

Медицински университет
“Проф. д-р Параскев Стоянов” Варна
Факултет по медицина
Катедра по ортопедия и травматология

д-р Стоян Иванов Иванов

**Минимално инвазивна хирургия
при дислоцирани интраартикулари
фрактури на петната кост**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд за присъждане
на образователна и научна степен „Доктор”

Научен ръководител:

проф. д-р Димитър Иванов Райков, д.м.н

Научен консултант:

проф. д-р Бойко Георгиев – Rüegg, д.ф.н

Варна, 2020

Медицински университет „Проф. д-р Параскев Стоянов” - Варна
Катедра „Ортопедия и Травматология“

д-р Стоян Иванов Иванов

**Минимално инвазивна хирургия
при дислоцирани интраартикулари
фрактури на петната кост**

АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд за присъждане
на образователна и научна степен „Доктор”

Научна специалност: Ортопедия и Травматология

Научно жури:

Проф. д-р Пламен Кинов, д.м.н.

Проф. д-р Христо Георгиев, д.м.н.

Проф. д-р Диян Енчев, д.м.

Проф. Димитър Райков, д.м.н.

Доц. Д-р Калин Михов, д.м.

Варна, 2020

Дисертационният труд е представен на 168 страници и съдържа 93 фигури, 9 таблици, 10 диаграми. Литературната справка включва 228 заглавия, от които 2 на кирилица и 226 на латиница.

Дисертационният труд е обсъден, гласуван и насочен за защита от Катедрен съвет на катедра „Ортопедия и травматология“ на МУ – Варна на 30.06.2020г.

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 29.09.2020г. от 13:00 ч. в Медицински Университет „Проф. д-р Параскев Стоянов“, в I-ва аудитория.

Материалите по защитата са на разположение в Отдел „Научна дейност и кариерно развитие“ на МУ-Варна.

Съдържание

Въведение	5
Цел и задачи	7
Материал и методи	7
Проследяване, документация и статистика	35
Резултати и усложнения	37
Анализ на резултатите. Дискусия	56
Изводи и заключения	75
Самооценка на приносите във връзка с дисертационния труд	76
Списък на публикациите във връзка с дисертационния труд	77

Дефиниции и използвани съкращения в текста:

АО – Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen, асоциация за остеосинтеза

AOFAS – American Orthopaedic Foot and Ankle Society Hindfoot Score

ОДА - опорно-двигателен апарат

ССJ - калканео-кубоидната става

CN - Creighton-Nebraska Health Foundation Assessment Score /оценъчна скала/

DIACF – дислоцирани интраартикуларни фрактури на петната кост

ELA – разширен латерален достъп

„extreme beak“ fracture – фрактура тип „човка“

gap – „гап“, разстояние между фрагментите

СТ – компютърна томография /КТ/

ORIF - открита репозиция и вътрешна фиксация /КРВФ/

МА - метаанализ

MIS – минимално инвазивна хирургия

MFS – Maryland Foot Score /оценъчна скала/

VAS – VisualAnalogue Scale /оценъчна скала/

RCT- рандомизирано контролно изследване

SF-36 – Short-Form 36

STA – синус тарзи достъп

STJ – субталарна става

„step off“ – вътреставен праг

I. Въведение

Фрактурите на петната кост представляват около 2% от счупванията на опорно-двигателния апарат. Около 75% от счупванията на калканеуса са вътреставни с ангажиране на задната субталарна става като в не малка част е налице засягане и на калканеокубоидната става. Това са най – честите тарзални счупвания (около 60%) и възникват най – често в резултат на високоенергийни травми. Поради протрахирания период на възстановяване, вътреставните фрактури на калканеуса са по своя характер инвалидизиращи увреди със значителен социално-икономически и психологичен ефект, засягащи предимно пациенти в активна, трудоспособна възраст (30–50 години). Крайните резултати след такава травма могат да доведат до накуцване, промяна на походката, болка и оток, както и до затруднения в ежедневните дейности.

Фрактурите на калканеуса са едни от най-противоречивите обекти в травматологията на опорно-двигателния апарат. В литературата има описани над сто терапевтични подхода за лечението на тези разнородни счупвания, но липса консенсус по отношение на най-добрия терапевтичен подход. От една страна авторите са настроени консервативно поради лошите резултати след оперативни вмешателства, а от друга страна не малка част подкрепят радикалната открита репозиция и вътрешна фиксация понякога изпълнима и чрез два оперативни достъпа. От средата на 90-те години на миналия век, благодарение на развитието на антибиотичната профилактика, както и на нови хирургични техники и импланти и поради възможността за детайлни инструментални изследвания, активното хирургично лечение при вътреставните фрактури на петната кост придобива все по-голяма популярност.

Плаковата остеосинтеза осъществена с разширен латерален достъп се възприема за „златен стандарт“ при лечението на тези коварни увреди и като цяло осигурява добри резултати, възстановявайки анатомично субталарната става. Въпреки стриктните индикации за кръвна репозиция и вътрешна фиксация, раневите усложнения варират между 5 и 20% и дори ампутацията на крайници не е изключение. Усложненията свързани със зарастването на меките тъкани намаляват значително функционалните резултатите и удовлетвореността от лечението. Поради тази причина в последните години минимално инвазивните техники намират все по-широко приложение като алтернативен подход за намаляване на фиброзата, втвърдяването на ставите, развитието на артроза, а също за избягване на редица раневи усложнения – инфекции, некроза, дехисценция.

В родната литература отсъстват публикации, отразяващи съвременните тенденции от последните години при лечението на тази предизвикателна патология. С настоящият труд си поставихме за цел да запълним тази празнина и въз основа на натрупания от нас опит да осветлим някои все още спорни моменти при третирането на тези увреди. Съвременният ритъм на живот принуждава пациентите, особено тези в по-активна възрастова група, да изискват максимално бързо и пълно възстановяване към ежедневните дейности.

В опит да се повиши удовлетвореността от оперативното лечение и да се намали процентът на компликации след КРВФ са въведени различни минимални инвазивни

техники за репозиция и фиксация на фрагментите. MIS техниките включват множество ограничени инцизии или перкутанни маньоври и фиксации, които разчитат на индиректна техника на репозиция под рентгенов контрол или в селектирани случаи – на артроскопски асистирана техника.

Многобройните проучвания относно фрактурите на петната кост е трудно да бъдат оценени поради различните видове лечение, разнообразните класификации, тяхното трудно интерпретиране и вариабилността по отношение на оценъчните скали. Поради липсата на стандартизация е затруднено извършването на обективно сравняване в краткосрочен и дългосрочен план. Въпреки редицата публикувани метаанализи и рандомизирани контролни проучвания през последните години, литературата е неясна и предлага противоречиви изводи.

II. Цел и задачи

Целта на настоящото изследване е да се анализират минимално инвазивните техники при лечението на дислоцираните интраартикуларни фрактури на петната кост.

За изпълнението на целта са поставени следните **задачи**:

1. Да се извърши анализиране и обобщаване на съвременните лечебни тенденции относно дислоцираните фрактури на калканеуса.
2. Да се усъвършенстват и внедрят в клиничната практика минимално инвазивни техники за репозиция и остеосинтеза.
3. Да се изгради алгоритъм на поведение при лечението на разместените вътреставни фрактури на петната кост като се прецизират индикациите.
4. Да се систематизират и анализират предимствата и недостатъците на минимално инвазивните техники на базата на клиничните и рентгенологичните резултати.

III. Материал и методи

Минимално инвазивната хирургия изисква максимално интензивна подготовка

Оперативното лечение на дислоцираните вътреставни фрактури на петната кост продължава да бъде противоречива тема. От една страна, по-доброто познаване на механизма на травмата, морфологията на костта и техническия напредък на медицината, а от друга – противоречивите резултати и не малкият процент усложнения при стандартните подходи, водят до нарастващ интерес по отношение на приложението на миниинвазивни техники при лечението на тези предизвикателни увреди.

Нормалната функция на ходилото изисква конгруентна субталарна става, позволяваща супинация на задния ходилен отдел и заключване на ставата на Шопарт, и нормална архитектура на тялото на петната кост, която се явява опора на латералната колона на ходилото. Нормалната дължина на костта е също важна за запазване на дължината на латералната колона (калканеус, кубоид, пета метатарзална кост), както дължината и позицията на талуса са важни за запазване на медиалната колона. Скъсяване на латералната колона води до латерален наклон на ходилото под талуса и изключва възможността за заключване на ставата на Шопарт. В резултат, функционалните загуби включват постоянна патологична пронация, слабост при отласкване, болка и артроза.

Основната цел на оперативното лечение на интраартикуларни фрактури на петната кост е възстановяване на конгруентността на субталарната става с едновременно възстановяване на височината, ширината и алинирането на костта по отношение на задния ходилен отдел. Търсеният краен резултат от лечението е безболезнена походка, възможност на пациента да се завърне на работа и способност да носи нормални обувки. Фрактурите на петната кост могат да бъдат третирани чрез различни оперативни процедури включващи разнообразни достъпи, методи и импланти. Няма консенсус относно най-добрия достъп или метод на фиксация, което се подсилва и от факта, че крайният резултат от увредите е незадоволителен в много от случаите.

Обект на изследването: пациенти с дислоцирани интраартикуларни фрактури на петната кост

Единици на наблюдението:

- от страна на пациентите – възраст, пол.
- от страна на травмата – механизъм на получаване, тип на фрактурата и степен на разместване, открита или закрыта, придружаващи увреди.
- от страна на лечението – избор на хирургична техника MIS/ORIF (хирургичен достъп, метод на фиксация), тайминг до оперативната интервенция, времетраене на процедурата, следоперативно поведение.
- от страна на резултатите – качество на репозиция, срок на хоспитализация, срок на срстване и натоварване, анатомичен и функционален резултат, усложнения от приложените техники.

Критерий за подбор: фрактурата да е дислоцирана и от травматично естество.

Критерий за изключване на пациентите от изследването: липса на комплайънс от страна на болния, пациенти с неразмествени фрактури, застарели счупвания с давност над 30 дни, извънставни фрактури.

Индикации за оперативно лечение: размествени вътреставни фрактури на задната фасетка с праг повече от 2мм или интраартикуларен „гап“ по-голям от 3мм, първоначално намален ъгъл на Бюлер, девиация на тубер калканеи над 10°, изолирани размествени фрактури на сустентакулум тали, размествени фрактури на предния израстък с над 25% ангажираност на калканеокубоидната ства, фрактури-луксации на петната кост, открити фрактури, счупвания тип “човка“ (beak), компартмънт синдром.

1. Характеристика на пациентите

За периода от януари 2017г до май 2020г в изследването са включени общо 79 пациенти с дислоцирани вътреставни фрактури на петната кост. Тези хоспитализирани пациенти са подложени на оперативно лечение както следва: 52 пациенти оперирани чрез минимално инвазивни техники (MIS), 24 пациенти оперирани чрез открита репозиция и вътрешна фиксация (ORIF) и 3 пациенти с билатерално засягане като единият крайник е опериран чрез MIS техники, а другият съответно чрез ORIF.

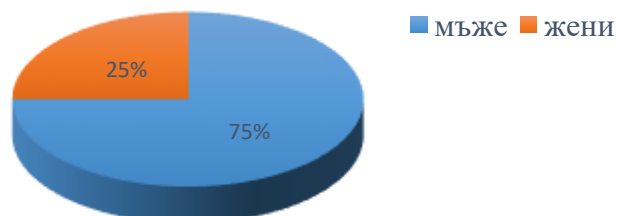
На всеки пациент е осигурена възможност за контакт с основния изследовател и периодично е поканван на контролни прегледи. Въпреки това, от 52 пациенти интервенирани чрез MIS техники, успешно проследени за периода са 48 пациенти с DIACF (група I). От групата, в която е използвана стандартната открита техника (24 пациенти), успешно проследени са 20 (група II). Тримата пациенти с билатерално засягане са също успешно документирани – съответно 3 фрактури третирани чрез MIS и 3 фрактури – чрез ORIF (група III). Пациенти, които са починали, живеят в други държави или чиито адрес не е установен, са изключени от изследването (общо 8).

По този начин проучването като цяло включва 51 фрактури оперирани чрез MIS техники, които са основния обект на нашето изследване, и 23 фрактури интервенирани чрез ORIF.

Общият брой документирани пациенти е 71, с общо 74 размествени вътреставни фрактури на петната кост.

Контингент:

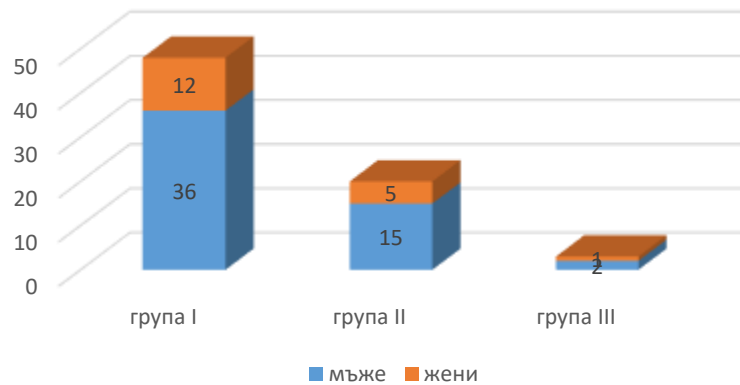
• Разпределението по пол на оперираните и проследени пациенти е както следва: мъжете в серията са 53, а жените – 18.



Диаграма 1

Графиката отразява преобладаването на мъжкия пол, т.е. счупването на петната кост е характерно повече при мъжете, което донякъде се обяснява от естеството на травмата. Съотношение от 3:1 в полза на мъжете като контингент на изследването е запазено при стратификацията на пациентите в отделните групи.

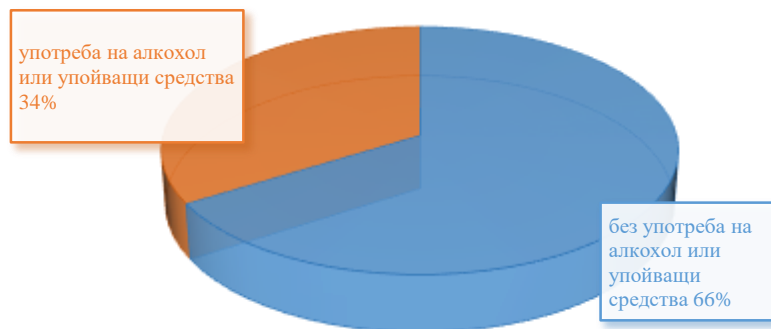
разпределение по пол в групите



Диаграма 2

- група I с 48 пациенти (MIS): мъже 36, жени 12; група II с 20 пациенти (ORIF) : мъже 15, жени 5; група III с 3 пациенти (MIS, ORIF): мъже 2, жени 1

Интересна особеност, която трябва да отчетем, е че 24 пациенти от общо 71 с DIACF пристигат при инициалното си представяне в спешния кабинет след употребата на алкохол или други упойващи средства.

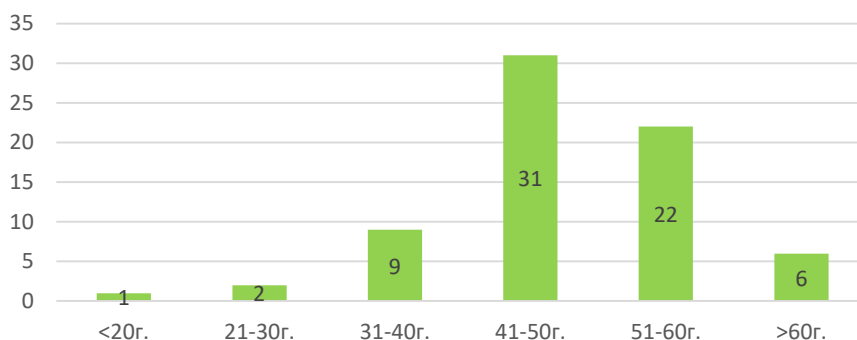


Диаграма 3

Тази констатация свидетелства за определен психологичен профил на пациента и има отношение към последващото лечение. Според нас такъв тип пациенти не търпят гипсова имобилизация и техният комплайънс е занижен, което трябва да се има в предвид в следоперативния период. Немалка част практикуват тежък физически труд и очакват да се завърнат към професионалните си занимания.

- Възрастовото разпределение на пациентите е следното:

разпределение по възраст / брой n=71



Диаграма 4

Увредите на петната кост засягат предимно хора в активна трудова възраст (40–60г), което обуславя значително им социално-икономическо значение. Стратификацията на на пациентите в групите по отношение на възрастта е следната:

Група I със средна възраст 47,8г (14–64г)

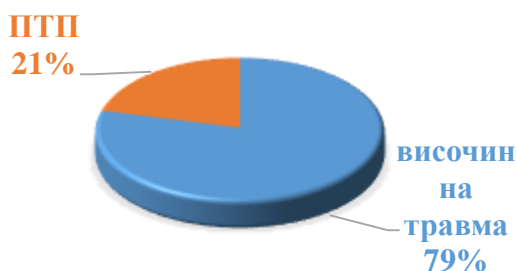
Група II със средна възраст 50,7г (27–65г)

Група III със средна възраст 48,3г (44–53г)

• Етиология на травмата – високо енергийна увреда: n=71

- височинна травма (опити за самоубийство, балконилинг – скачане от височина, обикновено падане от височина) 56 пациенти

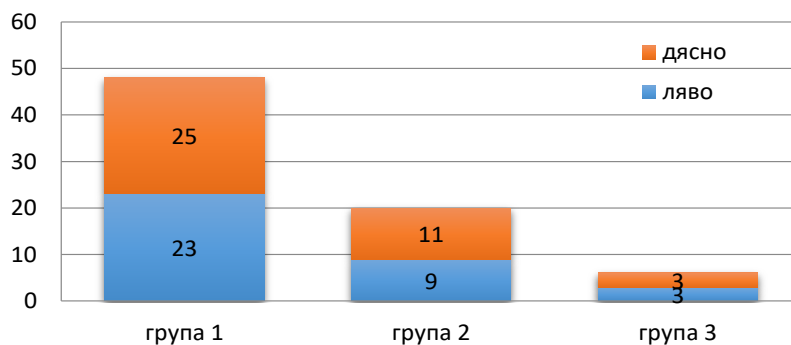
- ПТП (водач, пътник) – 15 пациенти



Диаграма 5

• Разпределение на фрактурите според страната на увредата: n=74; дясно ходило – 39, ляво ходило – 35

разпределение на пациентите според страната на увредата в групите



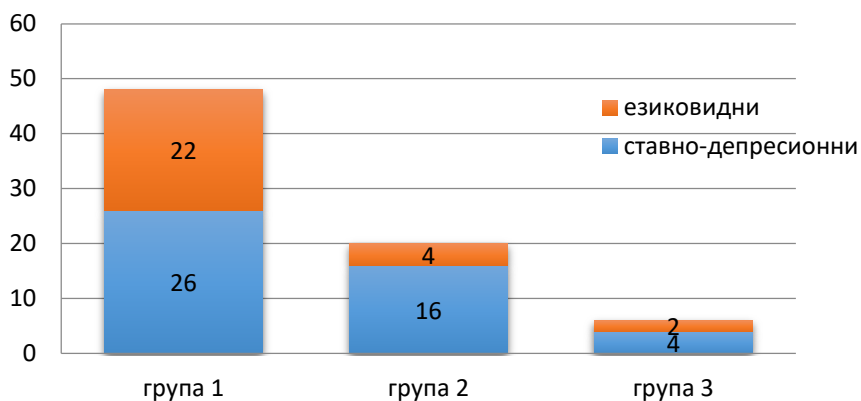
Диаграма 6

- Асоциираните увреди са както следва: фрактури на гръбначни прешлени – 4, фрактури на дълги тръбести кости на горен крайник – 6, фрактури на дълги тръбести кости на долен крайник – 4, тазови увреди – 4, гръдна травма – 5, черепно-мозъчна травма – 3. С изолирана увреда на петната кост са били 45 пациента (63,38%). В нашата серия от пациенти откритите фрактури са четири и са интервенирани чрез MIS техники (група I) като раните са били разположени от медиално на ходилото.

- Разпределение на фрактурите според използваните класификации (n=74)

В настоящия труд за типизиране на фрактурите използвахме следните класификации: общодостъпната рентгенологична класификация на Essex-Lopresti и детайлната КТ класификация на Sanders. Разпределението на фрактурите чрез използване на тези две широко възприети и най-цитирани в литературата системи е следното:

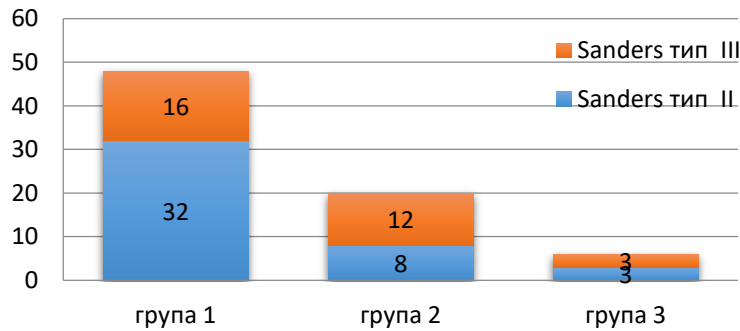
разпределение на фрактурите по класификацията на Essex-Lopresti



Диаграма 7

Група I (48 фрактури): езиковидни – 22 фрактури, ставно-депресионни – 26 фрактури; Група II (20 фрактури): езиковидни – 4 фрактури, ставно-депресионни – 16 фрактури; Група III (6 фрактури): езиковидни – 2 фрактури, ставно-депресионни – 4 фрактури

разпределение на фрактурите по класификацията на Sanders



Диаграма 8

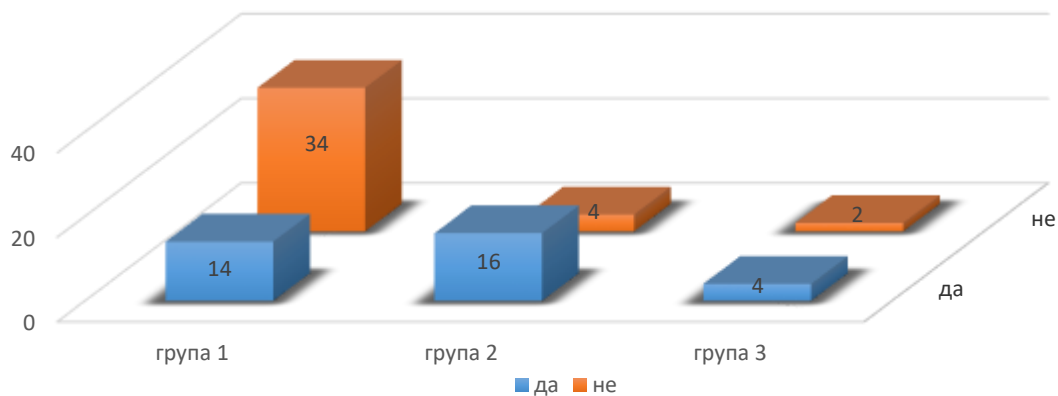
Група I (48 фрактури): Sanders тип II – 32 фрактури, Sanders тип III – 16 фрактури

Група II (20 фрактури): Sanders тип II – 8 фрактури, Sanders тип III – 12 фрактури

Група III (6 фрактури): Sanders тип II – 3 фрактури, Sanders тип III – 3 фрактури

• В нашето проучване ангажиране на калканео-кубоидната става има в 46 % от общия брой фрактури (n=74)

Ангажиране на калканеокубоидната става по групи



Диаграма 9

Група I (48 фрактури): да – 14, не – 34; група II (20 фрактури): да – 16, не – 4; група III (6 фрактури): да – 4, не – 2.

Счита се, че има директна корелация между степента на раздробеност на DIACF и ангажирането на ССJ. Вероятността за ангажиране на ССJ е по-висока при тежките фрактури по Sanders с импакция и раздробяване на латералната стена на костта.

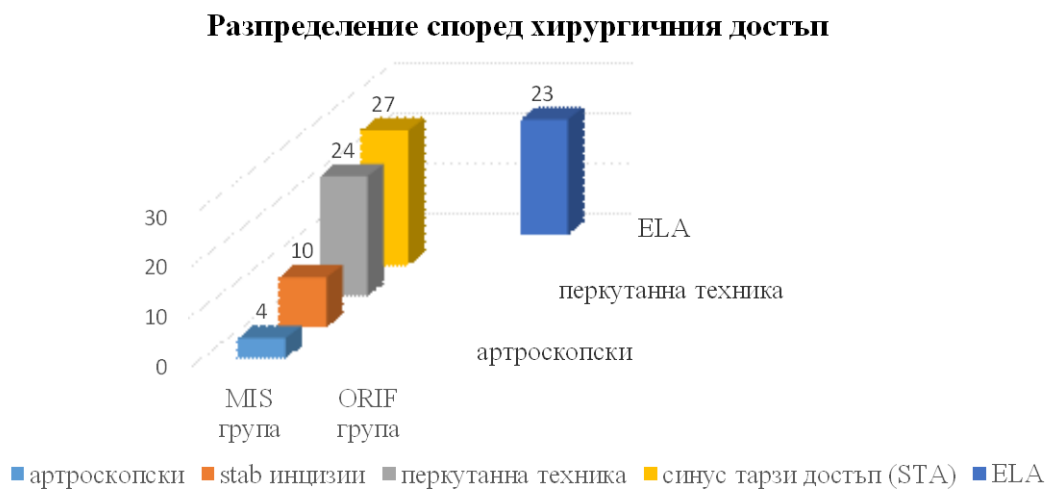
• Разпределение според хирургиченния достъп:

MIS група с 51 фрактури:

- синус тарзи достъп (STA) – 27
- перкутанна техника – 24
- stab инцизии – 10
- артроскопски – 4

ORIF група с 23 фрактури – 23 ELA

Броят достъпи надхвърля броя пациенти, тъй като в зависимост от фрактурата понякога се налага комбинация от различни техники.



Диаграма 10

Общоприето е схващането, че откритата репозиция и вътрешна фиксация със стандартна заключваща плака води до по-добри резултати от неоперативното лечение при разместените вътреставни фрактури на петната кост. От началото на 90-те години на миналия век е възприето разширеният латерален достъп (ELA) да се разглежда като т.нар. „working horse“ (работен кон) при третирането на тези увреди. Характерните усложнения, свързани с раневи проблеми, значително изразено фиброзиране на тъканите и втвърдяване на ставите често компрометират изпитаната през годините техника. Налице са множество данни демонстриращи понижаване на цялостния резултат от оперативното лечение вследствие на инфекциозни усложнения. Затова е от изключително значение да се редуцира риска от раневи проблеми.

Логично възниква въпросът има ли друг начин за постигане на целта с оптимален функционален резултат, близък до КРВФ или дори по-добър, намалявайки недостатъците на откритата техника. Именно в опит да се намали процентът на компликациите при ORIF са въведени различни минимални инвазивни техники за репозиция и фиксация на фрагментите.

Разграничаваме MIS техниките, които сме използвали в нашето проучване, в три групи:

1. По отношение на достъпа – sinus tarsi, изцяло перкутанни, перкутанни плюс стаб инцизии.

2. По отношение на репозицията – едно-, дву- или триточкова дистракционна техника, техника тип „джойстик“, ендоскопски асистирана.

3. По отношение на фиксацията – канюлирани винтове или киршнерови игли.

В практиката комбинацията от различните опции на минимално инвазивната хирургия създава възможност за флексабилност по отношение на тази хетерогенна група увреди, което според нас е от огромно предимство. Основните моменти в техниката са свързани с няколко елемента в зависимост от типа фрактура.

2. Предоперативна подготовка на пациента и планиране

След поставянето на диагнозата, при наличие на индикация за оперативно лечение и липса на противопоказания за провеждане на интервенцията от общ и локален характер, пациентът се хоспитализира в стационара след подписване на информирано съгласие. Провежда се КТ изследване във възможно най-кратък период. Държим да подчертаем, че ние не използваме гипсова имобилизация до оперативната интервенция. Крайникът се поставя във временна модифицирана превръзка по Robert Jones, която е добре подплатена и осъществява съвсем лека компресия. Задължителна е елевация на ходилото, медикаментозна противооточна терапия и интензивна криотерапия, извършвана последователно медиално, латерално и по гърба на ходилото. Чрез стриктното въвеждане на тези елементарни процедури ние сме ограничили до минимум развитието на отока и флектените така характерни за счупванията на петната кост. Това е първата стъпка, осигуряваща подходящ терен за MIS техниките тъй като развитието на хеморагични флектени налага тяхното третиране и затихване с оглед повишен инфекциозен риск, което отнема време и преобръща посоката на избор на оперативна техника (Фиг.37).

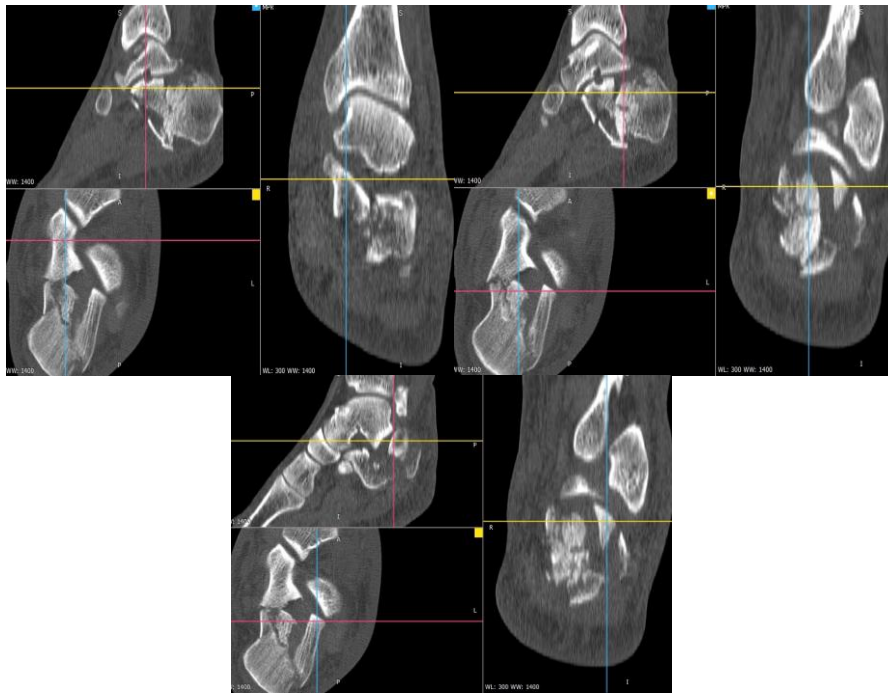


Фиг.37 Изразени хеморагични були.

От една страна MIS техниките намират приложение в първите дни след травмата (макс. 5–7 ден), а от друга, естеството на фрактурата и анатомичната област могат да доведат до бързо развитие на флектени, които биха отложили оперативната интервенция (до появата на т.нар. wrinkle sign). Ние сме възприели концепцията за хоспитализацията по спешност, извършване на КТ на фрактурата и оперативна интервенция при съответните индикации във възможно най-кратки срокове.

По отношение на анестезията, 59 пациента са били със спинална анестезия и 12 пациента – с обща анестезия, най-често поради налични асоциирани увреди.

MIS техниките се характеризират с намалена визуализация и от фундаментално значение за успешното им приложение е извършването на щателно качествено компютрно-томографско изследване. Анализирането на фрактурните линии, броят и посоката на дислокация на фрагментите са от изключително значение за изграждането на успешна стратегия за реконструкция (Фиг.38).



Фиг.38 Sanders тип III фрактура - последователно локализиране в трите равнини на сустентакулама, междинния и латералния фрагмент на задната фасетка.

Още по-широка възможност предлага предоперативното 3D принтиране на фрактурата (Фиг.39). Тази техника отнема време и средства, но с детайлна точност ни дава представа за броя, разположението на фрагментите и тяхната пространствена ориентация, а също имаме възможност да симулираме репозицията на счупването и да проиграем предоперативно фиксацията.



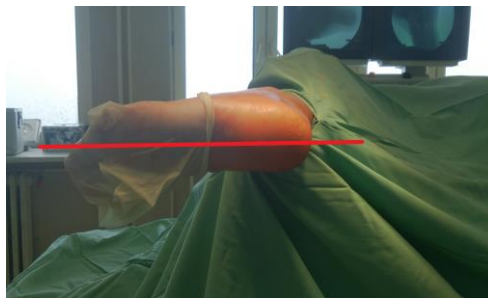
Фиг.39 3D принтирани костни модели и тяхната репозиция.

3. Хирургична техника

Според нас за успешна хирургична интервенция огромно значение има стандартизирането на процедурата. Така хирургът има възможност да се съсредоточи изцяло върху операцията като избегне стреса, дистракцията и ненужната дискусия интраоперативно. Стандартизирането се изразява в следните елементи: екзактно позициониране на пациента на операционната маса, позициониране на източника на рентгеново лъчение и предоперативно проиграване на трите рентгенови проекции (латерална, Broden и аксиална), определяне на необходимия инструментариум и извършване на интервенцията от екип с опит в тази патология.

3.1. Позициониране на пациента

Ние предпочитаме да разположим пациента в латерална декубисна позиция на операционната маса със засегнатия крайник отгоре. Глезенът се изнася встрани на операционна маса на специална рентгено-негативна подложка позволяваща безпрепятствена работа върху ходилото и постигане на необходимите рентгенови проекции. Налагаме есмархов турникет, който надуваме при STA достъп с налягане между 200 и 250 mmHg само по време на репозицията на задната фасетка с приблизителна продължителност от 30 до 45 минути. Позицията на ходилото трябва да бъде строго хоризонтална, защото в противен случай образът, който се визуализира на рентгеновия апарат може да бъде проблематичен (Фиг.40).



Фиг.40 Хоризонтална позиция на крайника.

Пациентите са били позиционирани по корем шест пъти. Това се е налагало в случаи, когато е извършвана оперативна интервенция и на фрактуриран гръбначен прешлен или сме използвали триточкова дистракционна техника.

Употребявайки двете широко възприети и най-цитирани в литературата класификационни системи на Exess-Lopresti и Sanders, разделихме фрактурите на ставно-депресионни и езиковидни като репозицията на фрагментите извършихме по следния начин:

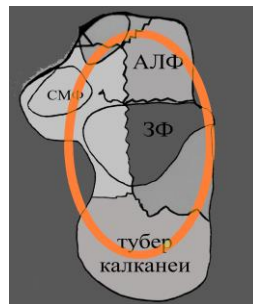
3.2. Общи принципи на репозиция на фрактурата

В основата на успешната хирургична интервенция е изграждането на предварителната стратегия за репозиция на фрагментите. Поради лимитираната визуализация, задължително условие за използването на MIS техниките е разбирането на анатомията на фрактурата. Основните дислоцирани фрагменти се наместват обикновено в следната последователност: възстановяват се взаимоотношенията на предния процесус към суперомедиалния фрагмент, след което се репонира туберът спрямо суперомедиалния фрагмент, третата стъпка адресира вътреставната компонента като дислоцираната част от задната фасетка се намества към суперомедиалния

фрагмент и накрая репозицията приключва с антеролатералния фрагмент (латералната страна). По принцип адекватна репозиция на задната фасетка е невъзможна докато суперомедиалният фрагмент не е анатомично разположен и съответно туберът не е алиниран спрямо него. Връзката на сустентакулума спрямо тубер калканеи е в основата на успешното възстановяване на височината, дължината и широчината на петната кост.

Реконструкцията на петната кост най-често се базира на суперомедиалния фрагмент като тази стъпка от процеса на наместване трябва да предхожда останалите, когато е налице промяна в позицията на сустентакулума. С оглед да се избегне медиален достъп поради разположените в тази зона структури, обикновено е необходим латерален достъп – STA или „stab“ инцизия, който позволява на хирурга да повдигне разместената част от задната фасетка вбита на дълбочина в тялото на костта. Някои автори използват за повдигане на фрагмента тъп елеватор или специфични инструменти, т.нар lamina spreader с различни размери поставен през мини разрез. При изцяло перкутанните техники, повдигането на импактираната задна фасетка може да се извърши откъм плантарно с помощта на набивач. Накрая, репозицията на антеролатералния фрагмент е ключът за възстановяване на страничната дължина и форма на костта. Освен това наместването му спомага за индиректна репозиция на калканеокубоидната става при ангажиране на последната от фрактурата. Ако антеролатералният фрагмент се остави дислоциран нагоре, той може да предизвика латерално импийнджмънт на талуса, затова този фрагмент се подравнява по кортикалния ръб на задната фасетка в синус тарси.

В обобщение, алгоритъмът за репозиция при дислоцираните вътреставни фрактури на петната кост има обичайната последователност (Фиг.41):



Фиг.41 Алгоритъмът за репозиция при DIACF.

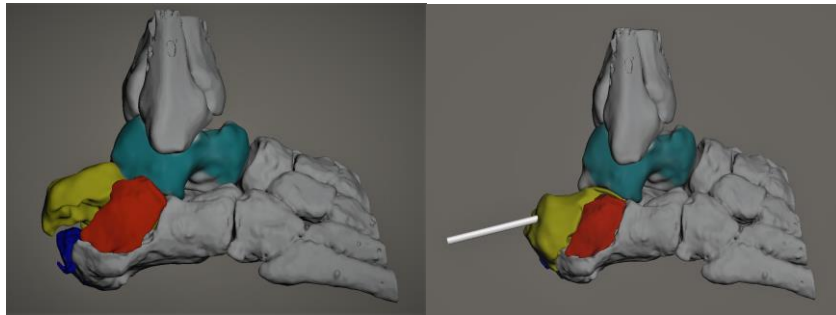
1. преден процесус → суперомедиален фрагмент; 2. суперомедиален фрагмент → тубер калканеи; 3. задна фасетка → суперомедиален фрагмент; 4. антеролатерален фрагмент → задна фасетка

Според нас, метафорично стъпките в процеса на наместването на фрагментите символизират пръстен, чието прекъсване би довело до сигурен неуспех.

3.2.1. Езиковидни фрактури

При езиковидния тип фрактура, където цялата или по-голяма част от задната фасетка е разположена върху разместения краниално фрагмент, с успех се прилага

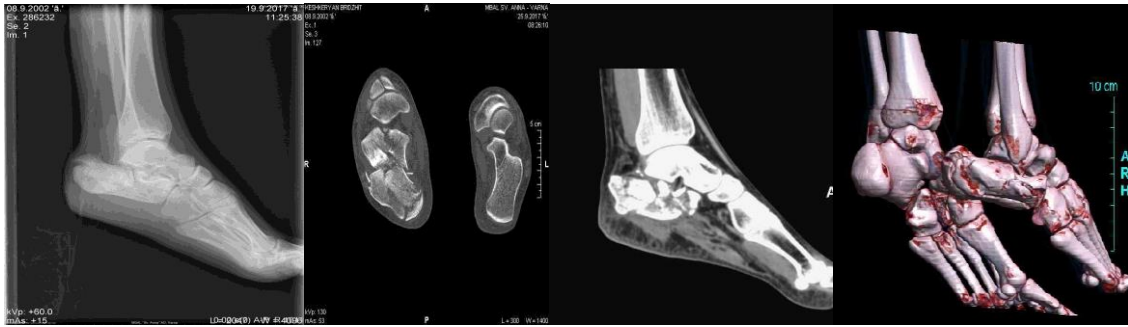
т.нар. джойстик техника, представена още от Westhues през 1935г, популяризирана от Essex-Lopresti и модифицирана от Tornetta (Фиг.42). Обикновено при тези счупвания е налице само малко скъсяване и лек варус на тубера. С острие № 11 се извършва инцизия само на кожата в областта на Ахилесовото сухожилие, в зависимост от големината и разположението на основния фрагмент, определени при КТ срезове. Щайнеманов пин се поставя надлъжно в дислоцирания фрагмент като се достига до субхондралната кост на задната фасетка. Ние считаме, че е по-добре да се използва нерезбован пин отколкото резбован такъв с оглед по-добър тактилен усет. Размерът на пина се определя от големината на фрагмента, обикновено 4мм, като при по-малък фрагмент може да се използва дебела киршнерова игла. Репозицията се осъществява чрез натиск на Т-дръжката обхващаща пина, в плантарна посока, преодолявайки силите на Ахилесовото сухожилие.



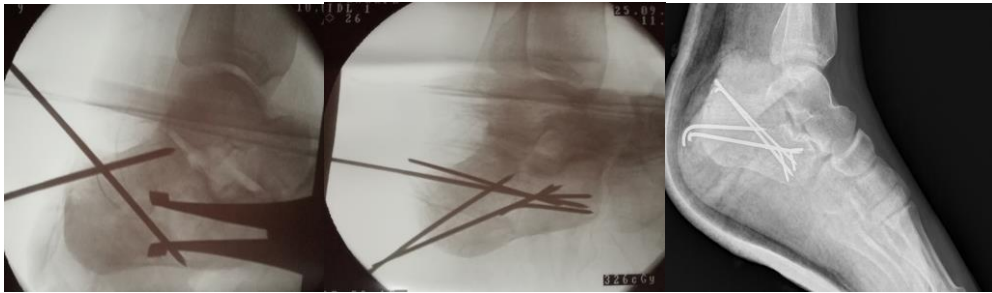
Фиг.42 „Joystick“ техника на репозиция.

Важно е да се създаде лост на действие като палеца или дланта на асистента осъществяват контранатиск в основата на петата. Този прием спомага за по-лесното възстановяване на височината на костта. При недостатъчна елевация на фрагмента, чрез „stab“ инцизия от латерално с помощта на елеватор или ламина спредър се подпомага действието на джойстика като допълнително се повдига разместеният фрагмент. Техниката успешно възстановява ъгъла на Бюлер и задната фасетка като репозицията се верифицира последователно на латерална, Browden и аксиална проекция. При този тип фрактура, обикновено сустентакуларният фрагмент не е наранен и е анатомично разположен. При наличие на остатъчен варус/валгус на петната кост, за корекция може да се постави напречен щайнеманов пин. Ако е налице несигурност за степента на репозицията, тя може да бъде оценена артроскопски. Наместването на фрактурата се задържа с киршнерови игли като най-напред се инсерира медиалната игла от тубера към суперомедиалния фрагмент, за да задържи репозицията на медиалната стена. В нашата серия от пациенти, по обективни причини при четирима от тях сме използвали киршнеровите игли и за дефинитивна синтеза. Държим да подчертаем, че иглите се огъват върху кожата като върху тях се поставя маркуче от срязана система с оглед превенция от инфекция и декубитиране на кожата.

Клиничен случай: езиковиден тип фрактура с давност 12 дни с придружаваща фрактура в областта на лумбални прешлени, момиче на 14г (Фиг.43/а/б/). Интраоперативна репозиция осъществена чрез „joystick“ техника, с помощта на lamina spreader, заигляне с киршнерови игли за 6 седмици.



Фиг.43/а/ Предоперативни рентгенографии и КТ.



Фиг.43/б/. Интраоперативни рентгенографии.

Клиничен случай: езиковиден тип фрактура, мъж на 48г с придружаващи заболявания – диабет тип I с над 20 годишна давност; използвана MIS перкутанна техника и фиксация с канюлирани винтове; ъгъл на Бюлер предопертивно 3°, следоперативно 38°. На постоперативен КТ репозицията е оценена като отлична (Фиг.44/а/б/в/).



Фиг.44 /а/ Предоперативни рентгенографии и КТ.

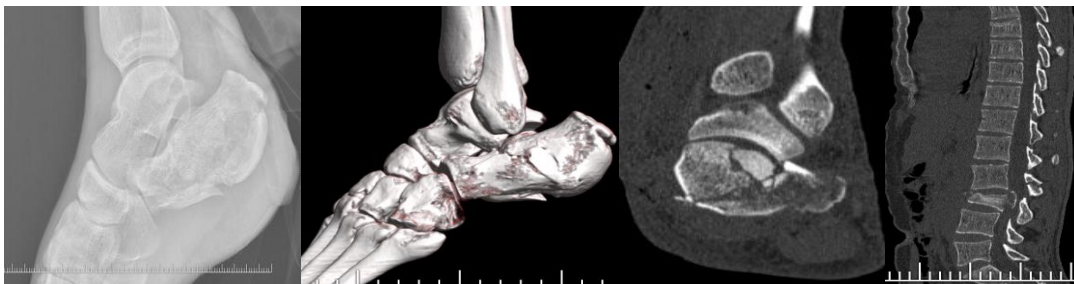


Фиг.44/б/ Интраоперативна латерална, Browden и аксиална проекция.



Фиг.44/в/ Постоперативен скенер.

Клиничен случай: открита езиковидна фрактура (медиално) с раздробяване на латералната стена, мъж на 23г; придружаваща фрактура на гръбначен прешлен (L3) с проминиране към гръбначно-мозъчния канал. След щателен лаваж, използвахме перкутанна MIS техника, фиксация с канюлирани винтове (Фиг.45 /а/б/).



Фиг.45/а/ Предоперативни рентгенографии и КТ.

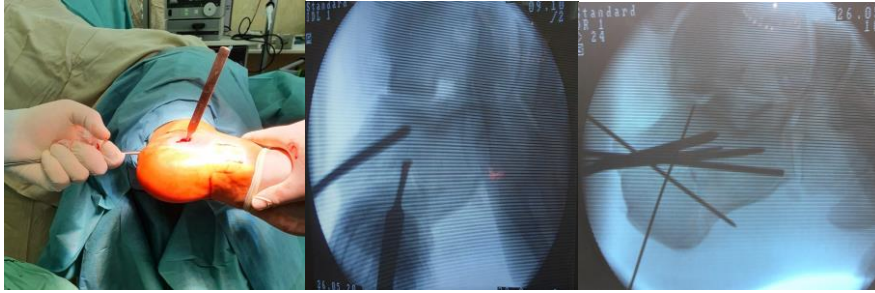


Фиг.45/б/ Постоперативни снимки.

Клиничен случай: езиковидна фрактура, мъж на 46г, техника тип “joystick” и артроскопски асистирана репозиция, фиксация с канюлирани винтове представена последователно на латерална, Browden и аксиална проекция (Фиг.46/а/б/в/г/).



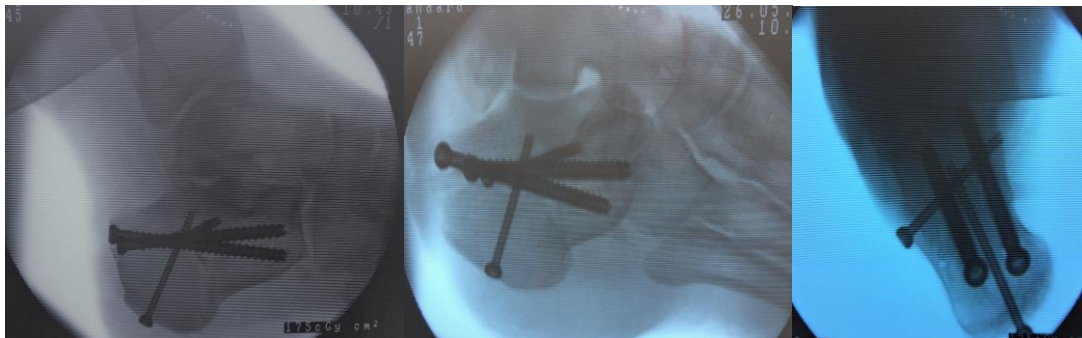
Фиг.46/а/ Диагностични рентгенографии и КТ.



Фиг.46/б/ Репозиция на фрактурата тип “joystick“ с помощта на елеватор.



Фиг.46/в/ Артроскопска верификация и финален изглед на ходилото.



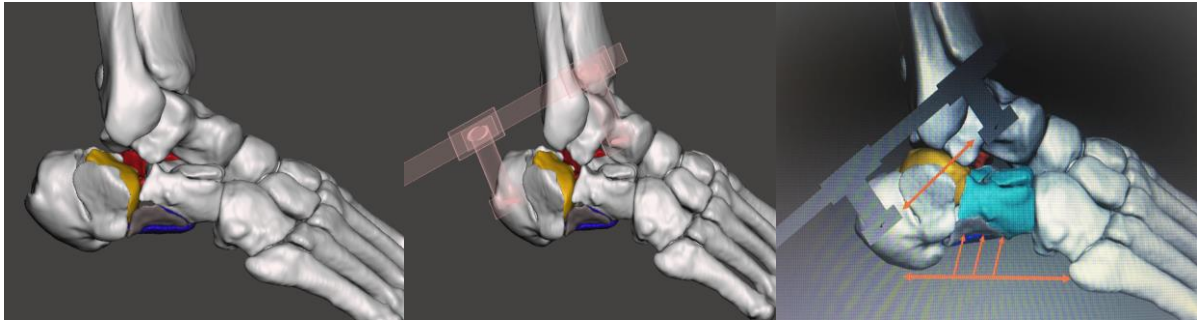
Фиг.46/г/ Финална интраоперативна фиксация.

3.2.2 Ставно-депресионни фрактури

Този тип увреди се характеризират с фрактурна линия между тубер калканеи и тялото на костта. Налице е скъсяване и най-често варус на тубера, изолирани централни вътреставни фрагменти и раздробяване на латералната стена, която може да предизвика импийнджмънт. За лечението на DIACF със ставнодепресионен характер ние използваме комбинация от полуоткрити и перкутанни техники, а именно синус тарзи достъп (STA) и перкутанна дистракция. Дистракцията е в основата на техниката за възстановяване на ставно-депресионните увреди.

На базата на лигаментотаксиса, чрез множеството лигаментарни структури, дистракцията осигурява възстановяване на извънставната костна морфология по отношение на височината и дължината на костта като се постига нормално алиниране, преодолявайки съпътстващия костен дефект (Фиг.47/а/б/). Същността на техниката се състои в раздалечаване на талуса и тубер калканеи, който се изтегля надолу и така се отваря пространство на нивото на субтарларната става за манипулиране на

интраартикуларните фрагменти. Едновременно с това се коригира оста на задния ходилен отдел. Считаме, че без корекция на дължината и оста, анатомична репозиция е невъзможна.

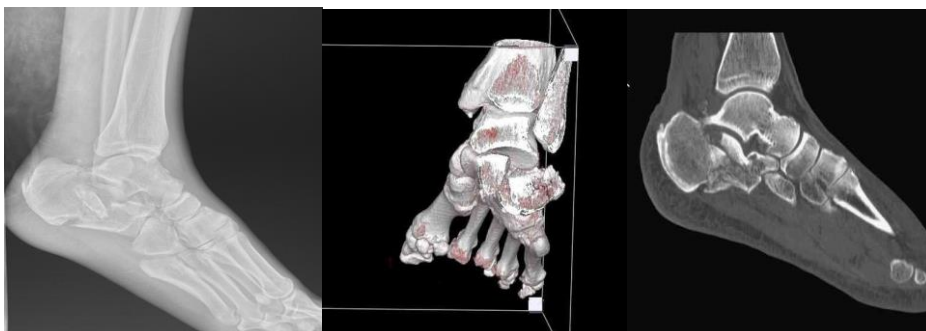


Фиг.47/а/б/ Симулация на репозицията, налагане на дистрактор и репозицията на базата на лигаментотаксис чрез дистракционно устройство.

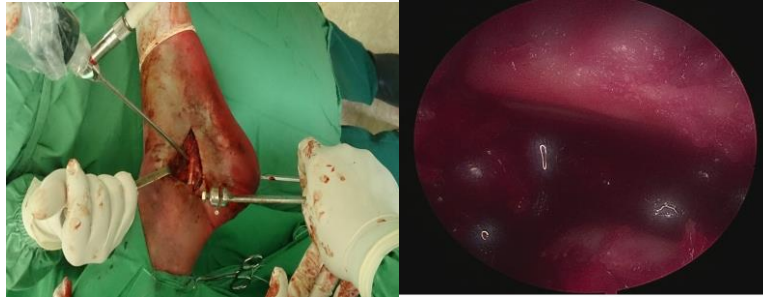
Дистракционната техника бива: едно-, две- или триточкова в зависимост от опорните позиции, едностранна или двустранна. В зависимост от техническата обезпеченост, в процеса на работа ние сме придобили следния опит.

В началото на нашата серия от пациенти използвахме едноточкова дистракция, която се изразява в прекарване на шайнеманов пин напречно през тубер калканеи. На пина монтирахме скоба или навивахме стерилен бинт от двете страни за екстензия. При фиксирано ходило асистентът упражняваше тракция за преодоляване на скъсяването, възстановяване на височината и корекция на варуса чрез манипулиране на тубер калканеи. За адресиране на вътреставната компонента извършвахме синус тарзи достъп.

Клиничен случай: ставно-депресионна увреда, мъж на 52г, активен физически работник. Използвана едноточкова дистракция чрез екстензионна скоба, СТА достъп, „суха артроскопска“ верификация, значителна импакция на задната фасетка, фиксация с канюлирани винтове (Фиг.48/а/б/в/).



Фиг.48/а/ Предоперативна рентгенография и КТ.



Фиг.48/б/ „Суха артроскопия“.



Фиг.48/в/ Фиксация с канюлирани винтове.

В по-голямата част от случаите със ставно-депресионни увреди (19 фрактури) сме прилагали двуточковата дистракционна техника. Отправните точки за поставяне на дистрактора са от една страна талуса или фибулата над глезенната става, а от друга – дисталната част на тубер калканеи (Фиг.49).

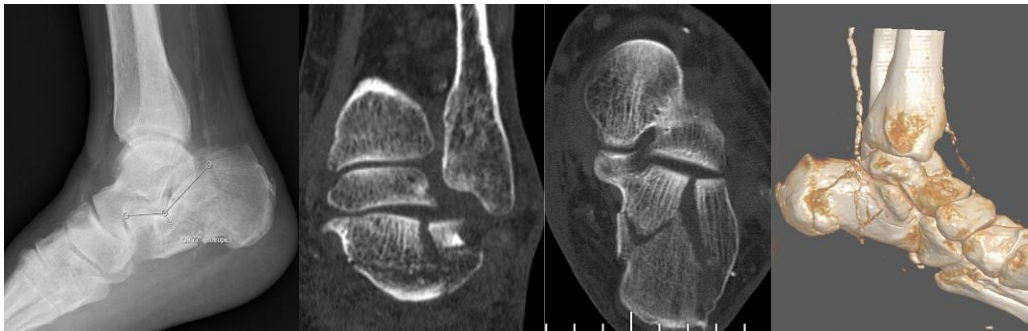


Фиг.49 Дистракция между фибулата и тубер калканеи.

Проксималният пин (киршнерова игла) се поставя в неутрално положение, докато позицията на дисталния пин в тубер калканеи се контролира екзактно на латерална и особено на аксиална проекция. Пинът се поставя перпендикулярно на оста на отклонение на тубер калканеи. Чрез дистрактора се алинират основните фрагменти и се задържат стабилно, осигурява се пространство за STA и възможност за манипулиране на импактираните централни части. Огромно предимство е използването на автоматични дистрактори, с което ръцете на асистента се освобождават и се подобрява значително прецизността. Горещо препоръчваме при възможност да се използва дистрактор с възможност за ъглова корекция. Предимството е едностранното

му поставяне и възможността за лесно алиниране на тубер калнанеи по надлъжната ос. Устройството се монтира на пиновете според съответното ъглово отклонение, след което дистракторът се поставя на 0° като по този начин се алинира туберът спрямо предната част на костта. Заклучват се рамената и едва след това се извършва необходимата дистракция, с което се осигурява място за реконструкция на вътреставните фрагменти.

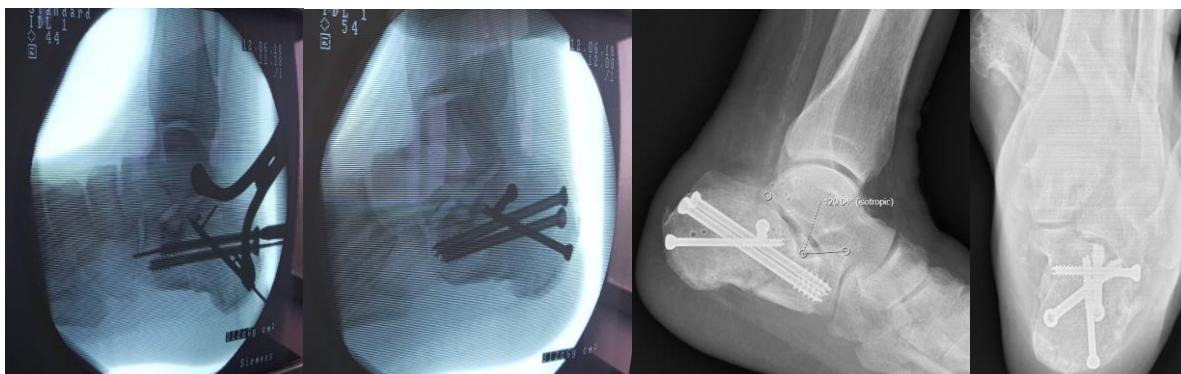
Клиничен случай: ставно-депресионна фрактура Sanders II, мъж на 51г, пушач с повече от 1 кутия на ден и тежко изразена калциноза на съдовете (КТ), налична неконтролирана подагра. Извършена двуточкова дистракция и фиксация с канюлирани винтове, ъгъл на Гисан предоперативно 140° , следоперативно 120° (Фиг.50/а/б/в/).



Фиг.50/а/ Предоперативна рентгенография и КТ – калциноза на съдовете.

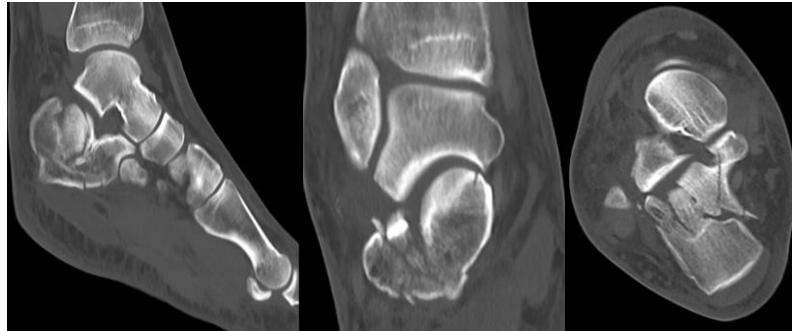


Фиг.50/б/ Интраоперативни рентгенографии – двуточкова дистракция, временна фиксация с киршнерони игли.

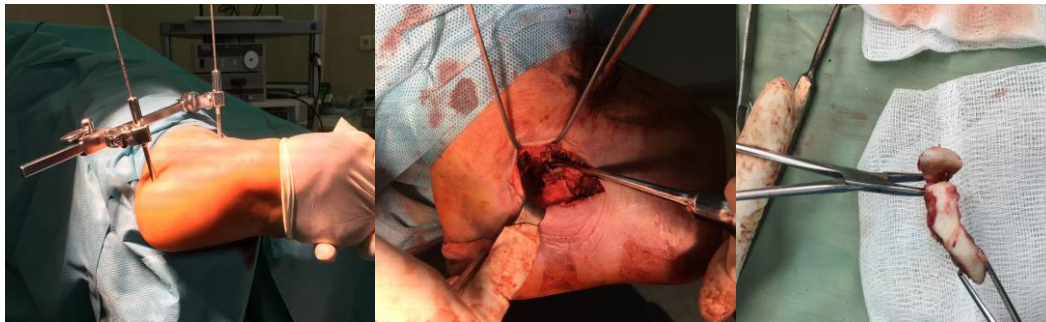


Фиг.50/в/ Фиксация с канюлирани винтове.

Клиничен случай - ставно-депресионна фрактура, Sanders тип III; мъж на 48г, BMI над 38, репозиция - възстановяване на ъгъла на Бюлер чрез лигаментотаксис с помощта на двучкова ъглова дистракция и STA достъп, фиксация с канюлирани винтове Фиг.51/а/б/в/г/.



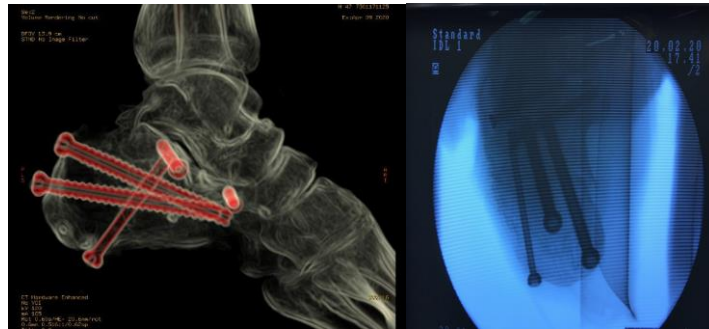
Фиг.51/а/ Предоперативен КТ в сагитална, коронарна и аксиална равнина.



Фиг.51/б//в/ Двучкова дистракция чрез ъглов дистрактор, адресиране на вътреставната компонента чрез STA.

Налице е масивна импакция на задната фасетка; поставен е допълнителен напречен винт в предната част на калканеуса поради фрактура ангажираща калканеокубоидната става. Постигнато е отлично алиниране на костта.





Фиг.51/г/ Постоперативен КТ за оценка на репозицията и пласирането на винтовете.

В 5 случая сме прилагали триточковата дистракция, двустранно чрез прекарване на щайнеманови пинове от двете страни на ходилото през тибията, тубер калканеи и метатарзалните кости (или кубоидната кост). Монтират се два дистрактора, което осигурява дистракционна сила действаща на принципа на лигаментотаксиса. Считаме техниката за комплицирана, тъй като лимитира достъпа от латерално на нивото на субтаралната става, пациентът трябва да е по корем и това донякъде затруднява пространствената ориентация и визуализацията на рентгеновите образи.

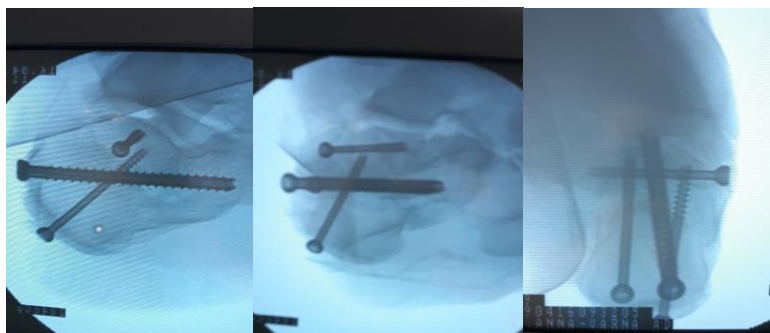
Клиничен случай: ставно-депресионна фрактура Sanders II, мъж на 42г, триточкова дистракция и фиксация с канюлирани винтове (Фиг.52/а/б/в/).



Фиг.52/а/ Триточкова дистракционна техника.



Фиг.52/б/ Предоперативна ретгенография и КТ- коронарен, сагитален и аксиален срез.



Фиг.52/в/ Постоперативни латерална, Browden и аксиална проекция.

Техника при ставно-депресионни фрактури с използване на **синус тарзи достъп (STA)**. Считаме, че комбинацията от значително по-малко инвазивен открит достъп на нивото на субталарната става и перкутанна репозиция на тубера осигуряват отлично наместване на задната фасетка, добро възстановяване на цялостната анатомия на костта (височина, ширина, дължина) и адекватно алиниране.

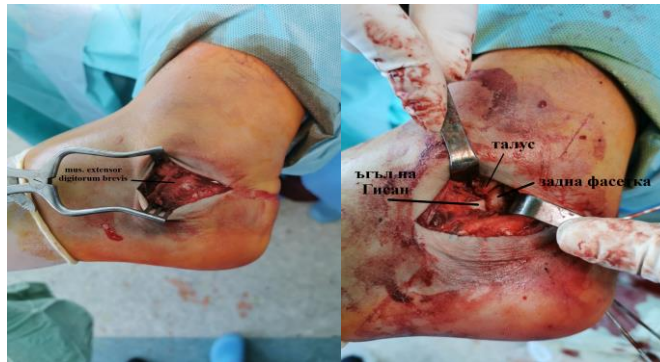
Инцизията започва около 1см от върха на латералния малеол, продължава 3–4 см по посока на четвърта метакарпална кост (Фиг.53). Екартират се перонеалните сухожилия плантарно, при нужда чрез остър скалпел внимателно се мобилизират от туберкула, разположен на латералната стена. При визуализация на *p.suralis*, последният се освобождава внимателно и се протектира, клончетата на *v.saphena parva* се коагулират.



Фиг.53 Синус тарзи достъп (STA).

Отстранява се внимателно мастната тъкан в синус тарзи и при нужда леко се дисектират лигаментите между талуса и калканеуса. С широк елеватор, балонираната латерална стена се отделя от меките тъкани. Отваряме обвивката на перонеалните сухожилия по предния им ръб, където се залавя крачето на долния екстензорен ретинакулум за да достигнем предно-латералната граница на синус тарси. Изключително важна е мекотъканната дисекция, а именно атравматичното отделяне на екстензор дигиторум бревис от синус тарзи – отпрепарираме мекотъканно ламбо на дистално краче за да се избегне залепване на кожата към подлежащата кост, което води до болка и втвърдяване в областта на синус тарзи. Извършваме лимитирана дисекция в областта на синус тарзи за откриване на предния аспект на задната фасетка като запазваме цервикалния лигамент. Калканео-фибуларният лигамент и латералният тало-калканеален лигамент се индентифицират и прерязват „enbloc“ като се ретрахира

заедно с обвивката на перонеалните сухожилия, образуваща задната част на ставната капсула (Фиг.54).



Фиг.54 Атравматичното отделяне на екстензор дигиторум бревис и ретракция на перонеалните сухожилия с латералната стена.

При тип III увреди, когато имаме втора фрактурна линия на задната фасетка в сагиталната равнина, реконструкцията се извършва от медиално към латерално като се повдигат двата фрагмента в съответствие със суперомедиалния фрагмент, а ставната повърхност на талуса използваме за шаблон. Извършваме временна фиксация с киршнерови игли с размер 1,2 или 1,5 или 1,8 в зависимост от големината на фрагмента. Иглите се пласират от латерално към медиално, перпендикулярно на фрактурата. Една игла използваме като джойстик за задържане на репозицията, докато другата прекосява фрактурата. Проекцията на Broden е от фундаментално значение за интраоперативната оценка на контгруентността, тъй като задната фасетка на калканеуса е изпъкнала нагоре и е трудно да се визуализира най-медиалната ѝ част.

Когато латералната стена е тънка и много раздробена, ние не я отделяме от надлежащите тъкани, а заедно с тяхното екартиране я „открехваме като врата“ за да достигнем до депресирания фрагмент. При затруднение във визуализацията поставяме ламина спредър в дълбочина на синус тарси между шийката на талуса и предната част на петната кост.

Понякога вкарваме елеватора постеро-латерално зад перонеалните сухожилия като от тази позиция едновременно извършваме разклиняване на фрактурата в медиалната част, за да алинираме тубера към сустентакулума, а също и за елевация на депресирания вътреставен фрагмент. В случаите, когато сме имали фрактура с давност над 7 дни, първичните фрактурни линии е необходимо да бъдат атакувани за мобилизиране на фрагментите с оглед репозиция на фрактурата. През достъпа, чрез малък распатор, елеватор или използвайки киршнерова игла като джойстик се достига до импактирания ставен фрагмент, който се повдига към талуса и се фиксира към сустентакулума от латерално към медиално. Понякога е нужна допълнителна стабилизация на фрагментите с киршнерови игли от плантарно преди дефинитивната фиксация. Процесът на репозиция завършва с натиск върху латералната стена. При относително добре възстановена морфология на калканеуса, притискаме петата двустранно с тенарите за намаляване на широчината. За същата цел някои автори

използват специфичен инструмент – костна преса на Бюлер, но според нас така се губи тактилният усет, а има и опасност от компроментиране на деликатното мекотъканно покритие.

Лимитираната инцизия (STA) осигурява адекватна визуализация, хирургичната рана зарастава безпроблемно дори и при налична повърхностна некроза от прекомерна тракция на меките тъкани поради запазване на латералната калканеарна артерия (Фиг.55).



Фиг.55 Синус тарзи достъп – 7-ми и 17-ти постоперативен ден.

Много често счупването на петната кост ангажира предния израстък в сагиталната равнина. Преди инсерирането на надлъжните винтове е задължително поставянето на киршнерова игла перпендикулярно на фрактурната линия с оглед затварянето на фрагментите на ргос.anterior, които са отворени като „книга“. В тези случаи препоръчваме да се използва резбована киршнерова игла с цел притегляне на медиалната стена на процесуса и компресията ѝ към латералната стена. По този начин индиректно може да се репонира артикуларната част на калканео-кубоидната става. Изключително внимание се отделя иглата да не пенетрира медиално, тъй като може да предизвика ятрогенно засягане на разположения там съдово-нервен сноп. След поставянето на надлъжните винтове иглата се отстранява. Рядко сме използвали за същата цел напречно ориентиран винт, тъй като в голяма част от случаите позицията му може да пречи на надлъжно инсерираните винтове, които трябва да достигнат субхондрално на калканео-кубоидната става.

3.3 Избор на импланти за фиксация

По отношение на фиксацията на фрактурата съществуват множество опции – канюлирани винтове, мини плаки, стандартни заключващи плаки, киршнерови игли, скоби, биорезорбируеми винтове, калканеарен пирон, пинове, балонна калканеопластика и др. Балансът, към който се стремим по отношение избора на имплант, е минимален хардуер и оптимална стабилност позволяващи ранни пасивни и активни движения, запазващи деликатните меки тъкани.

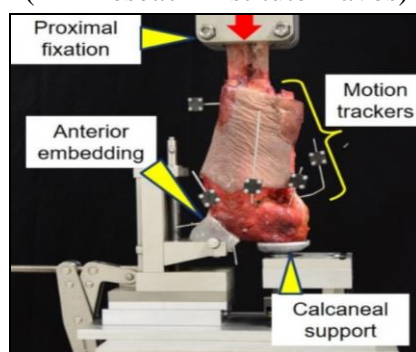
В нашата серия от пациенти, фрактурите оперирани чрез ELA са остеосинтезирани чрез 3,5мм стандартна ъглово-заклучваща калканеарна плака. За фрактурите, при които сме използвали MIS техника, фиксацията е осъществена чрез канюлирани винтове при 47 фрактури и киршнерови игли при 4 фрактури. За добрия функционален резултат основно значение има акуратното пласиране на канюлираните

винтове, постигащи стабилна остеосинтеза позволяваща ранно раздвижване. Уникалната форма на костта прави тази задача предизвикателство. В зависимост от типа на фрактурата, в повечето случаи използваме 4 винта – 2 бр. 6,5мм канюлирани винта осигуряващи опора в спонгиозната кост и 2 бр. 4,5мм винта за фиксация на вътреставната компонента на фрактурата. Ние считаме, че огромното предимство на винтовата фиксация е т.нар. флексабилност, т.е. възможността за ориентиране на винтовете в различни равнини според фрактурните линии и възможността да се ангажират с прецизност зони от костта, които осигуряват най-добър костен субстрат. Частите на петната кост предоставящи такова качество са тубер калканей, предната част на калканеуса към калканеокубоидната става, субхондралната кост на задната фасетка и суштентакулум тали. Ангажирането на тези части от костта е задължително за оптимална стабилност на конструкцията.

В периода 01.10.2019–31.12.2020г авторът на настоящият труд провежда задълбочено биомеханично изследване върху кадаври в АО Reseach Institute Davos (Давос, Швейцария) на тема „Анализ на различни конфигурации от винтове при фиксацията на вътреставни фрактури на петната кост Sanders тип II B“ (Фиг.56,57).



Фиг.56 Съпоставка на различни конфигурации на винтова синтеза.
(АО Reseach Institute Davos)



Фиг.57 Тестов модел от биомеханичното изследване.
(АО Reseach Institute Davos)

При MIS подход в лечението на DIACF, винтовата остеосинтеза е най-често използваната техника за стабилизация на фрактурата. Надлъжните винтове, които се използват, следва да са с цяла резба – тъй като не целим компресия поради наличната

костна загуба, функцията им е на позиционни (статични) винтове осигуряващи опора на задната фасетна и поддържащи дължината на костта. Частично резбовани 4,5мм винтове се използват с оглед постигане на компресия в областта на задната фасетка при масивни фрагменти - Sanders тип II фрактури. Когато е налице раздробяване, винтът се използва като позиционен без компресия с оглед наличната костна загуба. Считаме, че по-големият диаметър на винта позволява по-добро запълване на дефекти без да причинява вреда. На база на резултатите от нашето биомеханично проучване, ние „горещо“ препоръчваме конструкция включваща кос винт. Наличието на винт, пласиран в коса посока от плантарната повърхност на тубер калканей към сустентакулума или към постеро-латералната част на задната фасетка осигурява стабилност на задния ходилен отдел при динамично натоварване. Косият винт заедно с напречен винт за задната фасетка създават триточкова фиксация осигуряваща оптимална протекция спрямо аксиален стрес и поддържаща височината на калканеуса. Липсата на подпорен винт под ставната повърхност (кос или надлъжно разположен) води до значително потъване и ротация на задната фасетка. Плантарното отзвяване в ъгъла на Гисан е по-голямо при инсериранни надлъжни винтове под залавното място на Ахилесовото сухожилие. По отношение на артикуларната част на задната фасетка, когато вътреставните фрагменти са големи (при Sanders II B фрактури) и анатомично репониранни, няма разлика в стабилността, независимо дали се използва един или два напречни интерфрагментарни винта за фиксация. Този извод отново потвърждава тезата, че анатомичната репозиция е фактор допринасящ за първоначалната стабилност след счупване.

Слабо място на лонгитудинално ориентираните винтове с възможност за огъване е действието на напречни сили по надлъжната им ос. Затова изхождайки от ориентацията на трабекулите изграждащи петната кост, ние считаме че добавянето на кос винт към надлъжно разположените ще намали разпределението на стреса при механично обременяване. Посоката на ориентация следва да бъде между група ламели 1a и 1b от таламичните компресионни трабекули като винтът започва от дебелия кортекс на тубер калканей плантарно, а върхът му достига субхондралното уплътнение (костен кондензат) на субталарната става.

При инсерирането на винтовете се стремим да „погребем“ главите им в костта с цел минимизиране потенциално дразнене на меките тъкани. Допълнителен, но рядък проблем, който може да се срещне при поставяне на перкутанни винтове, е развитието на епидермална киста. Кожните инцизии, използвани за поставяне на винта, трябва да са малко по-големи от главата на винта като разрезът задължително се отваря с помощта на малък хемостат. След инсерирането на винта раните се промиват като се използва спринцовка с дебела игла или венозна канюла. Ако разрезът е твърде малък, тогава кожните клетки могат да бъдат включени в раната, където се размножават в дермата образувайки интрадермална киста, която впоследствие би предизвикала дискомфорт или възпаление. При пласирането на надлъжните винтове, с оглед избягването на ротация или разместване в предната част на костта, поставяме киршнерова игла от кубоида или предния процесус в коса посока към сустентакулума.

Препоръчваме винтовете, които се използват за дефинитивна фиксация на фрактурата да бъдат титаниеви поради по-доброто костно врастване в сравнение със стоманените. Като качество на материала титанът е с по-добро съотношение сила/тегло и е по-лек в сравнение с неръждаемата стомана; има голяма устойчивост при многократни натоварвания, което го прави идеален за приложение като имплант; модулът му на еластичност е по-нисък и той е по-малко твърд в сравнение с неръждаемата стомана, което ограничава стреса върху костните структури; не на последно място титанът е по-малко склонен да генерира имунна реакция въз основа на факта, че е по-устойчив на корозия в сравнение с имплантите от неръждаема стомана. Всички тези характеристики имат отношение към постигната първична стабилност в спонгиозната кост, а също и към срастването и ремоделажа на костта при започване на натоварването.

Въпреки огромния избор от разнообразни остеосинтезни средства, считаме че няма опция, която да предоставя възможност за непосредствено следоперативно натоварване. Костното срастване е биологичен процес, за който е необходимо определено време. Според нас постигането на репозиция осигуряваща костен контакт води до вътрешна стабилност и е от основно значение за избягването на редислокация.

Подход уважаващ меките тъкани, съчетан с остеосинтеза гарантираща стабилност и ненарушаваща биологията на костното срастване са гаранция за успех при тези предизвикателни увреди.

4. Постоперативно поведение

След завършване на остеосинтезата, извършваме задължително лаваж на оперативната рана, която затваряме послойно, а кожата – чрез шев на донати. При MIS техниката не използваме дрен, докато в ORIF групата редон-дренажът е силно препоръчителен.

Независимо от техниката, ние не използваме постоперативна гипсова имобилизация. В определени случаи за комфорт на пациента може да се използва шина, която лесно се поставя и отстранява при превръзките и свалянето на конците. Превръзката в операционната зала е леко пристегната и веднага след извеждането на пациента поставяме лед върху крайника. Основен момент в постоперативното поведение е интензивната криотерапия – препоръчваме по 30 минути от всяка страна (латерално, медиално и по гърба на ходилото) на всеки 2 часа. Елевацията на ходилото е задължителна. Движението на пръстите е силно препоръчително с оглед избягването на втвърдяване на ставите и подпомагане спадането на отока. Пациентите са окуражавани да извършват активни движения в глезенната става възможно най-скоро. При гладко протичане на непосредствения следоперативен период и безпроблемно отстраняване на шевове, настояваме за започване на физиотерапевтични процедури и ЛФК без натоварване с тегло върху крайника.

Ние изповядваме концепцията разработена от Essex-Lopresti, Paley и Wei за ранно раздвижване на ходилото още в първите 24–72 часа от оперативната интервенция.

Следваме свой собствен рехабилитационен протокол, който индивидуализираме спрямо типа на фрактурата и комплайънса на пациента. Общи принципи са:

1. 1–3 седмица. Основна цел е контролът на едема и болката. Необходими са превенция на контрактурата на *m.gastrocnemius*, походка с помощни средства без аксиално натоварване на крайника, регулярна смяна на превръзката, интензивна криотерапия, медикаментозна противоотчна терапия и елевация на крайника. Ходилото може да се мокри около седмица след свалянето на конциите. Активни движения на пръстите и глезенна се извършват в сагиталната равнина (3 серии по 20 пъти) на всеки час по 10–15 мин, в зависимост от толерирането на дискомфорта (Фиг.58)



Фиг.58 Използване на стречинг лента за мобилизиране на ставите на ходилото.

2. 4–6 седмица. Продължава елевацията, криотерапията, упражненията стават все по-активни. При възможност се препоръчва раздвижване във водна среда (басейн), с оглед преодоляване на гравитацията. Стартират се физиотерапевтични процедури чиято цел е ускоряване на костното страстване и постигане на оптимален резултат. Увеличават се активните движения в глезенната, субталарната, медиотарзалните стави и пръстите като се извършват прогресивни изометрични упражнения и движение срещу съпротивление.

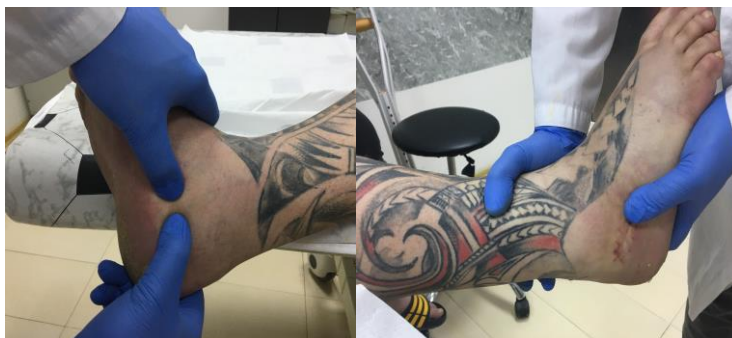
В зависимост от типа на фрактурата и постоперативното възстановяване към момента, в края на 6 седмица се позволява частично натоварване на крайника с 30% от теглото.

3. 7–10 седмица. Продължават амбулаторните физиотерапевтични процедури, окуражава се използването на велоергометър. Прогресира се към адаптиране на субталарната става към неравен терен чрез упражнения с топка (Фиг.59).



Фиг.59 Метод за адаптиране към неравен терен.

Препоръчва се мануална терапия в комбинация с „trigger points“ техники за мобилизиране на втвърдените меки тъкани (плантарна фасция, м.гастрокнемиус, м.тибиалис постериор) и хипомобилните стави (Фиг.60).



Фиг.60 Мобилизиране на субталарната и глезенната става.

Разрешава се натоварване с цяло тегло, при оттичане на крайника се използва отново криотерапия. Препоръчва се редовен стречинг на прасеца и плантарната фасция сутрин и вечер, както и извършването на проприоцептивни упражнения за баланс.

V. Проследяване, документация и статистика

Използвани са следните статистически методи за обработка и анализ на информацията, свързана с настоящия дисертационен труд.

1. Дескриптивен анализ

Направен е вариационен дескриптивен анализ на всички количествени променливи както в целия кохор от пациенти, така и в отделните групи от тях, при което са определени съответните средни стойности, стандартни отклонения (standard deviations), стандартни грешки на средните стойности (standard errors of means, SEMs), 95% доверителни интервали на средните стойности (confidence intervals, CIs), медиани (medians) и обхвати (ranges). В допълнение е извършен и честотен дескриптивен анализ на качествените променливи (номинални и рангови), който включва абсолютни честоти, относителни честоти (в проценти), както и кумулативни относителни честоти (в проценти).

2. Графични изображения

Графичните изображения на изследваните променливи са представени във вид на хистограми, секторни диаграми (pie charts), bar charts, boxplots и scatterplots.

3. Проверка нормалността на разпределение на количествените променливи

Типът на разпределение на една количествена променлива – нормално (гаусово) или отклонено от него (ненормално) – определя вида на методите, които се използват за изследване статистическата значимост на влиянието на отделните фактори върху тази променлива. В съответствие с това, при нормално разпределение се прилагат т.нар. параметрични методи за изследване, а при липса на такова нормално разпределение, т.е. когато разпределението е характеризирано като отклонено от нормалното – т.нар непараметрични методи. Необходимо е да се отбележи, че

последните биха могли да се прилагат и при нормално разпределение, тъй като по правило са по-устойчиви от параметричните, но са с по-ниска мощност (power) в сравнение с тях.

Проверката за нормалност на разпределение на количествените променливи в настоящия дисертационен труд е извършена с използване на тестове на Shapiro-Wilk и Kolmogorov-Smirnow, които показаха, че не навсякъде в отделните извадки (групи) е налице нормално разпределение на променливите. Поради това изследването на статистическата значимост на влиянието на отделните фактори е извършено с използване на непараметрични статистически методи.

4. Непараметрични статистически методи за анализ

Както е отбелязано по-горе, непараметрични методи се прилагат за изследване на статистическата значимост на разликите между две и повече извадки (групи) при отклонение на разпределението на характеристиките и параметрите на пациентите от нормалното разпределение в някои от тези извадки, т.е. когато разпределението е характеризирано като отклонено от нормалното. При непараметричния статистически анализ количествените променливи се третират като рангови.

В настоящия дисертационен труд са прилагани следните непараметрични методи:

- Mann-Whitney Test за сравняване на ранговете на една променлива в две независими извадки.
- Kruskal-Wallis Test за сравняване на ранговете на една променлива в повече от две независими извадки.
- Wilcoxon Signed-Rank Test за сравняване на ранговете на една променлива в две зависими извадки.
- Friedman Test за сравняване на ранговете на една променлива в повече от две зависими извадки.
- Chi-Square Test за изследване на връзката между две или повече номинални променливи чрез сравняване на техните пропорции в две или повече извадки.
- Spearman Correlation Test за определяне характера и степента на корелация между две променливи.

За гранична стойност на нивото на статистическа значимост е зададена стандартната стойност 0,05. Ако изчислената от съответния тест стойност на статистическа значимост (p) е по-малка от 0,05 тестваният ефект се приема за статистически значим, а при изчислена стойност по-голяма от 0,05 – тестваният ефект се приема за статистически незначим. Когато обаче така изчислената стойност е между 0,05 и 0,09 тя често се интерпретира като индикация за тенденция към статистическа значимост.

За обработка на данните от изследването, свързано с дисертационния труд, е използван SPSS софтуер за статистически анализи (V.23, IBM SPSS, Armonk, NY, USA).

VI. Резултати

Оперативен регистър:

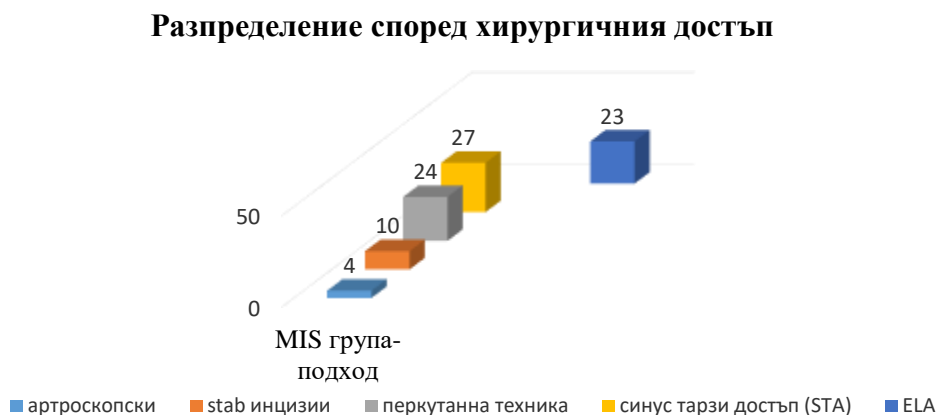
Разпределението на фрактурите според приложената оперативна техника изглежда графично по следния начин (Фиг.61):



Фиг.61 Разпределението според оперативната техника.

MIS група – 51 фрактури, ORIF група – 23 фрактури. Фиксацията в MIS групата е извършена в 47 случая чрез канюлирани винтове и в 4 случая – с киршнерови игли. Стабилизацията на фрактурата в ORIF групата е постигната със стандартна заключваща плака.

Разпределението на увредите според използвания хирургичен достъп е следното (Фиг.62):



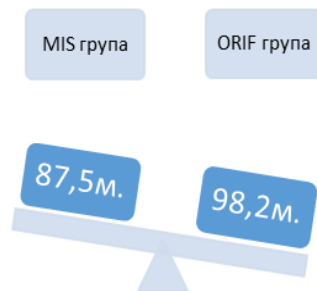
Фиг.62 Разпределение според хирургичния достъп.

При MIS групата, броят достъпи надхвърля броя фрактури тъй като в зависимост от счупването понякога се налага комбинация от различни техники. В ORIF групата оперативната интервенция е осъществена чрез разширен латерален достъп (ELA).

• Оперативно време

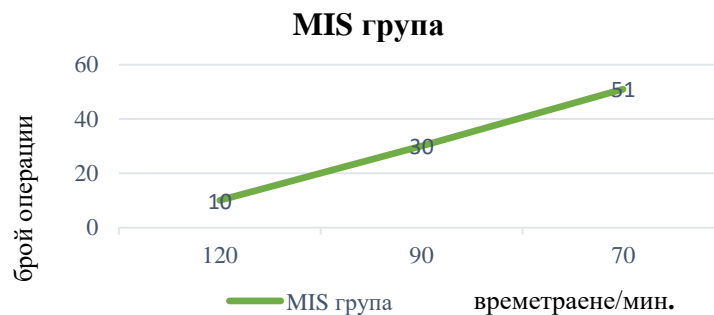
Средна продължителност на оперативната интервенция в двете групи е: MIS – 87,5 мин, ORIF – 98,2 мин. Налице е статистически значима разлика $p = 0,007$ в полза

на минимално инвазивните техники. Графичната визуализация на показателя интраоперативно време изглежда така (Фиг.63):



Фиг.63 Времетраене на интервенцията.

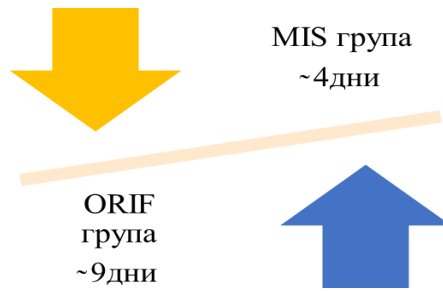
Трябва да се отбележи фактът, че в началото на нашето изследване MIS техниките се характеризираха със значителна рентгенова експозиция и продължителност на интервенцията до 2 часа, но с натрупването на опит и стандартизиране по отношение на позиционирането на пациента, рентгеновия образ и оперативната техника, вървейки по т.нар. „learning curve“, времетраенето на операцията значително бе редуцирано, което има съществено значение за намаляване на инфекциозния риск и осигуряване на първичното зарастване на оперативната рана на фона на „чувствителни“ меки тъкани (Фиг.64).



Фиг.64 Времетраене на интервенцията в MIS група – „learning curve“.

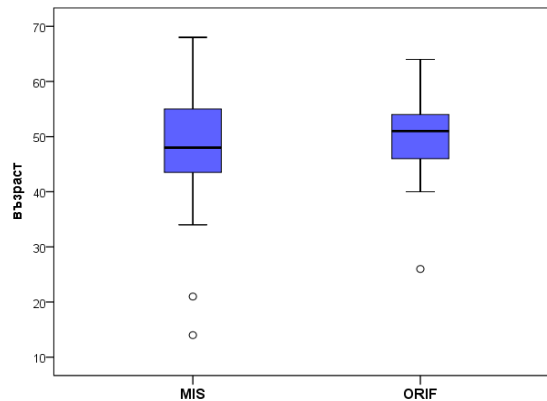
- Хоспитализация

Средно пролежаните дни в лечебното заведение в групите са: MIS група – 4,27 дни (std. deviation 1,22 дни; мин 3 дни; макс 7 дни), ORIF група – 9,04 дни (std. dev. 4,1 дни; мин 5 дни; макс 21 дни). Налице е статистически значима разлика в двата оперативни подхода по отношение на този показател, $p < 0,001$. В конюнктурата на настоящия здравноосигурителен модел възможността за по-ранна дехоспитализация на пациентите от MIS групата е свързана със значително по-малко разходи на лечебното заведение, а от друга страна такава дехоспитализация осигурява по-голям комфорт на пациента по отношение на социализацията. Графично представяне (Фиг.65):



Фиг.65 Среден брой дни хоспитализация.

Двете изследвани групи не се различават съществено по отношение на пола (MIS – мъже:жени 75%:25%; ORIF – мъже:жени 74%:26%) и възрастовото разпределение на пациентите (MIS средна възраст – 48,3г; ORIF средна възраст – 49,48г; $p = 0,46$, Фиг.66).



Фиг.66 Възрастово разпределение на пациентите в двете групи.

1. Анатомични резултати

1.1 Рентгенологични параметри за оценка на репозицията.

Понастоящем по отношение на фрактурите на петната кост липсва унифициран общоприет протокол за рентгенологична оценка на качеството на репозиция. Изхождайки от базисните данни на т.нар Delphi консенсус (Beerekamp et al. 2013) за оценка на репозицията и фиксацията при фрактурите на петната кост, ние възприехме следните рентгенологични параметри за оценяване на анатомичното възстановяване: ъгъл на Бюлер, ъгъл на Гисан, височина, ширина и дължина на петната кост. Рентгенологичния анализ направихме на базата на профилна, аксиална и Browden проекции. Изследванията са проведени при диагностициране на увредата, непосредствено следоперативно, както и 6 месеца след травмата, като резултатите са сравнени със стойностите на контралатералния крайник.

1.1.1. Ъгълът на Бюлер се определя от множество фактори, включващи антеролатералната стена, задната фасетка и разместването на тубера. Налице е връзка между предоперативния ъгъл на Бюлер и тежестта на нараняването, а следоперативната корекция на ъгъла на Бюлер има директна корелация с функционалния резултат.

Предоперативната стойност на ъгъла на Бюлер, следоперативната корекция, стойността на 6-ти месец, както и тази на контралатералния крайник са отразени заедно с промените им във времето в следната таблица.

показател ъгъл на Бюлер	статистика ъгъл на Бюлер						
	средна стойност	стандартна грешка	медиана	стандартно отклонение	диапазон	мин	макс
при травма	1,31	0,478	2	4,111	22	-14	8
след оперативно	29,72	0,432	30	3,718	18	18	36
след 6 месеца	27,88	0,451	28	3,878	22	14	36
контралатерален	33,07	0,337	32	2,897	10	28	38
промяна след опер към травма	28,41	0,533	28	4,581	22	18	40
промяна Бюлер бм към травма	26,57	0,563	26	4,84	25	14	39
промяна Бюлер бм към след опер	-1,84	0,195	-2	1,68	6	-6	0
промяна Бюлер бм към контралат	-5,19	0,36	-6	3,095	14	-14	0

Табл. 1

Стратификацията на данните в групите, в зависимост от оперативната техника е следната:

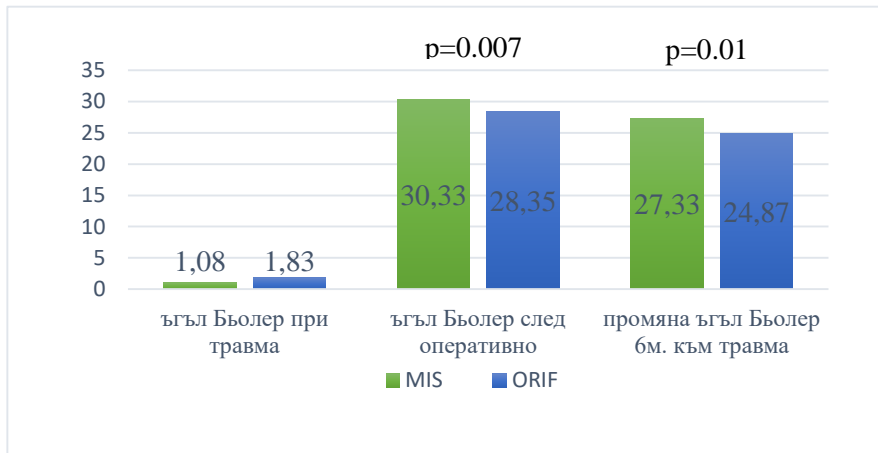
показател	статистика ъгъл на Бюлер									
	MIS група					ORIF група				
	средна стойност	стандартна грешка	медиана	стандартно отклонение	диапазон	средна стойност	стандартна грешка	медиана	стандартно отклонение	диапазон
ъгъл Бюлер при травма	1,08	0,565	2	4,034	22	1,83	0,902	3	4,324	20
ъгъл Бюлер след оперативно	30,33	0,545	32	3,892	18	28,35	0,612	28	2,933	12
ъгъл Бюлер след бм	28,41	0,595	28	4,248	22	26,7	0,542	26	2,601	10
ъгъл Бюлер контралат	33,12	0,425	32	3,037	10	32,96	0,546	32	2,619	10
промяна Бюлер след опер към травма	29,25	0,629	30	4,489	22	26,52	0,895	26	4,294	21
промяна Бюлер бм към травма	27,33	0,693	27	4,946	25	24,87	0,879	25	4,214	19
промяна Бюлер бм към след опер	-1,92	0,237	-2	1,695	6	-1,65	0,348	-2	1,668	6
промяна Бюлер бм към контралат	-4,71	0,401	-4	2,866	14	-6,26	0,704	-6	3,374	12

Табл. 2

Средната стойност на ъгъла на Бюлер при травма в двете разглеждани групи е без сигнафикантна разлика (MIS – 1,08°; ORIF – 1,83°; $p = 0,226$). Постигнатата непосредствена следоперативната корекция за двете групи е съответно: MIS – 30,33°; ORIF – 28,35°; $p = 0,007$. Налице е сигнификантна разлика в постигната корекция между двете групи, която се запазва и на 6-тия месец, когато средната постигна корекция в

Ъгъла на Бюлер при оценяването на резултата е съответно: MIS – 27,33°; ORIF – 24,87°; $p = 0,016$.

Резултатите са представени графично на следната диаграма (Фиг.67):



Фиг.67 Ъгъл на Бюлер.

По-доброто възстановяване на ъгъла на Бюлер в MIS групата отдаваме на следните няколко факта: 1) използване на автоматични дистрактори с възможност за добра корекция на тубер калканеи, 2) извършване на ранна оперативна интервенция, когато фрагментите са лесно манипулируеми, и 3) включване на фрактури с давност (над 14 дни) в ORIF групата.

1.1.2. Ъгълът на Гисан отразява взаимоотношението между ставните фасетки и поради естеството на вариацията му (пол, раса) е най-акуратно стойностите му да се сравняват с тези на контралатералния крайник, а не с възприетите в литературата референтни граници. Предстаени са стойностите при травмата, непосредствено следоперативно, на 6-ти месец при проследяването, като включват и противоположната страна, както и промените във времето.

показател	статистика ъгъл на Гисан						
	средна стойност	стандартна грешка	медиана	стандартно отклонение	диапазон	мин	макс
Ъгъл Гисан при травма	113,76	1,868	111,5	16,066	57	85	142
Ъгъл Гисан след оперативно	115,49	0,945	115	8,133	35	100	135
Ъгъл Гисан след бм	113,72	0,962	110	8,279	30	100	130
Ъгъл Гисан контралат	113,66	0,816	110	7,021	28	100	128
промяна_след опер_към травма	1,73	1,876	-5	16,142	57	-27	30
промяна Гисан бм към травма	-0,04	1,889	-5	16,248	57	-27	30
промяна Гисан бм към след опер	-1,77	0,352	0	3,027	10	-10	0
промяна Гисан бм към контралат	0,05	0,55	0	4,734	20	-10	10

Табл. 3

Подробно разпределение на данните в двете групи с различен хирургичен подход е следното:

показател ъгъл на Гисан	статистика ъгъл на Гисан									
	MIS група					ORIF група				
	средна стойност	стандартна грешка	медиана	стандартно отклонение	диапазон	средна стойност	стандартна грешка	медиана	стандартно отклонение	диапазон
при травма	111,63	2,18	118	15,565	57	109,61	3,487	110	16,724	55
след оперативно	115,35	1,149	115	8,204	35	115,78	1,699	115	8,146	35
след бмесеца	114,47	1,166	110	8,327	30	114,26	1,737	110	8,33	30
контралатерално	113,47	0,956	110	6,827	28	114,09	1,579	110	7,573	25
промяна след опер към травма	3,72	2,168	-7	15,484	57	6,17	3,549	9	17,02	57
промяна Гисан бм към травма	2,84	2,172	-7	15,513	57	4,65	3,585	9	17,193	57
промяна Гисан бм към след опер	-0,88	0,423	0	3,024	10	-1,52	0,644	0	3,088	10
Промяна Гисан бм към контралат	1	0,71	0	5,071	20	0,17	0,831	0	3,985	20

Табл. 4

По отношение на изходните стойности на ъгъла на Гисан (при травмата) и постигната следоперативна корекция на 6 месец от проследяването не е налице статистически значима разлика между двете групи MIS и ORIF (съответно $p = 0,131$ и $p = 0,691$) т.е. при двата хирургични подхода репозицията по отношение на този параметър е сходна.

1.1.3. Широчина на петната кост. Увеличената широчина на калканеуса до известна степен ограничава движението на субталарната става, особено еверзията. Стойностите за двете групи, определени на аксиална проекция на 6-ия месец и съпоставени с противоположното ходило, са представени в следната таблица:

показател	ширина на петната кост									
	MIS група					ORIF група				
	средна стойност	стандартна грешка	медиана	стандартно отклонение	диапазон	средна стойност	стандартна грешка	медиана	стандартно отклонение	диапазон
широчина на петна кост след бм	45,61	0,325	46	2,324	12	44,17	0,375	44	1,8	6
широчина на петна кост контралат	42,2	0,204	42	1,456	4	42,04	0,298	42	1,43	4
промяна ширина ПК бм към контралат	3,41	0,283	4	2,022	8	2,13	0,428	2	2,052	8

Табл. 5

В MIS групата средната широчина на петната кост след интервенцията е 45,61мм, а в ORIF групата – 44,17мм. Въпреки че средната разлика е 1,28 мм, тя е статистически значима между групите, $p = 0,006$. При сравнение с контралатералното ходило разликата между двете оперативни техники остава сигнификантна, $p = 0,018$. Възможността от пълно откриване на латералната стена на костта чрез ELA в ORIF групата от една страна, заедно с притискането на множеството фрагменти с плака по цялата латерална повърхност от друга страна, определят тези различия спрямо MIS групата. Необходимо е да подчертаем, че не сме наблюдавали изявен клинично субфибуларен импийнджмънт в MIS групата вследствие на увеличена ширина на петната кост или нестабилност на перонеалните сухожилия. Напротив, оплакванията от латералната страна на ходилото са по-характерни за ORIF групата поради обемния имплант или дисфункция на перонеалните сухожилия (Фиг.68). Многократно сме установявали подобряване в симптоматиката след отстраняването на заключващата плака. Дори считаме за необходимост извършването на нова интервенция за премахването ѝ с оглед подобряване на функцията във времето.



Фиг.68 Фибуларен импийчмънт.

1.1.4. Височина на петната кост. Загубата във височина води най-вече до субталарна ротационна нестабилност, при което се редуцира стабилността на ставата при еверзия, вътрешна и външна ротация. Стойностите за двете групи са определени на 6-ия месец от проследяването чрез латерална проекция на ходилото и са съпоставени с контралатералния крайник.

показател	височина на петната кост									
	MIS група					ORIF група				
	средна стойност	стандартна грешка	медяна	стандартно отклонение	диапазон	средна стойност	стандартна грешка	медяна	стандартно отклонение	диапазон
височина на петна кост след бм	47,76	0,506	48	3,614	16	46,61	0,705	46	3,381	14
височина на петна кост контралат	49,65	0,407	50	2,904	12	49,83	0,589	50	2,823	12
промяна височина бм към контралат	-1,88	0,247	-2	1,762	8	-3,22	0,35	-4	1,678	6

Табл. 6

Средно постигнатата височината на петната кост на 6-тия месец в MIS групата е 47,76мм, а в ORIF групата – 46,61мм. По отношение на този показател и двете оперативни техники са ефективни, но има определена тенденция към статистически значима разлика в полза на MIS групата, $p = 0,081$. При сравняване височината на петната кост на 6-тия месец спрямо противоположното ходило е налице статистически значима разлика между оперативните техники ($p = 0,002$), която показва, че запазването на постигнатата репозиция е по-добро в MIS групата.

1.1.5. Дължина на петната кост. Промяната в дължина на калканеуса води до нарушаване функцията на плантарната апоневроза и ахилесовото сухожилие.

показател	дължина на петната кост									
	MIS група					ORIF група				
	средна стойност	стандартна грешка	медиана	стандартно отклонение	диапазон	средна стойност	стандартна грешка	медиана	стандартно отклонение	диапазон
дължина петна кост след 6м	73,96	0,623	74	4,45	20	74,04	0,925	74	4,436	20
дължина петна кост контралат	74,9	0,649	74	4,636	20	75,04	0,977	75	4,685	20
промяна дължина РК 6м към контралат	-0,94	0,219	0	1,567	6	-1	0,274	0	1,314	4

Табл. 7

Не е отчетена статистически значима разлика в дължината на костта, постигната чрез двете оперативни техники както на 6-тия месец от интервенцията, така и спрямо контралатералното ходило, $p = 0,911$.

1.2 Компютърно-томографски параметри за оценка на репозицията.

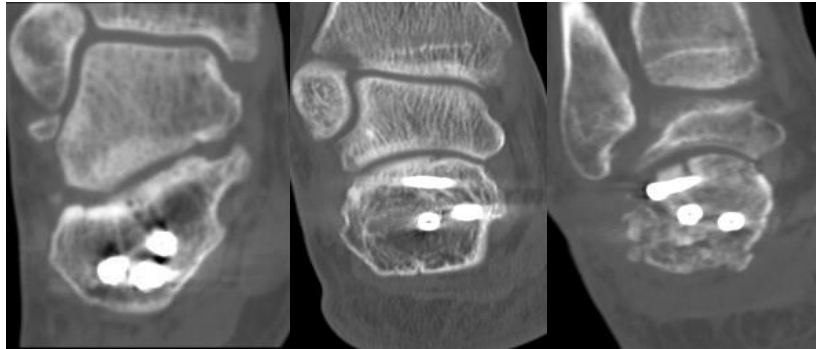
Поради обективни причини като финансова обезпеченост на изследването и отказ от допълнително рентгеново облъчване, постоперативен скенер е осъществен само при 21 пациента от MIS групата.

За оценка на репозицията на задната фасетка ние сме възприели критериите на Sanders:

- отлична анатомична репозиция → постигната интаартикуларна конгруентност
- добра репозиция, близка до анатомичната → 2мм вътреставен праг или разстояние (gap) между фрагментите
- задоволителна → 3–5мм вътреставен праг или разстояние (gap)
- неуспешна → над 5мм вътреставен праг или разстояние (gap) между фрагментите

При анализ на тези 21 фрактури, чрез постоперативен КТ коронарен срез са налице следните изводи: при 8 счупвания е постигната интаартикуларна конгруентност и репозицията е оценена като отлична, добра репозиция е осъществена при 10 фрактури, а при 3 счупвания тя е оценена като задоволителна (с 3–5мм праг или gap). В

нито един от проследените случаи не е установен праг по-голям от 5мм, който би дефинирал репозицията като неуспешна (Фиг.69/а/б/в/).



Фиг.69 Постоперативна КТ за оценка на репозицията.
(а,б – отлична, в – добра)

При проследяването на пациентите чрез постоперативен КТ установяваме характерна особеност за тези високо-енергийни счупвания – поради загуба на костно вещество и хрущялна субстанция е налице т.нар. „вторична конгруентност“ на субталарната става. Между вътреставните фрагменти е налице минимално разстояние (gap), без остатъчен праг (няма „step off“), ставните повърхности са успоредни - ставата остава конгруентна (Фиг.69в).

2. Функционални резултати

Стандартната рентгенография е полезна както за определяне на зарастването на фрактурата, така и за алинирането и възстановяването на анатомията след операция. За реалното измерване на резултатите най-важните параметри са функционалните възможности и клиничният преглед.

В нашето проучване за обективна оценка на функционалния резултат след DIACF използваме AOFAS hindfoot score (Фиг.70). Това е най-често цитираната в литературата оценъчна скала и затова с оглед обективното сравняване на нашите резултати с тези на други автори считаме избора за релевантен. Точковата система на тази скала анализира три аспекта: болка, функция и алиниране. Отделните елементи характеризират: степента на болка; ограничаване на ежедневната активност; максимално разстояние изминато пеша; специфика на терена; нарушение в походката; обем на движение – флексия, екстензия, еверзия, инверзия; стабилност на задния ходилен отдел и алиниране. Всяка част съдържа определен брой точки, чиито общ сбор варира от 0 до 100, като 100 точки представляват най-благоприятният изход. Тази оценъчна скала е относително кратка, но същевременно всеобхватна и практична за клинична обстановка. Счита се, че постоперативният скор на 6-ти месец е достатъчно надежден за оценка на резултата.

Patient Name: _____
 Patient MRN: _____
 Date: _____

I. Pain (40 points)

<input type="checkbox"/> None	+40
<input type="checkbox"/> Mild, occasional	+30
<input type="checkbox"/> Moderate, daily	+20
<input type="checkbox"/> Severe, almost always present	+0

Sagittal motion (flexion plus extension)

<input type="checkbox"/> Normal or mild restriction (30° or more)	+8
<input type="checkbox"/> Moderate restriction (15° - 29°)	+4
<input type="checkbox"/> Severe restriction (less than 15°)	+0

II. Function (50 points)

Activity limitations, support requirements

<input type="checkbox"/> No limitations, no support	+10
<input type="checkbox"/> No limitation of daily activities, limitations of recreational activities, no support	+7
<input type="checkbox"/> Limited daily and recreational activities, cane	+4
<input type="checkbox"/> Severe limitation of daily and recreational activities, walker, crutches, wheelchair, brace	+0

Hindfoot motion (inversion plus eversion)

<input type="checkbox"/> Normal or mild restriction (75% - 100% normal)	+6
<input type="checkbox"/> Moderate restriction (25% - 74% normal)	+3
<input type="checkbox"/> Marked restriction (less than 25% of normal)	+0

Maximum walking distance, blocks

<input type="checkbox"/> Greater than six	+5
<input type="checkbox"/> Four-six	+4
<input type="checkbox"/> One-three	+2
<input type="checkbox"/> Less than one	+0

Ankle-hindfoot stability (anteroposterior, varus-valgus)

<input type="checkbox"/> Stable	+8
<input type="checkbox"/> Definitely unstable	+0

Walking surfaces

<input type="checkbox"/> No difficulty on any surface	+5
<input type="checkbox"/> Some difficulty on uneven terrain, stairs, inclines, ladders	+3
<input type="checkbox"/> Severe difficulty on uneven terrain, stairs, inclines, ladders	+0

III. Alignment (10 points)

<input type="checkbox"/> Good, plantigrade foot, ankle-hindfoot well aligned	+10
<input type="checkbox"/> Fair, plantigrade foot, some degree of ankle-hindfoot malalignment observed, no symptoms	+5
<input type="checkbox"/> Poor, nonplantigrade foot, severe malalignment, symptoms	+0

Gait abnormality

<input type="checkbox"/> None, slight	+8
<input type="checkbox"/> Obvious	+4
<input type="checkbox"/> Marked	+0

IV. Total Score (100 points):

_____ Pain Points +

_____ Function Points +

_____ Alignment Points =

_____ Total Points/100 points

Фиг.70 Функционална оценъчна система – AOFAS hindfoot score.

Крайният функционален резултат на пациентите в проучването, отчетен на 6-тия месец след фрактурата е представен в следната таблица:

Група	функционален резултат/ AOFAS						
	средна стойност	стандартна грешка	медиана	стандартно отклонение	диапазон	мин	макс
MIS	85,29	0,629	86	4,491	21	71	92
ORIF	80	1,304	80	6,252	24	65	89

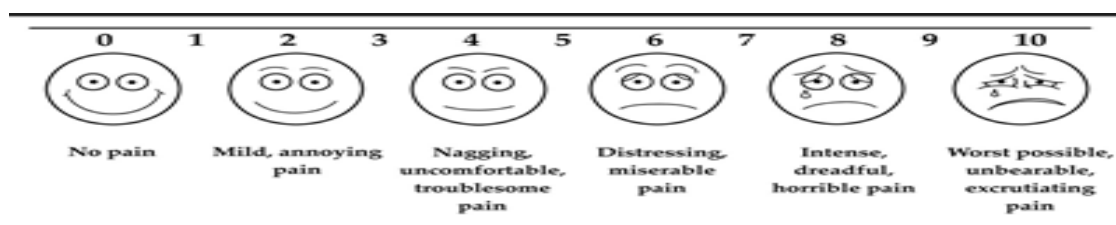
Табл 8

Налице е статистически значима разлика между двете групи MIS (85,29 точки) и ORIF (80 точки) в полза на MIS техниките, $p < 0,001$. Функционалният резултат се определя като отличен при стойност на AOFAS над 90, добър при стойност между 80 и 90, задоволителен при стойност между 70 и 80, и слаб при стойност под 70. В MIS групата разпределението е следното: отличен резултат е постигнат при 8 пациента (15,7%), добър – при 38 (74,5%), задоволителен – при 5 (9,8%) и лош – при 0 (0%). В ORIF групата стойностите са: отличен резултат е постигнат при 0 пациента (0%), добър – при 12 (52,2%), задоволителен – при 9 (39,1%) и лош – при 2 (8,7%).

Втори критерий, по който оценихме пациентите, е наличието на следоперативна болка, корелираща с удовлетвореността от проведеното лечение.

В този случай използвахме Визуалната аналогова скала (VAS). Това е инструмент за измерване, който се опитва да определи характеристика или отношение, вариращи в континуум от стойности и затова не може да бъде лесно измерен директно. VAS е 10 степенна скала предназначена за измерване интензивността на субективната болка. Тя демонстрира задоволителен консенсус между изследователите и силна корелация спрямо скали оценяващи качеството на живот (Short form 36 – SF36) и скали специфични за заболяването (AOFAS) (73).

Визуалната аналогова скала (VAS) е чувствителен метод за количествена оценка на болката и се представя под формата на хоризонтална или вертикална линия с дължина 10 см и две крайни точки, разположени върху нея: "Без болка" и "Непоносима болка" (Фиг.71).



Фиг.71 Визуално аналогова скала.

Пациентът поставя линия или стрелка, перпендикулярно пресичаща визуалната аналогова скала в точката, която съответства на неговата интензивност на болката. Въз основа на показанието се препоръчва следната класификация: без болка (0÷2), лека болка (2÷4), по-силна болка (4÷6), още по-силна болка (6÷8) и непоносима болка (8÷10). Времето за измерване интензивността на болката по визуално аналоговата скала отнема под 1мин. Като недостатък на VAS се считат:

- субективност на оценката
- наличност са ограничения (пациенти с когнитивни нарушения)

Трябва да се отбележи фактът, че като правило болшинството пациенти демонстрират тенденция за леко увеличаване на показателя интензитет на болката.

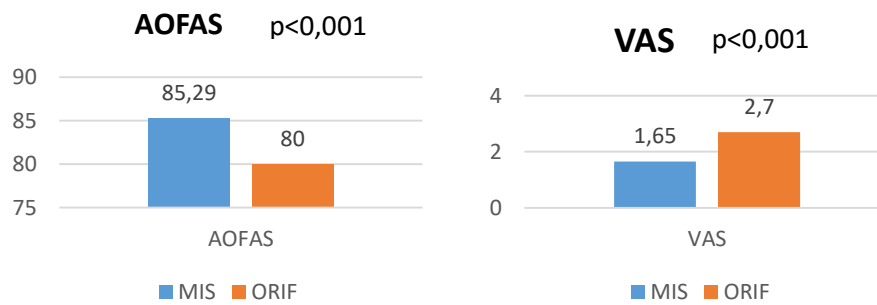
Резултатът на пациентите в изследването, отчетен на 6-тия месец след фрактурата, е представен в следната таблица:

група	функционален резултат/ VAS						
	средна стойност	стандартна грешка	медиана	стандартно отклонение	диапазон	мин	макс
MIS	1,65	0,104	2	0,744	3	1	4
ORIF	2,7	0,263	2	1,259	5	1	6

Табл. 9

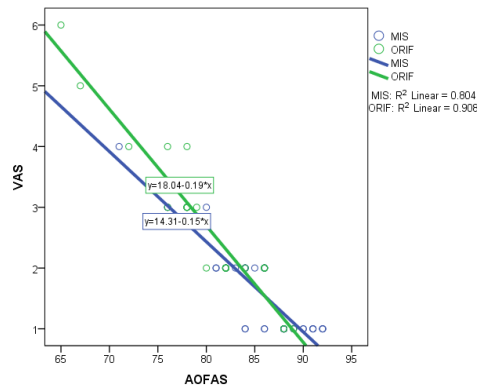
Между двете изследвани групи MIS (1,65) и ORIF (2,7) е налице статистическизначима разлика по отношение на изследвания показател в полза на MIS техниките, $p < 0,001$.

Резултатите представени графично изглеждат така (Фиг.72):



Фиг.72 Функционални резултати.

Чрез използването на непараметричен корелационен тест на Spearman (Спиърман) се изследва корелацията на резултите между двете оценъчни скали във всяка от групите MIS и ORIF (Фиг.73).



Фиг.73 Корелация между оценъчните скали.

3. Клинични резултати

За оценка на движенията в глезенната и субталарната става използваме техниката на McMaster за сравняване с противоположния крайник.

В MIS групата средният диапазон на движение на глезенната става в сагиталната равнина (плантарна и дорзална флексия) е 60°, което представлява 94% от нормалния обем на движение. По отношение на субталарната става, средният обем на движение е 25° (диапазон 10–40°), представляващ 78% от нормалното движение в ставата. При определяне на обиколката на мускулатурата на подбедрицата на оперирания крайник, на трети месец е налице редуциране със средно 2см спрямо контралатералния крак (измерена на ниво „средна трета на подбедрицата“). След започване на активно натоварване на 6-тия месец тази разлика е преодоляна. Всички ходила демонстрираха нормално ниво на стабилност. Нашите резултати са сходни с тези на Leung, който докладва 81% среден диапазон на движение в субталарната става след оперативна интервенция. Sci Amberg отчита, че 80% от оперираните от него пациенти нямат никакви или съвсем леки ограничения в субталарните движения. Stephenson съобщава

възстановяване на 75% от диапазона на субтаралните движения при 22 оперативно лекувани пациента.

Клиничен случай: пациент след 9-месечно проследяване (предоперативни рентгенографии от Фиг.43). Щателно клинично изследване на опериран десен долен крайник: симетричен свод на подоскопия спрямо контралатералното ходило; без признаци за мекотъканен оток; налице е запазена сила на оттласкване; задният ходилен отдел е с добро алиниране като активните движения в субтаралната става са близки до здравия крайник, а движенията в глезенната става са леко ограничени. (Фиг.74/а/б/)

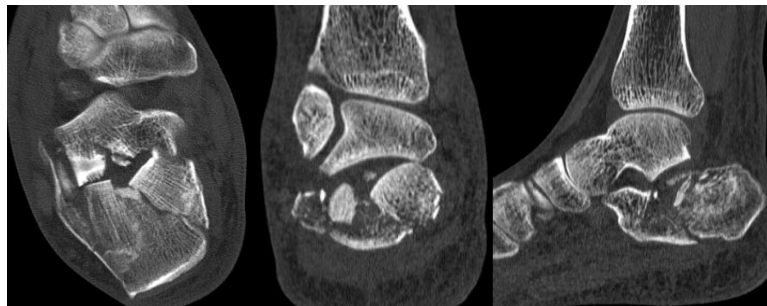


Фиг.74/а/ Постоперативен резултат.



Фиг.74/б/ Клинично изследване.

Клиничен случай: ставно-депресионна фрактура, мъж на 48г, последователно представени диагностични КТ образи и следоперативни рентгенографии, подоскопия – дясното ходило е добре алинирано, налице е малко по-голямо прехвърляне на натоварването върху латералния надлъжен свод, запазена лонгитудинална и напречна арка на стъпалото; „push off“ в пълен обем, движенията на глезенната и субтаралната става са сравнени със здравия крайник – отличен функционален резултат (Фиг.75/а/б/в/).



Фиг.75/а/ Диагностичен предоперативен КТ.



Фиг.75/б/ Фиксация с винтове, сравнителна плантограма.



Фиг.75/в/ Щателно клинично изследване.
(запазени проно-супинационни движения)

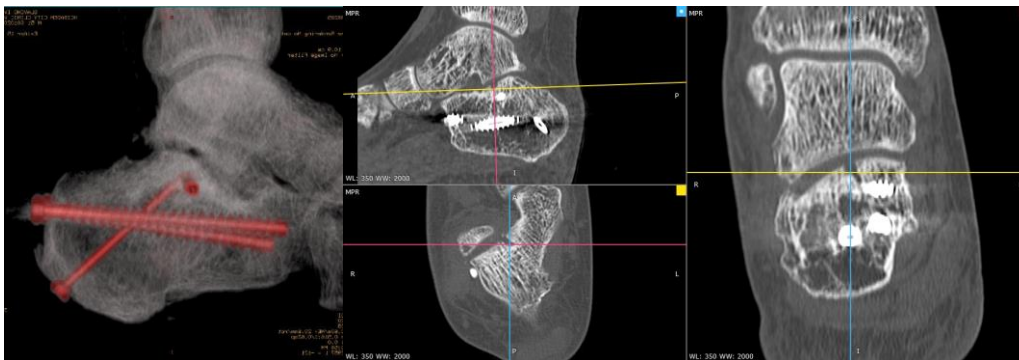
Клиничен случай: ставно-депресионна фрактура Sanders II, мъж на 48г, последователно са представени диагностичните образи, постоперативни рентгенографии (латерална, Browden и аксиална проекция), постоперативен КТ – налична „вторична конгруентност“ на субтаралната става с минимален „gap“, СТА достъп на 4-ти следоперативен ден, добре алинирано ходило със запазени проно-супинационни движение и отличен функционален резултат (Фиг.76/а/б/в/г/д/).



Фиг.76/а/ Диагностичен КТ – Sanders II фрактура.



Фиг.76/б/ Фиксация с канюлирани винтове.
(латерална, Browden и аксиална проекция)



Фиг.76/в/ Постоперативен КТ – „вторична конгруентност“ на субталарната става.



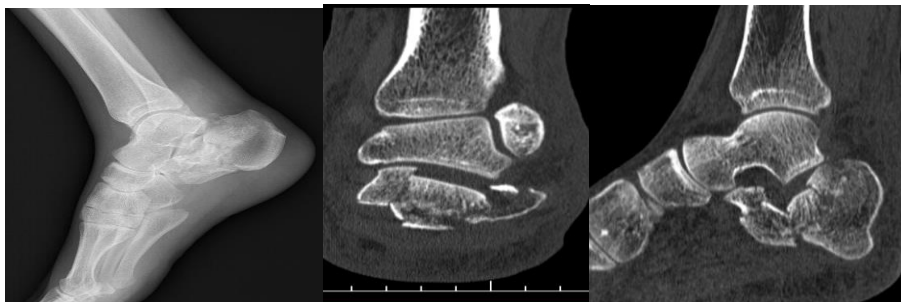
Фиг.76/г/ STA достъп на 4-ти следоперативен ден, сравнителна подоскопия.



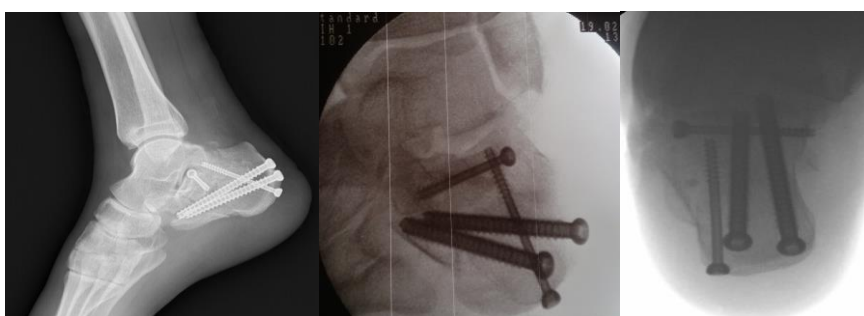
Фиг.76/д/ Клинично изследване на движенията в субталарната става – отличен функционален резултат.

Клиничен случай: ставно-депресионна фрактура Sanders II, мъж на 51г, последователно представени диагностични рентгенови изследвания, постоперативни

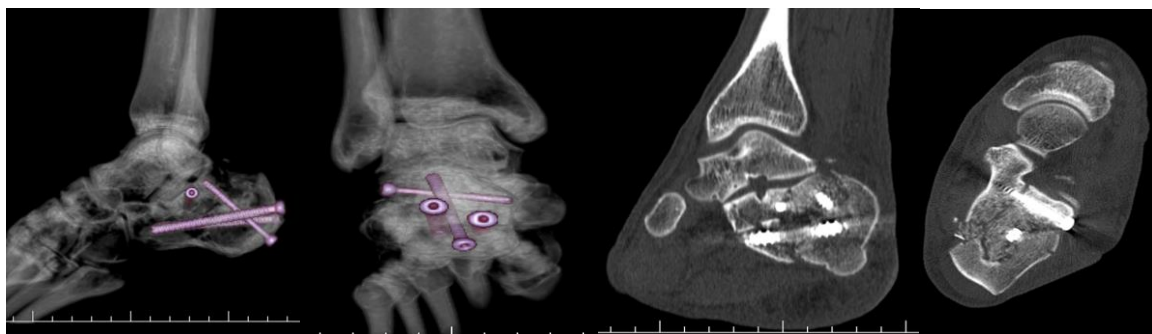
рентгенографии (латерална, Browden и аксиална проекция), следоперативен скенер демонстриращ отлична репозиция с акуратно пласиране на сустентакуларния винт, отличен функционален резултат (Фиг.77/а/б/в/г/).



Фиг.77/а/ Диагностични рентгенови и КТ проекции.



Фиг.77/б/ Постоперативни рентгенографии (латерална, Browden и аксиална проекция).



Фиг.77/в/ Постоперативен скенер – добра репозиция и отлично пласиране на сустентакуларния винт.



Фиг.77/г/ Отличен функционален резултат.

Клиничен случай: билатерални фрактури на петните кости, жена на 44г, лявото ходило е оперирано чрез ELA/ORIF, а дясното STA/винтова фиксация. Представени са диагностичен скенер, постоперативни рентгенографии на двете ходила (латерална, Browden и аксиална проекция). Запазени проно-супинационни движения на субталарната става, отличен функционален резултат (Фиг.78/а/б/в/г/д/).



Фиг.78/а/ Предоперативно състояние на дясното ходило.
(винтова синтеза)



Фиг.78/б/ Диагностичен КТ.



Фиг.78/в/ Постоперативни рентгенографии.
(латерална, Browden и аксиална проекция)



Фиг.78/г/ Отличен функционален резултат.



Фиг.78/д/ Подоскопия 1 година следоперативно.
(статично; динамично)

На направената плантограма се демонстрира двустранно добро алиниране на задния ходилен отдел. При изследване в динамика чрез т.нар. Jack тест или Хюбшен манювер са налице следните особености:

- ляво ходило (плакова фиксация) – отрицателен Jack тест, нарушен windlass механизъм, налична ригидност на ходилото с непълно повдигане на свода.
- дясно ходило (винтова фиксация) – позитивен Jack тест, повдигане на медиалната арка при дорзифлексия на палеца, нормална биомеханика.

Пациентката съобщава за затруднено слизване по стъпала с левия крак в сравнение с десния. Трябва да отбележим, че анализът е осъществен с наличните импланти и би било интересно да се проследи за евентуална промяна след отстраняването на остеосинтезните средства.

4. Усложнения

- раневи усложнения

Поради характера на травмата и спецификата на анатомичната област, инфекциозните усложнения са основен фактор вълнуващ оператора и важен момент при избора на оперативна техника. В настоящото проучване не сме имали пациент с дълбока инфекция. Повърхностните раневи усложнения включват дехисценция на раната, повърхностна некроза или инфекция, серома или хематом.

В MIS групата 3,9 % от пациентите развиват повърхностни раневи проблеми, изразяващи се в дехисценция на раната в дисталния край след STA вследствие на прекомерна интраоперативна ретракция и повърхностна некроза. Тези негативни последици са преодоляни чрез профилактична перорална антибиотична терапия и регулярни превръзки. В ORIF групата, въпреки прецизната оперативна дисекция („no touch“ техника) раневите проблеми достигат 21,7 % (при 5 фрактури), които макар и значително по-трудно и продължително също бяха преодоляни. Все пак трябва да отчетем факта, че в ORIF групата сме оперирали пациенти дори след 20-ти ден от травмата.

Времетраенето на интервенцията при пациентите без инфекциозни усложнения е средно 88,28 мин, а на тези с повърхностни раневи проблеми – 116,86 мин, което представлява статистически значима разлика, $p = 0,001$. Логично средната хоспитализация при тези пациенти е 12,5 дни, докато при пациентите без раневи усложнения средният престой в лечебното заведение е 5 дни. И за двете групи (MIS и ORIF) е налице директна корелация между времетраенето на оперативната интервенция и честотата на инфекциозните усложнения, съответно $rS = 0,03$ и $0,004$.

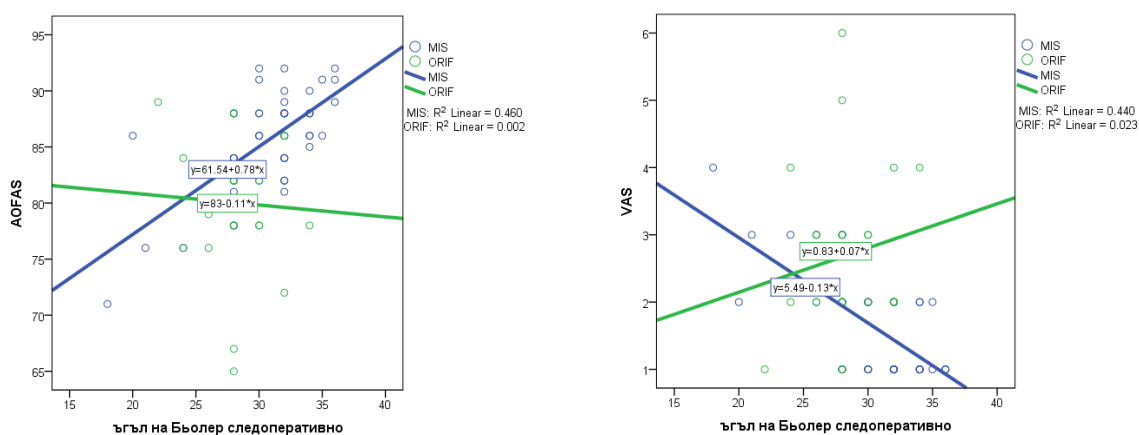
- парастезия на n.suralis

Преходна парастезия по латералния ръб на ходилото се наблюдавали при 2-ма пациента в MIS групата и при 4-ма след ORIF. Симптомите отшумяха спонтанно без приложение на специфична терапия. Това усложнение няма пряка корелация с времетраенето на интервенцията ($rS = 0,2$) и ние считаме, че то се дължи на прецизността на хирургичната техника.

VII. Анализ на резултатите. Дискусия

Ъгълът на Бюлер се използва за определяне на степента на възстановяване на импактираната задна фасетка. Счита се, че той е показател, който корелира със степента на удовлетвореност от лечението. Диапазон в интервала от 15° до 36° е независим прогностичен фактор. По-ниски стойности на ъгъла са свързани с по-висока честота на артроза на субталарната става. Невъзстановяването на нормалните граници на ъгъла на Бюлер може да доведе до латерално изместване на натоварването в ставата на Шопарт и до 25% увеличаване на общата сила предавана през калканеокубоидната става.

При анализа на данните се установява директна корелация между следоперативната корекция на ъгъла на Бюлер и функционалния резултат (AOFAS и VAS) в MIS групата ($rS = 0,001$ за AOFAS и $rS = 0,001$ за VAS) (Фиг.79).



Фиг.79 Корелация между ъгъла на Бюлер и функционалния резултат.

При анализиране на резултатите в нашата серията е налице значително подобряване в ъгъла на Бюлер при всички пациенти. Средната стойност на този ъгъл при травмата за всички пациенти е $1,31^{\circ}$ (диапазон от -14° до 8°), а следоперативно $29,7^{\circ}$ (диапазон 18° - 34°). По-високи стойности на ъгъла са установени при фрактури Sanders II спрямо Sanders III ($30,66^{\circ}$ спрямо $28,33^{\circ}$) като разликата се дефинира като сигнификантна, $p = 0,002$. За подобни резултати при типизиране на увредите съобщава Abdelazeem (2014г). Детайлизирането на нашите данните показва, че средната постигната корекция в ъгъла на Бюлер при оценяването на резултата е съответно $27,33^{\circ}$ при MIS и $24,87^{\circ}$ след ORIF, като разликата е статистически значима в полза на MIS, $p = 0,016$. В метаанализно проучване относно MIS техниките като хирургичен подход, Sander van Hooft (2016г) анализира рентгенологичните резултати по отношение на ъгъла на Бюлер в над 30 проучвания, при което нашите резултати демонстрират съгласие с тези на редица изследователи.

Zhang et al (2014г) докладва $30,1^{\circ}$ средна промяна в ъгъла на Бюлер след 27 месеца проследяване на 130 пациента оперирани със синус тарзи достъп ($-1,3^{\circ}$ предоперативна стойност, непосредствена следоперативна корекция $28,8^{\circ}$).

След 24 месеца проследяване на 38 пациента Chen et al. (2011г) установява промяна в ъгъла на Бюлер с $30,6^\circ$ (предоперативно $1,5^\circ$; непосредствена следоперативна корекция $32,1^\circ$).

DeWall et al. (2010г) сравнява рентгенологичните параметри на 79 пациента с MIS техника с тези на 41 пациента интервенирани чрез ORIF и достига до заключението, че по отношение на репозицията няма статистически значима разлика между групите. След двугодишно проследяване и отчитане на резултатите средната промяна в ъгъла на Бюлер е 25° . За същата стойност на средна оперативна корекция (25°) съобщава Rammelt et al. (2004г) като пациентите постигат до 92 точки по AOFAS. Един от пионерите в приложението на MIS техниките, Schepers (2007г), след 12 месеца проследяване на 61 фрактури на петната кост докладва средна оперативна корекция от 21° (-2° предоперативно; 19° следоперативно). Stulik (2006г) също докладва за сигнификантна разлика от 23° ($4,5^\circ$ предоперативно; $27,4^\circ$ следоперативно). Park (2000г) и Abdelgaid (2012г) постигат средна корекция на ъгъла на Бюлер от 26° .

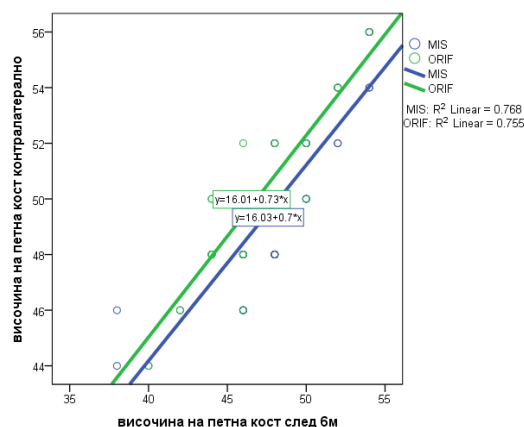
Въпреки това, съществено притеснение при фиксирането на DIACF само с винтове е опасността от постоперативна загуба на редуцията. В процеса на проследяване ние не установихме признаци за значима загуба на следоперативно постигнатия ъгъл на Бюлер с повече от 5° (MIS – $1,92$; ORIF – $1,67$) или изместване на задната фасетка над 2мм. В проучванията на Weber et al. (2008г) и Abdelazeem (2014г) е налице поддържане на ъгъла на Бюлер без голямо намаление на стойностите при всички пациенти. Изхождайки от принципите на „медицина базирана на доказателствата (evidence-based medicine)“, на базата на 21 проучвания сравняващи MIS и ORIF по отношение на следоперативния ъгъл на Бюлер като параметър за анатомична репозиция, Seat (2019г) достига в метаанализно изследване до извода за статистически значима разлика ($p = 0,02$) между двете техники в полза на MIS.

В същото изследване авторът анализира 15 проучвания по отношение на следоперативния ъгъл на Гисан. Налице е несигнификантна разлика $p = 0,09$ между двата подхода MIS и ORIF. При сравняване на този показател в 10 рандомизирани контролни проучвания също не е налице статистически значима разлика ($p > 0,05$). Това потвърждават и нашите резултати по отношение на ъгъла на Гисан. Постигнатата корекция в MIS групата е без статистически значима разлика – $111,63^\circ$ при травмата и $115,35^\circ$ непосредствена следоперативна стойност. Между двете групи промяната не е сигнификантна (MIS – $115,35^\circ$; ORIF – $115,78^\circ$; $p = 0,82$) т.е репозицията е сходна. Zhang et al (2014г) установява незначителна промяна от $0,4^\circ$ пред- и следоперативно (съответно $133,6^\circ$ и 134°). Минимални промени в ъгъла на Гисан регистрират Abdelgaid (2012г) и Tim Schepers (2007г), съответно 5° и 3° . В метаанализно изследване относно резултатите след оперативното лечение на DIACF чрез минимално инвазивни техники, Pooze (2016г) отбелязва 12 проучвания относно ъгъла на Гисан, определен предоперативно и следоперативно на конвенционална рентгенография. Предоперативната средна стойност на ъгъла е 115° (диапазон $89-140^\circ$), а достигнатата средна постоперативна корекция е 119° (диапазон $106-134^\circ$). Средното нарастване на ъгъла на Гисан е отчетено като 0° (диапазон от -16 до 36°).

Като анатомични параметри за оценка на репозицията немалко значение се отдава на постоперативната височина и ширина на петната кост. Възстановяването им нормализира кинематика и разпределението на стреса в субталарната става, подобрява тибиталарната позиция и намалява дългосрочните дегенеративни промени в глезена .

Намалената височина на петната кост води до скъсяване на лостта на Ахилесовото сухожилие, както и до разлика в дължината на крайника и до трудности при носенето на обувки поради контакт на малеолите с ръба на обувката. Когато е налице намалена височина с редуциран ъгъл на Бюлер, се стига до намален талокалканеален ъгъл или хоризонтиране на талуса, което води до ограничена дорзифлексия на глезена с преден тибиталарен импийнджмънт, както и талонавикуларна сублуксация. Тези изменения водят до значителна болка в глезена и съответно плоскостъпие .

В проучванията на Chen (2010г), Jin (2017г), Sun (2012г), Xia (2014г) и Yeо (2015г), постоперативната височина на петната кост е разгледана като параметър за анатомична репозиция. Сравнявайки двата подхода MIS и ORIF е налице статистически значима разлика в полза на MIS групата ($p < 0,001$). Нашите резултати не демонстрират категорично предимство на MIS техниките, но е налице тенденция към сигнификантност в полза на MIS, $p = 0,081$ (Фиг.80).

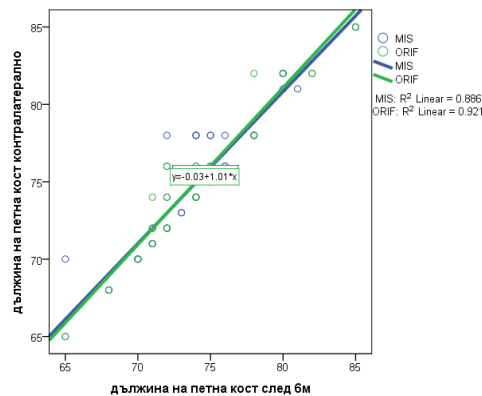


Фиг.80 Следоперативна височина на петната кост – тенденция към сигнификантност.

Увеличената ширина на петната кост е свързана със затруднение при носенето на обувки, ретромалеоларен оток, калканео-фибуларен импийнджмънт и перонеален импийнджмънт. Оценка на постоперативната ширина на петната кост е отразена в няколко проучвания. В изследванията на Chen (2010г), Gu (2015г), Zhang (2012г), Zhon (2015г) съпоставяйки MIS и ORIF по отношение на този параметър, е налице средна разлика в постоперативната ширина от 1,44мм, която е статистически значима, $p = 0,04$. Това се потвърждава и от нашите изводи, където ширината на калканеуса в MIS групата е по-голяма в сравнение с ORIF със средна разлика от 1,28мм, като е налице сигнификантност, $p = 0,006$. За противоположни резултати в техните проучвания съобщават Yeо (2015г), Wang (2015г), Jin (2017г), Xia (2014г) и Zhou (2015г), където по

отношение на постоперативната ширина на петната кост не е налице статистически значима разлика между двата подхода MIS и ORIF, $p = 0,75$.

Анализирайки следоперативната корекция в дължината на калканеуса между двата подхода, нашето изследване не показва сигнификантна разлика $p = 0,911$ (Фиг.81). Този резултат е в съгласие с проучванията на Moon (2009г), Yeo (2015г), Jin (2017г) и Xia (2014г).



Фиг.81 Сходна следоперативна корекция в дължината на петната кост.

Раневите усложнения при фрактурите на петната кост са основен проблем и често повлияват както избора на лечение, така и крайния функционален резултат. Въпреки че ELA позволява отличен оглед на фрактурата и дава възможност за добра репозиция, документирано е, че има голям процент на усложнения свързани с оперативната рана. Привържениците на ELA считат, че MIS подходът не позволява адекватна визуализация на фрагментите и е технически труден за изпълнение.

В настоящото изследване честотата на проблемите от оперативната намеса са 3,9% и 21,7% съответно за MIS и ORIF групата. Weber et al. (2008г) сравнява две групи от по 24 пациента със STA и ELA при средно проследяване 31 месеца. И в двете групи е постигната адекватна репозиция и възстановяване на височината и ширината на петната кост, но в STA групата раневите усложнения са значително по-малко, а оперативното време много по-кратко. Анализирайки 107 вътреставни фрактури при които е използван STA достъп и фиксацията е осъществена с пинове, Ebraheim et al. (2000г) съобщава за 8,5% раневи усложнения. В серията на Stulik (2006г) при 247 пациента са използвани киршнерови игли за дефинитивна фиксация като докладваните раневи усложнения достигат 12%. Walde (2008г) съобщава за над 10-годишен опит с перкутанна фиксация с киршнерови игли. При 88 пациента с фрактури Sanders II, III и IV раневите усложнения са 13%. В проучване с 33 пациента, Abdelazeem (2014г) съобщава за 3% усложнения от оперативното поле използвайки изцяло винтова остеосинтеза с лимитиран STA достъп. За същия процент раневи проблеми докладват Zhang et al. (2014г) и Chen et al. (2011г) съответно при 130 и 38 пациента. В серията на DeWall et al. (2010г) с 41 ORIF и 79 MIS пациента, където постигната репозиция между двете групи е без съществени различия, раневите усложнения са отчетени съответно 35.71% след ORIF и 6% при MIS. Съпоставяйки данните на различните автори прави

впечатление, че когато фиксацията при MIS техниката е осъществена с киршнерови игли, инфекциозните усложнения са по-високи в сравнение с изцяло винтовата синтеза. В обширен метаанализ на базата на 27 проучвания (17 рандомизирани и 10 ретроспективни), обхващащ 2274 фрактури, разглеждайки раневите усложнения при лечението на DIACF, Seat (2019г) докладва за 2,47% раневи проблеми в MIS групата (26 от 1053 пациента) и 16,54% в групата с ELA (177 от 1070 пациента). Тези параметри демонстрират статистически значима разлика в полза на MIS групата, $p < 0,001$. Сравнявайки рандомизирани контролни проучвания на Basile (2016г), Chen (2011г), Geng (2013г), Jin (2017г), Khurana (2017г), Kumar (2014г), Li (2016г), Qi (2013г) и Zhan (2016г) по отношение на раневите усложнения в двете групи MIS (2,3%) и ORIF (18,7%), отново е налице сигнификантна разлика в полза на MIS, $p < 0,001$.

Раневите проблеми при ELA, особено при пациенти с придружаващи заболявания или напрегнат локален статус, продължават да притесняват хирурга въпреки прецизната хирургична дисекция по отношение на меките тъкани чрез създаването на ламбо в цяла дебелина и „no-touch technique“ за минимална интраоперативна ретракция (Фиг.82). До голяма степен зарастването на меките тъкани, разположени над латералната стена, се определя от латералната калканеарна артерия. Това съдче е относително тънко, уязвимо и в непосредствена близост с вертикалното рамо на достъпа. В проучване на Vibbo et al (2014г) е установено, че когато предоперативно се извърши доплер на латералната калканеална артерия, шансът от усложнения при зарастване на хирургичната рана намалява значително. MIS техниките предлагат много по-малък разрез като се избягва напълно тази артерия.



Фиг.82 Некроза на ламбото след ELA.
(пациент извън настоящото проучване)

Най-голямо значение за цялостния изход от даден хирургичен подход има постигнатият функционален резултат. Макар и да не е валидирана система, AOFAS е най-често използваната скала за оценка на постоперативната функция след DIACF. В проучването на Weber et al. (2008г) при средно проследяване от 31 месеца, съпоставяйки две групи от по 24 пациента MIS (STA и винтова синтеза) и ORIF (ELA и плакова синтеза), авторът отбелязва средна стойност на AOFAS от 87,2 в MIS групата и 82,6 в ORIF. Добрите и отлични резултати в MIS групата достигат 84%. Тези стойности са сходни с регистрираните в нашето изследване за MIS и ORIF, при 89% добри и отлични резултати за пациентите от MIS групата. В най-голямата публикувана серия от

265 пациента третирани чрез дистракционен перкутанен метод, Forgon (1993г) съобщава за 89.8% отлични и добри резултати, при 10.2% задоволителни и слаби такива. Tomesen et al. (2011г) използва сходна техника с тази на Forgon и достига 84 точки AOFAS score при 66 месеца средно проследяване. Използвайки изцяло винтова остеосинтеза, Abdelazeem (2014г) достига 91,7% отлични и добри резултати по AOFAS. Употребявайки артроскопски асистирана репозиция при Sanders II фрактури, Gavlik et al (2002г) докладва още по-високи резултати – 93,7 точки (обхват 87–100) по AOFAS. Нашите изводи по отношение на функционалния резултат между двете групи демонстрират наличието на статистически значима разлика в полза на MIS техниките ($p < 0,001$), които се потвърждават в 14 проучвания анализирани от Seat (2019г). Авторът докладва за среден AOFAS score от 86,14 (от 80,8 до 92,2) в MIS групата и 84,12 (от 74,1 до 91,8) в ORIF групата, като отчита разликата като сигнификатна $p < 0,001$.

Всички споменати по-горе проучвания в допълнение към нашето изследване потвърждават, че минимално инвазивният подход на лечение при разместените интраартикуларни фрактури калканеуса може да се използва успешно с повече от задоволителен резултат.

В настоящото проучване по отношение на функционалния резултат спрямо половото разпределение, данните демонстрират по-добри показатели за мъжете в сравнение с жените (съответно AOFAS – 84,20 към 81,94; VAS – 1,82 към 2,33). Тези резултати са в противовес с изводите на R.Buckley (2002г), където жените постигат по-добър резултат след оперативна интервенция. Ние считаме, че освен приоритетното засягане на мъжкия пол, основно значение има, че пациентите с психични заболявания в серията са предимно жени (4:1).

При изследване на болковия синдром чрез VAS, интерес представляваше не само интензитетът, но и локализацията. Както се очакваше, остатъчна болка или дискомфорт се локализираха предимно от латерално (в областта на синус тарси или на оперативния цикатрикс), но не рядко оплакванията бяха ситуирани и от медиално в областта на тарзалния канал. Ние считаме, че оплакванията от медиално в тази зона до голяма степен се дължат на естеството на травмата, отока и повишеното налягане, като най-добрата превенция е ранната оперативна интервенция, навременната противооточна терапия и интензивната криотерапия. При изследване на възможността за завръщане на работа, след като изключим пенсионерите и пациентите с психични заболявания, всички пациенти са възстановили предишната си професия. По отношение на следоперативния болков синдром ние имаме изградено собствено мнение, макар и субективно на базата на възприятието на пациентите, че при MIS техниките усещането за непосредствена следоперативна болка е с много по-малък интензитет в сравнение с откритите техники.

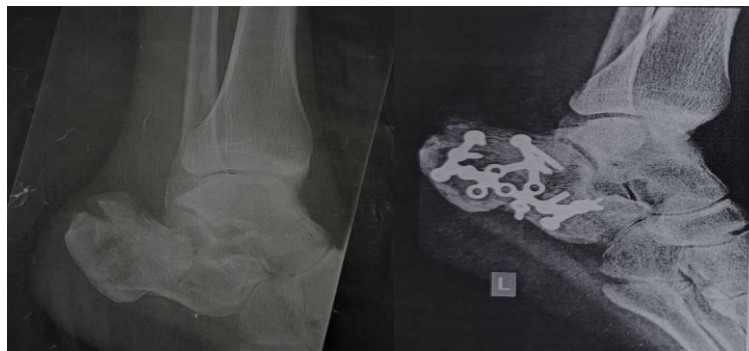
По-добрите резултати в MIS групата по отношение на AOFAS и VAS се дължат на по-малките инцизии, щадящото манипулиране на меките тъкани и намаленото оперативно време.

Seat (2019г) оценява средното оперативно време между MIS (74,40 мин) и ORIF (103,46 мин) в 11 проучвания като изтъква, че е налице статистически значима разлика в полза на MIS, $p < 0,001$. Ние отбелязахме в раздел резултати, че е налице директна

корелация между времетраенето на оперативната интервенция и честотата на инфекциозните усложнения за двете групи MIS и ORIF, със съответни $rS=0,03$ и $0,004$. Al-Mudhaffar също доказва, че намаленото оперативно време води до по-малко раневи усложнения и следоперативни инфекции.

Лимитираните достъпи до петната кост увеличават изискванията към интраоперативната флуороскопия с оглед компенсиране на невъзможността за пълна визуализация на фрагментите. Ние считаме, че колкото повече опит придобиваме с MIS техниките, толкова по-малко интраоперативно време бихме консумирали с намалена зависимост от флуороскопията.

При пациенти, при които оперативната интервенция се извършва със забавяне по една или друга причина – наличие на флектени и изчакване на тяхното затихване, късно представяне на пациента или тежко общо състояние непозволяващо ранна оперативна намеса – разширеният латерален достъп е единствена алтернатива. Операторът трябва да има в предвид, че с увеличаване на давността е налице ретракция на кожата и след възстановяването на морфологията на костта кожното ламбо е подложено на значителен опън при затваряне на оперативната рана (Фиг.83,84).



Фиг.83 Фрактура с давност 21 дни и постоперативен резултат.



Фиг.84 Оперативен разрез при отстраняване на конците и на 45-ти ден след операцията.

В такива случаи ние препоръчваме да се използват интраоперативно биорезорбируеми колагенови влакна импрегнирани с антибиотик, с цел превенция на инфекцията и осигуряване на зарастване на оперативната рана. „Оголването“ на част от импланта, т.е липса на мекотъканно покритие, би имало катастрофален ефект.

В изследването на Abidi et al. (1998г) са налице по-висок процент усложнения при зарастване на оперативната рана след ORIF на DIACF, когато между травмата и операцията е имало увеличен брой дни. Пациентите в тяхното проучване, които са претърпели интервенция след средно 4,8 дни, са имали степен на усложнения на хирургичния достъп от 16,6% в сравнение с 42% при пациенти, които са претърпели операция след повече от 10 дни от първоначалното си нараняване. Авторите считат, че увеличената ширина на петната кост води до повишено напрежение върху латералното ламбо, което потенциално покачва риска от раневи усложнения със забавянето на времето до операцията.

Задълбоченият литературен обзор, а и нашите резултати недвусмислено демонстрират, че раневите усложнения при минимално инвазивната хирургия значително намаляват в сравнение с откритите техники. Следователно MIS подходът се счита за идеален за пациенти с компрометирани кожни състояния, свързани с такива съпътстващи заболявания като диабет, съдова патология или при тютюнопушене. Интервенциите обаче са ограничени от факта, че е необходимо репозицията да се постигне относително рано в рамките на 3–7 дни от травмата. С оглед на това ние сме си изградили стриктен алгоритъм на поведение и подготовка на пациента. Деликатните меки тъкани около костта са особено уязвими в областта на балонираната латерална стена, също трябва да се има предвид, че нараняване или увреда на уникалната плантарна кожа може да доведе до трагичен резултат тъй като тя не може да бъде заменена с адекватна тъкан.

Добре документирано усложнение при дислоцираните вътреставни фрактури на калканеуса е развитието на артрит на субталарната става, поради което анатомичното наместване на задната фасетка е от изключително значение. Radnay (2010г) доказва, че пациентите, които развиват посттравматична артроза на STJ след фрактура на петната кост и при които впоследствие се извършва артродеза, се чувстват значително по-добре ако преди това са третирани оперативно. Това се дължи на възстановяването на височината на костта и нейната форма, и най-вече на алинирането на задната фасетка.

На този етап ние нямаме извършена вторична артродеза на субталарната става и естествено оценяваме относително късия период на проследяване на пациентите в нашата серия, но считаме че под огрозата на бъдеща такава интервенция, първично възстановен калканеус с минимум налични импланти и запазени меки тъкани би довел до значително по-добър резултат в сравнение с неоперативно лекувана фрактура или такава, при която е налице значителна фиброза и масивен имплант. Предимство при пациентите със STA от MIS групата е, че инцизията при артродезирането би била същата, която е използвана при първичната операция. Въпреки че не сме изследвали задълбочено развитието на евентуална субталарна остеоартроза, считаме критериите на Allmacher (2006г) и Paley (1993г) за релевантни при изследването на този параметър.

Helfet et al. (2001г) демонстрира, че е налице „зона на увреда“ на клетъчно ниво вследствие на артикуларната импакция при вътреставните фрактури на петната кост. Клетъчната смърт може да бъде крайната непреодолима причина за неуспеха от оперативното лечение, но ставна повърхност не подлежаща на реконструкция не трябва да бъде възприемана като контраиндикация за оперативно лечение. За успешен

функционален резултат не по-маловажно е влиянието на възстановените екстраартикуларните параметри на костта.

Доказано е, че възстановяването на задната фасетка е от съществено значение за нормалната походка, като се осигурява по-ранно завръщане на работа и се намалява вероятността за артродеза на STJ. Проучванията на Janzen (1992г) и Crosby (1990г) потвърждават по-лошите клинични резултати и трайните нарушения на походката във връзка с неконгруентността на субталарната става. На лице са биомеханични проучвания (Sangeorzan, Mulcahy) симулиращи вътреставни фрактури на петната кост, които демонстрират, че праг от дори 1–2мм в задната фасетка причинява значителни промени в разпределението на натоварването в субталарната става, както и негативен ефект върху функционалния резултат. Интерес представлява проучването на Barrick et al. (2017г), където авторите изследват разпределението на стреса в субталарната става при налично разстояние (gap) между вътреставните фрагменти без вътреставен праг. Няма значима разлика между контактните характеристики на задната фасетка при gap от 3мм спрямо анатомично наместената фрактура. Натоварването върху латералния фрагмент е значително увеличено при вътреставно разстояние от 5мм, докато налягането върху медиалния фрагмент е значително редуцирано. Авторите считат, че малка неконгруентност, изразяваща се в разстояние между фрагментите без вътреставен праг може да бъде толерирана от субталарната става, за разлика от наличен „гар“ с вътреставен праг. Следователно, оперативното лечение на DIACF е индицирано при праг от 2мм или повече, или „гар“ над 3мм, като за стойности под тези параметри се счита, че не е оправдан рискът от възможните компликации на оперативното лечение.

Трябва да отбележим, че поради естеството на травмата нерядко може да са налице малки вътреставни фрагментчета с хрущялна повърхност, които не подлежат на фиксация, но тяхното отстраняване е задължително поради опасността да останат свободни като „ставни мишки“ (Фиг.85). Екстирпацията на такива фрагменти неминуемо води до интраартикуларен „гар“ с негативни последици.



Фиг.85 Малък вътреставен фрагмент не подлежащ на реконструкция.

В серия от 25 пациента с 29 вътреставни фрактури на петната кост, на базата на постоперативен КТ Song et al. (1997г) подчертават, че отлични и добри клинични резултати могат да бъдат очаквани, когато разместването в областта на задната фасетка е по-малко от 2мм след интервенцията. Използвайки MIS техника и изцяло винтова

фиксация, Schubert et al. (2009г) съобщават за значително намаляване на вътреставния праг при 24 фрактури (предоперативен праг – 3,71мм; постоперативен праг – 0,46мм). Със сходна оперативна техника, базирана на винтова стабилизация Kissel (2011г) и Tornetta (2000г) докладват съответно за намаление на предоперативния праг от 2,6мм на 0,4мм, и наличен праг под 2мм при 36 фрактури тип 2С.

На базата на постоперативна КТ, Abdelgaid (2012г) анализира 60 фрактури третирани чрез перкутанна репозиция и винтова остеосинтеза като постига отлични и добри резултати при приблизително 90 % от тях (43 фрактури с анатомична репозиция на задната фасетка и 15 фрактури с близка до анатомичната редукция) и само при 10% репозицията е била оценена като задоволителна – с праг от 3 до 5мм. В серията от пациенти, при които имаме възможност да извършим следоперативна КТ, нашите резултати са сходни – с 86% отлична и добра репозиция на задната фасетка, и 14% задоволителна репозиция.

Изненадващо е налице почти пълното запазване на движенията на субталарната става въпреки постигната „близка“ до анатомичната репозиция реконструкция на задната фасетка. Минималната дисекция по време на оперативната процедура води до по-малък постоперативен оток, по-малко периартикуларни сраствания и възможност за по-ранно възстановяване на движенията. Нашите резултати са в унисон с тези на Forgon и Helfet демонстрирайки подобрена арка на движение на пациентите интервирани чрез MIS техники в сравнение с тези третирани чрез открити техники, въпреки че репозицията на артикуларна повърхност в MIS групата е оценена като близка до анатомичната. В немалка част от случаите при фрактури на петната кост е налице счупване на прос. posterior tali. Хирургът трябва да обърща внимание и при възможност да отстранява малките парченца с оглед възможността за образуване на осификати задно на талуса ограничаващи движенията.

Конвенционалната рентгенография и по-точно проекцията на Browden е незаменима за интраоперативна оценка на репозицията на задната фасетка. Техническата обезпеченост с възможност за интраоперативна КТ, въпреки удълженото време би прецизирала интраоперативната репозиция. Множество автори Rammelt, Gavlik, Zwirp изказват становище, че директната артроскопска визуализация оценя с най-голяма прецизност наместването на задната фасетка като препоръчват техниката при не толкова раздробени фрактури Sanders II В. Установено е, че артроскопската техника инспектира по-добре предната част на задната фасетка, а инструменталните изследвания – задната ѝ част. При проследяването на нашите резултати следоперативно и на 6-тия месец по отношение на редислокация, чрез оценка на рентгенологичните параметри не е налице статистически значима разлика. Тук е мястото отново да подчертаем необходимостта от много стриктно проследяване на пациентите и нуждата от открита дискусия с тях относно последствията, свързани с функционалния резултат ако те не се придържат към препоръките на оператора. Хирурзите използващи MIS техники трябва да са наясно, че понякога трябва да приемат и близки до добрата анатомична репозиция образи и стойности, тъй като заедно със своите редица позитивни страни MIS техниките имат и някои характерни недостатъци, такива като лимитираната визуализация. Затова детайлното познаване на патоанатомията на

фрактурата е от съществено значение за извършването на успешна репозиция на фрагментите, което е в пряка връзка с резултата от лечението.

Противоречиво е мнението на авторите по отношение на използването на костно заместващо вещество. Редица изследователи (Brattebo, Geel, Letournel, O'Farrell, Sanders, Stephenson) считат, че няма нужда от допълнителна остеопластика, но не малко са и поддръжниците (Benirschke, Leung, Rammelt, Zwipp), които препоръчват запълването на образувания костен дефект. Нашето виждане по въпроса е, че при използването на MIS техниките на репозиция няма нужда от допълнително вмешателство в биологията на костното срастване, тъй като в значителна степен са запазени меките тъкани, респективно васкуларизацията. При откритата оперативна техника, в селектирани случаи (образуване на голям дефект над 15 куб см) е оправдана остеопластиката. Такъв голям костен дефект често е налице при третирането на късно оперирани или застарели случаи с фрактура на петната кост, които изискват разклиняване на фрагментите, което неминуемо води до смачкване на костните гредички. В настоящото проучване, в MIS групата не е извършвана остеопластика, а в ORIF групата при 2 пациента се наложи използването на костно заместващо вещество.

Редица изследвания се фокусират върху разликата в раневите усложнения между MIS техниките и ORIF. Ние считаме, че и при двете от тях с еднаква важност е постигнатата стабилност на конструкцията, позволяваща ранно раздвижване и необходимостта от отстраняване на имплантите поради наличен импийнджмънт или дразнене на меките тъкани. Налице са множество клинични и редица биомеханични проучвания сравняващи стабилността на конструкцията между канюлираните винтове и възприетата в практиката за „златен стандарт“ заключваща калканеарна плака.

Биомеханична стабилност

В изследването на Smerek et al. върху кадаври, авторите пресъздават чрез остеотомии фрактура на петната кост Sanders тип II B и извършват фиксация със заключваща плака или перкутанни винтове. Тествайки стабилността, те не наблюдават статистически значима разлика в здравината на конструкциите и в натоварването до разпадане. През 2010г Nelson анализира 2 метода на фиксация при фрактури на калканеуса Sanders тип II B. Незаклучваща калканеарна плака е сравнена с конфигурация от 4 винта. В техния модел винтовата конфигурация демонстрира равна или по-добра биомеханична стабилност. Ni et al., симулирайки Sanders тип III фрактура върху кадаври, установяват сходна стабилност на конструкция от киршнерови игли, канюлирани винтове и калканеарна плака. При фрактура на петната кост с изразена остеопороза, Rausch демонстрира по-добра стабилност на винтовата фиксация в съчетание с костен цимент в сравнение със заключваща ъглово-стабилна калканеарна плака. В заключение можем да отбележим, че при относително нераздробена фрактура на петната кост, по отношение на биомеханичната стабилност винтовата фиксация е сходна с плаковата остеосинтеза.

Налице са множество проучвания сравняващи биомеханичната стабилност между заключващи и незаклучващи плаки при фрактурите на петната кост. Redfern, Stoffel, Illert и Blake достигат до извода, че заключващите плаки не осигуряват биомеханични предимства спрямо незаклучващите. Все пак Stoffel отчита известно

предимство на заключващите импланти при остеопоротична кост. Carr анализира ефекта от вида и размера на плаката върху силата на фиксацията като заключението му е, че не само имплантът, а и репозиция, осъществяваща костен контакт е важен фактор за здравината на фиксацията. Ние споделяме тази концепция и считаме, че оптималната репозиция на калканеуса (като спонгиозна кост) осигурява вътрешна стабилност, допринасяща за устойчивостта на конструкцията като цяло. Трябва да отбележим, че пресъздаването на фрактурни модели на петната кост чрез остеотомии не може да бъде идентично със счупванията в практиката с оглед наличието на относително добре „пасващи“ съответстващи фрактурни линии, а също така с остеотомии е трудно пресъздаването на импакцията и костната загуба след репозицията на задната фасетка.

В последните години се разработват концепции за внедряването на модели на калканеарни пирони, които да отговарят на биомеханичните предизвикателства в тази зона (Reinhardt, Pomrach, Zwipp, Goldzak). Техният анализ не е обект на настоящия труд и макар да се отчитат обнадеждаващи резултати, ние считаме, че запазването на баланса между биологията на костта и хардуера е оптимална предпоставка за добър функционален резултат.

Клинични проучвания

Синус тарзи достъп се доказва като равнопоставен по отношение на репозицията и функционалния резултат в сравнение с ELA независимо от типа на импланта. Според Kurozumi, при пациенти със значително раздробяване на латералната стена и фиксация с винтове, допълнително използване на плака от латерално е ценна опция. Те съобщават за необходимост от добавяне на латерална плака в 15% от случаите. Обикновено проучванията сравняващи винтовата спрямо плаковата остеосинтеза всъщност сравняват минимално инвазивните техники с откритите оперативни техники. Feng сравнява функционалния резултат след изцяло перкутанните техники и минимално инвазивните техники със STA достъп по отношение на типа на фрактурата. Налице е липса на статистически значима разлика във функционалния резултат при Sanders тип II увреди, докато при Sanders тип III фрактури пациентите от групата със STA достъп са с по-добри резултати. Yeо et al. сравняват STA подхода с чисто винтова фиксация и ELA със заключваща плака. Те не откриват разлика във функционалния и рентгенологичния резултат като по този начин потвърждават резултатите на Kline.

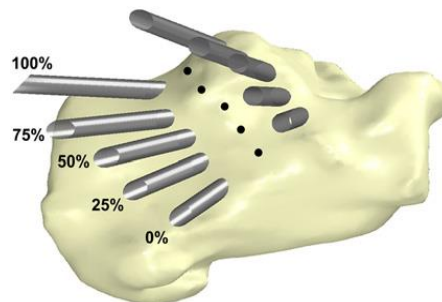
Според Levine, MIS техниките се характеризират с минимална дисекция и почти пълно запазване на движенията на субталарната става, като добрите и отлични резултати подкрепят техниката на фиксиране с канюлирани винтове. Forgon et al. използват винтовата синтеза в 256 случая на калканеарни фрактури като постигат 89,8% отлични и добри резултати, и 10,2% задоволителни и слаби резултати. В своето изследване с 24 пациента Yeung Yip-Kan извършва перкутанна фиксация с канюлирани винтове като 52% от оперираните са с отличен резултат, 36% – с добър и 12% – със задоволителен. При езиковидни фрактури Sanders тип 2C, Tornetta „пламенно“ препоръчва маньовъра на Essex-Lopresti и перкутанната фиксация с винтове като резултатите в тази група са значително по-добри отколкото в групата с конвенционална КРВФ чрез разширен латерален достъп (съответно 87% и 77%). Нашите изводи

подкрепят становището на Wang et al., че надлъжно разположен винт значително подобрява стабилността на напречната първична фрактурна линия.

Едно от най-големите предизвикателства при фиксацията с винтове е екзактното пласиране на импланта по отношение на сустентакулум тали. Тази зона предлага добър костен субстрат и нейното ангажиране е задължително за стабилност на конструкцията. Анатомичните характеристики я правят изключително трудна за да бъде прецизно обхваната от напречен винт. Функциите на сустентакуларния винт са демонстрирани както биомеханично, така и клинично.

Биомеханиката на субталарната става е комплексна, сустентакулумът е относително малка структура, ограничени са стартовите точки при пласирането на винтовете от фрактурата, късите винтове не добринасят за стабилността, а дългите или погрешно поставени винтове могат да увредят важни анатомични структури от медиално (съдово-нервния сноп, флексорните сухожилия) или да проникнат интраартикуларно. Сустентакуларният винт е изключително важен за подържане на стабилността на субталарната става. Базирайки се на модели на крайните елементи (finite element modeling and analysis), Pang доказва, че разположението на такъв винт е от съществено значение за стабилността на задната фасетка. В свое клинично изследване Qiang демонстрира, че липсата на сустентакуларен винт води до намаляване на ъгъла на Бюлер при дългосрочно проследяване.

В проучване базирано на 3D компютърни модели Phisitkul анализира най-добрата траектория на винта (Фиг.86). Авторът препоръчва 40мм дължината на винта, с entry point 15мм под задната фасетка и насочен перпендикулярно на фрактурната линия с 20° кранио-каудален наклон, като ъгълът на антеверзия се увеличава от 6° до 36° отпред-назад в зависимост от входната точка по протежение на задно страничната повърхност на фасетката.



Фиг.86 Позиция на сустентакуларния винт.

(с благодарност Phisitkul et al., Maximizing Safety in Screw Placement for Posterior Facet Fixation in Calcaneus Fractures: A Cadaveric Radio-Anatomical Study)

Bussewitz определя началната точка и ъгъла на инклинация на сустентакуларния винт 16мм под субталарната става с ъгъл от около 30° от постеро-латерално към антеро-медиално. Все пак точното позициониране до голяма степен зависи от опита на хирурга. Напоследък бяха въведени навигационни системи и интраоперативен скенер за по-добро пласиране на винта, но такова оборудване не е масово разпространено.

Някои автори (Wang et al.) разработват и специфични инструменти за акуратно позициониране на напречният сустентакуларен винт.

Ние използваме „free hand“ техника, която адаптираме към дадената фрактура, като проследяваме пласирането на винта последователно на латерална, Browden и аксиална проекция. Считаме, че предимство на винтовата фиксация е флексибилността, т.е. възможността за по-прецизно ангажиране на сустентакулум тали в сравнение с напречен винт пласиран през стандартна заключваща плака, където посоката е дефинирана от заключващата дупка. В последните години този недостатък по отношение на плаковата остеосинтеза е частично преодолян чрез въвеждането на полиаксиални заключващи калканеарни плаки.

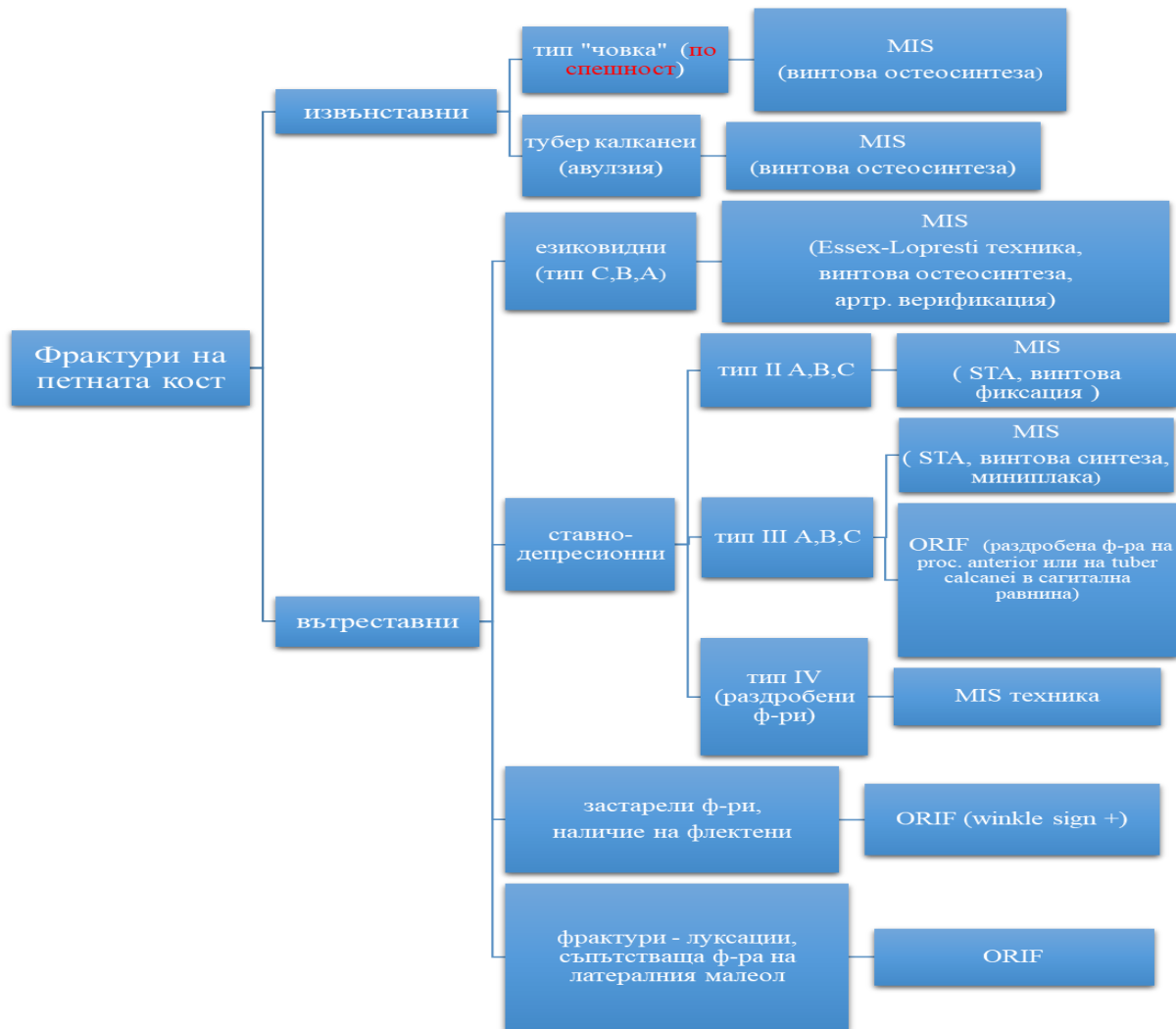
С оглед редуциране на инфекциозните усложнения така характерни за ELA, в последните години развитието на STA достъпа претърпява закономерна еволюция. Едно от първите изследвания фокусирано върху възможностите на STA достъпа е на Ebraheim et al. от 2000г. Оттогава по тази тема са публикувани няколко серии от изследвания и проспективни рандомизирани проучвания (Basile, Xia, Schepers, Kline). Резултатите от настоящият труд касаещи инкорпорирането на STA достъпа в MIS техниките отразяват значително намаляване на раневите усложнения, сходно възстановяване на цялостната анатомия, ставна конгруентност и по-добър функционален резултат, и са сходни с тези на Abdelazeem и Schepers. Обикновено раневите усложнения са малки и преминават относително лесно, третирани консервативно. Много рядко може да се наложи реоперация с цел дебридмънт или да възникне необходимост от покритие с ламбо, тъй като оперативната рана има потенциал да зарастне първично или вторично.

Независимо от оперативния подход, репозицията на DIACF следва определена последователност (общи положения), която дискутирахме по-рано. Счита се, че силният лигаментарен апарат, който свързва сустентакулума с талуса, води до запазване на позицията на сустентакулума след фрактура, поради което той се разглежда като „постоянен фрагмент“. Традиционно латералните фрагменти трябва да се репонират спрямо сустентакулума. Дължни сме да отбележим, че понякога има изключения и сустентакуларният фрагмент може да е разместен. Verberian (2013г) и Gitajin (2014г) съобщават, че в 20% от случаите с DIACF е налице дислокация на сустентакулума. Хирургът трябва да анализира предоперативно това обстоятелство, тъй като може да се наложи да се използва медиален достъп. Алтернативен подход за репозиция на фрагмента е използването на дистракционно устройство, което чрез лигаментотаксис създава пространствена възможност за алиниране на фрагмента, като при необходимост с малък елеватор се донамества сустентакулума. Временно се поставя киршнерова игла през него към талуса до извършването на дефинитивната фиксация.

Минимално инвазивната хирургия е изискваща в техническо отношение и се характеризира със стръмна „учаща крива (learning curve)“. Необходимо условие е адекватна компетентност при използването на интраоперативната флуороскопия. Задължително е задълбоченото познаване на патоанатомията на увредата преди пристъпването към хирургична интервенция. Не може едностранно да се твърди, че

даден метод на лечение е най-добрият поради разнообразието на тези увреди по отношение на типа на фрактурата, състоянието на меките тъкани, тайминга и особеностите на пациентите (коморбидност, функционални изисквания, комплайънс). Затова ние препоръчваме комбиниране на предимствата на различните техники с оглед постигането на оптимален функционален резултат.

На базата на обширния литературен анализ и натрупания практически опит ние предлагаме следния алгоритъм на поведение при фрактурите на калканеуса (Фиг.87).



Фиг.87 Алгоритъм на поведение при фрактурите на петната кост.

Ние напълно подкрепяме становището на един от доайените в областта на травматологията в България – проф. Е Таков: „хирургията на калканеуса изисква професионален подход и експертно лечение“. Тази патология се характеризира със значителна „крива на учене“ (learning curve), която директно се отразява както на степента на усложненията, така и на функционалния резултат.

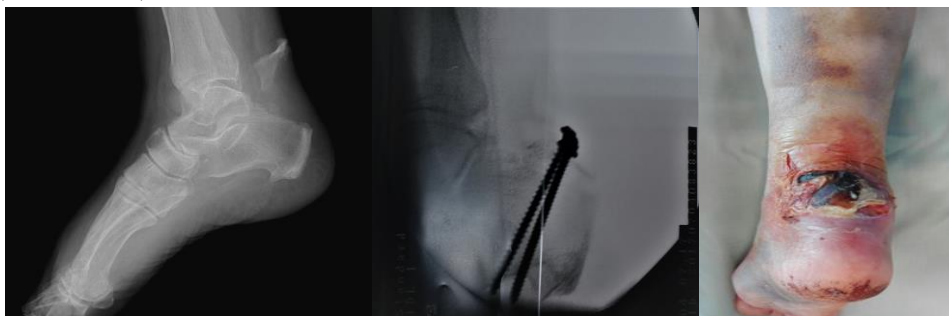
С напредването на техниките за репозиция на фрагментите и нарастващия прогрес по отношение на биологичните методи за лечение на фрактурите, дистанцията между откритите и минимално инвазивните техники постепенно намалява и осигурява нова насока в лечението на DIACF.

Счупванията на петната кост се определят като хетерогенна група увреди поради следните обстоятелства: голямо разнообразие на типовете фрактури и свързаните с тях увреждания на меките тъкани, налични придружаващи увреди, степента на комплайънс от страна на пациента и неговата коморбидност, не на последно място – функционалните изисквания на болния и професионалният опит на хирурга. Лечението на фрактурите на петната кост се съпровожда от множество противоречия тъй като често хирургът избира един метод на лечение, който фаворизира пред останалите несъобразявайки всички налични обстоятелства характерни за тези разнородни увреди. MIS подходът редуцира в значителна степен потенциалните компликации, той няма за цел да осигури по-добра репозиция на фрактурата спрямо откритите техники, въпреки че в селектирани случаи това е напълно възможно.

Трябва да отбележим, че понякога в резултат на високо-енергийната травма могат да се образуват множество малки интраартикуларни фрагментчета, вследствие на което настъпва некроза на хондроцитите и както Jarvholm отбелязва, въпреки намаляването на вътреставния праг на задната фасетка след оперативното лечение, това няма значение и развитието на остеоартроза еволюира.

Ние нямаме опит с първичното артрорезизиране на субталарната става, но считаме че артрорезизата е винаги възможна опция и извършването ѝ на втори етап при необходимост не би била трудоемка при наличие на възстановена задоволителна морфология на костта и налична фиксация с винтове, които биха могли да се отстранят лесно без осезаема мекотъканна травма в един етап с извършването на евентуална артрореза.

В алгоритъма на поведение сме длъжни да споменем фрактурите на петната кост наречени „човка (extreme beak)“. Макар и извънставни, този тип увреди са разновидност на езиковидните фрактури и представляват травми изискващи спешна оперативна намеса до часове. Забавянето води до некроза на кожата по дорзалната страна на петата. Това е особено притеснително, тъй като дефектите на кожата с пълна дебелина в областта на инсерцията на ахилесовото сухожилие са особено трудни за лечение (Фиг.88,89).



Фиг.88 Фрактура тип “extreme beak”.

Фиг.89 Некроза на дорзалната кожа при ненавременна намеса.

Плаковата остеосинтеза може да бъде рационален избор за фиксация при фрактури на петната кост ангажиращи *proc.anterior*, *tuber calcanei* и задната фасетка (Фиг.90). Наличието на множество фрактурни линии в сагиталната равнина по посока на пласиране на надлъжно ориентираните канюлирани винтове би намалило в значителна степен стабилността на изцяло винтова конструкция, тъй като едновременно са поразени основните части от костта, осигуряващи надежден субстрат за адекватно фиксиране на импланта.

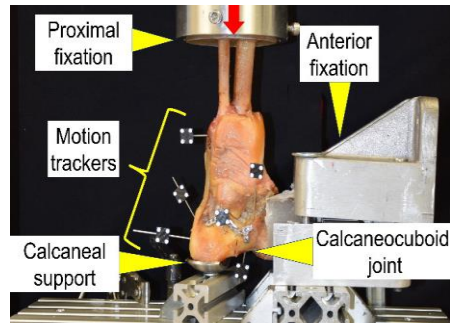


Фиг.90 Sanders тип III увреда с множество фрактурни линии в сагиталната равнина.

Считаме, че оптимален вариант при този тип увреда е комбинирането на миниплака, поставена латерално чрез *STA*, и фиксация с канюлирани винтове. Този избор на фиксация е компромисен вариант от една страна по отношение на запазване на биологията на костта и тъканите, а от друга по отношение на първичната стабилност на конструкцията. Авторът на настоящия труд участва в биомеханично изследване анализиращо стабилността на фиксацията при Sanders тип III АВ увреди, съпоставяйки: полиаксилна заключваща калканеарна плака, заключващ калканеарен пирон и 2,7мм антеро-латерална миниплака в комбинация с 2 бр. канюлирани винтове (6,5мм и 4,5мм). Изследването е проведено в *AO Research Institute Davos* и обхваща 18 обекта, разпределени в 3 групи според вида на фиксацията. В хода на тестването, антеро-латералната плака в комбинация с канюлирани винтове демонстрира най-висока устойчивост по отношение на промените на ъгъл на Бюлер, ъгъл на Гисан и варусен тилт на тубера (Фиг.91,92).

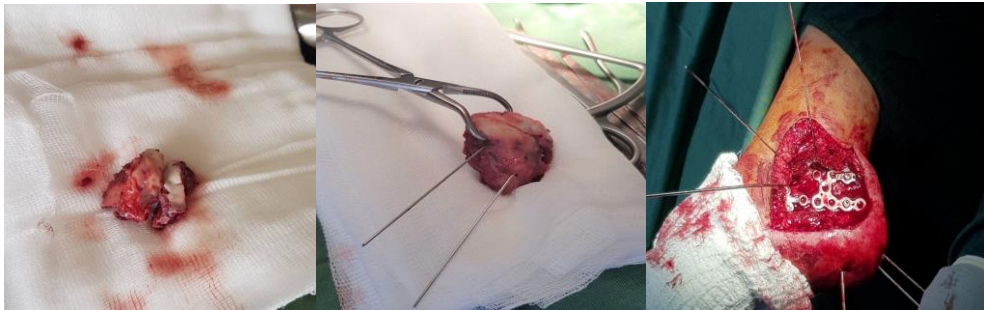


Фиг.91 Биомеханично тестване на различните импланти.
(*AO Research Institute Davos*)



Фиг.92 Тестов модел от биомеханичното изследване.
(AO Research Institute Davos)

Въпреки характерните раневи усложнения, значително втвърдяване и фиброзиране на тъканите след ELA, не можем да отречем възможностите на този достъп по отношение манипулирането на фрагментите и екзактното им репониране (Фиг.93).



Фиг.93 Сглобяване на интраартикуларната компонента на
фрактурата на операционната маса.

Важен фактор при окачествяването на резултатите в зависимост от избора на метод за лечение при тези комплексни увреди е способността за завръщане на пациента на работа. Възможността човек да възстанови своята професия има значително психологично и социално предимство и тази възможност зависи от физическия и ментален здравен статус. Персистиращата болка, втвърдяването и ограничените движения нарушават оптималното състояние на пациента, в резултат на което той би могъл да загуби своята работа, което би могло да повлияе на живота му като цяло и да доведе до нарушаване на социалното му положение и отчуждаване. В този аспект на мисли, метод на лечение, който увеличава шансовете за бързо функционално възстановяване и възобновяване на трудова дейност в разумно кратък период е изключително ценен. Затова ентузиазмът по отношение на минимално инвазивната хирургия нараства все повече в последните години. Счита се, че минималната мекотъканна дисекция в съчетание със стабилна фиксация на фрактурата и ранно възстановяване на активни и пасивни движения са от съществено значение за по-добър резултат.

Като позитивни характеристики на MIS техниките можем да изтъкнем следните предимства: възможност за по-ранна оперативна интервенция с относително лесно манипулиране на фрагментите преди консолидирането им; малки разрези с минимална ятрогенна травма и многа по-малък риск от следоперативни раневи усложнения; в

повечето случаи е възможна интервенция дори при подут крайник и „чувствителни“ меки тъкани; значително по-къс болничен престой, минимизиране на хирургичното време (стандартизиране, опит); ранно раздвижване на ходилото с по-малко адхезии и втвърдяване; по-лесно извършване на вторична артродеза на субталарната става след MIS техника. Считаме за огромно предимство на MIS подхода възможността за разширяване на оперативните индикации при пациенти с открити фрактури, диабет, компенсирана съдова недостатъчност, лимфедем, имунокомпрометирани пациенти и такива с изразено тютюнопушене. Пациентите с намален комплайънс възприемат по-добре MIS техниките поради своята физиологичност в сравнение със стандартната ORIF техника. Възможността да се подобри и задържи репозицията при много ниска честота на усложнения осигурява устойчивост на MIS подхода.

Недостатъците на минимално инвазивната хирургия са: интервенцията трябва да се осъществи в първите дни след травмата (3–5 ден), след този период репозицията е затруднена вследствие на адхезиите и началната консолидация; лимитираната визуализация на фрагментите; нуждата от опитен рентгенов лаборант и по-високата експозиция на йонизиращо лъчение; ако не може да се осъществи анатомична репозиция, възниква въпроса дали откритата техника би довела до по-добри резултати.

Литературният обзор недвусмислено демонстрира, че в повечето проучвания резултатите след MIS техниките са до голяма степен сходни или в някои случаи по-добри в сравнение с ORIF, при наличието на значително по-малко компликации (Arastu, Sheehan, Buckley, Ebraheim, Elgafy, Sabry, Freih, Abou Chakra, Hammond, Crist, Rammelt, Amlang, Barthel, Gavlik, Zwipp, Schepers, Walde, Sauer, Degreif, Walde). Нашите резултати потвърждават тезата, че екзактната и навременна предоперативна подготовка, селектирането на пациента, стриктното следоперативно проследяване и рехабилитационен протокол са неизменна част от комплексното лечение на пациентите с DIACF. Повечето противоречия свързани с незадоволителните резултати възникват поради недобро оценяване на мекотъканный елемент на фрактурата.

Като се има в предвид степента на раздробяване на костта, очакванията на пациента трябва да бъдат открито дискутирани с хирурга преди оперативната интервенция. В не малко случаи истинска анатомична репозиция на ставните повърхности не може да бъде постигната (наличие на загуба на субстрат – свободни малки интраартикуларни фрагменчета) и вероятността от развитието на артроза е значителна.

VIII. Изводи

1. Свидетелство за комплексността на калканеарните фрактури е наличието на 49 различни класификационни системи, 34 различни системи за оценка на резултатите и множество оперативни техники с липса на стандартизация.
2. Лечението на фрактурите на петната кост е комплексно и следва да бъде индивидуализирано в зависимост от типа на фрактурата и характеристиките на пациента. Тези характеристики – възраст, придружаващи заболявания, тютюнопушене, психични нарушения или липсата на комплайънс, а също състоянието на меките тъкани – са не по-малко важни от типа на фрактурата, визуализиран с инструментални средства.
3. MIS техниките целят да оптимизират резултатите на пациентите чрез комбиниране на ползите от оперативното лечение и намаляване на възможните усложнения. Те нямат за цел да осигурят по-добра репозиция спрямо откритите техники, въпреки че в селектирани случаи това е напълно възможно.
4. Задълбочените познания по отношение на хирургичната анатомия на калканеуса, а също и опит с откритите техники на репозиция, са необходими елементи преди хирургът да се впусне в необятните възможности на минимално инвазивните методи на лечение.
5. Очакваните ползи от MIS подхода са: значително намален инфекциозен риск; редуцирана кръвозагуба; по-бърза консолидация на фрактурата и по-ранно функционално възстановяване в сравнение с откритата техника поради запазване на меките тъкани; разширяване на индикациите за оперативно лечение (при пациенти с диабет, съдови заболявания, пушачи и др., при които стандартната техника е абсолютно или относително контраиндицирана); намаляване на разходите за хоспитализация и на финансовите обезпечения от държавен и обществен характер.
6. Анатомията на субталарната става е специфична и комплексна. Деформации на подбедрицата в коронарната равнина до известна степен могат да бъдат компенсирани от инверзията или еверзията на субталарната става.
7. Винтовата остеосинтеза е напълно адекватна по отношение на биомеханичните изисквания при DIACF. Най-добра интраоперативна визуализация на репозицията на задната фасетка се постига чрез КТ или чрез артроскопска верификация.
8. Пациентите трябва да бъдат добре информирани за общото време на възстановяване след DIACF, което може да отнеме до 1–1,5 години. Законът на Wolff е напълно валиден по отношение на калканеуса – ако натоварването на определена кост се увеличи, костта се ремоделира с течение на времето, за да стане по-здрава и да устои на такъв тип натоварване.

Извод: Резултатите от настоящото проучване подкрепят целесъобразността на оперативната интервенция чрез MIS подход при тези комплексни наранявания.

Самооценка на приносите във връзка с дисертационния труд:

1. Усъвършенстване и популяризиране на дистракционната техника за репозиция на фрактурата и предоставяне на алгоритъм на поведение при тази хетерогенна група на увреди.
2. Изготвяне на собствен рехабилитационен протокол. Подчертаване на добрата му възприемчивост от страна на пациентите по отношение на физиологичното възстановяване.
3. Извършване на задълбочени биомеханични проучвания върху различни типове DIACF /AO Research Institute/ с анализиране на благоприятните траектории за пласиране на имплантите с оглед постигането на оптимална стабилност на конструкцията.
4. Въвеждане на ендоскопски асистираната хирургия при фрактурите на петната кост.
5. Прилагане на 3D принтирани модели на фрактурата като предоперативна подготовка с цел подобряване на прецизността по отношение на репозицията, пласирането на имплантите и техните параметри – дължина, посока, размери.
6. Представяне на собствените резултати в лечението на вътреставните фрактури на петната кост, сравнявайки ги с тези на водещи автори по света. Изтъкване на ефективността на метода (MIS) при пациенти с гранични състояния контраиндицирани за открита оперативна техника.

Списък на публикациите и участията във връзка с дисертационния труд:

1. Ivanov St., Cannulated screw fixation for dislocated fractures of the calcaneus, “St. Anna University Hospital”, Varna Scripta Scientifica Medica, 2019;51(1):9-15 Medical University of Varna

2. Иванов С, Ролята на минимално инвазивните техники при лечението на вътреставните фрактури на калканеуса, МБАЛ „Св. Анна “Варна; BUL. J. ORTOP. TRAUMA vol56; 2 – 2019

3. Ivanov St., Anatomy of heel region and its relevance to operative fracture treatment of calcaneus, “St. Anna Hospital”, Department of Orthopaedic and Traumatology, Medical University Varna, Bulgaria; Научни трудове на Съюза на учените в България–Пловдив. Серия Г.Медицина, фармация и дентална медицина т.ХХII. ISSN 1311-9427 (Print), ISSN2534-9392 (On-line). 2019

4. Intraarticular fractures of calcaneus – “gold standard” or minimally invasive techniques, Penev P., Ivanov St., Burnev M.; book of abstracts; Second National Conference of the Bulgarian Foot and Ankle Society; Second Balkan Foot and Ankle Meeting; Sofia, Bulgaria, May 9-th-11-th 2019

5. Ivanov S., Morfov St., Is sinus tarsi approach a valuable option for intraarticular dislocated calcaneal fractures? “St. Anna Hospital”, Medical University Varna; 10 –th South-East European Conference on Chemotherapy, Infections and Cancer, Montenegro 17-20.10.2019

6. Иванов Ст., Райков Д., Бърнев М., Милков П., Перкутанна фиксация на интраартикуларни фрактури на калканеуса; МБАЛ “Св. Анна “Варна, Катедра по Ортопедия и Травматология; ХХIII – та конференция „ Дни на Българската Ортопедия и Травматология “гр. Трявна 09.2018

7. Иванов Ст., Открита срещу минимално инвазивна хирургия при фрактури на петната кост, ХХIII – та конференция „ Дни на Българската Ортопедия и Травматология “, 09.2018 гр. Трявна, УМБАЛ “Св. Анна “Варна, МУ – Варна, Катедра по Ортопедия и Травматология

8. Кадавър курс Австрия, Линц 01.04.2019г. – Перкутанна фиксация на DIACF ASCIS Frühjahrstagung 2019 – „ASCIS meets Rückfußverletzungen“

9. AO Research Institute, Davos, Switzerland 30.09 – 10.12.2019; Fellowship program - Virtual EFORT Congress (VEC) 2020; Analysis of Different Screw Configurations for Fixation of Sanders Type II B Intraarticular Calcaneal Fractures – A Biomechanical Human Cadaveric Study; Ivanov S., Stefanov Al., Zderic I, Rodemund Chr., Schepers T., Richards G., Raykov D., Gueorguiev B.

- Biomechanical investigation of locked plating and interlocked nailing of comminuted calcaneal fractures

10. Ivanov S., Kulchev G., Barnev M., Raykov D., Methods of operative treatment of calcaneal fractures, 28-th Annual Assembly of International Medical Association Bulgaria (IMAB) 13 - 16 май 2018 г.