

МЕДИЦИНСКИ УНИВЕРСИТЕТ- СОФИЯ

МЕДИЦИНСКИ ФАКУЛТЕТ- София

Катедра по Ортопедия и травматология

ДИСЕРТАЦИЯ

За придобиване на образователна и научна степен „доктор“

ПСЕВДОАРТРОЗА НА ОС СКАФОИДЕУМ-ДИАГНОСТИЧНО ТЕРАПЕВТИЧЕН ПРОТОКОЛ

Д-р Симона Антонио Георгиева

Научен ръководител: доц. д-р Людмил Симеонов, дм

София

2020

СЪДЪРЖАНИЕ

Използвани съкращения.....	5
I. УВОД.....	7
II. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР.....	8
II.1 АНАТОМИЯ НА OS SCAPHOIDEUM.....	8
II.2 ЛИГАМЕНТАРЕН АПАРАТ.....	13
II.3 ЕМБРИОЛОГИЯ НА OS SCAPHOIDEUM.....	16
II.4 КРЪВОСНАБДЯВАНЕ НА OS SCAPHOIDEUM.....	17
II.5 БИОМЕХАНИКА НА OS SCAPHOIDEUM.....	20
II.6 ФРАКТУРИ НА OS SCAPHOIDEUM.....	24
II.7 ПСЕВДОАРТРОЗИ НА OS SCAPHOIDEUM.....	27
II.8 КЛИНИЧНА ИЗЯВА И ДИАГНОСТИКА НА ПСЕВДОАРТРОЗИТЕ НА OS SCAPHOIDEUM.....	31
II.8.1 Клинична симптоматика.....	31
II.8.2 Конвенционална рентгенография.....	32
II.8.3 Компютърна томография.....	35
II.8.4 Ядрено-магнитен резонанс.....	36
II.8.5 Костна сцинтиграфия.....	38
II.9 ТЕРАПЕВТИЧНИ МЕТОДИ ПРИ ПСЕВДОАРТРОЗА НА OS SCAPHOIDEUM.....	39
II.9.1 Техники за повишаване на вероятността за костно срастване.....	39
II.9.2 Винтова остеосинтеза като самостоятелен метод за лечение на псевдоартрози на os scaphoideum.....	40
II.9.3 Остеопластики при псевдоартрози на os scaphoideum.....	41

II.10	ОБОБЩЕНИЕ НА ДАННИТЕ ОТ ЛИТЕРАТУРАТА.....	50
III.	ЦЕЛ И ЗАДАЧИ.....	51
IV.	МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ.....	52
IV.1	КЛИНИЧЕН МАТЕРИАЛ.....	52
IV.2	ОБРАЗНО-ДИАГНОСТИЧНО ИЗСЛЕДВАНЕ И РЕНТГЕНОГРАФСКИ ИЗМЕРВАНИЯ.....	56
IV.3	ФИЗИКАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА КИТКАТА.....	63
IV.4	ИЗПОЛЗВАНИ КЛАСИФИКАЦИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ИНДИКАЦИИТЕ ЗА ОПЕРАТИВНО ЛЕЧЕНИЕ.....	66
IV.4.1	Класификация на МАУО за локализацията на псевдоартрозите на os scaphoideum.....	66
IV.4.2	Рентгенографска класификация на Geissler- Slade.....	67
IV.4.3	Тест за уврежда на функцията на раменната става, горния крайник и ръката стандартизиран за България (DASH).....	68
IV.4.4	Тест за оценка на китковата функция на клиниката по Хирургия на ръка МАУО адаптирана за нуждите на дисертацията (МАУО).....	69
IV.5	ХИРУРГИЧНИ ТЕХНИКИ.....	70
IV.5.1	Костна пластика с невакуларизиран клиновиден присадък по метода на Fisk- Fernandez.....	72
IV.5.2	Костна пластика със спонгиозен присадък през дорзален хирургичен достъп.....	75
IV.5.3	Остеосинтезни средства- винт на Herbert.....	80
IV.5.4	Протокол за постоперативна рехабилитация на пациенти с псевдоартроза на os scaphoideum	80

IV.6 СТАТИСТИЧЕСКИ МЕТОДИ.....	81
V. СОБСТВЕНИ РЕЗУЛТАТИ.....	83
V.1 РЕЗУЛТАТИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ПРОМЯНАТА НА ПАРАМЕТРИТЕ ПРЕД И СЛЕДОПЕРАТИВНО	83
V.2 РЕЗУЛТАТИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА НАЛИЧНИ ВЗАИМОВРЪЗКИ МЕЖДУ ИЗСЛЕДВАНИ ПАРАМЕТРИ.....	93
V.3 ГРЕШКИ И УСЛОЖНЕНИЯ ПРИ ЛЕЧЕНИЕТО НА ПСЕВДОАРТРОЗИТЕ НА OS SCAPHOIDEUM.....	109
V.4 ДИАГНОСТИЧНО-ТЕРАПЕВТИЧЕН АЛГОРИТЪМ ЗА ПОВЕДЕНИЕ ПРИ ПСЕВДОАРТРОЗИ НА OS SCAPHOIDEUM.....	114
VI. ОБСЪЖДАНЕ.....	116
VI.1 ДИАГНОСТИКА НА ПСЕВДОАРТРОЗАТА НА OS SCAPHOIDEUM.....	116
VI.2 ОПЕРАТИВНО ЛЕЧЕНИЕ НА ПСЕВДОАРТРОЗИТЕ НА OS SCAPHOIDEUM.....	119
VI.3 СЛЕДОПЕРАТИВНИ УСЛОЖНЕНИЯ	123
VII. ИЗВОДИ.....	126
VIII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	127
IX. БИБЛИОГРАФИЯ.....	128

Използвани съкращения

РСК- радиоскафокапитатен лигамент

РСЛ- радиоскафолунатен лигамент

СТТ- скафотрапециотрапецоидален лигамент

СТ- скафотрикетрален лигамент

СК- скафокапитатен лигамент

ДИК- дорзален интеркарпален лигамент

ДРК- дорзален радиокарпален лигамент

СЛ- скафолунатен лигамент

ЛТ- лунотрикетрален лигамент

ИКСРА- интеркомпаратментна супраретинакуларна артерия

ЕКА-екстензорна компартментна артерия

ВКП- васкуларизиран костен присадък

НВКП- невакуларизиран костен присадък

АВН- аваскуларна некроза

СЛЪ- скафолунатен ъгъл

ИСЪ- интраскафоиден ъгъл

КТ-компютърна томография

ЯМР- ядрено-магнитен резонанс

ВАС- визуално-аналогова скала за оценка

DISI- дорзална нестабилност на междинния сегмент на китката

VISI- воларна киткова нестабилност на междинния сегмент на китката

SNAC- напреднал колапс на китката при псевдоартроза на os scaphoideum

DASH – скала за оценка на нарушението във функцията на горния крайник, рамото и ръката

MAYO- модифицирана скала за оценка на китковата функция на клиника по хирургия на ръката MAYO

I. УВОД

Фрактурите на os scaphoideum са най-честите карпални счупвания (70-80%), засягат млади активни мъже.^{6,91,238,338}

Уникалната анатомия, кръвоснабдяване и биомеханика на костта са предпоставка за нарушение на физиологичния процес на оздравяване. Независимо от разнообразието от терапевтичните възможности, около 5- 10% от счупванията прогресират до развитие на псевдоартроза.^{184,263}

Не съществува единна дефиниция на термина псевдоартроза, но общо приетото схващане я определя като липса на костно срастване 6 месеца след получаване на фрактурата.^{133,280}

Съществуват няколко основни метода за диагностика на псевдоартрозата на os scaphoideum: клиничен преглед, конвенционална рентгенография, костна сцинтиграфия, компютърна томография и ядрено-магнитен резонанс.^{140, 230,304} ЯМР е по-информативна за уточняване и проследяване на васкуларния статус на костта, потвърждаване или отхвърляне на аваскуларна некроза.^{27,137,264}

Лечението на псевдоартрозата на os scaphoideum е оперативно. То цели възстановяване на анатомичната цялост на костта и спиране на процеса на увреждане на китката. Не съществува терапевтичен консенсус относно хирургичните техники за постигане на костно срастване. Остеопластиките с различни видове костни присадъци в комбинация с вътрешна фиксация са основата на съвременното лечение.^{26,84, 238,360}

Естественият ход на псевдоартрозата води до нарушаване на нормалната биомеханика на китката, различен по тежест остеоартрит и колапс на ставата.¹⁹⁵ В тези случаи лечението цели облекчаване на болковата симптоматика на пациентите, чрез прилагане на т. нар. „спасителни операции“.²⁹⁰

Лечението на псевдоартрозите на os scaphoideum е предизвикателство в съвременната ортопедия.⁹⁰ Научните търсения за решаване на проблемите в тази област продължават, развиват се модерни методи за хирургично лечение.

II. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР

II.1 АНАТОМИЯ НА OS SCAPHOIDEUM

Os scaphoideum е кост със сложна неправилна форма. Костната ѝ анатомия е описана за първи път от Vesalius през 1543.²⁴ Той я нарича „първа киткова кост” (os carpi primum).³⁴⁰ Нейната морфология определя наименованието ѝ (от лат. navis, от гр. scaphon- лодка, ладия)^{203,353} което ѝ дава Michael Lyser. През 18-ти и 19-ти век последват по-детайлни анатомични описания.^{35,73,320} През втората половина на 20-ти век Taleisnik и Mayfield правят задълбочени проучвания на кинематиката на китката.^{202,313,314} Съществуват вариации по отношение на формата и големината на костта при мъже и жени.¹⁴³

Os scaphoideum се разделя на три анатомични региона: проксимален полюс, дистален полюс и талия. В областта на дисталния полюс се разполага костен израстък- скафоиден туберкулум. (Фиг. 1) Проксималната част е вертикална и наклонена леко надолу и навън. Дисталната е почти хоризонтална, наклонена напред и навън. Тези две части са съединени от стеснена част наречена талия. Lee и съавт. доказват с микро-КТ изследване, че костната плътност в различните части не е еднаква. Тя е по-голяма в проксималния полюс, където костните трабекули са по-гъсто разположени и по-малка в талията, където е и най-честото място за фрактури.¹⁸²

Дисталният полюс се палпира воларно под еминенцията на тенара при екстензия, а талията- радиално в анатомичната табакера при улнарна девиация. Проксималният полюс се проецира дорзално между трети и четвърти екстензорен компартмънт при флексия.

Os scaphoideum е най-голямата кост от проксималната киткова редица.¹⁷⁸ Осемдесет процента от повърхността ѝ е съставена от ставен хрущял, оформящ три ставни повърхности- проксимална, дистална и медиална.²⁴⁷

Проксималната повърхност е биконвексна, дорзално наклонена. Радиалната ѝ част артикулира с лъчевата кост посредством скафоидната фоса. Тя е ориентирана 11°

волярно и 21° улнарно спрямо надлъжната ос на радиуса и 65° спрямо надлъжната ос на os scaphoideum във фронталната равнина.³⁵¹ Тази ориентация предотвратява дорзална и радиална транслация на костта. Поради припокриването на проксималния полюс на os scaphoideum от дисталния радиус фиксацията на фрактури с К-игла от дорзално трябва да се извършва в позиция на китката на екстремна флексия.¹⁴³ Проксималната улнарна част участва във формирането на скафо-лунатната става.^{21,64,312} Тази става се изгражда от конвексния ръб на os scaphoideum и съответсващия му конкавен радиален ръб на os lunatum.¹⁶⁵ Според Berger и съавт. този скафоиден ръб не е конвексен, а плосък.²¹ Радиалната част на скафо-лунатната фасета има понякога полулунна⁹², понякога овоидна форма.¹⁶⁶

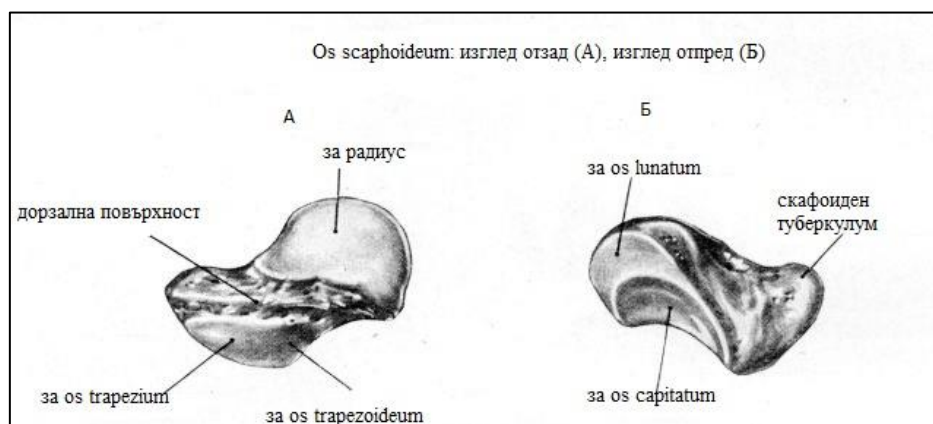
Дистално os scaphoideum се съчленява с os trapezium- радиално и с os trapezoideum- улнарно посредством ставна повърхност с конвексна форма.^{74,87} По този начин се формира мултифасетна скафо-трапецио-трапециодна става.²³ Според Moritomo и съавт. съществуват три разновидности на формата на дисталния полюс на os scaphoideum²¹³:

тип А: широк дорзо-улнарен ръб, скосен радио-палмарен ръб

тип В: широк дорзо-улнарен ръб, закръглен радио-палмарен ръб

тип С: тесен дорзо-улнарен ръб, закръглен радио-палмарен ръб

Честотата на различните типове е съответно 52%, 38% и 10%.



Фиг.№1 Анатомия на os scaphoideum

Дисталната артикулираща повърхност се прекосява косо от хрущялен гребен, което се намира на нивото на трапецио-трапециодната става, но може и да липсва. Vogumill и съавт. описват дисталния полюс като гладък, без наличието на такъв гребен.³⁰ Според Moritomo, това хрущялно възвишение съществува и може да бъде представено в различна степен²¹³

1 степен: не се вижда или палпира

2 степен: не се вижда, но се палпира

3 степен: вижда се и се палпира

Процентното разпределение на трите степени е съответно: 19%, 25% и 56%.

Според Moritomo това костно възвишение ограничава движението на *os scaphoideum* спрямо *os trapezium* и *os trapezoideum*, което прави костта относително независима от цялостното движение на китката. Това предполага, че билото издържа на механично съпротивление при ротация на костта.²¹³ Fogg предполага, че то е изцяло хрущялно и не би могло да изпълнява тази функция.¹⁰⁶ Следователно формирането на такова възвишение е по-скоро резултат от движението на китката, а не фактор, който го предопределя. Когато *os scaphoideum* изпълнява флексия или екстензия по време на движение, на мястото на вдлъбнатината между *os trapezium* и *os trapezoideum*, поради постоянната липса на налягане се образува малко възвишение. Когато към простото движение на костта се добави и ротация, отрицателното налягане изчезва и билото се изглажда. По тази причина то може да се използва като маркер за изследване на движенията в китката.

Радиално дисталният полюс съдържа костен израсък- скафоиден туберкулум. Той представлява окръглено образувание по палмарната повърхност на костта. Границите му са трудно определими. Има пирамидна форма. Едната страна се издига от палмарната страна на тялото на *os scaphoideum* и е насочена в проксимална посока. Другата страна се насочва дистално и съдържа част от ставната фасетка за *os trapezium*. Третата страна е ориентирана медиално и понякога има бразда за *m. flexor carpi radialis*. Скафоидният туберкулум се отделя като самостоятелна от тялото на *os scaphoideum* структура. Тялото на костта, което е с овална форма не е завъртяно по дългата си ос, но костния израсък му придава усукан вид. Поради вариабилността на големината на скафоидния

туберкулум и ъгъла, който сключва с тялото този „усукан вид“ също значително варира. Според Vogumill и съавт.³⁰ за него се залавя флексорния ретинакулум на китката (ligamentum carpi transversum). Според други към него се захваща сухожилното влагалище на m. flexor carpi radialis⁹⁴ или СТТ лигамент.³⁴

Медиалната (улнарна) повърхност също е разделена на две- проксималната ѝ част е плоска, с полулунна форма и артикулира с os lunatum, а дисталната е конкавна и обърната към проксималната част на тялото на os capitatum. Compson⁶⁴ и съавт. докладват за наличието на прорез към ставната повърхност за os capitatum, от където започва скафокапитатния лигамент. Той описва въздействието на свързването с os capitatum върху морфологията на os scaphoideum. Авторите описват взаимовръзка между свързването на костта с os capitatum и големината на ставната повърхност за os lunatum. Голяма ставна фасетка за os lunatum кореспондира с малка дистална фасетка за os capitatum и обратното. Не е ясно дали тази вариабилност предразполага индивидите с малка лунатна фасетка към по-голяма киткова нестабилност.¹³⁹

Os scaphoideum притежава централен стеснен участък- талия. Тя представлява свързващ участък между проксималния и дисталния полюс и е неартикулираща зона. Тя е място за инсерция на ставната капсула и лигаменти. Върху нея се намират няколко перфориращи отвори, през които се осъществява кръвоснабдяването на костта от клончета на a.radialis.²⁰⁵

Върху този участък се намира дорзалния комплекс от костни бразди и гребени. Последните осигуряват залавно място за ставните връзки²⁰² и ставната капсула.²³ Костният гребен е структура, която завършва в двата си края с костно възвишение. Описват се две костни възвишения: дорзална и радиална еминенция. Дистално от костния гребен лежи дорзалната бразда, която съдържа отвори за хранещите съдове. Тя може да се разделя на две бразди.

Os scaphoideum има три извънставни повърхности: палмарна, дорзална и латерална.

Палмарната е с неправилна триъгълна форма, като върхът ѝ е насочен проксимално. В проксимална ѝ част, която е с вдлъбната форма, се намира голям отвор, през който преминава кръвоносен съд. Към нея се залавя радиоскафоидният и скафокапитатния

лигамент. Тя се пресича от радиотрикетралния лигамент. В дисталната ѝ част се намира туберкулума на *os scaphoideum*, който е ориентиран воларно и радиално. За него се залавят предния ануларен лигамент на карпуса, снопчета от колатералния външен лигамент, скафотрикетралния лигамент и няколко мускулни фибри на *m. abductor pollicis brevis*. Той се покрива почти изцяло от преминаващия отгоре *m. flexor carpi radialis*.

Дорзалната повърхност е тясна и покрита с отвори, през които преминават кръвоносните съдове хранещи *os scaphoideum*. За нея се залавят радиоскафоидния дорзален лигамент и скафо-трикетралния лигамент.

Латералната повърхност е тясна, груба и преминава в палмарната повърхност и туберкулума. В отделни случаи тя не е добре отграничена от палмарната повърхност, поради което някои автори приемат наличието само на две извънставни повърхности на *os scaphoideum*.

Съществуват анатомични вариации по отношение на морфологията на костта.¹⁴³ Те най-често засягат циркумференцията на талията на *os scaphoideum*, големината на туберкулума и ширината на билото между артикулиращите повърхности за *os trapezium* и *os trapezoideum*.⁵³

Съществуват различни методи за определяне на размерите на *os scaphoideum*. Дължината на костта се измерва по надлъжната ѝ ос. Не съществува обаче стандартизиран метод за характеризиране на надлъжната ос. Smith измерва размера на костта по дългата ѝ ос на коса проекция реконструирана от данни от ядрено-магнитен резонанс на кости на здрави индивиди.²⁹² Други използват 3D образ на костта получен от компютърна томография и измерват разстоянието от проксималния до дисталния полюс.^{342,344} На компютърна томография с по-голяма резолюция Ceri и Heinzelmann измерват разстоянието между най-изпъкналата точка на проксималния полюс до дисталната артикулираща повърхност на *os scaphoideum*.^{53,143}

Надлъжният размер на костта при мъже е средно 31,3mm, а при жени- 27,3mm. Ширината на *os scaphoideum*, измерена перпендикулярно на надлъжната ос на 2mm от проксималния полюс е 4,5 mm при мъжете и 3,7mm при жените и 13,6mm при мъжете и 11,1 mm при жените в областта на талията.

II.2 ЛИГАМЕНТАРЕН АПАРАТ НА OS SCAPHOIDEUM

Os scaphoideum лежи радиално в китката под ъгъл от 45° спрямо надлъжната ос на лъчевата кост.³⁴⁸ Позицията на os scaphoideum в карпуса се поддържа от богат лигаментарен апарат и мускули.²³ Важна роля има залавянето на сухожилното влагалище на m. flexor carpi radialis за скафоидния туберкулум палмарно и опорната функция на m. extensor carpi radialis longus и brevis дорзално. Триизмерна реконструкция на костта показва, че около 9% от нейната повърхност е покрита от лигаменти. Те се разделят на два основни вида: интринзинг (интраосални) и екстринзинг (екстраосални)³¹⁴

Интраосалните лигаменти започват и се инсерират върху карпалните кости, докато екстраосалните осъществяват връзката между китковите кости, радиуса и метакарпалните кости. Те могат да бъдат разделени в зависимост от повърхността върху която се разполагат на палмарни и дорзални радиокарпални и интеркарпални. Палмарните радиокарпални включват: радиоскафокапитатната (РСК) и радиоскафолуната (РСЛ) връзки, а дорзално се разполага радиоскафоидния лигамент (РС). Интеркарпаланите лигаменти по палмарната страна са скафотрапециотрапецоидалния лигамент (СТТ), скафотрикетралния (СТ) и скафокапитатния (СК). Последният покрива 40% от воларната повърхност. Дорзалните интеркарпални лигаменти са два: дорзалния интеркарпален (ДИК) и дорзалния радиокарпален (ДРК).

Скафо-лунатният лигамент (СЛ) свързва os scaphoideum и os lunatum дорзално и проксимално. Той разделя радио-карпалната става от лунатната фасетка.¹¹⁵ Има формата на буквата С, а определянето на отделните му влакна е трудно. Те всички участват в поддържане на ротаторната стабилност на костта.^{46,47} Дорзалната му част е по-плътна от воларната. Тя започва от дорзалния рог на os lunatum към дорзо-улнарната част на проксималния полюс на os scaphoideum. Нейните влакна имат напречна ориентация, за разлика от косите влакна на воларната част. Тя преминава между воларния полюс на os lunatum и проксималния полюс на os scaphoideum.²³

Една от най-мощните екстракапсулни връзки по воларната повърхност на китката е **радиоскафокапитатният лигамент (РСК)**. Той е разположен най-радиално, започва от неравна зона по воларната и дорзална повърхност на стилоидния израстък на радиуса, преминава дистално и улнарно и се залавя за радиалната повърхност на талията на os

scaphoideum и за кортекса на дисталния полюс заедно с **палмарния скафотрикетрален лигамент (СТ)** и завършва върху воларната повърхност на главата на os caritatum. Повечето от влакната му преминават пред талията на os scaphoideum и формират палмарната капсула на междукитковата става. Броят на влакната, които се залавят за os caritatum варира. Berger установява, че едва 10% от тях всъщност се прикрепват към кортекса на костта. Останалите преминават улнарно и заедно с влакна от улнокапитатния и трикетрокапитатния лигамент формират **дъговидния лигамент- lig. arcuate** (lig. deltoideum или V-лигамента). От друга страна Vuijze и съавт. смятат, че по-голямата част от влакната се залавят за os caritatum.⁴⁷ Този лигамент осигурява съпротивление срещу пасивната пронация на радиокарпалната става, съвместно с останалите палмарни лигаменти ограничава дорзалната трансляция на карпуса, стабилизира дисталния полюс на os scaphoideum и действа като опорна точка, около която се ротира и флектира os scaphoideum.

Другият лигамент по воларната повърхност на os scaphoideum е **радиоскафолунатния лигамент (РСЛ, лигамент на Testut)** описан от Keunz и Testut. Той води началото си от малка изпъкналост между ставните фасетки за os scaphoideum и os lunatum върху дисталната ставна повърхност на радиуса. Има вертикален ход, перфорира палмарната ставна капсула, преминава през проксималния полюс на os scaphoideum и се инсерира върху os lunatum. Той се отличава морфологично от останалите лигаменти по воларната повърхност с богато кръвоснабдяване от радиалната карпална арка. При пълна палмарна флексия на os scaphoideum РСЛ и РСК придърпват проксималния полюс на костта към воларния ръб на радиуса. При максимална дорзална флексия РСЛ предотвратява разместване на проксималния полюс. Обсъжда се и неговата роля като генератор на синовиална течност.

Дорзално се разполага **радиоскафоидният лигамент (РС)**. Той е къса структура започваща от дорзалния ръб на радиалния стилоид и се инсерира върху дорзалната повърхност на os scaphoideum.

Скафотрапецотрапецоидния лигамент (СТТ) проксимално се залавя за скафоидния туберкулум, а дистално посредством две ленти под формата V за os trapezium и os trapezoideum. Той често показва анатомични вариации. Най-мощната част на СТТ е скафотрапецния лигамент, който започва от радио-воларния аспект на дисталния полюс на os scaphoideum и го свързва с проксималната воларна част на os trapezium. Той е

основният стабилизатор на ставата между os scaphoideum, trapezium и trapezoideum. Наличието на интактен СТТ осигурява ротаторна стабилност при скафолунатни дискокации. Фрактури на скафоидния туберкулум са аналогични на авулзия на СТТ. Той поддържа нормалната палмарна флексия на костта.

Съобщения за съществуването на скафотрикетрален лигамент (СТ) датират от 1841г. и 1908г.²³⁹ а по-детайлно описание е дадено от Sennwald и съавт.²⁷⁹ Той се залавя за os triquetrum между залавните места на трикетрокапитатния и лунатотрикетралния лигамент. СТ преминава хоризонтално, обхващайки междукитковата става и се захваща за os scaphoideum посредством тънки ветрилообразни влакна. Той участва в стабилизацията на главата на os caritatum при дорзифлексия на китката.

Скафокапитатният лигамент (СК) представлява здрава връзка, която преминава косо по воларната повърхност на интеркарпалната става. Той започва от улнарната повърхност на дисталния полюс на os scaphoideum и завършва върху радиалната страна на os caritatum. Със своята латерална лента стабилизира дисталния полюс на os scaphoideum, съвместно с радиалния колатерален лигамент. СК има формата на обърнато V, с връх започващ от воларната повърхност на главата на os caritatum. Той е най-дебелият лигамент, който се залавя за os scaphoideum, с най-голяма площ на залавяне върху костта. Изследвания показват, че той има издръжливост около 100N.

Дорзалният интеркарпален лигамент (ДИК) има формата на панделка започваща от os triquetrum, с кос ход и инсерция върху os scaphoideum. Няколко по-тънки влакна се насочват към os trapezium и trapezoideum. Проксималната по-дебела лента подсилва ЛТ и СЛ. Тя се нарича още дорзален скафотрикетрален лигамент и осигурява напречната стабилност на проксималната киткова редица. Най-дорзалната и улнарна неартикулираща част на os scaphoideum, където се залавят проксималните влакна на ДИК се нарича връх (arx scaphoidei). Смята се, че китковата нестабилност последваща псевдоартрозата на костта е тясно свързана с това дали фрактурната линия преминава дистално или проксимално на върха на os scaphoideum.

II.3 ЕМБРИОЛОГИЯ НА OS SCAPHOIDEUM

Морфогенезата на китката е била обект на дългогодишни прочувания.^{11,116,186}

Ембрионалното развитие на китковите кости е резултат от няколко последователни процеса: формиране на недиференциран мезенхим, зрял мезенхим, хондрификация и осификация.²²⁷

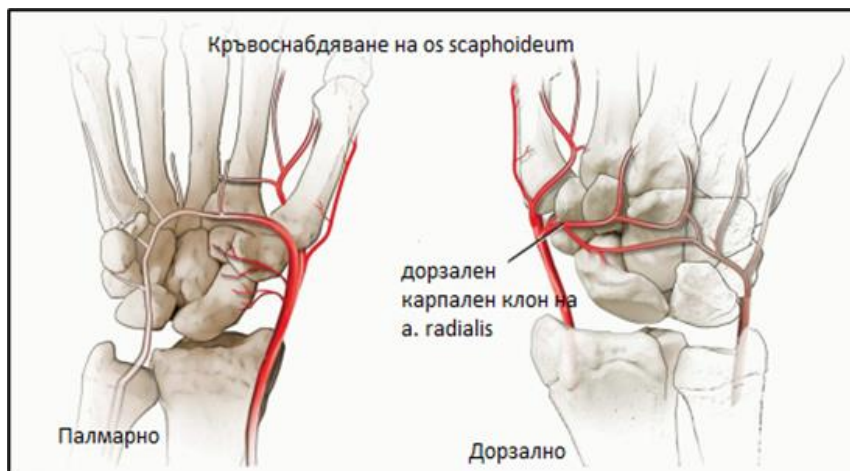
Костите на китката се развиват от ембрионалната съединителна тъкан чрез междинно образуване на хиалинен хрущял- т.нар. процес на енхондрална остеогенеза.

Според Henke и съавт. компонентите на карпалния скелет се формират при големина на ембриона 18-20мм. (преди трети ембрионален месец).⁵⁸

Ембрионалният период се разделя на 23 стадии на развитие въз основа на вътрешни и външни морфологични критерии. Стадии 1-9 са описани от O'Rahilly²²⁸, стадии 10-23 – от Streeter³⁰⁹, а цялата система е ревизирана от O'Rahilly и Muller.²²⁹ През 19-ти стадии хондогенезата е видима в някои сегменти на китката и ръката. Първата структура която се визуализира като незрял хрущял е os carpitatum през 20-ти стадий. През 21-ви стадий се различават os scaphoideum, os hamatum, os triquetrum и os lunatum. Os scaphoideum се оформя от сливането на две ядра на хондрогенеза, което се случва преди 7-ма г.с.^{89,148} Осификацията на китковите кости започва след раждането- в зона наречена първичен осификационен център. Осификационният център на os scaphoideum се появява рентгенографски през четвъртата година при момчетата и през петата при момчетата.¹¹⁸ Вкостяването на os scaphoideum продължава до 5-6-та година. При os scaphoideum може да се наблюдават два осификационни центрове. Ако между тях не настъпи сливане се формира т. нар бипартитна os scaphoideum, която би могла погрешно да се интерпретира като фрактура при рентгенографско изследване. Тя не е рядка и обикновено е двустранна.²⁷⁷

II.4 КРЪВОСНАБДЯВАНЕ НА OS SCAPHOIDEUM

Os scaphoideum се кръвоснабдява от a. radialis. Кръвоснабдяването се осъществява посредством ретрограден кръвоток от две васкуларни системи- дорзална и палмарна.¹⁰⁹(Фиг.2) Кръвоносните съдове хранещи костта вървят по хода на лигаментите ѝ и навлизат в областта на техните инсерции. Съществува колатерално кръвообращение произтичащо от клонове на a. interossea anterior.



Фиг.№2 Кръвоснабдяване на os scaphoideum

Още през 1910 Preiser изследва кръвоснабдяването на os scaphoideum и описва a. radialis като негов основен източник, навлизащ по дорзалната повърхност.²⁴⁰

През 1932 Lutzeler доказва, че характерът на кръвоснабдяване на os scaphoideum е основна причина за развитието на псевдоартроза. Той описва съдове директно захранващи проксималния полюс, навлизащи през воларния и дорзален СЛ лигамент. В дисталния полюс наблюдава малки съдове пенетриращи през скафоидния туберкулум.¹⁹²

Bohler доказва, че съдовете кръвоснабдяващи костта навлизат основно през скафоидния туберкулум и средната част на екстензорната ѝ повърхност.³¹

Според von Lanz костта получава еднакво количество кръв от дорзалната и воларна повърхност. Той докладва, че през хрущялните ставни повърхности и залавните места на лигаментите не навлизат кръвоносни съдове.¹⁷⁹

Според Taleisnik и Kelly се откриват три основни съда: латероволарен, дорзален и дистален, като латероволарният е най-голям и осигурява кръвоснабдяването на проксималните 2/3 на костта. Те произлизат директно от а. radialis или от повърхностния палмарен клон на артерията.³¹³

Според Grettve три основни съда навлизащи от радио-воларно осъществяват васкуларизацията на костта.¹³⁴

Travaglini също съобщава за съдове проникващи в проксималния полюс през СЛ лигамент³²⁴, а Varber докладва малък съд кръвоснабдяващ участък от проксималния кортекс.¹⁸

В проучване на отворите, през които навлизат хранещите съдове на os scaphoideum Oblatz и Halbstein, разкриват че при 13% от случаите такива няма проксимално от средата на костта, при 20% има един отвор проксимално от талията, а останалите имат два или повече отвора в тази зона.²²⁴

През 1980г. Gelberman и Menon¹²² описват две васкуларни системи- дорзална и палмарна. Двете системи не анастомозират помежду си вътрекостно.

Os scaphoideum се кръвоснабдява предоминантно от ретрограден кръвоток. Дорзалните кръвоносни съдове осигуряват 70-80% от кръвоснабдяването на костта, включително и на целия проксимален полюс.³²¹ Те навлизат от дистално през дорзалния гребен на границата между проксималната и дистална ставна повърхност.

На нивото на интеркарпалната става а.radialis дава разклонение – интеркарпална артерия, която участва във формирането на дорзалната интеркарпална арка. Тя се разделя на два клона: напречен- към гърба на китката и вертикален - към втора метакарпална кост. На 0,5мм проксимално от мястото на отделяне на интеркарпалната артерия, на нивото на радиалния стилоид се отделя клон, който се насочва над ДРК лигамент и навлиза в os scaphoideum през талията ѝ. Тези малки съдове показват голяма анатомична вариабилност. При 70% от случаите дорзалните съдове произлизат директно от а. radialis. При 23% дорзалните клонове произлизат от общия ствол на интеркарпалната артерия. В 7% от случаите os scaphoideum получава дорзалното си кръвоснабдяване от клонове едновременно на а. radialis и интеркарпалната артерия.

Според Buchler и съавт. проксималният полюс получава кръвоснабдяване от кръвоносни съдове навлизащи през РСК лигамент, както и от директни клонове от палмарната и дорзална напречна карпална арка.⁴⁵ Според други данни не се откриват съдове, които навлизат по дорзалната страна на костта в областта на проксималния полюс през СЛ лигамент или хрущялните области.

Палмарната артериална група от съдове навлизат през скафоидния туберкулум и осигуряват кръвоснабдяването на 20-30% от костта и на целия дистален полюс. При експерименти върху кадаври по палмарната повърхност на os scaphoideum са отдиференцирани няколко малки артерии: повърхностна палмарна артерия, палмарна карпална артерия, малки директни клонове на a.radialis. Първата се отделя най-проксимално: на 1-3см от радиалния стилоид. На нивото на стилоидния израстък се отделя повърхностната палмарна артерия. Дистално от нея, няколко по-малки артериални клона прекосяват косо воларната повърхност на костта и навлизат в нея през tuberculum scaphoidei. В 75% от случаите тези артерии произлизат директно от a. radialis. В останалите те се отделят от повърхностния палмарен клон на a.radialis. Постоянни анастомози се установяват между воларните разклонения на предната интересална артерия и воларния клон на a. radialis за os scaphoideum, когато той се отделя от повърхностната палмарна артерия.

Има оскъдни литературни данни за венозната анатомия на костта. Handley и Pooley през 1991 изследват венозния дренаж на проксималния полюс и установяват, че той се осъществява чрез съдове, които напускат костта през дорзалния гребен и се оттичат през комитантните вени на a. radialis. Те смятат, че тези съдове са фактор, който влияе върху срастването при фрактури през талията.¹³⁸

Колкото по-проксимално е счупването на костта, толкова по-голяма вероятност съществува от псевдоартроза или развитие на аваскуларна некроза. Тя се дължи на прекъсване на проксималното интраосално кръвоснабдяване, което навлиза в костта през дорзалния ръб.^{121,252} При 14% от случаите се наблюдава значително, а при 59% частично смущаване на васкуларизацията на проксималния полюс след фрактура на талията. Изследвания доказват, че os scaphoideum е костта изложена на най-висок риск от аваскуларна некроза.¹³⁸

Тези открития имат важно клинично приложение: воларният оперативен достъп е по-малко вероятно да предизвика увреждане на кръвоснабдяването на проксималния полюс в сравнение с дорзалния. Това се потвърждава от изследванията на Bohler³² и Russe²⁶³, които препоръчват имплантирането на графт през воларен достъп. Теоритично костният графт би се захранил и имплантирал по-бързо при запазване на дорзалното кръвоснабдяване.

II.5 БИОМЕХАНИКА НА OS SCAPHOIDEUM

Os scaphoideum заема ключова роля в архитектурата и биомеханиката на китката.^{21,331} Тя представлява сложен комплекс от осем свързани помежду си със стави и лигаменти киткови кости.²² Те формират радиокарпалната и интеркарпалната стави чрез функционално групиране на костите от двете киткови редици.^{154,355}

ЯМР и КТ изображения се използват за реконструкция и визуализация на триизмерното движение на компонентите на китката и сложните им взаимодействия.^{354,210,211}

Чрез комбинираното движение на костите от двете киткови редици се осъществява съгване в сагиталната равнина. Флексията на китката се осъществява чрез съвместна сумарна флексия предимно в скафо-трапецо-трапецидната, радио-улнарната и улно-трикветралната става.

Екстензия в гривнената става се извършва предоминантно в радио-скафоидната, луно-капитатната и трикветро-хаматната става.

При флексия-екстензия дъгата, която описва os scaphoideum е по-голяма от тази на os lunatum. Това е възможно благодарение на влакната на СЛ лигамент, които се завъртат и на разликите в кривината на горния полюс на os scaphoideum и lunatum. При екстензия на китката съществува ротационно движение около оста на os scaphoideum. Тя извършва супинация в предната си част и се отдалечава от os lunatum. По отношение на os caritatum, os scaphoideum извършва движение на пронация, по-силно изразено в средната част на костта. Това води до увеличаване на палмарния свод при флексия на ръката и обратно, до намаляването му при екстензия.

Според Werner и съавт. os scaphoideum има най-голям принос за осъществяване на общата киткова флексия (88%) и екстензия (90%) в гривнената става, последван от os capitatum и os lunatum.³⁵⁰ Според Patterson този принос е сравнително по-малък: флексия 60% от общата, екстензия 58%.²³⁴ Изследванията на Kobayashi се приближават до тези на Patterson, той измерва движението между os scaphoideum и lunatum по време на флексия- 16° и екстензия- 23°. ¹⁷¹

Радиалната и улнарна девиация на всяка от костите в двете киткови редици осъществява общото движение на китката във фронталната равнина. При тези движения се наблюдават и равни по големина и противоположни по посока интеркарпални ротации. По време на радиална девиация проксималната редица се флектира, а дисталната екстензира. Изследвания на Moojen²¹⁰ показват, че при радиална девиация os capitatum се отклонява радиално и се екстензира спрямо радиуса. Os scaphoideum се флектира (надлъжната ѝ ос става перпендикулярна на радиуса) и в по-малка степен се измества радиално. Това се дължи на действието на os trapezium и trapezoideum, които действат като лост за дорзалния ръб на дисталния полюс на костта. Флексията се съпътства от снижаването ѝ и съответно намаляване на височината на радиалната колона. Това предизвиква и воларна флексия на os lunatum. Възсядането на os hamatum от os triquetrum удължава улнарната колона.^{50,51,233}

При улнарна девиация се наблюдава обратно движение: екстензия на проксималната киткова редица и флексия на дисталната. Удължаването на радиалната колона се съпътства с вертикална позиция на os scaphoideum, а скъсяването на улнарната- с палмарно кръстосване на os hamatum от os triquetrum.

Според Patterson и съавт. движението в китковата става би могло да се обясни с опростена система от два компонента: проксимален и дистален китков ред.²³⁵ Os scaphoideum осъществява механична връзка между проксималната и дистална костна редица. Това индиректно се демонстрира при разместени фрактури на костта когато проксималния фрагмент остава свързан с os lunatum посредством СЛ лигамент, а дисталния се задържа към дисталната киткова редица чрез СТТ и СК лигамент.

Още Destot твърди, че os scaphoideum не може да се разглежда само като компонент на проксималния китков ред.⁷⁶ Тя допринася за осъществяване на китковите движения посредством петте си артикулиращи повърхности, богатия лигаментарен апарат и

поддържащия го мускулен апарат на *m. flexor carpi radialis*, *mm. extensor carpi radialis longus* и *brevis*. Костта има своята относително независима кинематика и собствена ос на движение.

При редица проучвания се установяват и съществени интеркарпални движения- в обем около 6° . *Os scaphoideum* е подвижна по отношение на *os lunatum* и *os capitatum*, както и по отношение на *os trapezium* и *trapezoideum*.^{22,43,355}

Според Schuind интеркарпалното напрежение се концентрира в *os scaphoideum* при предаването му от интеркарпалното към радиокарпалното пространство и то предимно върху проксималния полюс.²⁷⁶

Crisco и съавт. както и Wolfe и съавт. описват специфична координатна система, която проследява движението на *os scaphoideum*, *lunatum* и *capitatum* (т.нар *body mass based* техника). Тя използва център на всяка от тези кости, който се определя от специфичната ѝ форма, за да опише нейната точна позиция и основните ѝ движения. От този център започват три оси, които са независими от движението и се използват за изчисляване на ротацията и преместването на *os scaphoideum*, *capitatum* и *lunatum* от една позиция в друга.^{70,71} Използвайки този модел Wu и съавт. разработват методология, която описва движението на всяка кост в координатна система паралелна на радиуса по оста X (флексия и екстензия), Y (радио-улнарна девиация) и Z (пронация и супинация) с точност до $0,5^\circ$.²³⁷ Техните резултати показват, че *os scaphoideum* се отклонява в обем около $4^\circ \pm 4^\circ$ по време на радиалната девиация на китката, която се осъществява предоминантно в интеркарпалната става. Отклонението на костта по време на улнарна девиация е $11^\circ \pm 6^\circ$. Доказва се, че по време на тези движения китковите кости се разместват помежду си и спрямо радиуса в много малки граници (между 0.1 и 2,2см).

Биомеханиката на китката се променя при редица патологични промени в *os scaphoideum*.

При фрактури на талията на костта предизвикани от аксиално натоварване по оста ѝ се наблюдава ъглова деформация нар. „humpback деформация“ или деформация тип „гърбица“ на *os scaphoideum*. Тя се изразява във флектиране на двата фрагмента под ъгъл отворен палмарно, в резултат от постепенната резорбция и скъсяване на костта в зоната на псевдоартрозата воларно.²⁷⁶ По дорзалния ръб на костта се образува костен връх с вид на „гърбица“.¹⁹⁶

Едновременно с това os lunatum се екстензира и супинира спрямо os triquetrum, os scaphoideum се флектира и пронира, което води до дорзална нестабилност на междинния сегмент на китката, която се означава като DISI- карпална нестабилност.

Viegas и съавт. изследват силите на натоварване в китката при напреднала DISI- нестабилност. Установява се увеличаване на напрежението в скафоидната фоса и намаление на това в лунатната фоса. Това води до дегенеративни изменения в зоните подложени на повишено напрежение.^{343,260} Те започват в зоната между радиалния стилоид и дисталния полюс на os scaphoideum- радио-скафоиден остеоартрит, постепенно обхващат интеркарпалната става и завършват с остеоартроза на цялата китка. Означават се като напреднал колапс на гривнената става в резултат на псевдоартроза на костта (SNAC- китков артрит).³³⁷ Watson проследява 64 пациента със симптоматични псевдоартрози за период от 10 години. Според неговите наблюдения дегенеративните промени настъпват първо между дисталния и проксимален фрагмент на os scaphoideum и никога първо между радиуса и проксималната част на костта.³³⁷

Проминиране на радиалния стилоид и стесняване на ставната цепка на радиоскафоидната става са ранни индикатори за радиоскафоиден остеоартрит. Остеофити и склероза на костта присъстват с променлива честота. Кисти се наблюдават в 100% от случаите с давност по-голяма от 18 месеца и в 80% от тези с давност по-малка от 18 месеца.¹⁹⁵ По-късно се установява остеоартрит на междукитковата става, който се манифестира първоначално със стесняване на ставното пространство между os capitatum и проксималния фрагмент на os scaphoideum. С напредване на артрозните промени в междукитковата става се доказва намаляване на ширината на луно-капитатното пространство. Този белег се позитивира при 2% от псевдоартрозите с 10-годишна давност и при 50% от тези с 20-годишна давност. В последните фази на развитие на псевдоартрозата се установява напреднал колапс на китката описан от Watson и Ballet.³³⁷

Честотата на развитие на дегенеративни изменения варира според проучванията на различните автори. Dickinson⁸¹ и съавт. откриват остеоартрозни изменения при 30% от счупванията на os scaphoideum, но не уточняват давността на псевдоартрозата. London докладва подобни промени при 36 от 60 случая и влошаването им с времето.¹⁸⁹ Fisk¹⁰¹ и Mack съобщават, че дегенеративните промени са в пряка зависимост от степента на разместване на фрагментите на костта и китковата нестабилност. Според Mack¹⁹⁵ за период между пет и десет години в областта на псевдоартрозата се наблюдава

постепенно образуване на кисти и резорбтивни промени в костта. Тези промени се последват от дегенеративни изменения в радиоскафоидната става. След двадесетгодишно проследяване се доказва генерализиран остеоартрит на китката.

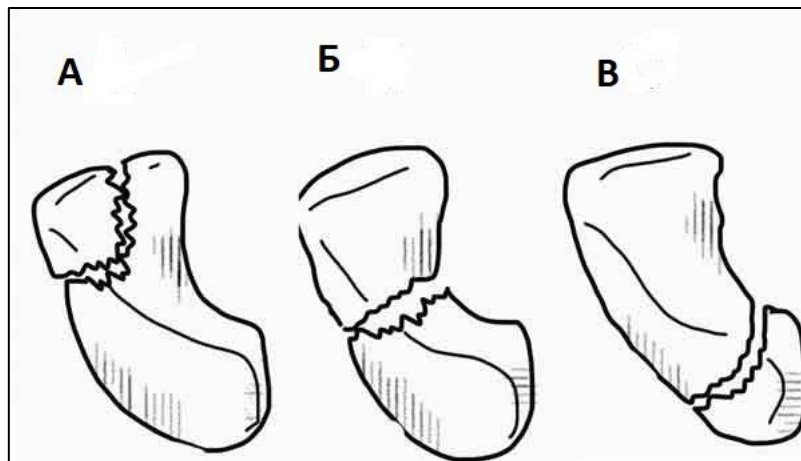
II.6 ФРАКТУРИ НА OS SCAPHOIDEUM

Фрактурата на os scaphoideum е описана за първи път от Destot и Cousin през 1905 и подробно описана от Mouchet и Jeanne през 1919г.^{76,102,173,254}

Счупването на os scaphoideum е най-честото (около 70%) от фрактурите на всички киткови кости, 10% от фрактурите на ръката и 2% от всички фрактури в тялото.^{6,238}

То се среща при индивиди в трудоспособна възраст и най-често при млади активни мъже между 20-30 години.^{91,326,298,338,341} Howe докладва, че 82% от счупванията в Норвегия се срещат при мъже със средна възраст 25г. Женският пол се засяга 4 пъти по-рядко в сравнение с мъжкия.¹⁵⁰

При възрастни пациенти счупването се получава при 2/3 от случаите в областта на талията или средна трета (около 65%).¹⁰ Около 1/4 (30%) се случват в проксималната трета и най-малко 1/12 (5-10%) в дисталния полюс.¹⁰ (Фиг.3)



Фиг.№3 Разпределение на фрактурите на os scaphoideum по локализация:
А)дистален полюс (5-10%), Б) талия (65%), В) проксимален полюс(30%)

При деца относителният дял на фрактурите в дисталния полюс е по-голям.^{5,132} Фрактурите на скафоидния туберкулум са редки: при проучване на 81 остри счупвания,

едва 4 са изолирани счупвания на туберкулама: три извънставни и една включваща ставната повърхност.¹⁷⁵

Механизмът на получаване на счупването е най-често падане върху протегнатата ръка с китка в положение на екстремна хиперекстензия 90-100° или травма по време на спорт.^{172,349} По този начин се упражнява компресионна сила върху радиалната страна на дланта.²⁸⁵ Екстремната екстензия съчетана с радиална девиация притиска проксималния полюс в скафоидната фоса. Ригидната ставна капсула и радиоскафокапитатният лигамент създават патологична ос на въртене, около която се усуква дисталния полюс.³⁴⁹ Скафо-лунатния лигамент е изложен на риск от разкъсване.²⁵⁰ Експериментални изследвания показват, че комбинираното натоварване при този менахизъм е най-вероятно да доведе до фрактура на талията на *os scaphoideum*.³⁴⁹ Директен натиск върху туберкулама на костта, често при падане може да предизвика дистална фрактура.⁶⁰ Това е най-честият механизъм на фрактурата при деца.³³⁵ При положение на китката в абдукция се увеличават шансовете за фрактура на проксималния полюс.

По-рядко счупванията са резултат на високо енергийни травми като падане от височина или ПТП.¹⁸¹

Друг възможен механизъм е директен удар, при който силата се пренася от втора метакарпална кост през *os trapezium* и *os trapezoideum* към дисталната част на *os scaphoideum* и предизвиква режеща сила довеждаща до фрактура на талията.¹⁴⁹

Морфологията на счупването има отношение към вероятността за нарушение на нормалното костно срастване. При хоризонтално косите фрактури се създават компресивни сили на мястото на фрактурата, които създават предпоставка за нормалното зарастване на счупването. При напречните фрактури се наблюдават както компресивни, така и режещи сили, което е причина за средна вероятност за срастване. При вертикално косите преобладават режещите сили, което ги прави нестабилни с висок риск за развитие на псевдоартроза. Weber и Chao акцентират върху на степента на фрактурното разместване и китковия колапс при преценката на риска от развитие на псевдоартроза.³⁴⁹ Класификацията на Herbert и Fisher също има прогностично значение по отношение на срастването.

Локализацията на фрактурата, стабилността ѝ, степента на разместване и продължителността на последвалото лечение са важни фактори предопределящи фрактурното срастване.^{27,230} Рискът от забавено срастване или несрастване нараства при разместване на фрагментите и микродвижение между тях в резултат на нелекувана фрактура или лоша имобилизация. Рискът от несрастване при пациент с разместена фрактура на os scaphoideum е 10-20 пъти по-голям в сравнение с този при неразместена фрактура. DISI нестабилност на китката, скафо-лунатна диастаза, намалена височина на карпуса, ангулация и разместване на фрактурните фрагменти са фактори, които индицират нестабилна скелетно-връзкова основа и вероятност за отложено срастване или псевдоартроза на костта.

Marcus Stewart цитирайки 436 случая през втората световна война докладва, че гипсовата имобилизация за 6 до 16 седмици в 95% от случаите при пряко установени неразместени фрактури води до нормално костно срастване.³⁰⁶ Dupre потвърждава този резултат след 30-годишно проследяване на случай на счупване на os scaphoideum лекувано с обездвижване в гипс.⁸⁸ През 1954 Bohler³² изследва 557 пресни фрактури лекувани с гипсова имобилизация под лакътната става за 6 до 8 седмици. Той отчита само 23 случая с псевдоартроза (3,96%).

От друга страна Adams (1957) поставя os scaphoideum на второ място след бедрената шийка по нейната склонност към развитие на псевдоартроза.⁴ Decoulx (1959) потвърждава тази теза, като докладва за честота от 36% при лечението на счупване с гипсова имобилизация.⁷⁵

Russe (1960) третира 220 счупвания за период от 3 години и съобщава 6 случая на несрастване (3%).²⁶³ Stark докладва 90% честота на излекуване на фрактурата при адекватно лечение и около 10% вероятност за развитие на псевдоартроза.³⁰²

London (1961) докладва 95% на срастване от 227 пресни фрактури на os scaphoideum.¹⁸⁹ От неговото и други проучвания, става ясно че една от двадесет фрактури на талията на os scaphoideum се очаква да се развитие във псевдоартроза.

Leslie и Dickson съобщават резултатите от ретроспективно проучване на 222 случая с фрактури на os scaphoideum за период от 6г. в Оксфорд. Всички са били третирани с гипсова имобилизация с първа метакарпална кост в позиция на абдукция и опозиция.

Средния период за срастване е бил 9 седмици като 11 от 159 пациента с фрактура на талията на os scaphoideum са развили псевдоартроза.¹⁸⁴

Dias и съавт. докладват 82 пациента проследени за период от 2 год. и наблюдават дефинитивни радиографски белези за развитие на псевдоартроза при 10 от тях.⁷⁷

Herbert и Fisher през 1984 правят заключението, че честотата на развитие на псевдоартроза след консервативно лечение е трудно да бъде предвидена. Те изтъкват, че повечето проучвания не дефинират ясно критериите за доказване на псевдоартрозата и не уточняват продължителността на клинично и рентгенологично проследяване. Те посочват честота около 50% на завършване на консервативното лечение с несрастване.¹⁴⁵

II.7 ПСЕВДОАРТРОЗА НА OS SCAPHOIDEUM

Не съществува единна дефиниция на феномена псевдоартроза (гр. „pseudo”- фалшива, „arthrosis”- става). Класическото определение е отсъствие на консолидация 6 месеца след настъпване на счупването.^{27,133,280} Американското дружество по ръчна хирургия определя псевдоартрозата като невъзможност на фрактурата да срастне нормално в очакваните срокове. Други автори описват и процес на забавено костно срастване, при който няма белези за оздравяване на фрактурата 4 до 6 месеца след травмата.¹⁶⁸

Не съществува точно определен срок за настъпване на срастване, но средната продължителност за този процес при счупванията на os scaphoideum е около 9 седмици. Най-бързо оздравяват фрактурите на скафоидния туберкулум и дисталния полюс (обикновено 30-45 дни). Фрактурите на талията зарастват за 2-3 месеца. Най-дълъг период на консолидация имат фрактурите на проксималния полюс- около 3-4 месеца. Времето за срастване при мъжете и жените не показва съществени различия. Възрастта на пациента е фактор със статистическа значимост по отношение на периода на оздравяване.³³⁷

Костното срастване се доказва рентгенографски при наличие на костни трабекули прекосяващи зоната на фрактурната линия или при наличието на склеротична линия на мястото на фрактурата.²⁶³ Уникалната анатомия и биомеханика на os scaphoideum са предпоставка за развитието на псевдоартроза. Рискът за несрастване е в пряка

зависимост от локализацията на счупването, увредите на кръвоснабдяването и разкъсването на лигаментарния апарат.³³⁸

Фрактурите на проксималния полюс имат по-голяма вероятност за развитие на псевдоартроза поради особеностите на кръвоснабдяването. Фрактурната линия нарушава целостта на хранещите съдове, което създава условия на исхемия компрометираща нормалното костно срастване.³²⁷ С приближаването ѝ към проксималната артикулираща повърхност шансовете за псевдоартроза прогресивно се увеличават. (Фиг.4)



Фиг.№4 Вероятност за костно срастване в зависимост от локализацията на фрактурната линия

Os scaphoideum е позиционирана интерартикуларно, има шест ставни повърхности покрити с хиалинен хрущял. Срастването се осъществява чрез ендостална консолидация без периостална калусна формация.¹⁷² Този процес изисква стабилност на счупването за формиране на нова кост във фрактурния матрикс.

Близостта на костните фрагменти увеличава площта на контакт между тях и вероятността за срастване. Нестабилните, разместени счупвания имат тенденция за несрастване.²⁹¹ Проксималната киткова редица, включваща os scaphoideum е подложена на действието на въртяща сила. Дисталната част на костта се намира под действието на сгъваща сила дължаща се на СТТ лигамент, докато проксималният полюс има тенденция да се извърта в екстензия от вътрекостния лигамент към os lunatum и екстензионната сила

на трикветро-хаматната връзка. Тези разнопосочни сили, създават тенденция за ангулация на фрактурата във флексия и намаляват контактната повърхност между фрагментите и вероятността за нормално зарастване.^{113,171}

Други обезпокояващи признаци са радиолунатен ъгъл по-голям от 15°, скафо-лунатен ъгъл повече от 70°, разместване повече от 1 мм, коси вертикални фрактури и трансверзални раздробени фрактури на талията, фрактури съчетани с луксации и лигаментарни лезии. Fisk отчита, че os scaphoideum трудно зараства в условия на киткова нестабилност. Той заключава, че фрактура със съпътстващи увреждания на перилунатните лигаменти е по-вероятно да завърши с псевдоартроза. Наличието на мекотъканен интерпониум при транс-скафо-перилунатните дислокации увеличава риска за псевдоартроза.¹⁰¹

Други възможни причини са ненавременната диагностика, отложеното или адекватно лечение. Gellman сравнява резултатите от консервативно лечение на фрактурата с гипс под и над лакътната става. Установява се, че имобилизацията над лакътя води до намаляване на движението на os scaphoideum около радиокарпалния лигамент при пронация и супинация, което намалява режещите сили насочени към фрактурната линия, и довежда до по-висок процент на срастване.¹²³

При проучване на Reigstad и съавт. които изследват 268 пациента с псевдоартроза на os scaphoideum се установява, че 46% от тях не са потърсили лекарска помощ след травма в областта на китката, при 93 пациента прясната фрактура е била пропусната при първоначалната консултация. Несрастването при част от пациентите е в резултат от неправилно лечение: 15% от псевдоартрозите са се развили след недостатъчно продължителна гипсова имобилизация.²⁴⁹ Kuschner и съавт. потвърждават, че консервативното лечение на разместени счупвания на os scaphoideum води до развитие на псевдоартроза с честота 50%.¹⁷⁷ Според Dias и съавт. неразместените фрактури лекувани с гипсова имобилизация завършват с несрастване в 22%.⁸⁰ Slade докладва 108 псевдоартрози след консервативно или оперативно лечение на 126 високо рискови счупвания- 65 на проксималния полюс, 67 с разместване повече от 2 мм и 12 транскафоперилунатни луксации.²⁸⁹

Честотата на псевдоартрозата при неразместени фрактури на талията е между 5 и 10%.^{193,260,311} Според Cooney и Larsen едва 3-5% от неразместените фрактури на os

scaphoideum завършват с развитие на псевдоартроза.⁶⁷ Според други автори честотата на несрастване може да достигне до 12%.²³⁰ Вероятността за псевдоартроза при разместени неоперативно лекувани фрактури достига до 50%.^{68,181,311}

През годините са правени много опити за класифициране на псевдоартрозите на os scaphoideum. Herbert и Filan ги класифицират в четири типа: фиброзно несрастване (без деформация), псевдоартроза (ранна деформация), склеротична псевдоартроза (напреднала деформация) и аваскуларна псевдоартроза (фрагментиран проксимален полюс).⁹⁸ Те предлагат протокол за лечение в зависимост от типа псевдоартроза:

1. Фиброзното несрастване (късно срастване): тези случаи се определят като стабилни с липсваща деформация или колапс, имат отлична прогноза, трябва да бъдат лекувани оперативно.
2. Подвижното несрастване: те са нестабилни, имат ранна склонност към колапс с развитие на DISI, имат добра прогноза.
3. Склеротичното несрастване: дефинират се като нестабилни, имат умерен до изразен колапс и ранни дегенеративни белези, исхемични промени в проксималния полюс и затова имат относително добра прогноза.
4. Аваскуларна псевдоартроза: имат фрагментиран проксимален полюс, който не може да бъде подложен на възстановяване. Имат лоша прогноза и опити за оперативна реконструкция са контраиндицирани.

Jupiter разделя псевдоартрозите в три групи, в зависимост от степента на развитие на остеоартрит¹⁶³:

1. Установена псевдоартроза без вторични дегенеративни промени в китката, при която основната цел е достигане на срастване.

2. Псевдоартроза с ранни дегенеративни изменения, най-често на радиокарпалната става, при която опитите за постигане на костно срастване трябва да бъдат комбинирани с допълнителни процедури за осигуряване на стабилна архитектура на китката.

3. Псевдоартроза на os scaphoideum с напреднал дегенеративен остеоартрит на радиокарпалната и интеркарпалната става, при която трябва да се обсъждат т. нар. „спасителни процедури“ или savage процедури (резекционна артропластика, различни

видове киткови артродези) целящи облекчаване на болковата симптоматика на пациентите.

Alnot предлага класификация разделяща псевдоартрозите в четири групи: (Табл.1)

Тип	Описание
1.	Линейна псевдоартроза без нарушение във формата на os scaphoideum, нестабилност, нарушаване на интеркарпалната биомеханика
2.А.	Стабилна псевдоартроза с начална костна резорбция в областта на фрактурната линия, без нестабилност
2.Б.	Подвижна псевдоартроза с дефект на предния кортекс, флексия на проксималния фрагмент, вкл. DISI- нестабилност
3.	Подвижна нестабилна псевдоартроза:
	А. с изолиран артрит между радиалния стилоид и os scaphoideum
	Б. с радио-скафоиден или интеркарпален артрит
4.	Некроза на проксималния фрагмент:
	А. нарушена архитектуртика на китката
	Б. с радио-скафоиден или интеркарпален артрит

Табл.№1 Класификация на Alnot за псевдоартрозите

II.8 КЛИНИЧНА ИЗЯВА И ДИАГНОСТИКА НА ПСЕВДОАРТРОЗАТА НА OS SCAPHOIDEUM

II.8.1 КЛИНИЧНА СИМПТОМАТИКА

Клиничната диагноза на псевдоартрозата на os scaphoideum започва с подробна анамнеза търсеща да установи травма в областта на китката в миналото.²³⁰ Патологията се манифестира с болезненост в скафо-лунатния интервал дорзално и повишена

чувствителност в областта на анатомичната табакера.⁵⁶ Тези симптоми има висока чувствителност, но ниска специфичност.¹⁴⁰ Чувствителност би могла да се установи воларно в областта на скафоидния туберкулум.¹¹⁰ Наблюдава се болка в крайните фази на движение, най-чести при дорзифлексията в китката. Класическа находка при псевдоартрозата в напреднал стадий е загуба на екстензия, като резултат от китков колапс и контрактура на воларната капсула.^{144,188} Намаляване на силата на силовите и върховите захвати и ограничение на обема на движение в гривнената става са патогномичен субстрат.^{127,230,231}

Подчертава се ориентировъчния характер на клиничните признаци и тестове, които трябва да се интерпретират съвместно с допълнителни образни изследвания. В някои случаи псевдоартрозата на os scaphoideum е напълно асимптоматична и се открива като случайна находка при рентгенография.¹⁰

II.8.2 КОНВЕНЦИОНАЛНА РЕНТГЕНОГРАФИЯ ПРИ ДИАГНОСТИКАТА НА ПСЕВДОАРТРОЗАТА НА OS SCAPHOIDEUM

Съществуват няколко основни метода за диагностика на псевдоартрозата на os scaphoideum конвенционална рентгенография, компютърна томография, ядрено-магнитен резонанс.^{27,230,247,304} Златен стандарт при диагностиката на счупването на os scaphoideum е конвенционалната рентгенография.^{283,304}

Destot първи започва рентгенографско изследване на китката.⁷⁶ Codman пръв предлага предно-задна проекция с улнарна девиация, с цел намаляване на припокриването на os scaphoideum от останалите киткови кости, както и сравнителна рентгенография на контралатералната здрава ръка.⁶¹ Russe смята, че улнарното отвеждане може да има за резултат разместване на фрактурните фрагменти.²⁶³ Косата проекция на os scaphoideum е предложена години по-късно от Todd.³²³ Според Graziani 16 специфични рентгенологичните проекции са необходими за диагностициране на фрактурата на os scaphoideum.¹³⁰

Според американското дружество по радиология рентгенографското изследване на os scaphoideum включва 4 стандартни проекции: предно-задна, предно-задна с улнарна девиация, профилна.²⁵⁹ При подозрение за счупване и негативна находка от четирите

проекции, допълнителна коса проекция в положение на полупронация би могла да разкрие фрактурата.²⁶³

Предно-задната проекция дава информация за междукостните взаимоотношения и дължината на отделните костите.¹⁸⁵

Съществуват помощни проекции, при които ръката се намира в същата позиция, но централния лъч се насочва под ъгъл с цел по-ясна визуализация на os scaphoideum. Такава е проекцията за радиокарпална става, която се постига с ангулация на централния лъч под ъгъл от 25-30° спрямо лакътя и центрираж в областта на туберкула на Листер. Това води до удължаване на os scaphoideum и скъсяване на os capitatum, което демонстрира минимално костно припокриване в тази зона.

Предно-задната проекция с улнарна девиация цели представяне на костта "en face" без наслагване от съседни структури. В тази позиция дисталният полюс на костта се завърта дорзално и улнарно и тя изглежда удължена.

Профилната проекция има своята роля при увреди на лигаментарния апарат на китката. Тя открива наличие на DISI- карпална нестабилност.

Косата проекция е особено информативна за визуализиране на радиалния край на китката: скафо-трапецио-трапецоидалната става. При прибавяне на улнарна девиация се визуализира скафоидния туберкулум и талията на os scaphoideum.

Освен статичните рентгенографии, голяма информативност по отношение на костната морфология (особено на os scaphoideum), взаимоотношения и китковата нестабилност има динамичната рентгенография.

Съществуват проекции, които целят да визуализират дългата ос на костта (Stecher 1937, Ziter 1973). Те комбинират улнарна девиация с дорзифлексия на китката с цел да поставят нормално воларно флектираната os scaphoideum в равнина паралелна на рентгеновия лъч. Предно-задната проекция с улнарна девиация и 20°ангулация на лакътя, описана за първи път от Bridgman (1949) осигурява информативен образ на дългата ос, без да е технически сложна за изпълнение.⁶⁴

Друга специфична за os scaphoideum проекция е така нар. **проекция „скафоиден юмрук“** (clenched fist view). Тя оценява разширение в скафо-лунатния интервал. Под действието на силата на мускулите os caritatum се насочва към скафо-лунатната става и се визуализира скафо-лунатна диастаза при наличие на скафо-лунатна нестабилност. Често се изпълнява билатерално, за сравняване с разстоянието между os scaphoideum и lunatum на здравата ръка.²³²

London определя срастването като **„нормална костна плътност в цялата кост** на предно-задна, профилна и две коси проекции или значително подобряване на рентгенографската картина с времето.¹⁸⁹ Белег за наличие на костно срастване е **преминаване на костни трабекули през фрактурната линия.**²⁶³ Bohler подчертава трудността при клинично и рентгенологично доказване на срастването.³¹

Класическата рентгенографска картина на псевдоартрозата се състои от заобляне на ръбовете на фрактурните фрагменти, остеоосклероза, наличие на кисти в костта, костна резорбция, разширяване на скафо-лунатния интервал, а в напреднал стадии и белези на остеоартроза на радиокарпалната става и колапс на китката.^{195,287,301}

Аваскуларната некроза на проксималния фрагмент, която често съпътства псевдоартрозата също е видима рентгенологично. Наблюдава се **повишена костна плътност на фрагмента, сравнена с костната плътност на os capitatum.**²⁷

Според Dias и съавт. конвенционалната рентгенография не е достатъчно надежден метод за установяване или отхвърляне на срастване.⁷⁸ Около 7% от счупванията на os scaphoideum се пропускат на първична рентгенография.¹⁰⁷ Тази честота достига до 20-25% при проучвания на Waizenegger³⁴⁷ Интерпретирането на данните от рентгенографията понякога създава трудности. Трабекулите може да създават погрешно впечатление за прекосяване на фрактурната линия, когато рентгеновият лъч не е насочен в равнината на счупването. Костната склероза на фрактурната линия може да изглежда като единична или двойна линия в резултат от наслагване на образите.¹⁸⁷

II.8.3 КОМПЮТЪРНА ТОМОГРАФИЯ ПРИ ДИАГНОСТИКА НА ПСЕВДОАРТРОЗИ НА OS SCAPHOIDEUM

Според редица автори конвенционалната рентгенография не е надежден метод за установяване на псевдоартроза на os scaphoideum и проследяване на костното срастване.⁷⁸ Въпреки че първоначалното образно изследване на китката започва с рентгенография, при диагностични затруднения се препоръчва използването на компютърна томография.^{17,79,135} Тя е метод осигуряващ най-подробна информация за цялостната морфология на счупването.³¹⁸

Ролята на компютърно-томографското изследване при изобразяването на китката е широко проучвана. Нейната висока резолюция, особено за костни структури я прави изключително подходящ метод за откриване на окултни фрактури¹⁴⁶, за определяне посоката на разместване на фрактурните фрагменти и за проследяване на процеса на срастване.¹¹¹ Temple и съвт. доказват, че КТ превъзхожда конвенционалната рентгенография при установяване на разместване на фрактурните фрагменти.^{190,318} Тя има по-малка разделителна способност спрямо ЯМР, но по-добра пространствена резолюция, което я прави по-подходящ метод за отчитане на разместване.⁶⁶ Тя намира широко приложение при суспекции за фрактура на костта и негативна рентгенография.²⁵⁹

КТ- сканиране по надлъжната ос на костта е предпочитаната техника за установяване и проследяване на псевдоартроза на os scaphoideum, тъй като осигурява детайлна оценка на анатомията на костта.²²⁰ Пациентът се позиционира по корем, със засегнатата ръка над главата, с китка в положение на радиална девиация и неутрална флексия. Сканиращата равнина се ориентира по оста на първа метакарпална кост. При постигане на правилен центраж, от всяка страна на os caritatum се визуализира равна част от проксималния и дисталния полюс на os scaphoideum. Костта се изобразява на 3мм слайсове.^{15,161,243}

Предимството, което осигурява радиалната девиация на китката е комфорт при поддържане на позицията на пациента, завъртане на оста на костта косо спрямо радиуса, което намалява разсейването на лъчите (артефакти от лъчевата кост) и по-добра визуализация на деформацията тип „гърбица“.¹⁴

Компютърна система сумира информацията от обработените срезове, за да създаде двуизмерен образ. Псевдоартрозите с косо разположение може да се интерпретират погрешно като наличие на костно срастване. Този феномен би могъл да бъде избегнат с намаляване дебелината на срезове.

Друга изпозвана техника е тази на Sanders и съавт., при която пациентът лежи по гръб с ръка над главата и предмишница под ъгъл от 45° спрямо гънтрието на компютърния томограф. Китката е в неутрално положение по отношение на флексия-екстензия и радиална-улнарна девиация.²⁶⁶

Компютърната томография е по-надежден образен метод, осигуряващ по-голяма корелация с интраоперативната находка в сравнение с рентгенографията.^{59,135} Тя е особено полезна при предоперативно планиране на хирургичната интервенция: големината на костния дефект, необходимостта от използване на костен присадък, уточняване на подходящия метод за фиксация, както и на хирургичния достъп. Тя се използва и за проследяване на процеса на костна инкорпорация на присадъка,²⁴⁴ както и за потвърждаване на костно срастване.⁴⁹

Amadio и съавт. използват компютърната томография за определяне на степента на китков колапс чрез измерване на нормалния и патологичен интраскафоиден ъгъл.⁹

Bain и колектив прилагат КТ-изследването за изчисляване на отношението дължина-ширина на костта, което се отчита на сагитален срез и също отразява наличието на китков колапс.¹⁴

II.8.4 ЯДРЕНО-МАГНИТЕН РЕЗОНАНС ПРИ ДИАГНОСТИКА НА ПСЕВДОАРТРОЗИ НА OS SCAPHOIDEUM

Ядрено-магнитния резонанс няма голяма диагностична стойност по отношение на псевдоартрозата на os scaphoideum.¹⁰⁸

Тя се приема като метод на „втора линия“ при проучване на фрактурите на os scaphoideum. Тя има отлична сензитивност (между 90 и 100%) и много висока (близо до 100%) специфичност по отношение на тази патология.^{38,151,245}

Детайлността на изображението осигурява предимство в диагностиката на пресните фрактури сравнено с конвенционалната рентгенография.³⁸ Lepisto и съавт. проучват ролята на ЯМР при 18 пациенти с травма в областта на китката. ЯМР поставя диагнозата при 11 от пациентите, докато фрактурната линия се визуализира само при двама пациенти на стандартна рентгенография.¹⁸³

ЯМР намира приложение при окултни фрактури на os scaphoideum и неубедителни данни от рентгенографията. Brydie и съавт. провеждат ЯМР при 195 пациента с травма на китката и клинични съмнения за фрактура, които са били имобилизирани по този повод. Те установяват, че 51% категорично нямат фрактура, 10% имат „навяхване“ на костта, а 20%- други увреди.⁴⁴ ЯМР има роля при проследяване на белезите на костно срастване при пациенти с фрактура на os scaphoideum. Това позволява по-ранна мобилизация и възстановяване на функцията на китката.²⁰⁶

Финансовата стойност на ЯМР изследването е по-малка в сравнение със сумарната стойност на няколко рентгенографии и „профилактична“ имобилизация при несигурна диагноза.^{40,141}

ЯМР е особено полезна при установяване на съпътстващи увреди на лигаментарния апарат на китката.¹⁹⁴

Основното предназначение на ЯМР по отношение на псевдоартрозите на os scaphoideum е за установяване на състоянието на кръвоснабдяването на проксималния фрагмент.^{131,137,264} Според Anderson и съавт. хипоинтензен сигнал на T1 и T2 секвенция корелира с наличие на АВН.¹² Ролята на конвенционална ЯМР за установяване на АВН се потвърждава от редица изследвания.^{137,327} При провеждане на интраоперативен тест за наличие на кървене от проксималния полюс се доказва, че ЯМР изследване с контраст предоставя по-добри възможности за предоперативно установяване на виталността на проксималния фрагмент. Контрастът повишава значително сензитивността на образната методика.²⁷³ Cerezal и съавт. сравняват интраоперативната находка с данни от контрастно ЯМР изследване с Gadolinium и при пациенти с псевдоартроза на проксималния полюс и установяват 66% сензитивност, 88% специфичност и 83% точност на изследването.⁵² Въпреки това в около ¼ от случаите ЯМР не установява наличие на АВН, при налична такава.

II.8.5 КОСТНА СЦИНТИГРАФИЯ КАТО МЕТОД ЗА ДИАГНОСТИКА НА ПСЕВДОАРТРОЗИ НА OS SCAPHOIDEUM

Костната сцинтиграфия е метод за диагностика на фрактури и псевдоартрози на os scaphoideum при негативна конвенционална рентгенография поради високата си специфичност (94-100%).³⁰⁷ Според Brismar 24 до 72 часа след травмата повишената остеогенеза във фрактурата се отчита на сцинтиграфското изследване като повишена активност в костта.^{39,256} Този феномен се позитивира повече от една година след това.²⁰¹

В редки случаи костното сканиране се използва за установяване на аваскуларни промени в проксималния полюс, който се изобразява като зона с понижено натрупване на радиофармацевтика.²⁰

Костната сцинтиграфия има своето приложение за ранна диагностика на увреди на os scaphoideum, преди позитивиране на рентгенографията.¹⁶² Съществуват дискусии относно приложението на сцинтиграфията като част от рутинното изследване при пациенти със съмнение за увреда на os scaphoideum и липса на рентгенографски данни за счупване.

При сравнението на метода с останалите диагностични методи се установява висок процент на фалшиво-позитивни резултати и ниска специфичност.²⁵⁵ Причината е, че повишено поглъщане на радионуклид се наблюдава и при мекотъканни увреди в зоната на китката. Патологичното повишаване на сигналния интензитет се проявява в различна степен в зависимост от вида на засягането.²²²

Редица автори препоръчват костната сцинтиграфия за повишаване на точността при диагностиката на счупване на os scaphoideum и другите киткови кости.^{39,112}

II.9 ТЕРАПЕВТИЧНИ МЕТОДИ ПРИ ПСЕВДОАРТРОЗА НА OS SCAPHOIDEUM

Лечението на псевдоартрозите на os scaphoideum е предизвикателство поради уникалната геометрия на костта и особеностите на кръвоснабдяването.¹⁶⁸

Определянето на локализацията на псевдоартрозата, наличието и степента на китков колапс и дегенеративни промени, загубата на костен субстрат, виталността на проксималния фрагмент е необходимо за изграждане на алгоритъм на лечение. Не съществува консенсус по отношение на терапевтичния протокол.

Някои от оперативните методи целят дефинитивно излекуване на псевдоартрозата, докато други са разработени с цел облекчаване на страданието на пациента- „спасителни процедури “. Повечето автори препоръчват ранно хирургично лечение с редукция на фрактурата.³⁰¹

II.9.1 ТЕХНИКИ ПОВИШАВАЩИ ВЕРОЯТНОСТТА ЗА КОСТНО СРАСТВАНЕ

Съществуват различни техники за повишаване на потенциала за костно срастване. Те имат ограничено приложение като самостоятелен метод за лечение. Костното бориране е описано за първи път през 1930 от Schneck.²⁷⁴ Този метод има противоречив ефект и по-късно е отхвърлен поради незадоволителни постоперативни резултати.²⁹⁷ Друг подобен метод е електростимулацията чрез перкутанно поставяне на електроди на мястото на несрастването. Ограничен брой публикации описват влиянието на електростимулацията върху костното срастване. Въпреки, че проучванията докладват 70% излекуване на псевдоартрозата, няма достатъчно данни за статистическа достоверност на резултатите.³³

Съществуват методи за биологична стимулация на костното срастване, които се прилагат в случаи на псевдоартроза на os scaphoideum. Такива са описаните от Urist и съавт. екстракти от деминерализиран костен матрикс.³³⁴ Jones и съавт. прилагат 50mg човешки морфогенетичен протеин при псевдоартроза на проксималния полюс- без използване на костен присадък или ригидна винтова фиксация и докладват рентгенографски белези на срастване след 12 седмици.¹⁶⁰

II.9.2 ВИНТОВА ОСТЕОСИНТЕЗА КАТО САМОСТОЯТЕЛЕН МЕТОД НА ЛЕЧЕНИЕ НА ПСЕВДОАРТРОЗИ НА OS SCAPHOIDEUM

Фиксацията на псевдоартрозата с различни видове остеосинтезен материал е бил често използван метод за лечение на псевдоартрози на os scaphoideum без загуба на костен в миналото. Geissler и Slade прилагат метод на перкутанна фиксация с компресивен винт при 15 пациенти и постигат костно срастване при всички.²⁸⁸ Използването на остеосинтеза е въведен от Geissendorfer¹¹⁹ и Giesecking¹²⁵. Съществува голямо разнообразие от остеосинтезни материали. Опитът показва, че използването на спонгиозен винт довежда до провал на остеосинтезата. Това се дължи най-често на трудности при определяне на дължината на необходимия винт, зависимостта на метода от непрекъснат рентгенографски контрол и феноменът на отдалечаване на костните фрагменти при преминаване на резбата на винта през фрактурата. McLaughlin и Parkes²⁰⁴ прилагат този метод при 5 пациента с псевдоартроза на os scaphoideum и докладват, че при никой от тях не е настъпило костно срастване. McLaughlin въвежда в практиката компресивната винтова фиксация, която днес намира широко приложение.

Herbert и Fisher (1984) изобретяват нов тип винтова остеосинтеза, така нар. Herbert винт. Неговият дизайн позволява значително намаляване на диаметъра на импланта, но едновременно с това подсигурява здрава фиксация на двата фрагмента.¹⁴⁵

Винтовата фиксация като самостоятелен метод за лечение на псевдоартрозите на os scaphoideum има своето приложение при фиброзни несраствания без загуба на костен субстрат, с витални костни фрагменти, без киткова нестабилност. Това може да се осъществи артроскопски или чрез открита хирургична техника. Somerson и съавт. представят своя опит с перкутанна фиксация при псевдоартрози на os scaphoideum без влагане на костен присадък. Те доказват, че това е надежден метод за лечение.²⁹⁵

Vanhees и колектив прилагат перкутанна фиксация при 16 пациента със забавено срастване и псевдоартрози на os scaphoideum и наблюдават костно срастване при 94% от случаите.³³⁶ Hegazy публикува серия от 21 случая на псевдоартроза на os scaphoideum третирани с перкутанна фиксация. При всички се отчита наличие на срастване, без необходимост от адюдантно оперативно лечение.¹⁴²

II.9.3 ОСТЕОПЛАСТИКИ ПРИ ПСЕВДОАРТРОЗИ НА OS SCAPHOIDEUM

Винтовата остеосинтеза най-често се прилага в комбинация с остеопластика с костен присадък. Това осигурява стабилизиране на фрактурата и дава стимул за остеогенеза в областта на дефекта.⁹⁰ Този метод се прилага при псевдоартрози с костна резорбция в областта фрактурната линия и с различна по степен загуба на костен субстрат. По този начин се възстановява анатомичната дължина на костта и се коригира деформацията ѝ.

Костните присадъци биват васкуларизирани и невакуларизирани.

Невакуларизираните присадъци (НВКП) осигуряват костен материал за възстановяване на дефекта на os scaphoideum, без собствено кръвоснабдяване. Те са технически по-лесни за изпълнение и имат добри биомеханични качества.^{95,98} В зависимост от структурата си те се делят на кортико-спонгиозни и изцяло спонгиозни присадъци.

Първите съобщения за приложение на НВКП са докладвани от Adams⁴ (1928) и Murray (1934). Те прилагат присадък под формата на тънко клинче, което има опорна функция и нисък потенциал на костообразуване.²¹⁷ През 1948 Barnard и Stubbins докладват случай на прилагане на кортикален присадък от този тип комбинирано с ексцизия на радиалния стилоид при 10 случая с псевдоартроза на os scaphoideum.¹⁹

За първи път спонгиозен присадък поставен през дорзален достъп се използва от Matti²¹⁹ през 1936. Този метод осигурява директна визуализация на псевдоартрозата, но създава риск от компрометиране на кръвоснабдяването на костта. Счита се, че той е подходящ за псевдоартрози без деформация тип „гърбица“ или колапс на китката.

Otto Russe модифицира метода през 1960 като използва воларен хирургичен достъп.³⁰² Той докладва 100% вероятност за срастване при 40 случая лекувани оперативно за периода 1973-1979.²⁶¹

Наблюдавайки резорбцията на воларния кортекс на фрактурните фрагменти Fisk предлага кортико-спонгиозен графт, който да осигури стабилност на счупването.¹⁰¹ Той описва триъгълен клиновиден присадък от остеотомирания радиален стилоид.¹⁰³ Не се използва остеосинтеза за фиксация на присадъка. Подчертава се, че в такива случаи се наблюдава патологична дорзална ротация на os lunatum с увеличен скафо-лунатен ъгъл.

Коригирането им изисква възстановяване на нормалната дължина на os scaphoideum, което от своя страна предотвратява патологична ротация на os lunatum. Fisk постига срастване в 27 от 37 случаи на псевдоартроза.¹⁰⁵

Fernandez (1984) предлага модификация на метода на Fisk, за лечение на псевдоартрози асоциирани с карпална нестабилност.⁹⁵ Той използва клиновиден кортико-спонгиозен присадък от crista iliaca през воларен достъп. Той се предпочита поради по-голямата му издръжливост на сили на компресия. Обикновено е триъгълен по форма, но в случаи със значително намаляване на дължината на костта е трапецовиден и служи за примостяване на дефекта по дорзалната ѝ страна. Присадъкът се фиксира с 1 или 2 К-игли, които се поставят перкутанно от палмарната страна на диталния фрагмент, през графта, към дорзалната повърхност на проксималния фрагмент. Воларният достъп намалява рискът от ятрогенно увреждане на кръвоснабдяването и повърхностния клон на p.radialis. Той осигурява по-добра видимост на скафо-лунатната става за корекция на ротацията на os lunatum. Fernandez подчертава нуждата от прецизно предоперативно определяне на дължината на os scaphoideum, анализиране на ъгловата деформация и патологичния СЛЪ на сравнителна рентгенография на двете ръце. Той резецира участъка на псевдоартрозата с осцилиращ трион. Fernandez докладва костно срастване при 19 от 20 клинични случая оперирани по този метод.⁹⁶

Russe (1980) прилага два кортико-спонгиозни графта разположени със спонгиозната си част една към друга, а кортикалната- ориентирана навън. Той се прилага и при псевдоартрози с DISI- нестабилност на китката и наличие на деформация тип „гърбица“. Кортикалната компонента възстановява деформацията на костта и осигурява стабилност по време на компресията от винтовата остеосинтеза.

Техниката на Matti- Russe се е считала за златен стандарт при лечение на псевдоартрози на os scaphoideum през последните четири десетилетия. Тя се състои в „опресняване“ на псевдоартрозата посредством издълбаване на краищата на двата фрагмента и запълване на създадения дефект със кортико- спонгиозен присадък.²⁶² Посредством остеотом се отваря кортикален прозорец със заоблена форма и приблизителни размери 20x5мм. в областта на метафизата на дисталния радиус. От него се оформя кортикална люспа, която се влага в дефекта за възстановяване на дължината на костта. Остатъчният дефект се запълва със спонгиоза. Честотата на срастване е висока 85-100%.^{62,302}

Техниката на Matti-Russe се прилага при добре алинирани забавени сраствания или несраствания на os scaphoideum. Тя е контраиндицирана в случаите на колапс на костта, DISI деформация, дегенеративни промени в интеркарпалната става, големи кисти във костта, аваскуларна некроза на проксималния полюс, деформация тип „гърбица“.⁸

Green също използва костен графт от дисталния радиус, тъй като има по-тънък кортикален слой, като той се влага с кортикалната страна навън.¹³¹ Mask и съвт. прилагат графт от crista iliaca, като поставят спонгиозната част към външната страна на os scaphoideum, или единичен правоъгълен кортико-спонгиозен графт с изтънен кортикален слой.¹⁹³

Tambe и съвт. сравняват ефективността на двата вида костни присадъци при 44 пациента- с присадък от crista iliaca и 24- от дистален радиус.³¹⁵ Резултатите показват сходна вероятност за костно срастване. Още три големи рандомизирани проучвания сравняват остеогенния потенциал на двата вида костни присадъци, при използване на идентичен метод за фиксация. Те заключват, че видът на присадъка не оказва влияние върху потенциала на костно срастване, но отбелязват предимството на графтът от дистален радиус свързан с по-малка коморбидност на донорната зона.^{57,99,325}

Garg и съвт. проследяват контролни групи на пациенти с двата вида присадъци и отчитат 87% вероятност за костно срастване и при двете, без съществена разлика в постоперативния обем на движение и функционалните резултати. Той докладва значително по-чести усложнения в областта на донорното място, при използване на присадък от crista iliaca.¹¹⁷

Поради сходните биомеханични свойства и технически по-лесното повдигане на присадъка от дистален радиус, той се препоръчва за лечение на псевдоартрозата на os scaphoideum.

Sayegh и Straich сравняват остеогенния потенциал на кортикалния и спонгиозния присадък и не откриват статистически достоверни разлики. Кортико-спонгиозният се асоциира с по-добра корекция на наличната деформация на os scaphoideum, поради структурната си стабилност.²⁶⁸ Според кохортно ретроспективно проучване сравняващо 17 пациента, при които е приложен кортико-спонгиозен присадък от хълбочен гребен и 18 пациента със спонгиозен графт от дистален радиус или хълбочен гребен, средният срок на костно срастване при първата група е значително по-дълъг. Kim и съвт. доказват, че спонгиозният присадък осигурява по-ранно костно срастване и сходна

корекция на деформацията на os scaphoideum и китковата функция в сравнение с кортико- спонгиозния.¹⁶⁹

При анализ на литературата сравняваща предимствата и недостатъците на двата вида присадъци, включващ 23 публикации за периода 1987-2013, се установява костно срастване в 95% от случаите със спонгиозен присадък и 92% при тези с кортико-спонгиозен. Проучването показва по-кратък интервал за костно срастване (около 11 седмици) и значително по-добро възстановяване на китковата флексия при спонгиозния.

В съвременни проучвания се представят артроскопски техники за влагане на костни присадъци за лечение на псевдоартрозата на os scaphoideum. Те се препоръчват при неразмествени или минимално размествени псевдоартрози на проксималния полюс.¹²⁰ Slade и Gillon представят своя опит с тази техника при 234 случая.²⁸⁸

Васкуларизираните костни присадъци (ВКП) от стоя страна имат собствен ангиогенен потенциал.^{308,330} Те се състоят от костен графт със собствен кръвоносен съд, което повишава перфузията в областта на псевдоартрозата и увеличава шансовете за настъпване на костно срастване. Те демонстрират по-добро биологично поведение, като осигуряват възстановяване на виталността на исхемичните участъци на костта, по-бърза инкорпорация в реципиентната зона.^{216,310} Присадъците от автогенна васкуларизирана кост имат значителен запас от клетъчен и минерален костен матрикс. Те осигуряват автотрансплантация на кръвоснабдена кост, периост и жизнени остеоцити в среда с дефицитна васкуларизация.^{136,284,330}

Тези методи обаче са технически сложни за изпълнение и са контраиндицирани в случаи на радио-скафоиден остеоартрит и при псевдоартрози, чиито размер и форма не позволяват стабилно влагане на присадък и неговата фиксация.³⁵⁶

Съществуват разнообразни видове ВКП, като всеки от тях има специфични индикации, предимства и недостатъци.¹⁵⁹

Roy Chamille (1965) публикува първото съобщение за използване на васкуларизиран костен присадък за лечение на псевдоартроза на os scaphoideum. Той използва присадък от скафоидния туберкулум.²⁵⁸

При първоначалното представяне на васкуларизираните костни присадъци като алтернатива за лечение на псевдоартрозите на os scaphoideum се докладва 100% вероятност за костно срастване.³⁰⁵ В последствие Hürche и съвт. установяват 75% наличие на костно срастване при използване на присадък с 1, 2 интеркомпарментна супраретинакуларна артерия.¹⁴⁷ При наличие на АВН според Chang⁵⁵ и съвт. този метод има успеваемост в 50 % от случаите, а според Straw³⁰⁸ и колектив само 12%.

Zeidemberg (1991) представя метод за лечение на псевдоартрозите на os scaphoideum с костен графт от дорзален радиус с 1,2 интеркомпарментна супраретинакуларна артерия (1,2 ICSRA -клон на a. radialis).³⁶⁰ Той се осъществява през продължение на достъпа до os scaphoideum, а артерията се отделя на 5см. над радиокарпалната става и продължава дистално, повърхностно на екстензорния ретинакулум между първи и втори компартмънт. Тя пенетрира костта на 2 см. над ставата, а присадъкът се ротира на краче. Тази техника се прилага при псевдоартрози с АВН на проксималния полюс, но без китков колапс. Основното ѝ предимство е константното присъствие на артериалния съд, описан подробно от Sheetz²⁸² Тя е контраиндицирана в случаи на много малък проксимален фрагмент и значителна загуба на костен субстрат, както и при наличие деформация тип „гърбица“. Костно срастване се наблюдава при 100% (Zeidemberg, Malizos, Steinmann), 60% (Boyer и съвт.), 71% (Chang) и 93%(Waitayawinyu и съвт.)

Съществуват разновидности на костните присадъци от дистален радиус в зависимост от хранящата кръвоносен съд: с 2,3 интеркомпарментна супраретинакуларна артерия (2,3 ИКСРА), с 4 екстензор компартментна артерия (4 ЕКА), с 4/5 екстензор компартментна артерия (4/5 ЕКА).

Kuhlmann¹⁷⁶, а по-късно Mathoulin и Haerle¹⁹⁸ описват ВКП от воларната и улнарна повърхност на дисталния радиус, който се хранва от воларната карпална артерия- клон на a. radialis преминаваща напречно през епифизата на костта. Тя се отделя на нивото на радиалния стилоид и преминава в равнината между периостта и дисталния край на m. pronator teres. Нейната дължина позволява завъртане и преместване на костния графт върху радиалната старана на китката и поставянето му между двата фрагмента на os scaphoideum. Хирургичната техника изисква един достъп за локализиране на мястото на псевдоартрозата и донорния участък за присадъка. Той съхранява кръвоснабдяването на os scaphoideum и води до минимална загуба на киткова флексия и екстензия.²⁷⁶

Kuhmann докладва 100% срастване при трима пациенти лекувани по метода. Dailiana съобщава отлични резултати при 9 пациенти. При проучване на Jessu и съавт. зарастване се наблюдава при 73% от оперираните, което може да се обясни с дългото отлагане на хирургичното лечение- средно 28 месеца.¹⁵⁶

Bertelli (1992) описва ВКП от главата на метакарпалната кост на палеца, кръвоснабден от първата дорзална метакарпална артерия.²⁶ Тя се отделя от a. radialis на 5-10мм. проксимално от трапецио-метакарпалната става и има напречен ход от улнарно към радиално. Тя не е налична в 1 от 123 случая. Костният присадък има трапецовидна форма и включва участък от дозалния, воларния и латерален кортекс на главата на първа метакарпална кост. В редки случаи се наблюдава фрактура на донорния участък, което се предотвратява с имобилизация на палеца. Bertelli докладва излекуване на псевдоартрозата при 53 от 57 пациента (93%) 12 месеца след хирургичната намеса. Yuceturk и колектив съобщават отлични резултати при четири пациента с реконструкция на псевдоартрозата с този метод.³⁵⁹

Brunelli⁴² предлага ВКП от главата на втора метакарпална кост с кръвоснабдяване от дълбоката дорзална интерметакарпална артерия, която лежи на латералния ръб на костта. При анатомично прочуване на 20 кадаври се установява, че съществуват две дорзални интерметакарпални артерии (дълбока и повърхностна) като авторът използва първата. Той подчертава необходимостта от преместване на костния фрагмент с дебело подкожно-фасциално ламбо с цел да се предпази от увреждане артерията, която се локализира точно над предно-латералния ръб на диафизата. При 14 от 15 случая оперирани в периода 1988-1993 се наблюдава костно срастване, при 1 се открива персистиране на псевдоартрозата и изчезване на графта.⁴¹

Sawaizumi прилага методът за ВКП, но използва за донорна зона основата на втора метакарпална кост. Дорзалната интеркарпална арка и втора дорзална интерметакарпална артерия, която произлиза от a. radialis се откриват и дисецират до диафизата на втора метакарпална кост, от където се повдига костния присадък.

Braun³⁷ (1983) и Chacha⁵⁴ (1997) подробно проучват кръвоснабдяването на m.pronator quadratus и установява че то се осъществява от предната интеросална артерия. Те представят техника за повдигане на кортикоспонгиозен присадък от предната повърхност на радиалния стилоиден израстък на краче от дисталните фибри на m.

pronator quadratus. Това мускулно краче съдържа константната предна интересална артерия, която кръвоснабдява присадъка.

Yamamoto¹⁶⁷ прилага модификация на техниката при 8 пациенти с псевдоартроза на os scaphoideum. Той идентифицира мускула върху дисталния радиус и оформя костен присадък с размери 15x20мм в зоната на дисталната му инсерция в близост до m. abductor pollicis longus. При всички пациенти се наблюдават рентгенографски белези на костно срастване след период от около 8,5 седмици.

Guimberteau и Panconi¹³⁶ използват ВКП от лакътна кост, кръвоснабден от a. ulnaris в случаи на псевдоартроза на os scaphoideum и неуспешно предхождащо хирургично лечение. Графтът се повдига от медиалната страна на дисталната трета на лакътната кост и се инсерира в участъка на несрастване. При всички 8 пациенти първично костно срастване се наблюдава след средно 4,6 месеца.

Sotereanos²⁹⁶ и колектив прилагат ВКП от дорзалната повърхност на дисталния радиус с кръвоснабдяване от капсулата на китката при псевдоартрози на проксималния полюс на os scaphoideum. Те подчертават липсата на необходимост от дисекция на хранещ кръвоносен съд с много малък калибър или прилагане на микрохирургични техники за анастомозиране при прилагане на този тип ВКП.

Първите данни за приложение на ВКП от crista iliaca се представят едновременно и независимо от Taylor³¹⁷ и съавт. и Sanders²⁶⁵ и съавт. през 1979. Анатомичните изследвания на Taylor показват непостоянност на a. circumflexa ilium superficialis и константна наличност на дълбоката артерия.

Naiph и съавт. доказват 90% вероятност за костно срастване при използване на васкуларизиран присадък от crista iliaca при псевдоартрози с аваскуларна некроза на проксималния полюс. Той се кръвоснабдява от a. circumflexa ilium profunda, която се отделя от a. iliaca externa на 1-2 см. краниално от lig. inguinale. На мястото на нейното отделяне диаметърът ѝ е около 2мм, което за прави подходяща за микрохирургичен трансфер. Костният присадък е трикортикален и се повдига след вертикална и хоризонтална остеотомия на crista iliaca. Костно срастване се установява при 55 от 60 лекувани по метода пациенти (91,7%).¹⁵⁸

ВКП от медиален кондил на бедро е описан първоначално от Masquelet и съавт. Той има двойно кръвоснабдяване: a. descendens genus и a. superior medialis genus. Първата е обикновено по-дълга и по-лесна за откриване и се използва като хранещ съд на костния присадък. Тя присъства при 89% от индивидите, а при случай че отсъства се използва a. superior medialis genus въпреки по-трудната ѝ дисекция. Костният присадък се повдига от предната дистална повърхност на бедрения кондил, в която перфорират крайните разклонения на артерията. Анастомозата с a. radialis се извършват по микрохирургични техники. Doi⁸⁴ докладва приложението му при 10 пациента с псевдоартрози на os scaphoideum и наблюдава 100% костно срастване при проследените случаи. Сравнително изследване на резултатите от ВКП с 1,2 ИКСРА и този от медиален бедрен кондил при пациенти с АВН на проксималния полюс и колапс на китката показва 40% срастване при първата група пациенти и 100% при втората.¹⁶⁰

Съществуват редица сравнителни изследвания за ефективността при лечение с невакуларизирани и с васкуларизирани костни присадъци. Няма категорични индикации в полза на единия или другия терапевтичен метод. Ribak и съавт. съобщават за рандомизирано проучване сравняващо двата метода, което показва 83,3% вероятност за костно срастване при васкуларизираните присадъци срещу 55% при невакуларизираните.²⁵¹ При систематичен сравнителен метаанализ Merrel и съавт. проучват 36 серии с 1827 пациенти и докладват 88% срастване при ВКП и 47% при НВКП.²⁰⁸ През 2004 проучване на Munk и Larsen²¹⁵ показва сходни резултати. При рандомизиран метаанализ на 54 проучвания, който представя 9 метода на ВКП не би могло да се посочи конкретен метод, който значително да превъзхожда останалите.⁸²

При наличие на рентгенографски белези за различен по тежест SNAC- китков остеоартрит се прилагат т. нар. „спасителни операции“.²⁹⁰ В зависимост от степента, в която тези операции запазват обема на движение в китката, те се разделят на няколко групи: незапазващи, частично запазващи и изцяло запазващи движението в китката.²⁷² Към първата група се причислява тоталната радио-карпалната артродеза, която се е считала за „златен стандарт“ при остеоартрит в миналото. С цел запазване на движението в ставата в малък обем се предлагат алтернативни процедури. Downing⁸⁶ и съавт. доказват увеличение на обема на движение и облекчение на оплакванията след резекция на дисталния полюс на os scaphoideum. Екстирпирането на проксималния

плюс на os scaphoideum при псевдоартрози в тази област, се счита за ненадежден метод за лечение поради важността на скафо-лунатния лигамент за биомеханичната стабилност на китката и функционалния дефицит, който създава.¹¹⁴ Съществуват техники за резекционни артропластики: ексцизиране на os scaphoideum и заместването ѝ с титаниева ендопротеза с цел запазване на анатомията на ставата.¹ Друга терапевтична опция са частичните киткови артродези: капитато- лунатна артродеза¹⁷⁰ и четворна артродеза¹⁶ (между os capitatum, lunatum, triquetrum и hamatum) с ексцизия на os scaphoideum, които се стабилизират с различни видове остеосинтезни средства. Добри резултати се докладват след проксимална карпектомия, описана за първи път от Stamm²⁹⁹, поради относително лесното ѝ техническо изпълнение и липсата на необходимост от остеосинтеза. Тя се състои в отстраняване на костите от проксималния китков ред и създаване на нова става между os capitatum и радиуса. Нефизиологичното движение в нея предразполага към повишение на контактното налягане между новосъздадените ставни повърхности и вторични дегенеративни промени.³¹⁶ При ранни изменения в радио- скафоидната става някои автори прилагат радиална стилоидектомия самостоятелно или в комбинация с друга „спасителна процедура“.²²¹ За облекчаване на болковия синдром се извършва денервация на гривнената става, при която хирургично се прекъсват предния или задния интраосален нерв.²⁷⁸ Трябва да се има предвид, че „спасителните процедури“ се прилагат при строги индикации и винаги от опитен хирургичен екип.

Съвременна терапевтична опция, която намира приложение при тежък симптоматичен остеоартрит на китката е артропластиката. Тя е индицирана при по-млади, мотивирани пациенти с добро качество на костта.²⁴⁶ Тя е хирургичен метод с все още противоречив успех.²⁹ Имплантите от първо поколение са силиконови и свързани със сериозни усложнения: дебриколаж, реактивен синовиит, провал на фиксацията на дисталния компонент.¹⁹¹ Съвременните протези са титаниеви, изискват по-малка по обем костна резекция и наподобяват в по-голяма степен нормалното движение на китката, което осигурява добри резултати постоперативно.⁹⁷ Тоталната киткова артропластика е опция за лечение след неуспех на останалите „спасителни операции“.²⁴⁸

II.10 ОБОБЩЕНИЕ НА ДАННИТЕ ОТ ЛИТЕРАТУРАТА

1. Os scaphoideum е кост от проксималната киткова редица с уникална анатомия и кръвоснабдяване, която има ключова роля в биомеханиката на китката.
2. Терминът псевдоартроза няма единна дефиниция, нейният механизъм не е напълно изяснен. Няма консенсус относно диагностично- терапевтичния протокол при псевдоартроза на os scaphoideum.
3. Диагностиката на фрактурите и псевдоартрозите на os scaphoideum е клинична и образно-диагностична. Компютърната томография и конвенционалната рентгенография дават възможност за най-точна оценка. ЯМР има роля за доказване на АВН на проксималния полюс. Процентът на забавена, пропусната или първично погрешна диагноза е висок и в съвременната ортопедия.
4. Лечението на псевдоартрозата на os scaphoideum е оперативно. В зависимост от морфологията и характеристиките на псевдоартрозата съществуват различни терапевтични опции. Едни автори препоръчват винтова остеосинтеза след дебридман на псевдоартрозата, а други остеопластика с невакуларизирани и васкуларизирани костни присадъци.
5. Псевдоартрозата на os scaphoideum е причина за деформация на костта и последваща DISI/VISI нестабилност, а в напреднал стадий и ранен остеоартрит (SNAC- китков артрит) и колапс на ставата.

III. ЦЕЛ И ЗАДАЧИ

Целта на настоящото проучване е да **изработи диагностично-терапевтичен алгоритъм за успешно поведение при псевдоартрози на os scaphoideum**, въз основа на анализ на характеристиките на ретроспективно проследен контингент от пациенти с тази патология.

За изпълнение на целта бяха поставени следните основни **ЗАДАЧИ**:

1. Критичен анализ в медицинската литература на дискуссионните въпроси свързани с псевдоартрозите на os scaphoideum
2. Подбор и проследяване на група от достатъчен брой пациенти с псевдоартрози на os scaphoideum, лекувани оперативно, която да бъде обект на настоящия анализ
3. Въз основа на вече съществуващи системи за оценка на получените резултати, да се изработи максимално близка до българските условия подобна система, с която да се направи оценка на резултатите от лечението и да се предложи алгоритъм за максимално успешно поведение при различните типове псевдоартроза на os scaphoideum.
4. Установените от проведеното изследване зависимости, да бъдат формулирани като крайни изводи.

IV. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

IV.1. КЛИНИЧЕН МАТЕРИАЛ

Проучването представя 57 случая на псевдоартроза на os scaphoideum. То е проведено към Катедра по Ортопедия и травматология на МУ- София. Изследването обхваща 50 възрастни и 7 деца, лекувани оперативно в УМБАЛСМ „Н. И. Пирогов“ и УСБАЛО „Проф. Б Бойчев“ за периода 2011-2018г. Случаите включени в изследването са проследени ретроспективно. Поради липса на пълна документация от дългосрочно проследяване от него отпаднаха други 6 случая. Поради наличието само на двама пациенти в групата с псевдоартроза на дисталния полюс за целите на статистическата обработка на данните, те са разгледани самостоятелно.

Средната възраст на участниците в проучването е $29,36 \pm 10,208$ г. Най- младият пациент включен в серията е на 15г., а най-възрастният е 60-годишен. Пациентите са разпределени в четири групи в зависимост от възрастта при поставяне на диагнозата. Първата група обхваща пациентите до 18г, които са 7 и съставляват 12,73% от проследения контингент. Във втората група попадат 41 случай между 19 и 40г. (74,55%). Третата група включва пациентите над 41г, които са 7 или 12,73% от изследваните. Най- често патологията се среща във втората възрастова група.

Възрастова група	до 18г.-деца	7	12,73%
	19-40г.	41	74,55%
	над 41г.	7	12,73%
	Общо	55	100,00%

Табл.№2 Разпределение на пациентите по възраст

Пациентите са разпределени по пол както следва: пациенти от мъжки пол- 49 случаи (89,09%),от женски пол- 6 случая от серията (10,91%).

Пол	Мъж	49	89,09%
	Жена	6	10,91%
	Общо	55	100,00%

Табл.№3 Разпределение на пациентите по пол

При всички пациенти псевдоартрозата на os scaphoideum е била едностранна, като при 28 от пациентите или 49,12% е засегната дясната, а при 29 или 50,88%- лявата ръка. При всички изследвани пациенти (100%) доминантната ръка е дясна.

Оперирана ръка	Дясна	28	50,91%
	Лява	27	49,09%
	Общо	55	100,00%
Доминантна ръка	Дясна	55	100,00%
	Общо	55	100,00%

Табл.№4 Разпределение на пациенти по засегнатата ръка

Случаите бяха разпределени в зависимост от професионалната ангажираност на пациентите в две групи: пациенти извършващи тежка физическа работа и пациенти с леко физическо натоварване по време на работа (напр. офис- работници). В първата група попадат 13 случая (23,63%), а във втората- 42 (76,36%).

Професионална ангажираност	Тежка физическа работа	13	23,63%
	Леко физическо натоварване	42	76,36%

Табл.№5 Разпределение на пациентите по професия

В зависимост от морфологичните характеристики на псевдоартрозата при поставяне на диагнозата случаите бяха разпределени в три групи. Първата група включва псевдоартрози със запазен костен паренхим на двата фрагмента, без деформации- 32 пациента (58,18%). Във втората група попадат 21 случая (38,18%) с наличие на склероза на костта, костни кисти или флексионна деформация тип „гърбица“ на двата фрагмента. Третата група включва псевдоартрози с тежки промени засягащи хрущяла на съседните стави (радио- скафоиден, интракарпален или тотален китков остеоартрит- 2 случая (3,63%).

Морфология на псевдоартрозата	Минимални промени (запазен костен паренхим)	32	58,18%
	Средно тежки промени (склероза, гърбав скафоид)	21	38,18%

	Тежки промени (остеоартрит)	2	3,63%
--	-----------------------------	---	-------

Табл.№6 Разпределение на пациентите според морфологията на псевдоартрозата

Пациентите бяха разпределени според локализацията на псевдоартрозата по класификацията на Клиниката по хирургия на ръка на болница МАУО: в областта на проксимален полюс, на талия и на дистален полюс. С цел статистическа обработка на резултатите последната група от 2 случая беше премахната. Разпределението е както следва: псевдоартрози на проксималния полюс 29 (52,73%) и на талията на os scaphoideum 26 (47,27%).

Локализация на псевдоартрозата	проксимален полюс	29	52,73%
	Талия	26	47,27%
	Общо	55	100,00%

Табл.№7 Разпределение на пациентите според локализация на псевдоартрозата

Според тежестта на измененията в os scaphoideum случаите са класифицирани според рентгенографската класификация на Geissler и Slade в четири групи: втора степен-9 (16,36%), трета степен- 15 (27,27%), четвърта степен (49,09%) и пета степен- 4(7,27%). Не докладваме случаи на пациенти в първа и шеста степен по Geissler-Slade.

Вид на псевдоартрозата по Geissler- Slade (степен)	Втора степен	9	16,36%
	Трета степен	15	27,27%
	Четвърта степен	27	49,09%
	Пета степен	4	7,27%
	Общо	55	100,00%

Табл.№8 Разпределение на по класификацията на Geissler- Slade

В зависимост от давността на псевдоартрозата пациентите са разделени в четири групи. При 21 (38.1%) от случаите, пациентите не могат да определят точния момент

на първично счупване на os scaphoideum. При снемане на подробна анамнеза за травматичен инцидент на китката, потенциално отговорен за фрактура на os scaphoideum, 20 от пациентите съобщават за такъв 3-9 месеца преди доказване на псевдоартрозата, 9 от тях- 10-24 месеца и 5 повече от 24 месеца преди поставяне на диагнозата.

Време на първична травма	не е известно	21	38.18%
	3 - 9 месеца	20	36.36%
	10-24 месеца	9	16.36%
	повече от 24 месеца	5	9.09%
	Общо	55	100.00%

Табл.№9 Разпределение на пациентите според давността на псевдоартрозата

Бяха регистрирани следните клинични оплаквания: болка в областта на анатомичната табакера и при движение в китката, която се наблюдава в различна степен при 100% от случаите. Интензивността на болковия синдром се отчита по стандартна визуално-аналогова скала (ВАС) според субективното усещане на пациента, при която 0 точки- се означава като липса на болка, а 5 точки- като нетърпима болка. Средната стойност на болката измерена по ВАС предоперативно е 3.58 ± 0.712 .

	Средно	Брой	Станд. Отклонение	Средна станд, грешка	
Сила на болката предоперативно (1-5)	3.58	55	0.712	0.096	

Табл.№10 Сила на болката по ВАС предоперативно

При всички пациенти се отчита ограничение на обема на движение в китката в трите анатомични равнини, което се измерва със стандартна ъглометрия. Най-значително отклонение се регистрира в дорзалната флексия и радиалната девиация. Наблюдава се още намаление на силата на сграбчващите (юмручен) и върховите (страничен, двуточков и триточков) захвати, което се обективизира с динамометрия.

IV.2. ОБРАЗНОДИАГНОСТИЧНО ИЗСЛЕДВАНЕ И РЕНТГЕНОГРАФСКИ ИЗМЕРВАНИЯ

При всички пациенти диагнозата псевдоартроза на os scaphoideum е поставена на базата на клиничен ортопедичен преглед, ъглометрия за отчитане на обема на движения в китката, динамометрия и образни изследвания.

Конвенционалните рентгенографски изследвания са проведени в предно-задна проекция, предно-задна с улнарна девиация и профилна проекция. В част от случаите е използвана и сравнителна рентгенография на двете гривнени стави свити в юмрук: т. нар. проекция „скафоиден юмрук“, както и предно-задна проекция в позиция на 45° полупронация.

Стандартната предно-задна проекция се изпълнява чрез абдукция в раменната става от 90°, флексия в лакътната става от 90°, улна перпендикулярна на хумеруса и предмишница в положение на пронация. Дланта е насочена към рентгеновия приемник, пръстите са екстензирани, а китката е в неутрално положение по отношение на флексия-екстензия и радио-улнарна девиация. Централният лъч е перпендикулярен спрямо касетата, насочен към радиалния стилоид и на около 100см. от него. При правилно изпълнена проекция, браздата за сухожилието на м.ЕКУ се вижда радиално от оста на улнарния стилоид. Тя е стандартен метод за визуализиране на интеркарпалните взаимоотношения и дължините на китковите кости. На предно-задната рентгенография се измерва интраскафоидния ъгъл.



Фиг.№5 Конвенционална рентгенография: предно-задна проекция

Латералната проекция се постига с флексия в лакътната става от 90° и аддукция спрямо торса. Предмишницата и китковата става трябва да бъдат в неутрално положение по отношение на проно-супинация. Правилното изпълнение позволява да се прекара права линия през централните оси на радиуса, os lunatum, os caritatum и трета метакарпална кост. На латералната рентгенография се измерва скафо-лунатния ъгъл и се изследват за наличие на колапс на китката, проксималната радио-скафоидна става.



Фиг.№6 Конвенционална рентгенография: латерална проекция

При предно-задна проекция с улнарна девиация китката се поставя в положение на улнарна девиация, при което дисталният полюс на os scaphoideum се завърта дорзално и улнарно и костта изглежда удължена. Централният лъч е под ъгъл от 20° спрямо предмишницата и е насочен към среднокитковата става.



Фиг.№7 Конвенционална рентгенография: предно-задна проекция с улнарна девиация

Проекцията със свит юмрук (скафоиден юмрук) се изпълнява с двете ръце с длани надолу и разположени максимално близо една до друга. Тя се използва за изследване на скафо-лунатния интервал. Рентгеновият лъч се насочва перпендикулярно на нивото на интеркарпалната става.



Фиг.№8 Конвенционална рентгенография: проекция „скафоиден юмрук“

Компютърна томография (КТ) е използвана при всички пациенти в серията за по-детайлно изследване на посоката и степента на разместване на фрактурните фрагменти, големината на костния дефект, за определяне на наличието на деформация тип „гърбица“ на костта и проследяване на процеса на костно срастване. Приложена е КТ по надлъжната ос на os scaphoideum, като дебелината на среза е стандартна- 3мм. Пациентът се разполага по гръб на масата за КТ със засегнатата ръка над главата в положение на китката в радиална девиация и неутрална флексия. Сканиращата равнина се ориентира по оста на първа метакарпална кост. При постигане на правилна позиция равни части от проксималния и дисталния полюс на os scaphoideum се визуализират от двете страни на os capitatum.



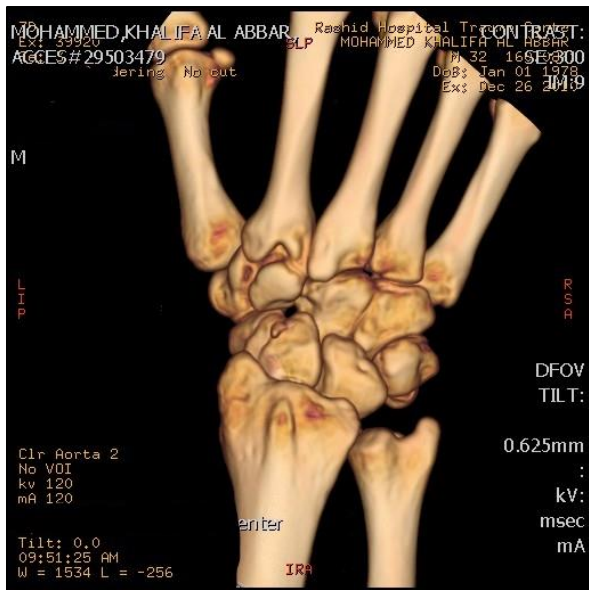
Фиг.№9а



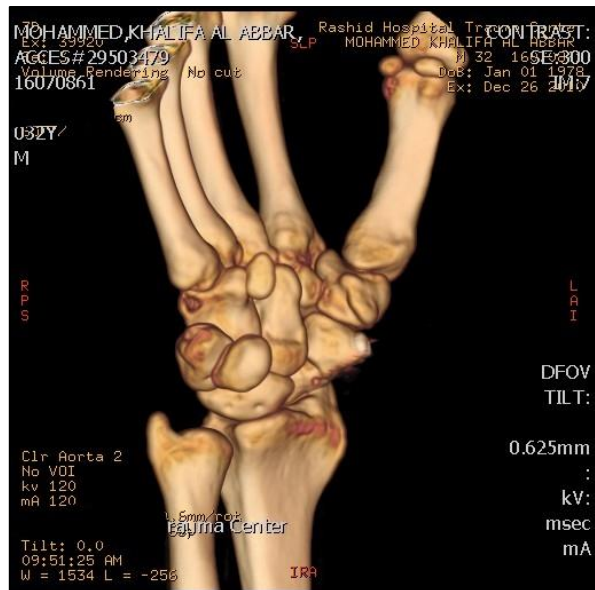
Фиг.№9б

Фиг.№9 КТ- изследване по надлъжната ос на os scaphoideum

При част от пациентите е използвана триизмерна КТ реконструкция на китката за оценяване на точната локализация на псевдоартрозата, наличието на остеоартроза и вторични деформации на ставата.



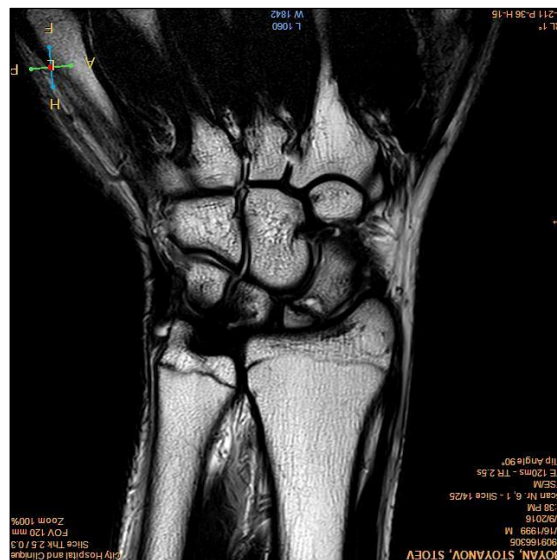
Фиг.№10а



Фиг.№10б

Фиг.№10 3D-КТ реконструкция на китка: а) дорзална повърхност; б) воларна повърхност

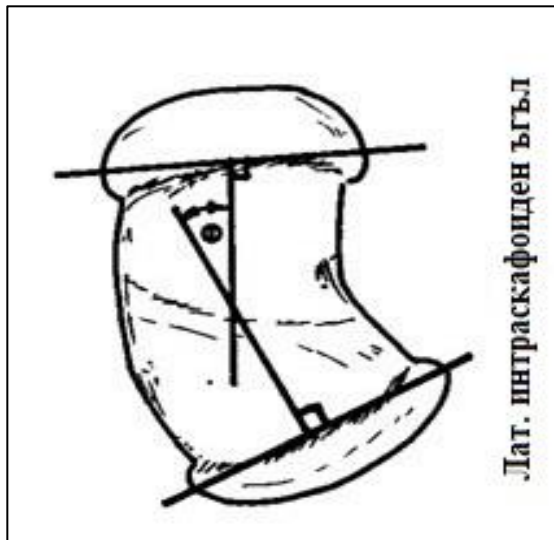
При част от пациентите с псевдоартроза на проксималния полюс е проведено ЯМР-изследване за проучване на васкуларния статус на проксималния фрагмент, наличието или отсъствието на АВН.



Фиг.№11 ЯМР изследване на китката

Използваният снимков материал е дигитализиран и е в компютърните рентгенографски досиета на пациентите.

За определяне тежестта на настъпилите деформации на os scaphoideum и китката при псевдоартроза са използвани ъглови рентгенографски измервания. На КТ в сагиталната равнина се измерва **интраскафоидния ъгъл (ИСЪ)**. Той се образува от пресичането на перпендикулярите към дисталната и проксимална ставна повърхност на костта. ИСЪ по-голям от 35° е патогномичен за наличието на деформация тип „гърбица“ на os scaphoideum.



Фиг.№12а

Фиг.№12б

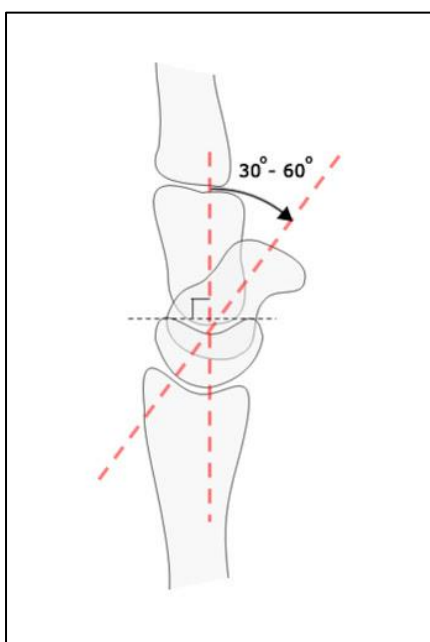
Фиг.№12 Латерален нтраскафоиден ъгъл: а) схематично; б) на сагитална КТ

Измереният предоперативен ИСЪ е средно $29,69 \pm 9,063^\circ$. Стойностите за двете групи пациенти са представени в таблицата.

Локализация на фрактурата		Интра-скафоиден ъгъл предоперативно (°)
проксимален полюс	Средно	23,97
	Брой	29
	Станд. откл.	4,594
Талия	Средно	36,08
	Брой	26
	Станд. откл.	8,565
Total	Средно	29,69
	Брой	55
	Станд. откл.	9,063

Табл.№11 Стойности на ИСЪ предоперативно по групи

На профилна рентгенография се измерва **скафо-лунатния ъгъл (СЛЪ)** показващ наличие или отсъствие на киткова нестабилност. Той се формира между линията прекарана през надлъжната ос на os scaphoideum и линия перпендикулярна на линията прекарана тангенциално през палмарната и дорзална точки на os lunatum. Физиологичните стойности на СЛЪ са между 30 и 60°. Скафо-лунатен ъгъл по-голям от 60° е патогномичен за DISI деформация на китката. При нея се наблюдава тенденция на os scaphoideum да се флектира и пронира, а на os lunatum да се екстензира. Стойности на СЛЪ по-малки от 30° корелират с наличие на сравнително рядката VISI- деформация, при която се наблюдава воларен тилт на os lunatum, в резултат от разкъсване на стабилизиращия апарат на среднокитковата става.



Фиг№13а



Фиг№13б

Фиг.№13 Скафо-лунатен ъгъл: а) схематично; б) на латерална рентгенография

Измереният предоперативен СЛЪ е средно $50,35 \pm 7,587^\circ$. При пациентите с псевдоартроза на проксималния полюс той е средно $47,52 \pm 6,906^\circ$, докато в групата с псевдоартроза на талията на os scaphoideum той е средно $53,50 \pm 7,162^\circ$.

Локализация на псевдоартрозата		Скафо-лунатен ъгъл предоперативно (°)
проксимален полюс	Средно	47,52
	Брой	29
	Станд. откл.	6,906
талия	Средно	53,50
	Брой	26
	Станд. откл.	7,162
Общо	Средно	50,35
	Брой	55
	Станд. откл.	7,587

Табл.№12 Стойности на СЛЪ предоперативно по групи

IV.3. ФИЗИКАЛНИ ИЗСЛЕДВАНИЯ НА КИТКАТА

Обемът на движение в китката се измерва със стандартна ъглометрия в сагиталната, фронтална и транзверзална равнина. Отчита се отклонението спрямо нормалните стойности на движение. За физиологични се приемат следните стойности: палмарна флексия- 90°, дорзална флексия- 70°, улнарна девиация -55° и радиална девиация- 20°.



Фиг.№14 Ъглометрия за изследване на движенията в китката

Средната стойност на палмарната и дорзална флексия, радиалната и улнарна девиация предоперативно са представени в таблица:

Локализация на фрактурата		Палмарна флексия предоперативно (°)	Дорзална флексия предоперативно (°)	Улнарна девиация предоперативно (°)	Радиална девиация предоперативно (°)
проксимален полюс	Средно	47,24	38,97	30,52	11,55
	Брой	29	29	29	29
	Станд. откл.	7,972	6,322	7,114	4,032
талия	Средно	45,77	38,65	32,12	9,81
	Брой	26	26	26	26
	Станд. откл.	7,027	8,895	8,964	3,868
Общо	Средно	46,55	38,82	31,27	10,73
	Брой	55	55	55	55
	Станд. откл.	7,508	7,575	8,006	4,016

Табл.№13 Стойности на движенията в китката предоперативно по групи

С динамометрия се проследява промяната в силата на захвата предоперативно и следоперативно. Изследвани са четири вида захват: юмручен захват, страничен захват, триточков захват и двуточков захват. Всеки от тях се измерва трикратно по стандартизиран метод като за целта на проучването се използва средно аритметично на получените стойности. Изменението на силата на захвата се отчита спрямо физиологичните му стойности за съответния пол и възраст. За измерванията се използва калибрирана апаратура.

Юмручният захват е силов захват, при който пръстите обхващат тънък предмет и палецът лежи върху тях. Той се изпълнява с флексия на втори до четвърти пръст в ПИС и ДИС, аддукция на първи пръст и флексия в ИФС. Отразява максималната сграбчваща сила на ръката.

Страничният захват (ключов захват) отразява фините движения на ръката и се изпълнява при хващане на силомера между пулпата на палеца и радиалната страна на втори пръст. При двуточковия върхов захват силомерът се разполага между пулпата на палеца и втори пръст. При триточковия захват (захват на Palmer) динамометърът се позиционира между пулпата на палеца и пулпата на втори и трети пръст.



Фиг.№15 Динамометрия за измерване на силата на захвати

Предоперативните стойности на силата на захватите са представени в таблица.

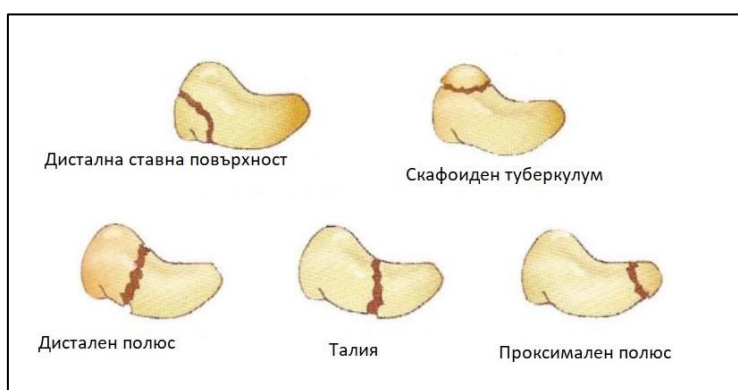
Локализация на фрактурата		Сила на юмручен захват предоперативно	Сила на страничен захват предоперативно	Сила на триточков захват предоперативно	Сила на двучков захват предоперативно
проксимален полюс	Средно	29,52	17,86	14,97	11,62
	Брой	29	29	29	29
	Станд. откл.	5,289	3,720	3,006	1,425
Талия	Средно	30,19	17,46	14,69	11,54
	Брой	26	26	26	26
	Станд. откл.	4,808	2,642	2,396	1,606
Общо	Средно	29,84	17,67	14,84	11,58
	Брой	55	55	55	55
	Станд. откл.	5,032	3,232	2,713	1,499

Табл.№14 Стойности на силата на захватите предоперативно по групи

IV.4. ИЗПОЛЗВАНИ КЛАСИФИКАЦИИ ПРИ ОПРЕДЕЛЯНЕ НА ИНДИКАЦИИ ЗА ОПЕРАТИВНО ЛЕЧЕНИЕ И ОТЧИТАНЕ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

IV.4.1 Класификация на МАУО за локализация на псевдоартрозите на os scaphoideum

За класифициране на псевдоартрозите на os scaphoideum по анатомична локализация е използвана класификацията на клиника Мауо, която разделя патологията в пет групи: псевдоартрози в областта на проксималния полюс, на талията, на дисталния полюс, на дисталната ставна повърхност и на скафоидния туберкулум. Наличието само на два случая в последната група затруднява статистическата обработка на резултатите. По тази причина те са анализирани и проучени в самостоятелна група.



Фиг.№16 Класификация на МАУО за локализация на псевдоартрозите

Разпределението по класификацията е както следва: проксимален полюс- 29 пациента или 50,8%, на талия- 26 пациента или 45,6 % и на дистален полюс- 2 пациента или 3,5%.

Локализация на фрактурата	Проксимален полюс	29	50,8%
	Талия	26	45,6%
	Дистален полюс	2	3,5%
	Общо	55	100,00%

Табл.№15 Разпределение по локализация на псевдоартрозата по класификацията на МАУО

IV.4.2 Рентгенографска класификация на Geissler- Slade

За класифициране на тежестта на заболяването е използвана рентгенографската класификация на Geissler и Slade, която разпределя заболяването в шест класа в зависимост от характеристиките на псевдоартрозата: наличие на костни кисти, склероза и деформация на os scaphoideum.

Рентгенографска класификация на Geissler и Slade за псевдоартроза на os scaphoideum	
Клас I	Фрактура на os scaphoideum с 4-12 седмици закъснение в диагностиката или лечението
Клас II	Фиброзно срастване с минимална фрактурна линия, без наличие на костни кисти или склероза
Клас III	Минимална склероза на костта; < 1мм. костна резорбция в зоната на псевдоартрозата
Клас IV	Склероза на костта; костна резорбция >1мм., но <5мм. без видима деформация на латерална рентгенография
Клас V	Костна резорбция > 5мм. в зоната на псевдоартрозата, наличие на костни кисти, мобилност между фрактурните фрагменти, деформация на латерална рентгенография
Клас VI	Псевдоартроза с радио-карпална или интеркарпална остеоартроза

Табл.№16 Рентгенографска класификация на Geissler- Slade

Пациентите се разпределят по горепосочената класификация както следва: втора степен- 9 пациента (16,36%), трета степен- 15 пациента (27,27%), четвърта степен- 27 пациента (49,09%) и пета степен- 4 пациента (7,27%). Не отчитаме нито един случай в първа и шеста степен.

Вид на псевдоартрозата по Geissler-Slade (степен)	Втора степен	9	16,36%
	Трета степен	15	27,27%

	Четвърта степен	27	49,09%
	Пета степен	4	7,27%
	Общо	55	100,00%

Табл.№17 Разпределение на пациентите по класификацията на Gessler- Slade

IV.4.3 Тест за увреждане на функцията на раменната става, горния крайник и ръката стандартизиран за България (DASH)

За отчитане на резултатите от лечението сме използвали стандартизирана за България система за отчитане на функционалните нарушения на горния крайник, рамото и ръката- **DASH (Disability of arm, shoulder and hand)**. Тя включва 30-точков въпросник отразяващ степента на затруднение при изпълнение на определени активности, тежестта на болковия синдром, наличието на парестезии, слабост и скованост в резултат от заболяване на горния крайник. Тя събира информация и за отражението на болестта върху съня, работата и социалната функция на пациента. Всеки въпрос предлага 5 възможности за отговор в зависимост от интензивността на оплакванията. Сумата от отговорите на въпросите дава резултат вариращ от 0 (без дисфункция) до 100 (най-тежка дисфункция), който се нарича DASH самооценка. По инициатива на Клиниката по Хирургия на ръката към УМБАЛСМ „Пирогов“ през 2013г. тя е адаптирана и легализирана за България.³ Предимство на системата е възможността за покриване на заболявания и травми на целия горен крайник. Тя разпределя пациентите в четири групи според ефекта от приложеното оперативно лечение.

1	Отличен резултат	0-5т.
2	Добър резултат	6-15т.
3	Задоволителен резултат	16-35т.
4	Лош резултат	>35т.

Табл.№18 Ефективност на оперативното лечение според DASH по точки

Стойността на DASH предоперативно разпределя пациентите в три групи: 1 пациент с добър резултат (1,81%), 32 пациенти със задоволителен резултат (58,18%) и 22 пациенти с лош резултат (40,0%).

		DASH предоперативно групирани			Общо
		добри	задоволителни	лоши	
Общо	Брой	1	32	22	55
	Процент	1,81%	58,18%	40,0%	100%
	Очакван брой	1.0	32.0	22.0	55.0

Табл.№19 Разпределение на пациентите по групи по DASH предоперативно

IV.4.4 Тест за оценка на китковата функция на клиниката по хирургия на ръка МАУО адаптирана за нуждите на дисертацията

За определяне на функционалния ефект от приложеното лечение е използвана още система за оценка и проследяване на клиника МАУО. Тя е била първоначално разработена като оценъчен протокол за клинична употреба. В следствие е доразвита и става популярна като Системата на клиника Мауо. Днес се прилага за повечето ортопедични страдания на китката. Отчитайки липса на верифициране на теста на български, беше приложен оригиналният тест. Той проследява четири критерия: болка (25т.), удовлетвореност на пациента от операцията (25т.), обем на движение в китката като процент от физиологичните стойности (25т.) и силата на захвата като процент от нормата (25т.). Крайният резултат разпределя пациентите в четири групи според ефекта от лечението:

1	Отличен резултат	90-100т.
2	Добър резултат	80-89т.
3	Задоволителен резултат	65-79т.
4	Лош резултат	<65т.

Табл.№ 20 Ефективността на оперативното лечение според МАУО по точки

Предоперативно пациентите са разпределени в зависимост от стойността на МАУО както следва: 8 случая с добри резултати (14,54%), 36 случая със задоволителни резултати (65,46%) и 1 случая с лоши резултати (20,0%).

		МАУО предоперативно по групи		
		добри	задоволителни	лоши
Общо	Брой	8	36	11
	Процент	14,54%	65,46%	20,0%
	Очакван брой	8.0	36.0	11.0

Табл.№21 Разпределение на пациентите в групи според МАУО предоперативно

IV.5 ХИРУРГИЧНИ ТЕХНИКИ

Приложените хирургични интервенции са изпълнени от два хирургични екипа. Използвани са три вида хирургичен достъп: палмарен, дорзален и комбиниран. Воларният достъп е приложен при 16 от пациентите (29,09%), дорзалният- при 30 (54,55%), а съчетание от двата достъпа при 9 случая (16,36%).

		Брой	%
Оперативен достъп	дорзален	30	54.55%
	палмарен	16	29.09%
	дорзален и палмарен	9	16.36%
	Общо	55	100.00%

Табл.№22 Разпределение на пациентите според вида на хирургичния достъп

Остеопластика е извършена с четири вида неваскуларизирани костни присадъци. При 30 от пациентите (54,55%) е приложен кортико-спонгиозен присадък от дистален радиус, при 20(36,36%)- спонгиозен от дистален радиус, при 4 пациенти(7,27%)- кортико-спонгиозен от гребена на хълбочното крило и при един (1,82%)- кортико- спонгиозен от дистална улна.

		Брой	%
Вид на костен присадък	кортико-спонгиозен от радиус	30	54.55%
	спонгиозен от радиус	20	36.36%
	кортико-спонгиозен от криста илиака	4	7.27%
	Кортико-спонгиозен от дист. улна	1	1.82%
	Общо	55	100.00%

Табл.№23 Разпределение на пациентите според вида на костния присадък

Според вида на остеосинтезния материал случаите бяха разделени в три групи: пациенти, при които фиксацията на псевдоартрозата е извършена с 1 винт на Herbert- 30 (54,55%), с 2 винта на Herbert- 23 (41,82%) и с К-игла и винт на Herbert- 2 случая (3,64%).

		Брой	%
Вид на остеосинтезата	един винт на Herbert	30	54.55%
	два винта на Herbert	23	41.82%
	К-игла и винт на Herbert	2	3.64%
	Общо	55	100.00%

Табл.№24 Разпределение на пациентите според вида на остеосинтезния материал

В зависимост от вида на костния присадък и на остеосинтезния материал хирургичните техники бяха обединени в 8 групи. При 14 пациенти (24,6%) е приложена костна пластика с кортико- спонгиозен присадък от дистален радиус фиксиран с 2 канюлирани винта, при 8 (14,03%) – остеопластика със спонгиозен присадък от радиус и 2 канюлирани винта, при 2 (3,5%) – пластика с кортико-спонгиозен присадък от crista iliaca и 2 канюлирани винта, при 3 (5,26)- същия вид присадък с 1 винт на Herbert, при 14 (24,6%)- кортико-спонгиозен присадък от радиус с 1 винт на Herbert, при 13 (22,8%) спонгиозна кост от радиус и 1 винт на Herbert, при 1 кортико-спонгиозен шпан от радиус с винт и Киршнерова игла и при 1 (1,75%) - кортико- спонгиозен графт от улна и 1 винт на Herbert.

		Разпределение	
		Брой	%
1	Оперативни Кортико-спонгиозен графт от радиус (по метода на Fisk-Fernandez) + 2 винта на Herbert	14	24,6

техники	Дорзална остеопластика със спонгиозен графт от радиус +2 винта на Herbert	8	14,03
	Остеопластика с кортико-спонгиозен графт от crista iliaca + 2 винта на Herbert	2	3,5
	Остеопластика с кортико-спонгиозен графт от crista iliaca + 1 винт на Herbert	3	5,26
	Остеопластика с кортико-спонгиозен графт от радиус (по метода на Fisk- Fernandez) + 1 винт на Herbert	14	24,6
	Дорзална остеопластика със спонгиозен графт от радиус + 1 винт на Herbert	13	22,8
	Остеопластика с кортико-спонгиозен графт от радиус (по метода на Fisk- Fernandez) + 1 винт на Herbert + 1 К-игла	2	3,5
	Остеопластика с кортико- спонгиозен графт от прокс. улна + 1 винт на Herbert	1	1,75

Табл.№25 Използвани хирургични техники

IV.5.1 Костна пластика с неваскуларизиран клиновиден кортико-спонгиозен присадък по метода на Fisk-Fernandez

Индикациите за тази оперативна техника са **псевдоартрози на os scaphoideum в областта на талията с налична деформация тип „гърбица“.**

Извършва се прецизно предоперативно планиране с цел възстановяване на анатомичната дължина на костта, анализиране на настъпилите деформации, изчисляване размерите на необходимия присадък. То включва фасова, фасова с улнарна девиация и латерална рентгенографии на засегнатата китка и сравнителна рентгенография на контралатералната здрава ръка.

Пациентът се поставя в положение по гръб на операционната маса. Горният крайник се отвежда на хирургична масичка, с предмишница в позиция на пълна супинация. Поставя

се пневматичен турникет на проксималната мишница. Горният крайник се екссангвинира посредством гумена лента и турникетът се надува под налягане от 250 mmHg.

Извършва се **палмарен хирургичен достъп**, започващ от скафоидния туберкулум и върви успоредно на хода на *m. flexor carpi radialis*.(Фиг№17а) В дълбочина се навлиза между сухожилието и *a. radialis*.(Фиг№17б) Сухожилието се екартира улнарно, а артерията в радиална посока. Предната радио-карпална капсула се инцизира в посока от радиалния стилоид и дисталния радиус към скафоидния туберкулум и *os trapezium*. Подлежащите на ламбото палмарни радиокарпални лигаменти частично се дезинсерират. Попада се на скафо-трапецидната става, открива се воларната повърхност на *os scaphoideum* и се локализира зоната на псевдоартрозата. Тя се опреснява с помощта на фина кюрета или острието на хирургичния скалпел до изчезване на склеротичните изменения и достигане на непроменена кост на дисталния и проксимален фрактурен фрагмент.(Фиг№17в,г) По този начин се оформя ложе за костния присадък. Наличието на кървене от двете страни на спонгиозната кост е белег за пълноценно подготвено място за влагане на присадъка. При необходимост от допълнителна редукция на фрагментите в тях се поставят К-игли и се прилага метода на джои-стик репозицията.(Фиг№17д) Позицията на *os lunatum* в екстензия се коригира чрез флексия на китката до достигане на неутрално положение под флуороскопски контрол. Оформентото ложе трябва да има достатъчно голяма дължина, ширина и дълбочина, за да осигури оптимална стабилност. Кортико-спонгиозен графт с необходимата форма и размер се повдига от дисталния радиус или хълбочния гребен за възстановяване на физиологичната дължина на *os scaphoideum*.(Фиг№17е) Той може да се оформи допълнително с осцилиращ трион. Графтът се влага в областта на псевдоартрозата. (Фиг№17ж) При наличие на остатъчна кухина тя се запълва със спонгиозна кост. Извършва се контролна рентгенография за потвърждаване на оптималната му позиция. Костният присадък се фиксира с помощта на К-игла по надлъжната ос на *os scaphoideum* максимално перпендикулярно на фрактурната линия от дистално към проксимално. По нея костта се борира с канюлиран борер. С помощта на дълбокомер се определя дължината на необходимия винт за дефинитивна фиксация. Той се поставя по киршнеровата игла водач.(Фиг№17з) Извършва се контролна

рентгенография. Ставната капсула и радиоскафокапитатния лигамент се възстановяват. Възстановява се целостта на кожата.



Фиг№17а



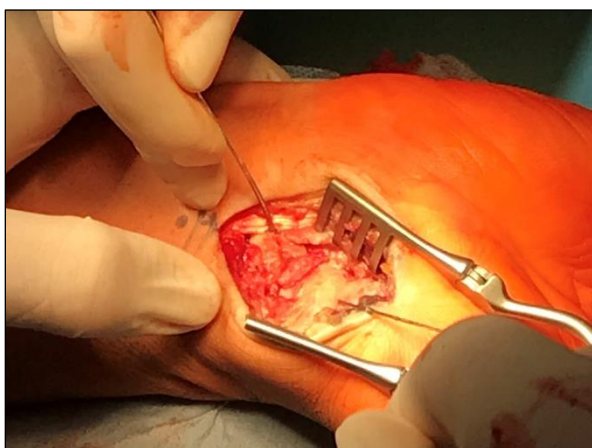
Фиг№17б



Фиг№17в



Фиг№17г



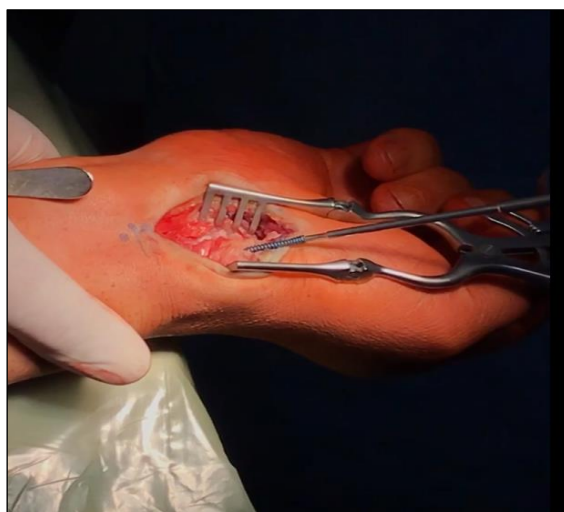
Фиг№17д



Фиг№17е



Фиг№17ж



Фиг№17з

Фиг.№17 Костна пластика по метода на Fisk- Fernandez: а) палмарен хирургичен достъп; б) навлизане между ФКР и а. radialis; в) дебридман на псевдоартрозата с длето; г) с кюрета; д) джой-стик репозиция; е) клиновиден КС присадък; ж) влагане на присадъка в псевдоартрозата; з) остеосинтеза с винт на Herbert

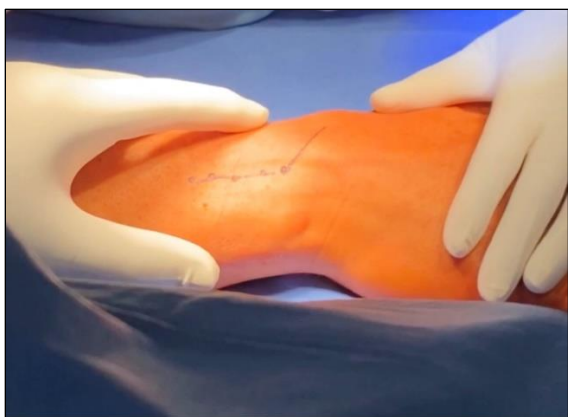
Подчертаваме предимството на палмарния достъп по отношение на кръвоснабдяването на костта и възможността за ятрогенни увреждане на повърхностния сетивен клон на радиалния нерв. Операцията завършва с поставяне на ортеза за имобилизация на гъривнената става.

IV.5.2 Костна пластика със спонгиозен присадък през дорзален хирургичен достъп

Тази оперативна техника е **индицирана при псевдоартрози на проксималния полюс с минимално разместване и без наличие на деформация тип „гърбица“ на os scaphoideum.**

Пациентът се позиционира по гръб на операционната маса. Поставя се пневматичен турникет на проксималната мишница. Горният крайник се ексангвинира посредством гумена лента и турникетът се надува под налягане от 250 mmHg. Предмишницата се пронира и се разполага на рентгеннегативна хирургична маса.

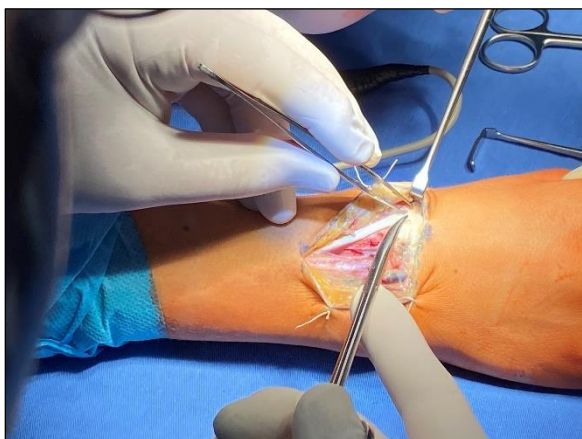
Костната пластика се извършва чрез **дорзален хирургичен достъп**. (Фиг№18а) Извършва се надлъжна кожна инцизия, започваща от среднокитковата става, по оста преминаваща през трета метакарпална кост и достигаща проксимално до туберкула на Листер. Оформеното кожно ламбо се повдига и се идентифицира дорзалната фасция на ръката. Дорзалната ставна капсула се инцизира надлъжно и се експонират екстензорните сухожилия на китката и пръстите. (Фиг№18б) Инцизира се ретинакулумът над трети дорзален остеофиброзен канал. Сухожилието на *m. extensor pollicis longus* внимателно се екартира радиално. (Фиг№18в) Втори дорзален компартмънт се отваря остро като *m. extensor carpi radialis brevis* и *m. extensor carpi radialis longus* се екартират радиално (Фиг№18г), заедно с *m. extensor pollicis longus*, за да се открие подлежащата капсула. Би могло да се извърши частична денервация на китката посредством прерязване на крайните клончета на *n. interosseus posterior*. Оформя се ламбо от дорзалната капсула на китковата става посредством Т-образна капсулотомия, като напречната инцизия се разполага дистално от дорзалния гребен на радиуса, а надлъжната- точно над скафо-луналната става. Ламбото се повдига внимателно докато се открие зоната на псевдоартроза. (Фиг№18д) Китката се поставя в положение на екстремна флексия. С помощта на кюрета или скалпел псевдоартрозата се разклинява.(Фиг№18е) С малка кюрета се опресняват крайщата на фрагментите, като се премахват склеротичните участъци.(Фиг№18ж) Появата на свежо кървене е белег за виталност на фрагментите. При наличие на подвижност между фрактурните фрагменти се извършва репозиция с киршнерови игли по джой стик метод. Влага се предварително повдигнатия присадък.(Фиг№18з) Извършва се временна фиксация на псевдоартрозата с киршнерова игла водач (Фиг№18и), която се насочва по централната ос на костта по посока на палеца и перпендикулярно на фрактурната линия като върхът ѝ се позиционира в непосредствена близост, но извън ставата между *os scaphoideum* и *os trapezium*. С помощта на дълбокомер се измерва дължината на винта за фиксация.(Фиг№18й) По киршнеровата спица водач се борира канал в *os scaphoideum*. Винтът на Hernert се поставя на ръка по иглата водач.(Фиг№18к) Коректната му позиция се потвърждава рентгенографски.(Фиг№18л) По аналогичен начин, при нужда се поставя и втори канюлиран компресивен винт.



Фиг.№18а



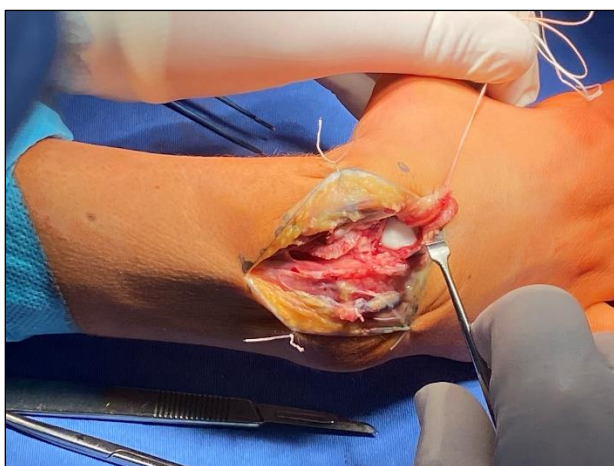
Фиг.№18б



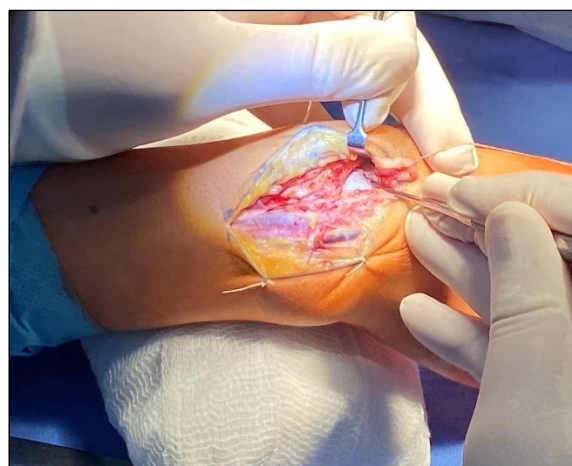
Фиг.№18в



Фиг.№18г



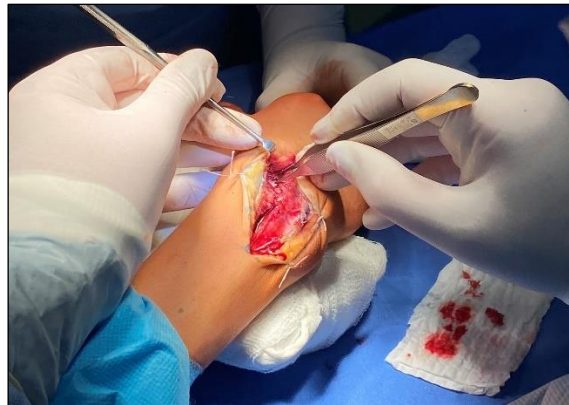
Фиг.№18д



Фиг.№18е



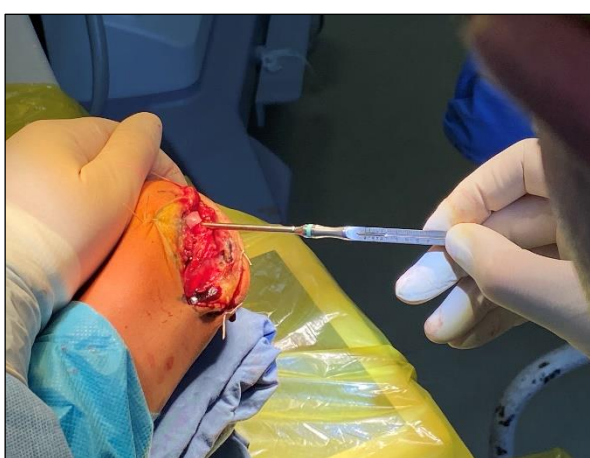
Фиг№18ж



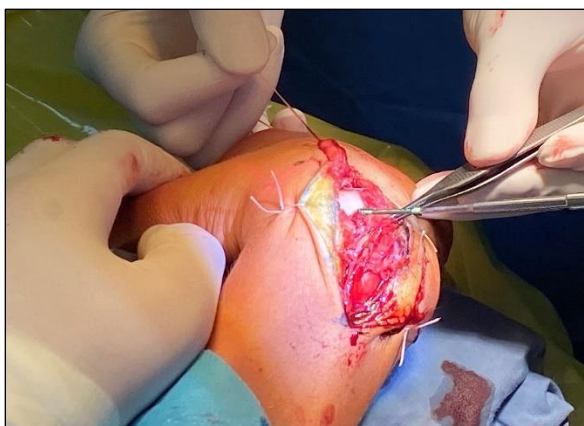
Фиг№18з



Фиг№18и



Фиг№18й



Фиг№18к

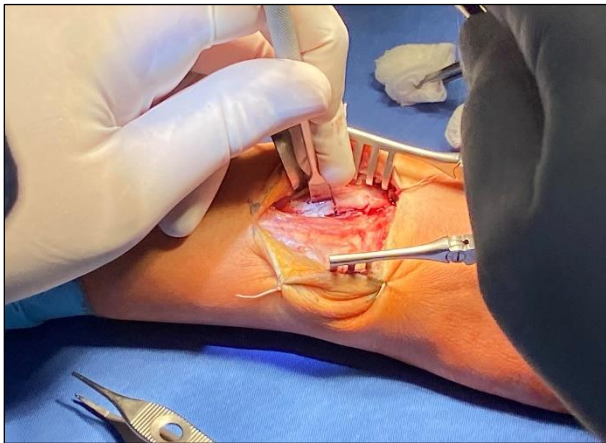


Фиг№18л

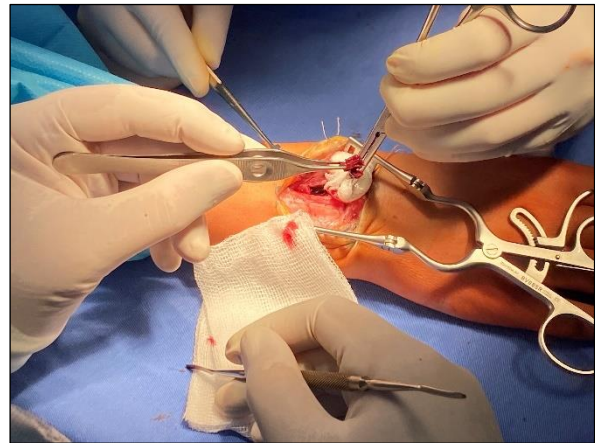
Фиг.№18 Дорзална остеопластика: а) дорзален хирургичен достъп; б) екстензорни сухожилия на китка в) екартиране на м.ЕПЛ; г) отваряне на втори дорзален остеофиброзен канал; д) локализиране на псевдоартрозата; е) разклиняване със скалпел; ж) дебридман с кюрета; з) влагане на спонгиозен присадък; и) боричане на костта; й)

измерване на дължината на винта за фиксация; к) имплантиране на винта на Herbert; л) контролна рентгенография;

Повдигането на спонгиозния присадък се извършва през същия оперативен достъп. Извършва се остеотомия на туберкула на Листер. С помощта на скалпел или тясно длето се оформя кортикален прозорец.(Фиг.№19а) С кюрета се повдига спонгиозен графт от дисталната метафиза на радиуса.(Фиг.№19б) Създадения дефект се покрива с восък. Кортикалният прозорец се връща в донорната зона.



Фиг.№19а



Фиг.№19б

Фиг.№19 Повдигане на спонгиозен присадък от дистален радиус: а) оформяне на кортикален прозорец с длето; б) повдигане на спонгиозна кост с кюрета;

Ставната капсула и екстензорният ретинакулум се възстановяват. Възстановява се целостта на кожата. Операцията завършва с поставяне на ортеза за имобилизация на китката, която обхваща и палеца.

Дорзалният хирургичен достъп трябва да бъде съобразен с риска от нарушаване на кръвоснабдяването на os scaphoideum, което се осъществява от клон на a.radialis навлизащ в костта в областта на талията.

Постоперативен протокол: Пациентите са третирани по аналогичен план за постоперативна рехабилитация както при операцията на Fisk-Fernandez.

IV.5.3 Остеосинтезни средства: винт на Herbert

При всички пациенти за фиксация на псевдоартрозата на os scaphoideum е използван винт на Herbert, като при 24 от случаите са приложени 2 винта, при 31- 1 винт, а при 2 от случаите- 1 винт в комбинация с К-игла. Той е канюлиран и се поставя по Киршнерова спица водач под рентгенографски контрол. Този тип остеосинтеза предизвиква минимално увреждане на спонгиозата на костта. Той генерира значителна компресия чрез разликата между стъпката на дисталната (водеща) резба и проксималната (следяща) резба. При поставянето на импланта, по-широките стъпки на водещата резба прорязват дисталния фрагмент по-бързо отколкото по-тесните стъпки на следящата резба напредват в проксималния фрагмент, като по този начин се създава компресия. Поставянето на втори винт на Herbert увеличава силите на компресия между фрагментите на псевдоартрозата и осигурява по-ригидна фиксация.

IV.5.4 Протокол за постоперативна рехабилитация на пациентите с псевдоартроза на os scaphoideum

Рехабилитационният протокол е изграден съвместно с кинезитерапевти. Той има важно значение за допълване на ефекта от хирургичното лечение и цели ранно завърщане на пациентите към физическо натоварване и нормален начин на живот. Разделя се на две фази: ранен постоперативен период и късно постоперативно възстановяване.

Ранния постоперативен протокол цели да постигне **овладяване на болката и отока** и последователна, дозирана рехабилитация в първите дни след хирургичното лечение. Контрол на болковия синдром се осъществява посредством венозна или перорална **аналгетична терапия**. За **преодоляване на венозния застой** след операцията, ръката се поставя в **индивидуална мека ортеза, която обхваща китката и палеца**. В ранния период след хирургичната интервенция тя се елевира в превръзка от компресивен бинт. Прилага се криотерапия. Веднага след операцията се извършват активни движения на пръстите и интерфалангеалната става на палеца. Активни движения на палеца и китката започват внимателно на 5-ти следоперативен ден. Пациентът се проследява от рехабилитатор веднъж седмично, за постепенно дозирано увеличаване и регистриране на обема на движенията в трите равнини. Той се обучава да изпълнява упражнения в

домашни условия през 2-3 часа в зависимост от силата на постоперативната болка и доскомфорт. След 14-ти следоперативен ден пациентът се третира с масаж на меките тъкани за превенция на сраствания и ексцесивна цикатрициална тъкан в областта на оперативната рана. След 4-тата постоперативна седмица ортезата се сваля, пациентът се съветва да използва ръката в ежедневието, без натоварване срещу съпротивление. След 6-8-ма седмица започва проследяване на силовия и върховите захвати с динамометрия, както и упражнения за стабилизация на китковата става. След 8-12-та седмица започват упражнения срещу съпротивление като ръката се протектира с Theraband. След 12-та седмица, ако операторът е удовлетворен от наличното костно срастване, на пациентът се разрешава пълен обем на движение и завръщане към нормална физическа активност и спорт.

IV.6 СТАТИСТИЧЕСКИ МЕТОДИ

За обобщаване, представяне и анализ на данните са използвани статистически методи приети за поведенческите и социалните науки.²

Използвани са следните методи за описание, представяне и анализ на данните.

1. Описателни методи

- а) За параметрите, измервани по неметрични скали (например, локализация на фрактурата) е дадено разпределението като абсолютна (брой) и относителна (%) честота.
- б) За параметрите, измервани по метрични скали (например, възраст в години, ъгъл в градуси и пр.) са дадени: брой на случаите, средна аритметична, стандартно отклонение.
- в) за графично представяне на резултатите са използвани линейни графики.

2. Проверка на хипотези.

2.1 Точният Хи-квадрат критерий на Фишер беше използван за проверка на хипотезите за връзка между неметричните характеристики.

2.2 Едномерен многофакторен дисперсионен анализ (univariate multiway ANOVA) беше използван за проверката на хипотези относно разликата при повече от две независими групи.

При отхвърляне на нулевата хипотеза за отсъствие на такава разлика, методът на най-малко значимата разлика (LSD) беше използван, за да се установи между кои групи разликата е значима.

2.3 При свързани групи (например, състояние преди операцията срещу състояние след операцията на едни и същи пациенти) беше използван t-критерия на Стюдънт за две свързани извадки.

2.4 Като мярка за линейната свързаност на две променливи беше използван корелационният коефициент на Пирсън.

Навсякъде резултатът се приемаше за статистически значим, ако емпиричното ниво на значимост (p-стойността) е по-малко от 0.05.

V. СОБСТВЕНИ РЕЗУЛТАТИ

За целта на проучването са отчетени крайните резултати от последния контролен преглед на 55 случаи на пациенти с псевдоартроза на os scaphoideum включени в серията. Те са съхранени в досиетата на пациентите с придружаващите образни изследвания.

Срокът на проследяване обхваща времето от датата на поставяне на диагнозата псевдоартроза на os scaphoideum, до последния контролен преглед. Средният срок на проследяване на пациентите е $20.3\text{м} \pm 9.0\text{м}$. (Табл.№26) Минималният срок на проследяване е 6м., а максималният 95м.

		Проследяване (м.)					
		Брой	Средно	Станд. Отклонение	Медиана	Максимум	Минимум
Локализация на фрактурата	проксимален полюс	29	18,3	17.14	12,0	67	6
	талия	26	22,6	27.07	6,5	95	6
	Общо	55	20,3	22.28	9,0	95	6

Табл.№26 Среден срок на проследяване на пациентите

Резултатите от изследването са разделени в две големи групи: изследване на изменението на проследените параметри преди и след оперативното лечение и изследване на налични взаимовръзки между проучваните показатели.

V.1 РЕЗУЛТАТИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА ПРОМЯНАТА НА ПАРАМЕТРИТЕ ПРЕД- И СЛЕДОПЕРАТИВНО

За проследяване на наличната деформация тип „гърбица“ на os scaphoideum е изследван интраскафоидния ъгъл пред- и следоперативно при двете групи пациенти. Средната стойност на ИСЪ при пациентите с псевдоартроза на проксималния полюс предоперативно е 23.97° , а следоперативно- 20.66° . При случаите с псевдоартроза на талията на костта ИСЪ е предоперативно 36.08° , а след хирургичното лечение- 30.12° . Патологичен интраскафоиден ъгъл предоперативно наблюдаваме при 20 от пациентите в серията, при 12 от тях такъв се наблюдава и след хирургичната намеса.

Локализация на фрактурата		Интра-скафоиден ъгъл предоперативно (°)	Интра-скафоиден ъгъл постоперативно (°)
проксимален полюс	Средно	23,97	20,66
	Брой	29	29
	Станд. отклонение	4,594	4,186
Талия	Средно	36,08	30,12
	Брой	26	26
	Станд. отклонение	8,565	6,015
Общо	Средно	29,69	25,13
	Брой	55	55
	Станд. отклонение	9,063	6,968

Табл.№27 Стойности на ИСЪ пред- и следоперативно

За проследяване на наличието и тежестта на **DISI- карпална нестабилност** е проследен скафолунатния ъгъл измерен на латерална компютърна томография при всички пациенти пред- и следоперативно. (Табл№28)

Локализация на фрактурата		Скафо-лунатен ъгъл предоперативно (°)	Скафо-лунатен ъгъл постоперативно (°)
проксимален полюс	Средно	47,52	41,31
	Брой	29	29
	Станд. отклонение	6,906	4,834
талиа	Средно	53,50	44,88
	Брой	26	26
	Станд. отклонение	7,162	6,101
Общо	Средно	50,35	43,00
	Брой	55	55
	Станд. отклонение	7,587	5,709

Табл.№28 Стойности на СЛЪ пред- и следоперативно

Средната стойност на СЛЪ при пациентите с псевдоартроза на проксималния полюс предоперативно е 47.52 ± 6.906 , а следоперативно 41.31 ± 4.834 . При пациентите с псевдоартроза на талията предоперативно СЛЪ е 53.50 ± 7.162 , а следоперативно- 44.88 ± 6.101 . Патологичен СЛЪ отразяващ налична DISI деформация на китката се наблюдава 9 пациента от групата с псевдоартроза на талията.

Наблюдава се статистически достоверно *намаление на ИСЪ следоперативно средно с $4.564 \pm 3.434^\circ$, отразяващо частично възстановяване на анатомичната конфигурация на костта*. Със статистическа достоверност се докладва *намаление на СЛЪ със средно $7.345 \pm 4.750^\circ$, което показва редукция на наличната DISI- капрална нестабилност*. (Табл.№29)

		Подвойкови разлики					Т-стойност	Степени на свобода	Значимост (Двустр. тест)
		Средно	Станд. Откл.	Станд. грешка на средната	95% Доверителен интервал за средната				
					Долна граница	Горна граница			
Двойка 1	Скафо-лунатен ъгъл предоперативно(°) - Скафо-лунатен ъгъл постоперативно (°)	7,345	4,750	,641	6,061	8,630	11,468	54	,000
Двойка 2	Интра-скафоиден ъгъл предоперативно (°) - Интра-скафоиден ъгъл постоперативно (°)	4,564	3,343	,451	3,660	5,467	10,124	54	,000

Табл.№29 Подвойкови разлики за ИСЪ и СЛЪ пред- и следоперативно

За оценяване на **клиничното подобрене на функцията на китката** са проследени движенията в гривнената става пред- и следоперативно. Резултатите са представени таблично. (Табл.№30)

Локализация на фрактурата		Палмарна флексия предоперативно (°)	Палмарна а флексия следоперативно (°)	Дорзална флексия предопера тивно (°)	Дорзална флексия следоперати вно (°)	Улнарна девиация предоперати вно (°)	Улнарна девиация следопера тивно (°)	Радиална девиация предопера тивно (°)	Радиална девиация следопера тивно (°)
проксимален полюс	Средна	47,24	61,90	38,97	53,10	30,52	42,76	11,55	20,17
	Брой	29	29	29	29	29	29	29	29
	Станд. отклонение	7,972	8,064	6,322	7,247	7,114	5,761	4,032	2,829
талия	Средна	45,77	60,77	38,65	50,00	32,12	41,73	9,81	18,85
	Брой	26	26	26	26	26	26	26	26
	Станд. отклонение	7,027	9,132	8,895	7,483	8,964	7,993	3,868	3,552
Total	Средна	46,55	61,36	38,82	51,64	31,27	42,27	10,73	19,55
	Брой	55	55	55	55	55	55	55	55

Станд. отклонение	7,508	8,523	7,575	7,457	8,006	6,860	4,016	3,231
----------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Табл.№30 Стойности на обема на движение в китката пред- и следоперативно

Средната стойност на палмарната флексия предоперативно в групата с псевдоартроза на проксималния полюс е $47.24^{\circ} \pm 7.972^{\circ}$, а следоперативно $61.90^{\circ} \pm 8.064^{\circ}$. Дорзалната флексия се променя от $38.97^{\circ} \pm 6.322^{\circ}$ предоперативно до $53.10^{\circ} \pm 7.247$ следоперативно. Средната стойност на улнарната девиация е $30.52^{\circ} \pm 7.114^{\circ}$ предоперативно и $42.76^{\circ} \pm 5.761^{\circ}$ следоперативно. При радиалната девиация сме измерили средна стойност предоперативно $11.55^{\circ} \pm 4.032^{\circ}$ и $20.17^{\circ} \pm 2.829^{\circ}$ следоперативно. При пациентите с псевдоартроза на талията на os scaphoideum палмарната флексия се променя от $46.55^{\circ} \pm 7.027^{\circ}$ предоперативно до $60.77^{\circ} \pm 8.523^{\circ}$ следоперативно. Средната стойност на дорзалната флексия преди операцията е $38.65^{\circ} \pm 8.895^{\circ}$, а след- $50.00^{\circ} \pm 7.483^{\circ}$. Средната стойност на улнарната девиация предоперативно е $32.12^{\circ} \pm 8.964^{\circ}$, а следоперативно $41.73^{\circ} \pm 7.993^{\circ}$. Измерената средна стойност на радиалната девиация преди хирургичното лечение е $9.81^{\circ} \pm 3.868^{\circ}$, а след него- $18.85^{\circ} \pm 3.552^{\circ}$. (Табл.№31)

Свързани извадки					
		Средно	Брой	Станд. откл.	Станд. грешка на средната
Двойка 1	Палмарна флексия предоперативно (°)	46,55	55	7,508	1,012
	Палмарна флексия следоперативно (°)	61,36	55	8,523	1,149
Двойка 2	Дорзална флексия предоперативно (°)	38,82	55	7,575	1,021
	Дорзална флексия следоперативно (°)	51,64	55	7,457	1,005
Двойка 3	Улнарна девиация предоперативно (°)	31,27	55	8,006	1,079
	Улнарна девиация следоперативно (°)	42,27	55	6,860	,925
Двойка 4	Радиална девиация предоперативно (°)	10,73	55	4,016	,542
	Радиална девиация следоперативно (°)	19,55	55	3,231	,436

Табл.№31 Средна стойност на ПФ, ДФ, РД и УД пред- и следоперативно

Установява се статистически достоверно *подобрене на обема на движения в китката* в двете изследвани равнини. Предоперативната палмарна флексия на пациентите се увеличава средно с $14.82 \pm 7.64^{\circ}$. При дорзалната флексия наблюдаваме увеличение от средно $12.82 \pm 8.32^{\circ}$. Улнарната девиация нараства със средно $11.00 \pm 6.56^{\circ}$. Предоперативната радиална девиация се увеличава със $8.81 \pm 3.85^{\circ}$. (Табл.№32)

Тест за свързани извадки									
		Подвойкови разлики					t-стойност	Степени на свобода	Значимост (Двустр. тест)
		Средно	Станд. откл.	Станд. грешка на средната	95% Доверителен интервал за разлика				
					Долна граница	Горна граница			
Двойка 1	Палмарна флексия предоперативно (°) - Палмарна флексия следоперативно (°)	-14,818	7,635	1,030	-16,882	-12,754	-14,393	54	,000
Двойка 2	Дорзална флексия предоперативно (°) - Дорзална флексия следоперативно (°)	-12,818	8,320	1,122	-15,067	-10,569	-11,425	54	,000
Двойка 3	Улнарна девиация предоперативно (°) - Улнарна девиация следоперативно (°)	-11,000	6,555	,884	-12,772	-9,228	-12,446	54	,000
Двойка 4	Радиална девиация предоперативно (°) - Радиална девиация следоперативно (°)	-8,818	3,845	,518	-9,858	-7,779	-17,010	54	,000

Табл.№32 Тест за свързани извадки за движенията в китката пред- и следоперативно

За проследяване на **изменението на мускулната сила на ръката**, като следствие от псевдоартрозата на os scaphoideum, е проведено измерване силата на силовия (юмручен) и върховите (страничен, двуточков и триточков) захвати предоперативно и следоперативно. При пациентите с псевдоартроза на проксималния полюс юмручният захват предоперативно е средно 29.52 ± 5.289 , а следоперативно 36.41 ± 7.538 . Силата на страничния захват се променя от 17.86 ± 3.720 предоперативно до 21.28 ± 3.720 следоперативно. Средната стойност на триточковия захват предоперативно е 14.97 ± 3.006 , а постоперативно 17.62 ± 3.600 . Силата на двуточковия захват преди хирургично лечение е 11.62 ± 1.425 , а след него 13.38 ± 1.568 .

В групата случаи с псевдоартроза на талията на os scaphoideum силата на юмручния захват се променя от средно 29.84 ± 5.032 предоперативно до 36.20 ± 6.764 . Силата на страничния захват предоперативно е 17.67 ± 3.232 , следоперативно 21.09 ± 3.233 . Двуточковият захват има средна предоперативна стойност 14.84 ± 2.713 и средна

следоперативна 17.51 ± 3.120 . Промяната при триточковия захват е от 11.58 ± 1.499 предоперативно до 13.20 ± 1.580 следоперативно. (Табл.№33,34)

Сила на захвати									
Локализация на фрактурата		Сила на юручен захват предоперативно	Сила на юручен захват постопера тивно	Сила на страничен захват предоперативно	Сила на страничен захват постопера тивно	Сила на триточков захват предопера тивно	Сила на триточков захват постопер ативно	Сила на двуточко в захват предопе ративно	Сила на двуточков захват постопера тивно
Проксимален полюс	Средно	29,52	36,41	17,86	21,28	14,97	17,62	11,62	13,38
	N	29	29	29	29	29	29	29	29
	Стандартно отклонение	5,289	7,538	3,720	3,337	3,006	3,600	1,425	1,568
Талия	Средно	30,19	35,96	17,46	20,88	14,69	17,38	11,54	13,00
	N	26	26	26	26	26	26	26	26
	Стандартно отклонение	4,808	5,923	2,642	3,166	2,396	2,547	1,606	1,600
Общо	Средно	29,84	36,20	17,67	21,09	14,84	17,51	11,58	13,20
	N	55	55	55	55	55	55	55	55
	Стандартно отклонение	5,032	6,764	3,232	3,233	2,713	3,120	1,499	1,580

Табл.№33 Стойности на силата на захватите пред- и следоперативно

Статистика за свързани извадки					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Сила на юручен захват предоперативно	29,84	55	5,032	,679
	Сила на юручен захват постоперативно	36,20	55	6,764	,912
Pair 2	Сила на страничен захват предоперативно	17,67	55	3,232	,436
	Сила на страничен захват постоперативно	21,09	55	3,233	,436
Pair 3	Сила на триточков захват предоперативно	14,84	55	2,713	,366
	Сила на триточков захват постоперативно	17,51	55	3,120	,421
Pair 4	Сила на двуточков захват предоперативно	11,58	55	1,499	,202
	Сила на двуточков захват постоперативно	13,20	55	1,580	,213

Табл.№34 Средна стойност на силата на захватите пред- и следоперативно

Силата на юмручния захват на пациентите в серията нараства със средно 6.36 ± 3.69 . Страничният захват се увеличава с 3.42 ± 1.67 . При триточковия захват се наблюдава подобрене с 2.67 ± 1.44 . Силата на двуточковия захват нараства с 1.62 ± 1.03 . Данните са представени таблично. (Табл.№35)

Тест за свързани извадки									
		Подвойкови разлики					t-стойност	Степени на свобода	Значимост (Двустранен тест)
		Средно	Станд. отклонение	Станд. грешка на средната	95% Доверителен интервал за разлика				
					Lower	Upper			
Двойка 1	Сила на юмручен захват предоперативно - Сила на юмручен захват постоперативно	-6,364	3,689	,497	-7,361	-5,366	-12,794	54	,000
Двойка 2	Сила на страничен захват предоперативно - Сила на страничен захват постоперативно	-3,418	1,674	,226	-3,871	-2,966	-15,140	54	,000
Двойка 3	Сила на триточков захват предоперативно - Сила на триточков захват постоперативно	-2,673	1,441	,194	-3,062	-2,283	-13,757	54	,000
Двойка 4	Сила на двуточков захват предоперативно - Сила на двуточков захват постоперативно	-1,618	1,027	,139	-1,896	-1,340	-11,683	54	,000

Табл.№35 Тест за свързани извадки за силата на захватите пред- и следоперативно

Ефективността на оперативното лечение при пациентите в серията е оценена въз основа на промяната на DASH измерен предоперативно и следоперативно. Отчита се *статистически значимо подобрене на DASH след хирургичното лечение*. Средната стойност преди операцията е 33.80 ± 10.429 . Следоперативно DASH score намалява до 8.84 ± 6.765 . (Табл№36,37)

Статистика за свързани извадки					
		Средно	Брой	Станд. откл.	Станд. грешка на средната
Двойка 1	DASH score предоперативно	33.80	55	10.429	1.406

	DASH score следоперативно	8.84	55	6.765	0.912
--	---------------------------	------	----	-------	-------

Табл.№36 Средна стойност на DASH пред- и следоперативно

Тест за свързани извадки									
		Подвойкови разлики				t-стойност	Степени на свобода	Значимост. (Двустраниен тест)	
		Средно	Станд. откл.	Станд. грешка на средната	95% Доверителен интервал за разлика				
					Долна граница				Горна граница
Двойка 1	DASH score предоперативно - DASH score следоперативно	24.964	9.481	1.278	22.401	27.527	19.527	54	0.000

Табл.№37 Тест за свързани извадки на DASH пред- и следоперативно

Резултатите от оперативното лечение на пациентите са разпределени в групи според DASH като: отлични, добри, задоволителни и лоши. Предоперативно 1 от пациентите може да бъде определен по точки от DASH като добър, 32- като задоволителни, а 22- като лоши. Следоперативно няма пациенти в групата с лоши резултати. Броят на пациентите със задоволителен резултат от DASH е 5, с добри- 29, а с отлични- 21. Разпределението по групи е представено таблично. (Табл.№38) *Наблюдава се значително подобрение на самооценката на пациентите по DASH.*

			DASH score предоперативно групирани			Общо
			добри	задоволителни	лоши	
DASH score следоперативно групирани	отлични	Брой	1	14	6	21
		Очакван брой	.4	12.2	8.4	21.0
	добри	Брой	0	16	13	29
		Очакван брой	.5	16.9	11.6	29.0
	задоволителни	Брой	0	2	3	5
		Очакван брой	.1	2.9	2.0	5.0
Общо		Брой	1	32	22	55
		Очакван брой	1.0	32.0	22.0	55.0

Табл.№38 Разпределение на резултатите по групи според DASH

Промяната на резултатът на пациентите по точки от МАУО също е индикатор за ефективността на хирургичното лечение. Средната му стойност предоперативно е 70.85 ± 7.072 . Следоперативно той се увеличава до 83.89 ± 6.437 . (Табл.№39)

Статистика за свързани извадки					
		Средно	Брой	Станд. откл.	Станд. грешка на средната
Двойка 1	MAYO modified wrist score предоперативно - точки	70.85	55	7.072	0.954
	MAYO modified wrist score следоперативно - точки	83.89	55	6.437	0.868

Табл.№39 Средна стойност на самооценката на пациентите по МАУО пред- и следоперативно

Това изменение показва *статистически достоверно подобряване на функцията на китката след операция*. (Табл.№39) МАУО резултатът се увеличава средно със 13.0 ± 4.7 точки при всички пациенти подложени на хирургично лечение. (Табл.№40)

		Подвойкови разлики					t-стойност	Степени на свобода	Значимост (Двустранен тест)
		Средно	Ст. Откл.	Станд. грешка на средната	95% Доверителен интервал за разлика				
					Долна граница	Горна граница			
Двойка 1	MAYO modified wrist score предоперативно - точки - MAYO modified wrist score следоперативно - точки	-13.036	4.694	0.633	-14.305	-11.767	-20.596	54	0.000

Табл.№40 Подвойкови разлики за МАУО по точки пред- и следоперативно

Резултатът от лечението е определен като отличен, добър, задоволителен и лош в зависимост от стойността на MAYO modified wrist score. Предоперативно 8 от пациентите са в групата с добър резултат, 36- със задоволителен и 11 с лош. Постоперативно резултатът е отличен при 17 пациенти, при 30 е добър и при 8 е задоволителен. (Табл.№41) Това се потвърждава със статистическа достоверност (Fisher's Exact Test 0,000). (Табл.№42)

MAYO предоперативно - група * MAYO следоперативно- група Кросстабулация

			MAYO modified wrist score следоперативно-група			Общо
			Отличен	Добър	Задоволителен	
MAYO modified wrist score предоперативно - група	Добър	Брой	8	0	0	8
		Очакван брой	2.5	4.4	1.2	8.0
	Задоволителен	Брой	9	27	0	36
		Очакван брой	11.1	19.6	5.2	36.0
	Лош	Брой	0	3	8	11
		Очакван брой	3.4	6.0	1.6	11.0
Общо		Брой	17	30	8	55
		Очакван брой	17.0	30.0	8.0	55.0

Табл.№41 Кросстабулация за MAYO пред- и следоперативно

Хи-квадрат тест						
	Стойност	Степени на свобода	Асимптотична значимост (Двустранна)	Екзактна значимост. (Двустранна)		
Пирсънов хи-тест	56.787 ^a	4	0.000	0.000		
Фишер екзактен тест	44.144			0.000		
Брой на валидни случаи	55					

Табл.№42 Фишър екзактен тест за MAYO

За оценяване на **подобрието на клиничните оплаквания на пациентите** в серията е проследена промяната на силата на болката предоперативно и следоперативно по петточкова VAS. Стойността на болката при пациентите преди операцията е средно 3.58 ± 0.712 , а следоперативно 0.82 ± 0.547 . (Табл.№43)

Статистика на свързани извадки					
		Средно	Брой	Станд. откл.	Станд. грешна на средната
Двойка 1	Сила на болката постоперативно (1-5)	0.82	55	0.547	0.074
	Сила на болката предоперативно (1-5)	3.58	55	0.712	0.096

Табл.№43 Средна стойност на силата на болката пред- и следоперативно

Наблюдава се *статистически достоверно намаление на субективното усещане за болка* оценено от пациентите по VAS с 2.8 единици. (Табл.№44)

Тест за свързани извадки									
		Подвойкови разлики				t-стойност	Степени на свобода	Значимост (двустранен тест)	
		Средно	Станд. отклонение	Станд. грешка на средната	95% Доверителен интервал за разлика				
					Долна граница				Горна граница
Двойка 1	Сила на болката постоперативно (1-5) - Сила на болката предоперативно (1-5)	-2.764	0.693	0.093	-2.951	-2.576	-29.579	54	0.000

Табл.№44 Тест за свързани извадки за силата на болката пред- и следоперативно

V.2 РЕЗУЛТАТИ ПО ОТНОШЕНИЕ НА НАЛИЧНИ ВЗАИМОВРЪЗКИ МЕЖДУ ИЗСЛЕДВАНИ ПАРАМЕТРИ

Изследването проучва наличието или отсъствието на взаимоотношения между основните измерени при пациентите параметри.

Проследено беше влиянието на локализацията на псевдоартрозата върху тежестта на деформация тип „гърбица“ отразена чрез стойността на постоперативния интраскафоиден ъгъл. *Не се установи статистически значима връзка между двата показателя* (Sig. ,184). (Табл.№45)

Тест за междугрупови ефекти					
Зависима променлива: Интра-скафоиден ъгъл постоперативно (°)					
Източник	Тип III Сума на квадратите	Степени на свобода	Среден квадрат	F	Значимост
Коригиран модел	2363,365 ^a	3	787,788	155,278	,000
Секуща	43,878	1	43,878	8,649	,005
Локализация	9,187	1	9,187	1,811	,184
ИСЪ предоперативно	901,310	1	901,310	177,654	,000
Локализация * ИСЪпредоп.	4,934	1	4,934	,972	,329

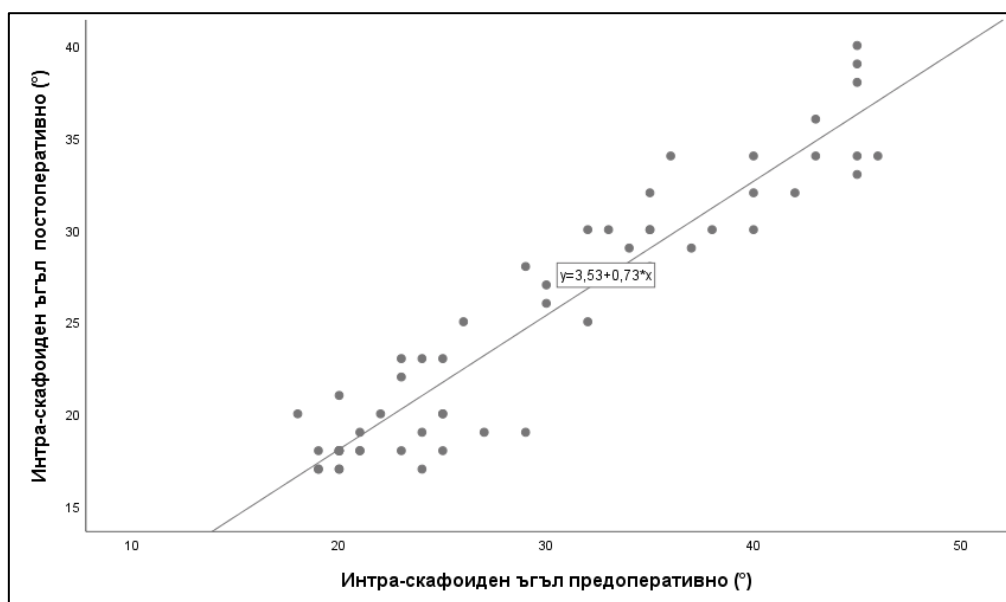
Грешка	258,744	51	5,073		
Общо	37348,000	55			
Коригирана обща сума	2622,109	54			
а. R Квадрат = ,901 (Изравнен R квадрат = ,896)					

Табл.№45 Тест за междугрупови ефекти за ИСЪ и локализацията на псевдоартрозата

ИСЪ след операцията зависи единствено от стойността на ъгъла предоперативно (Sig. ,000). (Табл.№46) Съотнасянето на следоперативния ИСЪ и предоперативния ИСЪ са представени графично. (Граф.№1) Постооперативната стойност на ИСЪ би могла да бъде приблизително определена по формулата представена на графиката.

Корелации		
		Интра-скафоиден ъгъл постоперативно (°)
Интра-скафоиден ъгъл предоперативно (°)	Пирсънова корелация	,946**
	Значимост (Двустранен тест)	,000
	Брой	55
**. Корелацията е значима при ниво 0.01 (Двустранен тест).		

Табл.№46 Корелация между ИСЪ предоперативно и следоперативната му стойност



Граф.№1 Разпределение на ИСЪ пред- и следоперативно- графично

Аналогични данни се откриват и за постоперативните стойности на СЛЪ. (Табл.№47,48) (Граф.№2) Локализацията на псевдоартрозата не е определяща за тежестта на DISI-деформацията на костта.

Тест за междугрупови ефекти					
Зависима променлива: Скафо-лунатен ъгъл постоперативно (°)					
Източник	Тип III Сума на квадратите	Степени на свобода	Среден квадрат	F	Значимост
Коригиран модел	1077,804 ^a	3	359,268	26,858	,000
Секуща	178,275	1	178,275	13,328	,001
Локализация	5,947	1	5,947	,445	,508
СЛЪпредоперативно	899,059	1	899,059	67,212	,000
Локализация* СЛЪпредоп.	6,263	1	6,263	,468	,497
Грешка	682,196	51	13,376		
Общо	103455,000	55			
Коригирана сума	1760,000	54			

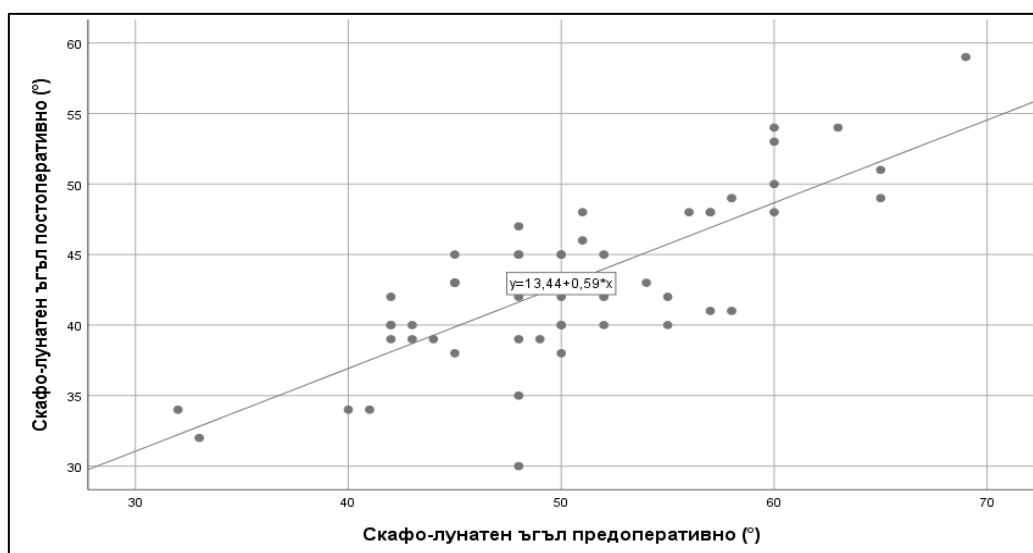
a. R Квадрат = ,612 (Изравнен R Квадрат = ,590)

Табл.№47 Тест за междугрупови ефекти за СЛЪ и локализацията на псевдоартрозата

Корелации		
		Скафо-лунатен ъгъл постоперативно (°)
Скафо-лунатен ъгъл предоперативно (°)	Пирсънова корелация	,780**
	Значимост (Двустранен тест)	,000
	Брой	55

** . Корелацията е значима при ниво 0.01 (Двустранен тест).

Табл.№48 Корелация между стойността на СЛЪ пред- и следоперативно



Граф.№2 Разпределение на СЛЪ пред- и следоперативно- графично

Локализацията на псевдоартрозата не оказва влияние на подобрението на обема на движения постоперативно. Стойностите на палмарната и дорзална флексия, радиалната и улнарна девиация постоперативно зависят от предоперативната стойност на показателите. (Табл.№49,50,51,52)

Тестове на междугрупови ефекти					
Значима променлива: Палмарна флексия следоперативно (°)					
Източник	Тип III Сума на квадратите	Степени на свобода	Среден квадрат	F	Значимост
Коригиран модел	1215,214 ^a	3	405,071	7,630	,000
Секуща	1324,019	1	1324,019	24,940	,000
Локализация	17,745	1	17,745	,334	,566
Палм.флексия предоп.	1193,241	1	1193,241	22,476	,000
Локализация *	17,180	1	17,180	,324	,572
Палм.флекс.предоп.					
Грешка	2707,513	51	53,088		
Общо	211025,000	55			
Коригирана сума	3922,727	54			

Табл.№49 Тестове за междугрупови ефекти за палмарна флексия и локализацията на псевдоартрозата

Тестове на междугрупови ефекти					
Значима променлива: Дорзална флексия следоперативно (°)					
Източник	Тип III Сума на квадратите	Степени на свобода	Среден квадрат	F	Значимост
Коригиран модел	581,360 ^a	3	193,787	4,082	,011
Секуща	2576,321	1	2576,321	54,264	,000
Локализация	24,244	1	24,244	,511	,478
Дорз.флексия предоп.	374,335	1	374,335	7,884	,007
Локализация *	8,724	1	8,724	,184	,670
Дорз.флекс.предоп.					
Грешка	2421,368	51	47,478		
Общо	149650,000	55			
Коригирана сума	3002,727	54			

Табл.№50 Тестове за междугрупови ефекти за дорзална флексия и локализацията на псевдоартрозата

Тестове за междугрупови ефекти					
Зависима променлива: Радиална девиация следоперативно (°)					

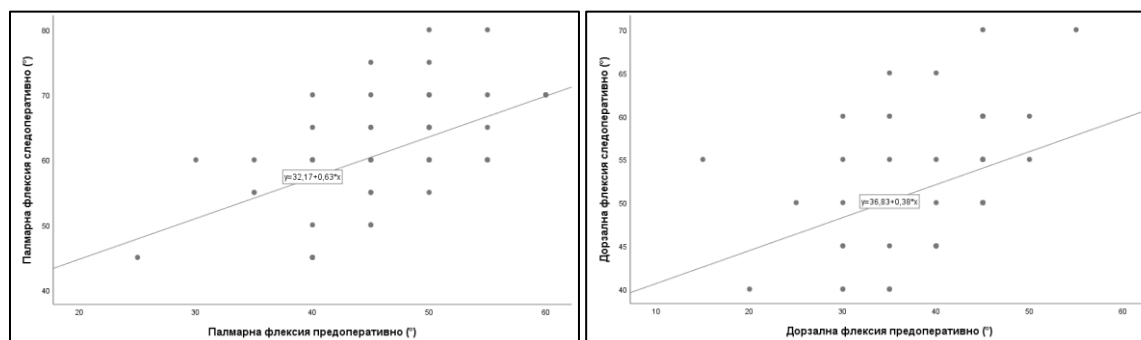
Източник	Тип III Сума на квадратите	Степени на свобода	Среден квадрат	F	Значимост
Коригиран модел	123,569 ^a	3	41,190	4,774	,005
Секуща	1606,955	1	1606,955	186,232	,000
Локализация	,070	1	,070	,008	,929
Улнарна девиация предоп.	96,675	1	96,675	11,204	,002
Локализация * Улнарна дев. предоп.	,486	1	,486	,056	,813
Грешка	440,067	51	8,629		
Общо	21575,000	55			
Коригирана сума	563,636	54			

Табл.№51 Тестове за междугрупови ефекти за улнарна девиация и локализацията на псевдоартрозата

Тестове за междугрупови ефекти					
Зависима променлива: Улнарна девиация следоперативно (°)					
Източник	Тип III Сума на квадратите	Степени на свобода	Среден квадрат	F	Значимост
Коригиран модел	1095,787 ^a	3	365,262	12,891	,000
Секуща	2152,521	1	2152,521	75,965	,000
Локализация	93,781	1	93,781	3,310	,075
Радиална девиация предоп.	896,268	1	896,268	31,630	,000
Локализация * Радиална дев.предоп.	67,740	1	67,740	2,391	,128
Грешка	1445,122	51	28,336		
Общо	100825,000	55			
Коригирана сума	2540,909	54			

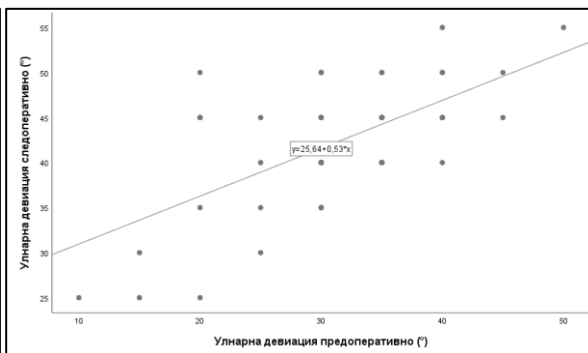
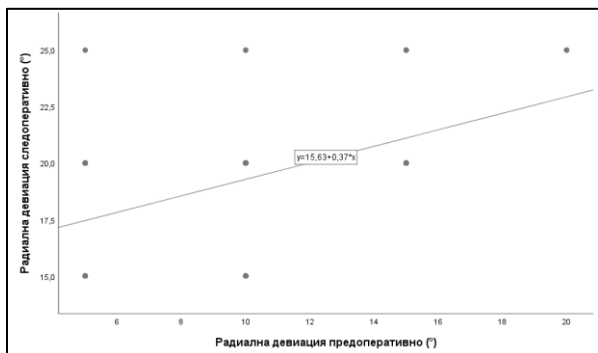
Табл.№52 Тестове за междугрупови ефекти за радиална девиация и локализацията на псевдоартрозата

Очакваното подобрение на следоперативна стойност би могло да бъде изчислено по приблизителна формула в зависимост от предоперативната величина. (Граф.№3,4,5,6)



Граф.№3а

Граф.№3б

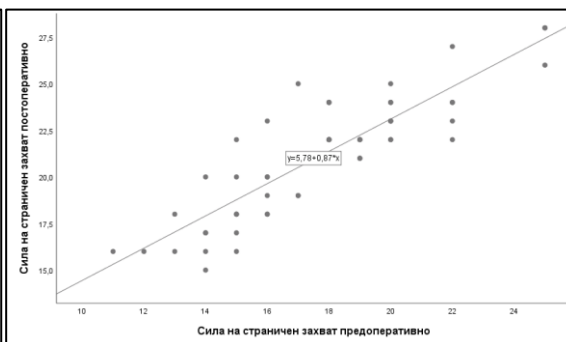
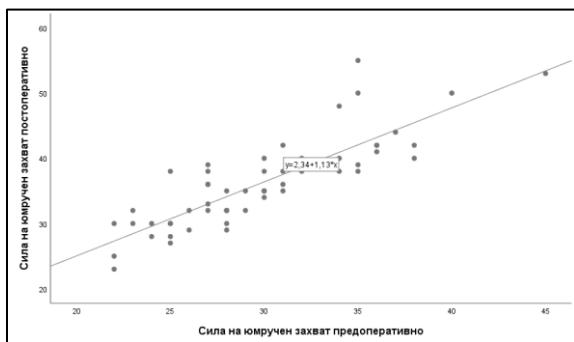


Граф.№3в

Граф.№3г

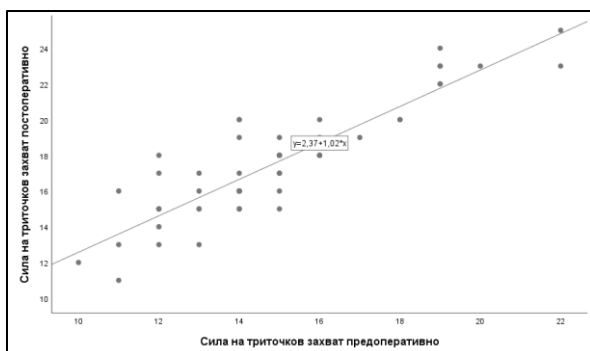
Граф.№3 Графично разпределение на стойностите на движенията в китката пред- и следоперативно: а)палмарна флексия; б) дорзална флексия; в) улнарна девиация; г) радиална девиация

Подобна формула би могла да бъде изведена и за подобриенето на силата на силовите и върховите захвати.

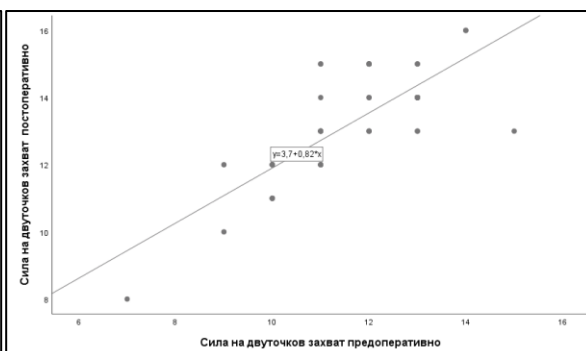


Граф.№4а

Граф.№4б



Граф.№4в



Граф.№4г

Граф.№4 Графично разпределения на стойностите на силата на захватите предоперативно: а) юмручен захват; б) страничен захват; в) триточков захват; г) двуточков захват;

При изследването на **взаимовръзка между тежестта на псевдоартрозата оценена по класификацията на Geissler и Slade и ефекта от лечението** оценен чрез постоперативната самооценка DASH се установи **липса на статистически достоверна зависимост между двата изследвани критерия при пациентите в серията (Sig. ,113).** (Табл.№53) *Резултатът от лечението не зависи от локализацията на псевдоартрозата.*

Тестове за междугрупови ефекти					
Зависима променлива: DASH score следоперативно					
Източник	Тип III Сума от квадрати	Степени на свобода	Среден квадрат	F	Значимост
Коригиран модел	736.276 ^a	4	184.069	5.304	.001
Секуща	7.387	1	7.387	.213	.647
DASHpre	381.201	1	381.201	10.984	.002
Вид на псевдоартрозата по Geissler-Slade	217.661	3	72.554	2.091	.113
Грешка	1735.251	50	34.705		
Общо	6766.000	55			
Коригирана сума	2471.527	54			

Табл.№53 Тестове за междугрупови ефекти за тежестта на псевдоартрозата и DASH

Аналогично не се открива такава зависимост и между **тежестта на псевдоартрозата и МАУО следоперативно** (Sig.,057). Трябва да се подчертае, че съществува вероятността *такава зависимост да бъде открита при по-голяма извадка от клинични случаи.* (Табл.№54)

Тестове за междугрупови ефекти					
Зависима променлива: MAYO modified wrist score следоперативно - точки					
Източник	Тип III Сума от квадрати	Степени на свобода	Среден квадрат	F	Значимост
Коригиран модел	1429.985 ^a	4	357.496	22.140	.000
Секуща	686.816	1	686.816	42.535	.000
MAYO score предоп.	1156.308	1	1156.308	71.610	.000
Вид на псевдоартрозата по Geissler-Slade	129.516	3	43.172	2.674	.057
Грешка	807.361	50	16.147		
Общо	389310.000	55			
Коригирана сума	2237.345	54			

Табл.№54 Тестове за междугрупови ефекти за тежестта на псевдоартрозата и МАУО

Изследвана е взаимовръзката между **давността на псевдоартрозата и резултатът от лечението** – DASH следоперативно. При по-голямата част от случаите в серията липсва информация за момента на първична травма, което прави изследването на тази връзка силно затруднено. *Давността на псевдоартрозата е ненадежден параметър, оказващ влияние върху ефективността на оперативното лечение, въпреки че статистически такава връзка съществува.* (Табл.№55)

Тестове на междугрупови ефекти					
Зависима променлива: DASH score следоперативно					
Източник	Тип III Сума от квадрати	Степени на свобода	Среден квадрат	F	Значимост
Коригиран модел	850.606 ^a	4	212.652	6.560	.000
Секуща	28.551	1	28.551	.881	.353

DASH score предоп.	278.422	1	278.422	8.588	.005
Давност на псевдоартрозата	331.991	3	110.664	3.414	.024
Грешка	1620.921	50	32.418		
Общо	6766.000	55			
Коригирана сума	2471.527	54			

Табл.№55 Тестове за междугрупови ефекти за давността на псевдоартрозата и DASH

При изследване за наличие или отсъствие на взаимовръзка между **възрастта на пациентите в серията и ефектът от лечението**, не се установява статистически зависима корелация. (Табл.№56) Възрастта на пациентите при поставяне на диагнозата, не е определящ критерий за резултатът от лечението оценен по DASH и MAYO по точки.

Корелации			
		DASH score следоперативно	MAYO modified wrist score предоперативно - точки
Възраст (г.)	Пирсънова корелация	.079	-.044
	Значимост (Двустранен тест)	.564	.752
	Брой	55	55

Табл.№56 Корелация между възрастта на пациентите и резултата от лечението по DASH

Представя се разпределението на случаите в серията в зависимост от вида на оперативния достъп, вида на използвания остеосинтезен материал и вида на приложения костен присадък. При 30 от пациентите е приложен кортико-спонгиозен графт от дистален радиус, при 20- спонгиозен графт от дистален радиус, при 4- кортико-спонгиозен шпан от crista iliaca, само при 1 е използван присадък от улна.

Остеосинтезата е извършена с 1 винт на Herbert при 30 случая, с 2 при 23 и с 1 винт на Herbert и 1 К-игла при 2. Доразален хирургичен достъп е използван при 30 от оперативните интервенции, палмарен при 16 от тях и комбиниран- при 9 от тях. Разпределението е представено таблично. (Табл.№57)

		Брой	%
Вид на костен присадък	кортико-спонгиозен от радиус	30	54.55%
	спонгиозен от радиус	20	36.36%
	кортико-спонгиозен от криста илиака	4	7.27%
	шпан от прокс. улна	1	1.82%
	Общо	55	100.00%
Вид на остеосинтезата	един Хърбърт винт	30	54.55%
	два Хърбърт винта	23	41.82%
	К-игла и винт	2	3.64%
	Общо	55	100.00%
Оперативен достъп	дорзален	30	54.55%
	палмарен	16	29.09%
	дорзален и палмарен	9	16.36%
	Общо	55	100.00%

Табл.№57 Разпределение на пациентите в зависимост от костния присадък, остеосинтезния материал и оперативния достъп.

Проведеното проучване проследява взаимовръзката между **вида на остеосинтезния материал и ефекта от лечението**, при което *се установи статистически достоверна разлика между резултатите на пациенти лекувани с 1 или 2 винта на Herbert*. (Табл.№58,59) Пациентите, при които остеосинтезата на псевдоартрозата е извършена с **2 винта на Herbert** показват по-добри функционални резултати постоперативно.

Тестове за междугрупови ефекти					
Зависима променлива: DASH score следоперативно					
Източник	Тип III Сума от квадрати	Степени на свобода	Среден квадрат	F	Значимост
Източник	753.297 ^a	3	251.099	7.453	.000
Коригиран модел	18.156	1	18.156	.539	.466
Секуща	627.388	1	627.388	18.622	.000
DASH score предоп.	234.682	2	117.341	3.483	.038
Вид на остеосинтеза	1718.231	51	33.691		
Грешка	6766.000	55			
Общо	2471.527	54			

Табл.№58 Тестове за междугрупови ефекти за остеосинтезния материал и DASH

Подвойкови сравнения						
Зависима променлива: DASH score следоперативно						
(I) Вид на остеосинтезата	(J) Вид на остеосинтезата	Средна разлика (I-J)	Станд. грешка	Значимост ^b	95% Доверителен интервал за разлика	
					Долна граница	Горна граница
един Хърбърт винт	два Хърбърт винта	-4.310 [*]	1.633	.011	-7.588	-1.032
	К-игла и винт	-1.801	4.239	.673	-10.312	6.710
два Хърбърт винта	един Хърбърт винт	4.310 [*]	1.633	.011	1.032	7.588
	К-игла и винт	2.509	4.292	.561	-6.108	11.126
К-игла и винт	един Хърбърт винт	1.801	4.239	.673	-6.710	10.312
	два Хърбърт винта	-2.509	4.292	.561	-11.126	6.108

Табл.№59 Подвойкови сравнения за вида на остеосинтезата и DASH постоперативно

Установява се още, че видът на оперативния достъп не оказва влияние върху ефекта от лечението при пациентите проследени в серията. (Табл.№60,61)

Тестове за междугрупови ефекти					
Зависима променлива: DASH score следоперативно					
Източник	Тип III Сума от квадрати	Степени на свобода	Среден квадрат	F	Значимост
Коригиран модел	559.671 ^a	3	186.557	4.977	.004
Секуща	15.959	1	15.959	.426	.517
DASH предоп.	549.048	1	549.048	14.646	.000
Вид на оперативен достъп	41.056	2	20.528	.548	.582
Грешка	1911.856	51	37.487		
Общо	6766.000	55			
Коригирана обща сума	2471.527	54			

Табл.№60 Тестове за междугрупови ефекти за оперативния достъп и DASH

Тестове за междугрупови ефекти					
Зависима променлива: MAYO следоперативно - точки					
Източник	Тип III Сума от квадрати	Степени на свобода	Среден квадрат	F	Значимост
Коригиран модел	1310.978 ^a	3	436.993	24.058	.000
Секуща	590.656	1	590.656	32.518	.000
MAYO предоп.	1267.239	1	1267.239	69.766	.000
Вид на оперативен достъп	10.510	2	5.255	.289	.750
Грешка	926.367	51	18.164		
Общо	389310.000	55			
Коригирана обща сума	2237.345	54			

Табл.№61 Тестове за междугрупови ефекти за оперативния достъп и MAYO

Изследвано беше наличието на корелация между **рентгенографски потвърденото костно срастване в областта на псевдоартрозата и видът на костния присадък** при пациентите в серията. Установихме, че *такава връзка съществува* (Fisher's Exact Test 0.074). (Табл.№62) **Костният присадък оказва влияние върху вероятността за настъпване на срастване в областта на псевдоартрозата.**

Хи-квадрат тест				
	Стойност	Интервал на свобода	Асимптотична значимост (Двустранен тест)	Екзактна значимост. (Двустранен тест)
Пирсънов Хи-квадрат	6.984 ^a	3	.072	.068
Fisher екзактен тест	5.950			.074
Брой на валидни случаи	55			

Табл.№62 Хи- квадрат тест за връзка между вида на костен присадък и срастването

Рентгенографски потвърдено костно срастване беше установено при 23 от 30 случая, в които е приложен кортико-спонгиозен графт от дистален радиус. При 17 от 20 пациента

с костна пластика със спонгиозен присадък от радиус се наблюдава срастване на фрактурните фрагменти. *Статистически се потвърждават данните за по-добър остеогенен потенциал на спонгиозния графт от радиус.* Серията от случаи с кортико-спонгиозен присадък от crista iliaca и улна е твърде малка за статистически значими изводи в тази насока. (Табл.№63)

Вид на костен присадък * Наличие на костно срастване Кросстабулация				
Брой				
		Наличие на костно срастване		Total
		Не	Да	
Вид на костен присадък	кортико-спонгиозен от радиус	7	23	30
	спонгиозен от радиус	3	17	20
	кортико-спонгиозен от криста илиака	3	1	4
	шпан от прокс. улна	0	1	1
Общо		13	42	55

Табл.№63 Кросстабулация за вида на костен присадък и костното срастване

Статистически значима достоверна *разлика не се открива по отношение на костното срастване и различните видове остеосинтезен материал.* (Табл.№64, Табл.№65)

Вид на остеосинтезата * Наличие на костно срастване Кросстабулация					
			Наличие на костно срастване		Общо
			Не	Да	
Вид на остеосинтезата	един Хърбърт винт	Брой	6	24	30
		Очакван брой	7.1	22.9	30.0
	два Хърбърт винта	Брой	6	17	23
		Очакван брой	5.4	17.6	23.0
	К-игла и винт	Брой	1	1	2
		Очакван брой	.5	1.5	2.0

Общо	Брой	13	42	55
	Очакван брой	13.0	42.0	55.0

Табл.№64 Кросстабулация за вида на костен присадък и костно срастване

	Стойност	Интервал на свобода	Асимптотична значимост (Двустраниен тест)	Екзактна значимост. (Двустраниен тест)
Пирсънов Хи-квадрат	1.066 ^a	2	.587	.628
Фишер Екзактен тест	1.513			.441
Брой на валидни случаи	55			

Табл.№65 Фишер тест за наличието на връзка между костен присадък и костно срастване

При изследване на статистическа зависимост между **вида на костния присадък и ефектът от лечението оценен чрез DASH и MAUO, не се открива такава.** (Табл.№66, Табл.№67) Няма костен присадък, който да осигурява по-добър резултат след хирургично лечение.

Тестове за междгрупови ефекти					
Зависима променлива: DASH score следоперативно					
Източник	Тип III Сума от квадрати	Интервал на свобода	Стеден квадрат	F	Значимост
Коригиран модел	568.550 ^a	3	189.517	5.001	.004
Секуща	.026	1	.026	.001	.979
DASHпредоп.	451.467	1	451.467	11.913	.001
Вид костен присадък	41.085	2	20.543	.542	.585
Грешка	1894.783	50	37.896		
Общо	6730.000	54			
Коригирана обща сума	2463.333	53			

Табл.№66 Тестове за междгрупови ефекти за костен присадък и DASH

Тестове за междгрупови ефекти					
Зависима променлива : MAYO score следоперативно - точки					
Източник	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Коригиран модел	1299.719 ^a	3	433.240	23.193	.000
Секуща	601.451	1	601.451	32.198	.000
MAYOпредоп.	1213.932	1	1213.932	64.987	.000
Вид костен присадък	.648	2	.324	.017	.983
Грешка	933.985	50	18.680		
Общо	382586.000	54			
Коригирана обща сума	2233.704	53			

Табл.№67 Тестове за междгрупови ефекти за костен присадък и MAYO

При статистическото изследване на взаимовръзката между **вида на костен присадък и остеосинтезнен материал и развитието на остеоартрита на гривнената става** като усложнение на оперативното лечение, *не се откри взаимовръзка в серията.* (Табл.№68, Табл.№69, 70,71,72)

Вид на костен присадък * Остеоартрит на гривнената става предоперативно Кросстабулация					
			Остеоартрит на гривнената става предоперативно		Общо
			Не	Да	
Вид на костен присадък	кортико-спонгиозен от радиус	Брой	30	0	30
		Очакван брой	29.4	.6	30.0
	спонгиозен от радиус	Брой	19	1	20
		Очакван брой	19.6	.4	20.0
	кортико-спонгиозен от криста илиака	Брой	4	0	4
		Очакван брой	3.9	.1	4.0
Общо		Брой	53	1	54

	Очакван брой	53.0	1.0	54.0
--	--------------	------	-----	------

Табл.№69 Кросстабулация за вида на костен присадък и постоперативния остеоартрит

Хи-квадрат тест						
	Стойност	Интервал на свобода	Асимптотична значимост (двустранен тест)	Екзактна значимост (двустранен тест)	Екзактна значимост (едностранен тест)	Точкова вероятност
Пирсънов Хи-квадрат	1.732 ^a	2	.421	.444		
Fisher тест	2.532			.444		
Брой на валидни случаи	54					

Табл.№70 Хи-квадрат тест за вида на костен присадък и постоперативен остеоартрит

Вид на остеосинтезата * Остеоартрит на гривнената става предоперативно Кросстабулация					
			Остеоартрит на гривнената става предоперативно		Общо
			Не	Да	
Вид на остеосинтезата	един Хърбърт винт	Брой	28	2	30
		Очакван брой	28.9	1.1	30.0
	два Хърбърт винта	Брой	23	0	23
		Очакван брой	22.2	.8	23.0
	К-игла и винт	Брой	2	0	2
		Очакван брой	1.9	.1	2.0
Общо		Брой	53	2	55
		Очакван брой	53.0	2.0	55.0

Табл.№71 Кросстабулация за вида на остеосинтезния материал и постоперативния остеоартрит

Хи-квадрат тест						
	Стойност	Интервал на свобода	Асимптотична значимост (двустранен тест)	Екзактна значимост (двустранен тест)	Екзактна значимост (едностранен тест)	Точкова вероятност
Пирсънов Хи-квадрат	1.730 ^a	2	.421	.535		
Fisher тест	2.260			.535		
Брой на валидни случаи	55					

Табл.№72 Хи-квадрат тест за вида на остеосинтезния материал и постоп. остеоартрит

V.3. ГРЕШКИ И УСЛОЖНЕНИЯ ПРИ ЛЕЧЕНИЕТО НА ПСЕВДОАРТРОЗИТЕ НА OS SCAPHOIDEUM

Наблюдават се няколко усложнения при оперативното лечение на псевдоартрозата на os scaphoideum: липса на рентгенографски потвърдено костно срастване, аваскуларна некроза на проксималния полюс на костта и артрит на китката.

При 13 от пациентите в серията (22%) персистират белези за несрастване в областта на псевдоартрозата след хирургичната интервенция. (Фиг№20)



Фиг.№20а



Фиг.№20б

Фиг.№20 Липса на рентгенографски потвърдено костно срастване: а) клиничен случай №1; б) клиничен случай №2

При 42 от тях се наблюдава успешна костна интеграция на присадъка и възстановяване на анатомичната цялост на костта.(Фиг.№21,22)



Фиг.№21а

Фиг.№21б

Фиг.21 Наличие на костно срастване клиничен случай: а) предоперативна рентгенография; б) контролна рентгенография 1г. след операцията



Фиг.№22а

Фиг.№22б

Фиг.№22 Наличие на костно срастване клиничен случай: а) рентгенография след операцията; б) рентгенография 6 месеца постоперативно;

При 5 от пациентите (8,7%) с псевдоартроза в областта на проксималния полюс се наблюдават рентгенографски белези на аваскуларна некроза предоперативно, които не се повлияват от оперативното лечение. (Фиг№23)



Фиг.№23а

Фиг№23б

Фиг.№23 Предоперативна АВН: а) клиничен случай №1; б) клиничен случай №2

При 1 от пациентите (1,75%) аваскуларна некроза на проксималния фрагмент не се наблюдава преди операцията, но е налична следоперативно. (Фиг№24)



Фиг№24а

Фиг.№24б

Фиг.№24 АВН като усложнение на оперативното лечение: а) липса на АВН предоперативно; б) АВН на проксималния полюс 3м. след операцията

При 2 от пациентите (3,5%) се отчитат дегенеративни изменения на радио-скафоидната става преди операцията, които се наблюдават в по-тежка степен и следоперативно. (Фиг.№25)



Фиг.№25 Влошаване на радио-скафоидния остеоартрит бм. следоперативно

При 7 от пациентите (12,3%) се наблюдава остеоартрит като усложнение на хирургичната намеса.(Фиг.№26)



Фиг.№26а



Фиг.№26б

Фиг.№26 Остеоартрит на радио-скафоидната става: а) рентгенография 1 месец постоперативно; б) рентгенография 8 месеца постоперативно;

За класифициране на остеоартритните промени в китката е използвана класификацията на Watson и Ballet, която е четрестепенна и отразява степенна на дегенеративни промени в радио-скафоидната и капитато-лунатната артикулации (т.нар напреднал скафо-лунатен колапс или SNAC wrist). (Табл№73)

Класификация на Watson и Ballet	
1 ст.	Остеоартрит между радиалния стилоид и os scaphoideum
2 ст.	Остеоартрит на цялата радио-скафоидна става
3 ст.	Остеоартрит на радио-скафоидната и капитато-лунатната става
4 ст.	Остеоартрит на радиокарпалната и интеркарпалната става +/- артрит на дисталната радио-улнарна става

Табл.№73 Класификация на Watson и Ballet за остеоартрит на китката

Четирима пациенти са определени като 2степен по класификацията на Watson и Ballet, 3- като 1 степен, а 2 пациенти са преминали от 1 във 2степен.

АВН, остеоартрита на китката и несрастването в областта на псевдоартрозата са представени в комбинация или поотделно при 17(29,8%) от пациентите в серията. При 5 от пациентите се наблюдава несрастване и остеоартроза на китката. При 5 – липса на костно срастване, при 2 АВН, при 1 тя е комбинирана с несрастване, при друг случай- с остеоартрит. При 2 от пациентите в комбинация са представени и трите усложнения.

Според класификацията на **Dindo- Clavien** за усложненията след хирургични **интервенции** сме класифицирали пациентите в серията клас 2 и 3.(Табл№74)

Степен	Дефиниция	Брой пациенти
1.	Отклонение от нормалния постоперативен период, което изисква аналгетична, антипитетична, антиеметична, електролитна терапия	0
2.	Усложнения изискващи медикаментозна терапия различна от горепосочената	8
3.	Усложнения изискващи оперативна, ендоскопска интервенция	9
3а.	Без необходимост от обща анестезия	-
3б.	С необходимост от обща анестезия	-

4.	Животозастрашаващи усложнения изискващи лечение в интензивно звено	0
5.	Летален изход от оперативното лечение	0

Табл.№74 Класификация на Dindo-Clavien за хирургичните усложнения

V.4 ДИАГНОСТИЧНО-ТЕРАПЕВТИЧЕН АЛГОРИТЪМ

Въз основа на анализа и установените резултати от проследената серия пациенти бе изготвен следния:

ДИАГНОСТИЧНО-ТЕРАПЕВТИЧЕН АЛГОРИТЪМ:

Първоначалното образно изследване на китката при съмнение за псевдоартроза на os scaphoideum се извършва с **конвенционална рентгенография в три проекции**: предно-задна, предно-задна с улнарна девиация и латерална. Препоръчва се и сравнителна проекция на двете ръце- „скафоиден юмрук“. При диагностична неяснота се провежда **компютърна томография** по надлъжната ос на костта. Тя осигурява най- детайлна и обективна информация относно локализацията на псевдоартрозата, раз местването на фрактурните фрагменти, наличието и степента на флексионна деформация тип „гърбица“. Тя се препоръчва като диагностичен метод с най- голяма точност. При псевдоартрози на проксималния полюс и необходимост от детайлно проучване на кръвоснабдяването за установяване на аваскуларна некроза се прилага **ядрено-магнитен резонанс**.

Терапевтичното поведение се определя от локализацията на псевдоартрозата, качеството на костта, васкуларния статус на проксималния фрагмент, наличието на остеоартритни промени и колапс на китката.

1. **При неусложнени псевдоартрози в областта на талията**, при които след дебридман на склеротичните участъци се оформя дефект <1мм. се подходящо лечение е прилагане на спонгиозен присадък, който се фиксира с 1 или 2 винта на Herbert.
2. **При псевдоартрози в областта на талията**, които са съпроводени с деформация тип „гърбица“ и DISI – нестабилност на китката, подходящо лечение е остеопластика със структуриран присадък за корекция на флексионната деформация, възстановяване на анатомичната дължина и форма на костта и фиксация с 1 или 2 винта на Herbert.

3. **При псевдоартрози на проксималния фрагмент** със запазено кръвоснабдяване подходящо лечение е остеопластика с невакуларизиран спонгиозен присадък и фиксация с 1 или 2 винта на Herbert.
4. **При псевдоартрози с аваскуларен проксимален фрагмент**, потвърден с ЯМР, се препоръчва прилагане на васкуларизиран костен присадък и фиксация с 1 или 2 винта на Herbert.
5. **При псевдоартрози с тотална склероза на проксималния полюс** се препоръчва щателен дебридман на склеротичните участъци и запазване на фрагмента с цел създаване на стабилна биомеханична връзка. По този начин се осигурява съхраняване на функцията на проксималния китков ред.
6. **При невъзстановими промени в морфологията на костта или профресиращ колапс на китката (SNAC врист)** в съображение са „спасителните операции“ на китката: проксимална карпектомия, частични и тотални киткови артродези, артропластика на китката.

VI. ОБСЪЖДАНЕ

VI.1 ДИАГНОСТИКА НА ПСЕВДОАРТРОЗИТЕ НА OS SCAPHOIDEUM

Клиничната симптоматика при псевдоартроза на os scaphoideum е неспецифична, има вариабилна изява и зависи от субективната самооценка на пациента. Болката в анатомичната табакера и в областта на скафоидния туберкулум дорзално са симптоми, които търпят динамична промяна във времето. Те трудно може да бъде прецизно изследвани и оценени.

Ограниченият обем на движение в китката и намалената сила на хватките имат сравнително висока сензитивност по отношение на тази патология, но ниска специфичност. Това ги прави ненадежден метод за поставяне на диагноза, но важна опорна точка в диагностичния процес.

Според Parvizi и съавт. болката в областта на анатомичната табакера, върху скафоидния туберкулум и при натиск по оста на палеца са недостатъчно адекватни независими индикатори за несрастване на os scaphoideum. Той твърди, че комбинираното им позитивиране трябва да повиши вниманието към този тип патология дори при негативна рентгенография.²³¹ Krastman и съавт. твърдят, че физикалният преглед не е достатъчно ефективен метод за поставяне на диагноза при съмнение за фрактури и псевдоартрози на костите на китката.¹⁷⁴ Проучването на пациентите в серията потвърждава наличието на болезненост в областта на скафоидния туберкулум воларно при всички изследвани. Установи се още болка по външната стана на гривнената става. Открива се ограничение на обема на движение: най- вече на радиалната девиация и екстензията на китката. Мускулната сила измерена чрез динамометрия е редуцирана в различна степен, в зависимост от вида и давността на псевдоартрозата. Клиничният преглед има насочваща роля за поставяне на диагнозата при пациенти с псевдоартроза на os scaphoideum.

Точната диагноза е образно-диагностична. Трябва да се отбележи, че не съществува единство по отношение на рентгенографските белези, които отразяват наличието или отсъствието на костно срастване. Много научни изследвания проследяват хистологичните промени в процеса на костно срастване, но твърде малко посочват конкретни рентгенографски характеристики на този процес. O' Connor и Cohen в своя научен труд потвърждават липсата на обективни рентгенологични критерии за срастване на фрактурата.²²³ Съществуват признаци, които отразяват процеса на срастване: склероза

на фрактурните ръбове, разширяване на разстоянието между фрагментите, но те имат индивидуална вариабилност по време на настъпване и морфология.¹⁵⁵ Псевдоартрозата се характеризира рентгенографски с наличието на склероза на костта, формиране на костни кисти, костна резорбция и колапс.²⁸⁷ Тези признаци бяха установени в различна степен при всички случаи в серията.

Наличието на костно срастване е трудно да бъде доказано или отхвърлено на конвенционална рентгенография. На базата на собствен опит, на техническите и финансови особености на здравната система в България смятаме, че конвенционалната рентгенография е ефективен, но не 100% точен метод за поставяне на диагноза. Препоръчва се първоначалното образно изследване при съмнение за псевдоартроза на os scaphoideum да бъде с конвенционална рентгенография. Провеждат се поне три рентгенографски проекции: предно-задна, предно-задна с улнарна девиация и латерална. Този диагностичен алгоритъм се потвърждава от Adams и съавт.³⁰⁴ За определяне на състоянието на скафо-лунатния лигамент се провежда сравнителна рентгенография на двете ръце свити в юмрук (проекция скафоиден юмрук). Повечето утвърдени диагностични протоколи препоръчват извършване и на коса проекция в позиция на полупронация.^{230,294} Когато се изпълнява в комбинация с улнарна девиация на китката, тя осигурява по-детайлно изобразяване на проксималния полюс и талията на os scaphoideum.³⁵⁷ Нашият опит показва, че тя е технически сложна за изпълнение и не носи важна допълнителна информация за морфологията на псевдоартрозата.

Проблемът за ненавременното разпознаване и диагностика на фрактурите на os scaphoideum и последващото развитие на псевдоартрози донякъде се крие в неправилното техническо изпълнение на рентгенографското изследване. За да бъдат информативни рентгенографиите трябва да бъдат изпълнени по гореописаните техники за постигане на правилен центраж.

При диагностична неяснота след провеждане на конвенционална рентгенография се препоръчва провеждане на КТ на китката. При анализ на случаите в серията се установи, че тя е по-точен и действителен образен метод за оценка на патологичните промени в os scaphoideum. Vain и съавт. съобщават, че КТ е най- добрият образен метод за изследване на архитектурата на костта. Тя е по-информативна от конвенционалната рентгенография за установяване на наличието и тежестта на колапс на китката, за прецизно измерване на скафо-лунатния и интерскафоидния ъгъл и за изчисляване на формата и големината на необходимия костен присадък.¹⁷

Компютърна томография е използвана за по-детайлно визуализиране на рентгенографската плътност на двата костни фрагмента, наличието или отсъствието на конвергиращи костни трабекули в областта на псевдоартрозата- белег за костно срастване, костни кисти, колапс на проксималния фрагмент.²⁹⁴

Тя е технически лесно изпълним и бърз метод за диагностика.¹⁵ Малката дебелината на срезове (3мм.) дава възможност за откриване на най-дискретни изменения в костта. При проследяване на случаите в серията с голяма достоверност се установява съответствие между данните от КТ и интраоперативната находка.

КТ няма съществени предимства в сравнение с конвенционалната рентгенография при диагностицирането на аваскуларна некроза на проксималния фрагмент при псевдоартрози на проксималния полюс на *os scaphoideum*.¹⁵²

Moritomo и съвт. използват тридимензионална КТ за изследване кинематиката на псевдоартрозата при формиране на различни типове деформация на *os scaphoideum*.²¹² При необходимост от по-детайлна информация по отношение на разместването на фрактурните фрагменти и оценяване на обема на костна загуба в областта на псевдоартрозата при пациентите е проведена тридимензионална КТ. Тя е особено ефективна при проучване на вторичните усложнения, като карпална нестабилност или планиране на корекцията на наличната деформация предоперативно.

Информативността на ЯМР по отношение морфологията на псевдоартрозата е безспорна. ЯМР е приложена при част от пациентите с псевдоартроза на проксималния полюс с цел уточняване васкуларния статус на костта.²⁷ Тя намира приложение за оценка на нарушенията на кръвоснабдяването на костта и проследяване за наличие на аваскуларна некроза на проксималния фрагмент. Изследване на Fox¹⁰⁸ и съвт. потвърждава 94% специфичност и 79% точност при МРТ за установяване на АВН. Според Brevian²⁷ и съвт., че надеждни методи за изследване на кръвоснабдяването на проксималния полюс на *os scaphoideum* са МРТ и наличието на кървене от фрактурните фрагменти интраоперативно. Това се потвърждава при проследяване на случаите в серията. При изследване на Brevian и колектив най-голямо съответствие има между хистологично доказана АВН и АВН доказана с нисък сигнален интензитет на T1 секвенция на МРТ и интраоперативно кървене от псевдоартрозата.

При нито един случай в серията не е приложено контрастно ЯМР изследване. Cerezal⁵² и съавт. демонстрират по-добрите му диагностични възможности по отношение на АВН сравнено с конвенционална МРТ и наличие на интраоперативно кървене от костта. От друга страна Donati⁸⁵ и съавт. изтъкват по-добрите диагностични възможности, техническа опростеност и безопасност на конвенционалната МРТ.

VI.2 ОПЕРАТИВНО ЛЕЧЕНИЕ НА ПСЕВДОАРТРОЗИТЕ НА OS SCAPHOIDEUM

В специализираната литература не съществува консенсус по отношение на най-ефективния метод за лечение на псевдоартрозите на os scaphoideum. Разногласия се срещат по отношение на вида на графта, донорното място, типа остеосинтеза, оперативния достъп.

Съвременния подход при оперативното лечение на несрастването на os scaphoideum се състои във извършване на вътрешна фиксация и костна пластика.^{8,327} То е предизвикателство дори за най-опитния хирургичен екип, с 22-50% риск от неуспех след прилагане на костен присадък в комбинация с винтова остеосинтеза.^{153,286}

Повечето автори разделят костните присадъци на два вида: васкуларизирани и невакуларизирани.^{168,230} Според Ribak ВКП осигуряват по-голяма вероятност за постигане на костно срастване (89,1%) в сравнение с НКП- 72,5%.²⁵¹ Berteli²⁶ провежда анализ на резултатите от остеопластика по метода на Fisk- Fernandez и остеопластика с васкуларизиран костен присадък и доказва липса на статистически достоверна разлика между клиничните и рентгенологичните показатели на ефективност на лечение. Трябва да се отбележи техническата сложност, голямата продължителност на оперативната интервенция и финансовата неоправданост при прилагане на ВКП. При сравнително проучване на костната пластика с НКП от crista iliaca и ВКП от дистален радиус се установява липса на срастване при три от случаите от втората група, което се отдава на технически трудности при повдигане на присадъка. Изследването потвърждава сходни функционални резултати при двата метода на лечение.³⁶ Невакуларизираните костни присадъци биват кортико-спонгиозни и спонгиозни.

Според Moritomo и съавт. локализацията на псевдоартрозата е опеределяща за вида на използвания костен присадък. Според негово проучване псевдоартрозите в талията на os scaphoideum изискват обемен клиновиден кортико-спонгиозен присадък ориентиран с

кортикалната част воларно за възстановяване на анатомичната конфигурация на костта, изгубената дължина и корекция на деформацията тип „гърбица“. Спонгиозният графт се прилага при псевдоартрози в проксималния полюс, които нямат деформация.²²⁶ Тази теза се потвърждава от Sayegh²⁶⁸ и съавт., които при сравнителен анализ на резултатите от остеопластика на псевдоартроза на os scaphoideum със кортико-спонгиозен и спонгиозен присадък установяват значително по-добра корекция на деформацията „тип гърбав скафоид“ (подобряване на скафо-лунатния и радио-лунатен ъгъл) при първия тип графт. Спонгиозният присадък от своя страна осигурява по-кратък период за постигане на костно срастване и по-добър функционален резултат оценен по MAYO.

От друга страна Kim¹⁶⁹ и съавт. доказват сходна ефективност при възстановяване на деформацията на костта от спонгиозния и кортико-спонгиозния графт. Той изтъква някои предимства на спонгиозния графт като по-добрия остеогенен потенциал, който се доказва с по-ранно настъпилото рентгенографско срастване. При проучване на случаите в серията се откри статистически значима разлика между остеогенния потенциал на спонгиозния графт от дистален радиус и кортико-спонгиозния присадък от дистален радиус в полза на първия. Изследването потвърждава схващанията, че присадъкът от спонгиозна кост предоставя по-добри възможности за нормално костно срастване в областта на псевдоартрозата. Това може да се обясни с наличието на по-голямо количество остеогенни фактори като прогениторни клетки и остеобласти в спонгиозната кост. Неговата механична структура осигурява по-бърза реваскуларизация на графта, намалява броя на клетките, които претърпяват некроза, което позволява по-бърза неоангиогенеза и инкорпорация в донорния участък.

Cohen от своя страна твърди, че псевдоартрозите в областта на талията със загуба на костен субстрат, могат успешно да се третират със спонгиозен графт и вътрешна фиксация. Според изследването проведено при 12 пациента, този метод предоставя предимствата на по-опростена хирургична техника и сходна корекция на наличната деформация.⁶²

Повечето литературни източници не откриват статистически значима разлика между вероятността за костно срастване и биомеханичната стабилност на графт от дистален радиус и crista iliaca.^{117,315} При обзор на литературата по темата, обхващащ 48 статии (1602 пациенти) с псевдоартроза лекувани с двата вида присадък се установява сходно костно срастване- 89% при дисталния радиус и 87%- при гребена на хълбочното крило.²³⁸ Тези резултати се потвърждават от биомеханично изследване на свойствата на двата типа

графт на Jarrett и съавт. върху гривнени стави на кадаври. Не се открива разлика в костното срастване, обема на движение в китковата става или функционалните резултати след прилагане на двата присадъка според Goyal¹²⁸ и съавт. В проследената серия от пациенти също не се открива статистически значима разлика по отношение на резултата от лечението оценен чрез DASH и MAYO между присадъка от дистален радиус и crista iliaca.

Потвърждава се обаче твърденията на повечето автори, че графтът от дистален радиус е технически по-лесен за повдигане и прилагане, а присадъкът от crista iliaca е свързан с коморбидност на донорния участък.³¹⁵ Трябва да се отбележи значително по-голямата интраоперативна продължителност при пациентите лекувани по този метод. При всички случаи от серията се наблюдава наличие на болка и дискомфорт в донорната зона в ранния постоперативен период. Tambe и съавт. докладват това усложнение 9 от 44 пациента лекувани с остеопластика от crista iliaca.

След откриването на винта на Herbert през 1984, хиляди проучвания са проведени с цел подобряване на стабилността, която осигурява компресивната винтова остеосинтеза. Съществуват няколко поколения импланти на Herbert. Съвременните винтове имат по-малък диаметър, което позволява извършването на остеосинтезата с повече от един имплант. Напоследък се изказват съмнения относно „класическия“ метод за вътрешна фиксация при псевдоартрози на os scaphoideum- 1 канюлиран винт. Според някои автори предвид сложните и многоосни движения на os scaphoideum, фиксацията с 1 винт не осигурява достатъчна ротационна стабилност. При 2 от случаите в комбинация с винт е използвана К- игла за антиротация. При 24 от пациентите със същата цел сме приложили втори компресивен винт. Поставянето на втори компресивен винт увеличава силите на компресия между двата фрактурни фрагмента. Няма яснота относно оптималните сили на компресия необходими за постигане на костно срастване *in vivo*, но е доказано, че вероятността за нормално срастване се увеличава експоненциално на увеличаване на компресията между фрагментите.^{13,157} Според Quadbauer²⁴² и съавт., вътрешната фиксация с 2 винта на Herbert осигурява по-ефективно костно срастване, но не открива разлика във функционалните резултати следоперативно. Тези резултати се потвърждават от същите автори при сравнително изследване на оперативно лечение на псевдоартрози с 1, с 2 винта и с плака. Те докладват костно срастване при 60% от пациентите, при които е използван 1 компресивен винт, 83%- при 2 компресивни винта и 85% при пациентите с плака. Не се установява разлика между силата на захвата и обема на движение в трите

групи.²⁴¹ При проучване случаите в серията, се установи със статистическа достоверност по-добра ефективност на оперативното лечение в групата, при която остеосинтезата е извършена с 2 винта на Herbert. Тези резултати се отдават на по-добрата ротационна стабилност и компресия между фрагментите, които намаляват риска от дислокация.

При избора на оперативен достъп в съображение е взета необходимостта от по-добра интраоперативна видимост при корекция на деформацията тип „гърбица“ с кортико-спонгиозен графт при псевдоартрозите на талията на os scaphoideum. В тези случаи е използван палмарен достъп, поради достъпността до воларния кортикален слой за влагане на костния присадък.⁶⁸ Съществуват противоречия относно предимствата му за намаляване на риска от ятрогенна увреда на кръвоснабдяването на костта.³⁰³ Той е технически по-сложен за изпълнение поради ригидността на воларния лигаментарен апарат на китката. Трябва да се отбележи, че при воларния достъп при 2 от случаите са възникнали технически затруднения при поставяне на K- игла водач по централната ос на os scaphoideum поради пространствените обструкции, които създава os trapezium. В тези случаи е извършена частична ексцизия на костта, за осигуряване на по-добра визуализация. Потвърждават се схаванията на Tumilty³³² и колектив, че палмарният хирургичен достъп крие по-голяма опасност за пенетриране на остеосинтезния материал в ставата.

При несрастванията на проксималния полюс е приложен дорзален достъп до костта, който е технически по-лесен за изпълнение, поради по-точното идентифициране на основните анатомични ориентери и липсата на карпални кости, които да възпрепятстват постигането на оптимална редукция и фиксация. Той дава възможност за антероградно пласиране на компресивния винт. Повишено внимание се изисква при дезинсериране на връзковия апарат по дорзалната повърхност на os scaphoideum в областта на талията с цел запазване на васкуларизацията на костта интактна.

Резултатите от проведеното проучване не показват статистически значима разлика между успеваемостта на лечението при палмарния и дорзален хирургичен достъп. Може да се направи заключението, че той не оказва влияние върху крайния резултат от операцията и би следвало да бъде избран в зависимост от предпочитанията на хирурга и изискванията, които поставя избраната от него хирургична техника.

Наблюдава се сходство на резултатите от изследването с резултатите от други проучвания за лечение на псевдоартрозата на os scapuloideum с НВКП. (Табл.№75)

Автор	Година	Костно срастване	СЛЪ	DASH	MAYO	Сила на захвата	ПД- ДФ Постоп.	УД-РД Постоп.
J. Kim	2018	91,6%	62°→56°	-	52→70	32→38	88°	46°
C. Hirche	2017	82,2%	57°→58°	-	→77	→42	115°	68°
H.Matsuki	2011	100%	60,5→59	-	→91	-	-	-
M. Cohen	2013	100%	-	→4	→88	37→38	132°	78°
S. Han	2015	100%	61→56	-	70→92	-	149	54
Л.Симеонов С.Георгиева	2019	59,6%	52°→43°	34→9	70→83	30→36	97°	62°

Табл.№75 Сравнение на резултатите от серията с изследвания на други автори

VI.3. СЛЕДОПЕРАТИВНИ УСЛОЖНЕНИЯ

Липсата на рентгенографски потвърдено костно срастване е едно от постоперативните усложнения, което се наблюдава при проследените пациенти. То зависи от много технически фактори свързани с хирургичната интервенция: адекватна репозиция на фрагментите, надеждно опресняване на ръбовете на псевдоартрозата, точност при определяне на дължината на Herbert винта и др. При 23% от случаите не се наблюдава рентгенографско заличаване на псевдоартрозата, въпреки подобряването на клиничните оплаквания и функционалните възможности на гривнената става. Oduwole²²⁵ и съвт. докладват идентична честота на това усложнение при лечение на 132 пациента с псевдоартроза с Herbert винт. Christodoulou⁵⁷ потвърждава тези данни при 23% от псевдоартрозите фиксирани с Herbert винт и 45% от тези фиксирани с К- игла. Голям метаанализ включващ 48 публикации и 1602 оперирани пациенти обобщава честота на това постоперативно усложнение около 10% независимо от типа на използваната

остеосинтеза.²³⁸ Това е проблем, за който все още няма еднозначно обяснение и дефинитивен метод за лечение. При липса на костно срастване в очакваните срокове постоперативно препоръчваме детайлно рентгенографско проследяване на случаите и провеждане на компютърна томография на китката, а при наличие на клинични оплаквания и последващо оперативно лечение.

Аваскуларната некроза на проксималния полюс е другото усложнение, което беше регистрирано в хода на лечението на пациентите в серията. Фрактурите проксимално от мястото на навлизане на хранещите кръвоносни съдове по дорзо-радиалната повърхност на костта водят до исхемия и последваща остеонекроза. По-често това усложнение се наблюдава при пациентите с псевдоартроза в областта на проксималния полюс, но съпътства и тези в областта на талията. При 5 от пациентите белези за АВН са налични предоперативно, но персистират и след хирургичната интервенция. В тези случаи повечето автори препоръчват прилагането на васкуларизирани костни присадъци.^{164,197,208} Според Ribak²⁵¹ и съвт. те осигуряват по-ефективно костно срастване при псевдоартрози в областта на проксималния полюс (90%) в сравнение с неаваскуларизираните (70%). Pinder²³⁸ и съвт. докладват сходна вероятността за срастване при двата типа графт при метаанализ обхващащ 1600 пациенти оперирани с васкуларизирани и неаваскуларизирани присадъци. Трябва да се подчертае техническата трудност и дългото интраоперативно време за прилагане на васкуларизираните. Реваскуларизацията и реконструкцията на авиталния проксимален полюс е трудна задача. При интактен хрущял на скафоидната фоса, редица автори предлагат заместването му с имплант.^{1,199,236} Има редица съобщения относно прилагането на импланти, най-често от пиролитичен карбон (пирокарбон), които успешно се адаптират към карпалната кинематика и ограничават развитието на колапс на китката.²³⁶ При невъзможност за ефективна реконструкция на os scaphoideum се преминава към прилагане на „спасителни процедури“.

Третото усложнение е различният по тежест остеоартрит на гривнената става. Той е резултат от промените в архитектурата на китката, в резултат от псевдоартрозата на os scaphoideum. Честотата на това следоперативно усложнение в световната литература е около 5%.⁹⁰ В нашата серия следоперативен артрит се наблюдава при 12% от пациентите. Той е пряка зависимост от редица предоперативни фактори: степента на разместване на фрагментите, съпътстващи увреди на лигаментарния апарат водещи до

киткова нестабилност. Още Fisk¹⁰¹ докладва, че увредата на перилиунатните лигаменти довежда до ранен китков артрит. В случаите на прогресиращ, симптоматичен артрит на китката, приложение намират т.нар „спасителни процедури“- проксимална карпектомия, частичните и тотални киткови артродези, артроплатиката на гривнената става.^{48,124,208,272,333}

VII. ИЗВОДИ

1. **Образното изследване за поставяне на диагноза** при псевдоартрозите на os scaphoideum започва с провеждане на конвенционална рентгенография на китката. При диагностична неяснота се провежда **компютърна томография**.
2. Клиничните оплаквания и функционалните възможности на пациентите с псевдоартроза на os scaphoideum не корелират с находката от образно-диагностичните изследвания.
3. Изборът на **хирургичното лечение** зависи от локализацията и морфологията на псевдоартрозата.
4. **При неусложнени псевдоартрози в областта на талията**, при които след дебридман на склеротичните участъци се оформя дефект <1мм. подходящо лечение е остеопластика със спонгиозен присадък, който се фиксира с 1 или 2 винта на Herbert.
5. **При псевдоартрози в областта на талията**, които са съпроводени с деформация тип “ гърбица“ и DISI – нестабилност на китката, се подходящо лечение е остеопластика със структуриран присадък за корекция на флексивната деформация, възстановяване на анатомичната дължина и форма на костта и фиксация с 1 или 2 винта на Herbert.
6. **При псевдоартрози на проксималния фрагмент** със запазено кръвоснабдяване подходящо лечение е остеопластика с невакуларизиран спонгиозен присадък и фиксация с 1 или 2 винта на Herbert.
7. **При псевдоартрози с аваскуларен проксимален фрагмент**, потвърден с ЯМР, се препоръчва прилагане на васкуларизиран костен присадък и фиксация с винт на Herbert.
8. **При псевдоартрози с тотална склероза на проксималния полюс** се препоръчва щателен дебридман на склеротичните участъци и запазване на фрагмента с цел създаване на стабилна биомеханична връзка. По този начин се осигурява съхраняване на функцията на проксималната костна редица на китката.
9. **При невъзстановими промени в морфологията на костта или прогресиращ колапс на китката-** (SNAC wrist) в съображение са „спасяващите китката операции“ като: проксимална карпектомия, частични и тотални киткови артродези, артропластика на китката.

VIII. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Псевдоартрозата на os scaphoideum е сравнително честа патология със социална значимост поради таргетната група на засягане и тежките последици на усложненията от ненавременно и неуспешно лечение.

Световната специализирана литература няма унифициран протокол за диагностика и лечение на тази патология поради комплексната ѝ природа.

Настоящият дисертационен труд държи да подчертае важността на ранната диагностика на псевдоартрозата, която осигурява по-добри шансове за успех на последващото лечение.

Той не претендира за максимална изчерпателност, но представя оперативни техники утвърдени в световен мащаб и с доказана ефективност.

При част от пациентите в проучването няма данни за рентгенографски доказано костно срастване, но наблюдаваме статистически достоверно подобряване на функцията на гривнената става и клиничните оплаквания на пациентите. Това съвпада със съвременните схващания за т. нар „примостяване“ или bridging на двата фрагмента на os scaphoideum. То представлява създаване на фиброзен мост между тях, който осигурява стабилност на псевдоартрозата и по този начин предотвратява колапс на проксималната киткова редица и последващи дегенеративни изменение на китката. Наблюдава се облекчаване на субективните оплаквания на пациента, има позитивен ефект върху движенията и силата на китковата става. Това са консенсусът, които беше постигнат от Датската ортопедична общност по отношение на целите на лечение на псевдоартрозите на костите на конгрес на EFFORT през 2020г.²⁷¹

Научните търсения в тази посока продължават, най-вероятно предстоят и други подходи при лечението на този проблем. Модерните технологии на 3D- принтираните модели намират своето приложение и при лечението на псевдоартрозата на os scaphoideum. Редица съобщения за импланти изработени чрез 3D реконструкция на костта по данни от контралатералната здрава ръка се публикуват през последната година.²⁵⁷

IX. БИБЛИОГРАФИЯ

1. Димитров Н, Матов Б. Ендопротезиране на os scaphoideum след посттравматични усложнение. Orthop Trauma 2018;2:91-7
2. Калинов К. Статистически методи в поведенческите и социалните науки. НБУ 2013:616
3. Симеонов Л, Джейкъбсън-Петров Д. Системи за оценка и проследяване на резултатите от лечението на пациенти с ортопедични заболявания на ръката и китката. Съвременни концепции. Orthop Trauma 2013;4:188-202;
4. Adams JD, Leonard RD Fracture of the carpal scaphoid. A new method of treatment with a report of one case. N Engl J Med. 1928;198:401-4
5. Albert MC, Barre PS A scaphoid fracture associated with a displaced distal radial fracture in a child. Clin Orthop 1989;240:232
6. Alshryda S, Shah A, Odak S. Acute fractures of the scaphoid bone: a systematic review and metaanalysis Surgeon 2012;10:218-29
7. Amadio P, Gilette B. Long-term outcomes of scaphoid malunion. Hand 2017;12:26-30
8. Amadio P, Taleisnik J. Fractures of the carpal bones. Green's operative hand surgery 1999: 809-56
9. Amadio PC, Berquist TH, Smith DK. Scaphoid malunion J Hand Surg 1989;14:679-87
10. Amadio PC, Smith DK. Scaphoid anatomy: evaluation with complex motion tomography. Radiol 1989;173:177-80
11. Andersen H. Histochemical studies on the histogenesis of the joints in human fetuses with special reference to the development of joint cavities of the hand and foot. Am J Anat 1961;108:111-22
12. Anderson SE, Steinbach LS, Tschering- Vogel D MRT imaging of of avascular scaphoid nonunion before and after vascularized bone grafting Skeletal Radiol 2005;34:314-20
13. Aro HT, Choa EY: Bone healing patterns affected by loading, fracture fragment stability, fracture type and fracture site compression. Clin Orthop 1993;293: 8-17
14. Bain GI, Bennett JD, MacDermid JC, Richards RS, Roth JH. Measurement of the scaphoid humpback deformity using longitudinal computed tomography: Intra- and inter-observer variability using various measurement techniques. J Hand Surg 1998; 23: 76-81
15. Bain GI, Bennett JD, Richards RS, Slethaug GP, Roth JH. Longitudinal computed tomography of the scaphoid: A new technique. Skeletal Radiology. 1995;24:271-3
16. Bain GI, Watts AC. The outcome of scaphoid excision and four-corner arthrodesis for advanced carpal collapse at a minimum of ten years. J Hand Surg Am. 2010;35:719-25
17. Bain GI. Clinical utilization of computed tomography of the scaphoid. Hand Surg 1999;4:3-9
18. Barber H. The interosseous arterial anatomy of the adult human carpus, Orthopedics. Oxford, 1972; 20

19. Barnard L, Stubbins SG Styloidectomy of the radius in the surgical treatment of the carpal navicular; a preliminary report. *J Bone Joint Surg* 1948;30:98-102
20. Bellmoe MC, Cummine JL, Crocker EF The role of bone scans in the assessment of prognosis of scaphoid fractures *Aust NZ J Surg* 1983;53:133-7)
21. Berger RA The anatomy of the scaphoid *Hand Clin* 2001;17:525-32
22. Berger RA, Crowninshield RD, Flatt AE. The three dimensional rotational behaviors of the carpal bones *Clin Orthop Relat Res.*1982; 167:303-10
23. Berger RA. The ligaments of the wrist. *Hand Clin.* 1997; 13: 63-82
24. Bergman RA *Illustrated Encyclopedia of Human Anatomic Variations.* Anatomy atlases.
25. Bernardshaw SV, Behzadi M Clinical scaphoid score (CSS) to identify scaphoid fracture with MRI in patients with normal X-ray after wrist trauma. *Emerg Med J* 2014;31:659-64
26. Bertelli JA, Peruchi FM, Rost JR, Tacca CP Treatment of scaphoid non-unions by a palmar approach with vascularised bone graft harvested from the thumb. *J Hand Surg* 2007;32:217-23
27. Bervian M, Ribak S, Livani B Scaphoid fracture nonunion: correlation of radiographic imaging, proximal fragment histologic viability evaluation and estimation of viability at surgery. *Int Orthop* 2015;39:67-72
28. Bloom HT, Freeland A, Bowen V The treatment of chronic scapholunate dissociation: An evidence-based assessment of the literature *Orthop* 2003;26:195-203
29. Boeckstyns ME, Herzberg G, Sorensen AI. Can total wrist arthroplasty be an option in the treatment of the severely destroyed posttraumatic wrist? *J Wrist Surg* 2013;2:324-9
30. Bogumill G *Anatomy of the wrist. The wrist and its disorders.* WB Saunders 1988:14-26
31. Bohler L, Trojan E, Jahna H The results of treatment of 734 fresh, simple fractures of the scaphoid. *J Hand Surg Br* 2003;28:319-31
32. Bohler L: *The treatment of fractures.* Grune & Stratton, vol 1. 1956
33. Bora FW, Osterman AI, Brighton CT The electrical treatment of scaphoid nonunion *Clin Orthop* 1981;161:33-8
34. Botte MJ *Skeletal Anatomy. Surgical Anatomy of the hand and upper extremity.* Lippincott Williams and Wilkins 2003;3-91
35. Boyer M. *Traité complet d'anatomie ou description de toutes les parties du corps humain.* Migneret 1815
36. Braga-Silva J, Perucini FM, Moschen GM. A Comparison of the Use of Distal Radius Vascularised Bone Graft and Non-Vascularised Iliac Crest Bone Graft in the Treatment of Non-Union of Scaphoid Fractures *J Hand Surg* 2008;33:636-40
37. Braun NR. Pronator pedicle bone grafting in the forearm and proximal row. *Orthop Trans.* 1983;7:35
38. Breitenseher MJ, Metz VM, Gilula LA Radiographically occult scaphoid fractures: value of MRT imaging in detection *Radiology* 1997;203: 245-50

39. Brismar J. Skeletal Scintigraphy of the Wrist in Suggested Scaphoid Fracture *Acta Radiol* 1988;29:101-7
40. Brooks S, Cicutini FM, Lim S Cost effectiveness of adding magnetic resonance imaging to the usual management of suspected scaphoid fractures *Br J Sports Med* 2005;39:75-9
41. Brunelli F, Mathoulin C Further experience with the index metacarpal vascularized bone graft. *J Hand Surg* 1998;23:311-7
42. Brunelli F, Mathoulin C, Saffar P Description of a vascularized bone graft taken from the head of the 2nd metacarpal bone *Ann Chir Main Memb Super* 1992;11:40-5
43. Bryce TH On certain points in the anatomy and mechanism of the wrist joint reviewed in light of series of Roentgen ray photographs of the living hand *J. Anat Physiol* 1896;31:59
44. Brydie A, Raby N. Early MRI in the management of clinical scaphoid fracture *Br J Radiol* 2003; 76:296-300
45. Buhler U, Nagy H. The issue of vascularity in fractures and non-union of the scaphoid. *J Hand Surg* 1995;20:726-35
46. Buijze GA, Divinskikh, Strackee SD, et al. Osseous and ligamentous scaphoid anatomy: part II. Evaluation of ligament morphology using three-dimensional anatomical Imaging. *J Hand Surg Am.* 2011;36:1936-43
47. Buijze GA, Dvinskikh NA, Strackee SD Osseous and ligamentous scaphoid anatomy: part I A systematic literature review highlighting controversies. *J Hand Surg Am* 2011; 36: 1926-35
48. Buote NJ, McDonald D, Radasch R. Pancarpal and partial carpal arthrodesis. *Compend Contin Educ* 2009;31:180-91
49. Bush CH, Gillepsy T, Dell PC. High-resolution CT of the wrist: initial experience with scaphoid disorders and surgical fusions. *AJR Am Roentgenol* 1987;149:757-60
50. Camus EJ, Millot F, Larivière J, Rtaimate M, Raoult S Kinematics of the wrist using 2D and 3D analysis. Biomechanical and clinical deductions. *Surg Radiol Anat* 2004;26:399-410
51. Camus EJ, Millot F, Larivière J, Rtaimate M, Raoult S The double-cup carpus: a demonstration of the variable geometry of the carpus. *Chir Main* 2008;27:12-9
52. Cerezal L, Abascal F, Canga A Usefulness of gadolinium-enhanced MR imaging in the evaluation of the vascularity of scaphoid nonunions. *AJR J Roentgenol* 2000;174:141-9
53. Ceri N, Korman E, Gunal I, Tetik S. The morphological and morphometric features of the scaphoid. *J Hand Surg* 2004;29:393-8
54. Chacha PB Vascularised pedicled bone grafts *Int Orthop* 1984;8:117-38
55. Chang MA, Bishop AT, Morgan SL The outcomes and complications of 1,2-intercompartmental supraretinacular artery pedicled vascularized bone grafting of scaphoid nonunions. *J Hand Surg* 2006; 31: 387-96
56. Chen SC. The Scaphoid Compression Test. *J Hand Surg Br* 1989;14:323-5
57. Christodoulou LS, Kitsis CK, Chamberlain ST. Internal fixation of scaphoid non-union: a comparative study of three methods. *Injury.* 2001;32:625-30

58. Cihak R Ontodogenesis of the skeleton and muscles of the human hand and foot *Ergeb Anat Entwicklungsgesch* 1972; 46:5-194
59. Clementson M, Besjakov J Union of scaphoid waist fractures assessed by CT scan. *J Wrist Surg* 2015;4:49-55
60. Cockshott WP. Distal avulsion fractures of the scaphoid. *Br J Radiol*, 1980;53:1037-40
61. *Codman* EA, Chase HM The diagnosis and treatment of fracture of the carpal *scaphoid* and dislocation of the semilunar bone. *Annals of Surgery* 1905;41
62. Cohen MS, Jupiter JB, Fallahi K Scaphoid waist nonunion with humpback deformity treated without structural bone graft. *J Hand Surg* 2013;38:701-5
63. Compson J The anatomy of acute scaphoid fractures. A three dimensional analysis of pattern. *J Bone Joint Surg* 1998;80:218-24
64. Compson JP, Waterman JK, Heatley F.W. The radiological anatomy of the scaphoid. Part 1: osteology. *J Hand Surg.* 1994; 19: 183-7
65. Compson JP, Waterman JK, Heatley FW The radiological anatomy of the scaphoid. Part 2: Radiology. *J Hand Surg. Br* 1997;22:8-15
66. Cooney WP Scaphoid fractures: current treatments and techniques. *Instr Course Lect* 2003;52:197-208
67. Cooney WP, Dobyns JH Fractures of the scaphoid: a rational approach to management. *Clin Orthop Relat Res.* 1980;149:90-7
68. Cooney WP, Dobyns JH, Linscheid Nonunion of the Scaphoid. Analysis of the Results from Bone Grafting. *J. Hand Surg.* 1980;5: 343-54
69. Cooney WP, Linscheid RL, Dobyns JH, Wood MB. Scaphoid nonunion: role of anterior interpositional bone grafts. *J Hand Surg Am* 1988;13:635-50
70. Crisco JJ, McGovern RD, Wolfe SW. Noninvasive technique for measuring in vivo three-dimensional carpal bone kinematics. *J Orthop Res* 1999;17:96 –100
71. Crisco JJ, McGovern RD. Efficient calculation of mass moments of inertia for segmented homogeneous three-dimensional objects. *J Biomech* 1998;31:97–101
72. Crisco JJ, Wolfe SW, Neu CP, Pike S. Advances in the in vivo measurement of normal and abnormal carpal kinematics. *Orthop Clin North Am* 2001;32:219 –31
73. Cruveilhier J *Traité d'anatomie descriptive.* 1st ed. Meline, Cans et Cie.1837
74. *Davies* R, Tothill P. Blood flow and clearance in tendons. *NEngl J Med* 1967;276:680–3
75. Decoulx P, Razemon JP, Lemerle P. Fractures and Pseudarthroses of the Scaphoid Carpal Apropos of 56 Cases *Lille Chir* 1959;14:113-33
76. Destot E. Injuries of the wrist. A radiological study. *Clin Orthop Relat Res* 1986;202:3-11
77. Dias JJ, Brenkel IJ, Finlay DB Patterns of union in fractures of the waist of the scaphoid *J Bone Joint Surg. Br.*1989;71:307
78. Dias JJ, Taylor M, Thompson J, Brenkel IJ, Gregg PJ. Radiographic signs of union of scaphoid fractures: An analysis of inter-observer agreement and reproducibility. *J Bone Joint Surg* 1988; 70: 299–301
79. Dias JJ, Thompson J, Barton NJ, Gregg PJ. Suspected scaphoid fractures: the value of radiographs. *J Bone Joint Surg* 1990;72:98-101

80. Dias JJ, Wildin CJ, Bhowal B, Thompson JR: Should acute scaphoid fractures be fixed? A randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg* 2005;87:2160–8
81. Dickinson JC, Shannon JG Fractures of the carpal scaphoid in Canadian army. A review and commentary. *Surg Gynec and Obstet* 1944;79:234-9
82. Ditsios K, Konstantinidis I, Agas K, Christodoulou A comparative meta-analysis on the various vascularized bone flaps used for the treatment of scaphoid nonunion *J Orthop Res* 2017;35:1076-1085
83. Dobyns JH. Fractures of the hand and wrist. *Hand Surg* 1984;111
84. Doi K, Oda T, Soo-Heong T, Nanda V. Free vascularized bone graft for nonunion of the scaphoid. *J Hand Surg Am.* 2000;25:507-19
85. Donati O, Zanetti M, Nagy L Is dynamic gadolinium enhancement needed in MR imaging for the preoperative assessment of scaphoidal viability in patients with scaphoid nonunion? *Radiology* 2011;260:808–16
86. Downing FH Excision of the distal fragment of the scaphoid and styloid process of the radius for nonunion of the carpal scaphoid. *West J Surg Obstet Gynecol.* 1951;59:217–8
87. *Drewniany JJ*, Palmer AK, Flatt, E. The scaphotrapezium ligament complex: an anatomic and biomechanical study, *J. Hand Surg.* 1985;10:492
88. Duppe H, Johnell O, Lundborg G, Karlsson M. Long-term results of fracture of the scaphoid : a follow-up study of more than thirty years. *J Bone Joint Surg* 1994;76:249-52
89. Ebri B, Ros R, Monzon A Contribucion al estudio de los huesos accesorios de la mano. *Rev Esp Cir Mano* 1982;2465-76
90. Eddeland A, Eiken O, Hellgren E. Fractures of the scaphoid *Scand J Plast Reconstr Surg* 1975;9:234-9
91. Eitenmuller JP, Haas HG. Behandlungsergebnisse bei 158 Kahnbeinverletzungen an der Hand. *Arh Orthop Trauma Surg* 1978;91:45-51
92. Elias- Garcia M. Kinetic analysis of carpal stability during grip *Hand Clin* 1997;13:151-8
93. Elias- Garcia M, Luch A. Partial excision of the scaphoid: is it ever indicated? *Hand Clin* 2001;17:687-95
94. Feipel V, Dourdoufis M, Salvia P, Rooze M The use of medical imaging-based kinematic analysis in the evaluation of wrist function and outcome. *Hand Clin* 2003;19:401-9
95. Fernandez DL A technique for anterior wedge-shaped grafts for scaphoid nonunions with carpal instability *J Hand Surg* 1990;15:733-7
96. Fernandez DL, Egli S. Non-union of the scaphoid. Revascularization of the proximal pole with implantation of a vascular bundle and bone-grafting. *J Bone Joint Surg* 1995;77:883-93
97. Ferreres A, Lluch . Universal total wrist arthroplasty: midterm follow-up study. *J Hand Surg Am.* 2011; 36:967-73
98. Filan SL, Herbert TJ Herbert screw fixation of scaphoid fractures. *J Bone Joint Surg* 1996;78:519-29

99. Finsen V, Hofstad M, Haugan H. Most scaphoid non-unions heal with bone chip grafting and Kirschner-wire fixation: thirty-nine patients reviewed 10 years after operation. *Injury*. 2006;37:854-9
100. Fisk CR The wrist. *J Bone Joint Surg* 1984;66:396-407
101. Fisk GR Carpal instability and the fractured scaphoid. *Ann Roy Coll Surg* 1970;46:63-76
102. Fisk GR. The development of wrist surgery: An historical review. *The wrist and its disorders*. WB Saunders, Philadelphia 1988: 1-13
103. Fisk GR: Operative surgery, part II. In Bentley G, editor: *Orthopaedics* 1979, Butter 540
104. Fisk GR: Overview of wrist injuries. *Clin Orthop* 1980;149:137-43
105. Fisk GR: Volar wedge grafting of the carpal scaphoid in non-union associated with dorsal instability patterns. *J Bone Joint Surg* 1982;64:632-3
106. Fogg Q. Scaphoid variation and an anatomical basis for variable carpal mechanics. Adelaide 2004
107. Fowler C, Sullivan B, Williams LA, McCarthy G, Savage R, Palmer A. A comparison of bone scintigraphy and MRI in the early diagnosis of the occult scaphoid waist fracture. *Skeletal Radiol* 1998; 27:683-7
108. Fox MG, Gaskin CM, Anderson Assessment of scaphoid viability with MRI: A Reassessment of findings on unenhanced MR Images. *AJR* 2010;195:4
109. Freedman DM, Botte MJ, Gelberman RH. Vascularity of the carpus. *Clin Orthop Relat Res* 2001;383:47-59
110. Freeland P. Scaphoid tubercle tenderness: a better indicator of scaphoid fractures? *Arch Emerg Med* 1989;6:46-50
111. Friedman L, Johnston GH, Yong-Hung K. Computed tomography of wrist trauma. *Can. Assoc Radiol J* 1990;41:141-5
112. Ganel A, Engel J, Oster Z. Bone scanning in the assessment of fractures of the scaphoid. *J Hand Surg* 1979;4:540-3
113. Garcia- Elias M. Kinematic analysis of carpal stability during grip. *Hand Clin* 1997;13:151-8
114. Garcia-Elias M, Lluch A Partial excision of scaphoid: is it ever indicated? *Hand Clin*. 2001;17:687-95
115. Garcia-Elias M. Anatomy of the wrist. *The wrist* 2001;7-20
116. Gardner E. The development and growth of bone and joints. *J Bone Joint Surg* 1963;45:856-62
117. Garg B, Goyal T, Kotwal PP. Local distal radius bone graft versus iliac crest graft for scaphoid nonunion: a comparative study. *Musculoskelet Surg* 2013;97:109-14
118. Garn SM, Rohmann CG. Variability in the order of ossification of the bony centers of the hand and wrist. *Am J Phys Antropol* 1960;18:219-30
119. Geissendorfer H Erfolgreiche Behandlung veralteter Kahnbeinbrüche der Hand durch Nagelung. *Zentralbl Chir* 1950;13:906-12

120. Geissler W, Slade JF Fractures of the carpal bones In Wolfe SW, Hotchkiss RN, Pederson WC: Green's Operative hand surgery, ed 6; 2011
121. Gelberman RH, Gross MS. The vascularity of the wrist. Identification of the arterial patterns at risk. Clin Orthop Relat Res. 1986;202:40-9
122. Gelberman RH, Menon J. The vascularity of the scaphoid bone. J Hand Surg Am. 1980;5:508-13
123. Gellman H, Caputo R, Carter V, Aboulafia A. Comparison of short and long thumb spica cast for non-displaced fractures of the carpal scaphoid. J Bone Joint Surg Am. 1980;5:354
124. Giannikas D, Karageorgos A, Karabasi A. Capitulate arthrodesis maintaining carpal height for the treatment of SNAC wrist. J Hand Surg Eur 2010; 35:198-201
125. Gieserking H Die Nagelung als Behandlungsmaßnahme beim frischen und alten Kahnbeinbruch Z Orthop 1951;58:291-307
126. Gilbert TJ Imaging of acute injuries to the wrist and hand. Radiol Clin Am 1997;35:701-25)
127. Gomes E, Armanelli F, Saliba G Pseudarthrosis of the tubercle of the scaphoid in immature skeleton: case report. RBO 2011;47:513-6)
128. Goyal T, Sankineani SR, Tripathy SK Local distal radius bone graft versus iliac crest bone graft for scaphoid nonunion: a comparative study Musculoskelet Surg 2013;97:109-14
129. Gras M, Mathoulin C. Vascularised bone graft pedicled on the volar carpal artery from the volar distal radius as primary procedure for scaphoid nonunion. Orthop Traum Surg Res 2011;97:800-6
130. Graziani A. L'esame radiologico del carpo Radiol Med 1940
131. Green DP The effect of avascular necrosis on Russe bone grafting for scaphoid nonunion. J Hand Surg 1985;10:597-605
132. Green MH, Hadied AM, LaMont RL Scaphoid Fractures in Children J Hand Surg 1984;9:536
133. Green's Operative Hand Surgery 7th Edit, 2017
134. Grettve S. Arterial anatomy of the carpal bones. Acta-Anat 1955; 25:331-45
135. Grewal R, Suh N, Macdermid JC. Use of computed tomography to predict union and time to union in acute scaphoid fractures treated nonoperatively. J Hand Surg 2013;38:872-87
136. Guimberteau JC, Panconi B Recalcitrant non-union of the scaphoid treated with a vascularized bone graft based on the ulnar artery. J Bone Joint Surg 1990;72:88-97
137. Gunal I, Ozcelik A, Gokturk E Correlation of magnetic resonance imaging and intraoperative bleeding to assess the vascularity of scaphoid nonunion. Arch Orthop Trauma Surg 1999;119:285-7
138. Hadley RC, Pooley J. The venous anatomy of the scaphoid. J Anat 1991;178:115-8
139. Hamrick MW. Functional morphology of the lemuriform wrist joint and the relationship between wrist morphology and positional behaviour in arboreal primates. Am J Phys Antropol 1997;99:319-44

140. Hankin FM, Smith PA, Braunstein EM. Evaluation of the carpal scaphoid. *Am Fam Pract* 1986;34:129-32
141. Hansen TB, Petersen RB, Barckman J Cost-effectiveness of MRI in managing suspected scaphoid fractures *J Hand Surg* 2009;17:35
142. Hegazy G. Percutaneous screw fixation of scaphoid fracture nonunion without bone grafting. *J Hand Microsurg* 2015;7:250-5
143. Heinzelmann AD, Archer G, Bindra RR. Anthropometry of the human scaphoid. *J Hand Surg Am* 2007;32:1005-8
144. Herbert TJ *The fractured scaphoid*. St. Louis Quality Med Pub, 1990
145. Herbert TJ, Fisher WE Management of the fractured scaphoid using a new bone screw. *J Bone Surg Br.* 1984;66:114-23
146. Hindman BW, Kulik WJ, Lee G, Avolio RE. Occult fractures of the carpals and metacarpals: demonstration by CT. *AJR Am J Roentgenol* 1989;153:529-32
147. Hirche C, Heffinger C, Xiong L The 1,2- intercompartmental supraretinacular artery vascularized bone graft for scaphoid nonunion: management and clinical outcome. *J Hand Surg* 2014;39:423-9
148. Hita-Contreras F, Martinez A, Ortiz R Development and morphogenesis of human wrist joint during embryonic and fetal period *J Anat* 2012; 220:580-90
149. Horii E, Nakamura R, Watanabe K. Scaphoid fracture as a ‘puncher’ fracture. *J Orthop Trauma* 1994; 8:107-10
150. Hove LM. Epidemiology of scaphoid fractures in Bergen, Norway. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg* 1999; 33: 423 – 6
151. Hunter JC, Escobedo EM, Wilson AJ *Green’s Operative Hand Surgery*. 5th ed. 2005;23130
152. Imaeda T, Nakamura R, Miura T, Makino N. Magnetic resonance imaging in scaphoid fractures. *J Hand Surg* 1992 17:20–7
153. Inoue G, Shionoya K, Kuwahta Y: Herbert screw fixation for scaphoid nonunions. An analysis of factors influencing outcome. *Clin Orthop Relat Res* 1997;22:153-60
154. Ishikawa J, Cooney WO The effects of wrist distraction on carpal kinematics. *J Hand Surg* 1999;24:113-20
155. Islam O, Soboleski D, Symons S Development and duration of radiographic signs of bone healing in children *Am J Roentgenol* 2000;175:75-8
156. Jessu M, Wavreille G, Strouk G, Fontaine C Scaphoid non-unions treated by Kuhlmann's vascularised bone graft: radiographic outcomes and complications *Chir Main* 2008;27:87-96
157. Johner R, Joerger K, Perren SM: Rigidity of pure lag screw fixation as a function of screw inclination in an in vivo spiral osteotomy. *Clin Orthop.* 1983;178: 74-9
158. Jones DB, Burger H, Bishop AT, Shin AY Treatment of scaphoid waist nonunions with avascular proximal pole and carpal collapse: a comparison of two vascularised bone grafts. *J Bone Joint Surg* 2008;90:2616-25
159. Jones DB, Rhee PC, Shin AY Vascularized bone grafts for scaphoid nonunions *J Hand Surg* 2012;37:1090-4

160. Jones NF, Burger H, Bishop AT Treatment of a scaphoid nonunion using human bone morphogenetic protein. *J Hand Surg* 2005; 30:528-33
161. Jonsson K, Jonsson A, Sloth M CT of the wrist in suspected scaphoid fracture *Acta Radiol* 1992;33:500-1
162. Jorgensen TM, Andersen JH, Thommesen P Scanning and radiology of the carpal scaphoid bone *Acta Orthop Scand* 1979;50:663
163. Jupiter, JB; Edwards, JE Dislocations and fracture dislocations of the carpus *Flynn's Hand Surgery* 1991;4:198-9
164. Kakar S, Bishop AT, Shin AY Role of vascularized bone grafts in the treatment of scaphoid nonunions associated with proximal pole avascular necrosis and carpal collapse *J Hand Surg Am.* 2011; 36:722-5
165. Kaplan EB. Taleisnik J. The wrist. Spinner M. Kaplan's functional and surgical anatomy of the hand. 3rd ed. JB Lippincott, Philadelphia 1984: 153-201
166. Kauer J.M. The interdependence of carpal articulation chains. *Acta Anat.* 1974; 88: 481-501
167. Kawai H, Yamamoto K Pronator quadratus pedicled bone graft for old scaphoid fractures *J Bone Joint Surg* 1988;70:829-31
168. Kawamura K, Chung KC. Treatment of scaphoid fractures and nonunions. *J Hand Surg* 2008;33:988-97
169. Kim JK, Yoon JO, Baek H Corticocancellous bone graft vs cancellous bone graft for the management of unstable scaphoid nonunion *Orthop Traumatol Surg Res* 2018;104:115-20
170. Kirschenbaum D, Schneider LH, Kirkpatrick WH. Scaphoid excision and capitulunate arthrodesis for radioscaphoid arthritis. *J Hand Surg Am.* 1993;18:780-5
171. Kobayashi M, Garcia-Elias M, Ritt MJ Axial loading introduce rotation on the proximal carpal row bones around unique screw displacement axes. *J Biomech* 1997;30:1165-87
172. Kozin SH. Incidence, mechanism, and natural history of scaphoid fractures. *Hand Clin* 2001;17:515-24
173. Krasin E. Review of the current methods in the diagnosis and treatment of scaphoid fractures. *Postgrad Med* 2001;77:235-7
174. Krastman P, Mathijssen NM, Bierma-Zeinstra SMA, Kraan G Diagnostic accuracy of history taking, physical examination and imaging for phalangeal, metacarpal and carpal fractures: a systematic review update *BMC Musculoskelet Disord* 2020;21:12
175. Kraus R, Boringer G, Meyer C, Stahl JP Fractures of the scaphoid tubercle. *Handchir Mikrochir Plast Chir* 2005;37:79-84
176. Kuhulmann JN, Mimoun M, Boabighi A, Baux S Vascularised bone graft pedicled on the volar carpal artery for non-union of the scaphoid *J Hand Surg* 1987;12:203-10
177. Kuschner SH, Lane CS, Brien WW Scaphoid fractures and scaphoid nonunion. Diagnosis and treatment. Review. *Orthop Rev* 1994;23:861-71

178. Langer MF, Unglaub F, Breiter S Anatomy and pathobiomechanics of the scaphoid. *Unfallchirurg* 2019;122:170-81
179. Lanz T, Wachsmuth W. *Practische Anatomie* 1959 Springer
180. Larribe M, Gay A, Freire V, Bouvier C Usefulness of dynamic contrast-enhanced MRI in the evaluation of the viability of acute scaphoid fracture *Skeletal Radiol* 2014;43:1697-703
181. Larsen CF, Brondum V, Skov O Epidemiology of scaphoid fractures in Odense, Denmark. *Acta Orthop Scand* 1992;63:216-8
182. Lee SB, Kim HJ, Chun JM Osseous microarchitecture of the scaphoid: Cadaveric study of regional variations and clinical implications. *Clin Anat* 2012;25:203-11
183. Lepisto J, Mattila K, Nieminen S. Low field MRI and scaphoid fracture. *J Hand Surg Br.*1995;20:539-42
184. Leslie IJ, Dickson RA. The fractured carpal scaphoid. *J Bone Joint Surg Br* 1981;63:225-30
185. Lewis CM, Yang Z, Gilula LA Validation of the extensor carpi ulnaris groove as a predictor for the recognition of standart postero-anterior radiographs of the wrist. *J Hand Surg* 2002;27:252-7
186. Lewis OJ he development of the human wrist joint during the fetal period. *The Anat Rec.* 1970;166:499-515
187. Lindgren E Some radiological aspects of the carpal scaphoid and its fractures *Acta Chir Scand* 1949;98:538-48
188. Linscheid RL, Weber ER. Scaphoid fractures and nonunion. *The wrist: diagnosis and operative treatment.* Mosby; 1998;385–430
189. London P. The broken scaphoid bone- the case against pessimism *J Bone Joint Surg.* 1961;43:237-44
190. Lozano-Calderon S, Blazar P, Lee SG, Ring D Diagnosis of scaphoid fracture displacement with radiography and computed tomography *J Bone Join Surg* 2006;88:2695-703
191. Lundkvist L, Barfred T.Total wrist arthroplasty. Experience with Swanson flexible silicone implants.*Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg.* 1992; 26:97-100
192. Lutzeler H: Die entstehungsursache der pseudarthrose nach bruch des kahnbeins der hand. *Dtsch Z Chir* 1932; 235:450-67
193. Mack GR, Kelly JP, Lichtman DM Scaphoid Nonunion. In: *The wrist and its disorders.* Philadelphia:WB Saunders 1997:234-67
194. Mack MG, Keim S, Balzer JO Clinical impact of MRI in acute wrist fractures. *Eur Radiol* 2003;13:612-17
195. Mack R, Bosse J, Richard H The natural history of scaphoid nonunion. *J Bone Joint Surg* 1984;66:504-9
196. Mathoulin C, Arianni M. Treatment of the scaphoid humpback deformity – is correction of the dorsal intercalated segment instability deformity critical? *J Hand Surg* 2018;43:13-23
197. Mathoulin C, Gras M, Roukos S Vascularized bone grafting from the volar distal radius for carpal bones reconstruction *Chir Main.* 2010; 29:65-76

198. Mathoulin C, Haerle M Vascularised bone graft from the palmar carpal artery for treatment of scaphoid nonunion *J Hand Surg* 1998;23:318-23
199. Mathoulin C. Arthroscopic arthroplasty for proximal pole scaphoid nonunion; WB Saunders 2001; 341–358
200. Matti H. Technik und Resultate meiner Pseudarthrosenoperation. *Zentralbl Chir* 1936;63:1442-53
201. Matin P The appearance of bone scans following fractures, including immediate and long term studies. *J Nucl Med* 1979;20:1277
202. Mayfield JK, Johnson RP, Kilcoyne RF. The ligaments of the human wrist and their functional significance. *Anat Rec.* 1976; 186: 417-28
203. Mazet R Fractures of the carpal navicular, analysis of 91 cases and review of the literature. *J Bone Joint Surg* 1963;45:82-112
204. McLaughlin HL, Parkes JC Fracture of the carpal navicular (scaphoid) bone: gradations in therapy based upon pathology *J Trauma* 1969;9:i311-8
205. McLean JM, Bain GI, Watts AC Imaging recognition of morphological variants at the midcarpal joint. *J Hand Surg Am* 2009;34:1044-55
206. McNally EG, Goodman R, Burge P The role of MRI in the assessment of scaphoid fracture healing: a pilot study. *Eur Radiol* 2000;10:1926-8
207. Merrell GA, McDermott EM, Weiss AP. Four-corner arthrodesis using a circular plate and distal radius bone grafting: a consecutive case series *J Hand Surg Am.* 2008; 33:635-42
208. Merrell GA, Wolfe SW, Slade JF Treatment of scaphoid nonunions: quantitative meta-analysis of the literature. *J Hand Surg* 2002;27:685-91
209. Michael I, Vender MD, Kirk H Degenerative change in symptomatic scaphoid nonunion *J Hand Surg* 1987;12:514-9
210. Moojen TM, Snel JG, Ritt MJ. Scaphoid kinematics in vivo *J Hand Surg* 2002;27:1003-10
211. Moritomo H, Murase T, Goto A. Capitate-based kinematics of the midcarpal joint during wrist radioulnar deviation *J Hand Surg* 2004;29:668-75
212. Moritomo H, Viegas SF, Elder KW. Scaphoid nonunions: a 3-dimensional analysis of patterns of deformity. *J Hand Surg* 2000;25:520-8
213. Moritomo H, Viegas SF, Nakamura K The scaphotrapezio-trapezoidal joint. An anatomic and radiographic study. *J Hand Surg* 2000;25:899-910
214. Moritomo H, Viegas SF, Nakamura K, The scaphotrapezio-trapezoidal joint. Part 1: an anatomic and radiographic study. *J Hand Surg.* 2000; 25: 899-910
215. Munk B, Larsen CF. Bone grafting the scaphoid nonunion: a systematic review of 147 publications including 5,246 cases of scaphoid nonunion. *Acta Orthop Scand* 2004;75:618-29
216. Muramatsu K, Bishop AT. Cell repopulation in vascularized bone grafts *J Orthop Res* 2002;20:772-8
217. Murray G End results of bone-grafting for non-union of the carpal navicular. *J Bone Joint Surg* 1946;28:749-55

218. Masquelet AC, Romana MC, Penteadó CV, Carlíoz H. Vascularised periosteal grafts: anatomis description, experimental study, preliminary report of clinical experience *Rev Chir Orthop* 1988;74:240-3
219. Matti H. Technik und Resultate meiner Pseudarthrosenoperation. *Zentralbl Chir* 1936;63:1442-53
220. Nakamura R, Imaeda T, Horii E, Miura T Analysis of fractutre displacement by three dimensional computed tomography. *J Hand Surg* 1991;16:485-92
221. Nakamura T, Cooney WP, Lui WH. Radial styloidectomy: a biomechanical study on stability of the wrist joint. *J Hand Surg Am.* 2001;26:85-93
222. Nielsen PT, Hedeboe J, Thommesen P Bone scintigraphy in the evaluation of fracture of carpal scaphoid bone *Acta Orthop Scand* 1982;54:303
223. O'Connor JF, Cohen J. Dating fractures. In: Kleinman PK, ed. *Diagnostic imaging of child abuse.* Williams & Wilkins, 1987:168–77
224. Oblatz BE. Non-union of fractures of the carpal navicular. *J Bone Joint Surg* 1938; 20:424-8
225. Oduwole KO, Cichy B, Dillon JP Acutrak versus Herbert screw fixation for scaphoid non-union and delayed union. *J Orthop Surg* 2012;20:61-5
226. Oka K, Murase T, Moritomo H. Patterns of bone defect in scaphoid nonunion: a systematic review. *J Hand Surg* 2005;30:359-65
227. O'Rahilly R, Gardner E. Timing and sequence of events in the development of the limbs in the human embyo. *Anat Embryol* 1975;148:1-23
228. O'Rahilly R, Gardner E. The initial appearance of ossification in staged human embryos. *Amer. J. Anat* 1972; 7
229. O'Rahilly R, Muller F. Stages in early human development. *Future Aspects in Human in vitro Fertilization* Springer 1987
230. Pao VS, Chang J. Scaphoid nonunion: diagnosis and treatment. *Plast Reconstr Surg* 2003;112:1666-76
231. Parvizi J, Wayman J, Kelly P Combining the clinical signs improves diagnosis of scaphoid fractures. A prospective study with follow-up *J Hand Surg* 1998;23:324-7
232. Patel RM, Kalainov DM, Chilelli BJ Comparisons of three radiographic views in assessing for scapholunate instability *Hand* 2015;10:233-8
233. Patterson R, Moritomo H, Yamaguchi S. Scaphoid anatomy and mechanics: Update and review. *Op Tech Orthop* 2003;13: 2-10
234. Patterson RM, Elder KW, Viegas SF. Carpal bone anatomy measured by computer analysis of three-dimentional reconstructions of computed tomography images. *J Hand Surg* 1995;20:923-9
235. Patterson RM, Nicodemus CL, Viegas SF, Elder KW, Rosenblatt J. High- speed three dimentional kinematic analysis of the normal wrist. *J Hand Surg* 1998; 23:446-53
236. Pequignot JP, Lussiez B, Allieu Y A adaptive proximal scaphoid implant]. *Chir Main.* 2000; 19:276-85
237. Pfaeffle H, Blankenhorn B, Stabile K, Imbriglia J. Technical brief: development and validation of a ct-based methodology to measure carpal kinematics. *J Biomech Eng* 2005;127:541–8

238. Pinder R, Brkljac M, Rix L Treatment of scaphoid nonunion: A systematic review of the existing evidence. *J Hand Surg* 2015;24:1797-805
239. Poirier P, Charpy A. *Traité d'anatomie humaine*. Masson et Cie 1899
240. Preiser G. Eine typische posttraumatische und zur Spontanfraktur führende Ostitis des Naviculare Carpi. *Fortschr Geb Rontgenstr* 1911;17:360-2
241. Quadlbauer S, Pezzei C, Beer T Treatment of scaphoid waist nonunion by one, two headless compression screws or plate with or without additional extracorporeal shockwave therapy *Arch Orthop Trauma Surg* 2019;139:281-93
242. Quadlbauer S, Pezzei C, Porta J Treatment of os scaphoid fractures by 1 or 2 Headlessbone screws *Hand* 2016;11:112
243. Querellou S, Arnaud L, Williams T, Breton S. Role of SPECT/CT compared with MRI in the Diagnosis and Management of Patients with wrist trauma occult fractures. *Clin Nucl Med* 2013;22
244. Quinn SF, Murray W, Watkins T, Kloss J. CT for determining the results of treatment of fractures of the wrist. *AJR Am J Roentgenol* 1987;149:109-11
245. Raby N. Magnetic resonance imaging of suspected scaphoid fractures using a low field dedicated extremity MR system. *Clin Radiol* 2001;56:316-20
246. Reigstad O, Holm-Glad T, Bolstad B. Five- to 10-year prospective follow-up of wrist arthroplasty in 56 nonrheumatoid patients. *J Hand Surg Am* 2017; 42: 788-96
247. Registad O, Thorkildsen R, Grimsgaard C Examination of scaphoid fractures and pseudarthrosis *Tidskr Nor Laegeforen* 2015;135:1138-42
248. Reigstad O, Holm-Glad T, Thorkildsen R. Successful conversion of wrist prosthesis to arthrodesis in 11 patients. *J Hand Surg Eur* 2017; 42: 84-9
249. Reigstad O, Grimsgaard C, Thorkildsen R Scaphoid non-unions, where do they come from? The epidemiology and initial presentation of 270 scaphoid non-unions. *Hand Surg*. 2012;17:331-5
250. Rhemrev SJ, Ootes D, Beeres FJ, Meylaerts SA, Schipper IB. Current methods of diagnosis and treatment of scaphoid fractures. *Int Emerg Med*. 2011;4:4
251. Ribak S, Medina CE, Mattar R Jr, Ulson HJ, Ulson HJ, Etchebehere M. Treatment of scaphoid nonunion with vascularised and nonvascularised dorsal bone grafting from the distal radius. *Int Orthop*. 2010;34:683-8
252. Ring D, Jupiter JB, Herndon JH. Acute fractures of the scaphoid. *J Am Acad Orthop Surg*. 2000;8:225-31
253. Robbins RR, Ridge O, Carter PR Iliac crest bone grafting and Herbert screw fixation of nonunions of the scaphoid with avascular proximal poles. *J Hand Surg* 1995;20:818-31
254. Rockwood C, Bucholz R. *Rockwoods and Green Fractures in Adults* 2010
255. Rolfe EB, Garvie NW, Khan MA Isotope bone imaging in suspected scaphoid trauma
256. Rosenthal L, Hill R, Chuang S Observations on the use of 99 m Tc-phosphate imaging in peripheral bone trauma *Radiology* 1976;11:637
257. Rosselo M A case of total scaphoid titanium custom-made 3D-printed prostheses with one-year follow-up. *Case Reports Plast Surg Hand Surg* 2020;7:7-12

258. Roy-Camille R. Fractures et pseudarthroses du scaphoid moyen utilisation d'un greffon pour pédicule. *Actual Chir Orthop.* 1965;4:197–214
259. Rubin DA, Dalinka RH. Expert Panel on Musculoskeletal Imaging. *Acute Hand and Wrist Trauma.* ACR.2005;8
260. Ruby LK, Cooney III WP, An KN, et al: Relative motion of selected carpal bones. *J Hand Surg* 13A:1-10, 1988
261. Russe O Die Kahnbeinpseudarthrose. *Behandlung und ergebnisse.* Hefte Unfallheilkd 1980;148:129-34
262. Russe O Therapeutic results with cancellous bone filling in pseudarthrosis of the navicular bone. *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 1951;81:466-73
263. Russe O: Fracture of the carpal navicular: diagnosis , non-operative treatment, and operative treatment. *J Bone Joint Surg* 1960; 42:759-68
264. Sakuma M, Nakamura R, Imaeda T Analysis of proximal fragment sclerosis and surgical outcome of scaphoid nonunion by magnetic resonance imaging. *J Hand Surg* 1995;20: 201-5
265. Sanders R, Mayou BJ A new vascularised bone graft transferred by microvascular anastomosis as a free flap *Br J Surg* 1979;66:787
266. Sanders WE Evaluation of the humpback scaphoid by computed tomography in the longitudinal axial plane of the scaphoid *J Hand Surg* 1988;13:182-7
267. Sawaizumi T, Nanno M, Nanbu A, Ito H Vascularised graft from the base of the second metacarpal for refractory nonunion of the scaphoid *J Bone Joint Surg* 2004;86:1007-12
268. Sayegh ET, Strauch RJ. Graft choice in the management of unstable scaphoid nonunion: a systematic review. *J Hand Surg* 2014;39:1500-6
269. Schernberg F, Elzein F Bruchformen und Fragmentdislokationen des Kahnbeins der Hand. *Handchirurgie* 1987;19:59
270. Schernberg F, Elzein F, Gerard Y Anatomico-radiological study of fractures of the carpal scaphoid bone. *Problems of abnormal callus.* *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1984;70:55-63
271. Schmal H, Brix M, Bue M. Nonunion - consensus from the 4th annual meeting of the Danish Orthopaedic Trauma Society. *EFORT Open Rev.* 2020;5:46–57
272. Schmidt I. Functional Outcomes After Salvage Procedures for Wrist Trauma and Arthritis (Four-Corner Fusion, Proximal Row Carpectomy, Total Wrist Arthroplasty, Total Wrist Fusion, Wrist Denervation): A Review of Literature *Op Ortop J* 2019;13:217-31
273. Schmitt R, Christopoulos G, Wagner M Avascular necrosis of the proximal fragment in scaphoid nonunion: is intravenous contrast agent necessary in MRI? *Eur J Radiol* 2011;77:222-7
274. Schneck F Die Behandlung der verzögerten Callus-bildung des Os naviculare manus mit der Beck'schen Bohrung. *Zentralbl Chir* 1930;42:2600-3
275. Schrebnan KL, Freeland A, Gilula LA, Yin Y. Imaging of the Hand and Wrist. *Orthop Clin North Am* 1997;28:537-82

276. Schuind F, Cooney WP, Linsheid RL Force and pressure transmission through the normal wrist. A theoretical two-dimensional study in the posteroanterior plane. *J Biomech* 1995;28:587-601
277. Schultz RJ Fractures that are not fractures. The language of fractures. 1990:277-316
278. Schweizer A, von Känel O, Kammer E .Long-term follow-up evaluation of denervation of the wrist. *J Hand Surg Am.* 2006;31:559-64
279. Sennwald GR, Zdravkovic V, Oberlin C The anatomy of the palmar scaphotriquetral ligament. *J Bone Joint Surg Br* 1994;76: 147-9
280. Sgromolo N, Rhee P The Role of Vascularized Bone Grafting in Scaphoid Nonunion *Hand Clin* 2019;35:315-22
281. Shaffer JW, Field GA, Wilber RG Experimental vascularized bone grafts *J Orthop Res* 1987;5:311-19
282. Sheetz KK, Bishop AT, Berger RA The arterial blood supply of the distal radius and ulna and its potential use in pedicled bone grafts. *J Hand Surg* 1995;20:902-14
283. Shenoy R, Pillai A, Hadidi M Scaphoid fractures: variation in radiographic views- a survey of current practice in the West of Scotland region *Eur J Emerg Med* 2007;14:2-5
284. Shin AY, Bishop AT Pedicled vascularized bone grafts for disorders of the carpus: scaphoid nonunion and Kienbock's disease *J Am Acad Orthop Surg* 2002;10:210-6
285. Shubert HE Scaphoid fracture: review of diagnostic tests and treatment *Can Fam Physician* 2000;46:1825-32
286. Schuind F, Haentjens P, Van Innis F Prognostic factors in the treatment of carpal scaphoid nonunions *J Hand Surg* 1999;24:761-76
287. Simonian PT, Trumble TE Scaphoid nonunion. *J Am Acad Orthop Surg* 1994;2:185-91
288. Slade JF, Geissler WP, Gutow AP Percutaneous internal fixation of selected scaphoid nonunions with an arthroscopically assisted dorsal approach *J Bone Joint Surg* 2003;85:20-32
289. Slade JF, Gillon T Retrospective review of 234 scaphoid fractures and nonunions treated with arthroscopy for union and complications. *Scand J Surg* 2008;97:280-9
290. Smet L, Degreef I, Robijns F Salvage procedures for degenerative osteoarthritis of the wrist due to advanced carpal collapse *Acta Orthop Belg* 2006;72:535-40
291. Smith DK, Cooney WP, An KN The effects of simulated unstable scaphoid fractures on carpal motion *J Hand Surg* 1989; 14:283-91
292. Smith DK. Volar carpal ligaments of the wrist: normal appearance on multiplanar reconstructions of three-dimensional Fourier transform MR imaging. *AJR Am J Roentgenol.* 1993; 161: 353-7
293. Smith ML, Bain GI, Chabrel N. Using Computed Tomography to Assist With Diagnosis of Avascular Necrosis Complicating Chronic Scaphoid Nonunion *J Hand Surg* 2009;34:1037-43

294. Smith ML, Bain GI, Turner PC Review of imaging of scaphoid fractures Aust NZ J Surg 2010;80:82-90
295. Somerson JS, Fletcher DJ, Srinivasan RC Percutaneous screw fixation without bone grafting for scaphoid fibrous nonunion. Hand 2015;10:450-3
296. Sotereanos DG, Darlis NA, Dailiana ZH A capsular-based vascularized distal radius graft for proximal pole scaphoid pseudarthrosis J Hand Surg 2006;31:580-7
297. Speed K, Knight RA Campbell's operative orthopaedics, 3rd edn 1956
298. Sprague B, Justis EJ Nonunion of the carpal navicular: Models of treatment Arch Surg 1974;108:692
299. Stamm TT Excision of the Proximal Row of the Carpus.Proc R Soc Med. 1944; 38:74-5
300. Stark A, Broström L, Svartengren G. Scaphoid non-union treated with the Matti-Russe technique. Long-term results. Clin Orthop Relat Res. 1987;214:175
301. Stark A, Brostrom LA, Svartengren G Surgical treatment of scaphoid nonunion Arch Orthop Trauma Surg 1989;108:203-9
302. Stark A, Brostrom LA, Svartengren G. Scaphoid nonunion treated with the Matti-Russe technique: long-term results. Clin Orthop Relat Res 1987;214:175-80
303. Stark HH, Rickard TA, Zemel NP Treatment of Ununited Fractures of the Scaphoid by Iliac Bone Grafts and Kirschner-Wire Fixation J Bone Joint Surg 1988; 70:982-91
304. Steinmann SP, Adams JE Scaphoid fractures and nonunions: diagnosis and treatment J Orthop Sci 2006;11:424-31
305. Steinmann SP, Bishop AT, Berger RA Use of 1,2 intercompartmental supraretinacular artery as a vascularized pedicle bone graft for difficult scaphoid nonunion. J Hand Surg 2002;27:391-401
306. Stewart MJ Fractures of the carpal navicular (scaphoid). A report of 436 cases. J Bone Joint Surg.1954;36:998
307. Storfahl A, Woxholt G, Fjermeros H. Bone scanning of fractures of the scaphoid J Hand Surg 1984;9:189-90
308. Straw RG, Davis TR, Dias JJ: Scaphoid nonunion: treatment with pedicled vascularized bone graft based on 1.2-intercompartmental supraretinacular branch of the radial artery J Hand Surg Br 2002;27:413
309. Streeter GL. Developmental horizons in human embryos. Description of age groups XIX, XX, XXI, XXII and XXIII Contrib Embryol 1951;34:165-96
310. Sunagawa T, Bishop AT, Muramatsu K. Role of conventional and vascularized bone grafts in scaphoid nonunion with avascular necrosis: A canine experimental study. J Hand Surg 2000;25:849-59
311. Szabo RM, Manske Displaced fractures of the scaphoid Clin Orthop Relat Res 1988;230:30)
312. Taleisnik J The Bones of the wrist Churchill Livingstone 1985
313. Taleisnik J, Kelly PJ. The extraosseous and intraosseous blood supply of the scaphoid bone. J Bone Joint Surg Am 1966;48:1125-37
314. Taleisnik J. The ligaments of the wrist. J Hand Surg. 1976; 1: 110-8

315. Tambe AD, Cutler L, Murali SR In scaphoid non-union, does the source of graft affect outcome? Iliac crest versus distal end of radius bone graft *J Hand Surg* 2006;31:47-51
316. Tang P, Gauvin J, Muriuki M. Comparison of the “contact biomechanics” of the intact and proximal row carpectomy wrist. *J Hand Surg Am* 2009; 34: 660-70
317. Taylor GI, Townsend P, Corlett R Superiority of the deep circumflex iliac vessels as the supply for free groin flaps *Plast Reconstr Surg* 1979;64:595
318. Temple CL, Ross DC, Bennet JD Comparison of sagittal CT and plain film radiography in a scaphoid fracture model. *J Hand Surg* 2005;30:534-42
319. Ten Berg PW, Drijkoningen T, Starckee SD, Buljze GA. Classifications of Acute scaphoid fractures: A Systematic Literature Review. *J Wrist Surg* 2016;5:152-9
320. Testut L *Traité d'anatomie humaine*. Octave Doin 1993
321. Testut L, Triate AL. *d'Anatomie Humaine*. Paris: Gaston Doin and company 1928:628-9
322. Tiel-van Buul MM, Beek EJ, van Dongen A The reliability of the 3-phase bone scan in suspected scaphoid fracture: an inter- and intraobserver variability analysis. *Eur Nucl Med* 1992;19:848-52
323. Todd AH. Fractures of the carpal scaphoid. *Br J Surg* 1921;9:7–26
324. Travaglini F. Arterial circulation of the carpal bones *Bull Hosp Joint Dis* 1959; 20:19-36
325. Trezies AJ, Davis TR, Barton NJ. Factors influencing the outcome of bone grafting surgery for scaphoid fracture non-union. *Injury*.2000;31:605-7
326. Trojan E Die Stabilitat der Bruchform des Kahnbeis der Hand Eine anatomische Studie. *M Schr Unfallheilk Versicherungsmed* 67:291
327. Trumble TE Avascular necrosis after scaphoid fracture: a correlation of MRI and histology. *J Hand Surg* 1990; 119285-7
328. Trumble TE. Fractures and dislocations of the carpus. *Principle of hand surgery and therapy* 2000; 90-126
329. Trumble, Thomas E Proximal pole scaphoid fractures and nonunion *J Hand Surg* 2001;1:155-71
330. Tsai TT, Chao EK, Tu YK Management of scaphoid nonunion with avascular necrosis using 1, 2 intercompartmental supraretinacular arterial bone grafts. *Chang Gung Med J*. 2002;25:321–8
331. Tueting JL, Trask DJ. *Scaphoid Fractures and Nonunions*. Scaphoid Anatomy 2015, Springer
332. Tumilty JA, Squire DS. Unrecognized chondral penetration by a Herbert screw in the scaphoid. *J Hand Surg* 1996;21:66-8
333. Tünnerhoff HG, Haussmann P. Partial midcarpal arthrodesis with excision of the scaphoid for the treatment of advanced carpal collapse *Oper Orthop Traumatol*. 2005;17:233-48
334. Urist MR, Strates BS. Bone formation in implants of partially and wholly demineralized bone matrix. *Clin Orthop Relat Res* 1970;71:271-8

335. Vahvanen V, Westerlund M Fracture of the carpal navicular in children. A clinical and roentgenological study of 108 cases. *Acta Orthop Scand*, 1980;51:909-13
336. Vanhees M, Van Riet PR, Van Haver A Percutaneous, transtrapezial fixation without bone graft leads to consolidation in selected cases of delayed union of scaphoid waist *J Wrist Surg*. 2017;6:183-7
337. Vender MI, Watson HK, Wiener BD Degenerative change in symptomatic scaphoid nonunion *J Hand Surg* 1987;12:514-9
338. Verdan C Fractures of the scaphoid. *Surg Clin North Am* 40:461
339. Verdan C, Narakas A Fractures and pseudarthrosis of the scaphoid *Surg Clin north Am* 1968;48:1083-95
340. Vesalius A. *De humani corporis fabrica*.1543
341. Vescei V, Jahna H. Behandlungsergebnisse von frischen, konservativ behandeltenfrischen Kahnbeinbruchen der Hand. *Hefte Unfalheik* 1984; 148:119
342. Viegas S.F. The dorsal ligaments of the wrist. *Hand Clin*. 2001; 17: 65-75
343. Viegas SF, Patterson RM, Werner FW. Joint contact area and pressure *Biomech of the wrist*, Springer 1991;99-126
344. Viegas SF, Yamaguchi S, Boyd NL, Patterson RM. The dorsal ligaments of the wrist: anatomy, mechanical properties, and function. *J Hand Surg*. 1999; 24: 456-68
345. Waeckerle JF. A prospective study identifying the sensitivity of radiographic findings and the efficacy of clinical findings in carpal navicular fractures. *Ann Emerg Med* 1987;16:21-5
346. Waizenegger M, Barton NJ, Davis TRC, Wastie ML. Clinical signs in scaphoid fractures. *J Hand Surg Br* 1994;19:743-7
347. Waizenegger M, Wastie ML, Barton NJ Scintigraphy in the evaluation of clinical scaphoid fractures *J Hand Surg* 1994; 19:750-3
348. Watt AC, Fogg Q, Bain GI Scaphoid anatomy In: Slutsky DJ, *The scaphoid. Theme* 2011;22-30
349. Weber ER and Chao EY. An experimental approach to the mechanism of scaphoid waist fractures. *J Hand Surg* 1978; 3: 142-8
350. Werner FW, Short WH, Fortino MD The relative contribution of selected carpal bones to global wrist motion during simulated plantar and out of plane wrist motion. *J Hand Surg Am*. 1997;22:708-13
351. Williams PL *Osteology Gray's Anatomy* 37th ed 1989;153-201
352. with bone grafting using iliac bone or distal radius bone *J Hand Surg* 2007;32:1367-73
353. Wolfe P, Hotchkiss K In: 6th Green's *Operative Hand Surgery* 2010
354. Wolfe SW, Neu C, Crisco JJ In vivo scaphoid, lunate and capitate kinematics in flexion and in extension. *J Hand Surg Am* 2000;25:860-9
355. Wolfe SW, Neu C, *Crisco* JJ. In vivo *scaphoid*, lunate, and capitate kinematics in flexion and in extension. *J Hand Surg Am*. 2000
356. Woon Tan JS, Tu YK. 2,3 intercompartmental supretinacular artery pedicled vascularized bone graft for scaphoid nonunions *Tech Hand Up Extrem Surg* 2013;17:62-7

357. Yin Y, Mann FA, Gilula LA. Positions and techniques. In: Gilula LA, Yin Y, editors. Imaging of the wrist and hand.1996;123
358. Young DK, Giachino A Clinical examination of scaphoid fractures Phys Sportsmed 2009;37:97-105
359. Yuceturk A, Isiklar ZU, Tuncay C Treatment of scaphoid nonunions with a vascularised bone graft based on the first dorsal metacarpal artery J Hand Surg 1997;22:425-7
360. Zeidemberg C, Siebert JW, Angrigiani C. A new vascularised bone graft for scaphoid nonunion J Hand Surg 1991;16:474-8