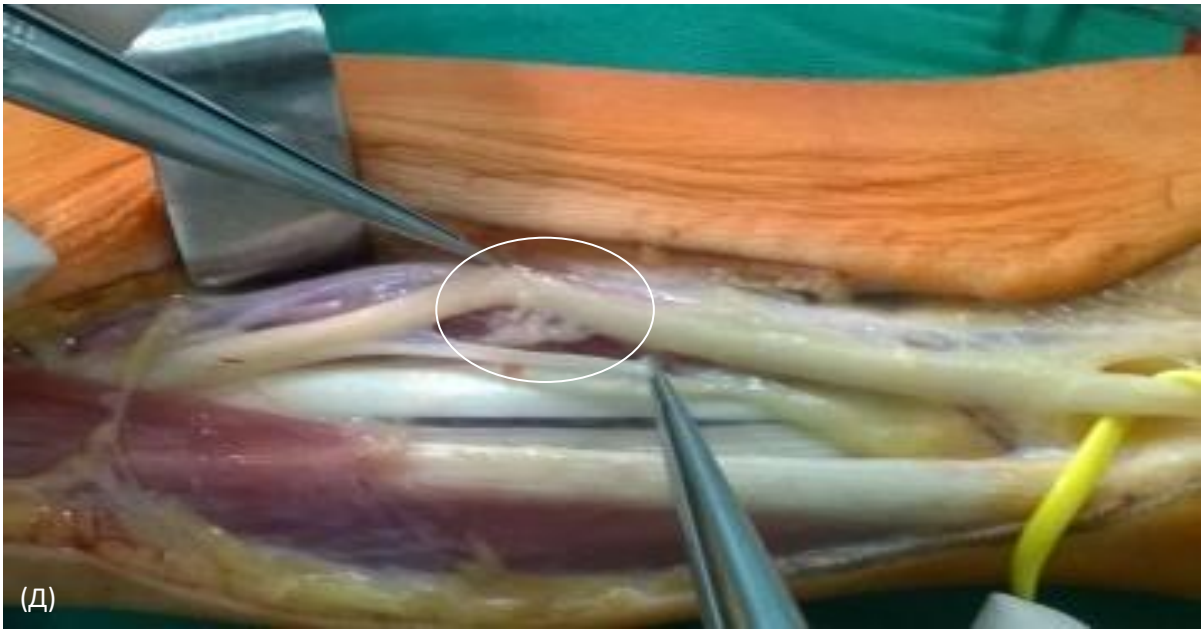


Фиг. 37 (Б) – Отпрепариране и реперириране на r. recurrence (n. medianus) (*) и r. profundus (n. ulnaris) (⟶) след отваряне на карпалния канал и на канала на Guyon; a. ulnaris (на червена силиконова лента)

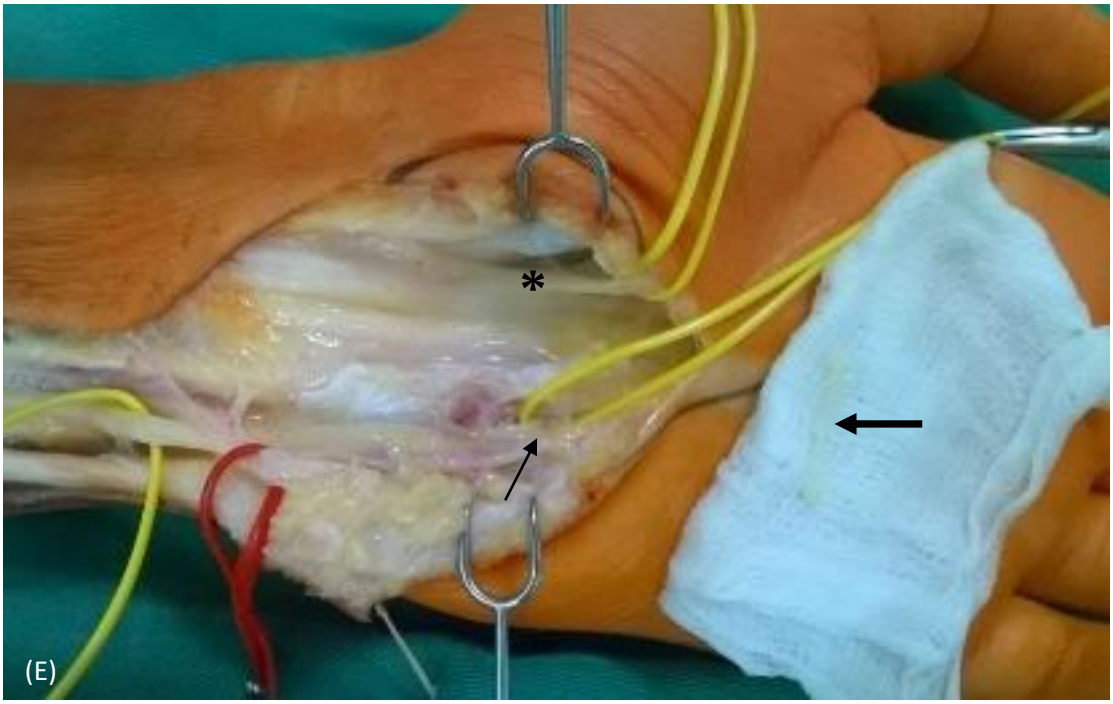
Фиг. 37 (В) – Отпрепариране и реперириране (на дисектора) на крайния моторен клон на AIN за m. pronator quadratus; a. ulnaris (на червена силиконова лента); n. ulnaris – палмарна част от ствола (на жълта силиконова лента)



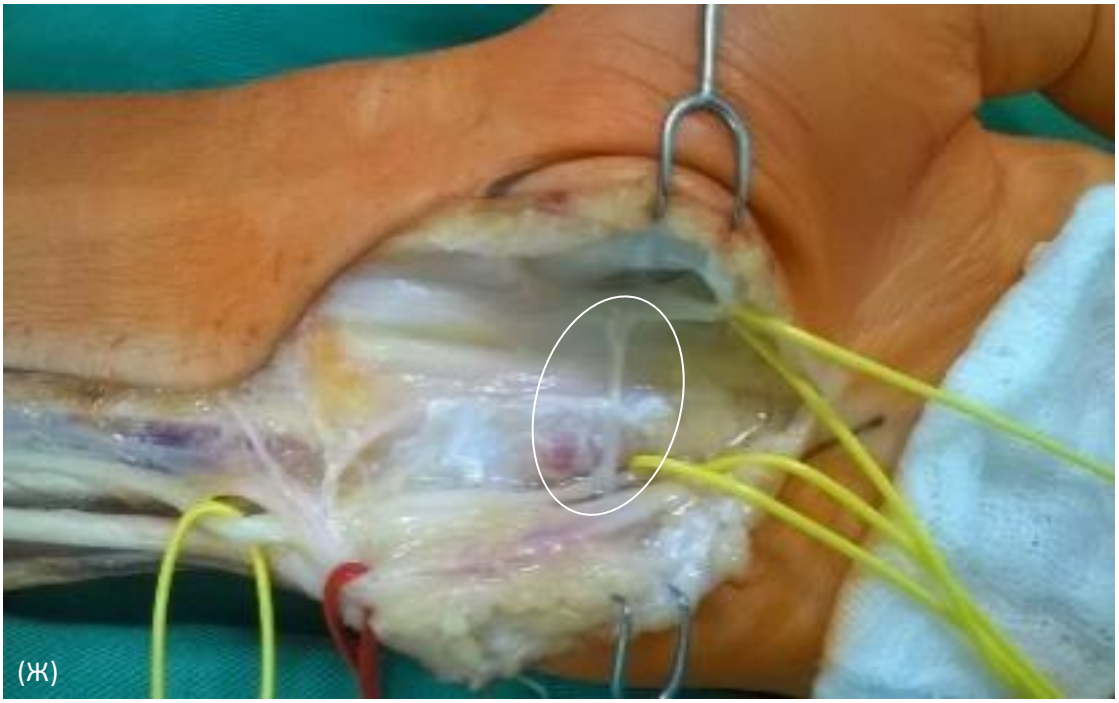
Фиг. 37 (Г) – Прерязване дистално и повдигане в проксимална посока на крайния моторен клон на AIN (⟶) за m. pronator quadratus – срязан (m. PQ); палмарна част от стволана ЛН (*); дорзална част от ствола на ЛН (⟶); сухожилие на m. FCU (t. m. FCU)



Фиг. 37 (Д) – RETS коаптация между крайния моторен клон на AIN за m. pronator quadratus и дълбокия моторен клон на ЛН – елипса



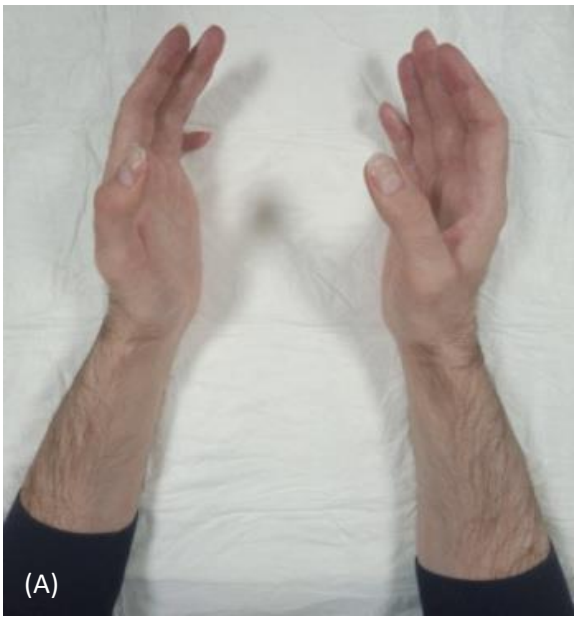
Фиг. 37 (Е) – Реперирани r. recurrence (n. medianus) (*) и r. profundus (n. ulnaris) (⟶) след отваряне на карпалния канал и на канала на Guyon; кабелен автографт (n. interosseous posterior) – на марлен компрес (⟶); a. ulnaris (на червена силиконова лента)



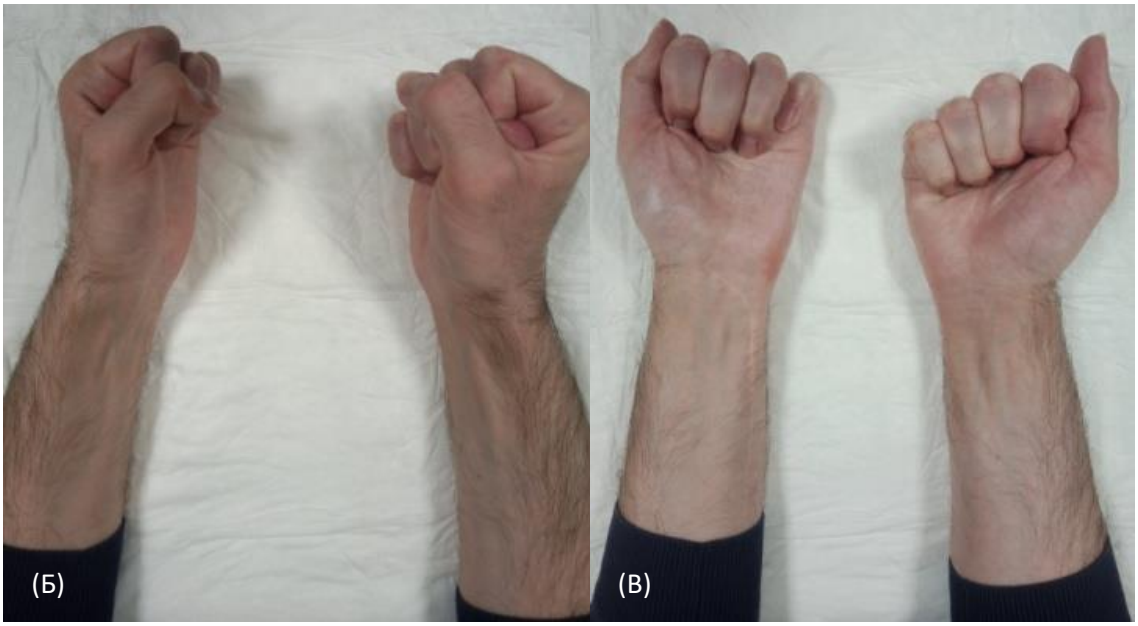
Фиг. 37 (Ж) – side-to-side коаптация чрез кабелен автографт (n. interosseous posterior) от r. recurrence n. mediani към r. profundus n. ulnaris – елипса

Период на проследяване	4 години
Highet-Zachary скала	**добър** резултат (M3, S2)
Оценка по DASH скалата	14
Усложнения	не са регистрирани

Табл. 46



Фиг. 38 (А) – Невъзможна пълна екстензия в ПИС и ДИС на V-типръст на лява ръка



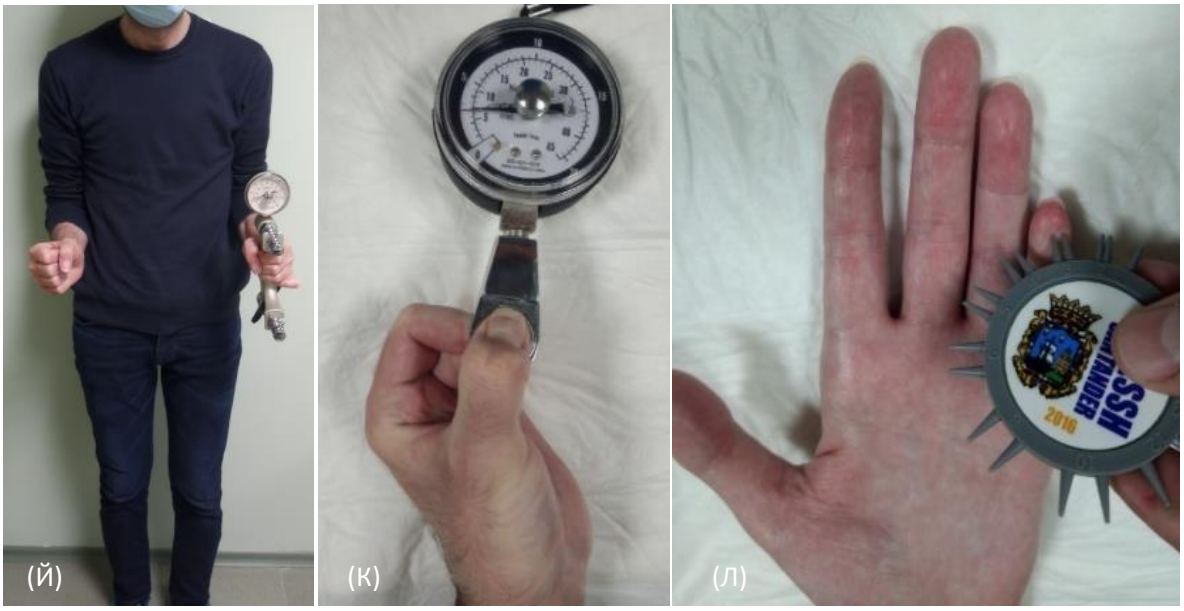
Фиг. 38 (Б) и (В) – Невъзможна пълна флексия в МКФ става на V-ти пръст на лява ръка

Фиг. 38 (Г) – Лекостепенна хипотрофия на хипотенара на лява длан

Фиг. 38 (Д) и (Е) – Възможна абдукция и аддукция само на показалеца на лява ръка спрямо III-ти; липса на атрофия на интринзик мускулите на лява длан; флексионна контрактура в ПИС и ДИС и хиперекстензионна в МКФ става на V-ти пръст на лява ръка; лекостепенна флексионна контрактура в ПИС на IV-ти пръст на лява ръка

Фиг. 38 (Ж) – Отрицателен симптом на Froment вляво

Фиг. 38 (З) и (И) – Пълна проно-супинация на лява предмишница



Фиг. 38 (Й) – оценка на силата на юмручен захват чрез Jamar динамометър

Фиг. 38 (К) – оценка на силата на върхов (триточков) захват чрез Jamar динамометър

Фиг. 38 (Л) – оценка на динамична и статична 2 – точкова дискриминационна чувствителност

VI. ОБСЪЖДАНЕ

VI. 1 Относно малките серии пациенти в публикуваните статии

Първото съобщение в литературата за приложението в клиничната практика на дистален нервен трансфер на крайното разклонение на AIN за m. pronator quadratus при възстановяване на тенарния клон на СН и дълбокия клон на ЛН е на *Wang и Zhu от 1997 г.* За възстановяването на рекурентния тенарен клон трябва да се използва нервен графт за примостяването на дисталния край на AIN и началото на рекурентния клон. Дълбокият клон на ЛН може да бъде коаптиран чрез директен шев след дисекция в проксимална посока. В тяхното ретроспективно изследване, обхващащо периода от 1979 г. до 1994 г. техниката е приложена при 20 пациенти – 17 случая с увреда на рекурентния клон на СН и **3 случая с увреда на дълбокия клон на ЛН**. От тях 17 случая са проследени за период от 2 до 7 години. Моторната функция е възстановена в различна степен: М2 при 2, М3 при 5, М4 при 7, М5 при 3[[101]].

През 1999 г. Battiston и Lanzetta докладват клинично приложение на процедура, която се състои в дистална коаптация между AIN и повърхностния сетивен палмарен клон на СН от една страна и моторния и сетивен компоненти на ЛН от друга страна, съответно, на нивото на канала на Guyon [[96]]. В тяхното ретроспективно изследване, обхващащо периода от 1993 г. до 1998 г. техниката е приложена при **7 пациенти**, 5 мъже и 2 жени, със средна интраоперативна възраст 32 години (от 11 до 52 години). Средният срок на проследяване е 2,5 години (от 1 до 3,5 години). Клинична оценка на резултатите е извършена по скалата на Highet – Zachary, като са изследвани и силата на юмручен и на върхов захват, изразени като процент от тази на контралатералната здрава ръка, както и симптомът на Froment. Постигнатите крайни функционални резултати се представят както следва: 1 лош (М2, S3+), 5 добри (М4, S4) и 1 отличен (М5, S4). Силата на юмручен и върхов захват варира от 60% до 85% от тази на контралатералната страна при 5 от пациентите с добър резултат. При пациентът с отличен резултат техните стойности са 85% и 90%, съответно, а при пациентът с лош резултат стойностите им достигат едва 30%. Симптомът на Froment е отрицателен при пациентите с добри и отличен резултати (6 от 7)[[7]].

През 2002 г. Novac и Mackinnon съобщават приложението на end-to-end (ETE) коаптация между крайното разклонение на AIN за m. pronator quadratus и дълбокия моторен клон на ЛН, както и end-to-side коаптация на воларния сетивен клон на ЛН и дорзалния кожен клон на същия нерв към

основния ствол на СН. Техниката е изследвана ретроспективно при **8 пациенти**, 3 жени и 5 мъже. Средната интраоперативна възраст на пациентите е 38 години (от 13 до 71 години). Средният интервал от време от увредата до операцията е 3 месеца (от 0 до 10 месеца). Средният срок на постоперативно проследяване е 18 месеца (от 9 до 33 месеца).

Всички пациенти получават реинервация на интринзик мускулите на ръката, инервирани от ЛН. Върховият страничен захват и юмручният захват се подобряват значително спрямо предоперативните стойности. Всички пациенти имат пълна активна флексия в метакарпо-фалангеалните стави на IV-ти и V-ти пръст и могат да правят пълен юмрук. Само при един пациент се е наложила вторична сухожилна транспозиция [67].

През 2002 г. Haase и Chung публикуват проспективно съобщение, прилагащо същата ETE коаптация между крайното разклонение на AIN за m. pronator quadratus и дълбокия моторен клон на ЛН. В тяхното изследване се проследяват **2 пациенти.**

Първият пациент е 41 годишен мъж с доминантна дясна ръка и ниво на увреда на ЛН 8 см. проксимално на лакътната става. Интервалът травма – операция е 7 дни, като е предприета предна транспозиция на ЛН и първично възстановяване в мястото на увреда заедно с дистален нервен трансфер чрез ETE коаптация. На 6-ти следоперативен месец се наблюдава доказателство за реинервация на интринзик мускулите на ръката, като най-забележимо се възвръща функцията на интеросалните мускули, аддуктора на палеца и абдуктора на V-ти пръст. На 11-ти следоперативен месец са проведени изследвания за нервна проводимост, които обективно доказват възстановяване на моторните плочки в интринзик мускулите на ръката, инервирани от ЛН.

Вторият пациент е 52 годишен мъж с ниво на увреда лакътна става. Интервалът травма – операция е 6 седмици, като е предприета реконструкция на невралния дефект на ЛН с кабелни автографтове в мястото на увреда заедно с дистален нервен трансфер чрез кабелен автографт поради наличие на опън при опит за ETE коаптация. Една година следоперативно пациентът има почти пълна функция на неговата интринзик мускулатура, както и протективна чувствителност по улнарната повърхност на ръката [31].

През 2017 г. Sallam и съавтори представят и прилагат в клиничната практика техника, която се състои в дистални ETE коаптации между AIN и дълбокия моторен клон на ЛН и между сетивния фасцикул за III-то междупръстно пространсво и повърхностния сетивен клон на ЛН. Възстановяване на чувствителността по дорзалния кожен клон на ЛН и по дисталния край на сетивния фасцикул за III-то междупръстно пространсво

се осъществява чрез ETS коаптация на последните към сетивния компонентот ствола на СН. В тяхното ретроспективно изследване, обхващащо периода от 2006 г. до 2013 г. техниката е приложена при **24 пациенти**, 15 мъже и 9 жени, със средна интраоперативна възраст 33,4 години (от 19 до 49 години). Средният срок на проследяване е 2,4 години (от 2 до 3,2 години). Средният интервал травма – операция е 9, 4 месеца (от 6 до 18 месеца). Оценка на възстановяването на моторната и на сетивната функция се извършва чрез MRC (Medical Research Council) скалата, като са изследвани и силата на юмручен и на върхов захват, изразени като процент от тази на контралатералната здрава ръка. Постигнатите крайни функционални резултати се представят както следва: M4 – 8 пациенти, M3 – 12 пациенти, M2 – 2 пациенти, M1 и M0 – по 1 пациент; S4 – 4 пациенти, S3+ - 2 пациенти, S3 – 8 пациенти, S2 – 7 пациенти, S1 – 3 пациенти. Силата на юмручен захват е със средна стойност 73,3% от тази на контралатералната страна, а на върхов захват – 73,1%[78].

През 2020 г. Ding и съавтори докладват клинично приложение на процедура, която се състои във възстановяване на ЛН в мястото на увреда (чрез първичен шев или чрез реконструкция с кабелни автографтове) и дистален нервен трансфер (чрез ETE или RETS коаптация) между крайното разклонение на AIN за m. pronator quadratus и дълбокия моторен клон на ЛН. Проспективно те проследяват **11 пациенти** в периода 2013 – 2016 година, 10 мъже и 1 жена, със средна интраоперативна възраст 34 години (от 11 до 48 години). Средният срок на проследяване е 3,4 години (от 2 до 5 години). Средният интервал травма – операция е 10, 1 дни (от 4 до 23 дни). При 8 пациенти в мястото на увреда на ЛН е извършен директен фасцикуларен шев, а при останалите 3 поради нервен дефект е направена реконструкция (с кабелни автографтове при 2 пациенти и алогенен нервен присадък при 1 пациент). Дисталният нервен трансфер е осъществен чрез ETE коаптация при 9 пациенти и чрез RETS коаптация при 2 пациенти. Оценка на възстановяването на моторната и на сетивната функция се извършва чрез MRC скалата, като са изследвани и силата на юмручен и на върхов захват, изразени като процент от тази на контралатералната здрава ръка. За оценка на функционалните резултатите е използвана DASH скалата. Постигнатите крайни резултати се представят както следва: M5 – 3 пациенти, M4 – 7 пациенти, M2 – 1 пациент; S4 – 4 пациенти, S3+ - 3 пациенти, S3 – 3 пациенти, S2 – 1 пациент. Силата на юмручен захват е със средна стойност 75% (от 50% до 85%) от тази на контралатералната страна, а на върхов захват – 66% (от 50% до 75%). Средната стойност на DASH е 8,8 (от 0 до 25). Симптомът на Froment е позитивен при 2 от пациентите, а симптомът на Wartenberg – при 7 от пациентите. Грифоподобна деформация на ръката се наблюдава при 3 от пациентите [24].

През 2021 г. Ковачев в своята монография съобщава за приложението на техниката на Novac–Mackinnon (моторният клон от AIN за m. pronator quadratus към дълбокия двигателен клон на n. ulnaris) при **5 пациента** с високи и интермедиерни увреди на ЛН, като проксимално в мястото на увреда е приложен класическият интерфасцикуларен присадък. 2 години след едновременният нервен трансфер и нервна реконструкция отчетените резултати са M4, S3. Той сравнява тези резултати с друга група пациенти (9 пациента), при които е бил приложен единствено интерфасцикуларен присадък в мястото на увереда. Постигнатите резултати при тази група са отчетени като M2 – M3 и S2. Като извод от проведените изследвания авторът твърди, че тази нова техника доказва своето преимущество тъй като на практика тя увеличава моторната активност (нервогментация). Поддържайки „реанимацията“ на интринзик мускулатурата на ръката тази микрохирургична техника явно осигурява благоприятна среда за прорастването на моторните аксони, съкращавайки по този начин влиянието на фактора разстояние – време.

Нашето ретроспективно проучването, обхваща периода 2015 – 2020 година и включва **30 пациенти** с високи увреди на ЛН, от които 19 мъже и 11 жени. Средната интраоперативна възраст е 31,43 години, като най-младият пациент е на 2 години, а най-възрастният на 62 години. Средният срок на проследяване е 3,07 години – от 1 до 5 години. При всички тях бе извършен дистален нервен трансфер чрез RETS или ETE коаптация от моторния клон на AIN за m. pronator quadratus към дълбокия двигателен клон на ЛН. При 6 от пациентите се направи и втори нервен трансфер в областта на дланта от рекурентния клон на СН към дълбокия двигателен клон на ЛН чрез кабелен автографт. За възстановяването на сетивността са приложени различни техники – при по-голяма част от случаите се разчита на извършената хирургична интервенция в мястото на увреда проксимално (невропластика чрез кабелни автографтове или декомпресия с невролиза и предна транспозиция на ЛН) или извършените дистално процедури (повърхностен сетивен клон на ЛН към сетивните фасцикули от ствола на СН чрез ETS коаптация или мостовидни кабелни нервни автографтове (n. suralis)). Постигнатите крайни функционални резултати се представят както следва: M5 – 6 пациенти, M4 – 12 пациенти, M3 – 8 пациенти, M2 – 4 пациенти; S4 – 6 пациенти, S3+ - 5 пациенти, S3 – 4 пациенти, S2 – 12 пациенти, S1 – 2 пациенти и S0 – 1 пациент. Силата на юмручен захват е със средна стойност 69,7% от тази на контралатералната страна, а на върхов захват – 61,2%.

Следващата таблица отразява достигнатата от пациентите (в брой и проценти) степен на възстановяване на моторната функция при изследванията на отделни автори.

Автор	Степен на възстановяване на моторната функция (брой и процентно съотношение)					
	M0	M1	M2	M3	M4	M5
Wang, Zhu (1997) ***17 пациенти***			2 (12%)	5 (29%)	7(41%)	3 (18%)
Battiston, Lanzetta (1999) ***7 пациенти***			1(14%)		5(72%)	1(14%)
Haase, Chung (2002) ***2 пациенти***					2(100%)	
Sallam (2017) ***24 пациенти***	1(4%)	1(4%)	2(8%)	12(50%)	8(34%)	
Ding (2020) ***11 пациенти***			1 (9%)		7(64%)	3(27%)
Ковачев (2021) ***5 пациенти***					5(100%)	
Кътева, Ангелов (2021) ***30 пациенти***			4(13%)	8(27%)	12(40%)	6(20%)

Табл. 47. Брой и процентно съотношение на пациентите в зависимост от степента на възстановяване на моторната функция при отделни автори

Данните от Таблица 47 показват, че степен на моторно възстановяване M3, M4 и M5 в проучването на Wang и Zhu достигат 88% от пациентите, в това на Battiston и Lanzetta – 86%, в това на Sallam – 84%, а в това на Ding – 91%. Нашите резултати по отношение степента на моторно възстановяване не се отличават от тези на цитираните автори. В нашето изследване пациентите достигнали възстановяване на мускулна сила M3, M4 и M5 са 87%. Процентът на пациентите със степен на моторно възстановяване M2 в нашата серия (13%) също е съпоставим с този на другите автори – Wang и Zhu (12%), Battiston и Lanzetta (14%), Sallam (8%), Ding (9%).

Таблица 48 представя разпределението на пациентите по отношение на степента на възстановената от тях сетивна функция при проучванията на отделни автори.

Автор	Степен на възстановяване на сетивната функция (брой и процентно съотношение)					
	S0	S1	S2	S3	S3+	S4
Battiston, Lanzetta (1999) ***7 пациенти***					2(29%)	5(71%)
Haase, Chung (2002) ***2 пациенти***				1 (50%)		
Sallam (2017) ***24 пациенти***		3 (13%)	7 (29%)	8 (33%)	2(8%)	4 (17%)
Ding (2020) ***11 пациенти***			1 (9%)	3 (27%)	3(27%)	4(37%)
Ковачев (2021) ***5 пациенти***				5 (100%)		
Кътева, Ангелов (2021) ***30 пациенти***	1 (3%)	2 (7%)	12(40%)	4(13%)	5 (17%)	6 (20%)

Табл. 48. Брой и процентно съотношение на пациентите в зависимост от степента на възстановяване на сетивната функция при отделни автори

От анализа на Таблица 48 се вижда , че степента на възстановяване на сетивната функция се различава значително при отделните автори. Това може да се дължи както на многото различни техники, използвани за възстановяване на сетивността (невропластика чрез кабелни автографтове, декомпресия с невролиза и предна транспозиция на ЛН, повърхностен сетивен клон на ЛН към сетивните фасцикули от ствола на СН чрез ETS коаптация или мостовидни кабелни нервни автографтове (n. suralis)), така и на съществената разлика в броя на пациентите в отделните серии (от 2 до 30 пациенти). Ако обаче се анализират двете серии с най-голям брой пациенти, а именно нашата серия (30 пациенти) и тази на Sallam (24 пациенти) може да се стигне до следните изводи: процентът на пациентите със степен на сетивно възстановяване S3, S3+ и S4 (функционално възстановена чувствителност) в нашата серия е 50% и е съпоставим с този в серията на Sallam – 58%; процентът на пациентите със степен на сетивно възстановяване S2 и S1 (протективна чувствителност) също не се различава значително: 47% в нашата серия, при 42% в тази на Sallam.

Таблица 49 отразява средната стойност (в проценти) на силата на ЮЗ и $ВЗ_{(т)}$ от тази на контралатералната страна, както и средната стойност на DASH скалата и симптомът на Froment при изследванията на отделни автори.

Автор	Средна стойност			Симптом на Froment (положителен)
	Юмручен захват (%)	Върхов захват (триточков) (%)	DASH скала	
Battiston, Lanzetta (1999) ***7 пациенти***	70,7	71,4	N/A	1 (14%)
Sallam (2017) ***24 пациенти***	73,3	73,1	N/A	N/A
Ding (2020) ***11 пациенти***	75	66	8,8	2 (18%)
Кътева, Ангелов (2021) ***30 пациенти***	69,7	61,2	26,4	4 (13%)

Табл. 49. Средна стойност (в проценти) на силата на ЮЗ и $ВЗ_{(т)}$ от тази на контралатералната страна, средна стойност на DASH скалата, положителен симптом на Froment.

Обсъждайки данните от Таблица 49 стигаме до извода, че възстановяването на силата на ЮЗ е без сигнификантна разлика в четирите серии, като нашите резултати (69,7%) потвърждават тези, посочени от другите автори: Battiston и Lanzetta (70,7%), Sallam (73,3%), Ding (75%). Разликата във възстановяването на силата на $ВЗ_{(т)}$ е значима, но не сигнификантна, между нашите резултати (61,2%) и тези на другите автори: Battiston и Lanzetta (71,4%), Sallam (73,1%), Ding (66%). Средната стойност на DASH скалата при нашите пациенти е 26,43 (най-ниска стойност – 0, най-висока стойност – 77), докато в проучването на Vordemvenne и съавтори от 2007 г. средната крайна стойност на DASH скалата е 22, а в това на Ding от 2020 г. тя е 8,8. (DASH скалата има стойности от 0 до 100, като по-ниски стойности обуславят по-добър краен резултат). Това за пореден път доказва, че нашите функционални резултати не се различават от тези публикувани в литературата. Симптомът на Froment е положителен в сравним процент в три от сериите: 13% - наши резултати, 14% - Battiston и Lanzetta и 18% - Ding. Трябва да се наблегне на факта, че този симптом корелира най-тясно с процента на лоши клинични резултати по скалата на Highet – Zachary.

Клиничната оценка на постоперативните резултати по скалата на Highet-Zachary при отделните автори се представя в Таблица 50:

Автор	Highet – Zachary скала (брой и процентно съотношение)		
	отлични (M5, S4)	**добри** (M3 или M4, S3+)	**лоши** (M2, S3 или по-малко)
Wang, Zhu (1997) ***17 пациенти***	3 (18%)	12 (70%)	2 (12%)
Battiston, Lanzetta (1999) ***7 пациенти***	1 (14%)	5 (72%)	1 (14%)
Haase, Chung (2002) ***2 пациенти***		2 (100%)	
Sallam (2017) ***24 пациенти***		20 (84%)	4 (16%)
Ding (2020) ***11 пациенти***	3 (27%)	7 (64%)	1 (9%)
Ковачев (2021) ***5 пациенти***		5 (100%)	
Кътева, Ангелов (2021) ***30 пациенти***	6 (20%)	20 (67%)	4 (13%)

Табл. 50. Разпределение на пациентите по клинична оценка на постоперативните резултати според скалата на Highet-Zachary (брой и процентно съотношение) при различни автори.

Данните от Таблица 50 сочат, че процентът на отлични клинични резултати в нашата серия (20%) е сравним с този в останалите серии: Wang и Zhu (18%), Battiston и Lanzetta (14%) и Ding (27%). Прави впечатление липсата на отлични клинични резултати в серията на Sallam. Изводът за сравними отлични клинични резултати се потвърждава и в графата добри клинични резултати. Последните в нашето изследване са 67%, в това на Wang и Zhu – 70%, Battiston и Lanzetta докладват 72%, а Ding – 64%. Тук със своите 84% добри клинични резултати се откроява съобщението на Sallam (може би поради липсата на отлични клинични резултати в неговото съобщение пропорционално се повишава процентът на добрите клинични резултати). Лошите клинични резултати са без сигнификантна разлика и в петте изследвания: 13% в нашето изследване, 12% в това на Wang и Zhu, 14% при Battiston и Lanzetta, 16 % в изследването на Sallam и 9% в това на Ding.

От посочените до тук данни може да се заключи, че постигнатите от нашите пациенти степен на възстановяване на моторна и сетивна функция, сила на ЮЗ, $ВЗ_{(т)}$, DASH показатели и като цяло клинични резултати потвърждават цитираните до този момент в световната литература данни от другите автори по отношение на същите показатели.

VI. 2 Относно факторите, повлияващи крайните функционални резултати от хирургичното лечение на пациенти с висока увреда на ЛН

Функционалният резултат след възстановяване на висока увреда на ЛН се определя от множество фактори, като: нивото на нараняване, възрастта на пациента, интервалът травма – операция, уменията на хирурга [7]. Harris допълва тези фактори с още няколко: степен на увреда на нерва, асоциираност на травмата и коров пластицитет. При лезии на ЛН, функционалното възстановяване на интринзик мускулите на ръката е по-важно от сетивното възстановяване; за съжаление, потенциалът за сетивно възстановяване е по-голям от този за моторно възстановяване[7]. В поредица от повече от 100 случая е имало несъответствие между възвръщането на сетивната функция и на моторната функция на интринзик мускулатурата, като последната е минимална или клинично несъществуваща[7].

- *VI. 2. 1 Относно нивото на увреда на ЛН*

През 1945 г. Harris отделя увредите на нерва на проксимално ниво като невъзстановими (иреверзиблени), а по-късно *Mitelbach (1960 г.)* ги нарича проблематични нервни увреди[2].

Въпреки че сетивността се възстановява през повечето време, възстановяването на двигателната функция в интринзик мускулите на ръката е почти еднакво лоша, особено при възрастните пациенти. Това е главно резултат от значителното разстояние между мястото на нараняване и моторните плочки, подлежащи на реинервация. Необходимото време от няколко месеца, за регенериращите аксони да преминат през това разтояние, води до необратима атрофия и фиброза в денервираните мускули[31]. Когато увредата е висока, повечето пациенти възстановяват само протективна чувствителност, дори ако лезията се възстанови незабавно[7]. От двигателна гледна точка, високите лезии имат много лоша прогноза. Според Vastamaki и съавтори задоволителен резултат не може да се очаква, ако нивото на нараняване е повече от 60 cm от върха на III-ти пръст (при възрастни мъже)[7].

Като извод колкото по-проксимална е увредата, толкова по-лоши са резултатите [108].

В нашето ретроспективно проучване разделихме пациентите в 2 подгрупи според нивото на висока увреда на ЛН: първа група с ниво на увреда лакът (16 пациенти) и проксимална 1/3 на предмишница (3 пациенти) - общо 19 пациенти (по-дистални увреди) и втора група с ниво на увреда мишница (9 пациенти), аксила (1 пациент) и подключична област

(1 пациент) - общо 11 пациенти (по-проксимални увреди). След това анализирахме тези 2 подгрупи по отношение на тяхното моторно и сетивно възстановяване. Изводът до който достигнахме е, че при високите увреди на ЛН няма статистически значима разлика по отношение на моторното и сетивно възстановяване, когато нивото на увреда е проксимално от проксимална 1/3 на предмишницата.

- *VI. 2. 2 Относно възрастта при настъпване на увредата на ЛН*

Възрастта на пациента по време на операция се оказва, че сигнификантно се отразява на резултата [108]. Съвсем наскоро Chemnitz и колеги прегледаха 30-годишните резултати след възстановяване на СН и ЛН, извършено при деца и юноши [108]. Възстановяването е значително по-добро при тези, които са претърпели увреди в детството (под 12 години) при сравнение с тези от юношеството. Средно децата възстановяват 87% от нормалната функция сравнено с 67% при юношите[108]. Причините за подобрени резултати при децата се отдават на по-късото разстояние за възстановяване, ускореното нервно прорастване и увеличената мозъчна пластичност, позволяваща по-добро възприемане на отклоняващия се от нормата сензорен сигнал [108].

В ретроспективно проучване при 41 пациенти с увреда на ЛН и първично възстановяване през 1982 г. Gaul твърди, че младите пациенти с високи лезии показват променливи резултати, често доста добри. Средният върхов захват се възстановил до 86% от нормалния при по-млади пациенти (под 18) и до 82% от нормалния при по-възрастни пациенти с ниско ниво на увреда, докато при възрастни с високи увреди на ЛН не се наблюдавало значимо възстановяване на моторната функция.[30].

В нашето изследване анализирахме пациентите в 2 възрастови групи – до 14 години (7 пациенти) и над 14 години (23 пациенти) – както по отношение на моторно и сетивно възстановяване, така и по отношение на средни стойности на $ВЗ_{(т)}$, ЮЗ и DASH показатели. Изводите до които достигнахме са: при децата оценките както за сензорно, така и за моторно възстановяване имат статистически значимо по-висока медиана от медианата на възрастните, т.е. оценките при децата както за сензорно, така и за моторно възстановяване са по-добри; средните стойности и на трите показателя – $ВЗ_{(т)}$, ЮЗ и DASH – също са по-добри при деца, отколкото при възрастни. От всичко посочено до тук се вижда, че нашите резултати потвърждават цитираните в литературата, а именно че възрастта на пациента по време на операция се оказва, че сигнификантно се отразява на крайния функционален резултат.

- *VI. 2. 3. Относно интервалът травма – операция*

През 1995 г. Gordon установи, че при късно възстановяване на нервна увреда, повече от 4-ри месеца, регенерацията на нерва намалява с 33%. Повишеното денервационно време води до намаляване на количеството на регенериращите аксони, което резултира в намалена мускулна функция. Времето за реинервация на сетивните рецептори е по-голямо в сравнение с мускулните, но по-ранното сетивно възстановяване резултира в по-добро функционално възстановяване [2].

За по-добри резултати при високите увреди на ЛН се изисква възможно най-раннно възстановяване в сравнение с други периферни нервни увреждания [108]. При острите отворени наранявания на ЛН се препоръчва незабавна ревизия и първична неврорафия, стига тя да се постигне под минимален опън. За замърсени наранявания за които спешното възстановяване не се препоръчва, отложеното такова идеално може да се осъществи в рамките на по-малко от 72 часа, но и до 7-мия ден от увредата, без последици за крайния резултат [108]. Отлагането на възстановяването обаче увеличава вероятността за използването на нервни графтове, води до загуба на неврони и фиброза на дисталния край [108].

Забавеното възстановяване на нерва за повече от 6 месеца след невротмеза е свързано с намален брой регенериращи моторни аксони до една трета от оригиналния им брой. Следователно, способността за регенериране и реинервиране на дисталните целеви мускули постепенно намалява с времето [78]. Има приет времеви прозорец от 12 до 18 месеца за мускулна реинервация и възстановяване на съкратителната им функция преди да настъпи необратима атрофия на крайната моторна плочка [78]. Времевата рамка за сензорна реинервация е по-дълга [78].

В нашата серия разпределихме пациентите в 2 групи в зависимост от *интервала травма – операция*: пациенти, които са оперирани до 4-тия месец вкл. след травмата (14 пациенти) и пациенти, които са оперирани на 5-тия месец и по-късно след травмата (16 пациенти). При оценка на ефекта на интервала травма – операция върху възстановяването на моторните и сензорни функции беше взета предвид възможността този ефект да е повлиян от съпътстващи фактори като възраст на пациента и период на проследяване. Изводите до които достигнахме са: ранната интервенция (< 4 месеца) е със сравнима ефективност за възстановяване на силата на ЮЗ при деца и възрастни, докато късната интервенция (> 4 месеца) намалява ефективното възстановяването на силата на ЮЗ с напредване на възрастта;

при ранна интервенция възстановяването на силата на ЮЗ е сравнимо при различните периоди на проследяване, докато при късната интервенция възстановяването е с тенденция да се подобрява с времето. Тези резултати сочат, че ефектът на интервала травма – операция върху възстановяването на моторните и сензорни функции, както и върху удоволетвореността на пациента от оперативната интервенция (DASH резултати), силно зависи от съпътстващи редица фактори (възраст на пациента и период на проследяване), с вероятна допълнителна модулация от вида на травмата и нивото на увреда.

- *VI. 2. 4 Относно уменията на хирурга, извършващ лечението*

Хирургичното лечение е единствен терапевтичен подход при висока изолирана увреда на ЛН. То трябва да бъде индивидуализирано спрямо характеристиките на пациента. Използваните хирургични техники изискват задълбочени познания по отношение на анатомията на ЛН и най-вече на неговата интраневралната топографска анатомия. Нейното познаване е от особено значение, когато се изпълнява групирано фасцикулно възстановяване и дистални нервни трансфери. Тя най-разширено е проучена на ниво проксимална предмишница и на ниво китка. Специалистът, осъществяващ хирургичното лечение трябва да притежава сериозен опит както в микрохирургията, така и в хирургията на периферните нерви, реконструктивната и пластична хирургия, ортопедията и травматологията. Затова прилагането на тези оперативни техники трябва да се извършва само в клиники с високоспециализиран персонал и високотехнологична апаратура.

- *VI. 2. 5 Относно характеристиките на пациента*

Резултатите от възстановяването на ЛН могат да бъдат максимално подобрени както чрез сензорно преобучение, така и чрез терапия на самата ръка. Техниките на сензорно преобучение широко се прилагат при възрастни след възстановяване на нерв, като по този начин терапията значително благоприятно корелира с връщането към работа [108]. В скорошно проучване на Bruyns и колеги 59% от работещите могли да се върнат на работното си място средно около 30 седмици след изолирани увреди на ЛН. Работниците с „бели якички" можели да се върнат на работа средно 10 седмици по-рано отколкото работниците със „сини якички". По-високата степен на образование, сътрудничеството от страна на пациента към терапията, дисталните увреди и по-добрата следоперативна сила на юмручен и върхов захват показват тенденцията да бъдат положителни прогностични фактори за по-ранно връщане към работа [108].

При оценка на резултатите е важно да се запомни, че функцията може да се подобрява до 5 години след операцията [108]. Нарастващото

подобрение може да се дължи както на продължаващата нервна регенерация и инервация, така също и на физиологичната адаптация към новите модели на инервация[108].

V. 3. Относно вида на увредения нерв

През 2006 г. Kovachich след обширно проучване на над 520 случая дава оценка на различните нерви с оглед различния регенерационен капацитет. Така бе въведен терминът „нерви с нисък регенераторен капацитет“ – ЛН и перонеален нерв[2].

За съжаление, интервенирането на ЛН често има като резултат непълно възстановяване с функционални резултати, които са по-лоши от тези постигнати след увреди на лъчевия и СН[108].

Ruijs и колеги, в техен мета-анализ на 23 публикации, намират, че увредите на ЛН дават 71% по-малък шанс за възстановяване на моторната функция отколкото увредите на СН.

Vordemvenne и колеги отбелязаха резултати при 65 пациенти със 71 пълни разкъсно-контузни наранявания на срединния и/или ЛН 8 години след увредата. 70% от нараняванията се случват на нивото на китката. Възстановяването на моторната функция е по-лошо след възстановяване на ЛН отколкото след възстановяване на СН.

Galanakos и колеги също прегледаха проспективни резултати на 73 пациенти, претърпели първично възстановяване на наранявания от остър предмет на срединния и/или ЛН. Пациентите са проследени за срок от над 3 години. Реконструкциите на СН се възстановяват по-добре от тези на ЛН по отношение на чувствителност и моторна функция.

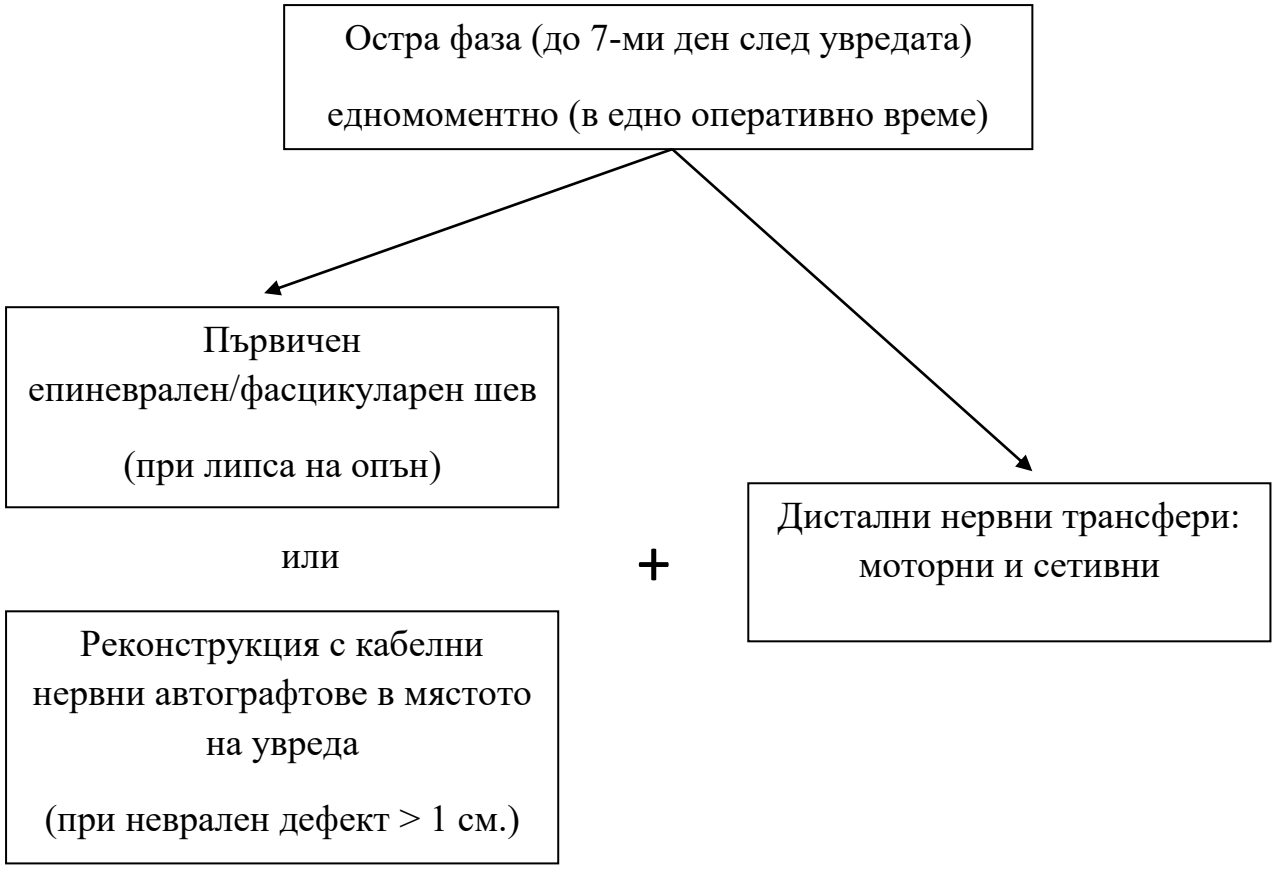
От натрупания клиничен опит и резултати през последните 15 години в областта на периферната нервна хирургия ние също категорично твърдим, че СН и лъчевият нерв са с по-висок регенераторен капацитет от ЛН. С настоящето проучване обаче доказваме, че при налична висока увреда на ЛН добър и дори отличен краен функционален резултат е постижим при прилагане на съвременните микрохирургични техники на нервна реконструкция и дистални нервни трансфери.

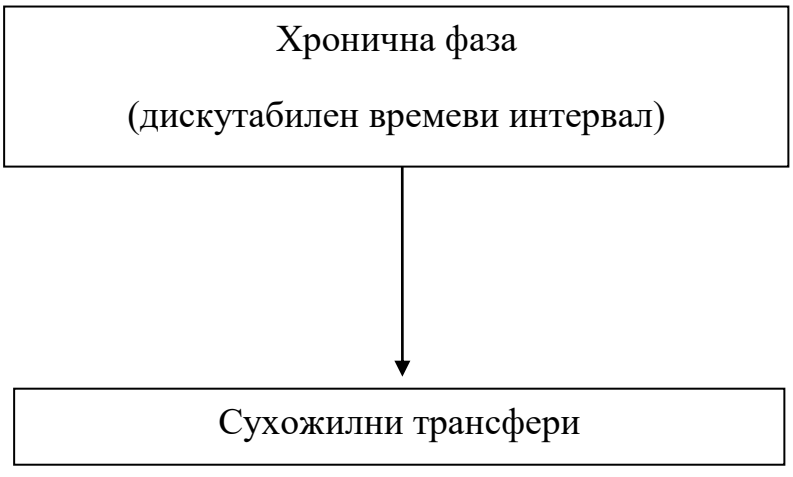
Въз основа анализа на данните получени от нашето изследване предлагаме следния терапевтичен протокол за пациенти с висока изолирана увреда на ЛН:

ПРОТОКОЛ ЗА ХИРУРГИЧНО ЛЕЧЕНИЕ НА ПАЦИЕНТИ С ВИСОКА ИЗОЛИРАНА УВРЕДА НА ЛАКЪТНИЯ НЕРВ

- **В острата фаза (до 7-ми ден след увредата)** едномоментно, т.е. в едно оперативно време, се извършват: **първичен** епиневрален/фасцикуларен **шев** (при липса на опън) **или реконструкция** с кабелни нервни автографтове на лакътния нерв **в мястото на увреда** (при неврален дефект > 1 см.) **и дистални нервни трансфери** – моторни (чрез RETS/ETE коаптация на ниво дистална предмишница и чрез мостовидни кабелни нервни автографтове на ниво длан) и сетивни (чрез ETE/ETS коаптация и чрез мостовидни кабелни нервни автографтове)

- **В хроничната фаза (дискутабилен времеви интервал)** се извършват **сухожилни трансфери** с цел корекция на грифоподобната деформация, слабостта на върховия захват между палеца и показалеца, абдукционната деформация на V-ти пръст и слабостта на флексия в дисталната интерфалангеална става (ДИС) на IV-ти и V-ти пръст.


Остра фаза (до 7-ми ден след увредата)
едномоментно (в едно оперативно време)
Първичен епиневрален/фасцикуларен шев
(при липса на опън)
или
Реконструкция с кабелни нервни автографтове в мястото на увреда
(при неврален дефект > 1 см.)
+
Дистални нервни трансфери: моторни и сетивни


Хронична фаза
(дискутабилен времеви интервал)
Сухожилни трансфери

VII. ИЗВОДИ

На базата на направената литературна справка и анализа на получените собствени резултати от хирургичното лечение на 30 случая с висока увреда на ЛН, могат да се направят следните изводи в отговор на поставените от нас задачи:

1. Диагнозата „висока увреда на лакътния нерв“ е предизвикателство за хирурга на ръка в клиничната му практика, все още актуално поради сериозните здравни и социални последици.
2. Диагностиката е основно клинична, като електро-физиологичните (ЕМГ) и образни изследвания (УЗВР, ЯМР, КТ миелограма) имат само подпомагаща функция.
3. Хирургичното лечение е единствен терапевтичен подход, който трябва да бъде индивидуализиран спрямо характеристиките на пациента.
4. Използваните хирургични техники изискват задълбочени познания по отношение на интраневралнатра топографска анатомия на лакътния нерв и сериозен опит в микрохирургията. Затова прилагането им трябва да се извършва само в клиники с високоспециализиран персонал и високотехнологична апаратура.
5. Съвременният терапевтичен алгоритъм в спешен порядък е комбинация от първичен нервен шев или реконструкция на лакътния нерв в мястото на увреда **и** дистални нервни трансфери (моторни и сетивни), а в планов порядък – сухожилни транспозиции.
6. Атравматичната микрохирургична оперативна техника, заедно с дългосрочното и редовно проследяване на пациентите, са есенциални за постигане на оптимални клинични резултати с отлична функционалност.

VIII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Функционални резултати след висока увреда на ЛН са трудни за постигане, защото функцията на интринзик мускулите е трудна за възстановяване. Само до преди 2 десетилетия се е смятало, че този тип наранявания, въпреки първичното възстановяване на нерва в мястото на увреда, води до лош краен функционален резултат, налагащ последващи сухожилни транспозиции. Сега се знае, че дисталните нервни трансфери, извършвани едновременно с проксималното възстановяване на ЛН, дават 70% до 100% добри функционални резултати. Поради това по-голяма част от микрохирургичните интервенции в България с дистален нервен трансфер при висока увреда на ЛН са извършени в последните години от нашия екип и повечето от тях са включени в настоящия труд. В него представихме техниките за тяхното прилагане въз основа на собствения и световен опит.

Провеждането на хирургичното лечение от добре подготвен и опитен интердисциплинарен екип е ключов момент за подобряване на крайните функционални резултати, като не трябва да се забравя и факта, че пълното възстановяване след висока увреда на ЛН може да отнеме до 5 години.

Настоящия труд не претендира за максимална изчерпателност. Оценяваме необходимостта от по-дългосрочно проследяване при голяма част от пациентите.

Въпреки тези недостатъци считаме, че представеният терапевтичен протокол при пациенти с висока увреда на ЛН е актуален и има практическа насоченост.

IX. КНИГОПИС

1. Калинов К. Статистически методи в поведенческите и социалните науки, 3-то преработено и допълнено изд., НБУ, София, 2013.
2. Ковачев В. Увреди на периферната нервна система. Плевен. 2021; 8-13, 130-140.
3. Кътева М. Ранно оперативно лечение след травма на plexus brachialis. София, 2020; 3-6
4. Джейкобсон – Петров Дж, Симеонов Л. Междукултурната адаптация на увреждaнията на мишницата, рамото и ръката (DASH) на български език. *Ортопедия и травматология.* 2017; 54 (Suppl. 1): 247 - 256.
5. Anderson GA. Ulnar nerve palsy. In: Green's Operative Hand Surgery. Philadelphia. 2005;1162–1196.
6. Barbour J, Yee A, Kahn LC et al. Supercharged end-to-side anterior interosseousto ulnar motor nerve transfer for intrinsic musculature reinnervation. *J Hand Surg Am.* 2012; 37:2150–2159.
7. Battiston B, Lanzetta M. Reconstruction of high ulnar nerve lesions by distal doublemedian to ulnar nerve transfer. *J Hand Surg Am.* 1999; 24:1185–1191.
8. Bertelli JA, Ghizoni MD. Reconstruction of C5 and C6 brachial plexus avulsion injuryby multiple nerve transfers: spinal accessory to suprascapular, ulnar fasciclesto biceps branch, and triceps long or lateral head branch to axillary nerve. *J HandSurg Am.* 2004; 29:131–139.
9. Bertelli JA, Ghizoni MF. Very distal sensory nerve transfers in high median nervelesions. *J Hand Surg Am.* 2011; 36:387–393.
10. Boyd KU, Nimigan AS, Mackinnon SE. Nerve reconstruction in the hand and upperextremity. *Clin Plast Surg.* 2011; 38:643–660.
11. Brandt KE, Mackinnon SE. A technique for maximizing biceps recovery in brachialplexus reconstruction. *J Hand Surg Am.* 1993; 18:726–733.
12. Brenner MJ, Dvali L, Hunter DA et al. Motor neuron regeneration through end-to-side repairs is a function of donor nerve axotomy. *Plast Reconstr Surg.* 2007; 120:215–223.
13. Brown JM, Mackinnon SE. Nerve transfers in the forearm and hand. *Hand Clin.*2008;24:319–340.
14. Brown JM, Shah MN, Mackinnon SE. Distal nerve transfers: A biology-based rationale. *Neurosurg Focus*. 2009; 26:3-12.

15. Brown JM, Yee A, Mackinnon SE. Distal median to ulnar nerve transfers torestore ulnar motor and sensory function within the hand: technical nuances. *Neurosurgery*. 2009; 65:966–977.
16. Brunelli GA. Sensory nerves transfers. *J Hand Surg Br*. 2004; 29:557–562.
17. Chuang DC, Lee GW, Hashem F et al. Restorationof shoulder abduction by nerve transfer in avulsed brachialplexus injury: evaluation of 99 patients with various nerve transfers. *Plast Reconstr Surg*. 1995; 96:122–128
18. Chuang DC, Yeh M-C,Wei F-C. Intercostal nerve transfer to the musculocutaneous nerve in avulsed brachial plexus injuries: evaluation of 66 patients. *J Hand Surg*. 1992;17A:822–828
19. Colbert SH, Mackinnon SE. Nerve transfers for brachial plexus reconstruction. *Hand Clin*. 2008; 24:341–361.
20. Colbert SH, Mackinnon SE. Posterior approach for double nerve transfer for restoration of shoulder function in upper brachial plexus palsy. *Hand*. 2006; 1:71–77.
21. Cusick CG, Wall JT, Witing JH Jr et al. Temporal progression of cortical reorganizationfollowing nerve injury. *Brain Res*. 1990; 537:355–358.
22. Davidge KM, Boyd KU. Ulnar nerve entrapment and injury. In: Nerve surgery. New York. 2015; 251-288
23. DeSmet L: Anterior interosseous nerve transfer to the motor branch of the ulnar nerve: A case report. *Eur J Plast Surg*.2006; 28:523–524.
24. Ding W, Li X, Pan J et al. Repair Method for Complete High Ulnar Nerve Injury Based on Nerve Magnified Regeneration.*Ther Clin Risk Manag*. 2020; 16:155–168
25. Ducic I, Dellon AL, Bogue DP. Radial sensory neurotization of the thumb andindex finger for prehension after proximal median and ulnar nerve injuries. *J Reconstr Microsurg*. 2006; 22:73–78.
26. Duff SV. Impact of peripheral nerve injury on sensorimotor control. *J Hand Ther*.2005;18:277–291.
27. Estrella EP. Functional outcome of nerve transfers for upper-type brachial plexus injuries. *J Plast Reconstr Aesthet Surg*. 2011; 64:1007–1013.
28. Flores LP. Distal anterior interosseous nerve transfer to the deep ulnar nerveand end-to-side suture of the superficial ulnar nerve to the third common palmardigital nerve for treatment of high ulnar nerve injuries: experience in five cases. *Arq Neuropsiquiatr*. 2011; 69:519–524.
29. Fu SY, Gordon T. Contributing factors to poor functional recoveryafter delayed nerve repair: prolonged denervation. *J Neurosci*. 1995; 15:3886–3895
30. Gaul JSJr. Intrinsic motor recovery – a long-term study of ulnar nerve repair. *J Hand Surg Am*.1982;7(5):502 – 508

31. Haase SC, Chung KC. Anterior interosseous nerve transfer to the motor branch of the ulnar nerve for high ulnar nerve injuries. *Ann Plast Surg*. 2002; 49:285–290.
32. Harris RI. The treatment of irreparable nerve injuries. *Can Med Assoc J.* 1921;1 1:833–841.
33. Humphreys DB, Mackinnon SE: Nerve transfers. *Oper Tech Plast Reconstr Surg.* 2002; 9:89–99.
34. Imai H, Tajima T, Natsumi Y. Successful reeducation of functional sensibility after median nerve repair at the wrist. *J Hand Surg Am.* 1991; 16:60–65.
35. Jabaley ME. Internal topography of peripheral nerves as related to repair. In: Operative Nerve Repair and Reconstruction. Philadelphia. 1991; 231-240
36. Johnston RB, Zachary L, Dellon AL et al. The effect of a distal site of compression on neural regeneration. *J Reconstr Microsurg.* 1993; 9:271–275.
37. Kaya Y, Sarikcioglu L. Sir Herbert Seddon (1903–1977) and his classification scheme for peripheral nerve injury. *Childs Nerv Syst.*2015; 31:177–180.
38. Kim DH, Han K, Tiel RL et al. Surgical outcomes of 654 ulnar nerve lesions. *J Neurosurg.* 2003; 98:993–1004.
39. Kline DG, Hudson AR. Ulnar nerve. In: Nerve Injuries. Philadelphia. 2007; 171-198.
40. Leechavengvongs S, Witoonchart K, Uerpairojkit C et al. Nerve transfer to deltoid muscle using the nerve to the long head of the triceps, part II: a report of7 cases. *J Hand Surg Am.* 2003; 28:633–638.
41. Leechavengvongs S, Witoonchart K, Uerpairojkit C et al. Nerve transfer to biceps muscle using a part of the ulnar nerve in brachial plexus injury (upper arm type): areport of 32 cases. *J Hand Surg Am.* 1998; 23:711–716.
42. Lester RL, Smith PJ, Mott G et al. Intrinsic reinnervation – myth or reality? *J HandSurg Br.* 1993;18:454–460.
43. Liverneaux PA, Diaz LC, Beaulieu J-Y et al. Preliminary results of double nerve transfer to restore elbow flexion in upper type brachial plexus palsies. *PlastReconstr Surg.* 2006; 117:915–919.
44. LuedemannW, Hamm M, Blömer U etal. Brachial plexus neurotization with donor phrenic nerves and its effect on pulmonary function. *J Neurosurg*. 2002; 96:523–526
45. Lundborg G. The nerve trunk. In: Nerve Injury and Repair. London. 1988; 32-63.
46. Lundborg G. Vascularsystems. In: Nerve Injury and Repair. London. 1988; 42-46.

47.Lurje A. Concerning surgical treatment of traumatic injury ofthe upper division of the brachial plexus (Erb's type). *AnnSurg.*1948;127:317–326
48. Lutz BS, Chuang DC, Chuang SS et al. Nerve transfer tothe median nerve using parts of the ulnar and radial nerves in the rabbit – effects on motor recovery of the median nerveand donor nerve morbidity. *J Hand Surg*. 2000; 25:329–335
49. Mackinnon SE, Colbert SH. Nerve transfers in the hand and upper extremitysurgery. *Tech Hand Up Extrem Surg.* 2008; 12:20–33.
50.Mackinnon SE, Dellon AL. Ulnar nerve. In: Surgery of the Peripheral Nerve. New York. 1988; 118-125
51. Mackinnon SE, Novak CB, Myckatyn TM et al. Results of reinnervation of thebiceps and brachialis muscles with a double fascicular transfer for elbow flexion. *J Hand Surg Am.* 2005; 30:978–985.
52. Mackinnon SE, Novak CB. Nerve transfers. New options for reconstruction following nerve injury. *Hand Clin*.1999; 15:643–666.
53.Mackinnon SE. Classifying Nerve Injury. In: Nerve surgery. New York. 2015. 7
54.Malessy MJ, Thomeer RT, van Dijk JG. Changing central nervous system control following intercostal nerve transfer. *J Neurosurg.* 1998; 89:568–574
55.May M. Nerve substitution techniques: XII-VII hook-up, XII-VII jump graft and cross-facial graft. In: The Facial Nerve. New York. 2000. 611–634
56.Midha R. Emerging techniques for nerve repair: nerve transfer and nerve guidance tubes. *Clin Neurosurg.* 2006; 53:185-90
57. Midha R. Nerve transfers for severe brachial plexus injuries: a review. *Neurosurg Focus*.2004; 15:165-175
58.Millesi H, Meissl G, Berger A. Further experience with interfascicular grafting of the median, ulnar and radial nerves. *J Bone Joint Surg*. 1976; 58:209–218
59.Millesi H. Microsurgery of peripheral nerves. *Hand* 1973; 5:157–160
60. Millesi H, Zoch G, Rath T. The gliding apparatus of peripheral nerve: its clinical significance. *Ann Hand Surg*. 1990; 9:87-97
61. Nagano A, Yamamoto S, Mikami Y. Intercostal nerve transfer to restore upper extremity functions after brachial plexus injury. *Ann Acad Med Singap.*1995; 24(4 Suppl):42-45
62.Narakas AO, Hentz VR. Neurotization in brachial plexus injuries. Indication and results. *Clin Orthop Relat Res.*1988. 237:43-56.
63.Narakas AO. Neurotization in the treatment of brachial plexus injuries. In: Operative Nerve Repair and Reconstruction. Philadelphia. 1991; 1329–1358
64.Narakas AO. Thoughts on neurotization or nerve transfers in irreparable nerve lesions. *Clin Plast Surg* 1984; 11:153–159

65. Nath RK, Mackinnon SE, Shenaq SM. New nerve transfers following peripheral nerve injuries. *Oper Tech Plastic Reconstr Surg.* 1997; 4:2–11
66. Nath RK, Mackinnon SE. Nerve transfers in the upper extremity. *Hand Clin.*2000;16:131–139.
67. Novak CB, Mackinnon SE. Distal anterior interosseous nerve transfer to the deep motor branch of the ulnar nerve for reconstruction of high ulnar nerve injuries. *J Reconstr Microsurg.*2002; 18:459–464.
68. Oberlin C, Beal D, Leechavengvongs S et al. Nerve transfer to biceps muscleusing a part of ulnar nerve for C5-C6 avulsion of the brachial plexus: anatomicalstudy and report of four cases. *J Hand Surg Am.* 1994; 19:232–237.
69. Pfaeffle HJ, Waitayawinyu T, Trumble TE. Ulnar nerve laceration and repair. *Hand Clin.*2007; 23:291–299
70. Polatsch DB, Melone CP Jr, Beldner Set al. Ulnar Nerve Anatomy. *Hand Clin.*2007: 23(3) 283–289
71. Rasulić L, Puzović V, Rotim Ket al. The epidemiology of forearm nerve injuries – a retrospective study. *Acta Clin Croat.* 2015;54(1):19-24.
72. Ray WZ, Mackinnon SE. Clinical outcomes following median to radial nervetransfers. *J Hand Surg Am.* 2011; 36:201–208.
73. Rigoard P. Atlas of anatomy of the peripheral nerves. Switzerland. 2017, 2-13
74. Roganovic Z, Pavlicevic G. Difference in recovery potential of peripheral nerves after graft repairs. *Neurosurgery.*2006; 59:621–633.
75. Roganovic Z: Missile-caused ulnar nerve injuries: Outcomes of 128 repairs. *Neurosurgery.*2004; 55:1120–1129.
76. Ross D, Mackinnon SE, Chang YL. Intraneural anatomy of the median nerveprovides “third web space” donor nerve graft. *J Reconstr Microsurg.* 1992; 8:225–232.
77. Ruijs AC, Jaquet JB, Kalmijn Set al. Median and ulnar nerve injuries: A meta-analysis of predictors of motor and sensory recovery after modern microsurgical nerve repair. *Plast Reconstr Surg.*2005; 116:484–496.
78. Sallam A, El-Deeb M, Imam M. Nerve transfer versus nerve graft for reconstruction of high ulnar nerve injuries. *J Hand Surg Am.* 2017; 42(4):265-273
79. Samardzic M, Grujicic D, Antunovic V. Nerve transfer in brachial plexus traction injuries. *J Neurosurg.* 1992; 76:191–197.
80. Schoeller T, Otto A, Wechselberger G et al. Distal nerve entrapment following nerve repair. *Br J Plast Surg.*1998; 51:227–230.
81. Schultz RJ, Aiache A. An operation to restore opposition ofthe thumb by nerve transfer. *Arch Surg.* 1972; 105:777–779
82. Sedain G, Sharma MS, Sharma BS et al. Outcome after delayed Oberlin transfer in brachial plexus injury. *Neurosurgery.* 2011; 69:822–828.

83.Smith JL, Siddiqui SA, Ebraheim AN. Comprehensive summary of anastomoses between the median and ulnar nerves in the forearm and hand. *J Hand Microsurg.*2018;11(1):1-5
84. Sunderland IR, Brenner MJ, Singham J et al. Effect of tension on nerve regeneration in rat sciatic nerve transection model. *Ann Plast Surg.* 2004; 53:382–387.
85.Sunderland S. Peripheral nerve trunks. In: Nerve and Nerve Injuries. Edinburgh. 1978;31-60
86. Sungpet A, Suphachatwong C, Kawinwonggowit V et al. Transfer of a single fascicle from the ulnar nerve to the biceps muscle after avulsions of upper roots of the brachial plexus. *J Hand Surg Br.* 2000; 25:325–328.
87. Taleisnik J. The palmar cutaneous branch of the median nerve and the approach to the carpal tunnel. An anatomic study. *J Bone Joint Surg Am.* 1973; 55:1212–1217.
88.Tarasidis G, Watanabe O, Mackinnon SE et al. End-to-side neurorraphy: a long-termstudy of neural regeneration in a rat model. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1998; 119:337–341.
89. Tarasidis G, Watanabe O, Mackinnon SEet al. End-to-side neurorrhaphy resulting in limited sensory axonal regeneration in a rat model. *Ann Otol Rhinol Laryngol.*1997; 106:506–512.
90. Teboul F, Kakkar R, Ameur N et al. Transfer of fascicles from the ulnar nerve tothe nerve to the biceps in the treatment of upper brachial plexus palsy. *J Bone JointSurg Am.* 2004; 86:1485–1490.
91.Trevett MC, Tuson C, de Jager LT et al. The functional results of ulnar nerve repair. Defining the indications for tendon transfer. *J Hand Surg Br*. 1995; 20:444–446.
92. Tse R, Hentz VR, Yao J. Late reconstruction for ulnar nerve palsy. *Hand Clin.*2007;23:373–392.
93. Tung TH, Mackinnon SE. Nerve transfers: indications, techniques, and outcomes. *J Hand Surg Am.* 2010; 35:332–341.
94.Tung TH, Novak CB, Mackinnon SE et al. Nerve transfers to the biceps andbrachialis branches to improve elbow flexion strength after brachial plexus injuries. *J Neurosurg.* 2003; 98:313–318.
95. Tung TH, Weber RV, Mackinnon SE: Nerve transfers for the upper and lower extremities. *Oper Tech Orthop*. 2004; 14:213–222.
96.Ustün ME, O ün TC, Büyükmumcu Met al. Selective restoration of motor function in the ulnar nerve by transfer of the anterior interosseous nerve. An anatomic feasibility study. *J Bone Joint Surg Am.* 2001; 83-A:549–552.
97.Voche P, Merle M. Wartenberg's sign. A new method of surgical correction. *J Hand Surg Br.* 1995; 20:49–52.
98. Vordemvenne T, Langer M, Ochman S et al. Long-term results after primary microsurgical repair of ulnar and median nerve injuries. A

comparison of common score systems. *Clin Neurol Neurosurg.* 2007; 109:263–271.
99. Wakai A, Winter DC, Street JT, et al. Pneumatic tourniquets in extremity surgery. *J Am Acad Orthop Surg.* 2001; 9:345–351.
100. Walkakul S, Wongtragul S, Vanadurongwan V. Restoration ofelbow flexion in brachial plexus avulsion injury: comparing spinal accessory nerve transfer with intercostal nerve transfer. *J Hand Surg.* 1999;24A:571–577
101. Wang Y, Zhu S, Zhang B. [Anatomical study and clinical application of transfer of pronator quadratus branch of anterior interosseous nerve in the repair of thenar branch of median nerve and deep branch of ulnar nerve]. *Chin J Rep Recon Surg.* 1997; 11(6):335-7.
102. Weber RA, Mackinnon SE. Nerve transfers in the upper extremity. *J Am Soc Surg Hand.* 2004; 4:200–213.
103. Weber RV, Mackinnon SE. Bridging the neural gap. *Clin Plast Surg.* 2005; 32:605–616.
104. Weber RV, Mackinnon SE. Upper extremity nerve transfers. In: Peripheral Nerve Surgery: Practical Applications in the Upper Extremity. Philadelphia. 2006; 89–108.
105. Wilgis EFS, Murphy R: The significance of longitudinal excursion in peripheral nerves. *Hand Clin.* 1987; 2:761-766
106. Williams N. DASH. *Occup Med.* 2014;64:67–68
107. Witoonchart K, Leechavengvongs S, Uerpairojkit C et al. Nerve transfer to deltoid muscle using the nerve to the long head of the triceps, part I: an anatomic feasibility study. *J Hand Surg Am.* 2003; 28:628–632.
108. Woo A, Bakri K, Moran S. Management of ulnar nerve injuries. *J Hand Surg Am.* 2014;40(1):173-181.
109. Wood MB, Murray PM: Heterotopic nerve transfers: Recent trends with expanding indication. *J Hand Surg Am.* 2007; 32:397–408.

СЪДЪРЖАНИЕ

I.Увод.....3

II. Литературен обзор.....5

II. 1. Анатомичен субстрат на проблема - строеж на периферния нерв, хирургична анатомия, анастомози и кръвоснабдяване на ЛН……5

II. 1. 1. Общ строеж на периферниянерв.....5

II. 1 .2. Хирургична анатомия на ЛН.....9

II. 1 .2. 1. Хирургична анатомия на ниво мишница и лакътна става……...10

II. 1. 2. 2. Хирургична анатомия на ниво предмишница……..…..13

II. 1. 2. 3. Хирургична анатомия на ниво гривнена става и ръка……..16

II.1. 3. Анастомози на ЛН…….……....18

II. 1. 4. Кръвоснабдяване на ЛН…….....22

II. 2. Концепция и принципи на „нервния трансфер“……24

II. 3. Епидемиология и етиология на увредите на ЛН……...25

II. 4. Използвани класификации за нервни увреди……25

II. 5. Клинична и електрофизиологична диагностика на увредите на ЛН...27

II. 6. Лечение на високите увреди на ЛН……28

II. 7. Обобщение на данните от литературата…….29

III. Цел и задачи......30

IV. Материал и методи.....31

IV. 1. Клиничен материал.....31

IV. 1. 1.Критерии за включване.....31

IV. 1. 2.Критерии за изключване……..31

IV. 2. Оперативни методи…….32

IV. 2. 1. *Видове нервни трансфери и типове на коаптация*.....32

IV. 2. 1. 1. N. interosseus anterior(n. medianus) – r. profundus (n. ulnaris)..…32

IV. 2. 1. 2.Типове коаптация…….33

IV. 2. 1. 3 Ramus recurrence (n. medianus) – Ramus profundus (n. ulnaris)….33

IV. 2. 2. *Оперативни техники*……...……...34

IV. 2. 2. 1. Оперативна техника при нервен трансфер n. interosseus anterior (n. medianus) – r. profundus (n. ulnaris)…….34

IV. 2. 2. 2. Оперативна техника при нервен трансфер r. recurrence (n. medianus) – r. profundus (n. ulnaris)……..39

IV. 3. Използвани скали за отчитане на резултатите…….43

IV. 3. 1. *Скала за оценка на възстановяването на моторната функция*…43

IV. 3. 2. *Скала за оценка на възстановяването на сетивната функция*….43

IV. 3. 3. *Скала за клинична оценка на резултатите*……..……44

IV. 3. 4. *Скала за оценка на функционалните резултати – DASH скала*....44

IV. 4. Статистически методи……45

V.Собствени резултати……...47

V. 1. Разпределение на пациентите по:……...…51

V. 1. 1. *Пол*……..…51

V. 1. 2. *Ниво на увреда*…….….52

V. 1. 3. *Вид на увредата*……...……...…53

V. 1. 4. *Клинична оценка на следоперативните резултати*……....54

V. 1. 5. *Функционална оценка на следоперативните резултати*……....55

V. 2. Статистически анализ на собствените резултати……..……...55

Клиничен случай 1 – отличен резултат...……....74

Клиничен случай 2 – добър резултат……...81

Клиничен случай 3 – лош резултат……..91

Клиничен случай 4 – добър резултат – дистален двоен нервен трансфер.101

VI. Обсъждане…….……..….109

VI. 1. Относно малкия брой статии и малкия брой пациенти в тях……...109

VI. 2. Относно факторите, повлияващи крайните фукционални резултати от хирургичното лечение на пациенти с пълна висока увреда на ЛН……117

VI. 2. 1.*Относно нивото на увреда на ЛН*……...……117

VI. 2. 2. *Относно възрастта при настъпване на увредата на ЛН*…..….118

VI. 2. 3. *Относно интервалът травма – операция*……119

VI. 2. 4. *Относно уменията на хирурга, извършващ лечението*…..……..120

VI. 2. 5. *Относно характеристиките на пациента*……...…….120

VI. 3. Относно вида на увредения нерв…….121

Терапевтичен протокол……...122

VII. Изводи……...…124

VIII. Заключение……...…125

IX. Книгопис.....126