

Д-р Стоян Желязков Христов

**Оперативно лечение
на фрактурите на проксимален хумерус със
заклучваща плака, чрез и без аугментация
– сравнителен анализ**

Дисертационен труд

за присъждане на образователна и научна степен “Доктор“

Научна специалност: Ортопедия и травматология

Научен ръководител:

Проф. д-р Асен Георгиев Балтов, д.м.

УМБАЛСМ “Н.И. Пирогов“

Официални рецензенти:

Проф. д-р Неделчо Цачев, д.м.
ВМА София

Доц. д-р Михаил Рашков, д.м.
УМБАЛСМ „Пирогов“

Научно жури в състав:

1. Проф. д-р Диян Енчев, д.м.
2. Проф. д-р Неделчо Цачев, д.м.
3. Проф. д-р Христо Георгиев, д.м.н.
4. Доц. д-р Михаил Рашков, д.м.
5. Доц. д-р Калин Михов, д.м.

РЕЗЮМЕ

Цел. Да се анализират възможностите на аугментацията с ПММА при оперативното лечение на фрактурите на проксималния хумерус чрез заключваща плака.

Пациенти. В проучването са включени 112 пациента със 114 фрактури на проксимален хумерус, оперирани от началото на 2016 година до края на 2019 година. Средната възраст на пациентите е 67 години от тях жени са 103 (90,4%) и мъже 11 (9,6%) в съотношение 9:1. В наблюдаваната серия 68 (59,65%) от случаите са над 65 години, а от жените 82 (79,6%) от случаите са над 60 години.

Всички счупвания в серията са закрити, без неврологични нарушения и разпределени според класификацията на Neer като 3-фрагментни (88,6%), от тях 2 с фрактура-луксация (1,8%) и 4-фрагментни (11,4%).

Метод. Пациентите са оперирани чрез делтоидо пекторален (67,54%) и антеро латерален достъп (32,46%) като са остеосинтезирани със ЗП. При 25 фрактури (22,0%) бе извършена аугментация с костен автоприсадък от crista iliaca. 25 фрактури (22,0%) са аугментирани с полиметилметакрилат. 64 фрактури (56%) са остеосинтезирани със ЗП без да е използвана аугментация. Критериите които използвахме за добра репозиция са на Schnetzke et al. Рентгенологичните и функционални резултати, са оценени според оценъчните скали Constant-Murley и DASH.

Резултати. Всички фрактури срастнаха за период от 6-10 седмици. С анатомична репозиция са 99 (86,84%) фрактури с приемлива 15 (13,16%). Интраоперативно средния шийно-диафизарен ъгъл при всички болни е 130.61°. При проследяването на 12 месец е 126.67°. При фрактурите без аугментация (64 болни) е настъпила вторична дислокация с промяна на ъгъла е от 129.6° към 125.8°, а за аугментираниите съответно 131.8° към 127.7°. В двете подгрупи с аугментация също се установи вторична дислокация за същия срок на проследяване. При аугментацията със собствен костен присадък настъпи промяна от 135° до 124,6°. В таргетната група с аугментация чрез ПММА не се установи статистически значима разлика. ($p=0.011$).

Отлични и добри функционални резултати са отчетени при 78 (68,4%) случая, задоволителни при 24 (21,1%), лоши се регистрираха при 12 (10,5%). Установи се статистически значима разлика на 12 месец в относителния CMS ($p=0.0002$) между неаугментирани и аугментирани случаи в полза на последните. При сравнението на двете групи с аугментация се намери разлика ($p<0.05$) само за 3 и 6 месец на проследяване в полза на ПММА. След този срок няма статистически значима такава за двете подгрупи.

За цялата кохорта 41 (36%) болни са с усложнения. При 21 болни са регистрирани повече от едно усложнение. Най-голям процент на усложненията (14%) се дължат на прорязване, пенетрация и разхлабване на винтовете. Другата значима честота на усложненията (8%) се дължи на вторична дислокация във варус на фрактурата.

Заключение. Аугментацията с ПММА при ФПХ с костен дефицит дава по-добри резултати от лечението само чрез ЗП и сравними или по-добри от ЗП и аугментация с костен автоприсадък.

Използвани съкращения

АВН	-	Аваскуларна некроза
Аугментация ¹	-	способ за повишаване устойчивостта на конструкция, механизъм и т.н.
ЗП	-	Заклучваща ъглово стабилна плака
АШ	-	Анатомична шийка
ГГМ	-	Голям гръден мускул
ГлХС	-	Глено-хумерална става
ГТ	-	Голям туберкул
ДМ	-	Делтоиден мускул
ЗРПФ	-	Закрита репозиция и перкутанна фиксация
ЗЦХА	-	Задна циркумфлексна хумерална артерия
ИМП	-	Интрамедуларен пирон
КА	-	Костна аугментация с crista iliaca автоприсадък
КТ	-	Компютърна томография
МТ	-	Малък туберкул
МФД	-	Метафизарен дефект (раздробяване на медиалната стена на проксимална метафиза)
ННД	-	Ниво на достоверност
ОРВФ	-	Открита репозиция вътрешна фиксация
ПММА	-	Полиметилметкрилат
РМ	-	Ротаторен маншон
РРА	-	Реверсивна раменна артропластика
ФПХ	-	Фрактура на проксимален хумерус
ХА	-	Хемиартропластика
ХГ	-	Хумерална глава
ХШ	-	Хирургична шийка
ХД	-	Хумерална диафиза
ЦВ	-	Цефалична вена
ЯМР	-	Ядрено-магнитен резонанс
ШДЪ	-	Шийно – диафизарен ъгъл
CaP	-	Калциево-фосфатен цимент
CaS	-	Калциево-сулфатен цимент
CMS	-	Constant – Murley score
DASH	-	Disabilities of Arm, Shoulder and Hand Score
НА	-	Hemiarthroplasty / Хемиартропластика
RSA	-	Реверсивна (обратна) раменна артропластика

¹ Аугментация (от [лат.](#) augmentum — увеличение). Освен това има значение на увеличаване, усилване, както и прибавяне, допълнение, добавка.

Списък на публикациите, свързани с темата

1. Христов Ст. “Необходима аугментация на фрактурите на проксимален хумерус – кога и как ?” *Спешна Медицина*, 2020/23/1:15-20
2. Христов Ст. “Техника на аугментацията с полиметилметакрилат при фиксация на фрактури на проксимален хумерус с PHILOS.” *Спешна Медицина*, 2020/23/1:21-26
3. Христов Ст. “ Подобен функционален резултат при оперативно лечение на фрактури на проксимален хумерус посредством ангулаторно стабилна плака и аугментация с полиметилметакрилат.” *Ортопедия и Травматология*, 57, 4-2020
4. Христов Ст., Балтов А., Сотиров С. “Прогнозиране посредством изкуствени невронни мрежи на функционалните резултати при оперирани фрактури на проксимален хумерус.” *Конференция БиоИнфоМед - 3 Октомври, 2020.*
5. Христов Ст., Балтов А., Сотирова Е., Бозов Хр. “Интуиционистични изследвания за анализ на оперирани фрактури на проксимален хумерус.” *Конференция БиоИнфоМед - 3 Октомври, 2020.*

Съдържание

РЕЗЮМЕ.....	2
Използвани съкращения.....	3
Списък на публикациите, свързани с темата.....	4
Увод.....	6
Цел.....	7
ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР.....	8
1.1. ХИРУРГИЧНА АНАТОМИЯ.....	8
1.2 Биомеханика.....	13
1.3 Диагностика.....	16
1.4 Механизъм на получаване.....	21
1.5. Честота и класификации.....	23
1.6 Лечение.....	29
1.6.1 Неоперативно лечение.....	29
1.6.2 Оперативно лечение.....	31
1.6.3. Хирургичен достъп.....	32
1.6.4. Закрита репозиция и перкутанна фиксация с игли и винтове.....	34
1.6.5. Натегната телена фиксация (костен шев).....	34
1.6.6. Фиксация с интрамедуларен пирон.....	34
1.6.7. Вътрешна фиксация със заключваща плака (ЗП).....	35
1.6.8. Необходимост от аугментация.....	43
1.6.9. Синтетични костни заместители за аугментация на ФПХ.....	45
1.6.10. Артропластика.....	51
Глава 2. Пациенти и метод.....	53
2.1. Пациенти.....	53
2.2. Метод.....	56
2.3. Комплексно клинично изследване.....	64
2.4. Статистически методи , използвани за обработка и анализ.....	69
ГЛАВА 3. РЕЗУЛТАТИ.....	71
3.1. Оперативен регистър.....	71
3.2. Анатомични и рентгенологични резултати.....	72
3.3. Комплексна оценка на функцията.....	77
3.4. Клинични случаи.....	86
3.5. Усложнения.....	89
ГЛАВА 4. ОБСЪЖДАНЕ.....	96
4.1. Срокове за операция.....	96
4.2. Костен автоприсадък vs ПММА.....	96
4.3. Усложнения.....	102
4.3.1. Прогностични фактори.....	102
4.3.2. Честота и типове усложнения.....	108
4.3.2.1. Имплант-свързани усложнения.....	111
4.3.2.2. Усложнения, несвързани с импланта.....	114
4.3.3. Реоперация или вторични интервенции.....	120
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	122
ИЗВОДИ.....	123
Приноси, свързани с дисертационния труд.....	125
Книгопис:.....	126

Увод

Епидемиологията на ФПХ показва ясна тенденция за увеличаване на броя на тези счупвания сред възрастното население. За срок от 30 години във Финландия е нарастнала честота на фрактурите 4 пъти сред жените на възраст над 80 години. Естествено и социалното значение на тази увреда следва същата експоненциална крива. Освен това се промениха значително и изискванията на болните към лечението и качеството на живот. Те също порастнаха поради това, че тази прослойка води активен живот. Приложението на заключващите плаки в последни 3 декади разшири показанията за оперативно лечение на тези фрактури. Резултатите обаче показват значителна честота на усложненията достигащи до 49% с неправилно срастване, аваскуларна некроза, пенетрация на винт и субакромиален импинджмент. Това недвусмислено показва, че стабилната фиксация при ФПХ с костен дефицит и сложна морфология е трудно постижима. Така аугментацията на остеосинтезата със ЗП в последните няколко години при ФПХ е разумна алтернатива за постигане на стабилност на конструкцията. Gardner et al. първи популяризира укрепване на медиалната опора чрез винт. По-късно се наложи използването на авто или алоприсадък както и запълване на метафизарния дефект с цимент. Тези варианти на аугментация също крият своите недостатъци. Фибуларния алоприсадък например не уплътнява напълно костния дефект което със сигурност има отражение върху стабилността на остеосинтезата. Друг проблем е отстраняването на присадъка което доказано е трудно и удължава оперативното време при наложило се протезиране на раменната става.

Приложението на ПММА за аугментация на ФПХ запълва метафизарния костен дефект и спомага за равномерно разпределение на силите на натоварване върху винтовете. Стабилността на фиксацията е оптимална и позволява сигурна, ранна рехабилитация и минимален риск за вторична дислокация.

Настоящия труд е посветен на възможностите на този метод на аугментация с ПММА при фиксация със ЗП на болни с лошо костно качество и тежка морфология на фрактурата.

Цел

Да се анализират възможностите на аугментацията с ПММА при оперативното лечение на фрактурите на проксималния хумерус чрез заключваща плака.

Задачи

1. Да се направи преглед и разбор на методите за лечението на ФПХ.
2. Да се приложат трите метода на фиксация със ЗП чрез и без аугментация на достатъчен брой болни със сравними белези – възраст, морфология на фрактурата и качество на костта.
3. Да се направи сравнителен анализ на получените резултати, усложнения и наложилите се повторни интервенции при трите групи болни лекувани със ЗП чрез и без аугментация.
4. Да се създаде алгоритъм на поведение при болните с ФПХ.

ГЛАВА 1. ЛИТЕРАТУРЕН ОБЗОР

1.1. ХИРУРГИЧНА АНАТОМИЯ

Познаването на анатомията на рамото е от изключително значение за успешното третиране на ФПХ. Костната морфология и кръвоснабдяването са ключ към правилното разбиране на съответния тип фрактура, зоните на подобра костна плътност за фиксация, идеалния размер и форма на имплантите и не на последно място – рисковите фактори за несрастване и АВН.

Друг важен фактор са деформиращите сили и функционалната значимост на мускулно - сухожилните структури, залавящи се към проксималния хумерус.

Голямо внимание изискват и няколко нервно - съдови структури, които могат да са в риск както при травмата, и така и вследствие хирургичните достъпи при оперативно лечение.

Проксимален Хумерус

Спрямо анатомията и евентуалните фрактури, проксималният хумерус се дефинира като композиция, състояща се от хумералната глава (ХГ), голям (ГТ) и малък туберкул (МТ) и проксимална част на хумералната диафиза (ХД). Зоната с преход между артикуларния хрущял и заобикалящата го кост се определя като анатомична шийка (АШ), докато зоната непосредствено дистално от туберкулите се определя като хирургична шийка (ХШ).

Според проучвания на някои анатомични параметри, те показват относителна вариабилност между различните индивиди. Средният радиус на извивката на ХГ е 25 мм, варираща между 23 и 29 мм. Височината на хумералната глава се дефинира като разстоянието, измерено от плана на анатомичната шийка до повърхността на ХГ, което обхваща приблизително около $\frac{3}{4}$ от радиуса на извивката(178). По подобен начин, предвид вариацията размер на ХГ, повърхността покрита с хиалинен хрущял обхваща арка от приблизително 160°. В коронарен план, ъгълът между АШ и ХД е средно 41° с вариации между 30° и 50°(178,187). В аксиален план, АШ на хумеруса е отклонена средно със 17° назад (в ретроверзия) спрямо трансепикондиларната ос на лакътя. Срещат се вариации от 5° антеверзия до 50° ретроверзия(23). В коронарен план, геометричният център на ХГ се проектира от 4 до 14мм медиално от остта на ХД.

В сагитален план , центърът на ХГ се разполага от 4 мм пред до 14 мм зад остта на ХД. Средният размер на хумералния канал е с диаметър 12 мм, вариращ от 10 до 14 мм (178).

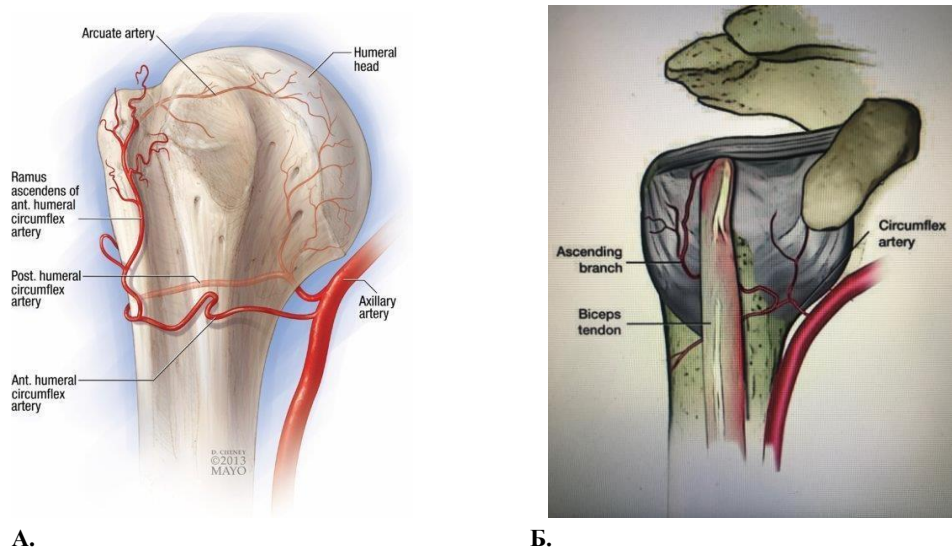
Големият туберкул е разположен латерално на ПХ и служи за залавно място на сухожилията на съответните мускули както следва – на *m.supraspinatus* горно, на *m.infraspinatus* задно-горно и на *m.teres minor* задно (178). ГТ се разполага средно 9мм под най-проксималния аспект на ХГ (от 6 до 10 мм). Това разстояние между главата и ГТ (ХГ-ГТ) е от изключително значение с оглед нормалната функция на ротаторния маншон (РМ). Ако фрактура на ГТ зарастне твърде проксимално, това може да доведе до недостатъчност на РМ или до субакромиален импиджмънт. От друга страна, при много ниска позиция на ГТ в момент на вътрешна ротация може да се стигне частична или пълна увреда на РМ. Невъзможността да се възстанови анатомичната дистанция ХГ-ГТ при хирургична намеса според **Iannotti et al.** може да доведе до по-неудовлетворителни резултати (100).

МТ е разположен по предна повърхност на проксимален хумерус и служи за залавно място на субскапуларния мускул. Интегритета на този мускул е еднакво важен както за силата на вътрешната ротация, така и за стабилността срещу предна трансляция. МТ и ГТ са разделени посредством биципитална бразда, която служи за ложе на сухожилието на дългата глава на *m.biceps brachii*. Тази бразда има спираловидна траектория от горе и навън в посока към средната линия и надолу. Проксимално браздата лежи на около 7 мм пред интрамедуларната ос на хумеруса. Има проучвания, предполагащи че биципиталната бразда би могла да бъде надежден ориентир за установяване ретроверзията на ХГ (3). Костта, заобикаляща браздата е значително здрава кортикална кост и поради това тук фрактури се получават или в случаи на високо-енергийна травма или тежка остеопения. Браздата е покрита от трансверзалния лигамент и залавните места на коракохумералния лигамент.

Кръвоснабдяване

Перфузията на ПХ се осъществява главно от *a. axillaris* между *m.pectoralis minor* и *m.teres major*. На това ниво *a.axillaris* дава като разклонения т.нар. циркумфлексни артерии (Фиг.1А). *A.circumflexa anterior* е с хоризонтален ход зад общото сухожилие и пред ХШ към латерално, където прави анастомоза със *a.circumflexa posterior*. На нивото на сухожилието на *m.biceps brachii* *a.circumflexa anterior* отделя възходящ клон зад сухожилието на дългата глава на бицепса, който лежи по повърхността на браздата и върви проксимално (Фиг.1Б). На 5мм от ставната повърхност възходящият клон пробива кортикалната кост, завършващ

във вътрешността на ХГ като *a. arcuata*. Според някои проучвания *a. arcuata* осигурява голяма част от перфузията на ХГ (75).



Фиг.1 Кръвоснабдяване на хумералната глава.

А. *Arteriae circumflexae anterior et posterior* като разклонения на *A. axillaris*. Възходящият клон завършва като *a. arcuata* в горно-латералния край на ПХ. *A. circumflexa posterior* отделя множество метафизарни клонове към задно-медиалния аспект на ПХ. **Б.** Изглед отпред на кръвоснабдяване на проксимален хумерус.

A. circumflexa posterior се отделя като значително по-голям клон на същото ниво както предната такава артерия, а именно на долния ръб на м. субскапуларис. Тя е с посока назад заедно с *n. axillaris* като по пътя си отделя няколко клона, които пробиват задно-медиалния аспект на метафизата, за да допринесе за перфузията на ХГ. *A. circumflexa posterior* накрая прекосява квадрилатералното пространство и завивайки около ХШ дава анастомози напред към *a. circumflexa anterior*. Тук можем да споменем, че доскоро се приемаше, че *a. arcuata* е основен кръвоснабдяващ съд към ХГ (75), но много проучвания доказват, че клоновете от *a. circumflexa posterior* към задно-медиалната част на ХГ са не по-малко важни.

Увредата на *a. circumflexa anterior* и *a. circumflexa posterior* при различните типове фрактури е многократно проучвана с цел да се предвиди риска от несрастване или аваскуларна некроза (АВН) на ХГ - две добре известни усложнения при ФПХ. **Coudane et al.** доказват посредством артериография, че при пациентите с комплексна ФПХ, *a. circumflexa posterior* е запазена при 85% от случаите за разлика от само 20% съхранена *a. circumflexa anterior* (42).

Тук е мястото да се спомене, че съществуват няколко морфологични особености на ФПХ, които се използват за възможен ориентир относно оценка опасността от нарушение

на кръвоснабдяването, а от там и риска от АВН. Тези особени характеристики според **Hettrich, SM et al.** включват варусната дислокация на ХГ, размера на метафизарното продължение на главичния фрагмент и медиалното разместване на ХД по отношение на ХГ (93). В тази връзка **Hertel et al.** проучват 100 вътреставни ФПХ, подложени на оперативно лечение. Няколко характеристики на фрактурата са били проучени като възможни прогностични фактори за исхемия на ХГ като е установена и корелация с интраоперативната оценка на перфузията. Посочва се, че метафизарното продължение дистално на главичния фрагмент под 8мм, нарушената медиална „панта“ между ХГ и ХД на нивото на т.нар. калкар, както и фрактурата през анатомичната шийка са предвестници на АВН на ХГ (90).

Vena cephalica е друга важна съдова структура в областта на рамото, главно като ориентир при използването на делтоидо -пекторалния достъп. Тя събира кръвта от горния крайник и я отвежда към v. axillaris. В делтопекторалната зона v.cephalica получава много повече притоци, вливащи се в нея откъм m.deltoideus и по-малко от m.pectoralis major (182). Достъпът през делто-пекторалния интервал изисква мобилизация на вената медиално или латерално с m.deltoideus. Съществува възможност тази вена да се лигира, но това не е въпрос на първи избор, поради опасността от персистиращ посттравматичен оток.

Мускули

Няколко мускула са особено важни в лечението на ФПХ, както поради това, че упражняват деформиращи и разместващи сили, така и поради факта, че възстановяването на тяхната функция е от първостепенно значение за крайния резултат на лечението.

M. subscapularis, m.supraspinatus, m.infraspinatus, m.teres minor заедно участват в ротаторния маншон (РМ) на рамото. M.subscapularis е най-големият от тях, започва от едноименната ямка на предна повърхност на тялото на скапулата и се залавя за МТ. M.supraspinatus и m.infraspinatus започват от задната повърхност на тялото на скапулата съответно над и под скапуларната спина. M. teres minor започва от латералната граница на тялото на скапулата. Тези три мускула се залавят за ГТ на ПХ: m.supraspinatus отгоре, m.infraspinatus задно-горно и m.teres minor задно (160). Тези мускули имат ключова роля във функцията на рамото.

Въпреки, че хумералните краища на сухожилията са изключително близко едно до друго и преплетени, пространството между предния ръб на м. supraspinatus и горния ръб на м.subscapularis се разделя повече медиално като т.нар. **ротаторен интервал**. Това трапецовидно пространство е образувано и отграничено от processus coracoideus медиално, биципиталната бразда латерално, м.супраспинатус отгоре и м.субскапуларис

отдолу. В повърхностния и дълбокия слой на интервала съединителната тъкан е представена от *lig.coraco-humerale* и *lig. gleno-humerale superioris* съответно и сухожилието на дългата глава на *m.biceps brachii* между тях.

Сухожилието на дългата глава на *m.biceps brachii* започва от *tuberculum supraglenoidale*, преминава над ХГ през ротаторния интервал към интертуберкуларния сулкус. По своя път през сулкуса, сухожилието е покрито от трансверзалния хумерален лигамент. Вследствие локацията си, сухожилието на дългата глава на *m.biceps brachii* служи като полезен ориентир – може да се идентифицира в проксимална трета на мишницата и проследи проксимално, за да се установи интертуберкуларния сулкус и самите туберкули.

M.deltoideus започва от латерална трета на ключицата, от акромиона и от латерална трета на *spina scapulae*. Много често се описва като състоящ се от три сегмента - преден, среден и заден – способстващи съответно за флексията, абдукцията и екстензията в рамото. Фиброзен шев започващ от предно-латералния ъгъл на акромион дистално разделя преден от среден делтоид. Всички мускулни влакна конвергират дистално и латерално и се залавят за *tuberositas deltoidea* на хумеруса в трапецовидна форма. Размерите на инсерционното поле е 5 до 7 см в дължина и ширина от 22 мм проксимално до 13мм дистално (124,185). Дистално свързаността на делтоидния мускул и неговата фасция с дисталната междумускулна преграда и брахиалния мускул, позволява частично освобождаване на мускула по време на хирургичния достъп без да е необходимо значимо възстановяване след това (185). ДМ се инервира от *n.axillaris*, който преминава почти дълбоко в мускулната фасция на разстояние около 5 см дистално от предно-латералния акромиален ръб. Кръвоснабдяването се осъществява от *a.circumflexa anterior*.

Подобно на бицепса, *m.pectoralis major* има две глави: клавикуларна и стерно-костална. Стерно-косталната започва от предната повърхност на стернум, горните шест ребра и фасцията на външния кос мускул и се залавя по-дълбоко върху латералния аспект на биципиталния сулкус. Клавикуларната глава започва от предната повърхност на клавикулата, медиално от делтоидната инсерция и конвергира със сухожилието на стерналната глава, залавяйки се за латералния аспект на биципиталния сулкус, но много по - повърхностно. *M.pectoralis major* се инервира от латерален и медиален гръден нерв, които изхождат от медиалното разклонение на *plexus brachialis*. Кръвоснабдяването се осъществява от пекторалния клон на *truncus thoraco-acromiale*, произхождащ от *a.axillaris*.

Нерви

Plexus brachialis и два от неговите клона, n.axillaris и n.musculocutaneus са особено значими в лечението на ФПХ. Разместването, което се получава при фрактурите и крайната позиция на фрактурните фрагменти и особено дислоцираната ХГ, биха могли да доведат до опъване или разкъсване на plexus brachialis или на n.axillaris по време на травмата. Като допълнение тези структури са подложени на риск от ятрогенна увреда по време на хирургичната намеса.

N.axillaris е единият от двата крайни клона на задното разклонение на plexus brachialis. Неговите моторни влакна инервират m.teres minor и m.deltoideus. Сетивната му част инервира кожно поле над латералния аспект на проксимална мишница. На нивото на ПХ n.axillaris, придружен от a.circumflexa posterior прекосява отпред назад през квадрилатералното пространство заобиколен от m.teres minor отгоре, дългата глава на m.triceps brachii медиално, m.teres major отдолу и хумералната диафиза латерално. След като отдели клон за m.teres minor, продължава отново напред по вътрешната повърхност на m.deltoideus и на разстояние от 2 до 7 см дистално от акромиона (28,72,107). Това разстояние е установено в обратна пропорционалност спрямо дължината на m.deltoideus (127). N.axillaris прекосява предния фиброзен шев между предна и средна част на m.deltoideus под формата на самостоятелен краен клон, позволяващ запазването на инервацията на предния делтоид при изолирането на нерва, когато се работи с трансделтоиден достъп (73).

N. musculocutaneus се отделя от латералното разклонение на брахиалния плексус. Най-проксималният моторен клон за m.coraco-brachialis се намира средно на 3 до 7 см дистално от върха на processus coracoideus. В 75 % от случаите това разстояние е по-малко от 5 см (37). N.musculocutaneus пробива m.coracobrachialis на средно разстояние 5.6 см под processus coracoideus (37,61,242). Много по-дистално нервът пробива m.biceps brachii на средно 10 см дистално от proc.coracoideus. След това продължава между m.biceps brachii и подлежащия m.brachialis като отделя клонове за инервацията им. Накрая завършва като латерален кожен нерв на антебрахиума, осигуряващ сетивността на латералния аспект на предмишницата. N.musculocutaneus е под особен риск при ексцесивна медиална ретракция на общото сухожилие. Двете структури- n.musculocutaneus и plexus brachialis са подложени на риск при екстракция на предно дислоцирана ХГ под общото сухожилие.

1.2 Биомеханика

Биомеханиката на глено-хумералната става (ГлХС) не може да се разглежда самостоятелно. Тя е част от високо комплексната биомеханика на раменния пояс заедно с

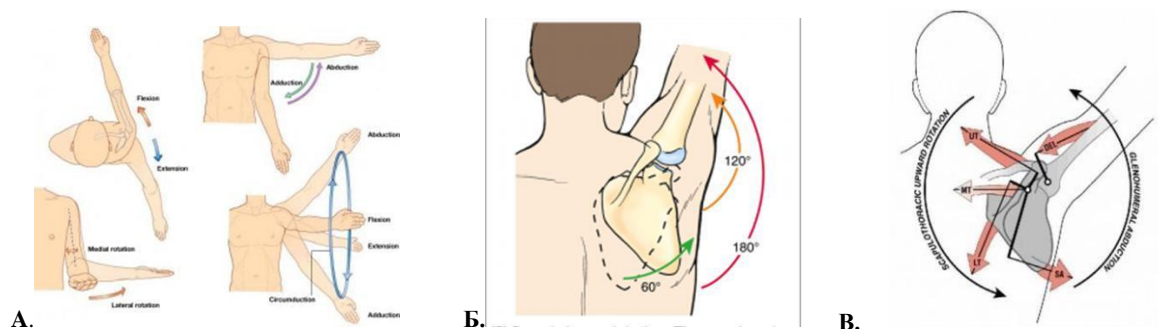
акромио-клавикуларната, скапуло-торакалната и стерно-клавикуларната става. ГЛХС има шест степени на свобода и е най-мобилната става в човешкото тяло, позволяваща ръката да достигне широк обем на позиции. Допълнително тази мобилност може да се усили и посредством трансляция на ХГ върху гленоида, въпреки, че това като следствие е предиспозиция за нестабилност или импиджмънт.

Мобилността на ГЛХС се определя и от синергичното действие на 18 мускули, чието поединично изключване с цел кинематичен анализ или клинично изследване е изключително трудно.

Възможните движения в раменната става, посочени във Фиг. 2 включват:

- Флексия и Екстензия
- Абдукция и Аддукция
- Медиална (вътрешна) и Латерална (външна) Ротация
- Други движения на рамото са:
 - Циркумдукция с норма до 200°
 - Хоризонтална аддукция и флексия при абдуцирана мишница до 90° и нормален обем 130°
 - Хоризонтална абдукция и екстензия при абдуцирана мишница до 70°-90° и нормален обем около 45°

Важно е да се отбележи, движението на раменната кост не е самостоятелно, а трябва да се разглежда като част от кинематичната верига торс (чрез стернум) – стерно-клавикуларна става – клавикула – акромиоклавикуларна става – скапула – глено-хумерална става – хумерус.



Фиг.2 А. Движения в раменната става. Б. Скапуло-торакален ритъм В. Изместване на идеалния център на ротация на вследствие мускулното действие в раменния комплекс.

Когато се елевира хумеруса, скапулата се ротира вследствие участието си в кинематичната верига и в резултат на това гленоидната fossa се завърта нагоре. Тези

взаимни движения между скапулата, ключицата и хумеруса са обозначени като скапуло-торакален механизъм, който се проявява при абдукция след 30° или флексия 60°. Характерно е, че в началната фаза, наречена подготвителна, скапулата остава фиксирана или се ротира в малка степен и едва след тази фаза трите кости започват да се движат заедно. Движенията на скапулата и хумеруса са в съотношение 1: 2 и поради този факт е възможна абдукция от 180°, при която на ротацията на скапулата се дължат 60°, а 120° се отдават от хумеруса в раменната става (Фиг.2Б).

Друг важен момент в биомеханиката на ставата е изместването на идеалния център на ротация на раменния комплекс спрямо идеалния център на ротация на раменната става, поради изместването на целия раменен пояс (Фиг.2В).

Динамичната стабилност на ГЛХС се осигурява от мускулните структури в средната фаза на движение. Към динамичните стабилизатори причисляваме сухожилието към *processus coracoideus* (*m.coracobrachialis* & *m.biceps brachii*), сухожилието на дългата глава *m.biceps brachii* и мускулите на РМ. РМ играе ключова роля в конкавно-компресионната концепция относно стабилността на ГЛХС и се изразява в центриране на ХГ срещу гленоида в резултат на компресионните сили, упражнявани от мускулите. По този начин се противодейства на *m.deltoideus* и *m.pectoralis major*.

Не на последно място ГЛХС има характеристики на активна, но неносеща става със съответни костни и мускулни модификации и чести страдания от претоварване, т.нар. *overuse syndrome*.

Статичната стабилност на ГЛХС се осигурява както от капсулолабралните структури, така и от костната анатомия. Специфичната роля на проксималния хумерус е участието му в глено-хумералната става, която по същество е кълбовидна става (*ball – and – socket*) между хумералната глава и *fossa glenoidale* на скапулата. Налице е забележителна геометрична връзка между тях, която е тясно свързана както със значителната подвижност на ставата, така и е важен предразполагащ фактор за глено - хумералната нестабилност. Първо, значителната сферична глава на хумеруса артикулира срещу малка и плитка гленоидна ямка (само 25-30 % от хумералната глава е покрита от гленоидната повърхност). Второ, костните повърхности на ставата са значително неконгруентни (плосък гленоид и кръгъл хумерус). Тази неконгруентност се балансира обаче от разликата в дебелината на хрущяла: гленоидния хрущял е най-дебел в периферията и най-тънък в средата, докато хрущялът на хумералната глава е най-дебел в средата и най-тънък по периферията. Това води до уеднаквяване на контакта между двете структури по време на движение. Лабрумът е фиброзна структура, която образува пръстен по периферията на гленоида и служи за залавно място на капсулолигаментарните

структури и на сухожилието на дългата глава на двуглавия мишничен мускул. По-нататък спомага за стабилността на ставата, увеличавайки дълбочината на гленоида и увеличавайки контактната площ и действа като носеща натоварването структура за хумералната глава.

Синовиалната мембрана на ставната капсула е главно захваната към лабрума, покривайки вътрешната повърхност и за анатомичната шийка на хумеруса. Тя формира разширения около интраартикуларната и интертуберкуларната част на дългата глава на бицепса. Фиброзната част на капсулата е много хлабава и има няколко рецесуса в зависимост от положението на мишницата. В каудалния си край формира аксиларния рецесус, който позволява елевация на мишницата. Това е място, в което много често се оформят адхезии. Благодарение на своята хлабавост ставната капсула е значително по – голяма по обем от хумералната глава и позволява пълен и голям обем на движение. По предната повърхност на ставата има три подсилващи елемента – горен, среден и долен глено-хумерален лигамент. Те заедно с 4-те мускула (субскапуларис, супраспинатус, инфраспинатус и терес минор) способстват за стабилността на ставата. Гленохумералните лигаменти са уплътнение на ставната капсула и представляват първични статични стабилизатори.

Горният гленохумерален лигамент започва от горния гленоиден туберкул и се слива с корако-хумералния лигамент и предно-горната част на РМ, за да образува биципиталната макара близо до биципиталната бразда. Средният гленохумерален лигамент се простира от предния лабрум към МТ, а долният гленохумерален лигамент свързва долната част на гленоида към медиално долната част на проксималния хумерус. Всеки от лигаментите способства за глено-хумералната стабилност в различни позиции на движение. За да позволят висока степен на подвижност, те се изпъват само в крайната фаза на движението. Горният е натегнат при аддукция, средният при 45° абдукция и долният при 90° абдукция и външна ротация. Долният гленохумерален лигамент е най-здрав и най-важен мекотъканен стабилизатор.

1.3 Диагностика

- **Клинична диагностика**

Най-честото оплакване при пациенти с такава травма включва болка в областта на рамото и затруднени движения в засегнатия крайник. Трябва да се отбележи, че при пациент с политравма, ФПХ може да бъде пропусната при първоначалния преглед, тъй като вниманието е насочено към животозастрашаващи или други травми. Освен това нормалната форма на *m.deltoideus* прикрива евентуална деформация в зоната.

При клиничния преглед отокът или флукуация, насочват вниманието и повишават съмненията за ФПХ. В доста случаи и особено при възрастни пациенти лесно се откриват масивни екхимози зоната.

Загуба на нормалния конвексен контур на рамото обикновено е знак за евентуална по-тежка фрактура или фрактура – луксация.

Въпреки, че са редки, е необходимо да се изключи открита фрактура. Кожата в медиален план на проксимална мишница и близо до аксилата е в най-голяма опасност поради тенденцията на фрагмента на shaft за медиална и предна транслация.

Изключително важна е оценката на съдово-неврологичния статус, когато това е възможно. Допускаме, че има увреда на n.axillaris в случаите, когато установим хипестезия в латералната част на проксимална мишница. Моторната функция на същия нерв се обследва с палпация на делтовидния мускул, докато пациентът извършва изометрични контракции, опитвайки се активно да извърши екстензия, абдукция и флексия в рамото. По време на прегледа е належащо да се опита изследване на брахиалния плексус и и разклоненията му доколкото това е възможно.

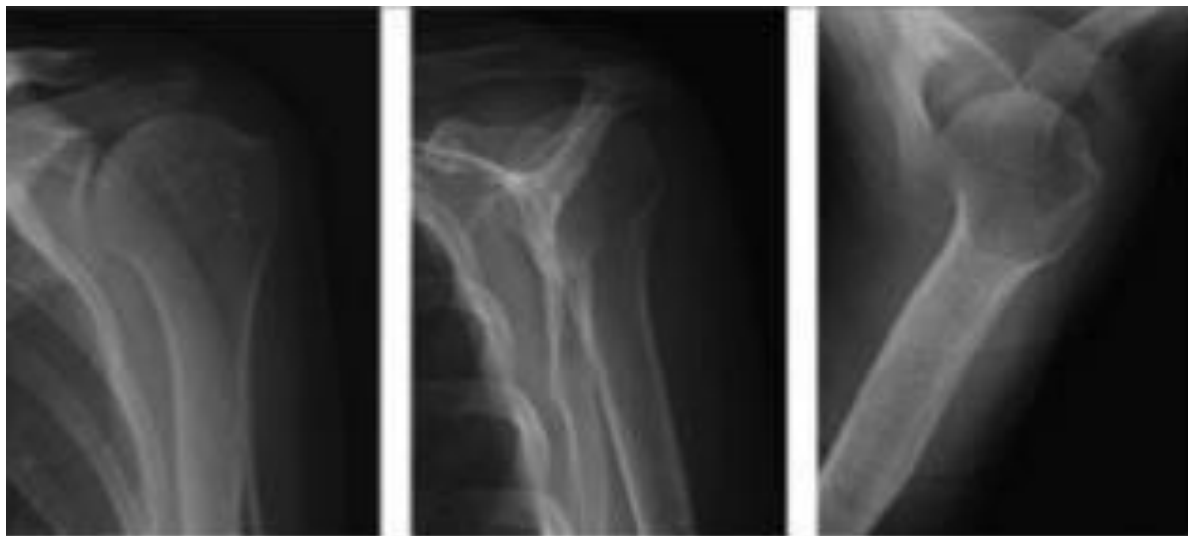
Необходимо е да се отчете дистален радиален пулс и капилярно пълнене и да се сравни с контралатералния крайник. Благодарение на богатото колатерално кръвоснабдяване на горния крайник е трудно да се установи веднага значим и надежден клиничен белег при съдова увреда. Точно поради това отслабеният и асиметричен пулс налага по-нататъшни изследвания дори и в случаи на минимално разместени фрактури.

Ключов фактор за оценка и избор при някои фрактури и евентуален избор на неоперативното лечение е стабилността. Изследващият опитва да установи дали фрагментите се движат като едно цяло като палпира движенията на ХГ, докато ротира диафизата, използвайки предмишницата за лост. Налична болка и крепитации свидетелстват за наличие на контакт между фрагментите. А липсата на крепитации и синхронни движения при тестването, говори за разместване и абсолютна нестабилност.

- **Образна диагностика**
- **Рентгенографии**

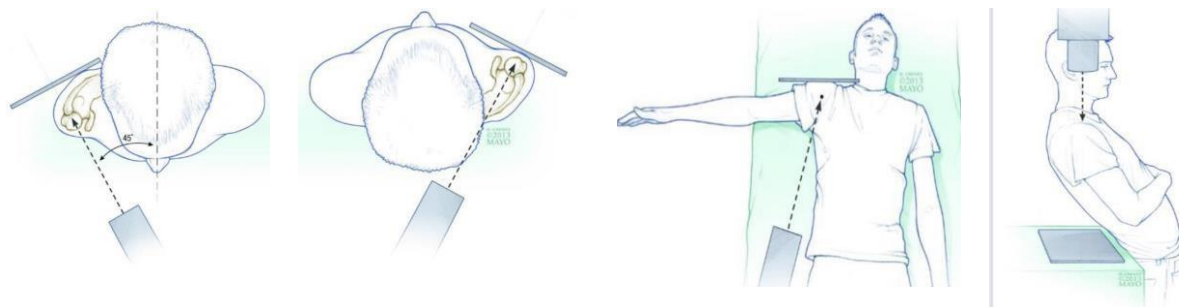
Лошото разбиране и погрешна оценка на ФПХ са резултат най-често на недостатъчно добре изпълнена или непълна образна диагностика. С голяма сила това важи особено за случаи на пропуснати съпътстващи дислокации на ХГ спрямо гленоида. Поради тези причини всички ФПХ е необходимо да се изследват посредством стандартна серия от рентгенографии, включващи четири проекции (Фиг.3): антеро-постериорна

проекция на рамото (**AP view**), антеро-постериорна проекция на скапула (**Grashey view**), латерална скапуларна Y проекция (**Neer view**) и аксиларна проекция.



Фиг. 3 Последователни примери за проекции на Grashey, Neer и Аксиларна проекция на ляво рамо.

Антеро-постериорната проекция се извършва перпендикулярно на коронарния план на пациента. **Grashey view** или антеро-постериорна проекция на скапулата (Фиг.4А) се постига с ротация на торса около 30° , което извежда напред към източника на лъчение нетравмираната страна. Така рентгеновите лъчи са перпендикулярни на скапулата като се изобразява профила на гленоида и се избягва наслагването на ХГ върху гленоида. В идеалните случаи тези две проекции трябва да се направят в позиция неутрална или външна ротация на травмирания крайник. Латералната скапуларна Y проекция (**Neer view**) се постига, когато пациента е с лице към филма – травмираното рамо е срещу касетата, а торса се завърта на 60° , извеждайки нетравмираната страна към източника на лъчение (Фиг.4Б). По този начин скапулата се изобразява перпендикулярно на **Grashey view**.



А. Grashey проекция

Б. Neer проекция

В. Аксиларна проекция

Г. Velpeau проекция

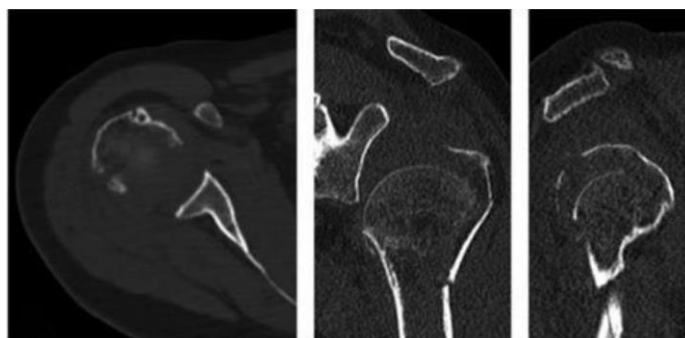
Фиг. 4 Позиция на пациента при рентгенови проекции за диагноза ФПХ (Rockwood and Green's Fracture in Adults, 9-th Edition, 2020 Wolters Kluwert)

Аксиларната проекция (Фиг. 4В) се постига в положение на неутрална ротация и максимална възможна абдукция на крайника и позиция на пациента по гръб. В идеалните случаи се визуализира както гленоида, така и *processus coracoideus*. Много често тази проекция трудно се получава, поради това, че болката не позволява достатъчна абдукция. Като алтернатива в такива случаи могат да се приложи модифицираната аксиларна проекция по **Velpeau** (Фиг.4Г), при която пациентът в изправено положение се накланя назад с цел да постави рамото между източника на лъчение и филма. Друга възможност, за която се установява, че добре се толерира от пациентите с ФПХ е аксиларната проекция по **Codman**, при която пациентът се накланя напред, позволявайки отделяне на крайника от торса посредством гравитацията. Предмишницата е опряна на източника, осигуряващо комфорт, докато лъчите са насочени откъм аксиларно към филма, поставен върху рамото на пациента.

Проекциите на Grashey и Neer предлагат две взаимно перпендикулярни изображение на фрактурата и поради това е важно крайникът да се поддържа в същата ротация и при двете проекции. При осъществяването на проекциите с висящ крайник, гравитационните сили осигуряват тракция, улесняваща разбирането на фрактурната геометрия. Особена важност има това при фрактури с голямо раздробяване в мета-диафизарния преход. Аксиларната проекция има първостепенно значение за установяване взаимоотношенията между ХГ и гленоида, както и за оценка разместването на туберкулите.

Компютърна томография

Компютърната томография (КТ) е изключително полезна за правилното разбиране на модела на фрактурата (Фиг.5). Освен това позволява по-детайлно разбиране нивото на остеопения, наличието и разположението на костна импакция и раздробяване. Модерната спирална, мултидирекционна КТ постига аксиални изображения със стъпка от 0.6 мм. Коронарната и сагитална КТ в реконструкция се изпълняват перпендикулярно и паралелно на гленоида. Аксиалните изображения позволяват точно измерване на разместването на фрагментите на големия и малкия туберкул в трансверзален план и същевременно отчитат пространствената връзка между ХГ и гленоида.

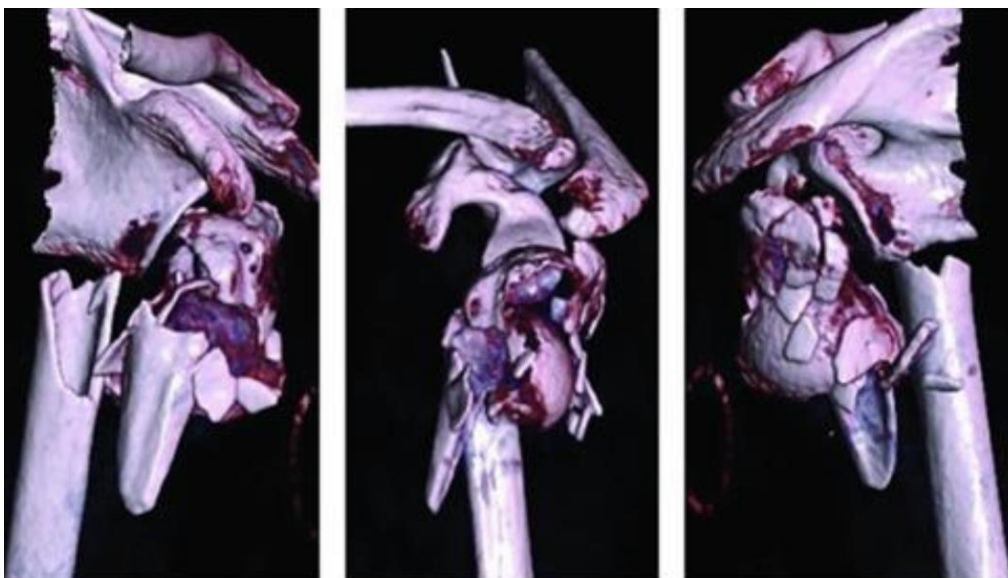


Фиг. 5

Реконструкцията посредством коронарните образи дава повече детайли по отношение алинирането на ХГ и оценка на раздробяването на ниво хумерален калкар, интегритета на инферо-медиалната панта, както и размера на метафизарната пропация на главичния фрагмент.

Реконструкцията в сагитален план е полезна в определянето флексионно-екстензионната деформация на проксималния хумерус по отношение на хумералния shaft. Освен това в този план използването на „мекотъкания прозорец“ позволява анализ на мастна атрофия на мускулите на РМ, което може да е от полза при съмнение за РМ патология, предшестваща травмата. Сплит фрактурите на ХГ също могат да се анализират в комбинация от няколко последващи срезове.

Три-димензионалната реконструкция (3-D) би могла да бъде от голяма помощ в завършващия етап на разбиране модела на фрактурата (Фиг. 6). В идеалния случай 3-D реконструкция трябва да бъде изпълнена с и без изобразяване на скапулата. При отстраняване на скапулата проксималния хумерус може да бъде анализиран от всеки ъгъл без да се забравя, че това дава само повърхностен изглед на фрактурата и не позволява оценка на импакцията и раздробяването на фрактурата в дълбочина. Освен това 3-D реконструкцията се постига от усреднени изображения измежду отчетените срезове. Поради този факт качеството на 3-D реконструкцията зависи от срезове в аксиален план.



Фиг. 6

- **Ядрено – Магнитен Резонанс (ЯМР)**

ЯМР играе незначителна роля в диагнозата на ФПХ и най-вече при потвърждаване на неразмествени фрактури при пациент с травма на рамото , но нормална рентгенографска

находка и съмнителни клинични симптоми. Тези фрактури се разкриват с увеличен вътрекостен сигнал в T2 сериите.

Освен това при фрактури-луксации, ЯМР позволява оценка на гленоидния лабрум и РМ и може да установи окултни фрактури на гленоидния ръб. Някои автори предлагат ЯМР за оценка интегритета на медиалната периостална панта като индикатор за васкуларна цялост на ХГ при мултипланарни фрактури. Други студии анализират ползата от подсилен с гадолиний ЯМР за оценка на перфузията на ХГ, но засега този метод не показва, че би могъл да бъде полезен в ежедневието (24,93).

Може би най-важна роля има ЯМР при суспектни фрактури и установяване увреди на ротаторния маншон.

- **Други методи на образна диагностика**

Образната оценка на съдовете влиза в съображение, когато е налице съмнение за увредата им. Докато бипланарната ангиография беше приемана като златен стандарт за оценка на съдовите увреди в миналото, КТ ангиография се превърна в диагностичен метод на избор, позволяващ бързо изследване на съдовата система като същевременно осигурява образ за оценка на костни и мекотканни структури (157). Ултразвуковото изследване беше проучено като метод за диагноза при ФПХ (195), но това изследване е тясно свързано с уменията на този, който го извършва. Приложение може да намери при установяване на съпътстващи увреди на РМ, но с уговорката, че често не може да се извърши акуратно предвид съпътстващия болков синдром.

Ултразвуковата ангиография или т.нар. доплер, може да е полезен като ранен метод на оценка при съмнение за съдова увреда. Друго изследване, касаещо ФПХ е костната дензиометрия с помощта на (**DXA – Dual energy X-ray Absorptionmetry**), подходящо при възрастни пациенти с ФПХ или тези с други рискови фактори за остеопороза. Известно е, че наличието на остеопороза при пациенти с ФПХ увеличава риска от последващи остеопоротични фрактури. В този ред на мисли, оценката на костната плътност трябва да е първата стъпка при включването на пациентите с остеопороза в програма за превенция на фрактури.

1.4 Механизъм на получаване

Приблизително половината от ФПХ се случват като следствие на падане от собствен ръст (125). При пациенти над 60 години над 90% от ФПХ са резултат от такова падане (45). При млади индивиди, ФПХ почесто е резултат на високо-енергийна травма, като падане от височина, ПТП, спорт или акт на физическа агресия (44,122).

ФПХ се приема като следствие на три основни натоварващи сили: компресионно натоварване на ХГ върху гленоида, огъващи сили на ниво ХШ и сили на опъване, приложени посредством РМ върху ГТ и МТ. Когато ХГ се сблъска срещу гленоида по време на падане при индивиди с нормална кост, епифизата на ПХ е в състояние да устои на локалното компресионно налягане. Енергията се трансферира тогава по-нататък дистално, за да се достигне по-слабата метафизарна кост с последваща фрактура на ХШ. При индивиди с остеопоротична кост, по-слабата епифизарна кост може да поддаде заедно с костта на ХШ и това да доведе до по-комплексна полифрагментна фрактура. При изолираните фрактури на ГТ и изключително редките изолирани фрактури на МТ, най-честа причина се явява епизоди на луксация или неврологични припадъци, водещи до вторична увреда функцията на РМ (131). Силите на опъване могат да играят роля в полифрагментарните фрактури, където фрактурите на туберкулите наподобяват резултат от комбинацията на компресията на ХГ срещу заобикалящите туберкули. Веднъж получена тази фрактура, силите на опън допринасят за разместването ѝ.

Типът на получената фрактура се определя както от костното качество, така и количеството на кинетичната енергия, приложена върху рамото. Друг определящ фактор е позицията на горния крайник по време на травмата. Високо-енергийните наранявания при нормална кост водят до изразено раздробяване на ХШ в посока към ХД и по-често запазвайки интегритета на проксималната хумерална епифиза. При падане върху опънатата ръка с рамо във флексия, абдукция и вътрешна ротация, ХГ е във валгусна позиция, държаща се на панта в инферо-медиалния аспект на здравата кост на калкара. В случаите, когато пада директно върху рамото, деформиращите сили на ХГ създават варус разместване, което вследствие естествената ретроверзия на ХГ създава задна ротационна деформация на главичния сегмент.

Повечето от ФПХ се срещат като изолирани травми, но съществуват и немалко случаи с асоциирани травми. В една от най-големите серии **Court – Brown et al.** доказва, че 90% от фрактурите са изолирани увреди. 97 пациента от общо 1 015 (около 10%) са получили допълнителни травми, от които 3% фрактури на дистален радиус и 2% фрактури на проксимален фемур. Една трета от фрактурите на дисталния радиус са били ипсилатерални, а 0,3% са определени като пациенти с голяма травма според определението според скалата за оценка на тежестта на травмата, равняващ се на 15 или повече точки (44). Последващи проучвания на същият екип докладва до 16% случаи на асоциирани на ФПХ травми (38).

При политравматични пациенти проксималния хумерус е със значително раздробяване, често достигащо до диафизата (51). Други срещани увреди са фрактури-

луксации, фрактура на processus coracoideus, фрактура на гленоида или шийката на скапулата. Противоположно на политравмата като причина при младите пациенти, при пациентите над 65 години падането от собствен ръст е обичайният механизъм при който се получават 80% от асоциираните травми.

Асоциираните поражения, които не касаят скелета най-често са субарахноидален кръвоизлив, фрактури на лицевия череп, хемоторакс, закрити увреди на паренхимни органи.

Неврологични увреди са свързани най-често с n.axillaris (до 58%) и n.suprascapularis (48%), а понякога и в комбинация (227). Най-често неврологичните увреди се срещат при фрактури-луксации или значително разместени ФПХ, причинени от високо-енергийни травми, а една трета от тях могат да се получат като следствие падане от собствен ръст (87). Подобно на съдовите увреди, n.axillaris може да бъде увреден при опъване, контузия или разкъсване вторично при медиална трансляция на фрагмента, включващ хумералната диафиза. Комбинирана увреда би могла да се наблюдава като следствие на тракционна увреда на plexus brachialis и според тежестта да варира от невропраксия до пълно нервно прекъсване.

Друга значима увреда е тази на ротаторния маншон (РМ) като е установена зависимост с възрастта на пациента (239). Изхождайки от наличната атрофия на мускулите на РМ, доказана с образна диагностика, голяма част от разкъсванията е вероятно да са се случили преди травмата и да са открити инцидентно при лечението на фрактурата. Подобни проучвания посочват, че пълни разкъсвания се доказват при 6% от пациентите с ФПХ под 60 години като при тези над 60 години честотата достига 30% (139). Други проучвания посочват честота до 61% при пациенти над 60 години (67,162). Не става категорично ясно дали увредата на РМ играе роля в разместването на фрактурата и дали повлиява крайния резултат (237). Съществува схващане, че разкъсванията са следствие на острата травма и най-често се наблюдава в зоната на ротаторния интервал между м.субскапуларис и м.супраспинатус.

1.5. Честота и класификации

ФПХ, дефинирани като фрактури проксимално от хирургичната шийка на хумеруса са много чести. В световен мащаб за 2000 година те наброяват около 706 хиляди (104). Същата година Royal Edinburgh Infirmary докладва за честота 63 на 100 000 възрастни пациенти (43). В САЩ е установено, че ФПХ водят до 185 000 посещения на спешно отделение (122) и засягат около 2,4% от жените над 75 години (138). Тези фрактури са втори по честота на горен крайник според Nordqvist A et al. (167) и обхващат 4% от

всички фрактури и приблизително половината от фрактурите на хумеруса. При пациенти над 65 години, ФПХ са вторите по честота фрактури на горен крайник и трета по честота остеопоротична фрактура, незасягащи прешлените, след тези на проксимален фемур и на дисталния радиус достигащи 10% от фрактурите в тази възрастова група (31,138,149).

В тази възрастова популация ФПХ има унимодално разпределение със статистически връх около 84 години за двата пола (44,122). На годишна база честотата флукутира от 4/100 000 при жени на възраст между 20 и 29 години до 439/100 000 при жени на възраст между 80 и 89 години (44). При мъжете честотата варира от 6 до 112 за същите възрастови групи. Честотата расте експоненциално със стъпка над 40% всеки 5 години за жените след 40 и за мъжете след 60 години. Поради това прави впечатление, че жените са позасегнати като само 15 до 30% от фрактурите се наблюдават при мъжете (242). Други проучвания сочат честота на годишна база 36/100 000 при мъжете и 78/100 000 за жените (122). Цитираната в литературата - **Olson et al.** (170), средна възраст на пациент с ФПХ е 63 години, като засегнатите мъже са с 8 години повъзрастни от жените (66 срещу 74 години). Средната възраст на пациентите с дислоцирана дву-фрагментна фрактура е 72 години като по-голяма част от пациентите са на 50 или повече години (109).

Проучванията показват, че ФПХ се увеличават прогресивно през последните декади. **Kannus et al.** посочва, че сред жените във Финландия на възраст над 80 години, фрактурите са се увеличили от 88/100 000 през 1970 до 300/100 000 през 2007 (109). при пациентите над 60 години, ниско-енергийните фрактури в САЩ са се увеличили от 208/100 000 през 1970 до 1120/100 000 през 2002. За същият период според **Palvanen et al.** годишната честота се е утроила от 32 на 105 случая на 100 000 като няма разлика по този показател между половете (174). Според сходни проучвания в САЩ годишния брой на ФПХ се очаква да достигне 275 000 през 2030.

Bell JE et al. посочва, че подобно на други свързани с остеопорозата фрактури допълнителни рискови фактори за ПХФ включват ниска костна плътност и повишеният риск от падане (12). По-нататък в рисковата група попадат пациенти с лош визус или лош слух, пациенти със захарен диабет, депресия, злоупотреба с алкохол, ползващи антиконвулсивни медикаменти, както и пациенти с фамилна анамнеза за фрактури на тазо-бедрената става (35,166). Установено е от **Calvo E et al.**, че фрактурите на прешлени или фрактури на горен или долен крайник са по-често срещани при пациенти с ФПХ сравнени с контролна група пациенти (31). ФПХ е установено, че са по-чести през зимните месеци, вероятно поради по-високия риск от падане. Хормоналната заместваща терапия и приемът на калций попадат към факторите с протективна роля.

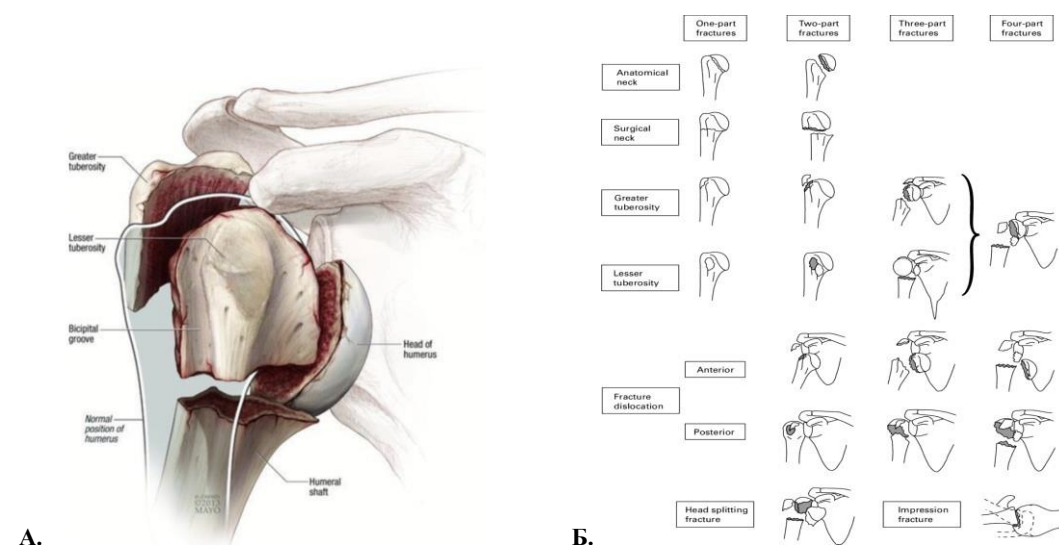
ФПХ е и знак за висок риск от последващи фрактура на дистален радиус или проксимален фемур. **Horak J et al.** посочват, че пациентите с ФПХ имат над пет пъти по-висок риск да получат фрактура в зоната на тазобедрената става в рамките на една година в сравнение с пациенти без ФПХ (97). Освен това пациентите с ФПХ имат 2.5 пъти по-висок риск за вертебрални фрактури, 2.8 пъти по-висок риск от фрактури на горен крайник и 2 пъти по-висок риск от фрактури на долен крайник според други изследователи.

Не на последно място трябва да се отбележи, че проучванията, цитиращи данните за честотата на ФПХ, алармират и за това, че разходите, свързани с лечението са съществени и постоянно нарастват. Интересни данни са генерирани и при проучване в Нидерландия: Директно свързаните разходи с увредите на горния крайник към цените за 2007 посочват, че фрактурите на раменната кост са с най-висока цена на случай (4 400 евро), а тоталните разходи за година възлизат на около 40 млн. евро от изчислените общо 290 млн. евро за лечение травми на горен крайник. Като се има предвид продължаващото нарастване броя на хирургично лекуваните ФПХ (12), е вероятно относителните разходи да запазят тенденцията си на нарастване.

Развитието на приложими класификации на ФПХ остава спорно. Най-често използваните системи са , както следват:

➤ **Codman & Neer Класификация**

През 1934 **Codman** описва фрактурните линии на проксималния хумерус, възпроизвеждайки тяхното получаване между 4 основни фрагменти: хумералната глава, голям туберкул, малък туберкул и диафизата на хумеруса непосредствено проксимално от инсерцията на големия гръден мускул (Фиг. 7А).



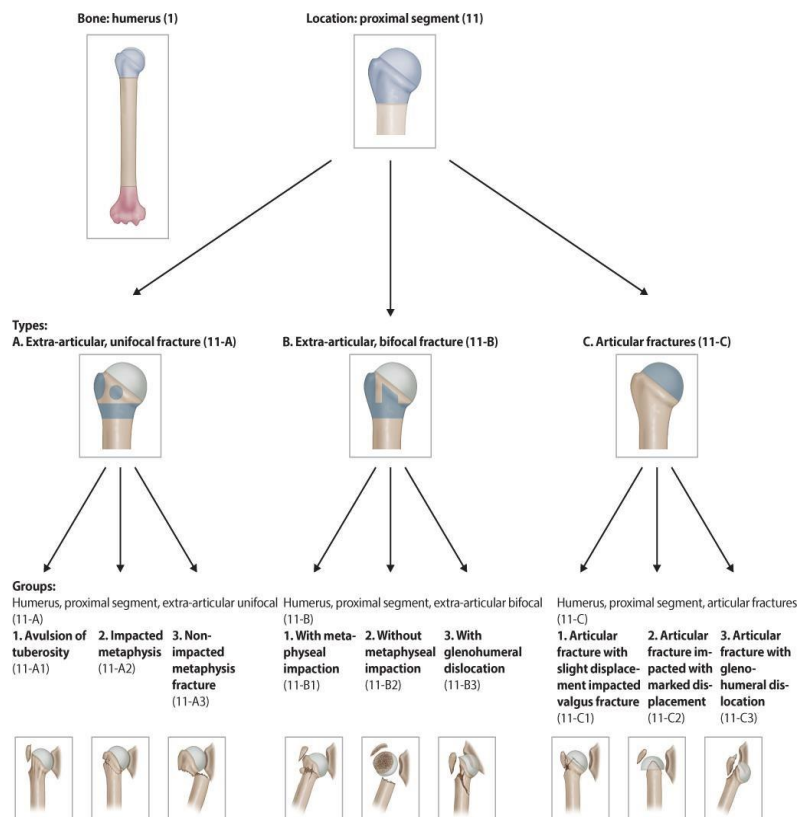
Фиг. 7 А. Схема на 4-те фрагмента по Codmann. Б. Класификация по Neer. (Rockwood and Green’s Fracture in Adults , 9-th Edition, 2020 Wolters Kluwert)

През 1970 **Neer** представя концепцията на фрактурните сегменти вместо фрагменти. По този начин той подчертава, ФПХ може да се възпроизведе като резултат от 4 анатомични сегмента с или без допълнителни фрактурни линии вместо отделни фрагменти. Като фрактури с разместване се дефинират тези, при които има сегмент с трансляция най-малко 1 см или ангулация от минимум 45°. Фрактурите с по-малко от 1см разместване и по-малко от 45° ангулация, независимо от броя на фрагментите, се приемат за неразместени и най-често спадат към групата на т.нар. едно-фрагментни фрактури (Фиг.7Б). Терминологията за разместените фрактури касае броя на разместените сегменти и ключовия сегмент, който е разместен. Типично към двуфрагментите фрактури причисляваме фрактури според мястото на разместване – голям туберкул, малък туберкул, хирургична шийка, анатомична шийка. Изолираните фрактури на ГТ имат разместване на фрагмента задно-медиално, поради действието на задно-горната част на РМ. Съответно при фрактури на МТ се получава разместване медиално вследствие тегленето на субскапуларния мускул. Когато фрактурата е през хирургичната шийка често наблюдаваме предно-медиално разместване на проксимален хумерален shaft вследствие тегленето на големия гръден мускул.

Въпреки, че теоретично съществуват 5 различни типа три-фрагменти фрактури, **Neer** съобщава, че те се получават основно при фрактура през хирургичната шийка и съпътстваща фрактура на големия или малкия туберкул. Интактния туберкул и теглещите сили на РМ, прикрепен към него, определят разместването.

Четири-фрагментните фрактури показват разместване на всички фрагменти. Разместването на туберкулите е като при дву-фрагментните фрактури, хумералната глава има валгус или варус позиция с или без разместване. Фрактурите комбинирани с глено-хумерална дислокация се класифицират като фрактура-луксация. При същинските фрактури-луксации, сегмента на хумералната глава е изместен и е без контакт с гленоида като се намира пред или зад него с разкъсване на ставната капсула. Фрактурите, включващи ставен сегмент като увредата на Hill - Sachs или импакционни фрактури, представляват различна категория (163,164).

Съществуват проучвания, показващи непълно съвпадение при използването на тази класификация между различни раменни хирурзи (62,148). Едно такова е на **Siebenrock & Gerber**, които отчитат средният капа коефициент на съвпадение 0.40 и 0.60 съответно между групите ортопеди и вътре в тях (208). Други проучвания показват, че съвпадението нараства с натрупания опит и използването на тридимензионалната компютърна томография (15,25).



Фиг. 8 АО / ОТА Класификация. (Rockwood and Green's Fracture in Adults, 9-th Edition, 2020 Wolters Kluwert)

➤ АО / ОТА Класификация

Тази класификация е базирана на разположението на фрактурата и наличието на импакция, ангулация, транслация или раздробяване на фрактурата, а също така и на възможна съпътстваща луксация. Поради засягане на проксималния сегмент на хумеруса, тези фрактури са класифицирани като принадлежащи на 11- костен сегмент (1 за хумерус, 1 за проксимален сегмент). (Фиг. 8) По-нататък фрактурите се класифицират по тип, група и подгрупа. Най-накрая, всяка подгрупа се окачествява и според нивото на тежест. **Тип А** фрактурите са екстраартикуларни фрактури с една фрактурна линия, **Тип В** фрактурите са екстраартикуларни фрактури с две фрактурни линии и **тип С** са артикуларни фрактури, включващи анатомичната шийка или хумералната глава. Тип А фрактурите включват фрактура на ГТ (А1), на хирургичната шийка с метафизарна импакция (А2) и хирургична шийка без метафизарна импакция (А3). Тип В фрактурите се разделят на фрактури на ХШ с метафизарна импакция и разместена фрактура на някой от туберкулите (В1), неимпактирана фрактура на ХШ с разместена фрактура на някой от туберкулите (В2) и фрактура на ХШ с разместена фрактура на туберкул и глено-хумерална луксация (В3). Тип С фрактурите се разделят на фрактури на АШ с минимално разместване (С1), със значително разместване (С2) и фрактури на АШ с глено-хумерална луксация (С3). Всеки

тип фрактура се разделя на подгрупи според раз местването, варус или валгус ангулацията, раздробяването и наличието и посоката на дислокацията. По този начин фрактурите могат да се класифицират на 52 различни типа.

Съвпадението при използването на тази класификация между групи ортопеди се оценява в проучването на **Siebenrock & Gerber** като капа коефициентът достига 0.53 при фрактури класифицирани в трите основни типа и 0.42 при класифицирани в основните 3 подгрупи за всяка група. Средният капа коефициент на съвпадение при ортопеди в една група съответно е 0.58 за типовете и 0.48 за подгрупите (208).

➤ **Hertel Класификация**

Това е класификация, предложена от **Hertel et al. (89)**, описваща 12 възможни фрактури според плана на фрактурите между туберкулите, главата и ГТ, главата и МТ и ГТ или МТ и ХД. Допълнителни критерии включват дължина на медиалното метафизарно продължение на главичния сегмент, интегритета на медиалната панта и наличието на разцепване на главата. Всички тези белези фокусират вниманието в посока прогнозиране АВН, базирано на връзката между морфологичната находка и интраоперативната исхемия. Сравняването на тази класификация с тази на Neer не ѝ дава предимство (102). По-задълбочени анализи не успяват да докажат връзка между интраоперативната исхемия и развитието на АВН (10).

➤ **Mayo / Fundacion Jimenez Diaz (Mayo / FJD)**

Авторите на тази класификация стъпват на проучване, при което значителен брой ФПХ са лекувани неоперативно и внимателно са анализирани модела на фрактурата и раз местването според образната диагностика в момента на травмата и цялостната морфология на срастналата фрактура след 1 година по отношение на болка, движение и цялостен резултат (64). Интересното е, че планът на фрактурите е много постоянен, но не точно както е описан от **Codman & Neer**. Внимателният анализ на мястото на фрактурния план посредством рентгенография и мултипланарна КТ с три-димензионална реконструкция показва, че най-честия план на фрактурата е както следва:

- Хирургична шийка
- Голям туберкул
- Малък туберкул
- Анатомична шийка

В опитите да се разбере фрактурния модел и разместването покрай предложената от Neer & Codman концепция (164) в светлината на детайлната информация, постигната с КТ, се наблюдават пет основни фрактурни категории, включени в тази класификация.

1.6 Лечение.

1.6.1 Неоперативно лечение

При неоперативното лечение на минимално разместени ФПХ се постигат добри резултати във висок процент. Според **Gaebler C et al. (66)** и **Tejwani NC et al. (220)** добри и отлични резултати се очакват в 80 до 90% от пациентите и 60% от тях се очаква да достигнат до състояние на пълно отсъствие на болка (44). 10% от тях, обаче могат да се оплакват от умерена до силна болка. Според тези проучвания, две-трети от пациентите се оплакват от наличие на хронична болка. Движенията се очаква обикновено да възстановят 90% от тези на контралатералната страна при 80% от случаите, но пълно възстановяване се среща само при 46% от случаите. Според **Zyto et al. (247)** пациентите с дислоцирани ФПХ, когато са лекувани неоперативно, постигат по-лоши резултати в сравнение с неразместените. Движенията обикновено са ограничени и са със стойности между 90° и 120° на флексия и нисък Constant-Murley score (CMS).

Неоперативното лечение продължава да бъде най-често използван метод на лечение при повечето ФПХ. Известно е, че индикациите и контраиндикациите за оперативно лечение на ФПХ са взаимно допълващи се с тези за неоперативно лечение. За голям дял от разместените ФПХ се оказва трудно да се докаже научно, че оперативното лечение води до по-добри резултати, не защото неоперативното е олицетворение на универсално добри резултати, а защото хирургичните интервенции са свързани с относително високо ниво на усложнения и незадоволителни резултати.

Според **Antonio M. Foruria (218)** (Rockwood and Green's fractures in adults; Ninth edition. Philadelphia: Wolters Kluwer, [2020]) основните индикации за неоперативно лечение са:

- Фрактура на хирургична шийка с контакт и без изразена нестабилност.
- Фрактура на малък или голям туберкул:
 - разместване < 1 см
 - припокриване с ХГ < 20 %
- Варус постеро-медиална фрактура
 - варус < 45°
 - минимално разместване на туберкул
- Валгус фрактури:
 - ХГ не сочи супериорно или латерално

- Минимално разместване на туберкул

➤ Остеопоротични и възрастни пациенти с противопоказания за анестезия.

Sanders et al. сравнява резултатите на трифрагменти ФПХ, лекувани с ЗП срещу неоперирана контролна група (197). По-добър обем на движение се установява при неоперираните пациенти като не се установява разлика по отношение на удовлетвореност на пациента и скалата за самооценка, въведена от Дружеството на Американската Асоциация на Хирурзи на рамо и лакът (**ASES self-assessment score**). Половината от оперативно лекуваните пациенти са се нуждаели от допълнително лечение в сравнение на само 11% от неоперираната група. Подобни резултати се потвърждават от **Olerud et al.** в проспективно рандомизирано проучване сравняващо лечение с ЗП с неоперативно лекувани три-фрагментни ФПХ (169). Усложненията в оперираната група включват пенетрация на ставната повърхност до 17%. Реоперация се е наложила при 30% от пациентите в тази група. Лошо срастване се наблюдава при 86% от пациентите, лекувани неоперативно. Само едно проучване анализира в детайли постигнатия резултат при неоперативно лечение спрямо класификацията на Mayo/FJD. Различните морфологични модели на фрактурата са свързани с различни резултати. Сравнявайки функционалният статус преди фрактурата и 1 година след неоперативно лечение, резултатът се различава в зависимост от морфологията на фрактурата с по-висок процент на незадоволителни резултати при валгус-импактирани фрактури следвани от варус постеро-медиални фрактури на трето място изолирани фрактури на големия туберкул. Лош DASH score и/или Neer score резултат (по-малко от 90 елевация, по-малко от 20 външна ротация, неудовлетвореност от резултата и /или налична болка) може да се очаква в 55% от валгус импактираните фрактури, 30% от варус постеро-медиалните фрактури (независимо от участието на туберкул) и при 15% от изолирани фрактури на голям туберкул ($p = 0.01$). Валгус импактираните фрактури е три пъти по-вероятно да имат по-лош DASH score в сравнение с варус постеро-медиалните фрактури. Освен това валгус импактираните фрактури имат по-висок риск от несрастване и АВН. Резултатът от неоперативното лечение зависи и от пациент - свързани фактори, които повлияват както морфологията на фрактурата, така и разместването. Възрастта е свързана с разместването – разместените фрактури според критериите на Neer се случват при пациенти средно с около 7 години по-възрастни от пациентите с неразместени фрактури (44,63). Освен това по-възрастните пациенти получават фрактури, водещи до лош резултат като валгус импактираните фрактури. Крайният резултат от лечението се определя в голяма степен от състоянието преди фрактурата. Съпътстващите заболявания като диабет, както и тези на сърдечна,

дихателна или отделителна система са причина за по-лошо възстановяване с компрометирана сила и обем на движение, водещи до функционална загуба според **Foruria AM et al. (63)**. Пациентите с такива тежки съпътстващи заболявания са подложени и на повисок риск от смъртност. Интегритета на ротаторния маншон по време на травмата според **Nanda R et al.** не може да бъде прогностичен фактор на функцията на рамото след неоперативно лечение на ФПХ и поради това не влиза в съображение образна му диагностика като рутинно изследване при пациенти, избрали този метод на лечение (162).

Проучване, което привлича вниманието в тази посока е т.нар. **PROFHER** (PROximal Fracture of the Humerus Evaluation by Randomisation) проучване, което по дизайн е мултицентрично, рандомизирано и контролирано и създадено в Обединеното Кралство от National Institute for Health Research. Проучването обхваща и сравнява 250 възрастни пациенти, лекувани оперативно и неоперативно по повод разместено ФПХ. Заключение е, че липсват клинично релевантни или статистически сигнификантни разлики между оперативно и неоперативно лечение при 2 до 5 години проследяване (184). В същия дух последния **Cochrane Review** не съобщава за значими доказателства, подкрепящи ОРВФ срещу други методи на лечение, вкл. неоперативно лечение. Като заключение се обобщава, че липсват достатъчно доказателства от рандомизирани проучвания (RCTs) за информация на избор между различните неоперативни и оперативни подходи за тези фрактури. Според **Foruria et al. (64)** липсата на доказателства, подкрепящи хирургичното лечение е резултат от комбинация от фактори: изключване от сравнителните проучвания на най-тежките фрактури, лошо изпълнение на оперативната техника, липса на анализ по подгрупи, широка вариабилност на предтравменното функционално състояние, тип на ФПХ, хирургична техника, използван имплант, интраоперативни грешки, рехабилитационен протокол и индивидуален отговор на травмата.

Няма съмнение, че неоперативното лечение води до лоши резултати при определени типове разместени ФПХ.

1.6.2 Оперативно лечение.

Индикациите и контраиндикациите за оперативно лечение се допълват с тези на неоперативното лечение. По-този начин този тип на лечение е в съображение при фрактура-лукации, Hill - Sachs фрактури, депресионни фрактури на ХГ, обхващащи повече от 20% - 25% от ставната повърхност, нестабилни фрактури на хирургичната шийка, фрактури на ГТ с разместване повече от 1см, значителни варус или валус

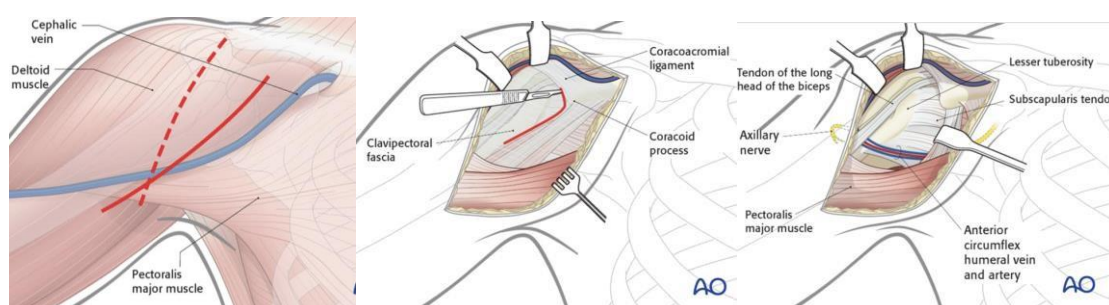
фрактури на ХГ, открити фрактури, фрактури, асоциирани с увреда на суспензорния комплекс на рамото, фрактури с васкуларна увреда, патологични фрактури.

Веднъж избран оперативният метод на лечение води след себе си въпросът дали да се пристъпи към вътрешна фиксация или артропластика. Повечето хирурзи предпочитат артропластика за Hill - Sachs фрактури, фрактури с депресия на ХГ с ангажиране на 40 - 50% от ставната повърхност, фрактури-луксации със сепарация на ХГ от shaft и един или двата туберкула, както и при валгус импактирани фрактури с фрактура и разместване на двата туберкула. Останалите типове фрактури с индикации за оперативно лечение (нестабилна фрактура на ХШ, изолирана фрактура на туберкулите, варус постеро-медиална фрактура и по-малко комплексни валгус фрактури) са идеални кандидати за вътрешна фиксация с изключение на много възрастни пациенти с остеопения и тежко раздробяване на ГТ, където артропластиката е логичния избор.

1.6.3. Хирургичен достъп

Делтоидо-пекторален достъп

Това е по-честият достъп, който е еднакво използван и подходящ, както за вътрешна фиксация, така и за артропластика (Фиг.9). Препоръчителен прием е да бъде направен малко по-латерално с оглед улесняване латералното пласиране на плаката, при третиране на ГТ, а както и при откриване на гленоида при избрана артропластика като метод на лечение. Това се постига като кожният разрез започне латерално от върха на processus coracoideus между медиална трета и латералните две трети на линията, свързваща същият със задно-латералния ъгъл на акромиона.



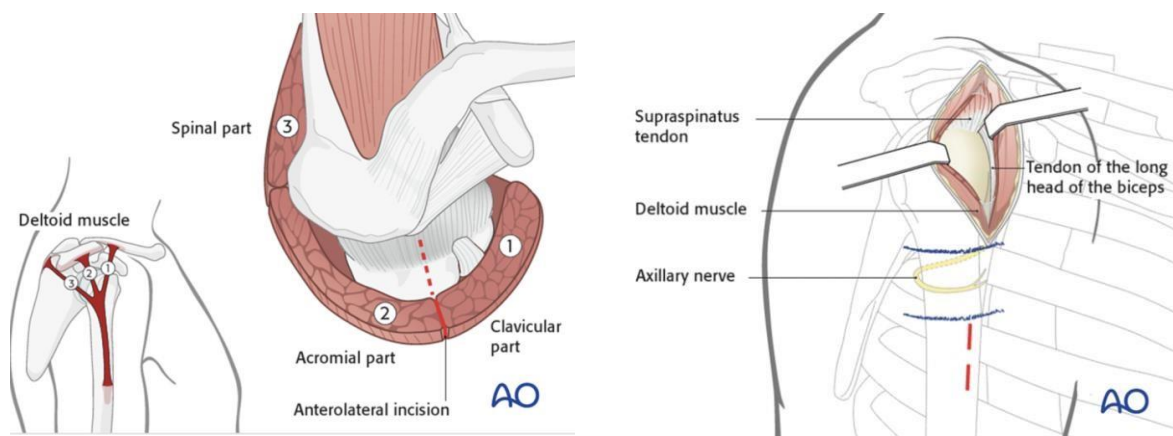
Фиг. 9 Делтоидо-пекторален достъп до проксимален хумерус

Предпочитанията са идентифициране на делто-пекторалния интервал и v.cerphalica проксимално и мобилизирането на последната медиално вместо латерално. По този начин се позволява по-добра видимост и се избягва проксималното опъване на вената при латерална ретракция на делтовидния мускул. Щадящо депериостиране в зоната на

делтовидната инсерция в предната ѝ част по латерална повърхност на хумеруса според **Benninger, E et al.** позволява коректно пласиране на плаката (13) и подобрява възможността за ретракция на делтовидния мускул назад за по-добра визуализация. От особена важност е идентификацията на сухожилието на дългата глава на *m.biceps brachii* по предна повърхност на проксимална диафиза, защото това улеснява анализа на фрактурата, репозицията и пласирането на плаката. Поради близостта на сухожилието с *a.circumflexa anterior*, дисекцията около и зад сухожилието трябва да се избягва, доколкото е възможно. В случаите на увреда на сухожилието вследствие на фрактурата, тенодезата е логичен избор на поведение. Такъв избор можем да направим и при тежко раздробени фрактури с тенденция към скъсяване, както и при особени затруднения с репозицията.

Антеро-латерален (предно-страничен достъп по McKenzie) достъп

Кожният разрез започва от предно-латералния ръб на акромион и е с дължина дистално около 5см. *M.deltoideus* се разцепва по линията между предна и латерална трета (Фиг.10). Съществува опасност от ятрогенна увреда на *n.axillaris*, а най-често затруднение е правилното позициониране на плаката по отношение на сулкуса, тъй като съществува тенденция за по – предно поставяне и като следствие неправилно поставяне на винтовете.



Фиг. 10 Антеро-латерален достъп до проксимален хумерус

По-разширен достъп се използва при фиксация с плака, ИМ фиксация на по-комплексни фрактури, изискващи третиране и на туберкулите, както и при артропластика. Препимущества, които трудно се пренебрегват според **Gardner MJ et al.** са по-добър достъп до ГТ, по-добър достъп до латералната повърхност на ХД за фиксация на плаката и по-малка увреда на кръвоснабдяването в зоната на фрактурата (69,70). Основен риск, който съществува е ятрогенната увреда на *n.axillaris*, преминаващ на около 5см дистално от акромиона с ход отзад напред.

1.6.4. Закрита репозиция и перкутанна фиксация с игли и винтове

Този метод на лечение има теоретично предимство с оглед минималната мекотъканна травма и като следствие предполага по-бързо срастване и намалява риска от АВН на ХГ. Изисква се обаче детайлно разбиране структурите, които могат да бъдат подложени на ятрогенна увреда (58,115,116,193). Възрастни пациенти, както и такива с изразена остеопороза имат малък шанс за задоволителна стабилност на фиксацията, което подлага на риск конструкцията. Раздробяването на ГТ е контраиндикация за ЗРПФ, тъй като не може самостоятелно да даде надеждна фиксация. Раздробяването на калкара при фрактури на шийката е с висок риск за вторично разместване и варус колапс.

В заключение възрастта на пациента и рисковите фактори за лоша костна опора трябва да се вземат под внимание тъй като могат да предопределят стабилността на иглите и да наложат допълнителна стабилизация или използването на съвсем различна хирургична техника.

1.6.5. Натегнатата телена фиксация (костен шев).

Техника използвана от няколко десетилетия с описани в литературата вариации, използващи стоманена тел, абсорбируем монофиламент или неабсорбируем шев (41,46,48,89,101,136). По-често е използван като допълнение на друг вид фиксация – плака, интрамедуларен пирон или артропластика. Основната цел на техниката е неутрализация на силите на опън генерирани от РМ на нивото на туберкулите и силите на огъване на ниво ХШ. Основно предимство на метода е, че се нуждае от минимално количество имплант и това намалява риска от имплант-свързан субакромиален импиджмънт. Освен това не съществува риск от пенетрация на ХГ.

1.6.6. Фиксация с интрамедуларен пирон

Този тип фиксация е привлекателна алтернатива за лечение на ФПХ, която дава теоретично биомеханично предимство при остеопоротична кост и позволява осъществяването чрез мини-инвазивен подход (91). С времето са били използвани няколко вида ИМ импланта при лечението на ФПХ (47,230). **Dilisio MF et al.** (47) посочва, че по-новите генерации на дизайн на проксимален хумерален пирон и техниката им на прилагане се придържат към принципи, които да доведат до по-добри резултати, а именно – възстановена анатомия, стабилност, щадящо отношение към кръвоснабдяването и ранна мобилизация на крайника (Табл.1). Въпреки добрите

резултати, които посочва в своя мета-анализ, авторът подчертава, че все още не могат да бъдат дефинирани унифицирани индикации за лечение с ИМП.

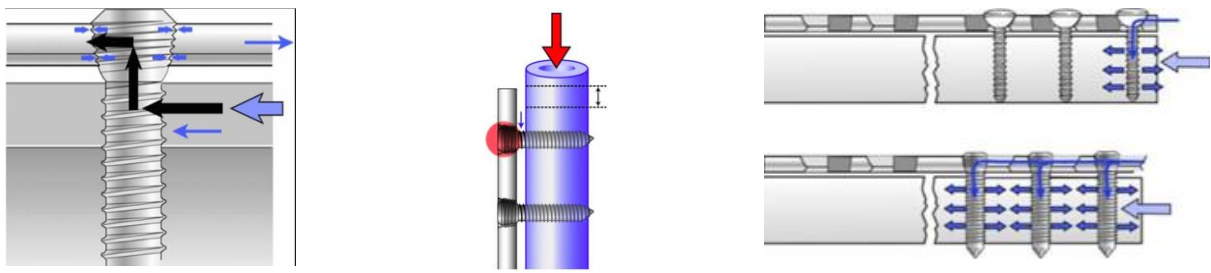
Автор	Пациенти (n)	Тип фрактура	CMS
Fuechtmeier - 2007	36	2- & 3- фрагментни	79.2
Popescu – 2009	28	2-, 3- & 4- фрагментни	65.7
Blum – 2009	151	2- & 3- фрагментни	75.3
Konrad - 2012	211	3- фрагментни	89
Hatzidakis - 2011	38	2- фрагментни	71
Hessmann - 2012	160	2-, 3- & 4- фрагментни	66
Freynik - 2013	61	2-, 3- & 4- фрагментни	67.4

Табл. 1 Мета-анализ на Dilisio MF et al. (47) Intramedullary nailing of the proximal humerus: evolution, technique, and results. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25(5):e130–138.

Основните и главни индикации за техниката на проксималния заключващ хумерален пирон са разместените двуфрагментни фрактури през ХШ и особено тези с продължение към хумералната диафиза, както и патологичните фрактури (1,159). Тази техника не е подходяща и не се препоръчва при варус постеро-медиални фрактури с ангажиране на туберкулите или при Hill - Sachs фрактури.

1.6.7. Вътрешна фиксация със заключваща плака (ЗП)

В противовес на използваните по-рано конвенционални плаки и винтове, технологията на заключващата плака позволява ъглова стабилност между винтовете и плаката. Наличната резба на винтовата глава съответства на резбата на отворите на плаката като по този начин позволява създаване на ангулаторно стабилна конструкция без създаване на триене между плаката и костта (Фиг.11А). Като резултат натоварването се трансферира директно от винтовете към плаката и аксиалното натоварване се конвертира като компресионен стрес в съчленението винт-кост към режещо и огъващо натоварване на винта в близост на контакта плака-винт (Фиг.11Б). Фиксацията се подобрява и поради факта, че костта е по-устойчива на компресионно натоварване, отколкото на режещи сили. Друг важен момент е, че ъгловата стабилност на плаките води до по-равномерно разпределяне на стреса между всички винтове, заключени в плаката, за разлика от незаклучващите плаки, при които стресът се концентрира върху един винт (Фиг.11В).



А

Б

В

Фиг.11. А. Трансфер на натоварването при заключваща конструкция без да е необходим контакт с костната повърхност и като резултат по-малка вреда за преиосталното кръвоснабдяване.

Б. Устойчивост на аксиално натоварване и режещи сили в шафта на винта между плаката и костта.

В. Равномерно разпределение на натоварването при ЗП.

По своето действие ЗП наподобяват външния фиксатор като избягват недостатъка на трансфиксация на околните меки тъкани и риска от последваща свързана инфекция. Поради тази причина те се възприемат като вътрешен фиксатор, щадящ периосталния кръвен ток.

ЗП се отличават от конвенционалните плаки с две основни характеристики:

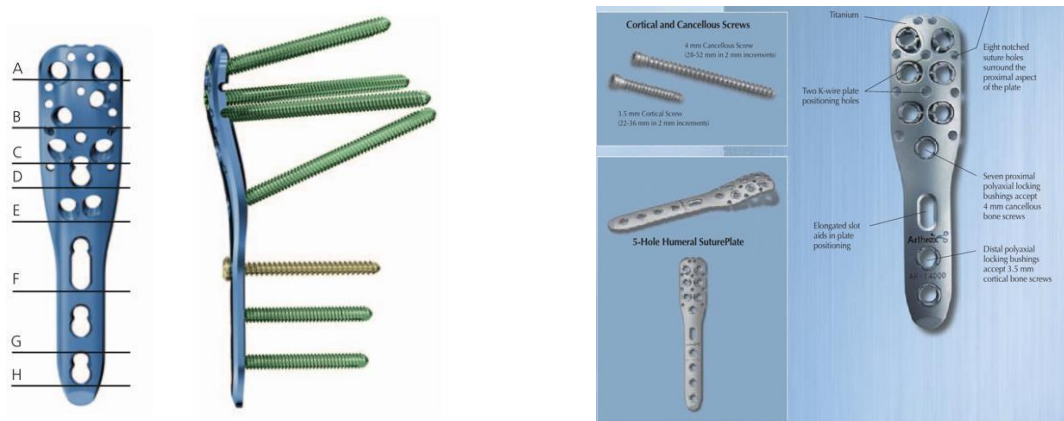
- По-голяма еластичност, с което се избягва задължителната при конвенционалните плаки абсолютно анатомична репозиция и позволява по-щадящо отношение към меки тъкани и кръвоснабдяване на фрагментите.

- По-малък риск от потенциална инфекция, което се определя от избягването на некроза и мъртво пространство под плаката **Perren, S et al. (179)** и от факта, че титаниевата сплав, от която са направени съвременните плаки, не позволява образуването на мембрана тип „чуждо тяло“ по повърхността на импланта.

По-рано използваните конвенционални плаки, както и класическите заключващи плаки се отличават от съвременните преконтурирани, заключващи плаки за проксимален хумерус. Първото поколение такива плаки са замислени така, че посоката на заключващите винтове е предварително зададена с фиксиран ъгъл и това осигурява максимална опора на ставното лице на ХГ в няколко различни точки на сферичната повърхност (**Фиг.12 В**).

Поради наличието сигнификантен брой от усложнения, дължащи се на пенетрация на винтовете в хумералната глава, описани в клинични проучвания с ЗП, се е появила и втората генерация заключващи плаки с полиаксиални винтове (**Фиг.12Б**). Те позволяват посоката на винта да се напасне преди да се заключи за разлика от конвенционалните ЗП, при които ъгълът на заключване е предварително зададен и поради тази причина се наричат моноаксиални (**Фиг.12А**). Една от тези плаки е Non-contact Bridging Plate (NCB,

Zimmer), чиято биомеханична изява е била тествана в няколко проучвания. **Zettl et al. (243)** демонстрират статистически сходно представяне на NCB и ЗП при аксиална компресия. **Erhardt et al. (52)** разкриват, че при симулация на 30° флексия и 30° абдукция, полиаксиалните винтове не демонстрират по-добър резултат по отношение на перфорацията. **Voigt et al. (229)** доказват в свое клинично проучване, че по отношение на крайният функционален резултат и честотата на усложненията, полиаксиалните ЗП не успяват да докажат превъзходство над моноаксиалните такива. Резултатите на CMS между двете групи сравнявани пациенти не показват статистически значима разлика ($p = 0.181$), а получените усложнения са 30% за полиаксиалната група срещу съответно 28% за моноаксиалната група пациенти.



А.

Б.

Фиг.12. А. I –ва генерация – плака с моноаксиални винтове. **PHILOS (DePuy Synthes).**

Б. II –ра генерация плаки за ПХ с полиаксиални винтове – **Humeral Suture Plate (Arthrex).**

Въпреки, че биомеханичните данни сочат, че тази конструкция е значително по-здрава и устойчива от конструкциите с незаклучващи винтове, данните от редица проучвания свързват ЗП със значително ниво на усложнения, включващи пенетрация на винтовете в ХГ, неправилно срастване, загуба на раепозицията, импиджмънт синдром. Вследствие на това се стига често до ревизии – явяващи се непланирани последващи интервенции (Табл.2).

Техника	Проучване / пациенти	Год.	Тип Фрактура (2-/3-/4-фрагментна)	Възраст	Просл.	Оценка	% добри & отлични резултати	Усложнения		
								АВН	Ревиз. Интерв.	Други усложнения
Незакл. плака	Esser, (53) (n=31)	1994	0 / 17 / 8 + 6 ФрД.	55	74 мес.	ASES	92 %	0	0	3% ЗР, 15% НЗ, 1 % НУ
Незакл. плака	Hessmann, (92), (n=98)	1998	50 / 37 / 11 + 5 ФрД.	30-80	34 мес.	CMS	69%	4%	9%	12% ЗР, 20% НЗ, 3% ПИ, 6% ДИ 1% НУ
Ъглова плака	Hintermann (96), (n=38)	2000	0/31 / 7	72 (52-92)	40.8 мес.	CMS	79%	5%	21%	8% НЗ, 3% ДИ, 11% АК, 3% САИ
Незакл. плака	Wijgman, (236), (n=60)	2002	0 / 22 / 11 + 27 ФрД	48 (19-79)	120 мес.	CMS	87%	37%	0%	3% САИ, 5% НФ, 2% АК
Незакл. плака	Wanner, (234), (n=60)	2003	10 / 33 / 17	62 (17-89)	17 мес.	CMS	Задоволителни резултати	3%	12%	12% НЗ, 3% САИ, 8% НФ, 2% АК 4% ДИ
ЗП	Fankhauser, (56), (n=26)	2005	АО: А:4,В:15,С:9	64.2	12	CMS	Добри резултати	8%	8%	15% ЗР, 4% НФ, 4%ПИ
ЗП	Machani, (147), (n=62)	2006	19 / 37 / 6	61	19.2 мес.	HSS	60%	0%	0%	13% НФ, 18%ПИ, 2% НУ
Незакл. Плака	Meier, (155), (n=36)	2006	4 / 13 / 19	69	22 мес.	CMS	Неудовлетв. резултати	0%	28%	3% НЗ, 22% НФ, 12% САИ, 6% ПИ 3% ЗР
ЗП	Hirschman, (95), (n=119)	2007	31 / 47 / 41	67.6	12 мес.	CMS	Неудовлетв. резултати	3%	22%	1% ПИ, 5% НФ, 6% НЗ, 2% БК, 8% САИ, 1% НЗ
ЗП	Moonot, (161), (n=32)	2007	0 / 20 / 12	59.9	11 мес.	CMS	Неудовлетв. резултати	3%	13%	9% САИ, 3% ПИ, 6% НЗ
ЗП	Laflamme, (134), (n=27)	2008	17 / 10 / 0	64	19 мес	CMS	Добри резултати	0%	7%	33% НЗ, 19% ПИ
ЗП	Helwig, (86), (n=87)	2009	34 / 38 / 8 + 7 ФрД	64	27 мес.	CMS DASH	60%	17%	0%	5% ПИ, 13% ПВ, 16% НФ, 16% ЗР 5% САИ, 5% АК
ЗП	Brunner, (26), (n=157)	2009	45 / 66 / 35 + 7 ФрД	65	12 мес.	CMS	Добри резултати	8%	25%	13% НФ, 22% ПВ, 3% САИ, 13% ЗР 3% АК
ЗП	Sudkamp, (217), (n=187)	2009	n/a	62.9	12 мес.	CMS	Добри резултати	4%	19%	2% САИ, 14% ПВ, 2% ДИ, 1.6% НУ
ЗП	Gradl, (78), (n=76)	2009	26 / 30 / 16 + 4 ФрД	63	12 мес.	CMS DASH	Добри резултати	3%	13%	7%ЗР, 8% ПВ, 7% НФ, 12% НЗ
ЗП	Yang, (240), (n=64)	2011	8 / 32 / 24	62	18 мес.	CMS	48 %	3%	13%	7.6% ПВ, 3% ДИ, 3% АК, 3% САИ
ЗП	Zhu, (245), (n=26)	2011	26 / 0 / 0	51	3 год.	CMS	Отлични резултати	0%	19%	19% ПВ, 3% БК, 9% НФ
ЗП	Roderer, (190) (n=107)	2011	n/a	66	10 мес.	IADL	NA	5%	33%	8% ЗР, 15% ПВ, 2.6% ДИ, 2 %АК 1.5% САИ, 1 % БК
ЗП	Olerud, (169) (n=27)	2011	0 / 27 / 0	72	24 мес.	CMS DASH	Неудовлетв. Резултати	10%	30%	23% ЗР, 17%ПВ

ЗП	Voigt, (229), (n=56)	2011	0/48 / 8	74	12 мес.	CMS DASH	Добри резултати	10%	21%	10% ЗР, 26% ПВ
ЗП	Konrad, (126) (n=153)	2012	0/ 153 /	65	12 мес	CMS	Отлични резултати	1.3%	0%	7% ЗР, 7% НФ, 1% НУ, 1%ПИ, 1%ДИ, 28 % ПВ,
ЗП	Fjalestad, (60), (n=25)	2012	0/13 / 12	72	12 мес.	CMS	Добри резултати	8%	16%	3% ЗР, 28% ПВ
ЗП	Chen, (33) (n=30)	2015	0 / 0 / 30	68	24 мес.	CMS DASH	Отлични резултати	3%	3%	3% ПВ, 3% ЗР
ЗП	Bahrs, (9), (n=77)	2015	28 / 38 / 11	62	95 мес.	CMS DASH	Отлични резултати	22%	40%	17% САИ, 13% ПВ, 5.2 % ДИ
ЗП	Gracitelli, (77), (n=36)	2016	16 / 17 / 0	66	12 мес.	CMS DASH	Добри резултати	0%	3%	3% ПВ, 3% НФ 3% ЗР, 6% АК
ЗП	Sohn, (211), (n=90)	2017	40 / 44 / 11	62	14 мес	CMS	Добри резултати	1%	-	6 % ПВ, 7% САИ, 6% ЗР, 14% АК

Табл.2 Сравнителни функционални резултати и усложнения при серии с плакова остеосинтеза на ФПХ.

(Съкращения: **АК**= Адхезивен Капсулит, **БК**= Без Консолидация, **ДИ**= Дълбока Инфекция, **ЗР**=Загуба на Репозиция, **НЗ**= Неправилно Зарастване, **НУ**= Нервна Увреда, **НФ**= Неуспешна Фиксация, **ОА**=Остеоартроза, **ПВ**= Пенетрация на Винт, **ПИ**= Повърхностна Инфекция, **САИ**= Субакромиален импиджмънт)

За съжаление в редица проучвания се съобщава, че тази техника се съпровожда с неприемливо високо ниво на усложнения (в някои случаи до 50%) като няколко фактора са свързани със загубата на репозиция, а именно – предоперативна варус деформация, напреднала възраст, тютюнопушене, лоша репозиция, неадекватна медиална опора, невъзможност за инкорпориране на РМ към конструкцията посредством сутурна аугментация (71,106,129,140, 158,171,172,173).

Sudkamp et al. (217) подчертава, че над половината усложнения при тази техника се получават интраоперативно. Като най-често усложнение се посочва първичната пенетрация на винт в ХГ. Честотата на това усложнение се увеличава вследствие на вторичен колапс с последваща пенетрация. Правилната хирургична техника и подбор дължината на винтовете са стъпките, които ни предпазват от това усложнение. Загубата на репозицията по време на интервенцията е друго усложнение, което може да предизвика неуспех на синтезата или да ни накара да променим плана на лечение.

Gardner et al. (71) демонстрират влиянието, което липсващата медиална опора има върху последваща загуба на репозицията, увеличен риск от пенетрация на винт в ХГ и като цяло загуба на височина на ХГ. В ретроспективен преглед рентгенографиите на 35 пациента авторът посочва, че постигането на механична опора в инферо-медиалната зона

на проксималния хумерус играе важна роля в поддържането на репозицията. Това той постига с анатомична или леко импактирана стабилна репозиция, както и с прецизно пласирани насочени нагоре коси заключващи винтове в инферо-медиалната зона на проксималния хумерус. Всичко това се подкрепя и от проучването на **Ponce et al. (181)**, доказват, че медиалното раздробяване намалява с 48% необходимото за разпад на синтезата средно натоварване ($p=0.013$). В същото време използването на калкарни винтове увеличава устойчивостта на конструкцията с 31% ($p=0.002$).

Друго задълбочено проучване, което дава светлина върху усложненията на тази техника за лечение на ФПХ е това на **Jung et al. (106)**. Авторът провежда ретроспективно изследване на 252 пациенти с цел идентифициране рискови фактори за загуба на репозиция след остеосинтеза с ЗП. С помощта на мултивариабилен регресионен анализ доказва, че остеопорозата ($< -2.5 BMD, p=0.015$), разместена варус фрактура (*ШД Ъгъл* $< 110^\circ, p=0.025$), медиално раздробяване (наличие на повече от един фрагмент, $p=0.018$) и недостатъчна медиална опора (липса на кортикална или винтова опора, $p=0.001$) са независими рискови фактори за загуба на репозицията при интервенцията върху ФПХ.

В търсене на прогностични фактори **Krappinger et al. (129)** анализира 13 такива като определя тяхната акуратност и заключава, че ако операторът не е способен да постигне анатомична репозиция и възстановяване на медиалната кортикална опора интраоперативно, то той би трябвало да помисли за допълнителна аугментация или първична артропластика. **Yang et al. (240)** също насочва усилията си в тази посока. В проспективно проучване с 64 пациенти, третирани с ЗП, тези които са с интактна медиална опора са имали сигнификантно по-добър функционален резултат след 1 година (CMS 81 срещу 65 за тези без медиална опора, $p=0.002$).

Сравнителни проучвания ни осигуряват противоречиви резултати. Някои от тях посочват предимство на фиксацията с ЗП над неоперативното лечение по отношение обем на движение и функционален резултат. Разнородни са и резултатите при сравнение с лечение с интрамедуларен пирон (ИМП). При проспективно рандомизирано и контролирано проучване, проведено от **Gracitelli et al. (77)** се сравняват резултати от лечение с ЗП и ИМП. Авторите посочват сходни резултати в двете групи като при ИМП се регистрират по-високо ниво усложнения (съответно 34 срещу 21%) и ре-операции (19% срещу 3%).

В мета-анализ **Wang,G et al.-2015 (233)** анализира резултатите при 615 случая (348 синтезирани с ЗП и 267 с ИМП) и установява близки резултати по отношение на CMS между двете групи. Честотата на усложнения също не фаворизират някой от двата метода (Табл.3). Авторите регистрират честота от 30,7% на усложнения при пациенти с ЗП и

съответно 25,8% при тези с ИМП ($p=0.67$). Подчертават значимостта на АВН и силната корелация с началната дислокация на фрактурата.

В мета-анализ на **Sproul et al. (215)**, обхващащ 12 проучвания, се подчертава отново високата честота на усложнения и ре-операции при пациенти с ФПХ, оперирани с ЗП. Проучването обхваща 514 пациенти като са регистрирани 49% усложнения, а най-чести са неправилно срастване (16%), АВН (10%), пенетрация на винт (8%), субакромиален импиджмънт (6%) и инфекция (4%). Авторите посочват, 14% от пациентите са претърпяли реоперация. Средният CMS е 74 като има разлика между 3- и 4-фрагментните фрактури, съответно 72 и 66.

Регистриран Параметър	Брой проучвания	Пациенти общо (n)	ЗП	ИМП
Реоперация	8	615	13,8%	13,9%
АВН	4	408	2,4%	3,2%
Инфекция	4	360	2,7%	0,7
Несрастване	3	295	3,6%	1,0%
Пенетрация на винт	6	521	8,1%	4,8%
Импиджмънт	3	295	4,1%	6,0%
Загуба на репозиция	2	224	4,8%	6,7%

Табл. 3 Регистрирани усложнения в мета-анализ между пациенти, лекувани с ЗП и ИМП **Wang,G et al. (233)**

Друг анализ, обхващащ 92 проучвания и 4500 пациенти, анализира функционалния резултат и усложненията на 3- и 4-фрагментни фрактури. **Gupta et al. (81)** сравнява резултатите на лечение на ФПХ посредством открита репозиция и вътрешна фиксация (ОРВФ) с ЗП, закрыта репозиция и перкутанна фиксация с игли (ЗРПФ), хемиартропластика (НА) и ривърсивна раменна артропластика (RSA). Авторите посочват

по-добър функционален резултат при пациентите с ОРВФ в сравнение с НА и RSA ($p < 0.05$), но значително по-високо ниво на реоперации при същото сравнение ($p < 0.001$) (Табл. 4 & 5).

Техника	DASH	CMS	ROM - Флексия	ROM- Външна ротация
ОРВФ	25.4	74.1	137	44.3
ЗРПФ	-	69.0	-	-
ХА	37.8	66.3	109	38.9
РРА	39.3	69.7	115	35.0

Табл.4 Сравнение на постоперативен функционален резултат при 3- и 4-фрагментни ФПХ според метод на лечение - **Gupta et al. (81)**.

Усложнения	Имплант- свързани усложнения	Неправилно срастване	Несрастване	АВН	Инфекция	Общо Усложнения	Реоперации
ОРВФ (n=2939) n (%)	58 (2.0)	8 (0.3)	15 (0.5)	189 (6.4)	33 (1.1)	15,0 %	374 (12.7)
ЗРПФ (n=197) n (%)	8 (4.1)	6 (3.0)	2 (1.0)	23 (11.7)	5 (5.1)	28,4 %	197 (100)
ХА (n=1182) n (%)	6 (0.5)	0 (0)	12 (1.0)	0 (0)	36 (3.0)	11,3 %	53 (4.9)
РРА (n=218) n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	17 (7.8)	18,9 %	11 (5.0)

Табл.5 Сравнение на постоперативни усложнения и ре-операции при 3- и 4-фрагментни ФПХ според метод на лечение - **Gupta et al. (81)**.

Откритата репозиция и вътрешна фиксация с периартикуларно преконтурирана заключваща плака представлява най-често срещаният работещ метод на избор за лечение на ФПХ (97). Това дава възможност за визуализация на репозицията, директна манипулация на фрагментите и позициониране на импланта. Обширната хирургична дисекция, обаче може да застраши биологията на фрактурата и така да повлияе костното срастване и да увеличи риска от АВН на ХГ.

В негативно селектирана серия от 121 пациенти с усложнения **Jost B et al. (14)** обобщава, че 80% от тях са имали 3- или 4-фрагментно счупване, средно по три усложнения и са били подложени средно на 1.5 ревизионни интервенции. Над 50% от пациентите са достигнали до вторична RSA и за всички е характерно трудно възстановяване на функцията и значителни трайни функционални ограничения.

В заключение можем да обобщим, че показанията за прилагането на ЗП при ФПХ трябва да бъдат внимателно съобразявани с всички рискови фактори, патоморфологията на фрактурата, очакванията на пациента и готовността на хирурга за интраоперативна смяна на стратегията.

1.6.8. Необходимост от аугментация

Необходимостта от дискусия върху тази тема възниква, както от многобройните публикации за дебриколаж на остеосинтезата, вторична загуба на репозицията, вариращи между 8,6 – 31%, а така също от постоянния стремеж за оптимално лечение. Биомеханични проучвания на **Ponce VA et al. (181)** посочват, че поради налично медиалното фрагментиране, с 48% е по-малко необходимото за разпад на остеосинтезата средното натоварване, а адекватното възстановяване на медиалния калкар заедно с подходящо поставени винтове увеличава устойчивостта с 31%. В тези проучвания се подчертава, че медиалното раздробяване при ФПХ е прогностичен белег за лоша стабилност, както и, че възстановяването на калкара подобрява стабилността. **Krappinger et al. (129)** посочва, че загубата на репозиция и прорязването на винтовете в ХГ са най-честите причини, водещи до ревизия. Същият автор клинично изследва влиянието на 13 рискови фактора и доказва, анатомичната репозиция (прецизност = 0.82), възстановяване опората на медиалната колона (прецизност = 0.76), костната минерална плътност (прецизност = 0.69) и увеличената възраст (прецизност = 0.67) са най-значимите прогностични белези относно вторичните промени на синтезата. Авторът подчертава и факта, че възрастта е единствения фактор, върху който операторът не може да влияе, а увеличаването на риска от усложнения е свързан с броя на отчетените рискови фактори за всеки отделен пациент – 8,7% при пациент с два рискови фактора и съответно 71,4% и 85,7% при пациенти с три и четири рискови фактора. Изводът, който налага авторът с резултатите от проучването е, че ако хирургът не съумее да постигне анатомична репозиция и възстановяване опората на медиалния кортекс интраоперативно, трябва да избира между аугментация на конструкцията или първична артропластика. Други биомеханични проучвания на **Hymes RA et al. (99)** предполагат, че подсилването плътността на спонгиозната кост би имало най-добър ефект спрямо подобряването на механичната устойчивост. Според тях дължината на винтовете и костната плътност са от изключително значение за устойчивостта на конструкцията.

Gutowski CJ et al. (82) посочва, че костната минерална плътност е от изключителна важност, варира като качество и може да бъде повлияна при хирургичното третиране на ФПХ.

През 2018 **Rusimov L. et al. (194)** публикува резултатите от биомеханично проучване сравнявайки три групи на модел на 4-фрагментна фрактура съответно със загуба на медиална опора, изразена тежка остеопороза в спонгиозата и комбинация от двете. Авторът доказва, че ЗП, аугментирана с интрамедуларен графт притежава потенциал да увеличи значително стабилността си срещу варус колапс при нестабилни ФПХ.

В публикация през 2019 **Biermann N et al. (17)** анализират 15 биомеханични и 30 клинични студии и обобщават, че аугментацията на фиксацията с ЗП на ФПХ е надеждна и сигурна процедура. Всички посочени техники, посочени в Табл.5 механично увеличават стабилността на конструкцията. Клинично изследваните процедури показват редуцирани нива на усложнения и подобряват резултатите при пациентите. Техниките на аугментация показват висока значимост в ситуации на намалена костна минерална плътност и високо-рискови фрактури.

Основната насоченост на студиите е към укрепване на медиалната опора посредством костен графт, изпълването на костната посттравматична кухина или аугментация на винтовете.

Референция	Аугментация Към ЗП	Дизайн на проучването, ННД , брой пац.	Възраст	Проследяване (месеци)	Тип Фрактура по Neer	CMS	DASH	Друг тест	Резултати / Усложнения
Zhu et al. (246)	КА	Ретроспективно / III n=40	51 (38-62)	25.4	4	-	-	SF-36: 88 за експ. Група / 69.5 за контр. ROM анализ	Контр. Група без усложнения, 2 случая с усложнения на контр. група
Atalar et al. (6)	КА	Ретроспективно / IV n=10	57 (34-77)	22.5	4-	87.7 ±4.4 (83-94)	7.6 ±4.5 (2.5-16.7)	-	Ранно прорязване=1 Предотвратява колапс
Lee et al. (137)	Калциев сулфат За дефект	Ретроспективно Контролирано / III Аугмент. n=14 Неаугм. n=30	64.4 (35-85)	27.8	2-,3-,4-	-	-	UCLA score Аугм. = 30.2 Неаугм. = 28.9 (p=0.32)	Загуба на фиксация=5 Адхезивен капс.=3 Дълбока инф.=1
Somasundaram et al. (212)	Калциев сулфат За дефект	Ретроспективно / IV n=21	64.6 (37-77)	24	2-,3-,4-	64	16	-	Без усложнения Предотвратява колапс и води до стабилна фиксация
Kathagen et al. (113)	ПММА на винтовите върхове	Ретроспективно сравнително / III Група 1 с аугм. n=24 срещу Група 2 без аугм. n=24	Група 1: 74.2±10.3 Група 2: 73.7± 9.7	12	2-,3-,4-	Група1: 72.9±18.1 Група 2 : 73.0 ±13.1	-----	Група 1: Група 2 : -- --	Група 1: Варус несрастване = 1 АВН = 1 Перфорация =0 Артрост. Ревизии =6 Група 2 : Перфорации на винт =4

Табл. 6 Извадка Клинични проучвания с аугментация - 2019 **Biermann N et al (139)**

1.6.9. Синтетични костни заместители за аугментация на ФПХ

Ниската костна минерална плътност, според **Wirth AJ et al.** и липсата на медиална опора са установени като две от главните причини за неуспехи в лечението на ФПХ (238). Този фактор корелира с устойчивостта на винтовете към опън и заради това има голям ефект върху стабилността на фиксацията и биомеханичното поведение на контакта между костта и импланта.

През 2020 **Marongiu G. Et al. (150)** анализира клиничното приложение на цимента и костните заместители при пациенти с остеопоротични ФПХ. Авторът използва базата данни на PubMed/MEDLINE, ISI Web of Knowledge, Cochrane Library, Scopus/EMBASE и включва клинични проучвания с проследяване поне 12 месеца на рентгенологични и клинични данни, усложнения и ниво на реоперации. По този начин в ползрението

попадат 10 клинични проучвания с общ брой на пациенти 308 и средна възраст 68.8 (58-92).

Обединяващото е, че основната цел е аугментация на фрактурата и като следствие по-скоро осигуряване механична опора на остеопоротичната кост, отколкото биологична добавка и костна ремоделация. Най-често описваните техники са свързани с усилване на контакта кост-винт посредством костен цимент, изпълване на метафизарна кухина със синтетичен костен заместител и метални продукти за усилване структурната опора. Характеристиките на идеалният биоматериал за костна аугментация трябва да включват механични (капацитет за запълване на кухината, структурна опора и усилване на фиксацията) и биологични качества (остео-кондуктивност, остео-индуктивност и способност за остеогенеза). На този етап никой от биоматериалите на разположение, не покрива тези характеристики.

Костен Заместител	Готовност При телесна температура	Устойчивост на компресия	Модул на Юинг	Плътност	Порьозност	Време за резорбция	Остеокондуктивност
ПММА	9-15 мин.	85 – 110 МПа	1.9 – 3.0 GPa	1.18 mg / mm ³	3 % - 5,4 %	n/a	Няма
Калциев Фосфат	4.5 – 10 мин	36 – 66 МПа	674 – 790 МПа	1.29 – 1.78 mg / mm ³	0,4 % - 0,6 %	6 мес. -10 год.	Ниска
Калциев Сулфат	5 – 11 мин	10 – 40 МПа	665 МПа	2 mg / mm ³	0,50 %	6 седм. - 3 мес.	Умерена

Табл. 7. Характеристики на инжектируеми биоматериали, използвани за аугментация на ФПХ при клинични условия - *Boger, A. et al. (21), Van Lieshout, E.M. et al. (226)*

➤ ПолиМетилМетАкрилат (ПММА) цимент

Проучванията, съобщаващи резултати с инжектируем ПММА за аугментация на ФПХ (88,113,207) са три и включват 96 пациенти със средна възраст 75.8 години (64-92). Целта е подсилване на контакта винт-кост след фиксация с плака. При трите студии е използван един и същ ПММА (Trauma Cem V; DePuy Synthes). Използвани са канюлирани винтове за фиксация на плаката, след което всеки един е бил аугментиран с 0.5- 1 мл от ПММА. Готовността на цимента е 15 мин на телесна температура и постигнатата устойчивост на компресия е около 85 МПа.

Katthagen et al., 2018, (113) прави проспективно, нерандомизирано проучване (ННД II), третирайки 24 ФПХ с ЗП и допълнителна аугментация с ПММА на винтовете в ХГ. При проследяването авторът не регистрира пенетрация на винт. Освен това сравнява резултатите с 24 случая от ретроспективна кохорта пациенти, съвпадащи по пол, възраст и тип на фрактурата, които са третирани с ЗП без аугментация. Втората група регистрира 4 (16,6%) случая с пенетрация на винт след първите 6 месеца и сигнификантно увеличен риск от ранна загуба на репозицията ($p=0.037$). В аугментираната група не се отчитат усложнения, свързани с импланта, но 2 (8%) случая са имали биологично усложнение (АВН=1, несрастване=1). 12 месеца постоперативно средният СМС а аугментираната група е бил 72.9 ± 18.1 и 73 ± 13.1 съответно за неаугментираната група като не е наблюдавана значима разлика ($p=0.62$).

През 2019, **Siebenburger et al.** (207) съобщава за резултати от рандомизирано сравнително проучване (ННД I), при което са оперирани 55 ФПХ, като 39 от тях са получили аугментация с ПММА на върховете на винтовете в ХГ. Средният СМС на аугментираната група е 63.7 и 62.6 на неаугментираната група. Авторът не открива сигнификантна разлика между двете групи по отношение на функционалния резултат. Относно ниво на усложнения се регистрират 16,3% в контролната група и 12,8% в аугментираната група ($p=0.086$). Съответно регистрираната загуба на фиксацията е 10,9% срещу 5,1% ($p=0.074$). Тези разлики видно не са статистически значими.

Hengg et al. (88) съобщава данните от мултицентрично контролирано проучване (ННД III) с 67 пациенти с нестабилни ФПХ като сравнява риска от механичен разпад през първата година между контролна група от 34 пациента и 33 пациента с аугментация на винтовете с ПММА. Авторът не намира сигнификантна разлика по отношение на неуспехи от механичен характер между двете групи – 16,1% от аугментираната група срещу 14,8% от контролната. Регистрираният СМС при аугментираната група е 66.6 срещу 64.4 за неаугментираната група като не е отчетена статистическа значима разлика ($p=0.665$). Това проучване е преждевременно преустановено, поради липса на статистически значими разлики в страничните ефекти наблюдавани в двете групи след 1 година проследяване.

Kammerlander et al, 2016 (108) подчертава някои съображения като слаби места на ПММА аугментацията. На първо място посочва високата температура като следствие на екзотермичната реакция по време на полимеризационната фаза с последваща потенциална некроза на кост и хрущял и като резултат разхлабване на фиксацията. **Blazejak et al.** (18) изследват експериментален модел и съобщават, че интраартикуларната и субхондралната

температура, достигната при процеса на полимеризация е в границите 38.3° – 43.5° C, което е по-ниско от рисковата за костна увреда температура.

Друго съображение относно използването на ПММА според **Janssen, I. et al.** е възможното изтичане и интерпозиция във фрактурната зона и забавяне на костното срастване (103,205). Посочените странични ефекти не са регистрирани в изследваните студии. Най-важен недостатък на ПММА е, че е биоинертен, не притежава остеоиндуктивни свойства, не се интегрира и реабсорбира от костта, което може да доведе до допълнителни затруднения при необходимост от ревизионна хирургия.

➤ **Калциево – фосфатен цимент (CaP)**

Wagh et al., 2016 (231) посочва, че в сравнение с ПММА, този цимент достига по-ниска температура при прилагането си и има по-ниска устойчивост на компресия (36-66 МРа).

Според проучвания на **Ferguson et al. 2017** (59) този цимент може да се реабсорбира и да се замести от спонгиозна кост в рамките на 6 мес. до 10 год. като това е и причина за липсата на предсказуемост относно остеокондуктивните му свойства.

В литературата откриваме две проучвания с цитации, които съобщават резултати от инжектируем CaP за ФПХ за общо 52 случая на средна възраст 64.1 (22-84). **Robinson et al.**, през 2003 (188) третира 25 пациента с тежка импакция на валгусни ФПХ (ННД IV). Посочва, че при телесна температура калциевият фосфат се превръща в карбонатен апатит и има устойчивост на компресия 50 МРа, което е 4 до 10 пъти по-високо от средното 5-15 МРа на спонгиозната кост. Втвърдяването е по-бавно от това на ПММА и отнема около 15 минути и средното използвано количество е около 8 мл. Отличаващо е, че не използва ЗП. Авторът проследява рентгенологично пациентите и не отчита АВН или загуба на репозицията при нито един пациент като средните CMS и DASH са съответно 80 и 22.

През 2012 **Egol et al.** (50) съобщава резултати (ННД III) от проучване с 92 случая на ФПХ със средна възраст 61 години (22-84), при които третира метафизарния дефект по три начина: без аугментация, аугментация със спонгиоза и аугментация с CaP. Авторът не регистрира механични усложнения в групата с циментна аугментация като значително по-високо е нивото на пенетрация на винтове в ХГ при аугментацията с спонгиозен алографт (13,8%) и при неаугментираната група (19,4%, $p=0.02$). Единственото усложнение в групата с цимент е един пациент с дълбока инфекция. Трябва да се отбележи, че 26% от включените пациенти са 2-фрагментни по Neer, а също така авторът не посочва функционални резултати и анализ на обема на постигнатите движения постоперативно.

Потенциално ограничение за използването на CaP е по-ниската му устойчивост на компресия в сравнение с ПММА, но имайки предвид, че проксималният хумерус не е подложен на аксиална компресия както напр. прешлените, се приема, че CaP би могъл да намери приложение за подпомагане механичната стабилност при ФПХ.

Calori et al. (30) посочва, че големи количества цимент биха могли да бъдат пречка в процеса на костно срастване и трябва да се избягват особено при поголеми костни дефекти и поради фактът на бавна резорбция. В такива случаи на масивна костна загуба се препоръчва като първи избор на лечение да бъде аугментация с автоложен и алогенен структурен костен графт (94,176).

➤ **Калциево – сулфатен цимент (CaS)**

Този цимент комбинира в себе си качества на биоразградимост, остеоинтеграция и остеокондукция, но ниската му механична устойчивост според **Lewis KN et al.** е ограничителен фактор за приложението в ортопедията (141). Притежава предимства над CaP, които се изразяват в това, че втвърдява по-бързо (2-5 мин) без да продуцира висока температура и устойчивостта на компресия е по-близо до тази на спонгиозната кост (10-40 МПа). Този цимент напълно се резорбира и замества в рамките на 6-12 седмици, поради което се приема, че има добри остео-кондуктивни качества- **Ferguson, J. et al. (59)**.

Lee et al. (137) съобщават резултати на ретроспективно сравнително проучване (ННД III) рентгенологични и клинични резултати на кохорта от 45 случая с ФПХ, при които са използвали CaS за осигуряване на структурна опора на репозицията и запълване на метафизарната кухина. Само един пациент (7,1%) от аугментираната група е отчетен със загуба на репозицията срещу 4 (12,9%) от неаугментираната група, а функционално е използван UCLA score като съответните резултати са били 30.2 срещу 28.9.

Liu et al. (146) съобщава резултати от ретроспективно сравнително проучване (ННД III) с кохорта от 50 пациенти със средна възраст 60 години, при което сравнява резултатите между 29 аугментирани и 21 с ЗП без аугментация. Авторът отчита сигнификантно по-ниски нива на механични усложнения при аугментираните пациенти (1/29; 4,8% срещу 6/21; 28,6 %, $p < 0.05$). На рентгенографии се изследва загубата на репозиция посредством измерване дистанцията от върха на плаката и върха на ХГ, което показва значително по-ниски стойности при аугментираната група (1.5 ± 0.3 мм срещу 2.59 ± 0.4) като разликата е статистически значима ($p < 0.01$). Авторът съобщава, че и при двете групи проследявани пациенти повече от 75% от случаите са с добри и отлични резултати според функционален тест на Neer.

През 2011 **Somasundaram et al. (212)** съобщава резултати от ретроспективно сравнително проучване (ННД IV) с 22 случая с CaS. След 1 год. проследяване не са открити усложнения, при всички пациенти циментът се е резорбирал и се заместил с трабекуларна кост за период средно 6 месеца. Постигнатият функционален резултат, оценен по CMS и DASH е съответно 64 и 16.18 точки.

Според **Kammerlander, C et al.** един от основни недостатъци на този цимент е това, че той е крехък и има ниска устойчивост на компресия – близка повече до тази на спонгиозната, отколкото на кортикалната кост (**108**). По тази причина употребата му е ограничена до запълване на посттравматичните кухини и трябва да се избягва, когато е необходима структурна опора, както при фрактури с дефицит на медиалния кортекс.

Urban et al. (224) доказва, че калциевият сулфат се разпада по-бързо и независимо от костната формация. Вследствие на това, съществува риск да настъпи бързо загуба на устойчивост преди формирането на подходяща костна опора и това да доведе до механични усложнения със загуба на репозицията.

В мултицентрично проучване **Kelly, C.M. et al.** посочват, че CaS чрез разграждането си може да повлияе остео-кондукцията и да причини възпалителна реакция, вкл. секреция от раната за кратко (**117**). Разграждането на този цимент би могъл чрез локално освобождаване на серни йони да повлияе рН (**232**) и по-точно, увеличената киселинност да причини локална деминерализация (**222**).

В последните години фиксацията посредством ПММА костен цимент за аугментация върховете на винтовете в ХГ, беше представена като техника, увеличаваща устойчивостта на конструкцията. В подкрепа на това е биомеханичното проучване на **Roderer G et al. (189)**, в което авторите доказват, че аугментацията с цимент би могла да компенсира ниската костна минерална плътност. През **2015 Schliemann et al. (200)** посочва, че добавянето на костен цимент за аугментация на винтовете редуцира микро-движенията в контактната повърхност между кост и имплант като така потенциално намалява риска от вторично разместване.

Установено е, че с възрастта загубата на кост в ХГ може да доведе до формиране една централна костна кухина и поради тази причина е необходимо запълването ѝ с оглед постигане стабилна остеосинтеза особено при пациенти в напреднала възраст. **Gardner MJ et al. (68)** подчертава, че е особено важно това за пространството между центъра на ХГ и латералната зона. Същата теза защитава и **Matsuda M et al. (154)**. Наличието на такава кухина концентрира натоварвания върху върховете на винтовете разположени в медиалния фрагмент на фрактурата. Изпълването на тази кухина с аугмент разпределя натоварването по цялата дължина на винтовете и по този начин намалява върховото

натоварване в контакта между костта и върховете на винтовете. В биомеханичното проучване на **Kennedy et al. (119)** е създаден модел, при който се измерва ефекта от изпълването на пост-травматичната кухина с калциев 3-фосфатен цимент върху натоварването в посочената зона при остеосинтезата на ФПХ. Авторът посочва, че като резултат се постига редукция с 97% на напрежението между костта и винтовете и 78% редукция на стреса в заключващия механизъм на винтовете. Посочва също така, че натоварването се разпределя на по-обширна площ по протежение резбата на винта и циментът действа като разпределяща натоварването подпора. Друг извод от проучването е, че наличието на костна кухина концентрира напрежение върху малка площ с вероятна загуба на захвата на винта и последваща латерална миграция на артикуларния фрагмент и вторично прорязване на винтовете. Този модел прогнозира разпад на конструкцията и пенетрация на винтовете, ако се остави костната кухина незапълнена според **Gardner MJ et al. (70)**. Не по-малко важен е и изводът, че изпълването на кухината е довело и до редукция с 95% на напрежението в медиалната колона на фрактурния план, което е от особена важност, имайки предвид, че липса на медиална опора увеличава риска от перфорация на винтовете до 30% в сравнено с 6% риск при интактна такава. Дискутабилен е въпросът за необходимостта от този тип аугментация с оглед бързите темпове на развитие на първичната артропластика и цитираните в литературата ниски нива на усложнения. Трябва да подчертаем, че това важи и за останалите типове аугментация, използвани при пациенти в напреднала възраст.

1.6.10. Артропластика

- Риверсивна (обратна) раменна артропластика

Ривърс артропластиката, разработена отначало за третиране артропатиите вследствие увреден РМ, понастоящем е процедура на избор в много случаи на ФПХ и отчита нарастващи нива на приложение (**36,191,196,198,199**). Конструкцията на ендопротезата осигурява стабилен фулкрум, който позволява делтоидния мускул да повдига раменната кост даже и в случаи на отсъства РМ (**80,225**).

Тъй като ривърс артропластиката може да възстанови активната елевация при артропатия на РМ и липса на РМ, някои хирурзи избират тази техника при ФПХ без да възстановяват интегритета на малкия и голям туберкул. Много от общите принципи и технически прийоми, описани при ривърс артропластиката се отнасят и за тази техника при заместването на ХГ и възстановяването на туберкулите (**183,192**).

- **Раменна хемиартропластика**

Този принцип на лечение е разработен, за да замести невъзстановими увреди на проксималния хумерус и се подчинява на общите принципи и техники, прилагани при RSA за заместване на ХГ и реконструкция на туберкулите.

Акуратното позициониране на стъблото с правилна височина и верзия, както и коректното възстановяване на ГТ и МТ са от изключителна важност и дори повече от RSA. Това се налага, защото стабилността на реконструкцията и функцията на рамото са напълно зависими от интегритета на РМ и залавянето му за проксималния хумерус. Освен това дизайнът и размерът на протезната глава е също важен с оглед постигането на възможно най-добър резултат.

Хемиартропластиката като метод на лечение при ФПХ има потенциал да осигури задоволителна функция и състояние без болка. Най-често срещаните усложнения, които се наблюдават (резорбция, несрастване или неправилно зарастване на ГТ и МТ), водят до очаквано лош резултат по отношение на силата и обем на движение (198,199).

Артропластиката като метод на поведение при ФПХ не е свързан пряко с нашето проучване и няма да бъде обект на детайлен обзор.

Глава 2. Пациенти и метод

Обект на наблюдението са пациенти с ФПХ.

Единици на наблюдението:

- Механизъм на получаване
- Вид на фрактурата
- Характер на увредата (открита или закрыта)
- Придружаващи увреди
- Срок на оперативната интервенция
- Времетраене на интервенцията
- Срок на хоспитализация
- Срок на срастване
- Следоперативни резултати (анатомични, рентгенологични и функционални)
- Усложнения при лечението

Критерии за подбор на фрактурите: пресни фрактури, локализиращи в проксимален хумерус, общи (придружаващи заболявания, психически и соматичен статус) и локални (остеопороза и раздробяване) фактори да позволяват открита репозиция и фиксация с ЗП.

Исключващи критерии:

- Открити фрактури
- Застарели фрактури – над 1 седмица след травмата
- Несрастнали или лошо зарастнали (malunion) фрактури
- Усложнени или изискващи реостеосинтеза
- Пациенти с психични заболявания или тежък неврологичен дефицит в крайника

2.1. Пациенти.

За период от Януари, 2016 до Декември, 2019 в Отделение по Ортопедия и Травматология към УМБАЛ Бургас АД са лекувани от автора (n = 112) и други 2 специалисти 112 пациенти със 114 фрактури.

В наблюдаваната група пациенти имахме 13 (11,4%) ФПХ, получени по високо-енергиен механизъм, а останалите бяха резултат на ниско-енергийна травма – най-често падане от собствен ръст.

За същия период през Отделението са преминали и са били оперирани 5940 пациента като 174 (2,93 %) от тях са били с ФПХ. В нашето проучване са включени пациенти с 3- и 4-фрагментни счупвания за периода, лекувани с ЗП, които са 65,52 % от

оперираните ФПХ и 1,9% от всички оперирани за периода. Всички пациенти са били с пресни фрактури.

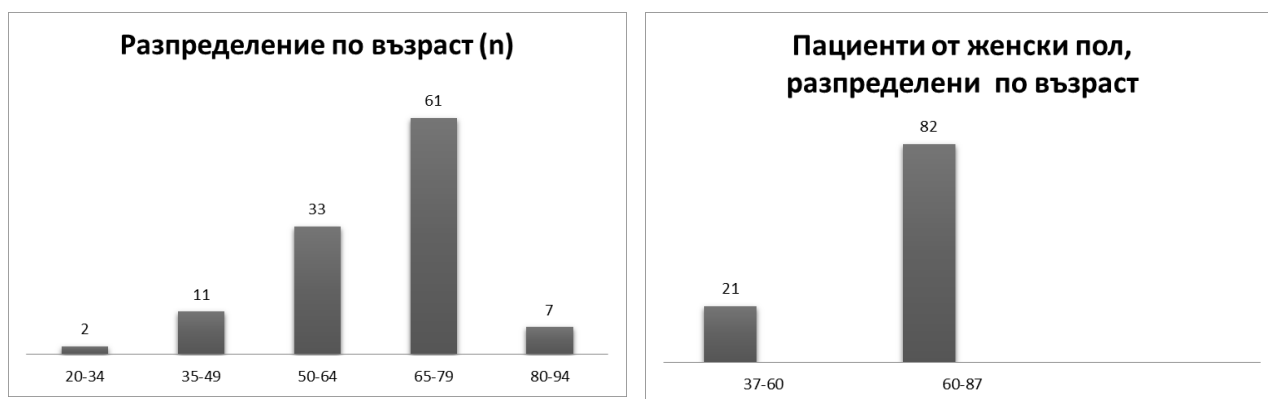
Разпределение по пол и възраст. Жените са 103 (90,4%), мъжете 11 (9,6%) в съотношение 9:1 (Фиг.13). Това разпределение в наблюдаваните случаи се отличава от официалните цитации в литературата.



Фиг. 13 Разпределение на пациентите по пол в проследяваната серия.

Kristiansen et al. (131) съобщава в свое проучване, че процентът на жените се движи между 70% и 80% като съотношението между жени и мъже е 2:1 до 3:1 в полза на нежния пол. Подобни са съобщенията и на **Roux,A et al. (192)**, които посочват 69% жени и 31% мъже и съотношение между тях 2:1.

Средната възраст на пациентите е **67 години (22-87, $p=0.28$, $SE= 1.15$)**, като най-младият беше на 22 години, а най-възрастният на 87 години. Популационните проучвания показват ясно изразена тенденция към застаряване на населението и повишаване честотата на този тип фрактури при лицата над 65 год. (Фиг.14), от което следва и значимият им социално-икономически ефект. В наблюдаваната серия 68 (59,65%) от случаите са над 65 год, а 82 (79,6%) от случаите от женски пол са над 60 години.



А

Б

Фиг. 14 А.Разпределение на всички пациенти по възраст. Б.Разпределение на пациентите от женски пол.

Пациентите с политравма (гърдна, коремна, ЧМТ, ЛЧТ) са **13** (11,4%) като **Injury Severy Score** средно е 13 (6 - 17). (Табл. 8)

Разпределение по области при политравматичните пациенти	
Черепно-мозъчна травма	5
Гърдна травма	2
Коремна травма	2
Лицево-челюстна травма	4
Фрактура на тазов пръстен	3
Фрактура на гръбначен стълб	1
Injury Severy Score средно	13

Табл. 8 Разпределение по области при политравматични пациенти

С придружаващи увреди на мускуло-скелетната система са **16 (14%)** пациенти, от които **8 (7 %)** с фрактури на същия крайник. Двама (1,7%) пациенти са с повече от една придружаващи фрактури (Табл. 9). Двама пациенти (1,7%) са с билатерална ФПХ.

Фрактури	Ипсилатерални	Контралатерални
Ацетабулум / Пелвис	2	
Фемур	1	
Подбедрица	3	1
Клавикула	1	
Хумерус	0	2
Дистален радиус	4	1
Улна, вкл. Олекран	2	
Метакарпална кост	1	

Табл. 9 Разпределение на придружаващите фрактури.

Всички наблюдавани фрактури са закрити. Не бяха установени увреди с придружаващи съдово-неврологични увреди. Придружаващите заболявания, посочени в **Табл. 10** са характерни за 65 (57,0%) от пациентите, като при някои се срещат повече от две придружаващи заболявания.

Артериална Хипертония	48
ХИБС	17
МСБ	28
Метаболитен синдром, вкл. ЗД и затлъстяване	16
Болести на щитовидната жлеза	21

Табл. 10 Най-чести придружаващи заболявания

Според класификацията по **Neer** установихме следното разпределение, посочено в

Табл. 11.

Тип увреда	Брой пациенти (n)
3 - фрагментна фрактура	99 (86,8%)
3 - фрагментна фрактура - луксация	2 (1,8%)
4 - фрагментна фрактура	12 (10,5%)
4 – фрагментна фрактура – луксация	1 (0,9%)

Табл. 11 Разпределение на фрактурите по Neer

2.2. Метод

Образна диагностика. На пациентите се извършва рентгеново изследване пред-, интра- и постоперативно.

За предоперативното диагностициране на увредата и за целите на фрактурния анализ са използвани бипланови стандартни графии като при **37** (32,46%) пациенти е осъществена и КАТ с 3D реконструкция за оценка на ХГ, метафизарния участък на главичния фрагмент и предоперативно планиране.

Интраоперативно контролът се осъществява под рентгенов контрол с подвижно С – рамо, позволяващо изобразяване в две проекции.

Постоперативно в периода на проследяване са използвани бипланови проекции за оценка на костно срастване, запазване/загуба на репозицията, развитие на АВН.

Проследяването на пациентите се извършва на 6 седмица, трети, шести и дванадесети месец следоперативно. На контролните прегледи се извършва комплексно клинично и функционално изследване заедно с рентгенографии.

Лечебна тактика и оперативна техника

Клинично при хоспитализацията се сменя щателна анамнеза, оценя се съдово-неврологичен статус и се взема информирано съгласие за предложената процедура –

особено важно при случаи на аугментация. Назначават се диагностични рентгенографии +/- КАТ за изясняване типа на фрактурата и предоперативно планиране. Оперативната интервенция се извършва след стабилизиране на общо състояние при високо-енергийните травми или след провеждане на необходимите консултации, касаещи придружаващите заболявания. Интервенцията се извършва в светлата част на денонощието като изключения са случаите на фрактура-луксация в хумеро-скапуларната става. Разумно изчакване до няколко дни се наложи при случаи с политравма.

Всеки оперативен подход започва с уточняване на показанията и противопоказанията за избраната процедура и детайлно обяснение за ползите и рисковете от взетото решение.

Предоперативно планиране

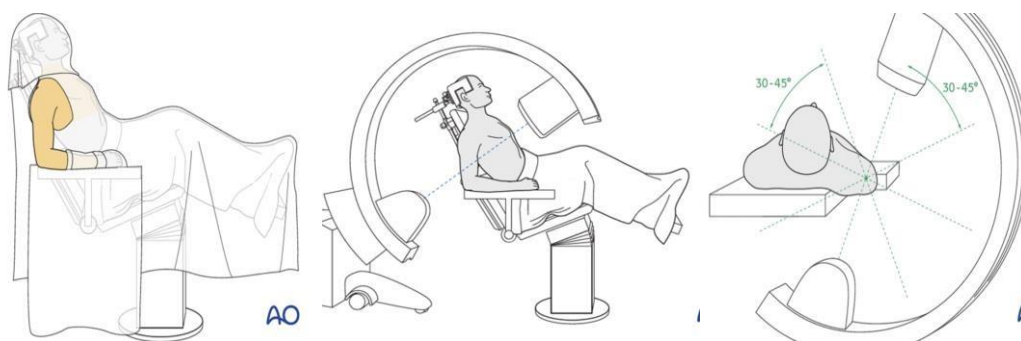
- Комплексна оценка общо състояние и очаквания на пациента съотнесими към избрания метод на лечение и степента на костна плътност
- Характеристика на фрактурата според направените рентгенографии и КАТ, както и прогноза за преживяване на ХГ
- Необходимостта от КАТ се налага, за да се оцени морфологията на фрактурата и качеството на костта (остеопорозата), определящи лечебния ни план
- Необходимост от аугментация и подходящ тип такава

Позиция на пациента върху операционната маса

Торсът на пациента се закрепва в позиция тип „плажен стол“ с допълнително подсигуряване на главата и интубационната тръба. Удобно е травмирания крайник да е във висяща позиция с оглед подпомагане репозицията на фрактурата с помощта на гравитацията и лигаментотаксиса. Горният крайник трябва да е изолиран и в състояние, позволяващо свободно манипулиране.

Важно е при позиционирането на пациента да сме подсигурили удовлетворителни рентгенови проекции преди началото на интервенцията.

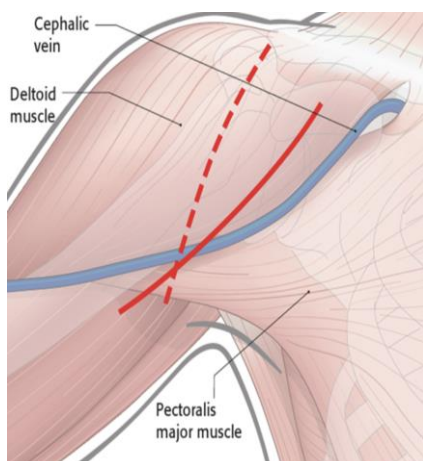
Позицията на С – рамото може да бъде откъм главата на пациента или отстрани в зависимост от типа на лечение и предпочитанията на оператора (Фиг. 15).



Фиг. 15 Позиция на пациента на операционната маса и възможни проекции с С – рамото.

Достъп до проксимален хумерус

Основен достъп, използван при **77** (67,54%) от наблюдаваните пациенти е **делтоидо-пекторалния достъп** и е предпочитан поради факта, че може да се използва при почти всички видове ФПХ. Не е за пренебрегване и фактът, че това е достъп и за случаите на ревизионна хирургия.



А



Б

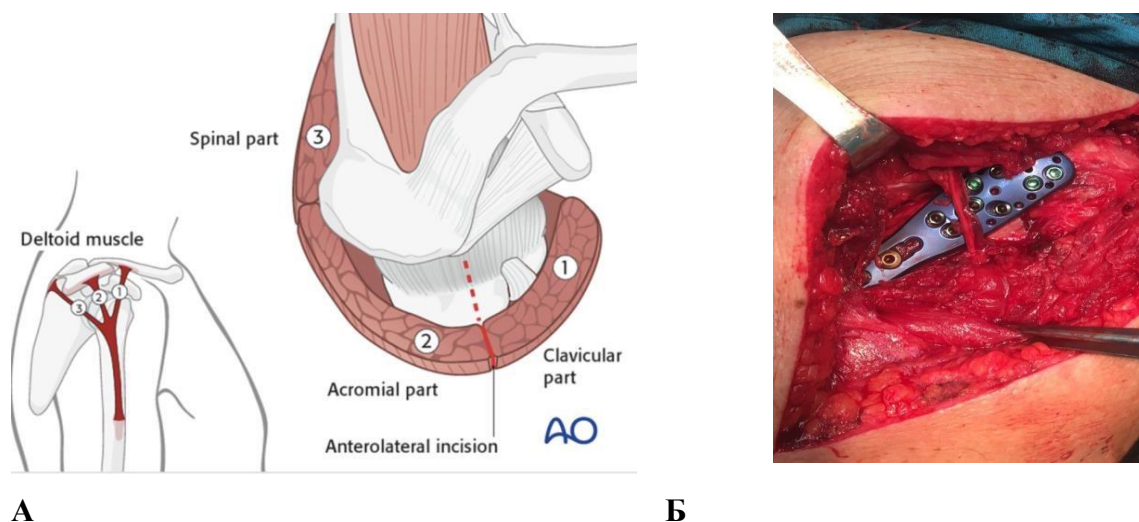
Фиг.16 А. Делтоидо-пекторален достъп до проксимален хумерус десен.

Б. Достъп до ляв проксимален хумерус и временна фиксация с К-игли. Видима посттравматична кухина през латерален „прозорец“.

В случаите на необходима интраартикуларна експозиция на гленохумералната става може да се използва един от трите подхода:

- Инцизия на ротаторния интервал
- Отваряне през фрактурата – най-често в наблюдаваните от нас случаи
- Тенотомия на субскапуларното сухожилие

Предно-латерален достъп или достъп на McKenzie сме използвали при останалите пациенти (**Фиг.17**).



Фиг. 17 А. Антеро-латерален достъп до проксимален хумерус.

Б. Антеролатерален достъп до ляв проксимален хумерус с отпрепариране на *p.axillaris*, позволяващо пласиране на инферо-медиалните винтове.

Контролт, репозицията и фиксацията на ГТ и МТ са от съществено значение, за да се възстанови равновесието на силите на опъване в предно-задна посока. За целта след абдукция, за да се намали напрежението на ДМ, се идентифицират ГТ и МТ и се прошиват с резорбируем конец с дебелина 5/0 последователно като се започва от *m.supraspinatus* и се продължава с *m.infraspinatus*, *m.teres minor* и *m.subscapularis*. Обичайно прошиваме *m.subscapularis* с два конца. Подобно игра с марионетки е възможно да се постигне репозиция като се избегне голяма дисекция на меките тъкани.

По-нататък репозицията продължава с маньоври в зависимост от морфологията на фрактурата.

Нестабилната фрактура през ХШ е предизвикателство като ключът е стабилизиране на медиалния калкар с оглед предотвратяване късен колапс във варус. Точно поради това предпочитаме да запазим евентуална импакция пред това да търсим анатомично алиниране с риск от дистракция. Особено внимание обръщаме на биципиталната бразда като ориентир за коригиране ротационната деформация. Постигнатата позиция задържаем временно с К- игли като се стараем да не попречат на пласирането на плаката. Пласирането на плаката завършва с натягане към нея на сутурите прекарани през РМ.

Валгус импактираните Фрактури (3- и 4- фрагментни фрактури по Neer) с риск от допълнителна мекотъканна увреда изискват допълнителна дисекция поради ангажирането на анатомичната шийка. С цел минимизиране мекотъканната травма използваме обикновено един от двата прозореца – единият, разположен в ротаторния интервал или другият през фрактурата между ГТ и МТ. За по-голяма прегледност и

улеснение на репозицията много често се налага предварителна тенотомия на сухожилието на *caput longum m. bicipitis brachii* и тенодеза в края на операцията.

Валгусно разместената ХГ внимателно се повдига с периостален елеватор през втория прозорец като се внимава да не се получи свръх-корекция в посока варус. След постигане на приемлива позиция на главичния фрагмент пристъпваме към затваряне на прозореца посредством натягане на сутурите и временна фиксация с К – игли на туберкулите към главата като по този начин превръщаме фрактурата в тип дву-сегментна фрактура през ХШ. Остатъчната валгус деформация се коригира посредством плаката с поставянето на бикортикален винт в овалния отвор. Следва пласирането на заключващите винтове.

Друг възможен начин, който прилагаме е репозиция на ХГ спрямо ХД и възстановяване на шийно-диафизарния ъгъл като използваме временна, ретроградна фиксация с К-игли и последващо натягане на сутурите и допълнителна временна фиксация с К-игли.

Нестабилните фрактури с варус на ХГ (три- и четири-фрагментни фрактури по Neer) са по-нестабилни от валгус импактираните фрактури, което води до затруднения, а много често и до невъзможност във възстановяването на медиалния калкар. Поради това много често при възрастни пациенти с лошо качество на костта се налага промяна на оперативната тактика в посока към артропластика. При по-млади пациенти или при отказ от артропластика при по-възрастни под условие би могла да се приложи открита репозиция и вътрешна фиксация (ОРВФ) с аугментация. Отново се стараем да фиксираме временно ГТ и МТ към главата и след това, отчитайки ротацията посредством биципиталната бразда да фиксираме с К-игли ХГ към ХД в преден план, избягвайки конфликт с последващо пласиране на плаката.

Техника на аугментация

- **Аугментация с костен автоприсадък**
- Интраоперативна оценка от необходимост от аугментация
- При предварително подготвен терен използваме трикортикален костен автоприсадък от предна трета на ипсилатерална *crista iliaca* с размер обичайно около 3 на 4см и цяла дебелина.
- Обработване на графта с отстраняване на мекотъканны инсерции.
- Допълнително оформяне на автоприсадъка според необходимата форма и визуалната оценка на пост-травматичната кухина.

- Пласиране на автоприсадъка през фрактурата между ГТ и МТ с опора проксимално в латерален кортекс при възстановен шийно-диафизарен ъгъл и фиксирана ХГ към ХД.

- Натягане на сутурите на РМ и затваряне на латералния контур на проксимален хумерус +/- допълнителна фиксация с К-игли и пласиране на ЗП.

➤ **Аугментация с ПММА**

- Предварително възстановен шийно-диафизарен ъгъл и временна фиксация на ХГ към ХД с К-игли.

- Обработване на посттравматичната кухина с отстраняване на съсиреци, последваща иригация с физиологичен разтвор и подсушаване.

- Пласиране на ПММА средно около 4-6 мл на ръка и в пластичната му фаза с цел да се избегне изтичане медиално.

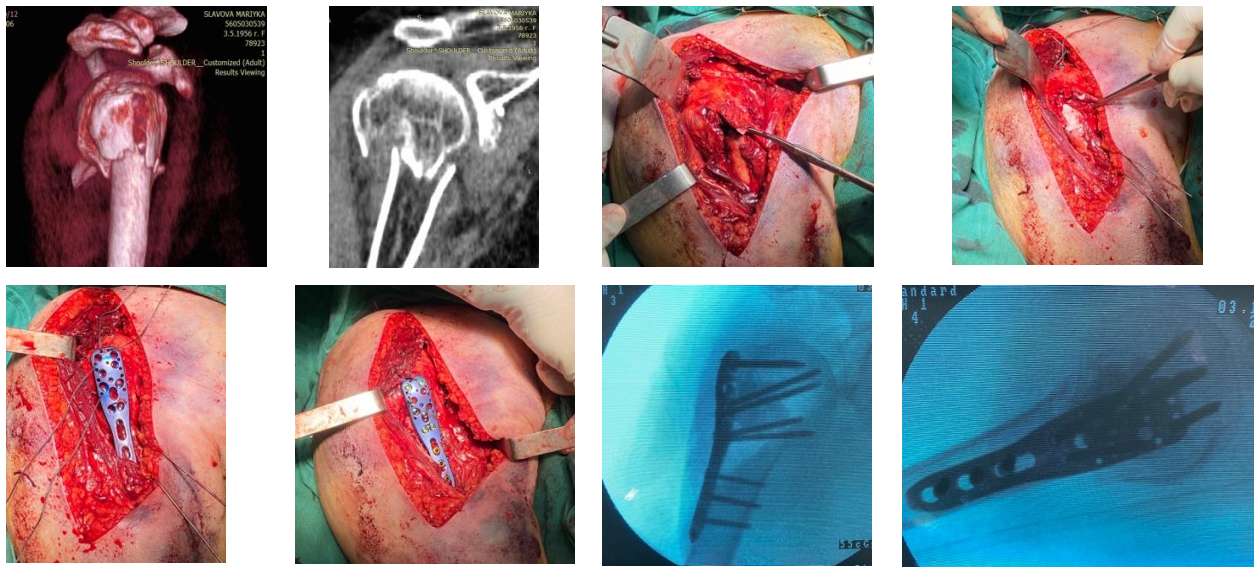
- Натягане на сутурите и затваряне на латерален контур на проксимален хумерус +/- допълнителна фиксация с К-игли.

- Позициониране на плаката и стандартно фиксиране на сутурите към нея.

При случаи на значимо метафизарно раздробяване може да се използва получения „предно - латерален травматичен прозорец“ за пласиране на ПММА след репозиция на всички фрагменти.

Не прилагаме стандартно охлаждане на околните тъкани, тъй като считаме, че прилаганото количество е допустимо малко според проучванията на **Blazejak, M. et al. (18)**.

За аугментацията използвахме **костен цимент (ПММА)**, който съчетава среден вискозитет и удължено работно време. Той позволява на оператора около 10 мин. работно време при температура на средата около 19°C, а необходимото време за втвърдяването му е около 16-17 мин след смесването на компонентите.



Фиг.18 Случай на ФПХ опериран с ЗП и аугментация с ПММА и делтоидо-пекторален достъп.

Използваме PHILOS плака (Synthes) (Фиг. 19) с три отвора за ХД в повечето ФПХ. Тези с пет отвора прилагаме главно при необходимост от работещо дълго рамо дистално и при случаи с метафизарно раздробяване или изразена остеопороза. Поставяме плаката стандартно 5 до 7 мм дистално от върха на ГТ, за да избегнем субакромиален импиджмънт и на около 5 мм латерално от биципиталната бразда. След като сме се уверили в позицията временно фиксираме с К-игла плаката и поставяме първо бикортикален винт в овалния отвор към shaft.

Полагаме старание да избегнем първичното прорязване на винтове през ставната повърхност на ХГ. Това става чрез „техника на кълвача“ (wood-pecker technique) с внимателно боране и интермитентно прилагане на натиск, за да се усети съпротивлението на насрещната кост. При достигане на далечния кортекс това може да се усети с върха на дрила или дълбокомера. Алтернативен метод е когато се борира само латералния кортекс и след това под скопичен контрол с натиск да се напредва с дълбокомера до достигане на съпротивлението на отсрещния кортекс. Обикновено избираме дължина на винтовете средно с около 3-4 мм по-къси от това, което сме измерили, за да избегнем със сигурност вътреставната пенетрация. Поставяме между 5 и 7 винта в ХГ като особено се стараем в правилното пласиране на инферо-медиалните винтове, отговарящи за предотвратяването на късното варус разместване.

При остеопоротични кости използваме два допълнителни заключващи винта дистално по плаката така, че заедно с кортикалния да имаме ангажиране на шест кортекса.

Преди да се насочим към затваряне потвърждаваме позицията на върховете на винтовете посредством С-рамото. Предвид това, че две проекции са недостатъчни, се придържаме към **Протокола на четирите проекции на Spross**:

Поставяме С-рамото така, че да получим истинска предно-задна проекция на глено-хумералната става с видима ставна междина (**Grashey view**).

- Първата проекция е с хумерус във вътрешна ротация (предмишницата лежи върху корема). Тази проекция поставя винтовете в профил относно предната хемисфера на ХГ.

- Следва проекция с хумерус в неутрална ротация (предмишницата паралелна на посоката на лъчите – оригинална предно-задна проекция)

- Следващата проекция е предно-задна с предмишница около 30 външна ротация по отношение на рентгеновите лъчи (или около 10 външна ротация на рамото). Това позволява оглед на винтовете в задната хемисфера на ХГ.

- Накрая поставяме С-рамото в аксиална позиция с абдукция на рамото 30°. По този начин оценяме долната хемисфера на ХГ.



Фиг.19 Ъглово стабилна плака PHILOS (Synthes)

Без значение колко стабилна изглежда фрактурата, винаги поставяме допълнителни сутури от РМ към плаката. Това особено важи в случаите на разместени ГТ и МТ, когато прошиваме с по една отделна сутура сухожилията на субскапуларис от една страна и инфраспинатус и терес минор от друга и чрез притягане един към друг неутрализираме антеро-постериорните сили. Остатъчните сутури фиксираме към плаката. В случаите на отворен ротаторен интервал (напр. при валгусни фрактури) завършваме със затварянето му.

При възрастни пациенти над 60 години често извършваме тенотомия на сухожилието на дългата глава на бицепса и особено в случаите, когато е луксирано от браздата или е заклещено между фрагментите и това затруднява правилната репозиция. В края на операцията извършваме тенодеза мекотъканно към инсерцията на големия гръден мускул или към общото сухожилие към processus coracoideus.

Накрая пристъпваме към затваряне на оперативната рана като не затваряме делтопекторалния интервал. Индивидуално се преценя необходимостта от поставяне на аспирационен дренаж за 12-24 часа и подкожието се затваря с резорбируем конец с дебелина 2-0, последвано от първично затваряне на кожата с прекъснат шев по Allgower или интрадермален шев.

Постоперативно поведение

Предвид възрастта на пациента и недоброто качество на костта в повечето случаи, ние не настояваме за ранна активна рехабилитация. Изключения правят до известна степен пациентите със интактен РМ и аугментация с РММА.

Оперирани пациенти са съветвани да ползват слинг за 4 до 6 седмици като пендулиращите движения започваме обикновено след свалянето на конците – след 15 постоперативен ден. Пасивни асистирани движения, вкл. с апарат за пасивно раздвижване, започват в интервала между 3 и 6 седмица постоперативно и едва след това започва постепенно активно-асистирани движения. При пациенти с тенодеза на бицепсовото сухожилие не се позволява активна флексия в лакътна става и супинация за 6 седмици постоперативно.

Първи следоперативен преглед, оценка и рентгенография осъществяваме 6 седмици постоперативно с последващо засилване на упражненията за мускулна сила и обем на движения до прегледа на 3 месеца следоперативно.

Допълнително клинично и рентгенологично проследяване осъществяваме на 6 и 12 месец постоперативно.

При периодичните контролни прегледи се оценява функционалното състояние на крайника – субективни оплаквания, наличие на болка, обем на движение в раменната става, силата на крайника, възстановяване на мускулатурата, сетивност и двигателна активност в зоната на p. axillaris. На направените рентгенографии се следи за костно срастване, евентуална загуба на репозицията, промяна позицията на импланта, наличие на АВН. Проследяването продължава минимум до 1 година постоперативно като се приема, че функционалните ограничения към този момент са дефинитивни.

2.3. Комплексно клинично изследване

Изследването на функцията постоперативно беше извършено по система за оценка на Constant-Murley (40). Този метод на функционална оценка е базиран на обследването на известен брой индивидуални субективни и обективни параметри в скала като

максималният брой точки е 100. (Табл.12) Авторите считат, че това е най-добрият метод за функционална оценка на рамото предвид свързаността на параметрите с цифрова стойност.

Параметър	Точки
Болка	15
Активност в ежедневието (ADL)	20
Обем на движение (ROM)	40
Сила	25
Обща оценка/Тотал:	100

Табл. 12 Оценка на индивидуалните параметри

Първият субективен параметър оценява най-силната степен на болка, изпитвана при ежедневни активности (Табл.13) като липсата на болка се оценява с 15 т., а наличието на силна болка с 0 т.

Усещана болка	Точки
Никаква болка	15
Лека	10
Умерена	5
Тежка	0

Табл.13 Оценка на болката при ежедневна активност

Друг субективен параметър е оценката на способността на пациента да провежда дневни активности, свързани с работа и спорт, както и способността за сън (Табл.14). Способността на пациента да извършва ежедневни активности, свързани с позицията на горния крайник спрямо тялото също се оценява. Тук максималният брой точки е 20, включващи 10 т. при нормален режим на пълноценен труд и други занимания и добър сън, като за работа и спорт се отчитат по 4 т. и 2 т. за спокоен сън. Значими нарушения на съня вследствие проблеми в рамото се оценят с 0 т. Други 10 т. са предназначени за оценка на способността да се извършват задачи на различно ниво – от под талията до над главата. Това не е оценка на чисто движение, а оценка на крайника да работи на описаните нива.

По този начин се комбинират предна елевация (антефлексия) с лека ротация и способността да се задържи рамото в дадена позиция, докато се извършва дадена дейност.

Активност	Точки
Ниво на активност	
- Активна трудоспособност	4
- Активен спорт и отдих	4
- Нормален сън	2
Позициониране	
- До ниво талия	2
- До ниво ксифоид (гърди)	4
- До ниво шия	6
- До ниво върху главата	8
- До ниво над главата	10
Общо точки / Тотал:	20

Табл.14 Оценка на ежедневни активности

Обективното изследване оценя възможността на пациента за безболково активно движение в план на чиста предна и латерална елевация (антефлексия и абдукция) (Табл.15), както и комбинирана функционална външна и вътрешна ротация (Табл.16).

Елевация (°) – Абдукция или Антефлексия	Точки
0 – 30	0
31 – 60	2
61 – 90	4
91 – 120	6
121 – 150	8
151 – 180	10

Табл.15 Оценка с точки за антефлексия и абдукция

Позиция при вътр.ротация	Точки	Позиция при външна ротация	Точки
Гърба на ръката до бедрото	0	Невъзможна външна ротация	0
Гърба на ръката върху глутеус	2	Ръката зад врата с лакът напред	2
Гърба на ръката до талия	4	Ръката зад врата с лакът назад	4
Гърба на ръката до L3	6	Ръката зад главата с лакът напред	6
Гърба на ръката до Th 12	8	Ръката зад главата с лакът назад	8
Гърба на ръката до Th 7	10	Лакът настрани с ръка нагоре	10

Табл.16 Оценка на външна и вътрешна ротация

Силата на рамото се измерва при абдукция 90 на горния крайник и максималният брой точки е 25. При пациенти с абдукция по-малка от 90, се отчита при максимална активна абдукция. Според авторите, 25 годишен човек издържа нормално тежест от приблизително 11 кг без проблеми. Ако това е невъзможно, започва намаляване като приблизително 1 кг по-малко намалява с 2 т. в скалата. Макар на пръв поглед скалата да изглежда тромава, тя е приета в световен мащаб и днес е основна за изследване на функционалните резултати след лечение на травми в областта на рамото (Табл.17).

Продължителност	Точки
Над 5 сек.	25
4 сек.	20
3 сек.	15
2 сек.	10
1 сек.	5

Табл.17 Оценка на силата чрез задържане на 1 кг тежест в абдукция

Yian et al. (241) изследвайки популация с брой 1620 определят специфичност на Constant Score според възрастта и пола при жени над 40 години и мъже над 60 години (Табл18).

Възраст	Constant Score	
	Мъже	Жени
21 – 30	94	86
31 – 40	94	86
41 – 50	93	85
51 – 60	91	83
61 – 70	90	82
Над 70 год.	86	81

Табл.18 Специфичен норматив за Constant Score спрямо пол и възраст (Yian et al.)

Подобно е проучването на **Katolik et al.** (111), използващо данните на 441 здрави доброволци, за да генерира пригоден възрастово и полово свързан Constant Score, който да служи за една отлична база при докладване и сравняване на данни от резултатите, да улесни комуникацията между изследователи, както и да позволи и развие мултицентрични изследвания (Табл.19).

Възраст	Constant Score	
	Мъже	Жени
18 – 29	95	88
30 – 39	95	87
40 – 49	96	86
50 – 59	94	84
60 – 69	92	83
Над 70 год.	88	81

Табл.19 Норматив за възрастово и полово свързан Constant Score (Katolik et al.)

Boehm et al. (19) създават въпросник базиран на Constant-Murley Score за самооценка на пациента относно функцията на рамото. Установена е висока корелация между пациент-свързания въпросник и оценения от специалист CS ($p = 0.82$). Субективното усещане за болка се документира посредством визуална аналогова скала (VAS), варираща от 0 до 15 като липсата на болка се оценя с 15 т., а наличието на силна болка се оценя с 0т.

На Табл.20 е показано оценката на Constant-Murley Score на базата на възраст и пол според Boehm et al.

Оценка на Резултата	Constant Score
Отличен	91 – 100
Много добър	81 – 90
Добър	71 – 80
Задоволителен	61 – 70
Лош	< 60

Табл. 20 Оценка по Voehm et al. (124)

Друг инструмент, използван за клиничното проследяване на оперираните пациенти е **DASH** (Disabilities of Arm, Shoulder and Hand) **Score**. Целта е да се постигне кратко, самонасочено измерване на симптомите и функционалния статус с фокус върху функцията и да бъде от полза на специалистите както в ежедневната практика, така и в проучванията (98). Дизайнът на въпросникът е насочен към самооценката на функцията и симптомите при хора със значими мускуло-скелетни страдания на горния крайник и се състои от 30 въпроса. Крайната оценка е валидна при отговор на не по-малко от 90% от въпросите. Този въпросник дава на клиницистите и изследователите предимството на лесен и надежден инструмент, който може да бъде използван за оценка на всички стави на горния крайник. На разположение е и съкратена или т.нар. бърза версия (Quick DASH), но тъй като пълната версия има по-голяма прецизност, би могла да бъде най-добър избор за клиницист, който желае да мониторира болката и функцията при всеки случай.

2.4. Статистически методи , използвани за обработка и анализ.

За целите на статистическия анализ са използвани следните категории и методи:

А. Вариационен анализ:

1. Изчисляване на средна аритметична величина X , стандартно отклонение σ , репрезентативна грешка Δ и 95% доверителен интервал на средната стойност.
2. Student t-test за сравняване на две средни величини.

Б. Честотен анализ на качествени променливи (номинални и рангови), който включва абсолютни честоти, относителни честоти (в проценти), кумулативни относителни честоти (в проценти).

В. Графики, таблици и диаграми.

Г. Методи за проверка на хипотези:

1. Параметрични методи:

1.1. Т-тест за сравняване на средните на две независими извадки (Independent Samples Ttest) – проверка за равенство на две средни стойности.

1.2. Т-тест за сравняване на средните на две зависими извадки (Paired Samples T-test).

1. 3.Едноизвадков Т-тест за сравняване на средна стойност на една извадка с избрана тестова стойност (One-Sample T-test).

2. Непараметрични методи:

2.1.Fisher`s exact test за контрол на статистическата значимост при анализ на влияние между избрани параметри.

2.2.Определяне на критерий χ^2 (Chi-square test, тест на Pearson) за сравнение на фактически и теоретични честоти.

2.3.Методи на Kolmogorov-Smirnov и Shapiro-Wilk – проверка за нормалност на разпределението на количествена променлива.

2.4.Метод на Mann-Witney – сравняване на средни стойности в две групи на една количествена променлива, когато разпределението не е нормално. **Д. Корелационен анализ:**

1. Изчисляване на коефициенти на корелация при описателни алтернативни признаци.

2. Непараметричен коефициент на линейна корелация – Spearman.

Е. Регресионен анализ: При проверката на хипотези за интервал на доверителност приехме 95%, а за критично ниво на значимост - $\alpha = 0,05$. Отхвърляме съответната нулева хипотеза, ако Р стойността (P-value) е по-малка от α .

ГЛАВА 3. РЕЗУЛТАТИ

Резултати ФПХ , оперирани със ЗП

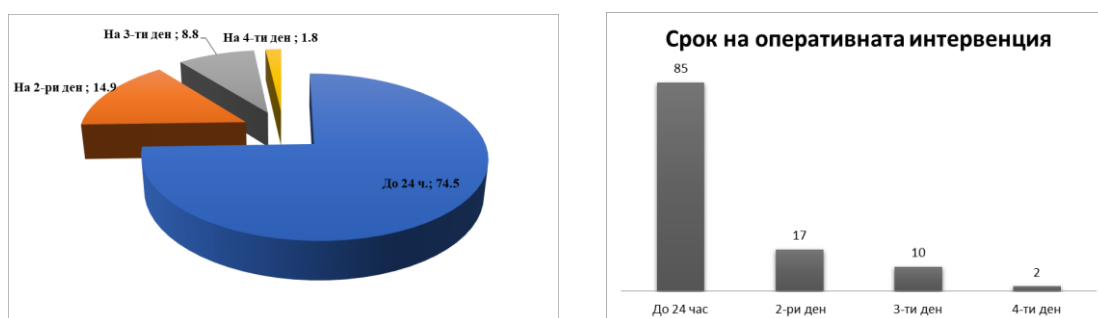
3.1. Оперативен регистър

Достъп. Делтоидо - пекторален достъп е използван при интервенцията на 77 (67,54 %) фрактури. В останалите случаи е използван антеро-латералния достъп.

Репозиция. При всички случаи имаме открита репозиция, не е използвана МРО техника. При 48 (42%) от случаите беше извършена тенодеза на сухожилието на дългата глава на бицепса.

Аугментация. Аугментация е използвана при 49 пациенти с 50 фрактури като при 25 фрактури използвахме костен автоприсадък от crista iliaca (КА), а при останалите 25 аугментация с полиметилметакрилат (ПММА).

Срок на оперативната интервенция. Времето от получаване на фрактурата до оперативната интервенция е средно 1 ден (Фиг. 20) като по-голямо отлагане се налага при пациенти с политравма и полиморбидни пациенти, изискващи по-голяма подготовка. В проследяваната от нас серия, 85 (74,5%) от пациентите бяха оперирани до 24 час като 9 (7,9%) от тях в условията на спешност – до 12 часа.



А.

Б.

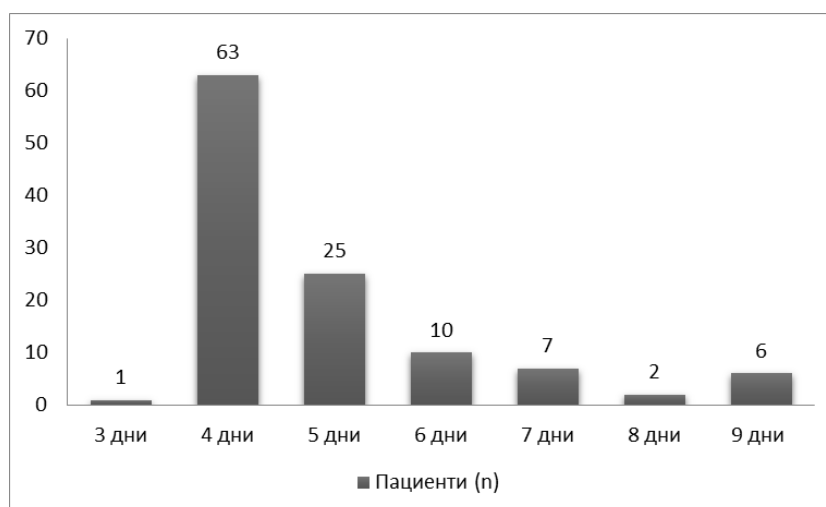
Фиг.20 А. Разпределение на пациентите в % според срока на оперативната интервенция.

Б. Разпределение на пациентите (n) според срока на оперативна интервенция.

Времетраене на интервенцията. Средното оперативно време беше 87 (50 – 160, SE=2.8) минути. При случаите без аугментация средно 80 минути (60-140, SE=2.9), а при случаите с аугментация средно 90 мин. (50-160, SE=5) като разликата между двете е статистически значима ($p=0.041$). При сравняване двете подгрупи с аугментация се установи отново статистически значима разлика ($p<0.01$), а именно - средно оперативно време при костна аугментация 130 мин. и съответно 68 мин. при ПММА аугментация.

Средна интраоперативна кръвозагуба средно 200 мл (100 – 350) ml, а при случаите с аугментация с костен аутографт средно 280 мл (150-450) ml.

Срок на хоспитализация. Средният срок на хоспитализация е 4 дни (3 – 9) като по-дълъг бе престоят на пациенти с политравма, както и на коморбидни пациенти (Фиг.21)



Фиг. 21 Разпределение на пациентите (n) според срок на хоспитализация.

Средства за фиксация, които използвахме при тези фрактури бяха ЗП (PHILOS Synthes) за всички пациенти с аугментация и 48 от пациентите без аугментация и ЗП (Genesis Health) за 16 (14%) от случаите без аугментация.

Анестезията, използвана по време на интервенцията беше обща ендотрахеална.

3.2. Анатомични и рентгенологични резултати

Костно срастване отчитаме при наличие на рентгенологични белези на примостяване на фрагментите с костен калус на поне три кортекса при извършени двупланови проекции. От проследените случаи не се установи несрастване или псевдоартроза като всички фрактури показаха срастване в интервала между 6 и 10 седмици постоперативно.

Не се установи случай със съдова или неврологична увреда между наблюдаваните пациенти.

Възстановяването на нормалната анатомия на проксималния хумерус се отчита рентгенологично. Стремехът към анатомична репозиция е обясним предвид важността ѝ за крайния резултат и без да пропускаме факта, че тя може да варира в определени граници. Към анатомична репозиция се стремим при всички случаи и особено в случаи на засягане ставната повърхност на ХГ, както и при репозиция на туберкулите или техни по-значими фрагменти.

На антеро-постериорна рентгенография отчитаме постигнатия шийно-диафизарен ъгъл, репозицията на ГТ и по-конкретно дистанцията между върха на ГТ и върха на ХГ. На тази проекция следим и пласирането на плаката спрямо ГТ като се стремим да не се

отклоняваме от описаната техника и най-проксималната част на импланта да е на разстояние 5 - 7 мм дистално от върха на ГТ, за да избегнем субакромиален импиджмънт. Приемаме, че има промяна в първоначалната репозиция, ако разликата в измерваните стойности на шийно-диафизарния ъгъл е по-голяма от 10°.

Takase et al. (112) изследва геометрията на глено - хумералната става и връзката с позицията на ГТ. Посочват, че средното разстояние между върха на ГТ и върха на главата в мм е 7.4 ± 1.9 за мъже и 5.8 ± 1.7 за жени. Изхождайки от това приемаме за ориентир в нашите проследявания дистанция между **5 -9 мм**.

На профилната проекция следим за сагиталната инклинация на ХГ като приемаме, че предвид сферичността на главата са допустими отклонения, които не повлияват съществено функцията.

В края на оперативната интервенция се извършват описаните по-горе проекции като най-вече на истинската предно-задна проекция се отчитат наличието на латерално разместване на ХГ спрямо ХД, алинирането на ХГ спрямо ХД (шийно -диафизарен ъгъл), краниалното изместване на ГТ и интегритета на калкарната панта. Според **Schnetzke et al. (202)** минимален варус по отношение алинирането на ХГ спрямо shaft от 120° до 110° се отчита като приемлив резултат на репозиция, докато стойности под 110° или над 150° се причисляват към групата на лоша репозиция.

Относно количественото оценяване на репозицията се придържахме към протокола на **Schnetzke (Табл.21)** като разделяме постигнатия рентгенологичен резултат при пациентите в три групи:

- Като цяло **анатомична репозиция** – постигната във всеки един от параметрите
- **Приемлива репозиция** – постигната приемлива репозиция в 1 до 3 от параметрите без да е отчетен параметър с лоша репозиция
- **Лоша репозиция** – един до три от параметрите е с лоша репозиция

Параметър	Качество на репозицията на фрактурата		
	Анатомична	Приемлива	Лоша
Разместване ХГ/ ХД	Анатомично	≤ 5 мм	> 5 мм
Алиниране ХГ / ХД (ШДЪгъл)	Нормално , 120° - 150°	Лек варус (ШДЪгъл 110° - 120°)	Варус > 150° , Варус < 110°
Краниализация на ГТ	Нормална позиция	≤ 5 мм	> 5 мм

Табл.21 Критерии за качество на репозиция според **Schnetzke et al. (202)**



Фиг. 22



Фиг. 23

На **Фиг. 22** е посочена дистанцията на разместване между медиалния край на ХГ и медиалния край на shaft на нивото на фрактурата (**стрелка А**). В преходната зона между ГТ и началото на хрущяла на ХГ (**стрелка Б**) е мястото на измерване на краниализацията на ГТ.

На **Фиг. 23** е посочен ъгълът Алфа (шийно-диафизарен ъгъл), описан от **Agudelo et al.** (2) и определен както следва: пунктирната линия свързва горна и долна граница на ставната повърхност, а перпендикулярно на нея и през центъра на главата е прекарана втората линия. Третата линия е линията на остта на ХД и именно ъгълът, който тя сключва с втората линия е т.нар. ъгъл Алфа или шийно -диафизарния ъгъл.

	Качество на репозиция на фрактурата					
	Анатомична		Приемлива		Лоша	
	Постоп.	12 мес.	Постоп.	12 мес.	Постоп.	12 мес.
Без аугментация (n = 64)	55	37	9	18	0	9
Костен автоприсадък (n = 25)	21	13	4	10	0	2
Костен цимент (n= 25)	23	20	2	4	0	1

Табл. 22 Резултати при проследените пациенти според критериите на Schnetzke.

Анатомична репозиция на фрактурата беше постигната при **99** (86,84%) от фрактурите, приемлива при **15** (13,16%) като не бе отчетена лоша репозиция непосредствено в края на оперативната интервенция.

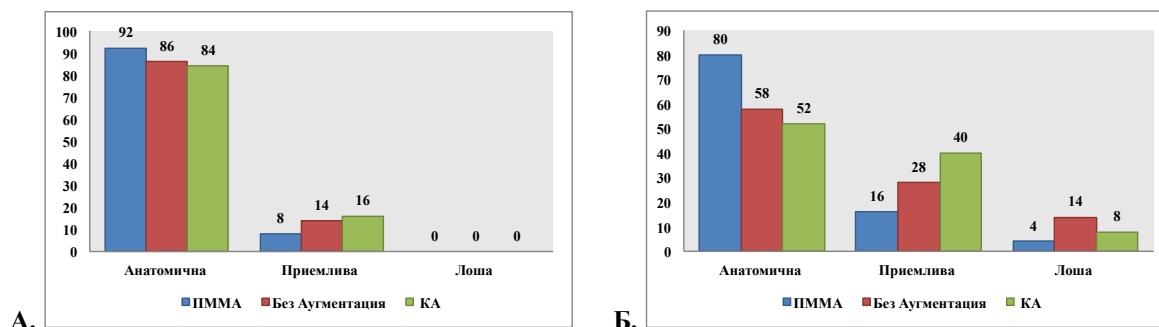
При проследяване на 12 месец в **групата ФПХ без аугментация** се установи промяна на броя на случаите с анатомична репозиция в посока намаляване за сметка на

случаите с приемлива репозиция вследствие загуба на първоначална репозиция (Табл. 22). Бяха отчетени 9 (14% от наблюдаваната група) случая с лоша репозиция, като промяната се дължи на краниализация на ГТ и/ или варизиране на главичния фрагмент.

В групата ФПХ, оперирани с ЗП и **аугментация с КА** се установи промяна, както следва: 13 (52%) с анатомичен резултат, 10 (40%) с приемлив и 2 (8%) с лоша репозиция (Табл.22). Отново промяната е свързана с вторичен варус на главичния фрагмент и/ или краниализация на ГТ.

В групата, **аугментирани фрактури с ПММА** на 12 месец се установиха 20 (80%) със запазена анатомична репозиция, 4 (16%) с приемлива и 1 (4%) с лоша репозиция според описаните по-горе критерии. Промяната се дължеше на краниализация на ГТ като навсякъде беше запазен първоначалния ъгъл Алфа.

На **Фиг.24** в проценти са сравнени по групи и резултат на репозицията постоперативно и на 12 месец лекуваните ФПХ без аугментация и с аугментация съответно костен автоприсадък или костен цимент.

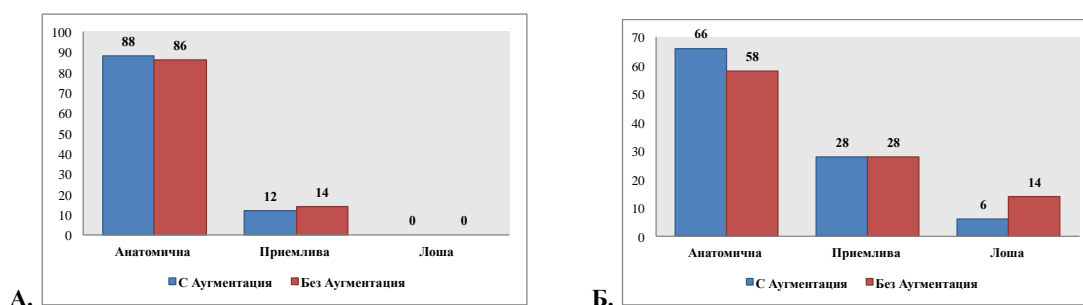


Фиг.24 А. Разпределение в проценти на постигнатата репозиция постоперативно и **Б.** 12 мес. постоперативно при трите групи пациенти.

Прави впечатление по-големият процент запазена репозиция на 12 месец при аугментацията с костен цимент, както и значителната динамика при пациентите без аугментация. При спазване на единен протокол на мобилизация и последваща рехабилитация като причина можем да посочим недобрата стабилност на конструкцията без аугментация.

На **Фиг. 25** е сравнена динамиката в качеството на репозицията постоперативно и след 12 месеца при пациентите в групите с и без аугментация. Отчетлива промяна се наблюдава при ФПХ, лекувани без аугментация на остеосинтезата – изразен спад на случаите с анатомична репозиция за сметка на категориите „приемлива“ и „лоша“ със

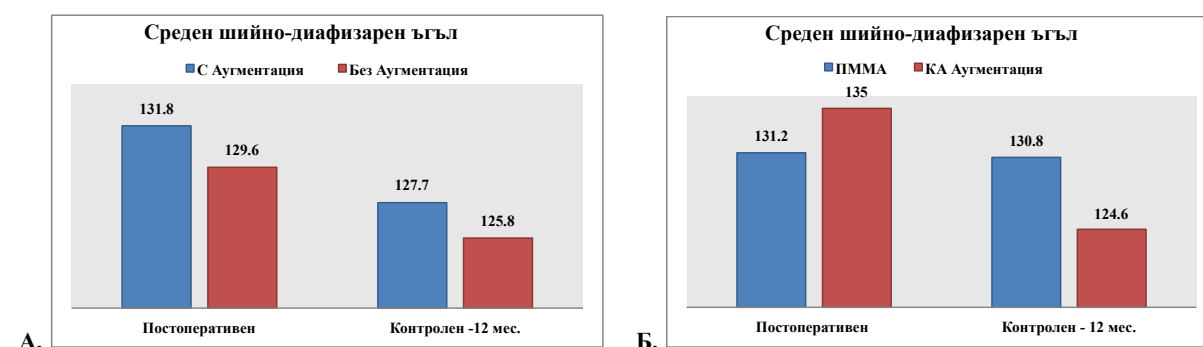
съответно 28% и 14%. Последната категорично повлиява крайният функционален резултат и последствията ѝ могат да бъдат причина за реоперации.



Фиг. 25 Разпределение на пациентите с и без аугментация по % според качество на репозиция постоперативно (А) и след 12 месеца (Б).

Регистрирахме средните стойности на шийно-диафизарен ъгъл (Фиг.26) за серията и съответно за неаугментирани и аугментирани подгрупи са както следва:

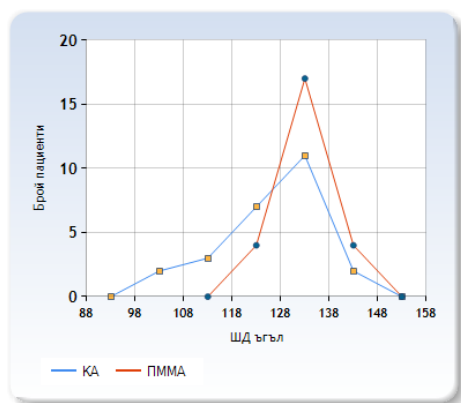
- Средна стойност на шийно-диафизарен ъгъл за **пациентите без аугментация**, непосредствено след оперативната намеса **129.6°** (120°-140°, SD± 5.33°) и на 12 мес. постоперативно **125.8°** (100°-140°, SD± 8.33°).
- Средна стойност на шийно-диафизарен ъгъл за **пациентите с аугментация**, непосредствено след оперативната намеса **131.8°** (120°-140°, SD± 6.12°) и на 12 мес. постоперативно е **127.7°** (100°-140°, SD± 9.80°).
- Средна стойност на шийно-диафизарен ъгъл за **пациентите с КА аугментация**, непосредствено след оперативната намеса **135°** (120°-140°, SD± 6.63°), а на 12 мес. постоперативно - **124.6°** (100°-140°, SD± 11.80°).
- Средна стойност на шийно-диафизарен ъгъл за пациентите с ПММА аугментация, непосредствено след оперативната намеса **131.2°** (120°-140°, SD± 5.64°), а 12 мес. постоперативно е **130.8°** (120°-140°, SD± 6.06°).



Фиг.26 А. Сравнение на среден шийно-диафизарен ъгъл постоперативно и след 12 мес за аугментирани и неаугментирани пациенти.

Б. Сравнение на среден шийно-диафизарен ъгъл постоперативно и след 12 мес за аугментирани съответно с ПММА и КА.

При анализа на резултатите, установихме, че между групата, аугментирана с КА ($M = 124.6, SD = 11.80$) и групата, аугментирана с ПММА ($M=130.8, SD = 6.06$), има статистически значима разлика между стойностите на шийно-диафизарния ъгъл, измерени 12 мес. постоперативно ($p= 0.011$). Изводът, който направихме е, че аугментацията с костен цемент допринася за по - голяма стабилност на конструкцията (Фиг.27).



Фиг. 27 Графично представяне на стойностите на шийно-диафизарния ъгъл при пациентите с КА и ПММА, регистриран на 12 постоперативен месец (контролен шийно-диафизарен ъгъл).

Разпределение на пациенти (n)		
Интервал в градуси	КА аугментация	ПММА аугментация
88-99	0	0
100-111	5	0
112-123	7	4
124-135	11	17
136-147	2	4
148-159	0	0

Табл. 23 Разпределение на пациентите с аугментация според разпределение на контролния шийно-диафизарен ъгъл.

3.3. Комплексна оценка на функцията

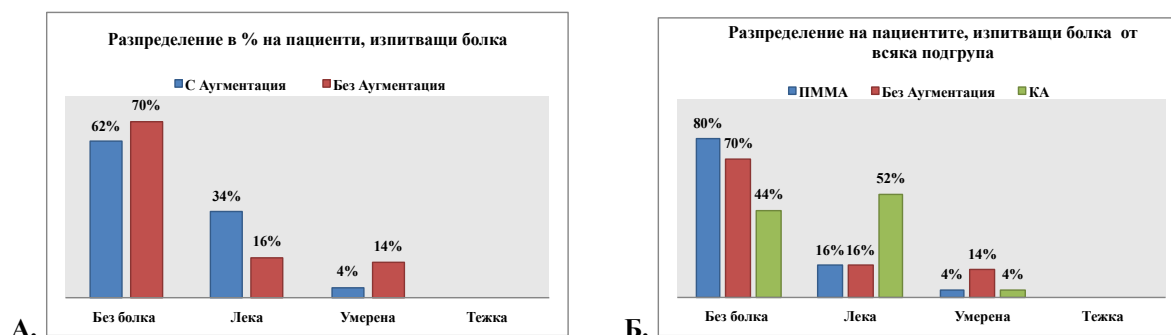
В наблюдаваната група пациенти се установи, че без болка са 76 (66,67%) пациента (Табл. 24). При останалите пациенти се установи някаква болка, която най-често се свързва с увреда на ротаторния маншон, вкл. тендинит на бицепсовото сухожилие, неизлекуван адхезивен капсулит вследствие недобра рехабилитация, вторичен варус и прорязване на винтовете с или без АВН, импиджмънт синдром.

Подгрупи / (n)	Без болка (n)	Лека (n)	Умерена (n)	Тежка (n)
Без Аугм. (64)	45	10	9	0
КА (25)	11	13	1	0
ПММА (25)	20	4	1	0

Табл.24 Разпределение на пациентите според степента на изпитваната болка постоперативно 12 мес.

Лека болка при продължителна дейност на крайника или дискомфорт при промяна на времето се наблюдава при **27 (23,68%)** болни. Тази болка не налага ограничаване ползването на крайника в ежедневието и много често е с непостоянен характер.

Умерена болка се наблюдава при **11 (9,65 %)** пациенти. Характерно е, че се усеща и при ежедневни и системно повтарящи се дейности като лична хигиена и домакински задължения и много често налага приемането на медикаменти. Не се установиха пациенти с тежка, постоянна болка.



Фиг. 28 А. Разпределение на пациентите в % по отношение на изпитваната болка при аугментирани и неаугментирани пациенти

Б. Разпределение на трите подгрупи пациенти по отношение на болката.

Данните от **Фиг.28** посочват в проценти пациентите от трите групи съответно изпитващи различен интензитет на болка (**Б**), както и сравнение между групата на пациенти с аугментация и на тази без (**А**). 96% от пациентите с аугментация не изпитват или съобщават за лека болка, не смущаваща ежедневието им срещу 86% такива от групата без аугментация.

Constant-Murley Score

Полезна информация за моментното функционално състояние на пациентите получаваме от средните стойности на Constant-Murley score теста на трети и на шести постоперативен месец. Освен това, сравнявайки тези стойности с крайния усреднен резултат на 12 постоперативен месец можем да разберем какъв е темпът на растеж в отделните периоди и да го екстраполираме към един по-голям времеви отрязък, за да си направим извода какво ще е евентуалното подобрение във функцията и обема на движенията на раменната става в бъдеще. Получените резултати и изводите от тях, разбира се, са строго индивидуални за конкретното проучване, тъй като при друг първоначален необработен материал могат да се получат съвсем различни прогнози и

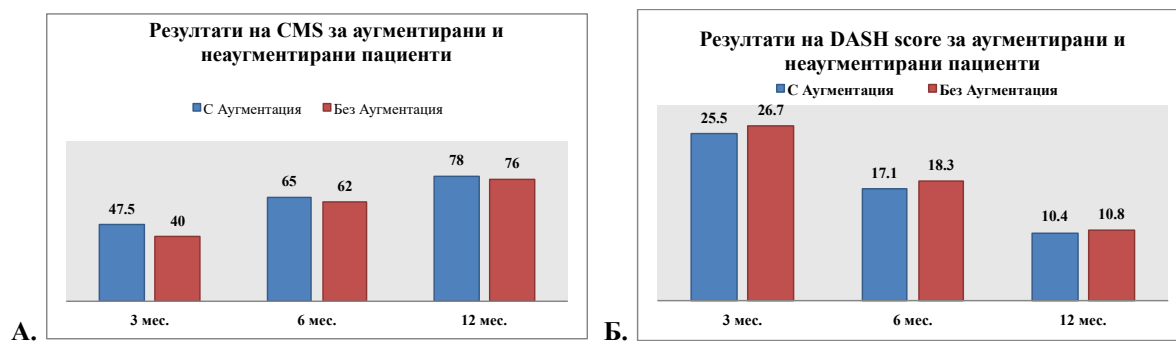
заклучения. В Табл. 25 са представени средните стойности на CMS и DASH score, получени при контролните прегледи на 3, 6 и 12 постоперативен месец, както и относителния CMS (% засегната/незасегната страна) и средната разлика в точки на абсолютния CMS между засегната и незасегната страна, изчислени 12 мес. постоперативно.

Функционален тест	Без аугментация	С аугментация	p - стойност
CMS			
3ти месец	40 (23 – 70) SD± 10.88	47.5 (26-70) SD± 10.41	<i>p=0.0207</i>
6ти месец	62 (44 – 95) SD± 11.84	65 (42-84) SD± 9.90	<i>p=0.0915</i>
12ти месец	76 (55 – 95) SD± 10.94	78 (35-98) SD± 12.80	<i>p=0.0765</i>
CMS %	78 (56 -98) SD± 11.52	86.5 (41- 100) SD± 10.98	<i>p=0.0002</i>
Разлика в точките	21 (2-44) SD± 11.22	12 (0 – 50) SD± 9.82	<i>p=0.0016</i>
DASH			
3ти месец	26.7 (10.3 – 50.9) SD± 6.90	25.45 (10.7 – 50.8) SD± 7.05	<i>p= 0.8439</i>
6ти месец	18.3 (1.7 – 29.2) SD± 6.46	17.1 (5.4 – 32.5) SD± 6.01	<i>p= 0.5734</i>
12ти месец	10.8 (1.7 – 20.8) SD± 5.54	10.4 (1.7 – 34.3) SD± 5.90	<i>p= 0.4162</i>

Табл. 25 Резултати от финкционални тестове на аугментирани и неаугментирани пациенти

Изводът, който можем да направим е, че има известно преимущество на аугментираната група пациенти по отношение на абсолютен и относителен CMS като статистически значима е разликата единствено в началото – на 3-ти следоперативен месец и по отношение на относителния CMS ($p < 0.05$).

Сравнявайки резултатите от DASH score отчитаме незначително предимство на пациентите с аугментация, но разликата не е статистически значима.



Фиг. 29 А Резултати на 3,6 и 12 месец на CMS със сигнификантна разлика на първа контрола (3 мес.), $p < 0.05$.

Б. Резултати на DASH score на 3,6 и 12 месец без статистически значима разлика ($p > 0.05$).

На **Табл. 26** са представени съответните резултати от функционалното изследване на 12 мес. постоперативно на пациентите съответно с аугментация с костен автоприсадък или ПММА цимент. Значително по-добри резултати на CMS и DASH score се установяват при пациентите с циментна аугментация като разликата е статистически значима в началото след операцията на 3 и 6 месец ($p < 0.05$). С напредване на времето и около 12 месец тази разлика вече е незначителна.

Функционален тест	Пациенти с костен автоприсадък от crista iliaca (КА)	Пациенти с костен цимент-полиметилметакрилат (ПММА)	p - стойност
CMS			
3ти месец	41 (29 – 69) SD± 9.41	54 (26-70) SD± 9.64	<i>p=0.001</i>
6ти месец	63 (42 – 82) SD± 9.66	70 (47-84) SD± 9.11	<i>p=0.006</i>
12ти месец	73 (57 – 98) SD± 11.49	81 (35-96) SD± 14.10	<i>p=0.239</i>
CMS %	84 (63 - 100) SD± 9.33	87 (41- 99) SD± 10.98	<i>p=0.735</i>
Разлика в точките	14 (0-33) SD± 8.51	11 (0 – 50) SD± 11.14	<i>p=0.377</i>
DASH			
3ти месец	28 (19.2 – 50.8) SD± 6.06	21 (10.7 – 40.8) SD± 7.30	<i>p= 0.008</i>
6ти месец	20 (8.6 – 32.5) SD± 5.81	15 (5.4 – 27.5) SD± 5.63	<i>p= 0.008</i>
12ти месец	11 (1.7 – 20) SD± 5.08	9.2 (2.5 – 34.3) SD± 6.72	<i>p= 0.420</i>

Табл.26 Функционален резултат на пациенти с костна и циментна аугментация

За да оптимизираме начина на функционално оценяване в **Табл. 27** сме разпределили резултатите на Constant-Murley Score в четири групи – отлични, добри, задоволителни и лоши, като за целта сме използвали следните параметри:

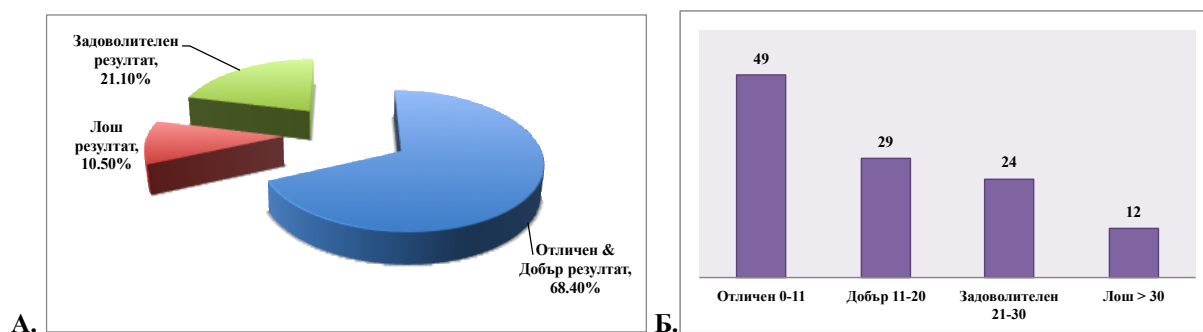
CSS (%)	Резултат	Разлика между оперирана и незасегнатата страна в точки
>90 %	Отличен	< 11
70 – 90 %	Добър	11 – 20
50 – 70 %	Задоволителен	21 – 30
< 50 %	Лош	>30

Табл. 27 Оценка на постигнатия резултат на 12 месец посредством относителен CMS (засегната/незасегнатата страна) или разлика в точките на абсолютен CMS между незасегнатата и засегнатата страна.

Получените от нас резултати сме посочили в **Табл.28**, където е виден броя на пациентите по отделните подгрупи, класифицирани по по-горе формулираната оценка. Отлични и добри резултати за цялата серия са постигнати при **78 (68,4%)** пациенти, при **24 (21,1%)** резултатите са задоволителни, а лоши крайни резултати сме отчели при **12 (10,5%)** от изследваните (**Фиг. 30**). Най-голям дял на отлични и добри резултати откриваме в групата с циментна аугментация – **84 %**, по-малко обнадеждаващи са резултатите при аугментацията с костен автоприсадък - **76 %** отлични и добри срещу **60 %** при неаугментираните пациенти (**Фиг.31**).

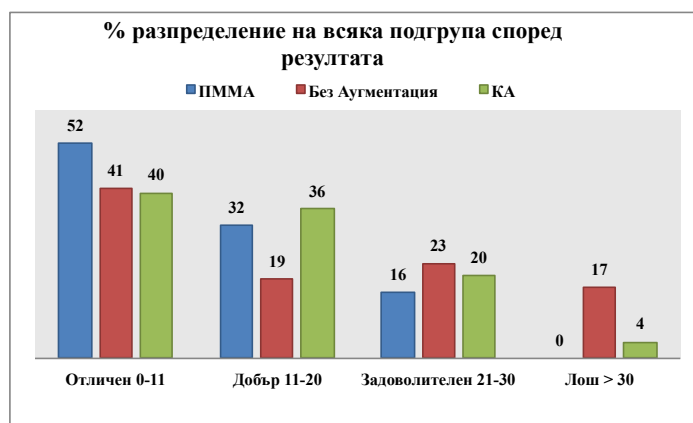
	Отличен -n (%)	Добър -n (%)	Задоволителен- n (%)	Лош –n (%)
Без Аугментация	26 (41%)	12 (19 %)	15 (23 %)	11 (17 %)
ПММА	13 (52 %)	8 (32 %)	4 (16%)	0
КА	10 (40 %)	9 (36 %)	5 (20 %)	1 (4 %)

Табл.28 Разпределение по брой и подгрупи според получения резултат.



Фиг. 30 А. Разпределение на CMS резултатите в % на 12 мес. постоперативно.

Б. Разпределение на пациентите (n) според резултат по точки.



Фиг. 31 Разпределение в % на резултатите според Constant-Murley score от трите групи пациенти.

Удобно средство за оценка удовлетворението на пациента следоперативно, свързано с изпълнението на ежедневните основни дейности е DASH score тест. На **Фиг. 29Б** са представени средните стойности на пациентите с и без аугментация, отчетени на 3,6 и 12 месец и е видно, че няма статистически значима разлика в резултатите между двете групи ($p > 0.05$).

Изследвано движение	Без аугментация	С аугментация	p - стойност
Медиална ротация			
3ти месец	30° (20° – 50°) SD± 7.73	45° (25° – 60°) SD±9.61	$p= 0.0012$
6ти месец	45° (40° – 65°) SD± 7.70	60° (45° – 70°) SD± 8.92	$p= 0.0058$
12ти месец	60° (45° – 70°) SD± 10.32	70° (45° – 70°) SD± 7.62	$p= 0.0097$
Латерална ротация			
3ти месец	45° (30° – 70°) SD± 10.61	60° (30° – 70°) SD± 9.13	$p= 0.0012$
6ти месец	60° (45° – 70°) SD± 6.13	70° (45° – 70°) SD± 5.59	$p= 0.0105$
12ти месец	65° (60° – 70°) SD± 4.93	70° (60° – 70°) SD± 3.70	$p= 0.0128$
Флексия			
3ти месец	100° (60° – 145°) SD± 19.06	110° (70° – 145°) SD± 14.89	$p=0.9771$
6ти месец	135° (100° – 170°) SD± 17.67	138° (100° – 165°) SD± 15.93	$p= 0.2969$
12ти месец	150° (120° – 180°) SD± 15.29	160° (110° – 180°) SD± 16.41	$p= 0.7300$
Абдукция			
3ти месец	80° (45° – 130°) SD± 20.44	90° (60° – 120°) SD± 16.20	$p= 0.0393$
6ти месец	120° (90° – 170°) SD± 20.25	120° (90° – 160°) SD± 17.95	$p= 0.5992$
12ти месец	135° (100° – 170°) SD± 19.41	138° (90° – 170°) SD± 19.94	$p= 0.4815$

Табл.29 Резултати на пациенти с и без аугментация относно постигнат обем на движение

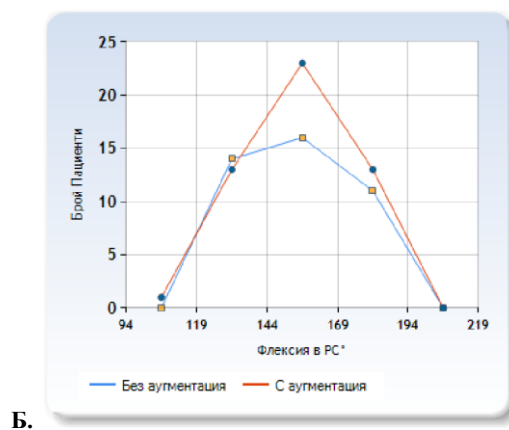
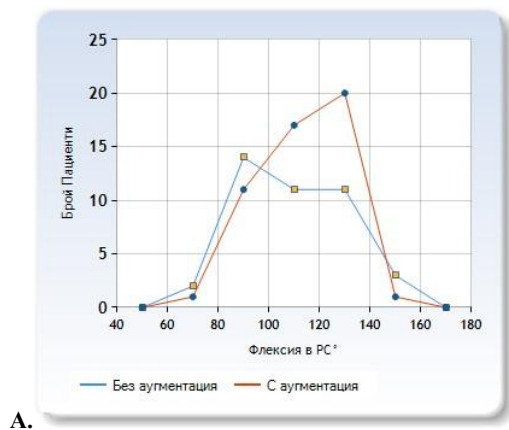
В **Табл.29** сме посочили регистрирания обем на движение при пациентите с и без аугментация на посочените периоди. Измерванията са извършвани с точност до 5° от оператора или друг специалист. Измерването на ротацията е извършено при максимална възможна абдукция на хумеруса. От анализа на резултатите прави впечатление разликата в полза на аугментираните пациенти като тя е статистически значима за медиална и латерална ротация ($p < 0.05$) и за измерената абдукция на 3 месец ($p = 0.0393$). Друг извод, който се налага е, че стойностите на проследяваните параметри по подгрупи се доближават към 12 постоперативен месец.

Освен това сравнихме обема на движение на пациенти, аугментирани с КА с тези, които са аугментирани с ПММА (Табл.30).

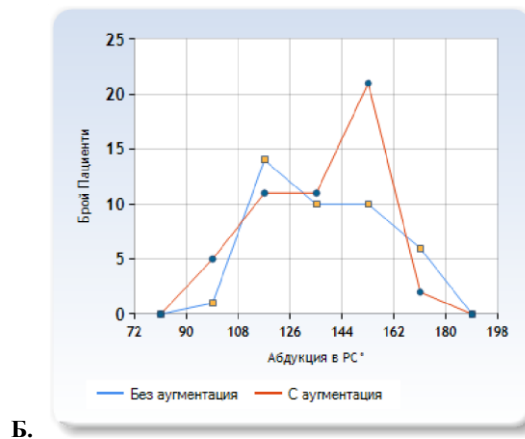
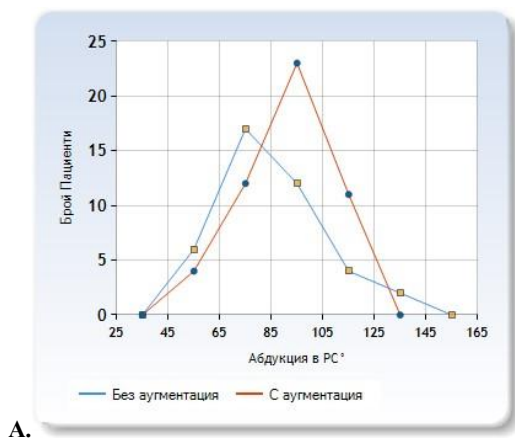
Тук анализите показват превъзходство на ПММА аугментацията спрямо КА през всички периоди на проследяване, но статистически значима е разликата при измерената флексия на 3 и 6 месец ($p < 0.05$) и абдукцията на 3 месец ($p = 0.006$). Отново е налице стопяване на разликата между двете групи 12 месеца следоперативно.

Изследвано движение	Пациенти с костен автоприсадък - КА	Пациенти с костен цимент-ПММА	p - стойност
Медиална ротация			
3ти месец	40° (25° – 60°) SD± 9.92	45° (30° – 60° , SD± 9.36)	$p = 0.212$
6ти месец	58° (45° – 70°) SD± 7.75	60° (40° – 70° , SD± 10.11)	$p = 0.407$
12ти месец	63° (45° – 70°) SD± 6.84	70° (45° – 70° , SD± 8.45)	$p = 0.357$
Латерална ротация			
3ти месец	52° (30° – 65°) SD± 9.69	60° (40° – 70°) SD± 9.13	$p = 0.082$
6ти месец	65° (60° – 70°) SD± 4.93	70° (45° – 70°) SD± 6.29	$p = 0.450$
12ти месец	68° (60° – 70°) SD± 3.31	70° (60° – 70°) SD± 4.08	$p = 0.225$
Флексия			
3ти месец	100° (70° – 125°) SD± 13.83	120° (90° – 145°) SD± 14.32	$p = 0.006$
6ти месец	134° (110° – 160°) SD± 12.37	140° (70° – 165°) SD± 22.86	$p = 0.041$
12ти месец	153° (125° – 180°) SD± 14.86	160° (110° – 170°) SD± 18.12	$p = 0.399$
Абдукция			
3ти месец	85° (60° – 110°) SD± 15.27	100° (70° – 120°) SD± 15.00	$p = 0.003$
6ти месец	116° (90° – 140°) SD± 14.19	125° (90° – 160°) SD± 20.64	$p = 0.067$
12ти месец	135° (100° – 170°) SD± 16.20	145° (90° – 165°) SD± 23.39	$p = 0.350$

Табл. 30 Резултат на измерен обем на движение на пациенти, аугментирани с КА и пациенти с ПММА.



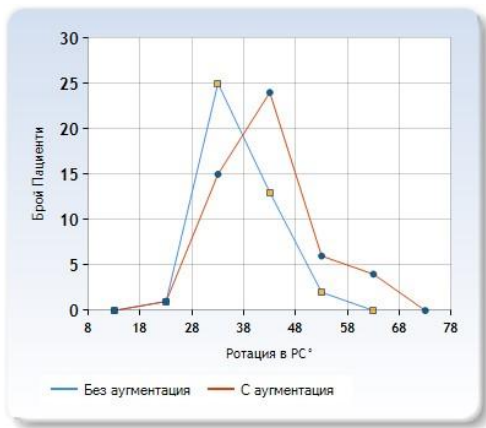
Фиг. 32. Регистрираната **Флексия** при пациентите с и без аугментация на 3 месец (А) и 12 месец (Б) е с подобри стойности в аугментираната група без да е налице статистически значима разлика. ($p>0.05$)



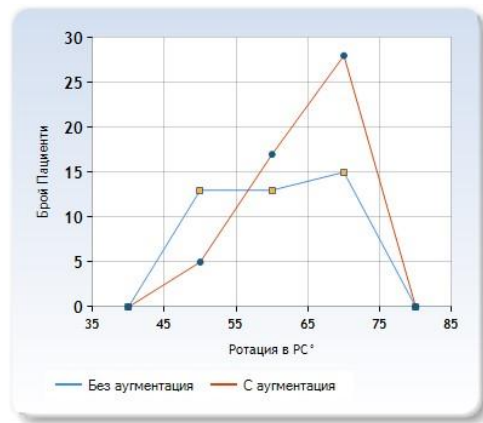
Фиг. 33. Сравняване **абдукцията** при аугментирани и неаугментирани пациенти.

А. Резултат на **3 м.** следоперативно със статистически значима разлика ($p=0.03939$) в полза на аугментираните пациенти

Б. Резултатите на **12 месец** са доближаваци се с леко превъзходство на аугментираната група



А.

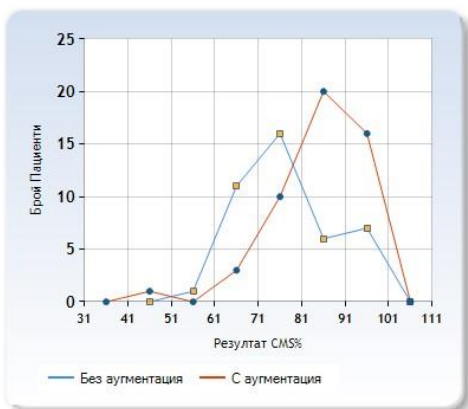


Б.

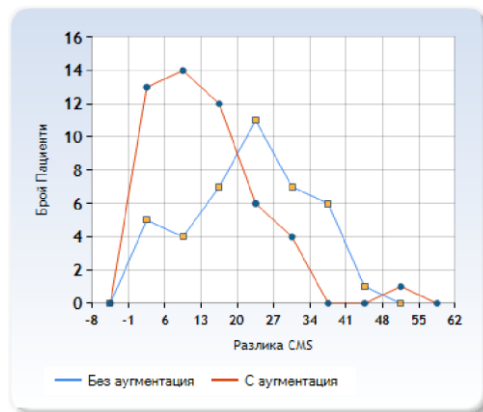
Фиг.34. Графичен анализ на **медиална (вътрешна) ротация**, регистрирана при аугментирани и неаугментирани пациенти на 3 и 12 месец, отчитащ значително по-добър резултат за първите.

А. Сигнификантна разлика на 3 месец – $p=0.0006$

Б. Сигнификантна разлика на 12 месец – $p=0.004$



А.



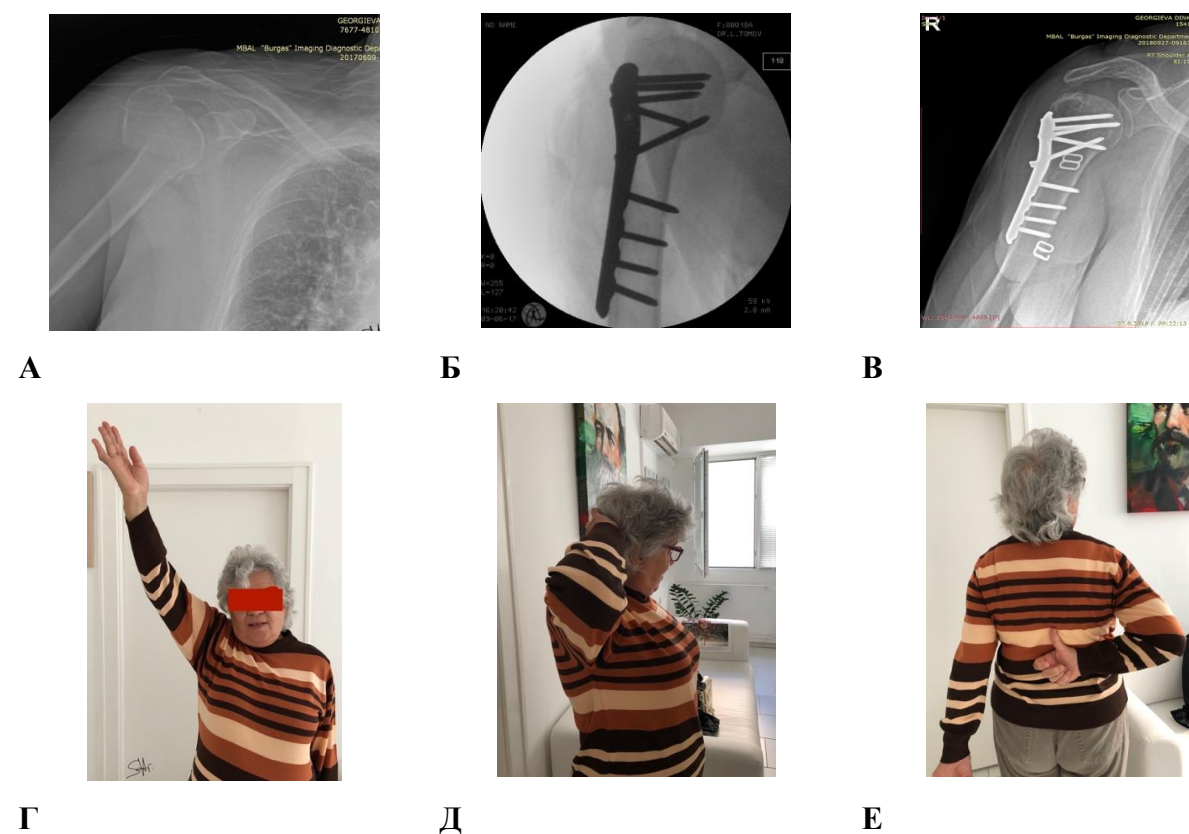
Б.

Фиг. 35. Графичен анализ на данните на **CMS** от 12 постоперативен месец, показващ сигнификантна разлика в полза на аугментираните пациенти:

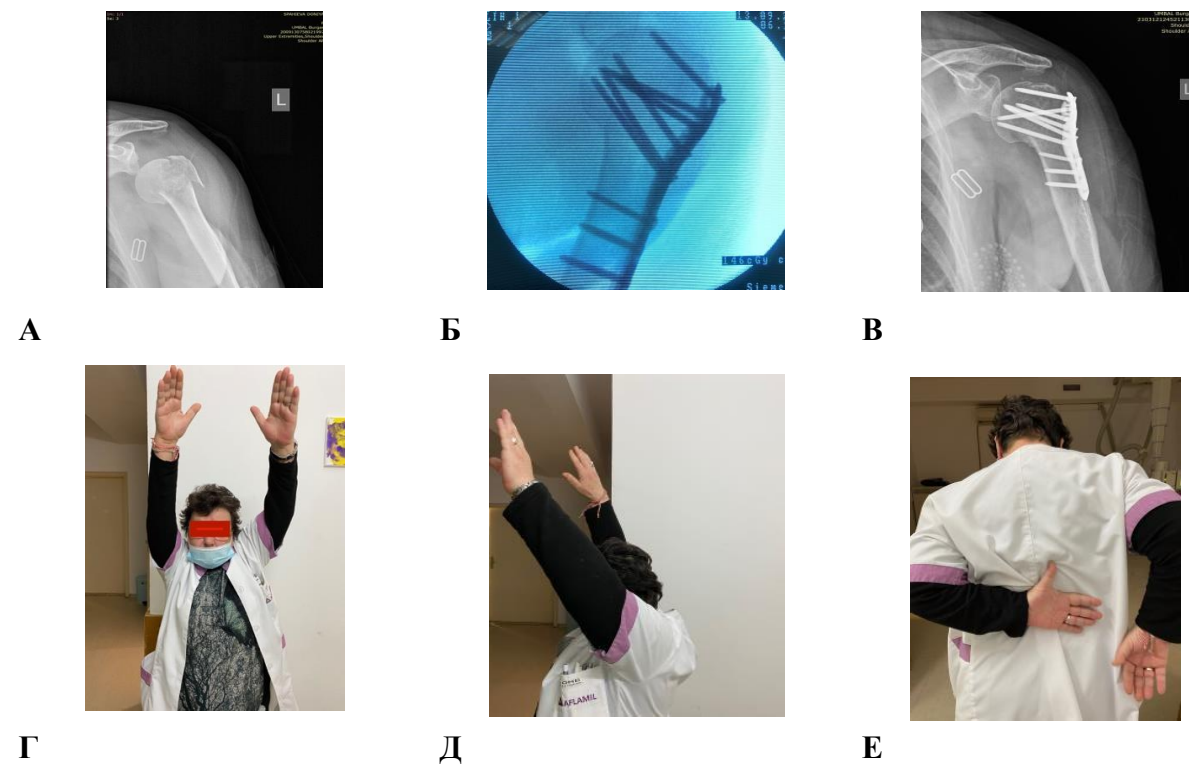
А. Средна стойност на относителен CMS-отношение между засегнатата и незасегнатата страна в % ($p=0.0002$).

Б. Средна стойност на разликата в точки между абсолютен CMS за засегнатата и незасегнатата страна ($p=0.0016$).

3.4. Клинични случаи



Фиг.36 А. 70г. пациентка с три-фрагментна ниско-енергийна ФПХ. Б ОРВФ посредством ЗП без аугментация. В. Рентгенологичен резултат 15 месеца постоп. Г-Е Функционален резултат 15 мес. постоперативно



Фиг.37 А. 64 г. пациентка с три-фрагментна ниско-енергийна ФПХ. Б. ОРВФ посредством ЗП без аугментация. В. Рентгенологичен резултат 15 месеца постоп. Г-Е. Функционален резултат 15 мес. постоперативно.



А



Б



В



Г



Д



Е

Фиг.38 А. 67 год. Пациентка с три-фрагментна ниско-енергийна ФПХ. Б. ОРВФ посредством ЗП и аугментация с РММА. В. Постооперативен рентгенографски резултат на 12 мес. Г-Е. Функционален резултат 12 мес. постоперативно.



А



Б



В



Г

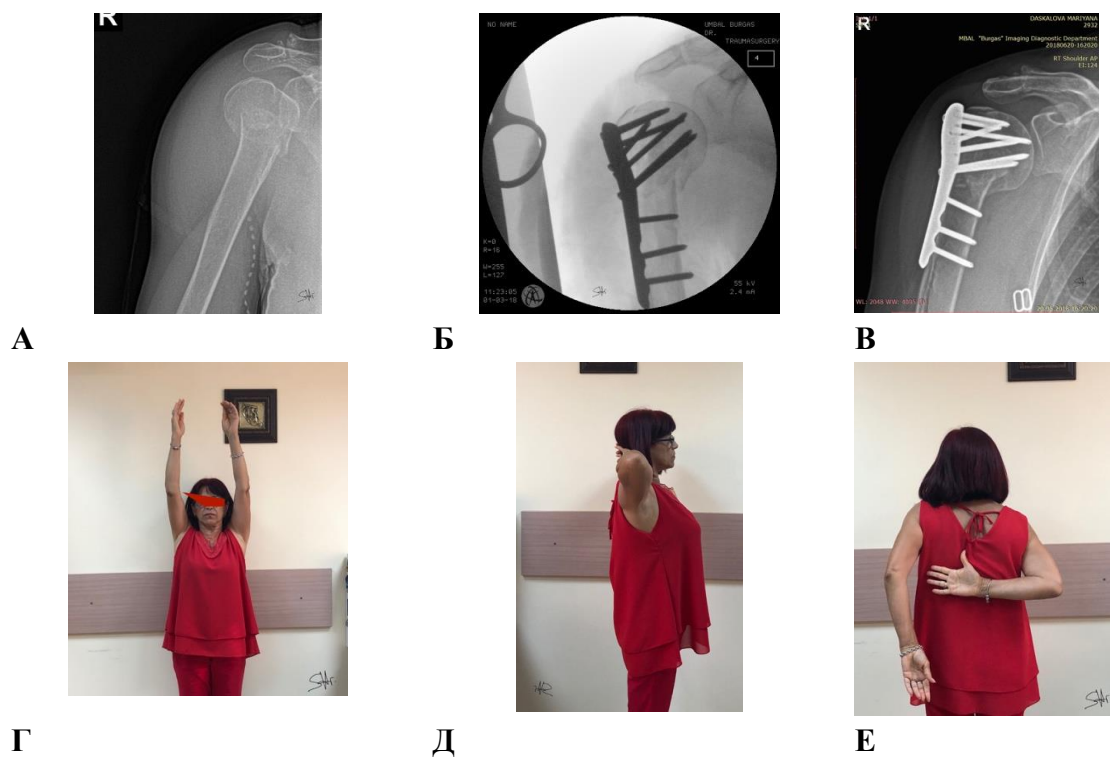


Д

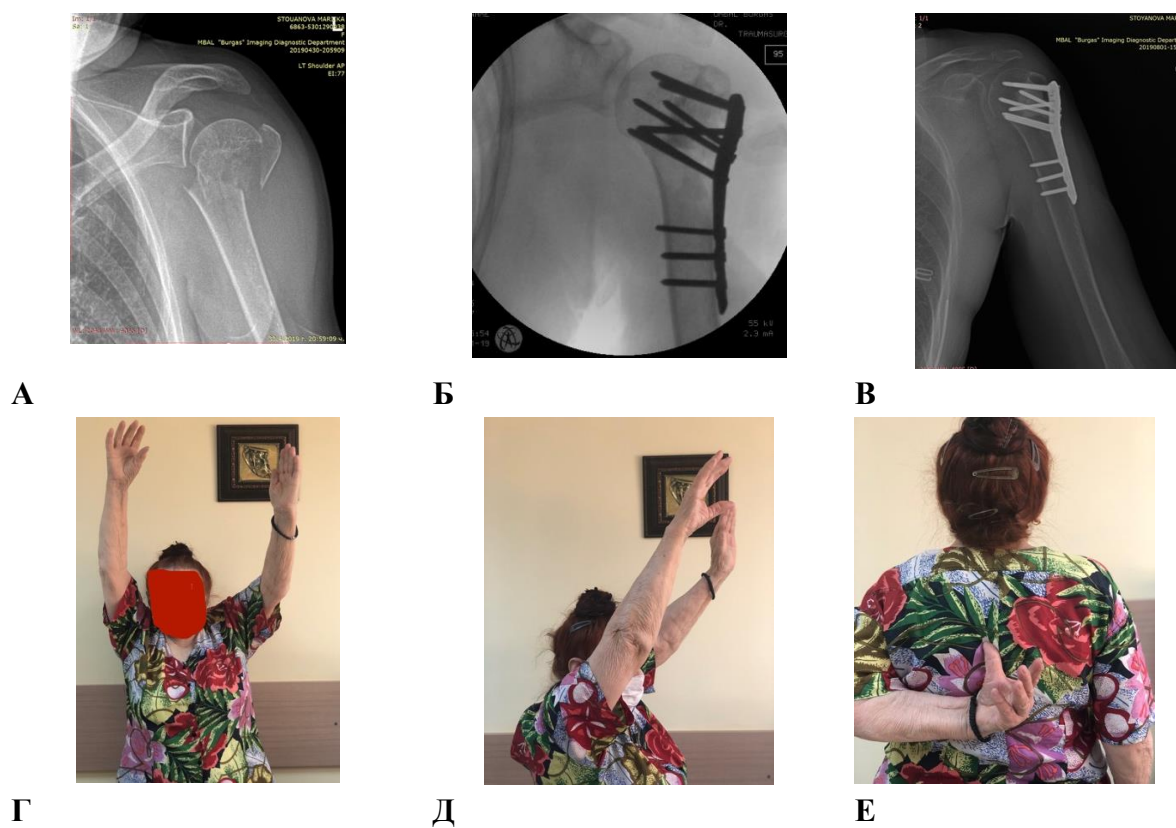


Е

Фиг.39 А. 87 год. пациентка с четири фрагментна фрактура-луксация ниско-енергийна ФПХ. Б. ОРВФ посредством ЗП и аугментация с РММА. В. Постооперативен рентгенографски резултат 12 мес. Г-Е. Функционален резултат 12 мес. постоперативно.



Фиг. 40 А. 61 год. пациентка с ниско-енергийна три-фрагментна фрактура. Б. ОРИФ посредством ЗП и аугментация с КА. В. Контролни рентгенографи, вторичен варус и субакромиален импиджмънт. Г-Е. Функционален резултат 18 мес. постоперативно.



Фиг. 41 А. 71 год. пациентка с четири фрагментна ниско-енергийна ФПХ. Б. ОРВФ посредством ЗП и аугментация с РММА. В. Постоперативен рентгенографски контрол 12 мес. Г-Е. Функционален резултат 12 мес. постоперативно

3.5. Усложнения

Като усложнения дефинираме технически или тактически грешки довели до нарушение или застрашаващи срастването и функционалното възстановяване, както и водещи до състояния, налагащи последващи оперативни интервенции.

Регистрирани са 63 усложнения при 41 (36%) пациенти като при 21 пациенти усложненията са повече от едно. В групата на пациенти без аугментация са регистрирани 19, при тези с ПММА и КА съответно 8 и 14 пациента с едно или повече усложнения. Условно разделяме усложненията на интраоперативни и постоперативни. В Табл.31 са посочени наблюдаваните интраоперативни усложнения при 7 (6,1%) случая.

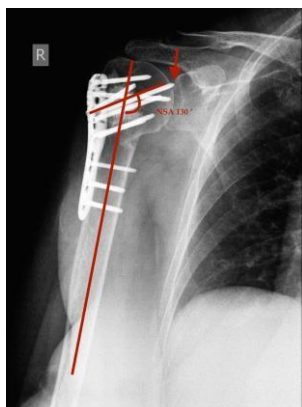
Усложнения	Брой пациенти - (n)		
	Без Аугментация	ПММА	КА
Неразпознато първично прорязване на главичния винт	2	2	1
Интраосално счупен винт / бор / К-игла	0	1	0
Нервна увреда – Невропраксия на N.cutaneus femoris lateralis	0	0	1
Общо:	2	3	2

Табл. 31 Установени интраоперативни усложнения.

Неразпознатото първично прорязване на винт се установява най-често при ранните контролни графии и наличие запазен шийно-диафизарен ъгъл. Общо 5 (4,4%) пациента са наблюдавани и като причини приемаме неправилното измерване на винтовете и неизвършването на всички контролни графии по протокол на Spross, с което да се установи грешката непосредствено интраоперативно. За щастие до момента не се установява ерозия на cavitas glenoidale и пациентите са безсимптомни (Фиг.42 А).

Друга техническа грешка е интраосална фрактура на хардуер при пациенти с аугментация с костен цимент и свързана неправилното разчитане времето на фиксация или неправилна траектория на винт или К-игла (Фиг.42 Б).

Един случай на преходно нарушение функцията на N.cutaneus femoris lateralis при пациенти с костна аугментация вследствие на недобра хирургична техника при вземането на автоприсадък от crista illiaca. Субективните оплаквания отшумяха в рамките на 3 месеца и не наложиха ревизия.



А



Б

Фиг.42 А. Неразпознато първично прорязване на винт и запазена репозиция.

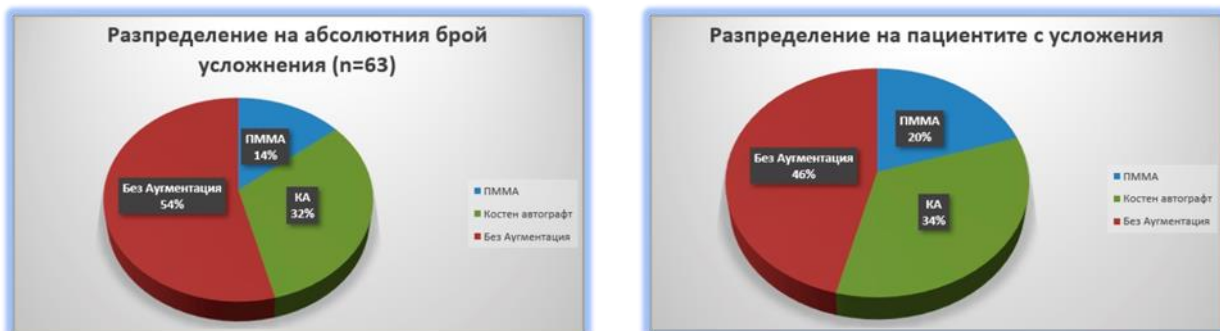
Б. Интраосално счупване на бор

Следоперативно са наблюдавани усложнения сме посочили в **Табл. 32** със съответното разпределение на пациентите по подгрупи.

Усложнения	ПММА	КА	Без Аугментация
Промяна на шийно-диафизарен ъгъл > 10° (варус)	0	2	7
Проксимализация на ГТ	1	2	3
Частична резорбция на ГТ	2	0	0
Субакромиален импиджмънт	1	2	5
Вторична перфорация на винт	0	2	3
Адхезивен капсулит	0	2	6
Болка в донорното място (Piac crest)	0	2	0
АВН	2	3	3
Инфекция	0	1	1
Други имплант-свързани усложнения	0	2	4
ОБЩО:	6	18	32

Табл. 32 Разпределение на постоперативните усложнения

Прави впечатление, че най - голям дял от общия брой регистрирани усложнения принадлежат на пациенти, които са оперирани с ЗП и без аугментация – 54% (**Фиг. 43А**). В същото време, анализирайки пациентите с усложнения установихме, че 20% от тях принадлежат на групата с ПММА аугментация, а 34% на тези с КА аугментация (**Фиг 43Б**).



А.

Б.

Фиг. 43 А.Разпределение в % на общият брой усложнения по групи.

Б.Разпределение на пациентите с усложнения в отделните подгрупи

Едно от често наблюдаваните усложнения е **загубата на първоначалната репозиция с последващ вторичен варус**. Такова усложнение наблюдавахме при **9 (8%) случая**, като 7 от тях бяха без аугментация, а останалите два с костна аугментация. Неговата важност се определя, поради фактът, че може да бъде усложен и с прорязване на винтовете в ХГ и субакромиален импиджмънт – проблеми много често водещи до необходимост от ревизионни процедури (Фиг.44 А). Най-честата причина и рисков фактор е загубата на поддържащата функция на медиалния кортекс при фрактури с раздробяване. С това можем да обясним по-малката честота при случаите, третирани с ЗП и аугментация. На второ място като причина може да се посочи и недобра хирургична техника и по-конкретно, пропускане на инферо-медиалните винтове, които играят опорна роля в поддържането на репозицията (Фиг. 44Б). Случаите без значима симптоматика и субективна удовлетвореност оставихме на периодично мониториране за по-дълъг период.



А



Б



В

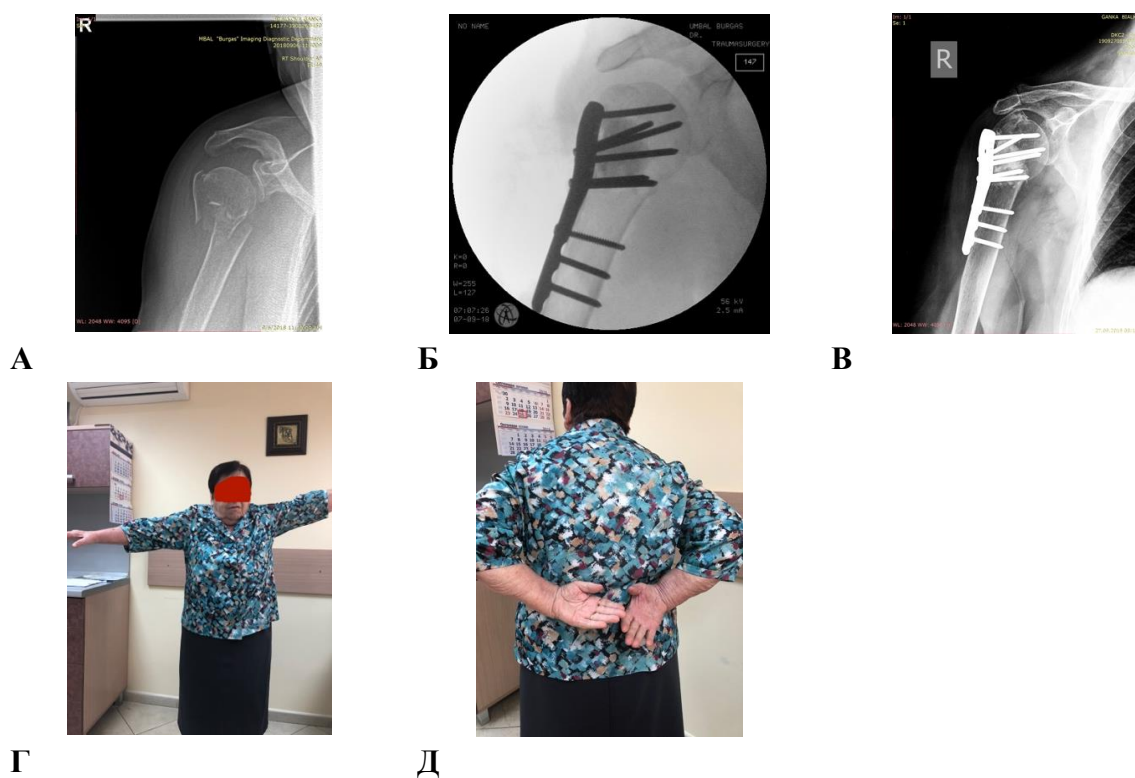
Фиг. 44 А. Загуба на репозицията с пенетрация на винтовете в ХГ.

Б. Загуба на репозиция със субакромиален импиджмънт.

В. Проксимализация на ГТ.

Проксимализацията на ГТ установихме при **6 пациента (5%)**, което води до неправилно срастване и субакромиален импиджмънт. Израз на това усложнение е нарушението на функцията с последващи болка и ограничени движения (**Фиг. 44 В**). Най-голям брой се установи при пациентите, оперирани без аугментация, въпреки, че като причина би могло да се изтъкне недобрата фиксация на ГТ с ЗП и частична резорбция или недостатъчното прошиване по време на интервенцията.

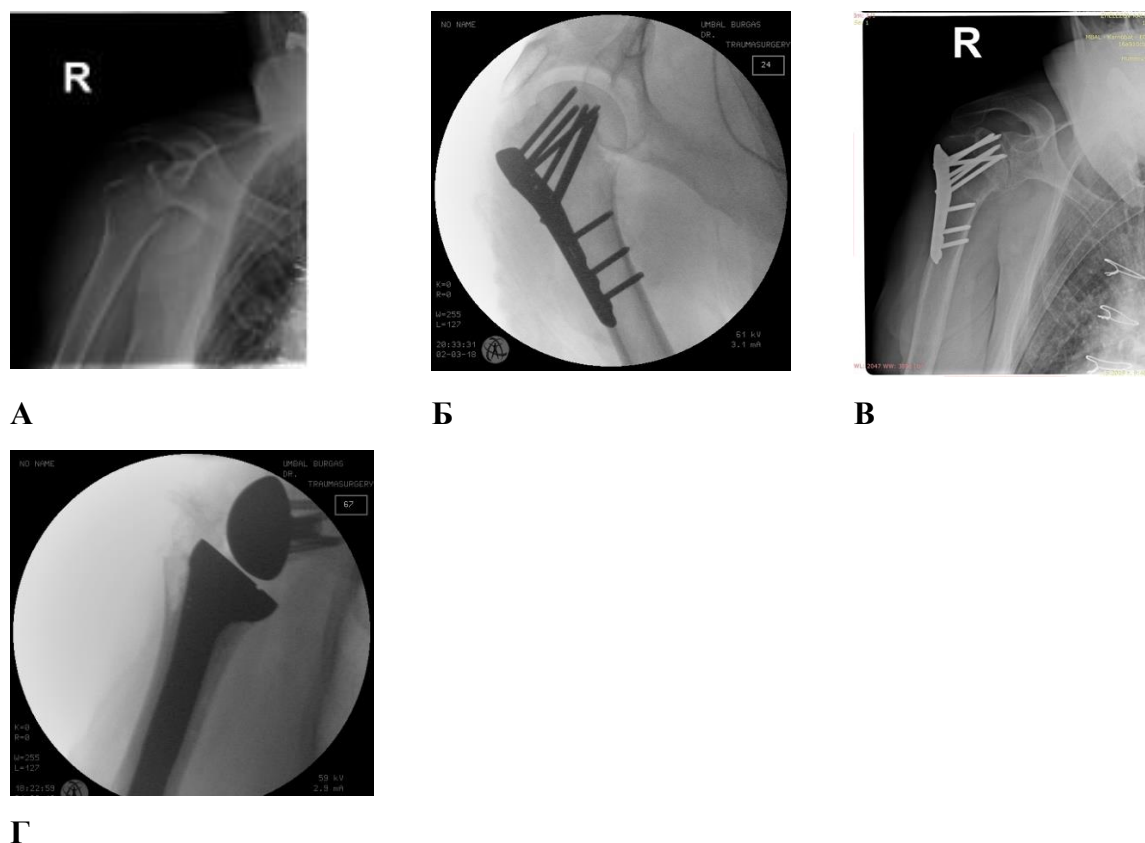
Субакромиален импиджмънт се наблюдава при **8 (7%) случая** като 5 от тях бяха от групата на пациенти, третираны без аугментация. При единствения пациент от групата с РММА аугментация причината е проксимализация и неправилно срастване на ГТ (**Фиг. 45**) с последващо ограничение на функцията. При останалите случаи се установи проксимализация на ГТ и/или вторична загуба на репозицията като следствие на недостатъчна стабилност и започнала ранна мобилизация на хумеро-скапуларната става.



Фиг. 45 А. 79 год. пациентка с ниско-енергийна три-фрагментна фрактура. Б. ОРИФ посредством ЗП и аугментация с РММА и анатомична репозиция. В. Контролни рентгенография 12 мес. постоперативно със запазен шийно-диафизарен ъгъл и субакромиален импиджмънт вследствие неправилно срастване на ГТ. Г-Д. Функционален резултат 12 мес. постоперативно .

Друго значимо усложнение, отчетено при **8 (7%) случая** е **АВН**. Два от случаите се манифестираха с болка и вторично ограничаване на движенията между 6 и 9 месец следоперативно, а останалите след 14-ти месец. При четири случая установихме вторично

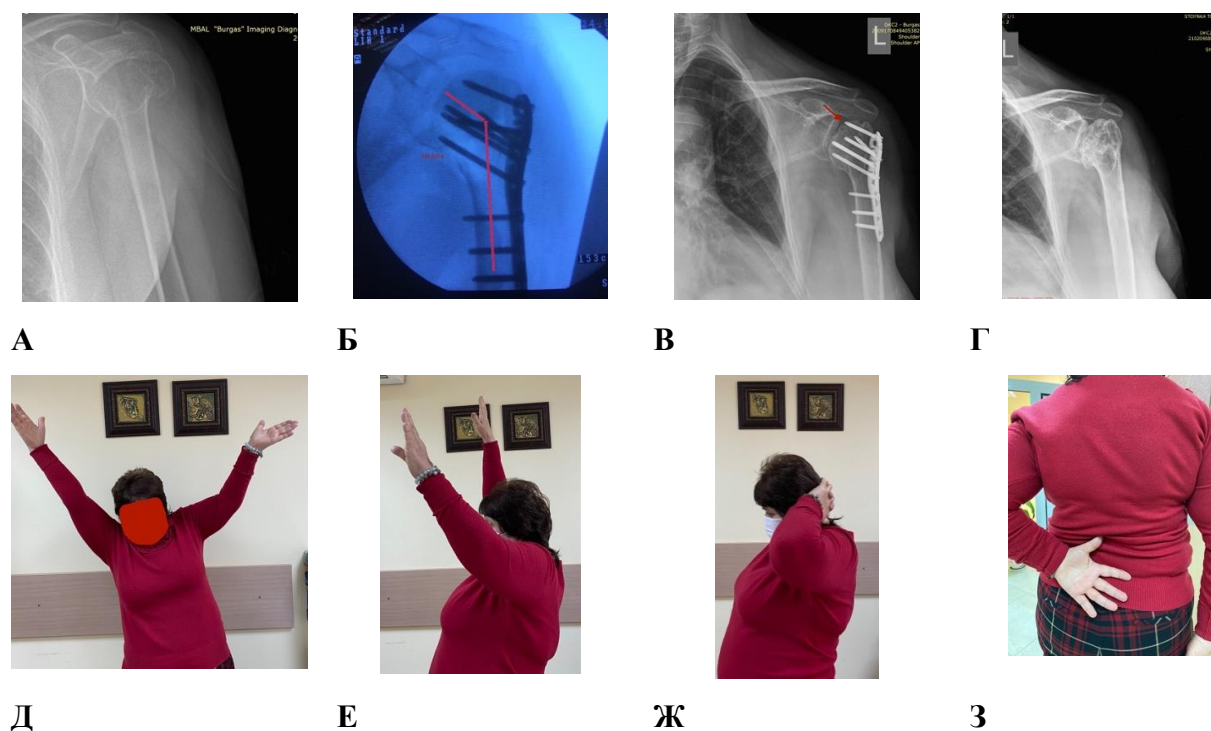
прорязване на винтовете интраартикуларно, което наложи отстраняване на ЗП и RSA на един етап при един от тях (Фиг. 46).



Фиг. 46 А. 83 год. пациент с ниско-енергийна три-фрагментна фрактура-луксация. Б. ОРИФ по спешност посредством ЗП и анатомична репозиция. В. Рентгенография 14 месеца постоперативно по повод рязко появила се болка и ограничена функция показва АВН и вторично прорязване на винтовете в ХГ. Г. Едноетапно отстраняване на ЗП и последваща RSA.

Към този вид усложнение бихме могли да добавим и частичната резорбция на ГТ, наблюдавана при два случая от пациентите с ПММА аугментация.

Вторична перфорация на винтовете установихме при **5 (4%) случая** като нито един от тях не беше открит при пациентите с ПММА аугментация към настоящия момент. Като вероятна причина за това усложнение бихме могли да посочим загубата на първична репозиция с последващ варус или АВН (Фиг. 47).



Фиг. 47 А. 64 год. пациентка с ниско-енергийна три-фрагментна фрактура-луксация. Б. ОРИФ по спешност посредством ЗП и анатомична репозиция. В. Контролни рентгенография 6 мес. постоперативно с промяна на шийно-диафизарен ъгъл, АВН и вторично прорязване на винтове в ХГ. Г. Рентгенография 3 мес. след отстраняване на импланта. Д-З. Функционален резултат 6 месец постоперативно.

Едно значимо усложнение, наблюдавано в проследените случаи е **адхезивния капсулит**. Регистрирахме го при **8 (7%)** пациента съответно 2 случая при аугментацията с костен автоприсадък и 6 случая при пациентите без аугментация. Съвсем логично отдаваме значение на късната и недостатъчна рехабилитация като най-вероятна причина. Изхождайки от факта за недостатъчна стабилност тези пациенти често са ограничени по отношение на ранната мобилизация за разлика от тези с ПММА, при които не се отчете нито един случай с това усложнение.

Бяха регистрирани и **два случая (1,8%)** на **инфекция** – по един от пациенти с костна аугментация и без аугментация. И двата случая касаеха повърхностна мекотъканна инфекция, която се овладя с тоалет на раната и перорални антибиотици. Не бяха отчетени случаи на дълбока инфекция или остеомиелит.

От групата на имплант-свързани усложнения се установиха **6 (5%)** случая на **частично разхлабване на един или повече винтове** – два за групата с костна аугментация и 4 за пациентите без аугментация. Нито един от случаите не е наложил ревизия към момента.

Не беше установен случай на неправилно първоначално пласиране на плаката в нито един от случаите.

Специфично усложнение, характерно за пациентите с костен автоприсадък аугментация е **продължителната болка в зоната на донорната област**. Бяха регистрирани **2 (1,8%) случая** с продължителна болка в зоната на crista iliaca, продължаваща между 3 и 5 месеца- много след отзвучаване болковия синдром в оперираното рамо.

При **7 (6,1%) случая** се наложи непланирана втора оперативна интервенция за ревизия на първоначалната. Установените причини бяха загуба на репозицията с вторично прорязване на винтовете в ХГ и АВН. При шест от случаите се отстрани импланта с последваща акромиопластика, а при един на същия етап бе поставена РРА. Два от случаите бяха на пациенти с костна аугментация, а останалите без аугментация. На този етап не се е наложила ревизия на пациент с ПММА аугментация.

В заключение може да се обобщи, че при лечението на ФПХ има относително висок процент на усложнения, които са специфични за тази нозологична група. Техническите грешки обхващат 6,1% от наблюдаваните усложнения и са с тенденция към намаляване, пряко свързана с повишаването на опита. Правилната оценка на фрактурата, внимателното предоперативно планиране и съобразяването на рисковите фактори, касаещи фрактурата и пациента са знаците, които сочат пътя към по-добри резултати.

ГЛАВА 4. ОБСЪЖДАНЕ

4.1. Срокове за операция

В литературата се откриват редица проучвания, чиято цел е да идентифицира рисковите фактори, свързани с вероятността за усложнения – възраст, пол, придружаващи заболявания. В този смисъл при оперативното лечение на ФПХ мнозина допускат, че увеличаването на усложненията е свързано със забавянето на интервенцията. Такива усложнения са локална инфекция, периферна тромбоза и пневмония според **Menendez et al. (156)**. Освен това **Hertel R et al.** категорично подчертава, че костното срастване е свързано с морфологията на фрактурата, разкъсването на медиалната панта и зависи от перфузията на ХГ. **(90)**

Тъй като забавеното хирургично лечение може да застраши виталните костни структури и по този начин да повлияе негативно на оздравителния процес, **Siebenbueger et al. (206)** изследват хипотезата дали ранната интервенция (до 48 часа след травмата) би могла да бъде предимство при остеосинтезата. Те са наблюдавали 497 пациенти с ФПХ, оперирани с ЗП и без аугментация. Основният резултат от това проучване е, че ранната хирургична интервенция (<48 ч.) не се свързва с редуцирано ниво на усложнения (загуба на фиксация, прорязване на винтове и АВН). Пациентите с интервенция между 48 ч. и 5 дни след травмата не показват тенденция за развитие на усложнения (OR=0.8) спрямо групата пациенти с ранна интервенция (<48 ч., OR=0.9). Като контраст, по-дългото отлагане на оперативното лечение (> 5 дни) се асоциира с по-високо ниво на загуба на фиксация и АВН (OR=1.6).

Ние не бихме могли да сравняваме наблюдаваните от нас пациенти, тъй като средния период е един ден от получаването на травмата до интервенцията (от 1 до 4 дни). Най-голяма е групата на оперирани до 24 час – **85 (74,5 %) случая**, а по спешност от тях сме оперирали **9 (7,9%) пациента**, които са били с фрактури-луксации или комплексни фрактури.

При забавяне на интервенцията сме се водели от необходимостта за стабилизиране на общо състояние при коморбидност или политравма, а също така и необходимост от допълнително предоперативно планиране. Не сме регистрирали общомедицински усложнения в оперираните случаи и считаме, че не бихме могли категорично да обвържем наблюдаваните от нас усложнения с времето до операцията.

4.2. Костен автоприсадък vs ПММА.

По своята същност двете техники на аугментация, които сме приложили представляват способ за подобряване стабилността на конструкцията на остеосинтезата

чрез запълване на метафизарната кухина, получена при ФПХ на пациенти в напреднала възраст. Лошото качество на костта с намалена минерална плътност я довеждат до състояние наречено „egg’s shell“ с дефицит на костен субстрат, необходим за фиксиране на винтовете. С изключение на разработката на **Egol et al. (50)** всички останали най-често цитирани проучвания съобщават за добри клинични резултати (**117,121,205,212**).

Преимствата на КА са свързани с това, че има качества на остеоиндукция и остеокондукция, относително бързо се инкорпорира към реципиентното място и съответно реваскуларизира. Поради това успеваемостта е по-висока отколкото при алографта. Не е за пренебрегване и фактът, че не носи риск за трансмисивни болести и притежава тъканна съвместимост. **Kim SH et al. (121)** доказват, че пълзящото заместване, което по същество е увеличаваща се пенетрация на остеогенна тъкан през фрактурната зона, последвана от костно формиране, би било доста по-бързо при обработен морселизиран автоприсадък, отколкото при структурен костен алоприсадък. По тази причина авторът подчертава, че използват кортико-спонгиозни „стърготини“ с оглед по-бързо срастване и минимизиране риска от АВН или колапс.

Недостатъците на КА се коренят в това, че не осигурява медиална опора и като цяло не може да постигне механичната стабилност на структурния алоприсадък или плътното покритие около винтовете. Друг недостатък е необходимостта от допълнителна интервенция със съответните рискове и удължаване на оперативното време. В нашето проучване сме установили, че средното оперативно време при аугментация с КА е 130 мин и при сравняване с групата с ПММА аугментация (68 мин.) се установи статистически значима разлика ($p=0.0001$).

Не можем да пренебрегнем също така риска от задръжка на хематом в зоната на донорното място и евентуална вторична инфекция.

Към всички тези недостатъци трябва да добавим продължителната болка в зоната на донорното място или различна по тежест увреда на N.cutaneus femoris lateralis.

На **Табл. 33** сме сравнили резултатите на пациентите, оперирани от нас с КА с тези, които са най-често цитирани в литературата (PubMed).

Автор	Пац. (n)	Възраст	Флексия	Екстензия	Вътр. ротация	Външна Ротация	Абд.	Функц. тест	Шийно- диафизарен ъгъл
Atalar et al. 2007 (5)	10	54 (35-67)	154° (120°-175°)	n/a	n/a	44° (35-55°)	n/a	CMS 81.5 (72-90) DASH 23 (17-38)	134° (130°-145°)
Kim SH et al. 2012 (121)	21	66.3 (24-87)	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	Neer score 92±6.3	129°±9° (109° – 146°)
Zhu L et al. 2014 (246)	19	51 (38-62)	148°±18.6°	49.0±2.2	45.0°±5.6 °	64.0°±9.2°	138.0°±28.8°	SF-36 88.00±5.71	n/a
Ст.Христов	25	66 (62-79)	153°±14.86°	-----	63°±6.84°	68°±3.31°	135°±16.20 °	CMS 73±11.49 CMS % 84±9.33 DASH 11±5.08	124.6° ±11.80° (100°-140°)

Табл. 33 Сравнение на резултати при пациенти с аугментация с КА

За съжаление липсва пълно припокриване на проследяваните параметри, което прави сравнението по-малко точно.

Най-много параметри срещаме в проучването на **Zhu L et al.** (246), касаещи главно постигнатия обем на движение постоперативно. В нашата серия отчитаме по-добри резултати по отношение средните стойности на флексия и вътрешна ротация. Не можем да сравним функционален резултат, поради различие на използваните инструменти. Освен това цитираното проучване не е регистрирало никакви усложнения в проследяваната група, вкл. АВН и перфорация на винтове. Авторът обяснява този факт и добрите постоперативни резултати с относително ниската средна възраст (51 год.) на пациентите и недостатъчна продължителност на проследяването. Останалите две проучвания са също ретроспективни, но не разполагат с контролна група. Посочената от **Atalar et al.** (5) флексия е сходна в нашето проучвания, но шийно-диафизарният ъгъл е с по-добра средна стойност. Същото важи и за проучването на **Kim et al.** (121). Тези два колектива също не регистрират АВН, вторичен варус или перфорация на винтове в проследяваните случаи.

Въпросът защо да използваме авто- вместо костен алоприсадък също може да бъде подложен на дебат. В нашия случай на първо място поставяме това, че алоприсадъкът е скъп и не винаги може да бъде наличен, а като допълнение няколко предимства, свързани с биологичните качества и това, че автоприсадъкът е остеоиндуктивен, лесно се реваскуларизира и инкорпорира към реципиентното място и притежава нисък риск за трансмисивни болести.

Като абсолютна противоположност ПММА е биоинертен като материал, тъй като няма остеоиндуктивни качества, а така също не се интегрира или абсорбира от костта. Изисква по-малко време за приложението си, но екзотермичната реакция, която предизвиква, се спряга от **Arora M. et al** (4) като възможна причина за некроза на костта и

надлежащия хрущял с евентуално компрометиране на фиксацията. Ние отдаваме необходимото внимание и на проучването на **Blazejak et al. (18)**, според който възможната температура, която се достига е около 38.3° - 43.5°C.

В Табл.34 сме съпоставили резултати от нашата серия с ПММА аугментация с други, като сме наясно, че техниката на използвания ПММА при нас е различна по изпълнение, предназначение и ефект. В посочените серии ПММА е използван за аугментация на върховете на винтовете с цел по-добро захващане в остеопоротичната кост и намаляване на микро-движенията в контактната повърхност между винта и костта.

Автор	Шийно – диафизарен ъгъл -12мес.	CS 3 мес.	CS 12 мес.	CS % 12 мес.	Усложнения общо %	АВН	Реоперация
Katthagen, JC et al. (113), 2018	131.1° ± 8.4 °	59.9± 15.9	72.9 ±18.1	82.2 ±20.0	n/a	4 %	25 %
Hengg, C et al. (88) 2018	*ITT	40.5	64.4	79.1	41,4 %	10,3 %	15,8 %
	** PP	45.8	69.9	85.5	---	---	---
Siebenburger, G. et al. (207) 2019	n/a	n/a	63.7 ±18.5	79.5 ±20.4	12,8 %	7,7 %	5,1 %
Ст.Христов	130.8° ±6.06°	54 ±9.64	81 ±14.10	87 ±10.98	32 %	8 %	n/a

Табл. 34. Сравняване резултати от клинични проучвания с аугментация с ПММА.

* Intention to Treat Анализ, ** Per protocol Анализ

Базирайки се на морфологията на ФПХ, биомеханични проучвания в литературата и анализ на рискови фактори, приложихме ПММА цимент (4-6 мл) за запълване на посттравматичната, метафизарна кухина при 25 пациента на средна възраст 71 години. Въпреки, че техниката се различава отчетливо от публикуваните серии с аугментация на върховете на винтовете, считаме че резултатите към настоящия момент са сравними с тях (Табл. 34). Този тип аугментация обхваща протежението на най-латералната част на винтовете и позволява освен разпределение на натоварването по дължината им, да се избегне както ефекта на повишено налягане субхондрално в ХГ, така и термичния ефект на цимент в тази зона. Друг положителен момент при тази техника е намаленият риск от изтичане на ПММА в ставната кухина, посочено като най-честа причина за непланирана повторна интервенция от **Katthagen et al. (113)**.

Сравнявайки двете подгрупи с аугментация, на дискусия и сравнение подложихме както получения рентгенологичен и функционален резултат, така и съответните следоперативни усложнения.

Рентгенологичен резултат. Въпреки, че следоперативно при всички пациенти с аугментация се постигна анатомична (23/92% за ПММА и 21/84% от КА) и приемлива репозиция (2/8% за ПММА и 4/16% за КА), една година след интервенцията се регистрираха промени в групата с КА съгласно критериите на **Schnetzke et al. (202)**. Наблюдавахме 2 случая (8%) с лоша репозиция вследствие загуба на репозицията и вторичен варус (шийно-диафизарен ъгъл < 110°), 10 случая бяха с приемлив резултат, поради промяна на първоначалната репозиция и/или проксимализация на ГТ, а останалите 13 случая (52%) останаха с анатомичен резултат (Глава 3- Табл.22).

Сред аугментираниите с ПММА не се регистрираха пациенти с промяна на шийно-диафизарен ъгъл над 10° и промяната в оценката, както и единствения лош резултат отдадохме на проксимализация на ГТ.

	ШД ъгъл постоперативно	ШД ъгъл след 12 мес.
ПММА (n=25)	131.2° ± 5.64 (120° - 140°)	130.8° ± 6.06 (120°-140°)
КА (n=25)	135° ± 6.63 (120° - 140°)	124.6° ± 11.80 (100° – 140°)

Табл.35. Сравнение на шийно-диафизарен ъгъл за двете групи аугментирани пациенти постоперативно и след 12 месеца.

Средна стойност на шийно-диафизарен ъгъл непосредствено след оперативната намеса в серията от пациенти, аугментирани с КА претърпя промяна в посока към намаляване, докато тази стойност остана непроменена за пациентите с ПММА аугментация (Табл.35). Измерването на шийно-диафизарния ъгъл на контролните графии бе извършено и от различен от оператора специалист с оглед намаляване фактора субективност и при спазване принципът на **Agudelo et al. (2)**.

При анализа на резултатите, установихме, че между групата, аугментирана с КА (M = 124.6, SD = 11.80) и групата, аугментирана с ПММА (M=130.8, SD = 6.06), има статистически значима разлика между стойностите на шийно-диафизарния ъгъл, измерени 12 мес. постоперативно ($p= 0.011$).

Интерпретацията ни на наблюдаваните резултати е, че аугментацията с костен цимент, запълвайки метафизарната кухина, разпределя равномерно натоварването по цялата дължина на винтовете и намалявайки работната им дължина и допринася за това конструкцията при тези пациенти да е по-стабилна за периода на проследяване.

Сравнявайки получените резултати (Глава 3 - Табл.26) за функционално възстановяване при пациентите от двете групи, установихме превъзходство за групата с ПММА за CMS и DASH score през периода на проследяване. За 3 месец CMS при циментната аугментация е средно 54 ± 9.64 срещу 41 ± 9.41 за групата с КА, $p=0.001$ и за 6 месец съответно 70 ± 9.11 срещу 63 ± 9.66 , $p=0.006$.

Тенденцията се запазва и при резултатите от **DASH score**, където на 3 месец при циментната аугментация наблюдаваме средна стойност 21 ± 7.30 срещу 28 ± 6.06 за групата с КА ($p=0.008$) и на 6 месец съответно 15 ± 5.63 срещу 20 ± 5.81 , $p=0.008$.

Видно е, че разликата се стопява към 12 месец и става статистически незначима ($p>0.05$), въпреки по-добрите резултати на циментно аугментираните пациенти.

Подобна тенденция на по-добри резултати при ПММА пациенти наблюдаваме и при сравнение обема на постигнатите движения (ROM).

Тук статистически значима е разликата във флексията (предна елевация) на 3 месец ($120^\circ \pm 14.32$ срещу $100^\circ \pm 13.83$, $p=0.006$) и на 6 месец ($140^\circ \pm 22.86$ срещу $134^\circ \pm 12.37$, $p=0.041$), както абдукцията (латерална елевация) на 3 месец ($100^\circ \pm 15.00$ срещу $85^\circ \pm 15.27$, $p=0.003$). И при проследяване на този показател се наблюдава тенденция на по-добри резултати при циментно аугментираните пациенти и доближаване по стойности към 12 мес. без статистически значима разлика ($p>0.05$).

На база получените резултатите смятаме, че пациентите с ПММА аугментация имат по –стабилна конструкция на остеосинтеза и започналата ранна мобилизацията на оперирания крайник позволява постигане на по-голям обем от движенията в ранните срокове.

Сравнявайки регистрираните брой усложнения в серията за периода на проследяване установихме, че 32% от тях са наблюдавани при пациентите с КА и 14% при ПММА. Освен това 34% от пациентите с усложнения принадлежат на подгрупата с КА ($n=14$) срещу 20% за подгрупата с ПММА ($n=8$). Вторичен варус се наблюдава при 2 (8% за подгрупата), а вторична перфорация на винтове в ХГ при други 2 (8%) случая от костно-аугментираните пациенти. Не се наблюдаваха такива усложнения при циментната аугментация. По отношение на АВН, наблюдавахме 2 случая (8%) при ПММА и 3 (12%) при КА. Към настоящият момент са извършени вторични оперативни интервенции на 2 случая от подгрупата с КА и нито един при аугментираните с ПММА. Типично за подгрупата с КА усложнение е продължителната болка на донорното място, което по обясними причини не беше наблюдавано в циментната подгрупа.

Горе-посочените усложнения бихме могли отново да интерпретираме с по-стабилната остеосинтеза в ПММА подгрупата и последващото запазване на репозицията и

в частност на шийно-диафизарния ъгъл (статистически значима разлика между стойностите, измерени 12 мес. постоперативно, $p= 0.011$) – незаобиколим фактор спрямо крайния функционален резултат и честота на усложнения.

4.3. Усложнения

4.3.1. Прогностични фактори.

Много автори правят клинични и биомеханични проучвания с цел да извлекат ориентири, които да са от полза в избора на стратегия за лечението на ФПХ, така че да се постигне оптимален функционален резултат и да се минимизира рискът от усложнения. С най-голямо влияние върху работата на хирурзите са изследванията, които са свързани както със хирургичната техника и механичната стабилност на конструкцията, така и с морфологията на фрактурата, придружаващите заболявания на пациента и възрастта.

Hertel, R. et al. (90) посочва три белега, подлагащи на риск кръвоснабдяването на ХГ и вероятността за развитие на последваща АВН. Авторът подчертава, че репозицията е ключът, който подобрява продължителността и стабилността на фиксацията (89).

В клинично проучване **Krappinger, D. et al. (129)** проследява свързаността на 13 предполагаеми рискови фактора с регистрираните усложнения (Табл. 36) и прави следните изводи:

Анатомичната репозиция и възстановяването на медиалната кортикална опора са най-важни за предотвратяването усложнения след фиксация на ФПХ.

Локалната минерална костна плътност и възрастта, но не хирургичната техника и първоначалното разместване, имат сигнификантно отношение спрямо честотата на усложненията.

Честотата на усложнения чувствително се увеличава при наличието на два или повече рискови фактора.

	Критерий	Положителен	Отрицателен	Акуратност
1.	Анатомична репозиция	Не	Да	0.82
2.	Възстановяване опората на медиален кортекс	Не	Да	0.76
3.	Плътност на минерална костна плътност	<95 мг/см ³	≥ 95 мг/см ³	0.69
4.	Възраст	> 63 год.	≤ 63 год.	0.67
5.	Начална ангулация във фронтален план	Варус	Валгус	0.66
6.	Медиално метафизарно раздробяване	Да	Не	0.63
7.	Хирургична техника	Хумерус-блок	ЗП	0.52
8.	Разместване на медиална панта (мм)	> 5мм	< 5 мм	0.51
9.	Максимално разместване на туберкулите (мм)	>0 мм	0 мм	0.48
10.	Начална антеверзия на ХГ	Да	Не	0.46
11.	Медиална метафизарна пропация на ХГ	< 15 мм	≥ 15 мм	0.45
12.	Тип на фрактурата	3-/ 4-фрагментна	2-фрагментна	0.42
13.	Пол	Женски	Мъжки	0.37

Фиг. 36 Рискови фактори изследвани от **Krappinger,D. et al. (105)**

Практическите изводи, които налага с това проучване авторът са, че многофрагментните фрактури при възрастни пациенти с понижена локална костна плътност са със силно завишен риск от усложнения на фиксацията. По-крайният извод е, че ако не е в състояние да постигне анатомична репозиция и да възстанови опорната функция на медиалния кортекс интраоперативно, хирургът трябва да се насочи към аугментация или първична артропластика. **Hardeman,F. et al. (85)** обследва 368 пациента със среден период на проследяване 4.3 години и отчита средно 15,3% усложнения, 23,8% нива на реоперации и среден ASES score 75.3. Авторът отчита по-добри резултати при по-млади пациенти, а по-разместените фрактури (АО С-тип фрактури) с варусна конфигурация и намалена циркулация на ХГ водят до по-лоши резултати. Според авторът анатомичната репозиция силно корелира с по-добри резултати.

Boesmueller, S et al. (20) публикуват през 2015 клинично проучване с 154 случая оперирани ФПХ с ЗП и правят изводи, че при по-възрастни пациенти трябва внимателно

да се прецизира типа на лечение и особено дължината на винтовете при ЗП. Освен това тежките пушачи трябва да са информирани предоперативно за завишения риск при тях (до 3.9 пъти по-висок) от несрастване след ОРВФ. Авторите посочват, че времето до хирургичната интервенция, не повлиява риска за АВН или несрастване, независимо от типа на фрактурата. Посочват обаче корелация между възрастта и процента на всички усложнения ($p < 0.003$) и процента на пенетрация на винтовете ($p < 0.004$).

Важно е да се прецени и влиянието на съпътстващите заболявания върху евентуалните усложнения. **Petrigliano, Fr et al. (180)** обследва данните от 9254 пациенти с ОРВФ за 11 годишен период, търсейки усложнения в кратко- и средносрочен интервал от време (до 90 дни и след това). Авторът посочва, че пациенти над 65 год., с придружаващи заболявания и с нисък социален статус се свързват с повишен риск от краткосрочни усложнения от общ характер (0,8%) или смърт(3,3%). В подкрепа на тезата за влиянието на съпътстващите заболявания върху усложненията е и ретроспективното проучване (ниво на достоверност – ННД III) на **Patterson, D et al. (177)**, с проследени 1391 случая и публикувано през 2017. Авторът посочва, че както инсулино-зависимият захарен диабет, така и неинсулинозависимият се асоциират с голям брой постоперативни усложнения. Установено е, че неинсулинозависимият е независим рисков фактор за постоперативен сепсис и пневмония, докато инсулинозависимият е независим рисков фактор за пневмония и удължен престой (> 4 дни).

Друго ретроспективно проучване (ННД III) с голяма база данни е това на **Werner, Br et al. (235)** и включва 20 319 пациента с ФПХ, 73% от които са оперирани с ОРВФ. Авторът установява, че 2457 пациента са посочени като пациенти със затлъстяване и имат сигнификантно повишен риск за локални ($p < 0.0001$) или системни усложнения ($p < 0.0001$) до 90-я ден. Нивата на постоперативна ДВТ и инфекция в кохортата на пациенти със затлъстяване (съответно 2,3% и 2,8%) са значително по-високи от честотата на тези усложнения при пациенти без затлъстяване (съответно 0,7% и 0,5%; $p < 0.0001$).

В свое проучване **Кюркчиев,Б. и Енчев,Д.** през 2018 (133), анализирайки 94 оперирани случая с ФПХ, посочват важността на три прогностични фактора с изразена статистическа и клинична значимост:

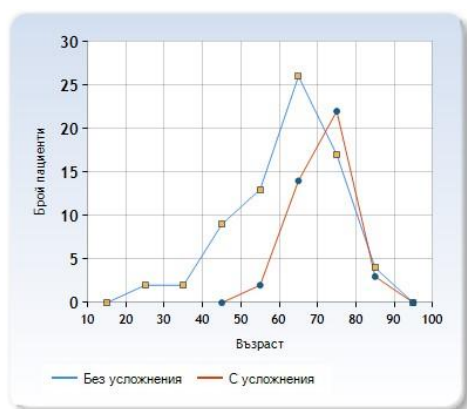
- Тип на фрактурата ($p=0.024$)
- Вид на оперативния достъп ($p=0.046$)
- Интраоперативни грешки в репозицията или техниката на фиксация ($p=0.018$)

Като имаме предвид, че проследяваните фрактури в нашето проучване са 3- и 4-фрагментни и базирайки се на литературния обзор и анализа на наблюдаваните

усложнения в нашата серия, считаме, че фактори, които могат да повлияят на крайния резултат са:

- Варусни фрактури с раздробен медиален кортекс
- Подчертана полиморбидност на пациентите, повлияваща функционалното възстановяване
- Пациенти в напреднала възраст над 70 год.

Считаме, че с анализ на получените по време на проучването данни, можем да посочим възрастта на пациента и динамиката на шийно-диафизарния ъгъл като прогностични фактори за развитието на усложнения след ОРВФ на ФПХ. На **Фиг. 48** сме показали установената статистически значима разлика между възрастовите групи пациенти с и без усложнения, разпределени в **Табл.37** ($p < 0.0001$, $\alpha < 0.05$) с $M = 71,95\%$ CI [68.7, 73.2] за възрастта с усложнения и съответно $M = 61,95\%$ CI [58.6, 64.6] за възрастта без усложнения. От посочените резултати е налице пряка връзка между възрастта на пациентите и евентуалните усложнения.

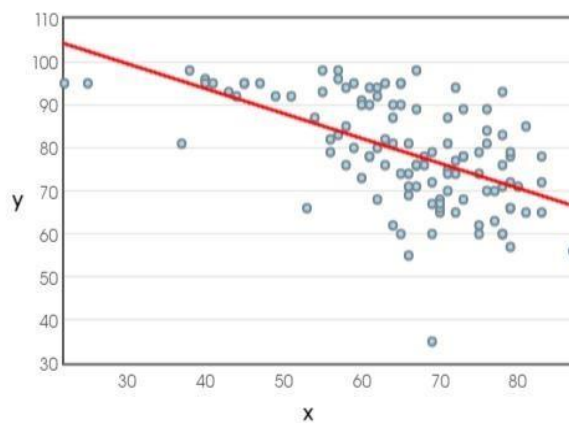


Фиг. 48 Графичен анализ на усложненията според възрастова група

Без усложнения		С усложнения	
Възрастова група	Брой	Възрастова група	Брой
10-19	0	10-19	0
20-29	2	20-29	0
30-39	2	30-39	0
40-49	9	40-49	0
50-59	13	50-59	2
60-69	26	60-69	14
70-79	17	70-79	22
80-89	4	80-89	3
90-99	0	90-99	0

Табл.37 Разпределение на пациентите по възрастови групи.

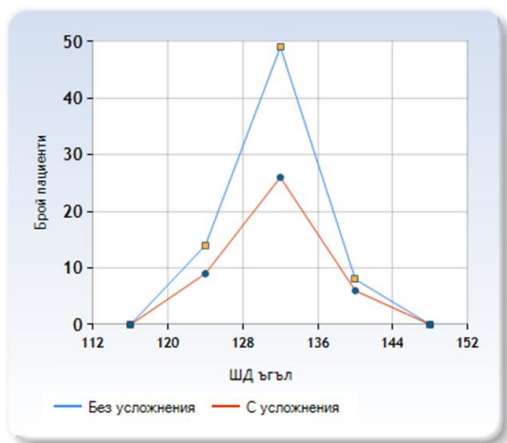
Също така се установи отрицателна корелационна зависимост и корелационен коефициент между възрастта на пациентите и функционалния резултат от CMS, а именно $p < 0.0001$, $\alpha < 0.05$ (**Фиг.49**). Тези стойности ни показват, че с увеличаване на възрастта намалява CMS и обратно и потвърждават тезата, че възрастта е прогностичен фактор за появата на усложнения и по-слаби функционални резултати. Този извод е валиден за всички възрастови групи без оглед на това дали е използвана аугментация.



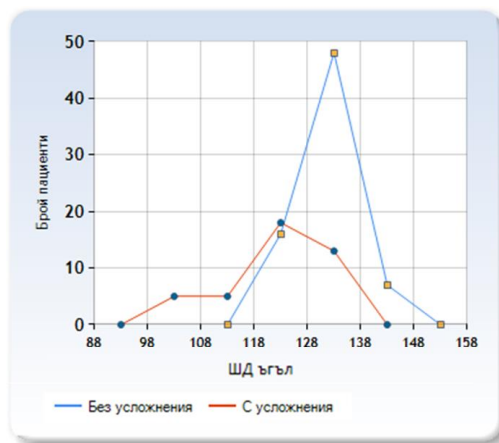
Фиг. 49 Отрицателна корелационна зависимост и корелационен коефициент между възрастта на пациентите (x) и функционалния резултат от CMS (y) ($p < 0.0001$, $a < 0.05$)

Освен това анализирайки резултатите не установихме значима разлика ($p = 0.3609$, $a < 0.05$) между началната стойност на шийно-диафизарния ъгъл на пациентите, които в последствие развиха усложнения и тези, при които не се регистрираха такива (Фиг.50А & Табл.38). Нашата интерпретация е, че при всички пациенти постигнатата репозиция беше анатомична или приемлива и причините, които са довели до усложнения, не могат да се обвържат с началния шийно-диафизарен ъгъл.

При анализа на стойностите на шийно-диафизарния ъгъл 12 месеца следоперативно, обаче се установи значима разлика между пациентите без усложнения и тези, при които сме регистрирали такива ($p < 0.0001$, $a < 0.05$). Считаме, че това е в подкрепа на тезата, че по-добрите стойности на шийно-диафизарния ъгъл са тясно свързани с по-малко усложнения – видно на графичния анализ на Фиг. 50 Б.



А



Б

Фиг. 50 Графичен анализ на шийно-диафизарен ъгъл при пациенти с и без усложнения

А. непосредствено след операцията

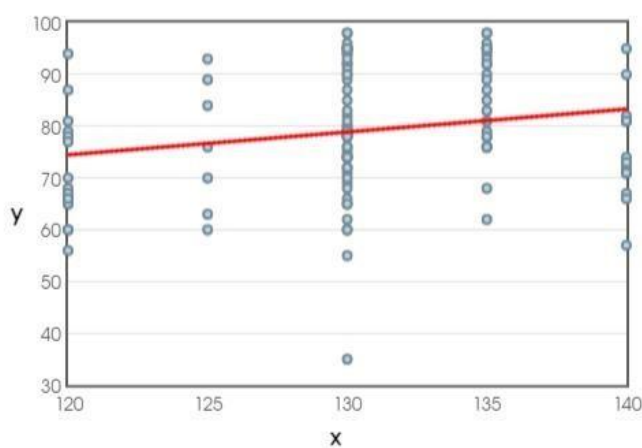
Б. 12 мес. следоперативно със статистически значима разлика ($p < 0.0001$, $a < 0.05$)

Разпределение на пациенти според ШД ъгъл интраоперативно				Разпределение на пациенти според ШД ъгъл 12 месеца следоперативно			
Без усложнения		С усложнения		Без усложнения		С усложнения	
Интервал градуси	Брой	Интервал градуси	Брой	Интервал градуси	Брой	Интервал градуси	Брой
110-119	0	110-119	0	< 100	0	< 100	0
120-127	14	120-127	9	100-110	0	100-110	9
128-135	50	128-135	26	112-123	11	112-123	17
136-150	9	136-150	6	124-135	54	124-135	15
> 150	0	> 150	0	136-150	8	136-150	0
				> 150	0	>150	0

Табл.38 Разпределение на пациентите според измерения шийно-диафизарен ъгъл следоперативно и 12 месец постоперативно

От анализите на получените резултати успяхме да извлечем корелационна зависимост и положителен корелационен коефициент (**Фиг.51**) между стойностите на установения следоперативно шийно-диафизарен ъгъл (x) и функционалния резултат, изразен чрез CMS (y), $p=0.0292$, $\alpha<0.05$.

От друга страна установената и запазена добра репозиция при пациентите с ПММА аугментация ни подсказва очаквани по-добри функционални резултати. На мнение сме обаче, че са необходими повече данни и задълбочен анализ върху тях преди да допуснем валидността на тази зависимост като прогностичен фактор.



Фиг.51 Корелационна зависимост и положителен корелационен коефициент между стойности на възстановен шийно-диафизарен ъгъл (x) и функционален резултат според CMS (y).

Няма литературни данни, че **полът на пациента** може да повлияе крайният резултат. В нашата серия пациентите от мъжки пол заемат доста малък дял (11 случая или 9,6%) и не бихме могли да направим достоверни изводи.

Остеопорозата е фактор, който може да повлияе на крайния резултат посредством зависимостта на морфологията на фрактурата и постигната стабилност на остеосинтезата.

В нашето проучване липсва системно измерване предоперативно на костната плътност и в повечето случаи на недобра интраоперативна находка сме използвали аугментация и рядко смяна на плана в посока първична артропластика.

Важен елемент от морфологията на фрактурата, който може да ни привлече вниманието е **раздробяването на медиалния кортекс и последващата варусна деформация на ФПХ**. Това е фактор, който може да се отрази както на репозицията и оперативното време, така и на стабилността на остеосинтезата. Ето защо е критично важно да се постигне **анатомична репозиция** и след преценка на оператора, **аугментация** на конструкцията. От анализа на резултатите става ясно, че аугментацията е фактор, спомагащ за запазване на приемливи стойности на шийно-диафизарния ъгъл.

4.3.2. Честота и типове усложнения.

В наблюдаваните в серията случаи установихме 41 (36%) случая с усложнения като при 21 от тях са регистрирани повече от едно усложнение. На **Фиг. 43** в предишната Глава ясно се отличава делът на усложненията във всяка една група. Наясно сме, че операторът може да влияе на репозицията и стабилността на остеосинтезата, но не и на такива фактори като първично раздробяване, увреда на мекотъканни структури и увреда кръвоснабдяването на фрагментите. Считаме, че респекта към биологията на костта заедно с атравматичната техника, стремежа към максимално възстановяване на анатомичния контур и подsigуряване стабилността на остеосинтезата, значително намалява ятрогенно-свързания риск от усложнения. Възможността за ранна мобилизация на крайника е функция на стабилността на остеосинтезата и е определяща за оптимален функционален резултат.

На **Табл. 39** сме посочили извадка от проучвания, системни анализи и мета-анализи върху пациенти в съпоставима възраст и тип ФПХ.

Установихме, че честотата на получените в нашата серия усложнения като проценти са сходни с регистрираните и цитирани в литературата.

Не можем да не отбележим, че установеният от нас нисък процент на ревизии като последващи оперативни интервенции (6,1%), до известна степен се дължи както на етични, културни и психологични особености така и на по-ниски изисквания на някои пациенти в напреднала възраст в серията.

По отношение на получените следоперативни усложнения се придържаме към установените от **Bernhard et al. (14)** принципи, а именно обособяване в два типа:

- **Несвързани с импланта усложнения** – лоша репозиция, първична пенетрация на винт, лошо срастване, несрастване, АВН, инфекция.

- **Свързани с импланта усложнения** – вторична пенетрация на винт и деструкция на гленоид, субакромиален импиджмънт.

По този начин ги групираме в причинно-следствена връзка и не сме използвали времеви критерий. Регистрираните от нас усложнения са описани в Глава Резултати като тук подлагаме на обсъждане и сравнение нашите резултати с тези на други автори. За целта в Табл. 40 и 41 сме поставили съответно най-често срещаните имплант-свързани и имплант-несвързани усложнения.

Автор	Дизайн на проучването	Брой (n)	Възраст	Проследяване	Усложнения,%	Реоперации,%
Sudkamp,N. et al. 2009 (217)	Мультицентрично, Проспективно	155	62.9 ±15.7	1-3 год.	34.0	19.0
Thanasas,Chr. et al. 2009 (221)	Систематичен анализ	673	51-67	3-31 мес.	40.7	13.7
Faraj,D. Et al. 2010 (57)	Ретроспективно	92	66.2	2.4 год	39.1	29.0
Roderer,G et al. 2011 (190)	Проспективно, Мультицентрично	131	66.1 (18.5-91.8)	9.5 мес. (6-12)	35.9	27.0
Krappinger et al. 2011, (129)	Проспективно	67	63.9 ±12.6	12 мес.	19.4	6.0
Sproul, RC et al. 2011 (215)	Систематичен анализ	514	52-67	19-45 мес.	48.8	13.8
Schliemann, B et al. 2012 (201)	Ретроспективно	48	71 (65-85)	44 мес.	59.0	29.6
Hardeman, Fr et al. 2012, (85)	Проспективно	307	62.4	4.3 год.	15.3	23.8
Spross, Chr. et al. 2012 (214)	Ретроспективно	294	72.9	1-4 год.	28.2	24.5
Fu, T. et al. 2014 (65)	Мета-анализ	136	72.2 (56-92)	1-12 год.	52.0	30.0
Kralinger, Fr et al. 2014 (128)	Проспективно (ННД III)	150	69	1-3 год.	35.0	10.7
Wang, G. et al. 2015 (233)	Мета-анализ ЗП срещу ИМП	348	50.5 – 68.3	3 – 82 мес.	30.7	13.7
Gupta, A et al. 2015 (81)	Систематичен анализ	2939	62.3	29.5	15.0	12.7
Haasters, Fl. et al. 2016 (83)	Дългосрочно проучване ретроспективно	646	67.4 ±17.3	14.8 3.8	12.8.0	11.6
Boesmueller, S et al. 2016 (20)	Ретроспективно	154	55.8 (19-91)	1-5 год.	39.0	23.3
Beers,Fr et al. 2017 (11)	Мультицентрично, Ретроспективно, Серия 2010-2014	282	64 (52-74)	1-3 год.	45.0	28.0
Kavuri, V et al. 2018 (114)	Систематичен анализ	3422	n/a	> 12 мес.	32.8	13.8
Klug, Al. et al. 2019 (125)	Сравнително Проучване ЗП срещу RSA	125	74.1 8	5.1 1.9 год.	37.8	12.1
Panagiotopoulou, V et al. 2019 (175)	Систематичен анализ	7182	16-100	2-7 год.	33.0	n/a
Ст.Христов	Ретроспективно	114	67	12-30 мес.	36.0	6.1

Табл. 39 Обзор на проучванията, касаещи три- и четири-фрагментни фрактури и процент усложнения и реоперации при тях.

Автор	Дебриколаж	Субакромиален импиджмънт	Усложнения, касаещи винтовете
Sudkamp,N. et al. 2009 (217)	3.0	2.6	16.0
Thanasas,Chr. et al. 2009 (221)	3.3	2.9	11.6
Faraj,D. Et al. 2010 (57)	6.5	11.9	6.5
Roderer,G et al. 2011 (190)	0.0	1.3	16.8
Sproul, RC et al. 2011 (215)	1.0	4.8	7.5
Schliemann, B et al. 2012 (201)	3.7	18.5	22.2
Spross, Chr. et al. 2012 (214)	2.7	3.4	11.2
Fu, T. et al. 2014 (65)	n/a	9.2	10.4
Kralinger, Fr et al. 2014 (128)	0.0	n/a	23.0
Wang, G. et al. 2015 (233)	n/a	4.1	8.1
Gupta, A et al. 2015 (81)	2.0	n/a	n/a
Haasters, Fl. et al. 2016 (83)	n/a	n/a	n/a
Boesmueller, S et al. 2016 (20)	n/a	n/a	27.9
Beers,Fr et al. 2017 (11)	2.0	3.0	23.0
Kavuri, V et al. 2018 (114)	6.8	5.0	9.5
Klug, Al. et al. 2019 (125)	6.1	n/a	3.0
Panagiotopoulou, V et al. 2019 (175)	n/a	2.5	11.0
Ст. Христов	0.0	7.0	14.0

Табл. 40 Обзор на проучванията, посочващи имплант – свързани усложнения в %

4.3.2.1. Имплант-свързани усложнения.

Усложнения, касаещи винтовете. Това е усложнението с най-висок процент (14%) в нашата серия и се доближава до резултатите на една трета от посочените автори. Повечето автори говорят единствено за вътреставната пенетрация на винтовете през ХГ като едно проблематично усложнение и честа причина за реоперация като ги разделят на първична и вторична по времеви критерий. Първичната пенетрация се отнася към

интраоперативните грешки при поставянето на винтовете в ХГ, докато вторичната се дължи на нарушение на артикулиращата повърхност като резултат на колапс на ХГ вследствие вторичен варус, АВН или неуспешна остеосинтеза. През 2019 **Panagiotopoulou, V, Guerguiev et al. (175)** публикуват систематичен анализ на усложненията при ЗП и свързани с винтовете. Те фокусират вниманието си върху следните усложнения, обединени в тази група:

- **Перфорация на винт** – нарушение в контактната повърхност кост-винт и като следствие върхът на винта аксиално пенетрира през субхондралната кост в ставата.
- **Прорязване на винт** – отново нарушен контакт, свързан с движения в посока перпендикулярнона оста на винта и дистално разместване на фрагмента на ХГ.
- **Неуспешна опора на винта** – отново нарушение в контактната повърхност, но без големи размествания на костен фрагмент или винт.
- **Разхлабване на заключващия механизъм** – нарушението е в отвора на плаката и е свързано с разхлабване на резбовата връзка между винта и плаката.
- **Ретракция на винт** – развиване или издърпване на винта от костта и / или плаката по оста му.

Авторите обследват 7182 пациента и установяват усложнения при 33% от случаите, а почти половината от тях (46%) са имплант-свързани или 15% от всички случаи, а 18% са неимплант-свързани и общи усложнения. И при това проучване авторите доказват, че усложненията, свързани с винтовете са с най-висок дял, а именно 11%. 80% от тези усложнения принадлежат на перфорацията на винта, 11% на прорязването, 5% на разхлабване и т.н. В това проучване авторите не успяват да установят момента на късните винт-свързани усложнения, каквато цел са си поставили. **Krappinger et al. (130), Sproul et al. (215)** поставят на обсъждане хипотезата за връзка между този тип усложнения и лошото качество на костта. **Kralinger et al. (128)** въпреки голямата кохорта пациенти, не успява да установи връзка между лошата костна плътност и повишената честота на усложнения. Ограничени са и данните, които могат да ни дадат сигурно заключение за ефекта на възрастта върху увеличените нива на усложнения. В подкрепа на това можем да посочим проучването на **Hinds et al. (94)**, който установява, че няма значима разлика в клиничните резултати, сравнявайки група на възрастни и по-млади пациенти.

В нашата серия регистрираните 5 случая на първично неразпознато, прорязване на винт причисляваме към т.нар. технически грешки. Те са установени при трите наблюдавани подгрупи и като прогностичен фактор бихме могли да посочим недобра оперативна техника, както и неизпълнение на четирите постоперативни рентгенови проекции. Позитивното е, че тези технически грешки подлежат на контрол и оптимизация.

Останалите наблюдавани усложнения не могат да се контролират толкова лесно. Характерно е, че късните пенетрации на винт се срещат при случаите на АВН или вторична загуба на репозицията. **Bolleau et al. (22)** посочва, че АВН е едно биологично усложнение, което трудно можем да предвидим, но вторичният варус се свързва с фактори като качество на костта, възраст, свързаната с тях морфология на фрактурата, както и незадоволителна първоначална репозиция. Всички тези фактори претендират за прогностичност, но проучвания на **Boesmueller, S et al. 2016 (20)** посочват, че най-голяма корелация с късната пенетрацията на винт има възрастта ($p < 0.004$).

Прави впечатление, че липсва късна пенетрация на винт в групата с ПММА аугментация, което ние свързваме с ролята на цимента, изпълващ метафизарната кухина и разпределящ натоварването по цялата дължина на винтовете и минимизиране на стрес-натоварването в контактните повърхности. В тази подгрупа пациенти липсват и другите установени винт-свързани усложнения като прорязване, разхлабване или миграция на винт. Всички те са наблюдавани в подгрупите без аугментация и при тези с КА.

Little MT et al. (143) описва 5 случая на асимптоматична пенетрация на винт в серия от 72 случая на ФПХ с ендостална аугментация. Авторът счита, че интрамедуларният графт намалява работната дължина на заключващите винтове и по този начин увеличава стабилността на конструкцията.

В друго проучване **Egol, KA et al. (50)** сравняват резултатите между две групи пациенти – съответно аугментирани с калциево-фосфатен цимент и спонгиозна кост. Авторът демонстрира сигнификантно понижение на случаите с вътреставна пенетрация при аугментирани с цимент пациенти.

Въпреки наличната разлика в техниката на ПММА аугментация, тези резултати са подобни с проучването на **Katthagen et al. 2018 (113)**, в което авторът посочва, че не е регистрирано винт-свързано усложнение или вторична загуба на репозиция.

С цел намаляване риска от това усложнение **Spross, C et al. (214)** отбелязва, че е необходимо пласирането на винтовете да е по такъв начин, че върховете им да са на разстояние 4-5 мм от субхондралната кост. Същият автор защитава идеята за минимум три плана на контролна рентгенография, за да се минимизира риска от интраоперативен пропуск на първична пенетрация на винт.

Субакромиален импиджмънт. Обичайно това усложнение е резултат от лошо позициониране на плаката или следствие на вторичен варус на ХГ. В нашата серия беше регистрирано като резултат на неправилно зарастнал ГТ след проксимализация или/и вторична загуба на репозицията и намаляване на шийно-диафизарния ъгъл. Докато в първият случай можем да допуснем недобра оперативна техника или лошо качество на

костта, то във втория причината е първичната нестабилност на конструкцията вследствие раздробяване на медиалната стена, липса на аугментация и лошо качество на костта. Като потвърждение на това е единствения случай в групата с ПММА, който се дължи на порочно зарастване на ГТ при запазен шийно-диафизарен ъгъл и това, че 5 от 8-те случая се установяват при пациенти без аугментация. Регистрирането на 2 случая при аугментация с КА свързваме с недостатъчна стабилност въпреки трикортикалния графт. **Osterhoff et al. (172)** установява, че повечето от регистрираните такива усложнения са категорично асоциирани с раздробяване на медиалния калкар и заключава, че анатомичната репозиция и стабилността на остеосинтезата са ключът за предотвратяване на вторичния варус на ХГ. Честотата при нашата серия (7%) е над цитираната 4,8% от **Sproul et al. (215)**, който подчертава, че повишеното внимание при пласирането на плаката и предотвратяването на варизирането, са мерките, които хирургът трябва да владее, за да намали това усложнение.

Субакромиалният импиджмънт в повечето случаи е симптоматичен и това може да наложи отстраняване на импланта. Два от случаите, при които се наложи реоперация в нашата серия, бяха със субакромиален импиджмънт, загуба на репозицията и вторична пенетрация на винт.

Правилното пласиране на плаката постигаме посредством стриктното придържане към правилната оперативна техника и тестване през арката на подвижност на раменната става преди да пристъпим към затваряне на оперативната рана.

Считаме, че прогностичен фактор за развитието на това усложнение е възрастта на пациента с произтичащите от това качество на костта, морфология на фрактурата с раздробяване на медиалната стена.

4.3.2.2. Усложнения, несвързани с импланта.

Загуба на репозицията. Това усложнение е едно от най-важните усложнения, поради последващия вторичен варус, отговорен както за субакромиалния импиджмънт, така и за пенетрацията на винтове през ставния хрущял на глено-хумералната става. **Sproul et al. (215)** съобщава, че това е най-честото усложнение в тяхната серия с честота 16,3%. Авторът препоръчва да се обърне особено внимание на медиалната колона и това кара някои хирурзи освен поставянето на инферо-медиалните винтове на плаката, да използват цимент или костен графт с цел понижаването риска от това усложнение. **Zhang et al (244)** посочва, че инферо-медиалните винтове неутрализират варус стреса на ХГ и поради това успяват да поддържат шийно-главичния ъгъл при 3- и 4-фрагментни ФПХ. **Kim et al. (121)** представя проучване с използването на автоприсадък от crista iliaca и ЗП за

лечението на 4-фрагментни ФПХ и не регистрира нито един вторичен варус от серията (n=21) за периода на проследяване 27.5 месеца. Авторът вярва, че изключително внимание трябва да е насочено към възстановяване на медиалния калкар, постигането на достатъчна опора от винтовете в инферо-медиалната зона на ХГ и зашиването на РМ към плаката.

Badman B et al. (7) съобщават за серия от 81 случая с 3- и 4-фрагментни ФПХ и ползата от допълнителното прошиване на РМ и използването на структурен алографт при установяване на тежка остеопения.

Установената в нашата серия честота (**7,9%**) се доближава до тази на някои автори – **Roderer et al.** (190), **Panagiotopoulou, V et al.** (175), но е по-ниска от сериите на **Sproul, RC et al.** (215), **Kralinger, Fr et al.** (128), които посочват съответно 16,3% и 26,0%.

Отново не отчитаме усложнение в подгрупата с ПММА аугментация, което се потвърждава от запазването на шийно-диафизарния ъгъл и съответно първоначалната репозиция. По-големият процент на това усложнение в подгрупата без аугментация ни кара да мислим, че стабилността на остеосинтезата е пряко свързана с аугментацията и това важи особено за пациенти в напреднала възраст с лошо качество на костта. Резултатите ни при аугментацията с КА са по-лоши в сравнение с тези на **Kim et al.** (121) с оглед на това, че регистрираме 2 случая на вторичен варус в групата (8%). Интерпретацията ни е, че се касае или за техническа грешка в остеосинтезата или неправилен избор на аугментация или тип на лечение.

Цитираните високи нива на вторична загуба на репозицията обединяват много автори около тезата, че релативната стабилност няма място при лечението на ФПХ със ЗП. Наличните микродвижения компрометират постигната репозиция и сочат необходимостта от абсолютна стабилност на остеосинтезата с оглед избягването на неправилно срастване. Посочените в Глава 1 резултати от биомеханични проучвания с аугментация защитават тази теза. Регистрираните резултати в подгрупите от нашето проучване също го потвърждават.

Аваскуларна Некроза на ХГ. Това е усложнение, което предизвиква изследователите да търсят упорито прогностични фактори за него при лечението на ФПХ. Едно от най-цитираните и използвани в практиката проучване е на **Hertel et al.** (90), в което се посочва, че съчетанието на трите фактора (фрактура през анатомичната шийка, <8мм дорзо-медиална дължина на метафизарната част на главичния фрагмент, разкъсана медиална панта) прогностичната стойност за исхемия на ХГ може да достигне 97%. **Zhang et al** (244) посочва само един случай на АВН в тяхното проучване, фокусирано върху използването на опорни инферо-медиални винтове при делтоидо-пекторален достъп. Според авторът предотвратяването на медиалния колапс способства предотвратяването на

АВН. Противоположно е проучването на **Fjalestad et al. (60)**, който сравнява оперативно и неоперативно лекувани пациенти с 3- и 4-фрагментни ФПХ и показва, че неоперативно лекуваните имат по-висока честота на АВН.

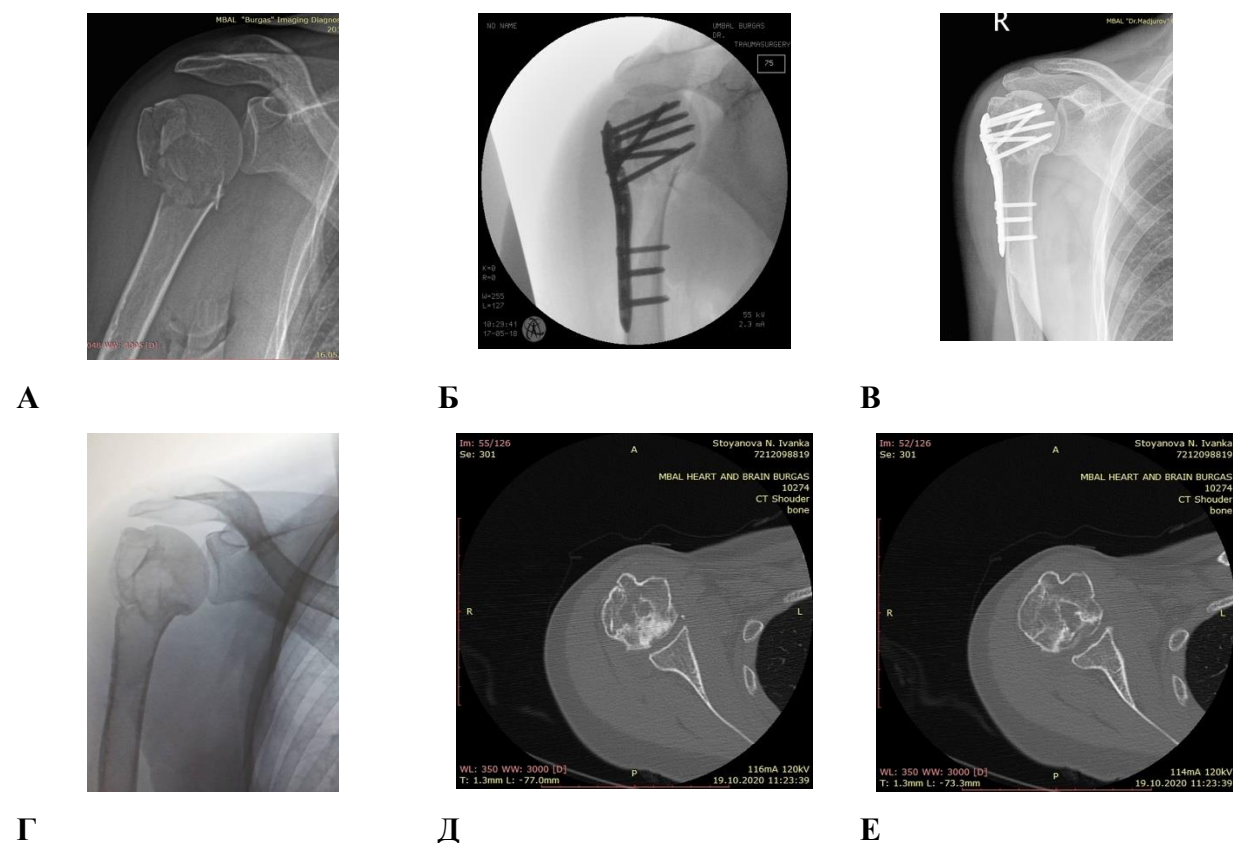
Друг фактор, който може да бъде подложен на дискусия по отношение прогнозата за развитие на АВН е изборът на оперативен достъп. **Liu et al. (145)** сравнява предно-стрианчен мини-инвазивен и делтоидо-пекторален достъп и посочва липса на АВН при първия. Авторът посочва като причина намалената мекотъканна оперативна травма и запазването на кръвоснабдяването около проксималния хумерус. В същото проучване се отбелязва, че при 4-фрагментните ФПХ получават по-добри функционални резултати при делтоидо-пекторалния достъп и типът на фрактурата е незаобиколим фактор по отношение на това нарушение. По отношение този фактор **Buecking, B et al. (27)** в свое проучване доказва, че няма разлика в резултатите при двата достъпа. Необходимо е да се отбележи, че авторът посочва проследяване до 1 година. В същото време **Martetschlager et al. (151)** в сходно проучване и проследяване средно 4 години съобщава за значителна разлика в честотата на АВН при двата достъпа- 6 от 33 случая при делтоидо-пекторалния срещу 1 от 37 при трансделтоиден достъп.

Sproul et al. (215) съобщава, че АВН може да се развие и след 5 години постоперативно и този феномен се подкрепя от сериите с по-дълъг период на проследяване. Авторът посочва, че понякога е необходимо години, за да се манифестират съпътстващите АВН симптоми като болка, намален обем на движения и артроза на глено-хумералната става и посочва важността на клиничната картина заедно с рентгенологичните белези за АВН. С това той обяснява и малкия брой пациенти достигнали до артропластика по повод АВН (средно проследяване 29.2 мес. и установена АВН 10,8%). Авторът обръща внимание на техниката на фиксация като фактор, определящ развитието на АВН и особено случаите на обширна мекотъканна дисекция.

Katthagen et al. (113) проследявайки резултати на серия с ПММА аугментация на винтовете посочва, че наблюдавания случаи на АВН и несрастване са биологично усложнение, свързано с анатомията на ХГ и кръвоснабдяването и не задължително, свързано с типа на фиксация. Авторът посочва, че тези усложнения се срещат и при неаугментирани с ПММА остеосинтези и поради това се разглеждат като имплант-несвързани усложнения. В подкрепа на това, тези две усложнения са описани от **Bolleau et al. (22)** в класификация на т.нар. последици от ФПХ и се регистрират както при неоперативно, така и при оперативно лечение.

В наблюдаваната от нас серия регистрирахме 8 (7%) случая с АВН, разпределени в трите подгрупи и без установена сигнификантна разлика. При два от случаите се установи

рентгенологична и клинична картина между 6 и 9 месец, докато при останалите след 14-я месец (Фиг. 52)



Фиг. 52 А. 49 год. пациентка с ниско-енергийна три-фрагментна фрактура с метафизарно раздробяване. Б. ОРИФ посредством ЗП и аугментация с КА - анатомична репозиция в двете равнини. В. Контролни рентгенографии 24 месец със запазена репозиция. Г. Рентгенография 26 мес постоперативно и 2 месеца след отстраняване на металния имплант. Д-Е. КАТ с данни за АВН на ХГ.

На мнение сме, че като прогностичен фактор за развитието на АВН трябва да поставим морфологията на ФПХ и мекотъкannата травма. Подкрепа за тази стратегия намираме и в други проучвания. В опит да установят рискови фактори за развитие на усложнения и търсейки значима корелация между усложнения и ФПХ, **Boesmueller, S et al. (20)** проследяват 154 ФПХ. Авторът доказва, че важен прогностичен фактор за развитието на АВН е типът на фрактурата ($p < 0.001$ при АО/ ОТА и съответно $p < 0.004$ при класификация по Neer $p < 0.004$), докато забавянето на интервенцията не повлиява крайния резултат ($p < 0.409$).

Bernhard Jost et al. (14) публикува серия от 121 ФПХ с усложнения и реферирани към него пациенти след остеосинтеза на ФПХ, като 80% от фрактурите са били 3- и 4-фрагментни. Най-голям е бил броят на усложненията с АВН -82 (68%) като 67(81,7%) от тях са били 3- и 4-фрагментни ФПХ. Авторът посочва, че при 75 (91,4%) от случаите с

АВН се установява дължина на калкарният фрагмент < 8 мм. Освен това АВН се е развила при 11 (84,6%) от всичките 13 фрактури-луксации.

Адхезивен капсулит. Това усложнение, регистрирано в нашата серия е високо в сравнение с проучванията на другите цитирани в Табл. 40 изследователи. Важността на това състояние се определя както от болката, така и от усещането за скованост като в резултат наблюдаваме ограничен обем на движение в раменната става, повлияващ както ежедневната активност, така и качеството на живот. Считаме, че високият процент (7%), който не кореспондира с останалите усложнения се дължи на комплексни фактори, касаещи социален и общ здравословен статус на пациента, оперативна техника и качество на остеосинтезата. Голяма част от авторите не прилагат данни за това усложнение, което ни кара да мислим, че в техните серии е с пренебрежимо ниска честота. Анализирайки 788 ФПХ за 10 години **Haasters, Fl et al. (83)** посочва средна стойност 4,6% за това усложнение. Авторът посочва данни като 9,3 и 7,8% в началото на периода и 3,2% при пациентите, оперирани в края на проучването като посочва, че по-добрите резултати се дължат на подобрената хирургична техника и като следствие повишената стабилност и възможността за ранна мобилизация и рехабилитация. Няма как да не се съгласим с автора предвид факта, че 6 от 8-те регистрирани случаи в нашата серия са наблюдавани в подгрупата без аугментация. Прави впечатление липсата на такова усложнение в подгрупата с ПММА аугментация. При нито един от наблюдаваните случаи не се е наложила реоперация, свързана с това усложнение и са били третирани неоперативно. В проучването на **Katthagen et al. (113)** се съобщава за ранна артроскопска интервенция при 25% от случаите, свързана с артролиза, тенотомия на сухожилието на дългата глава на бицепса и артроскопски асистирана екстракция на имплант между 3 и 5 месец след първата операция.

Автор	Загуба на Репозиция	Несрастване	АВН	Адхезивен Капсулит	Инфекция
Sudkamp,N. et al. 2009 (217)	7.0	2.6	3.9	n/a	3.9
Thanasas,Chr. Et al. 2009 (221)	12.2	1.6	7.9	n/a	1.9
Faraj,D. Et al. 2010 (57)	6.5	n/a	0.0	3.3	1.1
Roderer,G et al. 2011 (190)	7.6	0.8	4.6	2.3	3.1
Sproul, RC et al. 2011 (215)	16.3	n/a	10.8	0.8	3.5
Schliemann, B et al. 2012 (201)	44.4	3.7	29.6	n/a	3.7
Spross, Chr. Et al. 2012 (214)	2.7	n/a	6.8	1.0	2.0
Fu, T. et al. 2014 (65)	21.0	3.3	5.0	n/a	9.1
Kralinger, Fr et al. 2014 (128)	26.0	n/a	n/a	n/a	n/a
Wang, G. et al. 2015 (233)	4.8	3.6	2.4	n/a	2.7
Gupta, A et al. 2015 (81)	0.5	0.5	6.4	n/a	1.6
Haasters, Fl. et al. 2016 (83)	12.8	n/a	n/a	4.6	2.9
Boesmueller, S et al. 2016 (20)	n/a	13.0	16.2	n/a	0.5
Beers,Fr et al. 2017 (11)	5.0	2.0	10.0	3.0	4.0
Kavuri, V et al. 2018 (114)	6.8	1.5	4.6	4.0	1.4
Klug, Al. et al. 2019 (125)	6.1	1.6	9.1	n/a	1.5
Panagiotopoulou, V et al. 2019 (175)	7.6	0.8	4.6	2.3	3.1
Ст.Христов	7.9	0.0	7.0	7.0	1.8

Табл. 41 Обзор на проучванията, посочващи имплант – несвързани усложнения в %.

Инфекции. Регистрираната честота на това усложнение в нашата серия е ниско и се доближава до цитираните данни в проучването на **Gupta, A et al. 2015 (81)**, проследяващо оперирани 3- и 4-фрагментни ФПХ за минимум 1 година. Авторът посочва честота 0,9% на повърхностни инфекции и 0,7% на дълбоки такива. В проучването на **Haasters,Fl et al. (83)** авторите са обединили в една група усложненията, свързани с инфекция и постоперативния хематом и посочват честота между 0-6,9% през 10 год. период на проследяване. При наблюдението на пациентите в нашата серия посочената честота (1,8%) се дължеше на повърхностна инфекция, която третирахме с перорален

прием на антибиотик и тоалет на раната. Не бяха регистрирани случаи на дълбока инфекция или остеомиелит. Считаме, че респекта към биологията на меките тъкани и костта, времетраенето на оперативната интервенция и съпътстващите заболявания са основни фактори, прогнозиращи едно такова усложнение.

4.3.3. Реоперация или вторични интервенции.

Реоперациите са много важен показател за това колко успешен е избраният оперативен метод и на второ място ориентир за сигнификантните усложнения. Прави впечатление, че дори при случаите на АВН, по - внимателното третиране на меките тъкани, опитите за мини-инвазивни техники и съобразяването на артропластиката като първична интервенция, са довели до намаляване на реоперациите. Необходимо е също да се постави граница между планирана и непланирана оперативна интервенция, тъй като много пациенти настояват импланта да бъде отстранен в даден момент. **Kirchhoff C et al. (123)** посочват, че отстраняването на импланта е свързано с ниско ниво на усложнения и висока удовлетвореност у пациента. Авторът подчертава, че този резултат трябва да се диференцира от необходимостта за подлагане на процедура за артропластика, поради неуспешна първична ОРВФ.

Висока честота на реоперации съобщава **Beers, Fr et al. (11)**, равняваща се на 28 % (80 от 282 ФПХ в серията) и описва извършването на 132 интервенции върху тях. Най-голям брой са отстраняването на металния имплант (36,4%), дебридман (27,3%), отстраняване на винт или смяна (10,7%), вторична артропластика (10,6%). Същият автор съобщава и за други интервенции, макар и в по-малък брой – ревизия, артролиза и т.н. Тези нива на реоперации са доста над съобщените от 13,7% на **Thanassas et al. (221)** и 13,8% **Sproul et al. (215)** и авторът обяснява затрудненията в сравнението с това, че е трудно да се постигне акуратност, поради разлика в критериите на подбор, разпределението по възраст и морфология на фрактурата, време за проследяване.

През 2015 **Gupta, A et al. (81)** посочват 374 (12,7%) реоперации в общо 2939 3- и 4-фрагментни ФПХ като най-често се извършва отстраняване на импланта.

Kralinger, Franz et al. (128) съобщава резултати от 3 годишно проучване със 150 пациенти и посочва, че механичните усложнения са силен прогностичен фактор за реоперации при голям процент от 3- и 4фрагментните ФПХ.

В своето проучване **Haasters, Fl et al. (83)** за 12 год. период, отчита сигнификантно спадане честотата на реоперациите (до 3,2 % в края на проследявания период при средно 11,6 % за периода). Авторът подчертава, че тази тенденция важи и за усложненията като

цяло (7,9% за края на проучването при средно 21,4%) и заключава, че придобитият опит през времето води до подобряване на хирургичната техника и разбиране на рисковите фактори и последващи усложнения. Към това добавя и влиянието на нарастващото прилагане на RSA за комплексни фрактури при възрастни пациенти, което води до намаляване на усложненията и хирургичните ревизии.

В нашата серия рязко се отличава ниското ниво на реоперации (6,1%) по отношение на регистрираните усложнения (36,0%). Забележително е, че обективно увеличените усложнения и в други цитирани проучвания не водят задължително до хирургична ревизия. **Schliemann et al. (201)** посочва, че реоперациите в тяхната серия са били 29,6%, въпреки че усложненията са значително по-висок процент (59%). Авторът изтъква като причина факторът ограничение функцията на рамото като втора по важност причина при възрастните пациенти предвид възможността им за ежедневна активност и безболков обем на движение. Това съображение се отразява на субективните резултати, базирани на оценката на пациента. Приблизително 70% от проследената серия оценят общото състояние на оперираното рамо със степен „много добро“, „добро“ или „задоволително“ въпреки, че CMS (адаптиран по Voehn) отговаря на оценка задоволителен или лош резултат.

Нашата интерпретация е, че в разглежданата серия възрастта е тясно свързана с изискванията на пациентите и тяхната субективна оценка на състоянието е водеща в голяма част от случаите за избор на друга интервенция.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамките на периода на проучването успяхме да оптимизираме цялостния си подход към ФПХ като анализирахме грешките при избор на лечение и интраоперативна стратегия като подобрим алгоритъма с оглед избягване евентуални усложнения.

Особената характеристика най-вече на три- и четири-фрагментните фрактури се дължи на специфичността на фрактурната морфология. Трудностите при анатомичното възстановяване са следствие на допълнителното раздробяване при високо-енергийните фрактури или на лошото качество на костта при по-възрастните пациенти с ниско-енергийни фрактури и изявена остеопороза. Тези обстоятелства повишават изискванията към стабилността на остеосинтезата и ни накараха да насочим вниманието си към възможностите за аугментация. Така имахме възможността да сравним техниката, възстановяването, функционалния резултат и усложненията при оформилите се три подгрупи пациенти с ФПХ. Считаме, че посредством аугментацията до известна степен неутрализирахме основния недостатък на ЗП, а именно дългото лостово рамо. На мнение сме, че намаляването стреса в медиалната стена на проксималния хумерус, подобрява първичната стабилност на фиксацията, а аугментацията допълнително компенсира лошото качество на костта и разпределя натоварването по цялата дължина на винта. Тази теза беше подкрепена от постигнатите функционални резултати и анализа на разпределение на следоперативните усложнения.

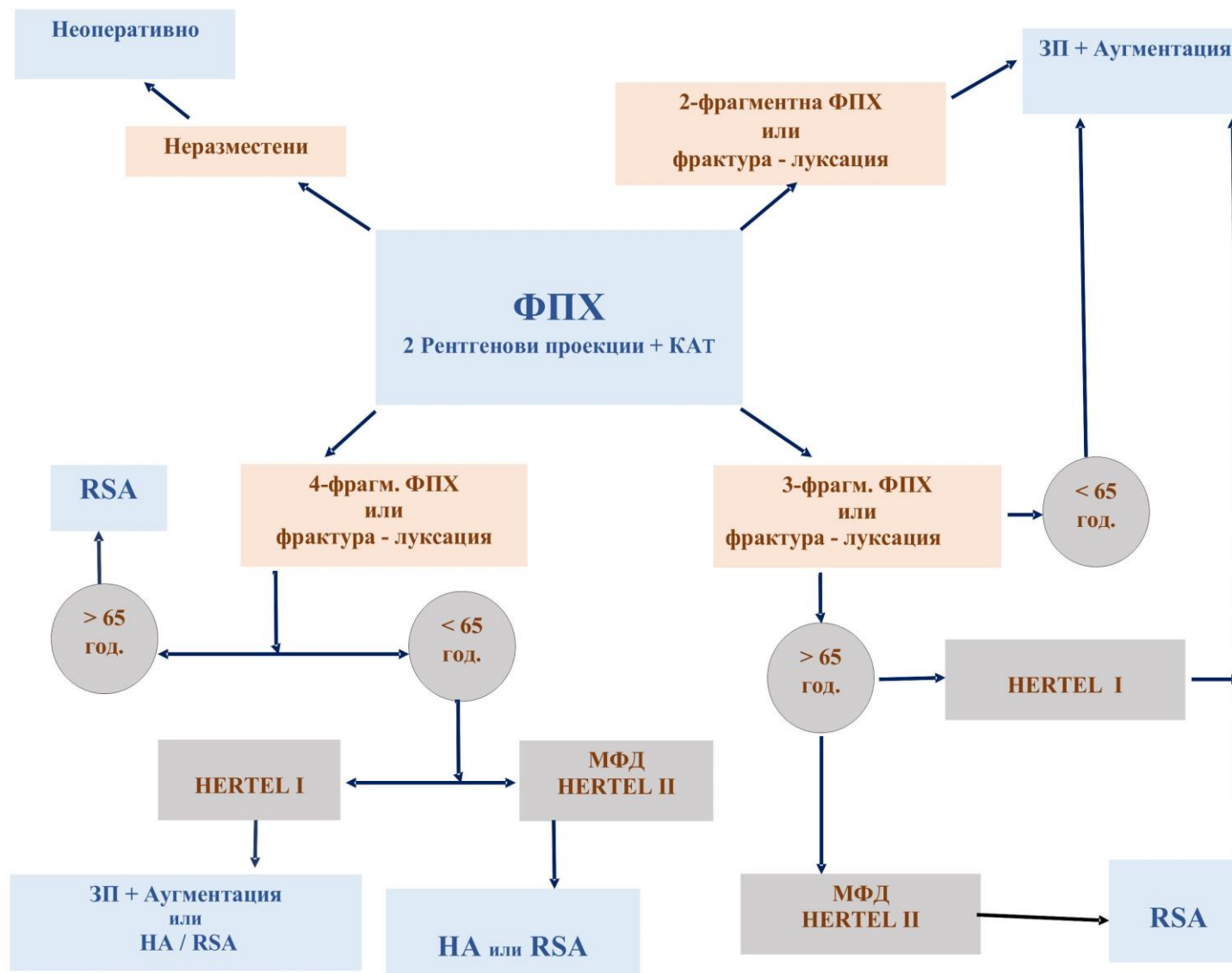
Въпреки, че резултатите ни са средно-срочни, позволяват след обработка да се наложат изводи по отношение цялостния подход спрямо ФПХ. Основавайки се на получените резултати, доказахме валидността на възрастта като прогностичен фактор по отношение усложненията и функционалното възстановяване. Друг фактор, който извлякохме и отново е статистически значим е качеството на възстановяване на шийно-диафизарния ъгъл за прогноза на функционално възстановяване.

Нашето проучване установи, че аугментацията с ПММА при ФПХ с костен дефицит дава по-добри резултати от лечението само чрез ЗП и сравними или по-добри от ЗП и аугментация с костен автоприсадък.

Като обобщение трябва да заявим, че въпреки динамичното навлизане на първичната артропластика при ФПХ на възрастни пациенти с напреднала остеопороза, лечението с ЗП с аугментация има своето място при внимателен подбор на пациенти и стриктна оценка морфологията на фрактурата и рисковите фактори по отношение на очаквани усложнения.

ИЗВОДИ

1. Стабилността на конструкцията чрез укрепване с ПММА е по-добра и намалява риска за пенетрация и варусна вторична дислокация на фрактурата.
2. Болните с аугментация постигат по-бързо и по-добър функционален резултат.
3. Нашите резултати подкрепят тезата, че аугментацията с ПММА би могла да замести КА като метод на лечение поради краткото оперативно време ($p < 0.01$) и намаления процент на усложнения. Отчитаме по-добър CMS & DASH в сравнение с постигнатото при костната аугментация с КА като разликата е статистически значима на 3 и 6 месец ($p < 0.05$).
4. Посредством анализа на усложненията и постигнатата функция доказахме важността на възрастта и динамиката на шийно-диафизарен тъгъл като прогностични фактори и успяхме да извлечем корелационна зависимост и положителен корелационен коефициент между стойностите на следоперативния шийно-диафизарен тъгъл и функционалния резултат, изразен чрез CMS, $p = 0.0292$, $\alpha < 0.05$.
5. В хода на проучването и базирайки се на резултатите, които получихме, разработихме алгоритъм на поведение при лечението на ФПХ (Фиг. 53). Целта ни е да се оптимизира и улесни подхода към пациентите, да се минимизират усложненията при лечението като така постигнем по-добър функционален резултат.



Фиг. 53. Наш алгоритъм на лечение на ФПХ. (Използвани съкращения: **МФД** – метафизарен дефект; **HERTEL I** – метафизарно продължение на главичния фрагмент при ФПХ >8 мм; **HERTEL II** – метафизарно продължение на главичния фрагмент <8мм)

Приноси, свързани с дисертационния труд

1. С помощта на детайлен литературен обзор са анализирани показанията за аугментация при лечението на ФПХ, както и клиничните и биомеханични аспекти на аугментацията с костен цимент.
2. За първи път у нас целенасочено се проследяват случаи на ФПХ, лекувани с ЗП и аугментация с ПММА в зоната на метафизарната кухина.
3. Посредством средно-срочните резултати е обоснована възможността аугментацията с ПММА да бъде използвана при кост-съхраняващи операции на ФПХ.
4. Сравнени и анализирани са резултатите, получени при лечение на ФПХ без и с двата начина на аугментация на остеосинтезата със ЗП.
5. Използвайки регистрираните данни, доказваме по-добрите функционални и рентгенологични резултати при ФПХ, оперирани посредством ЗП и аугментация.

Книгопис:

1. Adedapo, AO et al. The results of internal fixation of three- and four-part proximal humeral fractures with the Polarus nail. *Injury*. 2001; 32(2):115–121.
2. Agudelo J et al. Analysis of efficacy and failure in proximal humerus fractures treated with locking plates. *J Orthop Trauma*. 2007; 21(10):676–681.
3. Angibaud, L et al. Reconstructing proximal humeral fractures using the bicipital groove as a landmark. *Clin Orthop Relat Res*. 2007; 458:168–174.
4. Arora, M et al. Polymethylmethacrylate bone cements and additives: A review of the literature. *WJO* 2013, 4, 67.
5. Atalar AC et al. Treatment of Neer type 4 impacted valgus fractures of the proximal humerus with open reduction, elevation and grafting. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2007; 41(2):113–119
6. Atalar AC et al. Results of surgical management of valgus-impacted proximal humerus fractures with structural allografts. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2014; 48(5):546–552.
7. Badman B et al. Results of proximal humeral locked plating with supplemental suture fixation of rotator cuff. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011; 20:616–24.
8. Bae JH et al. The biomechanical performance of locking plate fixation with intramedullary fibular strut graft augmentation in the treatment of unstable fractures of the proximal humerus. *J Bone Jt Surg Br*. 2011; 93(7):937–941
9. Bahrs, C et al. Which parameters affect medium- to long-term results after angular stable plate fixation for proximal humeral fractures? *J Shoulder Elbow Surg*. 2015; 24(5):727–732.
10. Bastian JD et al. Initial post-fracture humeral head ischemia does not predict development of necrosis. *J Shoulder Elbow Surg*. 2008; 17(1):2–8.
11. Beers, Fr et al. Plate fixation of the proximal humerus: an international multicenter comparative study of postoperative complication. *Springer-Verlag GmbH Germany* 2017
12. Bell JE et al. Trends and variation in incidence, surgical treatment, and repeat surgery of proximal humeral fractures in the elderly. *J Bone Joint Surg Am*. 2011; 93(2):121–131.
13. Benninger E et al. Minimally invasive lateral plate placement for metadiaphyseal fractures of the humerus and its implications for the distal deltoid insertion- it is not only about the radial nerve. A cadaveric study. *Injury*. 2017; 48(3):615–620.
14. Bernhard Jost et al. locking plate fixation of fractures of the proximal humerus: analysis of complications, revision strategies and outcome. *J Shoulder Elbow Surg* (2012), 1-8
15. Bernstein J et al. Evaluation of the Neer system of classification of proximal humeral fractures with computerized tomographic scans and plain radiographs. *J Bone Joint Surg Am*. 1996; 78(9):1371–1375.
16. Bhat SB et al. Displaced Proximal Humerus Fractures in Older Patients: Shoulder Surgeons Versus Traumatologists. *Orthopedics*. 2016; 39(3):e509–513.
17. Bierman N, et al. Augmentation of plate osteosynthesis for proximal humeral fractures: a systematic review of current biomechanical and clinical studies. *Springer-Verlag GmbH Germany, part of Springer Nature* 2019
18. Blazejak, M. et al. In vitro temperature evaluation during cement augmentation of proximal humerus plate screw tips. *Injury* 2013, 44, 1321–1326.
19. Boehm, D. et al: Scores. In: *Schulter: das Standardwerk fuer Klinik und Praxis*, pp.98 – 104. Edited by Gohlke, F., Hedtmann, A. *Stuttgart, New York, Thieme*, 2002
20. Boesmueller, S et al. Risk factors for humeral head necrosis and non-union after plating in proximal humeral fractures. *Injury, Int. J Care Injured*, October 2015
21. Boger, A. et al. Properties of an injectable low modulus PMMA bone cement for osteoporotic bone. *J. Biomed. Mater. Res*. 2008, 86B, 474–482.
22. Boileau P et al. Proximal humerus fracture sequelae: impact of a new radiographic classification on arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2006; 442:121–130
23. Boileau, P et al. CT scan method accurately assesses humeral head retroversion. *Clin Orthop Relat Res*. 2008; 466(3):661–669.
24. Boraiah, S et al. Quantitative Assessment of the Vascularity of the Proximal Humerus using Gadolinium Enhanced MRI. *Annual Meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. Las Vegas, NV: 2009*
25. Brunner A et al. The impact of stereo-visualisation of three- dimensional CT datasets on the inter- and intraobserver reliability of the AO/OTA and Neer classifications in the assessment of fractures of the proximal humerus. *J Bone Joint Surg Br*. 2009; 91(6):766–771.
26. Brunner F et al. Open reduction and internal fixation of proximal humerus fractures using a proximal humeral locked plate: a prospective multicenter analysis. *J Orthop Trauma*. 2009; 23(3):163–172.
27. Buecking, B et al. Deltoid-split or deltopectoral approaches for the treatment of displaced proximal humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2014; 472:1576–85.
28. Burkhead WZ Jr et al. Surgical anatomy of the axillary nerve. *J Shoulder Elbow Surg*. 1992; 1(1):31–36.
29. Cai M et al. Internal fixation versus shoulder hemiarthroplasty for displaced 4-part proximal humeral fractures in elderly patients. *Orthopedics*. 2012; 35:e1340–6.

30. Calori, G.M. et al. The use of bone-graft substitutes in large bone defects: Any specific needs? *Injury* 2011, 42, S56–S63.
31. Calvo E et al. Nondisplaced proximal humeral fractures: high incidence among outpatient-treated osteoporotic fractures and severe impact on upper extremity function and patient subjective health perception. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011;20(5):795–801.
32. Chen H et al. Clinical outcomes of allograft with locking compression plates for elderly four-part proximal humerus fractures. *J Orthop Surg Res.* 2015; 10:114.
33. Chen H et al. Comparison of intramedullary fibular allograft with locking compression plate versus shoulder hemiarthroplasty for repair of osteoporotic four-part proximal humerus fracture: consecutive, prospective, controlled, and comparative study. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2016;102(3):287292.
34. Chow RM et al. Proximal humeral fracture fixation: locking plate construct +/- intramedullary fibular allograft. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012; 21(7):894–901.
35. Chu SP et al. Risk factors for proximal humerus fracture. *Am J Epidemiol.* 2004;160(4):360–367.
36. Chun YM et al. Reverse shoulder arthroplasty for four-part proximal humerus fracture in elderly patients: can a healed tuberosity improve the functional outcomes? *J Shoulder Elbow Surg.* 2017;26(7):1216–1221.
37. Clavert, P et al. Relationships of the musculocutaneous nerve and the coracobrachialis during coracoid abutment procedure (Latarjet procedure). *Surg Radiol Anat.* 2009;31(1):49–53.
38. Clement ND et al. Multiple fractures in the elderly. *J Bone Joint Surg Br.* 2012;94(2):231–236.
39. Clinton J et al. Proximal humeral fracture as a risk factor for subsequent hip fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(3):503–511.
40. Constant CR, Murley AHG. Clinical method of functional assessment of the shoulder. *Clin Orthop* 1987;214 : 160-164
41. Cornell CN et al. Internal fixation of proximal humerus fractures using the screw-tension band technique. *J Orthop Trauma.* 1994;8(1):23–27.
42. Coudane, H et al. Arteriography after complex fractures of the upper extremity of the humerus bone: A prospective study—preliminary results. *13-th Congress of the European Society for Surgery of the Shoulder and Elbow. The Hague, Netherlands; 1999.*
43. Court-Brown CM et al. Epidemiology of adult fractures: A review. *Injury.* 2006;37(8):691–697.
44. Court-Brown, CM et al. The epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand.* 2001;72(4):365–371.
45. Court-Brown, CM et al. The translated two-part fracture of the proximal humerus. Epidemiology and outcome in the older patient. *J Bone Joint Surg Br.* 2001;83(6):799–804.
46. Darder A et al. Four-part displaced proximal humeral fractures: operative treatment using Kirschner wires and a tension band. *J Orthop Trauma.* 1993;7(6):497–505.
47. Dilisio MF et al. Intramedullary nailing of the proximal humerus: evolution, technique, and results. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25(5):e130–138.
48. Dimakopoulos P et al. Transosseous suture fixation of proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89(8):1700–1709.
49. Edwards SL et al. Two-part surgical neck fractures of the proximal part of the humerus. A biomechanical evaluation of two fixation techniques. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(10):2258–2264.
50. Egol KA et al. Fracture site augmentation with calcium phosphate cement reduces screw penetration after open reduction-internal fixation of proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012; 21(6):741–748.
51. El-Sayed MM et al. Surgical management of complex humerus head fractures. *Orthop Rev (Pavia).* 2010;2(2):e14.
52. Erhardt JB et al. The position and number of screws influence screw perforation of the humeral head in modern locking plates: a cadaver study. *J Orthop Trauma.* 2012;26:E188–92.
53. Esser RD. Open reduction and internal fixation of three- and four-part fractures of the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res.* 1994(299):244–251.
54. Esser RD. Treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus with a modified cloverleaf plate. *J Orthop Trauma.* 1994;8(1):15–22.
55. Euler SA et al. Allograft augmentation in proximal humerus fractures. *Oper Orthop Traumatol.* 2016; 28(3):153–163.
56. Fankhauser F et al. A new locking plate for unstable fractures of the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res.* 2005(430):176–181.
57. Faraj, D et al. Results of 131 consecutive operated patients with a displaced proximal humerus fracture: an analysis with more than two years follow-up. *Eur J Orthop Surg Traumatol (2011)* 21:7-12
58. Fenichel I et al. Percutaneous pinning using threaded pins as a treatment option for unstable two- and three-part fractures of the proximal humerus: a retrospective study. *Int Orthop.* 2006;30(3):153–157.
59. Ferguson, J. et al. Ceramic Biocomposites as Biodegradable Antibiotic Carriers in the Treatment of Bone Infections. *J. Bone Jt. Infect.* 2017, 2, 38–51.
60. Fjalestad, T et al. Surgical treatment with an angular stable plate for complex displaced proximal humeral fractures in elderly patients: A randomized controlled trial. *J Orthop Trauma.* 2012; 26:98–106.
61. Flatow, EL et al. An anatomic study of the musculocutaneous nerve and its relationship to the coracoid process. *Clin Orthop Relat Res.* 1989(244):166–171.

62. Foroohar A et al. Classification and treatment of proximal humerus fractures: inter-observer reliability and agreement across imaging modalities and experience. *J Orthop Surg Res.* 2011;6:38.
63. Foruria AM et al. Proximal Humerus fracture conservative treatment. In: Castoldi F, Blonna D, Assom M, eds. Simple and Complex Fractures of the Humerus. *Springer; 2015.*
64. Foruria AM et al. The pattern of the fracture and displacement of the fragments predict the outcome in proximal humeral fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 2011;93(3):378–386.
65. Fu, T et al. Surgical versus conservative treatment for displaced proximal humeral fractures in elderly patient: a meta-analysis. *Int J Clin Exp Med* 2014;7(12):4607-4615
66. Gaebler C et al. Minimally displaced proximal humeral fractures: epidemiology and outcome in 507 cases. *Acta Orthop Scand.* 2003;74(5):580–585.
67. Gallo RA et al. Defining the relationship between rotator cuff injury and proximal humerus fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2007;458:70–77.
68. Gardner MJ et al. Indirect medial reduction and strut support of proximal humerus fractures using an endosteal implant. *J Orthop Trauma.* 2008; 22(3):195–200.
69. Gardner MJ et al. A minimally invasive approach for plate fixation of the proximal humerus. *Bull Hosp Jt Dis.* 2004;62(1–2):18–23.
70. Gardner MJ et al. The anterolateral acromial approach for fractures of the proximal humerus. *J Orthop Trauma.* 2008;22(2):132–137.
71. Gardner MJ et al. The importance of medial support in locked plating of proximal humerus fractures. *J Orthop Trauma.* 2007;21(3):185–191.
72. Gardner, MJ et al. The extended anterolateral acromial approach allows minimally invasive access to the proximal humerus. *Clin Orthop Relat Res.* 2005(434):123–129.
73. Gardner, MJ et al. Vascular implications of minimally invasive plating of proximal humerus fractures. *J Orthop Trauma.* 2006;20(9):602–607.
74. Garnavos C et al. Intramedullary nailing of combined/extended fractures of the humeral head and shaft.
75. *Journal of orthopaedic trauma.* 2010; 24(4):199–206.
76. Gerber, C et al. The arterial vascularization of the humeral head. An anatomical study. *J Bone Joint Surg Am.* 1990;72(10):1486–1494.
77. Goetzen M et al. Augmented screws in angular stable plating of the proximal humerus: What to do when revision is needed? *Clin Biomech.* 2014; 29:1023–1026.
78. Gracitelli ME et al. Locking intramedullary nails compared with locking plates for two- and three-part proximal humeral surgical neck fractures: a randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25(5):695–703.
79. Gradl G et al. Is locking nailing of humeral head fractures superior to locking plate fixation? *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(11):298
80. Greiner S et al. Humeral head necrosis rate at mid-term follow-up after open reduction and angular stable plate fixation for proximal humeral fractures. *Injury* 2009; 40:186-91.
81. Grubhofer F et al. Reverse total shoulder arthroplasty for acute head-splitting, 3- and 4-part fractures of the proximal humerus in the elderly. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016; 25(10):1690-1698.
82. Gupta, A et al. Surgical Management of Complex Proximal Humerus Fractures – systematic Review of 92 Studies Including 4500 Patients. *J Orthop Trauma Volume 29, Number 1, January 2015*
83. Gutowski CJ et al. Evaluation and medical management of fragility fractures of the upper extremity. *Orthop Clin North Am.* 2014; 45:233-243.
84. Haasters, Fl et al. Complications of the locked plating for proximal humeral fractures –are we getting any better. *J Shoulder Elbow Surg (2016) 25, e295-e303*
85. Handoll HH et al. Five-year follow-up results of the PROFHER trial comparing operative and nonoperative treatment of adults with a displaced fracture of the proximal humerus. *Bone Joint J.* 2017; 99b(3):383-392
86. Hardeman Fr. et al. Predictive factors for functional outcome and failure in angular stable osteosynthesis of the proximal humerus. *Injury, Int. J. Care Injured* 43(2012) 153-158
87. Helwig P et al. Does fixed-angle plate osteosynthesis solve the problems of a fractured proximal humerus? A prospective series of 87 patients. *Acta Orthop.* 2009;80(1):92–96.
88. Hems TE et al. Injuries of the terminal branches of the infraclavicular brachial plexus: patterns of injury, management and outcome. *The Journal of bone and joint surgery. British volume.* 2012;94(6):799–804.
89. Hengg, C. et al. Cement augmentation of the proximal humerus internal locking system in elderly patients: A multicenter randomized controlled trial. *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 2019, 139, 927–942
90. Hertel R et al. Fractures of the proximal humerus in osteoporotic bone. *Osteoporos Int.* 2005; 16 Suppl 2:S65-72.
91. Hertel R et al. Predictors of humeral head ischemia after intracapsular fracture of the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg.* 2004;13(4):427–433.
92. Hessmann MH et al. Locked plate fixation and intramedullary nailing for proximal humerus fractures: a biomechanical evaluation. *J Trauma.* 2005;58(6):1194–1201.
93. Hessmann M et al. Plate fixation of proximal humeral fractures with indirect reduction: surgical technique and results utilizing three shoulder scores. *Injury.* 1999;30(7):453–462.

94. Hettrich, CM et al. Quantitative assessment of the vascularity of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 2010;92(4):943–948.
95. Hinds RM et al. Geriatric proximal humeral fracture patients show similar clinical outcomes to nongeriatric patients after osteosynthesis with endosteal fibular strut allograft augmentation. *J Shoulder Elbow Surg* 2015;24(6):889–896.
96. Hirschmann MT et al. Internal fixation of unstable proximal humerus fractures with an anatomically preshaped interlocking plate: a clinical and radiologic evaluation. *J Trauma.* 2007;63(6):1314-1323
97. Hintermann B et al. Rigid internal fixation of fractures of the proximal humerus in older patients. *J Bone Joint Surg Br.* 2000;82(8):1107–1112.
98. Horak J et al. Epidemiology of fracture of the upper end of the humerus. *Clin Orthop Relat Res.* 1975(112):250–253.
99. Hudak, P.L. et al. Development of an upper extremity outcome measure: the DASH (disabilities of the arm, shoulder and hand). The Upper Extremity Collaborative Group (UECG). *Am J Ind Med*, 29(6): 602-608, 1996
100. Hymes RA et al. Mechanisms of failure of locked-plate fixation of the proximal humerus: acoustic emissions as a novel assessment modality. *J Orthop Trauma.* 2013; 27:392-398.
101. Iannotti, JP et al. The normal glenohumeral relationships. An anatomical study of one hundred and forty shoulders. *J Bone Joint Surg Am.* 1992;74(4):491–500.
102. Ilchmann T et al. Non-operative treatment versus tension- band osteosynthesis in three- and four-part proximal humeral fractures. A retrospective study of 34 fractures from two different trauma centers. *Int Orthop.* 1998;22(5):316–320.
103. Iordens GI et al. The reliability and reproducibility of the Hertel classification for comminuted proximal humeral fractures compared with the Neer classification. *J Orthop Sci.* 2016;21(5):596–602.
104. Janssen, I. et al. Risk of cement leakage and pulmonary embolism by bone cement-augmented pedicle screw fixation of the thoracolumbar spine. *Spine J.* 2017, 17, 837–844.
105. Johnell O et al. An estimate of the worldwide prevalence and disability associated with osteoporotic fractures. *Osteoporos Int.* 2006;17(12):1726–1733.
106. Jones CB et al. Locked plating of proximal humeral fractures: is function affected by age, time, and fracture patterns? *Clin Orthop Relat Res.* 2011;469(12):3307–3316.
107. Jung SW et al. Factors that influence reduction loss in proximal humerus fracture surgery. *J Orthop Trauma.* 2015;29(6):276–282.
108. Kamineni, S et al. Anatomical considerations for percutaneous proximal humeral fracture fixation. *Injury.* 2004; 35(11):1133–1136.
109. Kammerlander, C et al. The use of augmentation techniques in osteoporotic fracture fixation. *Injury* 2016, 47, S36–S43.
110. Kannus P et al. Rate of proximal humeral fractures in older Finnish women between 1970 and 2007. *Bone.* 2009; 44(4):656–659.
111. Kathrein S et al. Biomechanical comparison of an angular stable plate with augmented and non- augmented screws in a newly developed shoulder test bench. *Clin Biomech* 2013; 28:273-7.
112. Katolik, L. I. et al: Normalization of the Constant score. *J Shoulder Elbow Surg*, 14(3): 279-285, 2005
113. Katsumi Takase et al. : Radiographic study of the anatomic relationships of the greater tuberosity. *J Shoulder Elbow Surg Volume 11, Number 6*
114. Kathagen JC et al. Cement augmentation of humeral head screws reduces early implant- related complications after locked plating of proximal humeral fractures. *Obere Extrem.* 2018; 13(2):123–129.
115. Kavuri, V et al. Complications Associated with Locking Plate of Proximal Humerus Fracture. *Indian J Orthop.* 2018 Mar-April; 52(2): 108-116
116. Kayalar M et al. [The importance of patient selection for the treatment of proximal humerus fractures with percutaneous technique]. *Acta Orthop Traumatol Turc.* 2009;43(1):35–41.
117. Keener JD et al. Outcomes after percutaneous reduction and fixation of proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2007;16(3):330–338.
118. Kelly, C.M. et al. The Use of a Surgical Grade Calcium Sulfate as a Bone Graft Substitute: Results of a Multicenter Trial. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2001, 382, 42–50.
119. Kennedy J et al. Effect of calcium triphosphate cement on proximal humeral fracture osteosynthesis: a cadaveric biomechanical study. *J Orthop Surg (Hong Kong).* 2013; 21(2):173–177
120. Kennedy J et al. Effect of calcium triphosphate cement on proximal humeral fracture osteosynthesis: a finite element analysis. *J Orthop Surg* 2013;21:167-72.
121. Keser S et al. Proximal humeral fractures with minimal displacement treated conservatively. *Int Orthop.* 2004;28(4):231–234.
122. Kim SH et al. Outcomes for four-part proximal humerus fractures treated with a locking compression plate and an autologous iliac bone impaction graft. *Injury, Int. J. Care Injured* 43 (2012) 1724-1731
123. Kim, SH et al. Epidemiology of humerus fractures in the United States: nationwide emergency department sample, 2008. *Arthritis Care Res (Hoboken).* 2012;64(3):407–414.
124. Kirchoff C et al. Outcome analysis following removal of locking plate fixation of the proximal humerus. *BMC Musculoskelet Disord.* 2008; 9:138.

125. Klepps, S et al. A cadaveric study on the anatomy of the deltoid insertion and its relationship to the deltopectoral approach to the proximal humerus. *J Shoulder Elbow Surg.* 2004;13(3):322–327.
126. Klug, Al. et al. Complications after surgical treatment of proximal humerus fractures in the elderly – an analysis of complication patterns and risk factors for reverse shoulder arthroplasty and angular – stable plating. *J Shoulder Elbow Surg* (2019) 1-11
127. Konrad G et al. Similar outcomes for nail versus plate fixation of three-part proximal humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res.* 2012;470(2):602–609.
128. Kontakis, GM et al. The position of the axillary nerve in the deltoid muscle. A cadaveric study. *Acta Orthop Scand.* 1999;70(1):9–11.
129. Kralinger, Franz et al. The Influence of Local Bone Density on the Outcome of One Hundred and Fifty Proximal Humeral Fractures Treated with a Locking Plate. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96:1026-32
130. Krappinger D et al. Predicting failure after surgical fixation of proximal humerus fractures. *Injury.* 2011;42(11):1283–1288.
131. Krappinger, D. et al. Preoperative assessment of the cancellous bone mineral density of the proximal humerus using CT data. *Skelet. Radiol.* 2012, 41, 299–304.
132. Kristiansen, B et al. Epidemiology of proximal humeral fractures. *Acta Orthop Scand.* 1987;58(1):75–77.
133. Kuang GM et al. Augmentation of a locking plate system using bioactive bone cement-experiment in a proximal humeral fracture model. *Geriatr Orthop Surg Rehabil.*2018; 9:2151459318795312.
134. Kyurkchiev B, Enchev D et al. Фрактури на проксималния хумерус: Анализ на резултатите след фиксация с ъглово стабилни заключващи плаки. 2019 Дисертационен труд.
135. Laflamme GY et al. Percutaneous humeral plating of fractures of the proximal humerus: results of a prospective multicenter clinical trial. *J Orthop Trauma.* 2008;22(3):153–158.
136. Law TY et al. Short-term projected use of reverse total shoulder arthroplasty in proximal humerus fracture cases recorded in humans's national private-payer database. *Am J Orthop (Belle Mead NJ).* 2017;46(1):E28– e31.
137. Lee CK et al. Post-traumatic avascular necrosis of the humeral head in displaced proximal humeral fractures. *J Trauma.* 1981;21(9):788–791.
138. Lee CW et al. Prognostic factors for unstable proximal humeral fractures treated with locking-plate fixation. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009; 18(1):83–88.
139. Lee SH et al. Risk factors for fractures of the proximal humerus: results from the EPIDOS prospective study. *J Bone Miner Res.* 2002;17(5):817–825.
140. Lehman C et al. The incidence of full thickness rotator cuff tears in a large cadaveric population. *Bull Hosp Jt Dis.* 1995;54(1):30–31.
141. Lescheid J et al. The biomechanics of locked plating for repairing proximal humerus fractures with or without medial cortical support. *J Trauma.* 2010;69(5):1235–1242.
142. Lewis KN et al. Mechanical and degradation behavior of polymer-calcium sulfate composites. *J. Mater. Sci.*
143. *Mater. Med.* 2006, 17, 531–537.
144. Lill H et al. Proximal humeral fractures: how stiff should an implant be? A comparative mechanical study with new implants in human specimens. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2003;123(2-3):74–81.
145. Little MT et al. The impact of preoperative coronal plane deformity on proximal humerus fixation with endosteal augmentation. *J Orthop Trauma.* 2014; 28:338–47.
146. Little MT et al. The impact of preoperative coronal plane deformity on proximal humerus fixation with endosteal augmentation. *J Orthop Trauma* 2014;28(6):338– 347.
147. Liu K et al. Advantage of minimally invasive lateral approach relative to conventional deltopectoral approach for treatment of proximal humerus fractures. *Med Sci Monit.* 2015; 21:496–504.
148. Liu, Z. et al. Use of a proximal humeral internal locking system enhanced by injectable graft for minimally invasive treatment of osteoporotic proximal humeral fractures in elderly patients: Humeral fractures in elderly patients. *Orthop. Surg.* 2011, 3, 253–258.
149. Machani B et al. Mid term results of PlantTan plate in the treatment of proximal humerus fractures. *Injury.* 2006;37(3):269–276.
150. Majed A et al. Proximal humeral fracture classification systems revisited. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011;20(7):1125–1132.
151. Maravic M et al. Incidence and cost of osteoporotic fractures in France during 2001. A methodological approach by the national hospital database. *Osteoporos Int.* 2005; 16(12):1475–1480.
152. Marongiu G. et al. Synthetic Bone Substitutes and Mechanical Devices for the Augmentation of
153. Osteoporotic Proximal Humera Fractures: A Systematic Review of Clinical Studies. *J.Funct.Biomater.*2020,11,29
154. Martetschläger, F et al. Plating of proximal humeral fractures. *Orthopedics.* 2012; 35:e1606–12.
155. Matassi F et al. Locking plate and fibular allograft augmentation in unstable fractures of proximal humerus. *Injury.* 2012; 43(11):1939–1942.
156. Mathison C et al. Biomechanical analysis of proximal humeral fixation using locking plate fixation with an intramedullary fibular allograft. *Clin Biomech (Bristol Avon).*2010; 25(7):642–646.

157. Matsuda M et al. Intramedullary bone-cement fixation for proximal humeral fracture in elderly patients. A report of 5 cases. *Acta Orthop Scand* 1999; 70:283–5.
158. Meier RA, Messmer P, Regazzoni P, et al. Unexpected high complication rate following internal fixation of unstable proximal humerus fractures with an angled blade plate. *J Orthop Trauma*. 2006;20(4):253–260.
159. Menendez ME et al. Does the timing of surgery for proximal humeral fracture affect inpatient outcome? *J Shoulder Elbow Surg* 2014;23:1257-62
160. Merchant, N et al. Can CT angiography replace conventional bi-planar angiography in the management of severe scapulothoracic dissociation injuries? *The American surgeon*. 2012; 78(8):875–882.
161. Micic ID et al. Analysis of early failure of the locking compression plate in osteoporotic proximal humerus fractures. *J Orthop Sci*. 2009;14(5):596–601.
162. Mittlmeier TW et al. Stabilization of proximal humeral fractures with an angular and sliding stable antegrade locking nail (Targon PH). *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-A Suppl 4:136–146.
163. Mochizuki, T et al. Humeral insertion of the supraspinatus and infraspinatus. New anatomical findings regarding the footprint of the rotator cuff. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90(5):962–969.
164. Moonot P et al. Early results for treatment of three- and four-part fractures of the proximal humerus using the PHILOS plate system. *J Bone Joint Surg Br*. 2007;89(9):1206–1209.
165. Nanda R et al. Does the presence of a full-thickness rotator cuff tear influence outcome after proximal humeral fractures? *J Trauma*. 2007;62(6):1436–1439.
166. Neer CS 2nd et al. Four-segment classification of proximal humeral fractures: purpose and reliable use. *J Shoulder Elbow Surg*. 2002;11(4):389–400.
167. Neer CS 2nd et al. Displaced proximal humeral fractures. I. Classification and evaluation. *J Bone Joint Surg Am*. 1970;52(6):1077–1089.
168. Neviasser AS et al. Endosteal strut augment reduces complications associated with proximal humeral locking plates. *Clin Orthop Relat Res*. 2011; 469(12):3300-3306
169. Nguyen TV et al. Risk factors for proximal humerus, forearm, and wrist fractures in elderly men and women: the Dubbo Osteoporosis Epidemiology Study. *Am J Epidemiol*. 2001; 153(6):587–595.
170. Nordqvist A et al. Incidence and causes of shoulder girdle injuries in an urban population. *J Shoulder Elbow Surg*. 1995;4(2):107–112.
171. Ohsfeldt RL et al. Fragility fracture-related direct medical costs in the first year following a no vertebral fracture in a managed care setting. *Osteoporosis Int*. 2006;17(2):252–258.
172. Olerud P et al. Internal fixation versus nonoperative treatment of displaced 3-part proximal humeral fractures in elderly patients: a randomized controlled trial. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011.
173. Olsson C et al. Increased fragility in patients with fracture of the proximal humerus: a case control study. *Bone*. 2004;34(6):1072–1077.
174. Osterhoff G et al. Medial support by fibula bone graft in angular stable plate fixation of proximal humeral fractures: an in vitro study with synthetic bone. *J Shoulder Elbow Surg*. 2011; 20(5):740–746.
175. Osterhoff G et al. Calcar comminution as prognostic factor of clinical outcome after locking plate fixation of proximal humeral fractures. *Injury*. 2012;43(10):1651–1656.
176. Osterhoff G et al. The calcar screw in angular stable plate fixation of proximal humeral fractures—a case study. *J Orthop Surg Res*. 2011;6:50.
177. Palvanen M et al. Update in the epidemiology of proximal humeral fractures. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;442:87–92.
178. Panagiotopoulou, V et al. Late screw-related complications in locking plating of proximal humerus fractures: a systematic review. *Injury* (2019)
179. Panchal, K. et al. Clinical and radiological outcomes of unstable proximal humeral fractures treated with a locking plate and fibular strut allograft. *Int. Orthop. (Sicot)* 2016, 40, 569–577.
180. Patterson, D et al. Increased Risk of 30-day postoperative complications for diabetic patients following open reduction-internal fixation of proximal humerus fractures: an analysis of 1391 patients from the American College of Surgeons National Surgical Quality Improvement Program database. *JSES Open Access* 1 (2017) 19-24
181. Pearl ML et al. Coronal plane geometry of the proximal humerus relevant to prosthetic arthroplasty. *J Shoulder Elbow Surg*. 1996;5(4):320–326.
182. Perren,S et al. Evolution of the internal fixation of long bone fractures. *J Bone Joint Surg [Br]* 2002;84-B:1093110
183. Petrigliano, Fr et al. Factors Predicting Complication and Reoperation Rates Following Surgical Fixation of Proximal Humeral Fractures. *J Bone Joint Surg Am*.2014; 96:1544-51
184. Ponce BA et al. The role of medial comminution and calcar restoration in varus collapse of proximal humeral fractures treated with locking plates. *J Bone Joint Surg Am*. 2013; 95:e113 (1-7),21
185. Radkowski, CA et al. An anatomic study of the cephalic vein in the deltopectoral shoulder approach. *Clin Orthop Relat Res*. 2006; 442:139–142.
186. Raiss P et al. Reverse shoulder arthroplasty for the treatment of nonunions of the surgical neck of the proximal part of the humerus (type-3 fracture sequelae). *J Bone Joint Surg Am*. 2014; 96(24):2070–2076.
187. RanganA et al. Surgical vs. non-surgical treatment of adults with displaced fractures of proximal humerus: the PROFHER randomized clinical trial. *Jama*.2015; 313(10):1037-1047

188. Rispoli, DM et al. The anatomy of the deltoid insertion. *J Shoulder Elbow Surg.* 2009; 18(3):386–390.
189. Roberts, T.T et al. Bone grafts, bone substitutes and orthobiologics: The bridge between basic science and clinical advancements in fracture healing. *Organogenesis* 2012, 8, 114–124.
190. Robertson, DD et al. Three-dimensional analysis of the proximal part of the humerus: relevance to arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2000;82-A(11):1594–1602.
191. Robinson CM et al. Severely impacted valgus proximal humeral fractures. Results of operative treatment. *J Bone Jt Surg Am.* 2003;85-A(9):1647–1655
192. Röderer G et al. Biomechanical in vitro assessment of screw augmentation in locked plating of proximal humerus fractures. *Injury* 2013;44(10):1327–1332.
193. Roderer, G et al. Second generation locked plating of proximal humerus fractures—A prospective multicenter observational study. *International Orthopedics (SICOT)* (2011) 35:425–432
194. Rosas S et al. Trends in surgical management of proximal humeral fractures in the Medicare population: a nationwide study of records from 2009 to 2012. *J Shoulder Elbow Surg.* 2016;25(4):608–613.
195. Roux A et al. Epidemiology of proximal humerus fractures managed in a trauma center. *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research* (2012) 98,715–719
196. Rowles DJ et al. Percutaneous pinning of the proximal part of the humerus. An anatomic study. *J Bone Joint Surg Am.* 2001;83-a(11):1695–1699.
197. Rusimov L et al. Does Supplemental intramedullary Grafting increase Stability of Plated Proximal Humerus Fractures? *J Orthop Trauma.* Vol.33, Number 4, April 2019
198. Rutten, MJ et al. Double line sign: a helpful sonographic sign to detect occult fractures of the proximal humerus. *Eur Radiol.* 2007;17(3):762–767.
199. Sabesan VJ et al. National trends in proximal humerus fracture treatment patterns. *Aging Clin Exp Res.* 2017.
200. Sanders RJ et al. Locking plate versus nonsurgical treatment for proximal humeral fractures: better midterm outcome with nonsurgical treatment. *J Shoulder Elbow Surg.* 2011.
201. Savin DD et al. Survey study suggests that reverse total shoulder arthroplasty is becoming the treatment of choice for four-part fractures of the humeral head in the elderly. *Int Orthop.* 2016;40(9):1919–1925.
202. Schairer WW et al. Arthroplasty treatment of proximal humerus fractures: 14-year trends in the United States. *Phys Sportsmed.* 2017;45(2):92–96.
203. Schliemann B et al. Screw augmentation reduces motion at the bone- implant interface: a biomechanical study of locking plate fixation of proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg* 2015; 24:1968-73.
204. Schliemann, B et al. Complex fractures of the proximal humerus in the elderly- outcome and complications after locking plate fixation. *Musculoskelet Surg* (2012) 96 (Suppl): S3-S11
205. Schnetzke, M. et al. Quality of Reduction Influences Outcome After Locked-Plate Fixation of Proximal Humeral Type-C Fractures. *J Bone Joint Surg Am.* 2016 Nov2;98(21):1777-1785
206. Seebeck, J et al. Effect of cortical thickness and cancellous bone density on the holding strength of internal fixator screws. *J. Orthop. Res.* 2004, 22, 1237–1242.
207. Seide K et al. Locked vs. unlocked plate osteosynthesis of the proximal humerus—a biomechanical study.
208. *Clin Biomech* (Bristol, Avon). 2007;22(2):176–182.
209. Seo, J.H. et al. Clinical Efficacy of Bone Cement Augmented Screw Fixation for the Severe Osteoporotic Spine. *Korean J. Spine* 2012, 9, 79.
210. Siebenbuerger G et al. Timing of surgery for open reduction and internal fixation of displaced proximal humeral fractures. *Injury, Int. J. Care Injured* 46S4 (2015) S58-S62
211. Siebenbürger, G. et al. Screw-tip augmentation versus standard locked plating of displaced proximal humeral fractures: A retrospective comparative cohort study. *J. Shoulder Elb. Surg.* 2019, 28, 1326–1333.
212. Siebenrock KA et al. The reproducibility of classification of fractures of the proximal end of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 1993;75(12):1751–1755.
213. Siffri PC et al. Biomechanical analysis of blade plate versus locking plate fixation for a proximal humerus fracture: comparison using cadaveric and synthetic humeri. *J Orthop Trauma.* 2006;20(8):547–554.
214. Singh A et al. The effect of osteoporosis management on proximal humeral fracture. *J Shoulder Elbow Surg.* 2015; 24:191-198
215. Sohn HS et al. Clinical comparison between open plating and minimally invasive plate osteosynthesis for displaced proximal humeral fractures: a prospective randomized controlled trial. *Injury.* 2017;48(6):1175–1182.^[11]
216. Somasundaram K et al. Proximal humeral fractures: the role of calcium sulphate augmentation and extended deltoid splitting approach in internal fixation using locking plates. *Injury* 2013; 44(4):481–487.
217. Sonderegger, J et al. Epidemiology, treatment and results of proximal humeral fractures: experience of a district hospital in a sports- and tourism area]. *Zentralbl Chir.* 2003; 128(2):119–124.
218. Spross, C et al. The PHILOS plate for proximal humeral fractures—Risk factors for complications at one year. *J Trauma Acute Care Surg.* 2012; 72:783-92
219. Sproul, R et al. A systematic review of locking plate fixation of proximal humerus fractures. *Injury, Int. J. Care Injured* 42 (2011) 408-413

220. Sturzenegger M et al. Results of surgical treatment of multifragmented fractures of the humeral head. *Arch Orthop Trauma Surg.* 1982;100(4):249–259.
221. Sudkamp, N et al. Open Reduction and Internal Fixation of Proximal Humeral Fractures with Use of the
222. Locking Proximal Humerus Plate. *J Bone Joint Surg Am.* 2009;91(6):1320-8
223. Tornetta P et al. Rockwood and Green's Fractures in adults. Ninth edition. Philadelphia: Wolter Kluwer, 2020 **219**.
- Teefey, SA et al. Shoulder sonography. State of the art. *Radiol Clin North Am.* 1999; 37(4):767–785, ix.
224. Tejwani NC et al. Functional outcome following one-part proximal humeral fractures: a prospective study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2008;17(2):216– 219.
225. Thanasas, Chr et al. Treatment of proximal humerus fractures with locking plates: A systematic review. *J Shoulder Elbow Surg* (2009) 18,837-844
226. Thomas, M.V. et al. Calcium sulfate: Properties and clinical applications. *J. Biomed. Mater. Res.* 2009, 88B, 597–610.
227. Unger S et al. The effect of in situ augmentation on implant anchorage in proximal humeral head fractures. *Injury* 2012;43(10):1759–1763.
228. Urban, R.M.; Turner, T.M. et al. Effects of altered crystalline structure and increased initial compressive strength of calcium sulfate bone graft substitute pellets on new bone formation. *Orthopedics* 2004, 27, s113s118;
229. Uzer G et al. Does grafting of the tuberosities improve the functional outcomes of proximal humeral fractures treated with reverse shoulder arthroplasty? *J Shoulder Elbow Surg.* 2017; 26(1):36–41.
230. Van Lieshout, E.M. et al. Microstructure and biomechanical characteristics of bone substitutes for trauma and orthopaedic surgery. *BMC Musculoskelet. Disord* 2011, 12, 34.
231. Visser CP et al. Nerve lesions in proximal humeral fractures. *J Shoulder Elbow Surg.* 2001; 10(5):421–427.
232. Voigt, C et al. Value of MRI in preoperative diagnostics of proximal humeral fractures compared to CT and conventional radiography]. *Unfallchirurg.* 2010; 113(5):378–385.
233. Voigt C et al. Are Polyaxially Locked Screws Advantageous in the Plate Osteosynthesis of Proximal Humeral Fractures in the Elderly ? A Prospective Randomized Clinical Observational Study. *J Orthop Trauma.* Volume 25, Number 10, Oct.2011
234. Wachtl SW et al. Treatment of proximal humerus fracture using multiple intramedullary flexible nails. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2000;120(3-4):171– 175.
235. Wagh, A.S. et al. Calcium Phosphate Cements. In *Chemically Bonded Phosphate Ceramics*; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2016; pp. 165–178, ISBN 978-0-08-100380-0.
236. Walsh, W.R. et al. Response of a calcium sulfate bone graft substitute in a confined cancellous defect. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2003, 228–236.
237. Wang, G et al. Meta-analysis of locking plate versus intramedullary nail for treatment of proximal humeral fractures. *Journal of Orthopedic Surgery and Research* (2015) 10:122
238. Wanner GA et al. Internal fixation of displaced proximal humeral fractures with two one-third tubular plates. *J Trauma.* 2003;54(3):536–544. SEP
239. Werner, Br et al. Obesity is associated with increased postoperative complications after operative management of proximal humerus fractures. *J Shoulder Elbow Surg* (2015) 24,593-600
240. Wijnman AJ et al. Open reduction and internal fixation of three and four-part fractures of the proximal part of the humerus. *J Bone Joint Surg Am.* 2002;84- a(11):1919–1925.
241. Wilmanns C et al. Rotator cuff alterations resulting from humeral head fractures. *Injury.* 2002; 33(9):781– 789.
242. Wirth AJ et al. Implant stability is affected by local bone microstructural quality. *Bone.* 2011; 49:473-478
243. Yamaguchi K et al. The demographic and morphological features of rotator cuff disease. A comparison of asymptomatic and symptomatic shoulders. *J Bone Joint Surg Am.* 2006;88(8):1699–1704.
244. Yang H et al. A prospective clinical study of proximal humerus fractures treated with a locking proximal humerus plate. *J Orthop Trauma.* 2011;25(1):11–17.
245. Yian,E.H. et al: The Constant score in normal shoulders. *J Shoulder Elbow Surg,* 14(2): 128-133,2005
246. Zarkadas, PC et al.. Neurovascular injuries in shoulder trauma. *Orthop Clin North Am.* 2008;39(4):483–490, vii.
247. Zettl R, Müller T, Topp T, Lewan U, Krüger A, Kühne C, et al. Monoaxial versus polyaxial locking systems: a biomechanical analysis of different locking systems for the fixation of proximal humeral fractures. *Int Orthop.* 2011;35:1245–50.
248. Zhang L et al. The clinical benefit of medial support screws in locking plating of proximal humerus fractures: A prospective randomized study. *Int Orthop.* 2011; 35:1655–61.
249. Zhu Y et al. Locking intramedullary nails and locking plates in the treatment of two-part proximal humeral surgical neck fractures: a prospective randomized trial with a minimum of three years of followup. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(2):159– 168.
250. Zhu L et al. Locking plate fixation combined with iliac crest bone autologous graft for proximal humerus comminuted fracture. *Chin Med J (Engl).* 2014; 127(9):1672–1676
251. Zyto K. et al. Non-operative treatment of comminuted fractures of the proximal humerus in elderly patients. *Injury.* 1998;29(5):349–352.