

ЮГОЗАПАДЕН УНИВЕРСИТЕТ „НЕОФИТ РИЛСКИ“

**ФАКУЛТЕТ „ОБЩЕСТВЕНО ЗДРАВЕ, ЗДРАВНИ
ГРИЖИ И СПОРТ “
КАТЕДРА „КИНЕЗИТЕРАПИЯ “**

Стелияна Стоянова Вълева

**ФУНКЦИОНАЛНИ РЕЗУЛТАТИ И
ПОСТОПЕРАТИВНА РЕХАБИЛИТАЦИЯ ПРИ
ФРАКТУРИ В ОБЛАСТТА НА ГЛЕЗЕННА
СТАВА**

АВТОРЕФЕРАТ

**на дисертационен труд
за присъждане на образователна и научна степен
“Доктор“
по професионално направление
7.4. Обществено здраве (Кинезитерапия)**

**Научен ръководител: Доц. д-р Любомира
Саздова**

**Рецензенти: доц. д-р Мария Граматикова,
проф. д-р Евгения Димитрова, ДН**

Благоевград, 2024 г.

Дисертационният труд съдържа 158 стандартни машинописни страници. Онагледен е с 77 таблици, 30 графики, 18 фигури, 43 снимки. Библиографската справка съдържа 145 заглавия, от които 21 на кирилица, 124 на латиница.

Председател на научното жури: доц. д-р Мария Граматикова

Членове на научното жури: доц. Д-р Стаменка Митова –
вътрешен член

Проф. Д-р Евгения Димитрова, ДН – външен член

Доц. Д-р Таня Груева – външен член

Доц. Д-р Таня Мегова – външен член

Защитата на дисертационния труд ще се състои на 03.09.2024 год. От 14:00 ч. в зала 111 на УК №8 на ЮЗУ „Неофит Рилски”.

Материалите по защитата са публикувани на интернет страницата на ЮЗУ „Неофит Рилски” и са на разположение на интересуващите се в университетската библиотека.

*Забележка:*Номерата на таблиците, графиките и фигурите в автореферата не съответстват на номерата в дисертационния труд.

ВЪВЕДЕНИЕ

Глезенно-ходилният комплекс поема сила от приблизително пет пъти телесното тегло по време на стоеж и нормално ходене и до тринадесет пъти телесно тегло по време на дейности като бягане (Neumann, 2016).

По време на ходене глезеът понася голямо натоварване, но костната и лигаментарната му структура позволяват да функционира с висока степен на стабилност и в сравнение с други стави, като тазобедрената или колянната, изглежда далеч по-малко податлив на дегенеративни процеси, като остеоартрит (Brockett & Chapman, 2016).

Фрактурите на глезена са едни от най-честите фрактури на долния крайник - 9% от всички фрактури (Lash et al., 2002). Обикновено те засягат млади мъже и по-възрастни жени, но под 50-годишна възраст (Singh et al., 2014).

Пациентите с фрактури на глезена могат да бъдат разделени на две групи: Група I - по-млади и физиологично здрави пациенти, които чупят глезените си по време на спорт или други дейности; Група II - възрастни хора, които са получили фрактури на глезена при нискоенергийни травми (Tengberg & Van, 2018).

Успешното оперативно лечение, както и рехабилитация на всяка фрактура е от решаващо значение за пълното функционалното възстановяване на пациента. Рехабилитацията е процес, ориентиран към пациента. Фокусът е върху предоставянето на терапевтични методики, които помагат на пациента да достигне оптимален физически и социален функционален резултат, както и предотвратяването на възможна дългосрочна нетрудоспособност поради нараняването.

Счупванията на глезена са инвалидизиращи за пациентите, като намаляват функционалните им възможности в зависимост от тежестта, за различен период от време. Провеждането на ранна и правилна рехабилитация свежда да минимум времето, в което пациентите са с намалени функционални възможности.

Поради сложната анатомия на глезенната става все още няма консенсус относно най-подходящите рехабилитационни методики.

В дисертационния труд се анализират резултати от различни проучвания относно различните кинезитерапевтични подходи и методики след фрактури в областта на глезена.

В настоящия дисертационен труд ние сме представили собствена методика за лечение след фрактурни състояния в областта на глезенна става, както и резултати получени при провеждането ѝ.

МЕТОДОЛОГИЯ НА НАУЧНОТО ИЗСЛЕДВАНЕ

РАБОТНА ХИПОТЕЗА

Разработването и прилагането на комплексна, научно-обоснована, специализирана рехабилитационна програма, включваща упражнения с еластично съпротивление, специализирани мануални техники и дълбока осцилация, би допринесло за по-бързото и ефективно функционално възстановяване на пациентите след оперативно лечение на фрактури в областта на глезенната става.

ЦЕЛ И ЗАДАЧИ НА ПРОУЧВАНЕТО

Цел: Да се проучи ефективността на разработена от нас рехабилитационна методика за функционално възстановяване след фрактури в областта на глезенната става, лекувани оперативно.

За постигане на тази цел си поставихме следните *задачи:*

1. Да се направи анализ на достъпната научна литература относно лечението и кинезитерапията при фрактури в областта на глезенната става.

2. Да се систематизира подходяща тестова батерия за функционално изследване на пациентите и обективизиране на получените резултати.
3. Да се разработи собствена рехабилитационна методика, включваща мануални техники, упражнения с различни видове еластично съпротивление и дълбока осцилация, в комплексното следоперативно възстановяване при фрактури в областта на глезенната става.
4. Да се приложи създадената от нас методика при достатъчен контингент от болни.
5. Въз основа на резултатите да се направи анализ на ефективността на разработената и апробирана от нас методика и да се формулират изводи и препоръки за практиката.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИ

1. Контингент на изследването

Настоящото изследване е извършено в период от 2 години и включва 30 пациенти (17 мъже и 13 жени) след хирургично лечение с метална остеосинтеза по повод фрактура/и в областта на глезенна става.

Пациентите са разпределени в две групи – експериментална група (50,00%, $n=15$) и контролна група (50,00%, $n=15$).

Изследването е проведено в амбулаторни условия и в условията на домашна рехабилитация.

Всички пациенти са преминали вторичен преглед при ортопед-травматолог, след наличие на консолидиране на костен калус и разрешение за частично обременяване на засегнатия долен крайник.

За целите на проучването въведохме следните включващи и изключващи критерии:

1. Критериите за включване:

- ✓ изолирани фрактури в областта на глезенна става, лекувани хирургично
- ✓ възраст >18 години
- ✓ способност за активно участие на пациента в КТ програма.

2. Критериите за изключване:

- ✓ фрактури на глезена, свързани с лигаментарна увреда;
- ✓ мускулно-скелетно увреждане на горните крайници и други части на долните крайници;
- ✓ съпътстващи патологии, които засягат способността за извършване на ежедневни дейности или процедурите за измерване;

Всички пациенти са прочели и подписали декларация за информирано съгласие, известие за защита на данните на изследваните лица, информация за изследваните лица, одобрени от Комисията по етика на научните изследвания (КЕНИ) на ЮЗУ „Неофит Рилски“.

РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА ПАЦИЕНТИТЕ

По-висок относителен дял (56,67%, $n=17$) имат пациентите от мъжки пол в сравнение с относителния дял на изследваните пациенти от женски пол (43,33%, $n=13$). Средната възраст на изследваните пациенти е 39,20 (SD±12,229) години с минимална възраст 22 години и максимална – 62 години.

Най-висок относителен дял имат пациентите с бималеоларна фрактура (73,33%, $n=22$), следвани от групата на пациентите с трималеоларно засягане (23,33%, $n=7$). В проучването е включен един пациент с унималеоларна фрактура (3,33%, $n=1$).

2. Методи за оценка на функционалното състояние

За оценка на функционалното състояние и проследяване на ефекта от приложената постоперативна кинезитерапевтична програма включихме следните

методи: сантиметрия (през метатарзалните кости, през малеолите, през най-широката част на подбедрицата, на 12 см от горния ръб на пателата), ъглометрия на глезенна става, мануално мускулно тестване (исшиокруралната мускулатура, m. quadriceps femoris, m. triceps surae, m. soleus, m. tibialis anterior, m. tibialis posterior, mm. peroneus longus et brevis), скала за оценка на стъпалото и глезена на Американската ортопедична Асоциация (AOFAS), визуална аналогова скала (BAS) за оценка на степента на болка, тест за баланс на един крак (one leg stance, OLS).

Всички измервания и изследвания, с изключение на скалата за оценка на стъпалото и глезена на Американската ортопедична асоциация - AOFAS и теста за статичен баланс, бяха извършени пет пъти: в деня на започване на рехабилитацията, на 14 ден, след края на първия месец, след края на третия месец и на шестия месец.

Попълването на скалата за оценка на стъпалото и глезена на Американската ортопедична асоциация беше извършено 3 пъти – в деня на започване на рехабилитацията, на третия месец и на шестия месец. Теста с баланс на един крак извършихме 3 пъти – края на първи месец, трети месец и шести месец.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА МЕТОДИКА НА КИНЕЗИТЕРАПИЯ

Обосновка относно избора на методи и средства на авторската методика на КТ

Ние считаме, че за да постигнем максимално добри функционални резултати би следвало да се прилагат всички подходящи средства и методи, без да има превалиране на едни или други. Всички усилия трябва да са насочени към удовлетворение от постигнатите резултати, както на пациента така и на нас, като професионалисти.

В изследването са приложени две методики – експериментална и стандартна. Стандартната методика се базира на традиционната за практиката КТ и е приложена на контролната група пациенти.

Експерименталната методика е разработена от нас. Базирана е на изискванията за функционално възстановяване на пациентите според протокола на Massachusetts General Hospital , 2021.

На пациентите в двете групи бе приложена сходна програма за кинезитерапия: пасивни упражнения, активно-асистирани и активни упражнения, упражнения за мобилност и стабилност на глезенна става,

прогресивни резистивни упражнения, както и упражнения за тренировка на баланса/ координацията; тренировка на походката; насърчаване за връщане към функционални дейности и работа.

За разлика от контролната група, при експерименталната включихме допълнително: *упражнения с еластично съпротивление, специализирани техники от мануалната терапия, дълбока осцилация.*

През първата фаза на кинезитерапията процедурите се провеждат ежедневно в амбулаторни условия (4 седмици), през втора фаза 3 пъти седмично в амбулаторни условия и 4 пъти седмично в домашна обстановка, след което пациентите изпълняват самостоятелно комплекс от упражнения в дома си до края на 6-я месец.

ФАЗА I НА КИНЕЗИТЕРАПИЯТА

1-4 СЕДМИЦА ОТ НАЧАЛОТО НА ПРОЦЕДУРИТЕ

3 – 6 ПОСТОПЕРАТИВНА СЕДМИЦА

През първия ден на КТ се правят всички измервания и изследвания. Информираме пациента за важността и точността при изпълнение на всички

упражнения. Обучаваме пациента в правилно ходене с помощни средства и обременяване според инструкциите на ортопеда. Началната кинезитерапия бе съсредоточена върху заздравяване на тъканта и намаляване на постоперативния възпалителен процес. Включването на нови упражнения трябва да става бавно и внимателно. Постепенно, към края на този период, се увеличава продължителността на процедурата, като пациентите се обучават в изпълнение на прости упражнения в домашни условия.

Етапна цел на КТ: Мобилизиране на глезена и профилактика на усложненията

Задачи и средства на КГ и ЕГ:

Задачи:

1. Редуциране на болката и отока;
2. Подобряване на местното кръвообращение и трофика в засегнатия долен крайник;
3. Мобилизиране на ставите на глезена и ходилото и подобряване на подвижността;
4. Активиране и тренировка на мускулите на глезена и ходилото;
5. Засилване на мускулите в незасегнатите стави на долния крайник;

6. Обучение в ходене с помощни средства, качване и слизане по стълби и други ДЕЖ.

Към задачите на експерименталната група добавихме:

7. Моделиране на мек и еластичен цикатрикс.

8. Подобряване на мекотъканната еластичност.

Средства:

1. Криотерапия
2. Изометрични контракции за мускулите на целия долен крайник (мускулите около глезенна става, m. quadriceps femoris)
3. Постизометрична релаксация за m. triceps surae
4. Активно – асистиращи и активни упражнения за глезенна става
5. Аналитични упражнения за тренировка на мускулите на глезена и ходилото
6. Активни упражнения за незасегнатите стави на оперирания долен крайник – пръсти на ходилото, ТБС и КС
7. Упражнения в отворена и затворена кинетична верига

Към средствата на експерименталната група

включихме:

8. Дълбока осцилация (*Deep Oscillation*)- 1. 120 Hz - 180 Hz – 10 мин.; 2. 10 Hz – 30 Hz – 10 мин.; 3. 85 Hz – 5 мин. (общо 25 минути).

9. Нежна мобилизация на цикатрикса във всички посоки след заздравяване на оперативната рана

10. Масаж на мускулите на подбедрицата, глезена и ходилото – избирателен масаж

11. Мануални ставно-мобилизационни техники за ставите на ходилото – талонавикуларна става (вентрално и дорзално плъзгане); тарзометатарзална става (дистракция, дорзално и вентрално плъзгане; субталарна става (еверзия, инверзия, без преминаване на тъканното съпротивление); талокрурална става (тракция към края на периода)

12. Упражнения за подобряване на проприорецепцията – За да се активират постуралните механизми, бяха използвани упражнения върху меки и нестабилни повърхности (като гимнастическа топка, тренажори за стабилност *Theraband*, стъпала от пяна, въздушни възглавнички за баланс, дъски за баланс и др.). Първоначално упражненията се изпълняват в позиция без тежест (седнали върху гимнастическа топка) и постепенно се преминава към позиция с тежест (изправени).

Критерии за преминаване към следваща фаза на възстановяване при контролната и експерименталната група:

- ✓ Болка < 3/10 по VAS
- ✓ Минимален оток
- ✓ Увеличен ОД на глезена

Противопоказания:

- ✓ Ставно мобилизационни техники за ставите в близост до мястото на фрактурата или такива, които изискват стабилизиране над мястото на фрактурата
- ✓ Инструментално подпомогната мобилизация на меките тъкани (IASTM) върху местата на фрактурата поне до 6 седмици след операцията

ФАЗА II НА КИНЕЗИТЕРАПИЯТА

5-8 СЕДМИЦА ОТ НАЧАЛОТО НА ПРОЦЕДУРИТЕ

7 – 10 ПОСТОПЕРАТИВНА СЕДМИЦА

През този период на всички пациенти е разрешено обременяване на крайника. Отокът е значително намалял, ОД в глезенна става е увеличен. Упражненията, които прилагаме са по-сложни и с повече повторения. През тази фаза повишаваме на

интензивността на упражненията и продължителността на процедурите.

Етапна цел на КТ: Оптимално функционално възстановяване на глезенната става

Задачи и средства за ЕГ и КГ

Задачи:

1. Възстановяване на обема на движение в глезенната става;
2. Възстановяване на мускулната сила и издръжливост;
3. Повлияване на спадането на свода на ходилото;
4. Обучение в правилен модел на ходене

Средства:

1. Активни упражнения за глезенна, КС и ТБС
2. Упражнения срещу съпротивление за глезенна, КС и ТБС
3. Упражнения в отворена кинетична верига и затворена кинетична верига
4. Упражнения с и на уреди
5. Тренировка на страничните стабилизатори на стъпалото (*m. fibularis longus et m. fibularis brevis*)
6. Упражнения за подобряване на походката

Към задачите на експерименталната група включихме и:

*6. Подобряване на проприорецепцията и баланса;
Към средствата на експерименталната група включихме и:*

- 1. Дълбока осцилация*
- 2. Дълбок, тонизиращ масаж за отслабената мускулатура*
- 3. Автостречинг за m. triceps surae*
- 4. Ексцентричен стречинг за m. triceps surae*
- 5. Леки ставни мобилизации на глезена - талокрурална става (вентрално плъзгане, доразално плъзгане, дистракция)*
- 6. Упражнения срещу еластично съпротивление – започваме с най-слабата лента, като постепенно увеличаваме съпротивлението*
- 7. Упражнения за равновесие, координация, проприорецепция - баланс в изправено положение с опора на двата долни крайника, като използвахме нестабилна повърхност (балансборд). Упражненията за равновесие при унилатерална опора се включват, когато пациентите толерират пълно обременяване на оперирания долен крайник*

8. *Ходене на бягаща пътека, след като походката е нормализирана*

Критериите за преминаване към следваща фаза на възстановяване:

- Без оток и болка след КТ
- Нормализирана походка
- ОД равен на контралатералната страна
- Увеличена сила на долните крайници
- Връщане към изпълнение на всички дейности (с изключение на спорт) до ниво от преди травмата.

ФАЗА III НА КИНЕЗИТЕРАПИЯТА

3 – 6 постоперативен месец

Цел на КТ: Пълно функционално възстановяване на
ОДА

През този период пациентите продължават да изпълняват самостоятелно, в домашна среда, комплекс от упражнения, като периодично се проследяват с контролни функционални изследвания. Съобразно функционалното им състояние комплексът от упражнения се актуализира.

Задачи и средства на ЕГ и КГ

Задачи:

1. Постигане на добър нервно-мускулен контрол на оперирания крайник при функционални дейности.
2. Възстановяване на правилните модели на движение при ДЕЖ

Средства:

1. Велотренировка
2. Упражнения с уреди и на уреди
3. Упражнения в затворена и отворена кинетична верига

Към средствата на експерименталната група включихме:

1. *Плиометрични упражнения*
2. *Упражнения срещу еластично съпротивление*

Методически указания: В последните етапи на рехабилитацията ексцентричните упражнения и контролирана плиометрия играят важна роля за връщане към нормална дейност. След като пациентите могат да се изправят на пръсти без да изпитват болка или могат да скачат на оперирания крак (единичен скок), могат да се върнат към спортната дейност. В повечето случаи това отнема от 6 месеца до една година.

РЕЗУЛТАТИ И АНАЛИЗ

1. Резултати от ВАС

Промени в самооценката за болка на пациентите от ЕГ и КГ на 1-вия ден преди кинезитерапията

Резултатите от проведеното изследване показват, че на първия ден от кинезитерапията средната оценка на болката в *експерименталната група* е 6,00 ($SD \pm 0,926$) с минимална стойност 4 и максимална стойност 8, а в *контролната група* пациентите са оценили нивото на болка със средна стойност 6,60 ($SD \pm 0,828$) с минимална стойност 4 и максимална – 8.

Промени в самооценката за болка на пациентите от ЕГ и КГ след шестмесечна кинезитерапия

Проведената оценка на степента на изпитвана болка в края на шестия месец показва, че тенденцията за намаляване на усещането за болка продължава и в двете групи пациенти. Средната стойност в контролната група е 0,47 ($SD \pm 0.516$), като подобрението в сравнение с първия ден е 92,88% или в абсолютни стойности 6,13. В експерименталната група в края на шестия месец след приложената кинезитерапия резултатите са по-добри от постигнатите при контролната група. Редукцията на

болката е с 98,83%, а установената средна стойност е 0,07 (SD±0.258).

Установената разлика в средните стойности на изследвания показател след провеждане на шестмесечна кинезитерапия показва, че тя е статистически значима ($p < 0.05$), което доказва, че проведената експериментална кинезитерапия оказва по-добър ефект върху овладяване на болковия синдром и респективно повишаване качеството на живот на пациентите.

2. Промени в обема на движение

Сравнителен анализ на дорзалната флексия на КГ и ЕГ на 1-вия ден

Средната стойност на дорзалната флексия на първия ден за контролната група е $-1,33^\circ$ (SD±3,811) с минимална стойност -10° и максимална 5° , а в експерименталната група установената средна стойност е $-1,67$ (SD±4,483) градуса с минимална стойност -10° и максимална 8° . Не се установи статистически значима разлика в средните стойности на изследвания показател за пациентите от контролната и експерименталната група ($p > 0.05$).

Таблица 1. Оценка на дорзалната флексия на пациентите от контролната и експерименталната група на 1-вия ден

Група	Min	Max	Mean	Std. Dev	p-value
-------	-----	-----	------	----------	---------

Експериментална	-10	8	-1,67	4,483	p>0.05
Контролна	-10	5	-1,33	3,811	

Състояние и промени в дорзалната флексия на пациентите от КГ и ЕГ след шестмесечна кинезитерапия

Средната стойност на дорзалната флексия на 6-тия месец за контролната група е 13,07° (SD±1,944) с минимална стойност 10° и максимална 16°, а в експерименталната група установената средна стойност е 19,07° (SD±0,799) с минимална стойност 18° и максимална 20°. Разликата в средните стойности на обема на дорзална флексия за пациентите от експерименталната и контролната група е статистически значима (p<0.05).

Таблица 2. Оценка на дорзалната флексия на пациентите от контролната и експерименталната група на 6-тия месец

Група	Min	Max	Mean	Std. Dev	p-value
Експериментална	18	20	19,07	0,799	p<0.05
Контролна група	10	16	13,07	1,944	

Сравнителен анализ на плантарната флексия на КГ и ЕГ на 1-вия ден

Средната стойност на плантарна флексия на първия ден за контролната група е 24,80° (SD±1,207) с минимална стойност 23° и максимална 28°, а в експерименталната група установената средна стойност е 25,13° (SD±0,834) с минимална стойност 24° и максимална 28°. Не се установи статистически значима разлика в средните стойности на изследвания показател за пациентите от контролната и експерименталната група ($p>0.05$).

Таблица 3. Оценка на плантарната флексия на пациентите от контролната и експерименталната група на 1-вия ден

Група	Min	Max	Mean	Std. Dev	p-value
Експериментална	24	26	25,13	0,834	p>0.05
Контролна	23	28	24,80	1,207	

Състояние и промени в плантарната флексия на пациентите от КГ и ЕГ след шестмесечна кинезитерapia

Средната стойност на плантарната флексия на 6-тия месец за контролната група е 34,07° (SD±1,751) с минимална стойност 30° и максимална 36°, а в експерименталната група установената средна стойност е 44,80° (SD±0,941) с минимална стойност 42° и максимална 45°. Разликата в средните стойности на обема на плантарната флексия за пациентите от

експерименталната и контролната група е статистически значима ($p < 0.05$).

Таблица 4. Оценка на плантарната флексия на пациентите от контролната и експерименталната група на 6-тия месец

Група	Min	Max	Mean	Std. Dev	p-value
Експериментална	42	45	44,80	0,941	p<0.05
Контролна група	30	36	34,07	1,751	

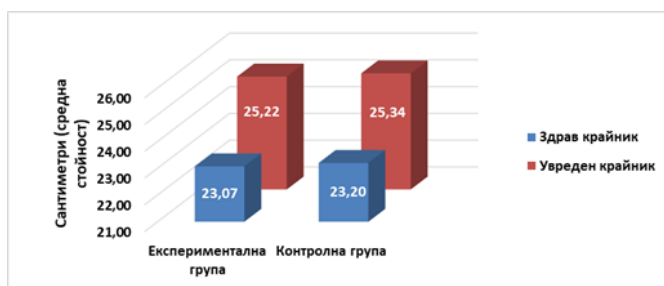
3. Резултати от сантиметрия

Резултати от сантиметрия през метатарзалните кости на увредения крайник преди започване на кинезитерапия

Резултатите от проведената сантиметрия през метатарзалните кости на здравия и оперирания крайник през 1-ви ден преди започване на кинезитерапия показваха, че средната обиколка на увредения крайник на пациентите от двете групи е по-голяма от обиколката на здравия крайник.

В експерименталната група разликата в обиколките през метатарзалните кости на увреден-здрав крайник е 2,15 см., което е увеличаване на обиколката с 9,32%.

В контролната група се установяват аналогични резултати - средната обиколка през метатарзалните кости на увредения крайник показва 9,22% увеличаване, което изразено в абсолютна стойност показва увеличаване на обиколката на увредения крайник с 2,14 см.

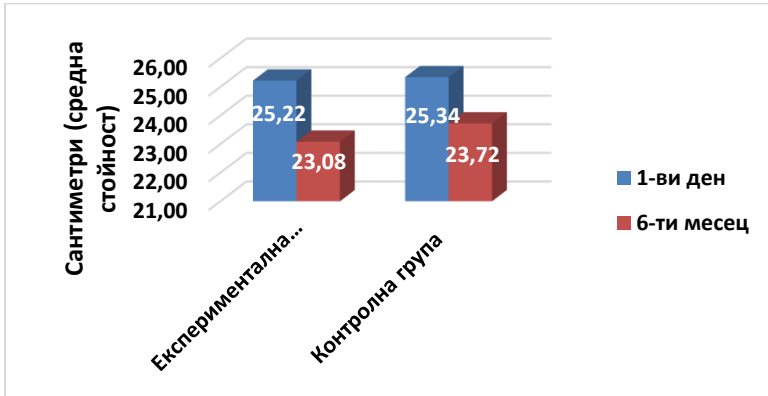


Графика 1. Средна стойност на обиколката през метатарзалните кости на увреден-здрав долен крайник през 1-ви ден преди кинезитерапия

Резултати от сантиметрия през метатарзалните кости на увредения крайник след шестмесечна кинезитерапия

На 6-тия месец от провеждането на кинезитерапията и за двете групи продължава да се установява понижаване на средния размер на обиколката през метатарзалните кости на увредения крайник. В експерименталната група показателя се променя до 23,08 см., което

съответства на процентна промяна от 8,48% спрямо първи ден или 2,14 см. понижаване в абсолютна стойност. В контролната група се отчита понижаване с 1,62 см., което изразено в процентно отношение дава понижаване с 6,39%.

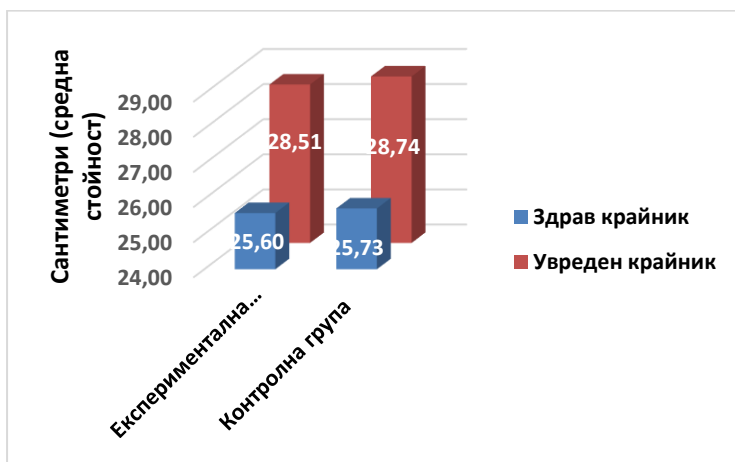


Графика 2. Средна стойност на обиколката през метатразалните кости на увредения крайник след шестмесечна кинезитерapia

Разликата в средните стойности на изледвания показател на шестия месец от провеждането на кинезитерapiята за контролната група ($M=23,72$, $SD=2,899$) и експерименталната група ($M=23,08$, $SD=2,566$) е статистически значима при ниво на значимост $p=0,346$.

Резултати от сантиметрия през малеолите на увредения крайник преди започване на кинезитерapia

Резултатите от проведената сантиметрия през малеолите на здравия и увредения крайник през 1-ви ден преди започване на кинезитерapiaта показва, че средната обиколката на увредения крайник на пациентите от двете групи е по-голяма от обиколката здравия крайник. Това се дължи на следоперативния оток в областта на глезенна става.

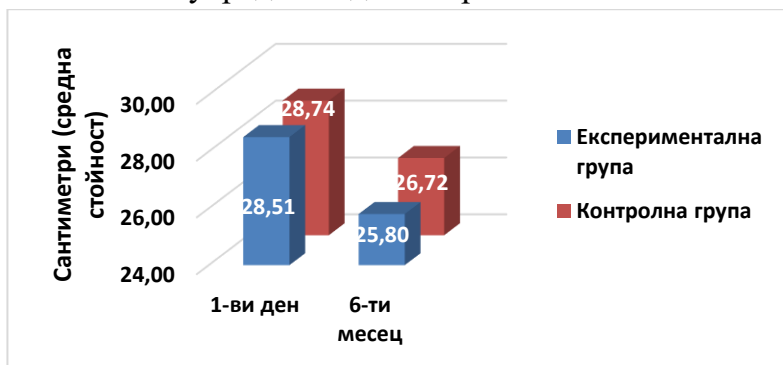


Графика 3. Средна стойност на обиколката през малеолите на увреден-здрав долен крайник през 1-ви ден преди кинезитерapia

Двете групи са сравнително еднакви по отношение на изследвания показател през 1-ви ден преди започване на кинезитерapiaта.

Резултати от сантиметрия през малеолите на увредения крайник след шестмесечна кинезитерапия

На 6-тия месец от провеждането на кинезитерапията и за двете групи продължава да се установява понижаване на отока около малеолите на увредения крайник. В експерименталната група показателят се променя до 25,80 см., което съответства на процентна промяна от 9,51% спрямо първи ден или 2,71 см. понижаване в абсолютна стойност. В контролната група се отчита понижаване с 2,02 см., което изразено в процентно отношение дава понижаване с 7,03% на обиколката през малеолите на увредения долен крайник.



Графика 4. Средна стойност на обиколката през малеолите на увредения крайник след шестмесечна кинезитерапия

Разликата в средните стойности на изследвания показател на шестия месец от провеждането на кинезитерапията за контролната група ($M=26,72$,

SD=3,504) и експерименталната група (M=25,80, SD=2,597) е статистически значима при ниво на значимост $p=0,039$.

Резултати от сантиметрия през най-широката част на подбедрицата на увредения крайник преди започване на кинезитерация

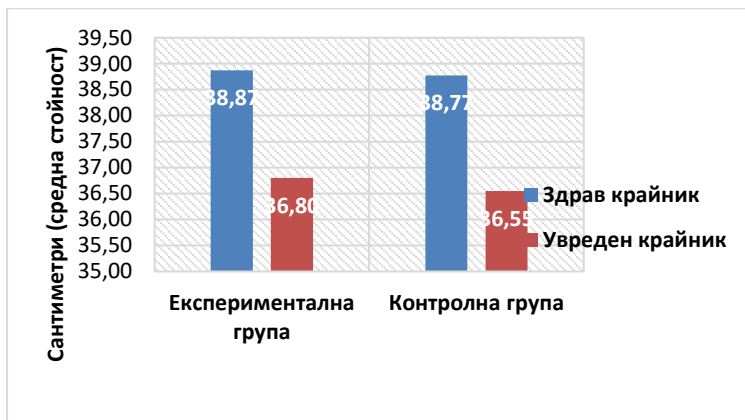
Резултатите от проведената сантиметрия през най-широката част на подбедрицата на здравия и увредения крайник през 1-ви ден преди започване на кинезитерация показва, че средната обиколката на увредения крайник на пациентите от двете групи е по-малка от обиколката здравия крайник.

Смятаме, че установената разлика в обиколката на подбедрицата на здрав-уреден крайник на първи ден и за двете групи се дължи на мускулната хипотрофия, причинена от обездвижването на пациентите.

В експерименталната група разликата в обиколките през подбедрицата на увреден-здрав крайник е 2,07 см., което показва намаляване на обиколката с 5,32% на увредения крайник в сравнение с тази на здравия.

В контролната група се установяват аналогични резултати - средната обиколка през подбедрицата на

увредения крайник е 36,55 см. (SD±4,609) и 38,77 см. (SD±4,263) на здравия крайник (разлика от 2,22см.), което показва 5,73% намаляване на обиколката през подбедрицата на увредения крайник.

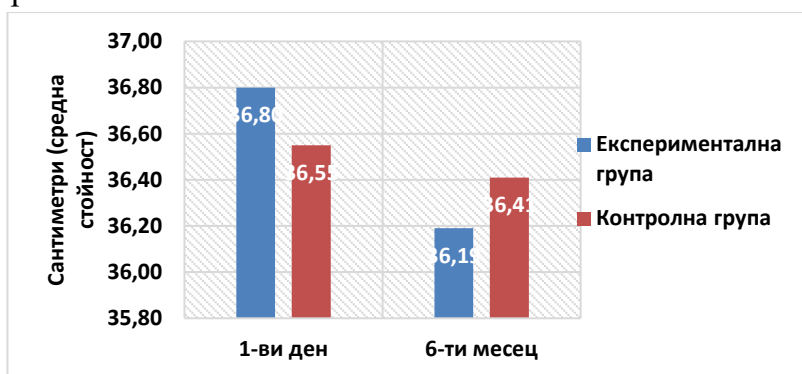


Графика 5. Средна стойност на обиколката през подбедрицата на увреден-здрав долен крайник през 1-ви ден преди кинезитерапия

Резултати от сантиметрия през подбедрицата на увредения крайник след шестмесечна кинезитерапия

В края на шести месец от провеждането на кинезитерапията и за двете групи продължава понижаването на разликата на средния размер на обиколката през най-широката част на подбедрицата на увредения крайник и за двете групи. В експерименталната група показателят се променя до

36,19 см., което съответства на процентна промяна от 1,66% спрямо първи ден на оценка или 0,61 см. понижаване в абсолютна стойност. При контролната група се отчита понижаване с 0,14 см., което изразено в процентно отношение дава понижаване с 0,38% на обиколката през подбедрицата на увредения долен крайник.



Графика 6. Средна стойност на обиколката през подбедрицата на увредения крайник след шестмесечна кинезитерapia

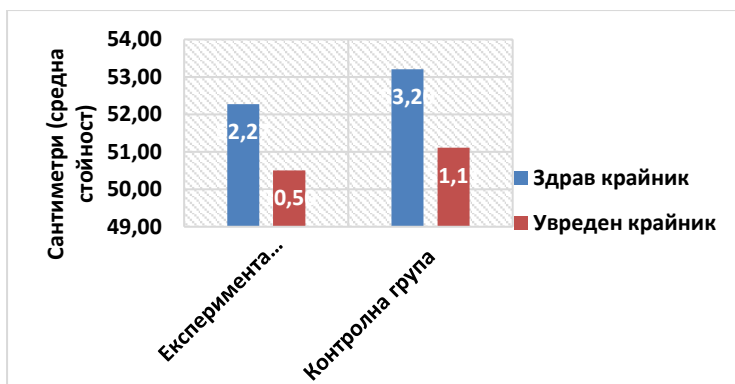
Разликата в средните стойности на изследвания показател на шестия месец от провеждането на кинезитерapiята за контролната група ($M=36,41$, $SD=4,539$) и експерименталната група ($M=36,19$, $SD=5,220$) е статистически значима при ниво на значимост $p=0,025$.

Резултати от сантиметрия през бедрото преди започване на кинезитерapia

Резултатите от проведената сантиметрия на 12 см. от горния ръб на пателата на здравия и увредения крайник през 1-ви ден преди започване на кинезитерапия показва, че средната обиколка на увредения крайник на пациентите от двете групи е по-малка от обиколката здравия крайник.

В експерименталната група разликата в обиколките през бедрото на увреден-здрав крайник е 1,77 см., което показва намаляване на обиколката с 3,39% на увредения крайник в сравнение с обиколката на здравия.

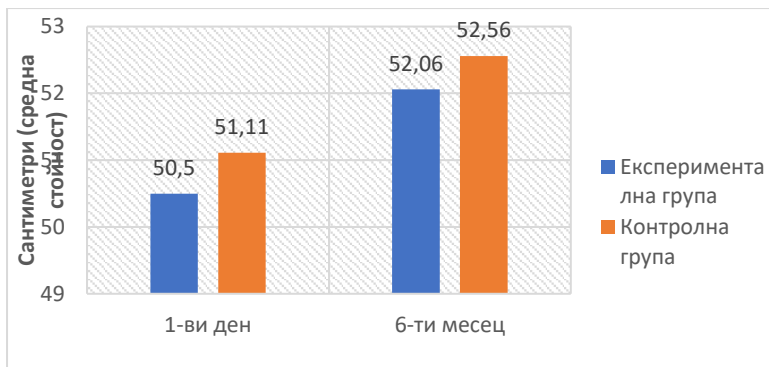
В контролната група се установяват аналогични резултати - средната обиколка през бедрото на увредения крайник е 51,11 см. ($SD\pm 5,463$) и 53,20 см. ($SD\pm 5,441$) на здравия крайник. Това показва 3,93% намаляване на обиколката през бедрото на увредения крайник, което изразено в абсолютна стойност е 2,09 см.



Графика 7. Средна стойност на обиколката през бедрото на увреден-здрав долен крайник през 1-ви ден преди кинезитерапия

Резултати от сантиметрия през бедрото на увредения крайник след шестмесечна кинезитерапия

На 6-тия месец от провеждането на кинезитерапията и за двете групи продължава да се установява увеличаване на средния размер на обиколката през бедрото на увредения крайник. В експерименталната група показателят се променя до 52,06 см., което съответства на процентна промяна от 3,09% спрямо първи ден на изследване или 1,56 см. повишаване в абсолютна стойност. В контролната група се отчита увеличаване с 1,45 см., което изразено в процентно отношение показва повишаване с 2,75% на обиколката през бедрото на увредения долен крайник.



Графика 8. Средна стойност на обиколката през бедрото на увредения крайник след шестмесечна кинезитерapia

4. МУСКУЛНО МАНУАЛНО ТЕСТВАНЕ (ММТ)

Резултати от ММТ на ишиокруралната мускулатура на увредения долен крайник на пациентите

В проведеното изследване за диагностика на изходното състояние на показателя през 1-вия преди кинезитерapia е установено, че всички пациенти от контролната и експерименталната група са с оценки от 4 (100,00%, n=15).

След **шестмесечна кинезитерпия** в контролната група относителният дял на пациентите с оценка 4 е 40,00% (n=6), а останалите 60,00% (n=9) имат оценка 5, докато в експерименталната група малко над 1/5 от пациентите

(26,67%, n=4) имат оценка 4, а максимална оценка 5 е установена при 73,33% (n=11).

Резултати от ММТ на m. quadriceps femoris на увредения долен крайник на пациентите

В проведеното изследване за оценка на изходното състояние на показателя през 1-вия преди започване на кинезитерапия в контролната група се установи, че 60,00%, (n=9) от пациентите са оценка на показателя 4, а останалите 40,00% (n=6) имат оценка 5. В експерименталната група 73,33% (n=11) от пациентите са с оценка 4, а 26,67% (n=4) имат максимална оценка на показателя - 5.

Резултати от ММТ на m. triceps surae увредения долен крайник на пациентите

В проведеното изследване за оценка на изходното състояние на показателя през 1-вия преди започване на кинезитерапия при контролната група се установи, че 26,67% (n=4) от пациентите са оценка на показателя 2, а останалите 73,33% (n=11) имат оценка 3. В експерименталната група 40,00% (n=6) от пациентите са с оценка 2, а 60,00% (n=9) покриват критериите за оценка 3 по изследвания показател.

В края на анализирания период в контролната група се установяват 73,33% (n=11) с оценка 4 и 26,67% (n=4) с оценка 5. В експерименталната група за същия период най-висок относителен дял имат пациентите с оценка 5 (80,00%, n=12), а тези с оценка 4 представляват 20,00% (n=3).

Резултати от ММТ на m. soleus увредения долен крайник на пациентите

В проведеното изследване за диагностика на изходното състояние на показателя през 1-вия преди кинезитерапия в контролната група се установи, че 20,00% (n=3) от пациентите са оценка на показателя 2, а останалите 80,00% (n=12) имат оценка 3. В експерименталната група 40,00% (n=6) от пациентите са с оценка 2, а 60,00% (n=9) имат оценка 3.

В края на анализирания период в контролната група се установяват 73,33% (n=11) с оценка 4 и 26,67% (n=4) с оценка 5. В експерименталната група за същия период на оценка най-висок относителен дял имат пациентите с оценка 5 (80,00%, n=12), а тези с оценка 4 представляват 20,00% (n=3).

Резултати от ММТ на m. tibialis anterior на увредения долен крайник на пациентите

В проведеното изследване за диагностика на изходното състояние на показателя през 1-вия ден преди започване

на кинезитерапия в контролната група се установи, че 60,00% (n=9) от пациентите са оценка на показателя 1, а останалите 40,00% (n=6) имат оценка 2. В експерименталната група 73,33% (n=11) от пациентите са с оценка 1, а 26,67% (n=4) имат оценка 2.

В края на анализирания период в контролната група се установяват 33,33% (n=5) с оценка 3 и 66,67% (n=10) с оценка 4. В експерименталната група за същия период най-висок относителен дял имат пациентите с оценка 5 (60,00%, n=9), тези с оценка 4 представляват 33,33% (n=5), а с оценка 3 са 6,67% (n=1).

Резултати от ММТ на M. tibialis posterior увредения долен крайник на пациентите

В проведеното изследване за диагностика на изходното състояние на показателя през 1-вия преди кинезитерапия в контролната група се установи, че 53,33% (n=8) от пациентите са оценка на показателя 2, а останалите 46,67% (n=7) имат оценка 3 по ММТ. В експерименталната група 73,33% (n=11) от пациентите са с оценка 3, а 26,67% (n=4) имат оценка 2.

В края на анализирания период в контролната група се установяват 13,33% (n=2) с оценка 5, докато в експерименталната група относителният дял на пациентите, оценени с 5 е 46,67%, (n=7).

***Резултати от ММТ на тт. peroneus longus et brevis
на увредения долен крайник на пациентите след
кинезитерапия***

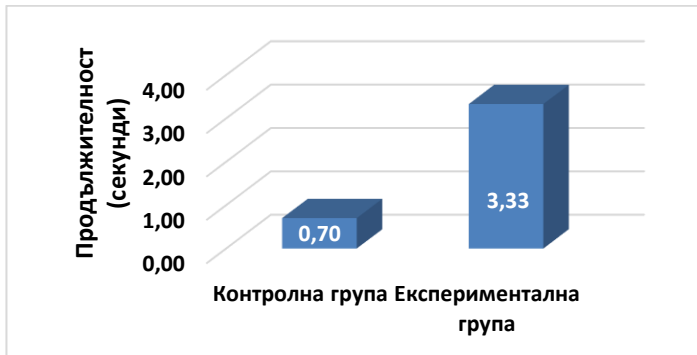
В проведеното изследване за диагностика на изходното състояние на показателя през 1-вия преди кинезитерапия в контролната група се установи, че 20,00% (n=3) от пациентите са оценка на показателя 2, а останалите 80,00% (n=12) имат оценка 3. В експерименталната група 33,33% (n=5) от пациентите са оценени с 2, а 66,67% (n=10) имат оценка 3.

В края на анализирания период в контролната група се установява най-висок относителен дял (93,33%, n=14) на пациентите с оценка 4, докато в експерименталната група 66,67% (n=10) са с максимален резултат от 5 точки.

5. Резултати от изследването на баланса (OLS)

Получените от проведеното изследване за оценка на баланса данни, един месец след започване на кинезитерапията, показват значително ограничени възможности на пациентите. Отчетеното време за задържане при теста за баланс на увредения долен крайник при контролната група показва средна стойност от 0,70 (SD±0.254) секунди, с минимална - 0 и максимална 0,9 сек. В експерименталната група се наблюдава време на баланс на увредения долен крайник

средно от 3,33 (SD±0.772) секунди с минимална продължителност 2,5 секунди и максимална - 5 секунди.



Графика 9. Средна продължителност на баланс на увредения крайник на пациентите в края на 1-вия месец след кинезитерация (в секунди)

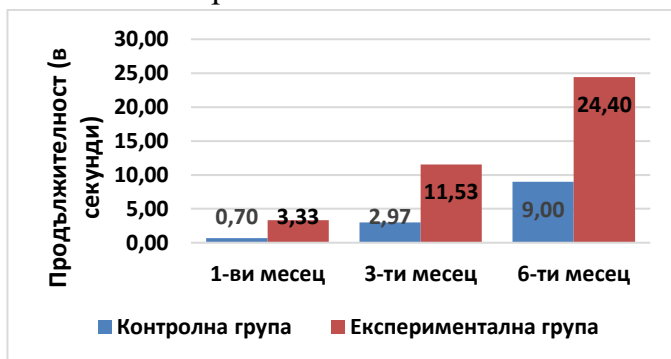
Статистическият анализ на данните показва, че установената разлика в стойността на показателя за баланс на един крак в края на 1-вия месец е статистически значима ($p < 0.05$).

Промени в баланса на увредения крак през 6-тия месец след кинезитерацията

Средната стойност на продължителността на баланса на един крак се повишава от 2,97 (SD±0,481) секунди през 3-тия месец до 9,00 (SD±1,210) секунди на 6-тия месец за **контролната група**. В **експерименталната група** се установява аналогично подобрение на изследвания показател – от 11,53

(SD±1.866) секунди през 3-тия месец до 24,40 (SD±3.699) секунди в края на 6-тия месец след провеждане на експерименталната кинезитерапевтична методика.

От изчислената Р-стойност се вижда, че разликата в средните стойности на показателя за баланс на един крак в края на 6-тия месец е статистически значима при ниво на значимост $p < 0.001$.

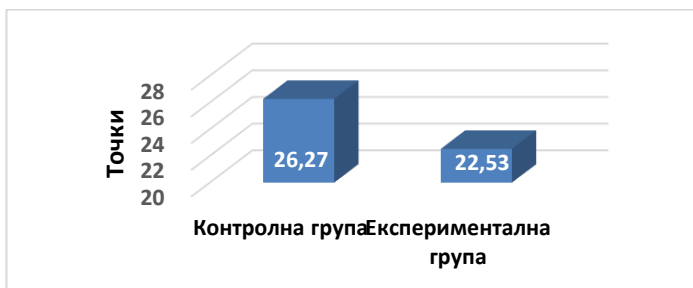


Графика 10. Динамика в промяна на средната стойност на продължителността на баланса на един крак

6. Промени в скалата за оценка на стъпалото и глезена на американската ортопедична асоциация (AOFAS)

Промени в AOFAS скалата на 1-ви ден

При започване на кинезитерапията средната стойност на скалата за функционална оценка в *контролната група* е 22,53 (SD±7,782) с минимална стойност на показателя 18 и максимална 39. В *експерименталната група* средната стойност е 26,27 (SD±6.053) с минимална стойност 18 и максимална 39. Тези данни показват, че пациентите от двете групи са със значително ограничение на функционалните възможности. Абсолютната разлика между средните стойности на скалата за експерименталната и контролната група е 3,74.

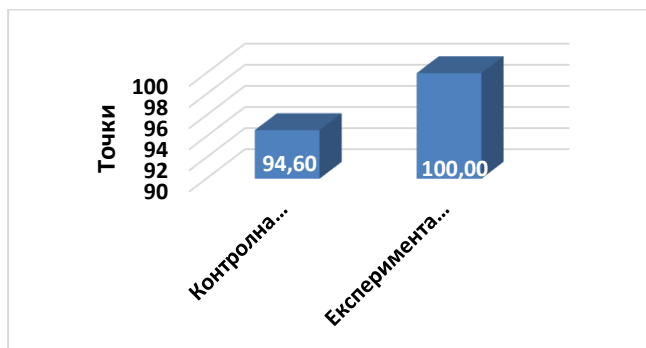


Графика 11. Средна стойност по АОФАС на 1-ви ден за експерименталната и контролната група

Промени в АОФАС на 6-тия месец

В края на 6-ти месец при абсолютно всички пациенти от *експерименталната група* се установиха резултати от 100 точки по AOFAS. В *контролната група* при малко над половината от пациентите се отчете максимален резултат от 100 точки (53,30%, n=8), а при останалите 46,70% резултатите варират в интервала от 85 до 90 точки.

Средната стойност на показателя за контролната група е 94,60 (SD±94.60) с минимална стойност 85 точки и максимална 90 точки.



Графика 12.

Средна стойност по АОФАС на 6-ия месец за експерименталната и контролната група

Установената разлика в средните стойности на изследвания показател след провеждане на шестмесечна кинезитерапия показва, че тя е статистически значима ($p < 0.05$), което потвърждава, че проведената експериментална кинезитерапия подобрява значително

състоянието на пациентите съгласно скалата за оценка на стъпалото и глезена на Американската ортопедична асоциация.

V. ДИСКУСИЯ

Анализът на резултатите от приложената от нас методика потвърждава положителния ефект от навременно приложената и правилно структурирана рехабилитация. По-добрите резултати получени при пациентите от експерименталната група свързваме с правилния подбор и комбинация на средствата в авторската методика, които приложихме.

Обобщение на резултатите от ВАС и сантиметрия:

При изследването на пациентите и от двете групи на първия ден преди началото на кинезитерапията се установи силна болка, както и оток в областта на глезенната става и ходилото. Те до голяма степен ограничават движенията на засегнатия долен крайник и влошават качеството на живот на пациентите.

След провеждане на двуседмична кинезитерапия отчетохме понижаване на болката и отока около малеолите и през метатарзалните кости и при двете групи. По-значително понижаване на болката и отока се установи в експерименталната група. Смятаме, че това се дължи на приложението на дълбока осцилация. В проучване на Mratskova et al. от 2018 е установено, че

редукцията на болковата симптоматика след приложение на дълбока осцилация може да се задържи и три месеца след процедурата (Mratskova et al., 2018). Тенденцията за по-бързото намаляване на болката и отока при пациентите от експерименталната група продължава до края на проследявания период – шести месец. Резултатът по отношение на болката и отока на нашия контингент от пациенти потвърждава резултата от проучването на Mratskova et al. (2018).

Най-бързо повлияване на болковата симптоматика отчитаме през Фаза I на кинезитерапията. Това е и фазата през, която най-активно прилагаме дълбоката осцилация и криотерапията. От направените анализи установихме, че и обема на движение се повлиява най-бързо през през Фаза I на кинезитерапията. Смятаме, че до голяма степен това се дължи на намаляване на болковата симптоматика и отока.

Анализът на резултатите от направената сантиметрия на бедро и подбедрица показват значителна мускулна хипотрофия и при двете групи пациенти. Това се дължи на обездвижването и липсата на обременяване на оперирания крайник на пациентите през първите 2-3 седмици след операцията.

В свое проучване от 2004 Stevens et al, установяват, че повече от 50% от мускулната хипотрофия е настъпила през първите 2 седмици от обездвижването,

а повече от 50% от мускулната хипертрофия е настъпила през първите 5 седмици от рехабилитацията (Stevens et al, 2004).

Динамиката на резултатите показва, че въпреки проведената кинезитерапия на 14-ти ден все още се наблюдава понижаване на обиколката на подбедрицата и при двете групи пациенти, като за експерименталната понижаването е в по-голяма степен. Смятаме, че продължаващото понижаване на показателя при това контролно изследване се дължи на намаляването на следоперативния оток в областта на подбедрицата, а не на задълбочаваща се мускулна хипотрофия. Именно заради това отчитаме този резултат като положителен, а не като отрицателен. Според нас по-бързото разнасяне на следоперативния оток в областта на подбедрицата на пациентите от експерименталната група се дължи на приложението на дълбока осцилация и отточен масаж.

Направените в края на първия месец измервания на обиколката на подбедрицата показват тенденция за намаляване разликата на обиколките при пациентите от експерименталната група, което е знак за хипертрофия на мускулите вследствие на провежданата кинезитерапия. Този процес се запазва до края на шести месец. Хипертрофията на мускулите е най-голяма през фаза II и фаза III на кинезитерапията. През тези фази

започнахме да прилагаме упражненията срещу еластично съпротивление за глезенна става, увеличихме повторенията и включихме повече упражнения за мускулна сила. Свързваме по-бързата хипертрофията на мускулите на бедро и подбедрица в експерименталната група с приложението на упражненията срещу еластично съпротивление. Проверката на статистическата значимост на установените разлики в резултатите от средните обиколки през бедрото и подбедрица на увредения крайник за контролната и експерименталната група през целия период на проследяване установява ниво на статистическа значимост $P \leq 0,05$, от което следва, че постигнатите резултати за двете групи са статистически значими.

Обобщение на резултатите от проведената ъглометрия:

Нормалният обем на движение в глезенната става е необходимо условие за осъществяване на функционални дейности като ходене, бягане, клякане и изкачване/ слизане по стълби и др (Fong et al., 2011). Успешното изпълнение на цикъла на походката зависи от високо координираната мускулна активност на целия долен крайник, което позволява стабилност и контрол. Обемът на движение, които се изисква за нормална походка по време на маховата фаза при пълния контакт на стъпалото със земята е 15° плантарна флексия и 5-

10° дорзална флексия за края на средната опора. През маховата фаза е необходим ОД от 10° плантарна флексия. Общия ОД, който се изисква е от 10° дорзифлексия до 20° плантарна флексия (Попов, 2009). Ограниченият обем на движение, болката, отока, нарушената проприоцепция водят и до нарушение на походката.

Остатъчната ограничена дорзална флексия на глезена е често срещана след фрактури и лигаментарни увреди.

Първоначалните резултати от ъглометрията при нашия контингент от пациенти показваха значително ограничение в обема на движение, както за плантарна, така и за дорзална флексия и при двете групи.

След двуседмично приложение на експерименталната кинезитерапевтична методика отчитаме положителни резултати по отношение на обема на движение в глезенна става.

Плантарната флексия се подобрява по-бързо от дорзалната флексия. По-значителното подобрение на движението се наблюдава през фаза I и II на кинезитерапията. Смятаме, че по-бързото възстановяване на плантарната флексия е и заради запазената функция на плантарните флексори на пръстите, които допринасят за запазване на 15% от силата на движението.

До голяма степен ограничената дорзална флексия се дължи и на хипертонус на *m. triceps surae*. Дорзалната флексия при нашия контингент от пациенти се повлиява най-много през фаза I и фаза II на кинезитерапията. Това са и фазите през, която прилагаме най-активно средствата на кинезитерапията. През тези две фази пациентите изпълняват упражненията под наш контрол, което гарантира тяхното правилно изпълнение.

Заради намаления обем на движение, хипотрофията на мускулите на засегнатия долен крайник се наблюдаваше изместване на центъра на тежестта в сагиталната равнина, което от своя страна пречеше на симетрията на движението на тялото между стъпките по време на ходене.

През фаза I пациентите все още се придвижваха с патерици. През фаза II на кинезитерапията все още се наблюдава непълен обем на движение за плантарна и дорзална флексия, което се отразява на походката. Ограничението на дорзалната флексия се компенсира от по-голяма флексия в ТБС и КС, което правеше походката тромава и неритмична. По време на опорната фаза непълния обем на дорзална флексия не дава възможност на ходилото да посрещне опората с пета. ОД откъм плантарна флексия затруднява края на опорната и оттласкването.

Фаза I и Фаза II са и фазите през, които болковата симптоматика при 90% от пациентите е отшумяла. Смятаме, че намаляването на болката е свързано с подобрения обем на движение по отношение на плантарна и дорзална флексия.

През първите 2 фази работим и най-активно за оформяне на мек и еластичен цикатрикс чрез приложението на дълбока осцилация, масаж и мобилизация на цикатрикса. Смятаме, че оформянето на мек и еластичен цикатрикс също допринася за по-бързото възстановяване на дорзалната флексия при контингента от пациенти в експерименталната група.

В различни проучвания (Hengeveld, Banks, 2005; Parashkevova & Deleva, 2022; Михайлова, 2019; Silva et al. 2017) са разгледани ползите от приложението на мануална терапия по отношение на повлияване на болката, сковаността, артрокинематиката в глезенна става след фрактури упражнения с еластично съпротивление по отношение на увеличаване обема на движение в ставите и увеличаване на мускулната сила. Според Grieve et al. (2011) и Taylor (2024) дълбокия релаксиращ масаж на мускулите на подбедрицата, съчетан с пасивна мобилизация на глезенна става са ефективни за увеличаване на дорзалната флексия в глезенна става (Grieve et al., 2011; Taylor, 2024). Остатъчната ограничена дорзална флексия може да бъде

причинена или от биомеханични промени в глезенната става, или от скъсяване на *m. triceps surae* (Taylor, 2024). Според Nagano K et al. (2019) изометричните упражнения с TheraBand ленти имат положителен ефект върху увеличаване ОД в глезенната става. Те смятат, че това се дължи на ефектите на инхибиране на телцата на Голджи в сухожилията или толеранса на разтягане на *m. gastrocnemius* (Nagano K et al, 2019).

Всички тези проучвания, както и статистически значимите резултати по отношение на обема на движение, намаляване на болката и отока в експерименталната група доказват, че мануално мобилизационните техники, упражненията с еластично съпротивление, дълбокия масаж на мускулите на подбедрицата, процедурите с дълбока осцилация са подбрани и приложени правилно в нашата методика.

Обобщение на резултатите от ММТ

Загубата на сила, подобно на загубата на мускулна маса, е процес, зависим от времето. Намаляването на силата не е строго пропорционално на загубата на мускулна маса, тъй като невронният вход и метаболитните енергийни запаси също играят роля при определяне на количеството изходна сила (Shaffer et al., 2000).

Според Muller силата на горните крайници намалява рязко през първата седмица на обездвижване (1%–6% на ден) (Muller, 1970).

В проучване на Berg et al. (1996) е съобщено, че времето за възстановяване зависи от продължителността на обездвижването (Berg & Tesch, 1996).

От тези проучвания стигаме до извода, че колкото по-рано мобилизираме крайника след травма, толкова по-малка ще бъде загубата на мускулна сила. За възстановяване на мускулната сила и издръжливост при нашите пациенти приложихме упражнения с еластично съпротивление. За нас беше важно да накараме пациента да извършва упражнения със скорост, която симулира скоростта на функционалната дейност.

Резистивните упражнения с ленти са особено полезни за засилване на мускулите около глезена, при условие че движението се извършва по контролиран начин (Николова, 2013). За по-малко от 6 седмици упражнения с еластично съпротивление силата на мускулатурата се повлиява с 10 до 30 % (Colado Sánchez, 2020), което е видно и от анализа на резултатите от ММТ и на нашите пациенти.

Значително възстановяване на мускулната сила и издръжливост се наблюдава след 4 седмици с използване на различни рехабилитационни програми,

включващи упражнения с прогресивно съпротивление, колоездене, изокинетични упражнения и максимални изометрични контракции (Shaffer et al., 2000).

Подобрение на резултатите от ММТ при нашия контингент от болни се вижда след едномесечно приложение на кинезитерapia. Анализът на резултатите обаче, показва, че не всички пациенти успяват да възстановят напълно мускулната сила след шест месеца рехабилитация. В експерименталната група резултатите от ММТ показват, че на шестия месец от изследването 73,3 % от тях са възстановили напълно силата на ишиокрурална мускулатура, 100 % са възстановили силата на m. quadriceps femoris, 80% - m. triceps surae и m. soleus, 60 % на m. tibialis anterior, 46,67% на m. tibialis posterior, 66,67 % на mm. peroneus longus et brevis. От данните става ясно, че мускулите участващи пряко в движенията извършвани в глезенна става, възстановяват по-бавно мускулната си сила.

В литературата открихме множество проучвания с аналогични на нашите резултати.

Според Ingemann-Hansen&Halkjaer-Kristensen (1985) пациентите възстановяват между 69% и 92% от изометричната и изокинетична сила на екстензорите на коляното с 1 месец рехабилитация, след период на

имобилизация на колянна става от 1 месец (Ingemann-Hansen & Halkjaer-Kristensen, 1985).

Seto et al. (1988) стигат до заключението, че мускулната сила след реконструкция на предна кръстна връзка не се възстановява в рамките само на един месец и дори може да не се възстанови напълно в рамките на 5 години (Seto et al., 1988).

В проучване на Snyder-Mackler et al. (1995) е установено, че след реконструкция на предна кръстна връзка, мускулната сила на *m. quadriceps femoris* на засегнатия долен крайник се връща само до 70% от тази на контралатералния долен крайник след 4 седмици рехабилитация (Snyder-Mackler et al., 1995).

Две седмици след фрактура в областта на колянната става флексорите и екстензорите на коляното имат около 40% от нормалната сила, която се повишава до 75% до 85% след една година. Дорзалните и плантарните флексори на глезена и мускулите извършващи еверзия и инверзия са много по-слаби две седмици след травмата, но след една година средната им сила е по-голяма от тази на флексорите и екстензорите на коляното (Gaston et al., 2000).

Обобщение на резултатите от OLS

OLS е надежден инструмент за диагностика на статичния баланс на един крак при пациенти, които са

претърпели операция след фрактура в областта на глезенна става. OLS е евтин и лесен за използване.

Поради забраната от лекуващите ортопед-травматолози за обременяване на оперирания крайник с максималната тежест на тялото беше невъзможно да извършим теста за баланс преди края на първия месец от началото на процедурите. Тестът беше извършен в края на първия месец и за двете групи. За норма сме приели 30 s.

Първоначалната оценка на OLS показва намален постурален контрол и в двете групи, но в експерименталната група резултатите са много по-добри. Редица фактори като отокът, намаленият обем на движение и нарушената нервно-мускулна активация оказват влияние върху проприорецепцията и баланса. Всички тези показатели се повлияват по-бързо в експерименталната група. Смятаме, че по-добрите резултати от OLS при пациентите, на които приложихме експерименталната методика се дължат на по-бързото подобрение на горните показатели.

Намаления постурален контрол се дължи на увредата на механорецепторите по време на травмата.

На третия и на шестия месец отчитаме статистически значимо подобрение на резултатите от OLS в експерименталната група.

Средната стойност на шестия месец в експерименталната група е 24.6 сек., но все още е далеч от резултата, който ние сме приели за норма – тридесет секунди.

От друга страна в проучване на Araujo, 2022 за *British Journal of Sports Medicine* е установено, че средните стойности от OLS са свързани с възрастта на индивидите (Araujo, 2022). В проучването средната стойност приета за норма за 40 години е 16 секунди. Средната възраст на пациентите от експерименталната група е 40.1 години. Ако трябва да сравняваме нашите резултати с тези от проучването, то нашите пациенти имат много по-добри показатели.

Смятаме, че по-добрите резултати от OLS се дължат на ранното включване на проприоцептивни упражнения в комплекса. Важно е да отбележим, че упражненията за проприорецепция и баланс се изпълняваха и с двата крака, защото двигателните умения могат да се прехвърлят между полукълба.

В литературата съществуват редица проучвания, които потвърждават ефективността на приложението на упражнения за проприорецепция и баланс.

Sazdova (2019) установява, че специализираните проприоцептивни упражнения могат да подобрят както статичния, така и динамичния баланс (Sazdova, 2019).

Yong & Lee (2017) оценяват влиянието на проприоцептивните упражнения върху статичния и динамичен баланс при 28 възрастни и стигат до заключението, че динамичният баланс се подобрява веднага след упражненията (Yong & Lee, 2017).

Според Ince et al., (2023) упражненията за баланс и проприоцепция могат да имат положителен ефект върху динамичния баланс и болката (Ince et al., 2023).

Динамичното балансиране изисква постоянни корекции на позицията на ставите и води до увеличаване на проприоцептивната обратна връзка и нервно-мускулния контрол. Ето защо проприоцептивните упражнения увеличават усещането за позицията на ставата в по-голяма степен в сравнение с неспецифичните упражнения (Harry-Leite et al., 2022).

Включването на проприоцептивни упражнения в рехабилитационните програми два пъти седмично в продължение на най-малко 12 седмици има потенциала да благоприятства функционалната мобилност, мускулно-скелетната издръжливост и динамичния и статичен баланс, походката, както и да намали риска от падания в институционализирани възрастни. (Espejo-Antúnez et al., 2020).

Обобщение на резултатите от Скалата за оценка на стъпалото и глезена на американската ортопедична асоциация (AOFAS)

Скалата за оценка на стъпалото и глезена на Американската ортопедична асоциация Асоциация (AOFAS) се състои от 9 въпроса, разделени в 3 категории: болка (40 точки), функция (50 точки) и алиниране (10 точки). Общият брой на точки от всички компоненти е 100.

Резултати между 90 и 100 точки представляват „отличен“ резултат, докато 80 до 90 точки са показателни за „добър“ резултат (Ceccarelli, Calderazzi & Pedrazzi, 2014).

При започване на кинезитерапията средната стойност на скалата за функционална оценка показва, че пациентите от двете групи са със значително ограничение на функционалните възможности.

Смятаме, че първоначалните ниски резултати при попълване на въпросника са свързани със силната болка, която изпитват пациентите, намаления обем на движение в глезенна става, нуждата от използване на помощно средство, невъзможността да изминат голямо разстояние, затруднението в слизане и изчакване на стълби.

На третия месец наблюдаваме значителна промяна на показателя и в двете групи, при *контролната група* установената средна стойност е 84,87 (добър резултат), а в *експерименталната* 92,47 (*отличен резултат*). Свързваме промяната на показателя и в двете групи с намаляване на болката, подобряване на обема на движение, както и премахване на помощните средства. Положителната промяна се запазва и до края на шестия месец, като всички пациенти от експерименталната група са постигнали „отличен“ резултат от 100 точки. Това е свързано с липсата на болка на шести месец и подобрите резултати в ОД при пациентите от експерименталната група.

При анализа стигаме до извода, че резултатите от AOFSA са пряко свързани с болката, обема на движение, нуждата от помощно средство и функционалната независимост на пациентите.

Изводи

От проведеното проучване и анализа на резултатите можем да направим следните изводи:

1. Създадената от нас комплексна кинезитерапевтична методика, включваща упражнения с еластично съпротивление, мануално мобилизационни техники,

упражнения за проприорецепция и баланс и дълбока осцилация е ефективна при пациенти след фрактури в областта на глезенна става, лекувани оперативно.

2. Апробираната методика повлиява по-бързо и ефективно болковата симптоматика и отока, постига по-бързи благоприятни функционални резултати и подобрява прогнозата след фрактури в областта на глезенна става. Ефекта от приложението се запазва и след края на шести месец.
3. Приложението на мануално мобилизационни техники води до по-бързо възстановяване на обема на движение в ставите.
4. Ранното приложение на упражнения за проприорецепция има положителен ефект върху постуралния контрол на пациентите.
5. Мускулната сила не може да се възстанови напълно за период от шест месеца. Тя се възстановява много по-бавно от обема на движение и мускулния обем.

ПРЕПОРЪКИ

1. Поради доказаната ефективност на авторската методика и приложената комбинацията от средства, препоръчваме тя да се застъпи широко в практиката.
2. Препоръчваме ранното включване на упражнения за проприорецепция в кинезитерапевтичните програми на всички пациенти с травми на долните крайници.
3. Препоръчваме упражненията с еластично съпротивление да се прилагат при по-голям контингент от пациенти и различни постоперативни състояния/ по-широко в кинезитерапевтичната практика, защото са ефективни и лесни за изпълнение както в амбулаторни, така и в домашни условия.

ПРИНОСИ

1. Проведен е теоретичен анализ и са систематизирани данните от изследвания на различни автори у нас и в чужбина по проблема за фрактурите в областта на глезенната става, лечението им и функционалното възстановяване на глезенно-

ходилния комплекс, които разширяват теоретичната и научна основа на кинезитерапията.

2. Разработена е апробирана в клиничната практика е методика за функционално изследване и проследяване на възстановяването след оперативно лечение на фрактури в областта на глезенната става.
3. Разработена и внедрена в практиката е цялостна авторска кинезитерапевтична програма за функционално възстановяване след фрактури в областта на глезенната става.
4. Установена е по-висока ефективност на разработената експериментална методика в сравнение с традиционната кинезитерапия при пациенти след фрактури в областта на глезенна става, лекувани оперативно.

Заклучение

Получените и анализирани от нас резултати показват подобрение при всички показатели и в двете групи, като то е по-съществено и по-бързо в експерименталната група. Смятаме, че това се дължи на правилно подобрите средства и тяхното навременно приложение.

Приложената от нас експериментална методика за функционално възстановяване на пациенти след фрактури в областта на глезенна става, лекувани оперативно е лесно приложима, ефективна и с дълготрайни функционални резултати.

Публикации, свързани с дисертационния труд

1. Valeva, S. (2023). Effect of proprioceptive exercises on balance in patients with ankle fractures. *KNOWLEDGE - International Journal* , 61(4), 677–681. Retrieved from <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/6473>
2. Valeva, S., & Sazdova, L. (2023). Role of elastic resistance, manual mobilization techniques and deep oscillation in the treatment of ankle fractures. *KNOWLEDGE - International Journal* , 61(4), 683–687. Retrieved from <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/6474>
3. Valeva, S., & Bekir, N. (2022). Kinesitherapy after surgery treatment of ankle fractures. *KNOWLEDGE - International Journal* , 55(4), 671–676. Retrieved from <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/5744>

SOUTH-WEST UNIVERSITY "NEOFIT RILSKI"
"FACULTY OF PUBLIC HEALTH, HEALTH CARE
AND SPORT"

DEPARTMENT OF "KINESITHERAPY"

Steliyana Stoyanova Valeva

FUNCTIONAL RESULTS AND
POSTOPERATIVE REHABILITATION IN
ANKLE FRACTURES

A B S T R A C T

on dissertation work for awarding the educational and
scientific degree of 'PhD'

Professional field: 7.4 Public Health (Kinesitherapy)

Research supervisor:

Assoc.Prof Lyubomira Sazdova, PhD

Reviewers: Assoc. prof. Dr. Maria Gramatikova,
PhD

Prof. Evgeniya Dimitrova, D.Sc.

Blagoevgrad, 2024

The dissertation contains 158 standard typewritten pages. Illustrated with 77 tables, 30 graphs, 18 figures, 43 photos. The bibliographic reference contains 145 titles, of which 21 are in Cyrillic, 124 are in Latin.

Chairman of the scientific jury:

Assoc. prof. Dr. Maria Gramatikova, PhD

Members of the scientific jury:

1. Assoc. prof Stamenka Mitova, PhD – internal member
2. Prof. Evgeniya Dimitrova, D. Sc. – external member
3. Assoc. prof. Tanya Grueva, PhD – external member
4. Assoc. prof. Tanya Megova, PhD – external member

The defense of the dissertation will take place on 03.09.2024 from 14:00 in hall 111 of courpus No. 8 of SWU "Neofit Rilski".

The materials on the defense are published on the website of SWU "Neofit Rilski" and are available to those interested in the university library.

Note: The numbers of the tables, graphs and figures in the abstract do not correspond to the numbers in the dissertation.

INTRODUCTION

The ankle joint complex absorbs a force of approximately five times body weight during standing and normal walking and up to thirteen times body weight during activities such as running (Neumann, 2016).

During walking, the ankle bears a lot of pressure, but its bone and ligament structure allows it to function with a high degree of stability and, compared to other joints, such as the hip or knee, it appears far less susceptible to degenerative processes, such as osteoarthritis (Brockett & Chapman, 2016).

Ankle fractures are one of the most common fractures of the lower limb, accounting for 9% of all fractures (Lash et al., 2002). They usually affect young men and older women, but below the age of 50 (Singh et al., 2014).

Patients with ankle fractures can be divided into two groups: Group I - younger and physiologically healthy patients who break their ankles during sports or other activities;

Group II - elderly people who suffered ankle fractures in low-energy trauma (Tengberg & Ban, 2018).

Successful surgical treatment as well as rehabilitation of any fracture is critical to the patient's full functional recovery. Rehabilitation is a patient-centered process.

The focus is on providing therapeutic modalities that help the patient achieve optimal physical, mental, and social functional outcome, as well as preventing possible long-term disability due to the injury.

Ankle fractures are debilitating for patients, reducing their functional capacity, depending on the severity, for varying periods of time. Early and proper rehabilitation minimizes the time patients are functionally impaired.

Due to the complex anatomy of the ankle joint, there is still no consensus on the most appropriate rehabilitation methods.

The dissertation analyzes the results of various studies regarding different kinesitherapeutic approaches and methods after fractures in the area of the ankle joint.

In this dissertation, we have presented our own methodology for treatment after fracture conditions in the area of the ankle joint, as well as results obtained during its implementation.

SCIENTIFIC RESEARCH METHODOLOGY

WORKING HYPOTHESIS

The development of a specialized rehabilitation program including elastic resistance exercises, specialized manual techniques and deep oscillation would contribute to the faster and more efficient functional recovery of patients after operative treatment of ankle fractures.

AIM AND OBJECTIVES OF THE STUDY

Objective: To study the effectiveness of a rehabilitation methodology developed by us for functional recovery after fractures in the area of the ankle joint treated surgically.

To achieve this goal, we set ourselves the following tasks:

1. To analyze the available scientific literature regarding the treatment and kinesitherapy for fractures in the area of the ankle joint.
2. To develop own rehabilitation methodology, including manual techniques, exercises with different types of elastic resistance and deep oscillation, in the complex post-operative recovery for fractures in the area of the ankle joint.

3. To apply the methodology created by us to a sufficient contingent of patients.
4. To systematize an appropriate test battery for functional examination of patients and objectification of the obtained results.
5. Based on the results, to analyze the effectiveness of the methodology developed and tested by us and to formulate conclusions and recommendations for practice.

MATERIAL AND METHODS

1. Contingent of the study

The present study was performed over a period of 2 years and included 30 patients (17 men and 13 women) after surgical treatment with metal osteosynthesis for ankle fracture/s.

Patients were divided into two groups – experimental group (50.00%, n=15) and control group (50.00%, n=15).

The study was conducted in "New Rehabilitation Center", Stara Zagora, "Physiopilates" Ltd., Sofia and in the conditions of home rehabilitation.

All patients underwent a secondary examination by an orthoped-traumatologist, after presence of bone callus consolidation and permission for partial weight bearing of the affected lower extremity.

For the purposes of the study, we introduced the following inclusion and exclusion criteria:

1. Inclusion criteria:

- isolated fractures in the area of the ankle joint treated surgically
- age >18 years
- ability for active participation of the patient in CT program.

2. Exclusion criteria:

- ankle fractures associated with ligament damage;
- musculoskeletal damage of the upper limbs and other parts of the lower limbs;
- concomitant pathologies that affect the ability to perform daily activities or measurement procedures;

All patients have read and signed a declaration of informed consent, a notice on the protection of the data of the research subjects, information about the research subjects, approved by the Committee on Ethics of Scientific Research of South- West university.

DISTRIBUTION OF PATIENTS

Male patients had a higher relative share (56.67%, n=17) compared to the relative share of female patients studied (43.33%, n=13). The mean age of the studied patients was 39.20 (SD±12.229) years with a minimum age of 22 years and a maximum age of 62 years.

The patients with bimalleolar fracture had the highest relative share (73.33%, n=22), followed by the group of patients with trimalleolar involvement (23.33%, n=7). One patient with a unimalleolar fracture (3.33%, n=1) was included in the study.

2. Methods for assessing the functional state

To assess the functional state and follow the effect of the applied postoperative kinesitherapy program, we included the following methods: centimeter (through the metatarsal bones, through the malleoli, through the widest part of the lower leg, 12 cm from the upper edge of the patella), ankle joint goniometry, manual muscle testing (ischiocrural muscles, m. quadriceps femoris, m. triceps surae, m. soleus, m. tibialis anterior, m. tibialis posterior, mm. peroneus longus et brevis), American Orthopedic Association Foot and

Ankle Rating Scale (AOFAS), visual analogue scale (VAS), one leg stance (OLS) test.

All measurements and examinations, except for the American Orthopedic Association Foot and Ankle Assessment Scale - AOFAS and the static balance test, were performed five times: on the day rehabilitation began, on day 14, after the end of the first month, after the end of the third month and the end of the sixth month.

Completion of the American Orthopedic Association Foot and Ankle Rating Scale was performed 3 times—on the day rehabilitation began, at the third month, and at the sixth month. We performed the one leg balance test 3 times – the end of the first month, the third month and the sixth month.

OWN METHODOLOGY OF KINESITHERAPY

We believe that in order to achieve maximally good functional results, all appropriate means and methods should be applied, without predominance of one or the other. All efforts must be aimed at the satisfaction of the achieved results, both for the patient and for us as professionals.

Two methods were applied in the study - experimental and standard. The standard methodology is based on

kinesitherapy, which is traditional for the practice, and was applied to the control group of patients.

The experimental methodology was developed by us. It is based on the requirements for functional recovery of patients according to the Massachusetts General Hospital protocol, 2021.

Patients in both groups received a similar kinesitherapy program: passive exercises, active-assisted and active exercises, ankle mobility and stability exercises, progressive resistance exercises, and balance/coordination training exercises; gait training; encouraging return to functional activities and work.

Unlike the control group, in the experimental group we additionally included: exercises with elastic resistance, manual therapy techniques, deep oscillation.

In the first phase of kinesitherapy, the procedures are carried out daily in an outpatient setting (4 weeks), in the second phase 3 times a week in an outpatient setting and 4 times a week in a home environment, after which the patients perform independent work at home until the end of the 6th month.

PHASE I OF KINESITHERAPY

1-4 WEEKS FROM THE BEGINNING OF THE PROCEDURES

3 – 6 POSTOPERATIVE WEEK

On the first day of kinesitherapy, all measurements and tests are done. We inform the patient about the importance and accuracy of performing all exercises. We train the patient in proper walking with aids and weight bearing according to the orthopedist's instructions. The initial kinesitherapy was focused on healing the tissue and reducing the postoperative inflammatory process. Incorporating new exercises should be done slowly and carefully. Gradually, towards the end of this period, the duration of the procedure increases, and the patients are trained to perform simple exercises at home.

Staged purpose of kinesitherapy: Mobilization of the ankle and prevention of complications

Tasks and means of control and experimental groups:

Tasks:

1. Reduction of pain and swelling;
2. Improvement of local blood circulation and trophic in the affected lower limb;

3. Mobilizing the ankle and foot joints and improving mobility;
4. Activation and training of the ankle and foot muscles;
5. Strengthening of the muscles in the unaffected joints of the lower limb;
6. Training in walking with aids, going up and down stairs.

We added to the tasks of the experimental group:

7. Modeling of a soft and elastic cicatrix.
8. Improvement of soft tissue elasticity.

Means:

1. Cryotherapy
2. Isometric contractions for the muscles of the entire lower limb (the muscles around the ankle joint, m. quadriceps femoris)
3. Postisometric relaxation for m. triceps surae
4. Active - assisted and active exercises for the ankle joint
5. Analytical exercises for training the muscles of the ankle and foot

6. Active exercises for the unaffected joints of the operated lower limb – toes, hip joint and knee joint

7. Exercises in open and closed kinetic chain

To the means of the experimental group we included:

8. Deep Oscillation - 1. 120 Hz - 180 Hz - 10 min.; 2. 10 Hz – 30 Hz – 10 min.; 3. 85 Hz – 5 min (total 25 min).

9. Gentle mobilization of the cicatrix in all directions after healing of the surgical wound

10. Massage of the lower leg, ankle and foot muscles - selective massage

11. Manual joint-mobilization techniques for the joints of the foot - talonavicular joint (ventral and dorsal sliding); tarsometatarsal joint (distraction, dorsal and ventral sliding; subtalar joint (eversion, inversion, no passage of tissue resistance); talocrural joint (in the end of period- traction)

12. Exercises to improve proprioception – exercises on soft and unstable surfaces (such as gym ball, Theraband stability trainers, foam steps, balance air bags, balance boards, etc.) were used to activate postural mechanisms. Initially, the exercises are performed in a position without weight (sitting on a

gymnastic ball) and gradually move to a position with weight (standing).

Criteria for moving to the next phase of recovery in the control and experimental groups:

- ✓ Pain < 3/10 on VAS
- ✓ Minimal swelling
- ✓ Increased ankle ROM

Contraindications:

- ✓ Joint mobilization techniques for joints near the fracture site or those that require stabilization above the fracture site
- ✓ Instrument-assisted soft tissue mobilization (IASTM) over fracture sites for at least 6 weeks after surgery

PHASE II OF KINESITHERAPY

5-8 WEEKS FROM THE BEGINNING OF THE PROCEDURES

7 – 10 POSTOPERATIVE WEEK

During this period, all patients were allowed to bear weight on the limb. The swelling has significantly decreased, ROM in the ankle joint has increased. The exercises we apply are more complex and with more repetitions. During this phase, we increase the

intensity of the exercises and the duration of the procedures.

Staged goal of kinesitherapy: Optimal functional recovery of the ankle joint

Tasks and means for experimental and control groups

Tasks:

1. Restoring the range of motion in the ankle joint;
2. Restoration of muscle strength and endurance;
3. Influence of flat feet;
4. Training in a correct walking pattern

Means:

1. Active exercises for ankle, knee joint and hip joint
2. Resistance exercises for ankle, hip joint and knee joint
3. Exercises in open kinetic chain and closed kinetic chain
4. Exercises with and on devices
5. Training of the lateral stabilizers of the foot (m. fibularis longus et m. fibularis brevis)
6. Exercises to improve gait

Among the tasks of the experimental group, we also included:

6. Improvement of proprioception and balance;

To the means of the experimental group we also included:

1. Deep Oscillation
2. Deep, toning massage for weakened muscles
3. Autostretching for m. triceps surae
4. Eccentric stretching for m. triceps surae
5. Mild joint mobilizations of the ankle - talocrural joint (ventral sliding, dorsal sliding, distraction)
6. Exercises against elastic resistance - we start with the weakest band, gradually increasing the resistance
7. Exercises for balance, coordination, proprioception - balance in a standing position with support on both lower limbs, using an unstable surface (balance board). Balance exercises with unilateral support are included when patients tolerate full weight bearing on the operated lower extremity
8. Walking on a treadmill after the gait is normalized

The criteria for moving on to the next phase of recovery

- No swelling/pain after kinesitherapy
- Normalized gait
- ROM equal to the contralateral side

Increased lower limb strength

- Return to all activities (except sports)

PHASE III OF KINESITHERAPY

3 – 6 postoperative month

Goal of kinesitherapy: Full functional restoration

During this period, patients continue to perform independently, in a home environment, a complex of exercises, periodically being followed up with control functional tests. In accordance with their functional state, the set of exercises is updated.

Tasks and means of experimental and control groups

Tasks:

1. Achieving good neuromuscular control of the operated limb during functional activities.
2. Restoring the correct movement patterns in activities of daily living

Means:

1. Cycling training

2. Exercises with and on equipment
3. Exercises in closed and open kinetic chain

To the means of the experimental group we included:

1. Plyometric exercises
2. Exercises against elastic resistance

Methodological guidelines: In the final stages of rehabilitation, eccentric exercises and controlled plyometrics play an important role in returning to normal activity. Once patients can stand on their toes without pain or can jump on the operated leg (single jump), they can return to sports activity. In most cases, this takes 6 months to a year.

OWN RESULTS

1. RESULTS FROM VAS

Changes in self-reported pain of patients on day 1 before kinesitherapy

The results of the conducted research show that on the first day of kinesitherapy, the average pain score in the experimental group was 6.00 (SD±0.926) with a minimum value of 4 and a maximum value of 8, and in the control group, the patients rated the pain level with an average value 6.60 (SD±0.828) with a minimum value of 4 and a maximum value of 8.

Changes in self-reported pain after six months of kinesitherapy

The evaluation of the level of experienced pain at the end of the sixth month shows that the trend of decreasing pain perception continues in both groups of patients. The mean value in the control group was 0.47 (SD±0.516), and the improvement compared to the first day was 92.88% or in absolute terms 6.13. In the experimental group, at the end of the sixth month after the applied kinesitherapy, the results were better than those achieved in the control group. Pain reduction was 98.83% and the mean value found was 0.07 (SD±0.258).

The established difference in the mean values of the studied indicator after six months of kinesitherapy shows that it is statistically significant ($p < 0.05$), which proves that the conducted experimental kinesitherapy has a better effect on controlling the pain syndrome and, respectively, increasing the quality of life of the patients.

2. CHANGES IN ROM

Comparative analysis of dorsiflexion on day 1

The mean value of dorsiflexion on the first day for the control group was -1.33° (SD±3.811) with a minimum value of -10° and a maximum of 5° , and in the

experimental group the mean value found was -1.67 ($SD\pm 4.483$) degrees with a minimum value of -10° and a maximum of 8° . No statistically significant difference was found in the mean values of the studied indicator for patients from the control and experimental groups ($p>0.05$).

Table 17. Assessment of dorsiflexion of control and experimental group patients on day 1

Group	Min	Max	Mean	Std. Dev	p-value
Experimental	-10	8	-1,67	4,483	$p>0.05$
Control	-10	5	-1,33	3,811	

Condition and changes in dorsiflexion after six months of kinesitherapy

The mean value of dorsiflexion at 6 months for the control group was 13.07° ($SD\pm 1.944$) with a minimum value of 10° and a maximum of 16° , and in the experimental group the mean value found was 19.07° ($SD\pm 0.799$) with a minimum value of 18° and a maximum of 20° . The difference in the mean values of the dorsiflexion volume for the experimental and control group patients was statistically significant ($p<0.05$).

Table 25. Assessment of dorsiflexion of patients from the control and experimental groups at the 6th month

Group	Min	Max	Mean	Std. Dev	p-value
Experimental	18	20	19,07	0,799	p<0.05
Control	10	16	13,07	1,944	

Comparative analysis of plantar flexion on day 1

The average value of plantar flexion on the first day for the control group was 24.80° (SD±1.207) with a minimum value of 23° and a maximum of 28°, and in the experimental group the average value found was 25.13° (SD±0.834) with a minimum value 24° and maximum 28°. No statistically significant difference was found in the mean values of the studied indicator for patients from the control and experimental groups (p>0.05).

Table 29. Assessment of plantar flexion of control and experimental group patients on day 1

Group	Min	Max	Mean	Std. Dev	p-value
Experimental	24	26	25,13	0,834	p>0.05
Control	23	28	24,80	1,207	

Condition and changes in plantar flexion of patients after six months of kinesitherapy

The mean value of plantar flexion at the 6th month for the control group was 34.07° ($SD\pm 1.751$) with a minimum value of 30° and a maximum value of 36° , and in the experimental group the mean value found was 44.80° ($SD\pm 0.941$) with a minimum value of 42° and a maximum of 45° . The difference in the mean values of the plantar flexion volume for the experimental and control group patients was statistically significant ($p < 0.05$).

Table 37. Assessment of plantar flexion of patients from the control and experimental groups at the 6th month

Group	Min	Max	Mean	Std. Dev	p-value
Experimental	42	45	44,80	0,941	p<0.05
Control	30	36	34,07	1,751	

3. RESULTS OF CENTIMETRY

Results of centimeter measurement through the metatarsal bones of the injured limb before kinesitherapy

The results of the centimeter performed through the metatarsal bones of the healthy and operated limb on

the 1st day before starting kinesitherapy showed that the average circumference of the injured limb of the patients in both groups was greater than the circumference of the healthy limb.

In the experimental group, the difference in circumferences through the metatarsal bones of the injured-healthy limb was 2.15 cm, which is an increase in circumference of 9.32%.

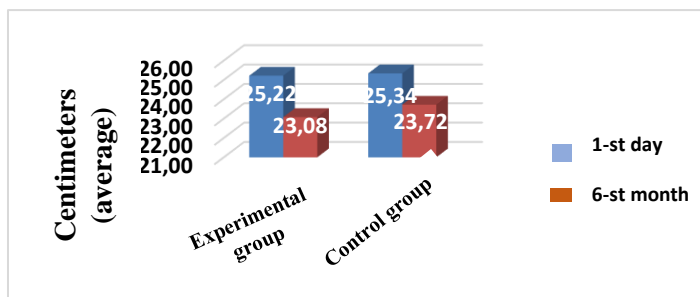
Analogous results were found in the control group - the average circumference through the metatarsal bones of the injured limb showed a 9.22% increase, which, expressed in absolute value, showed an increase in the circumference of the injured limb by 2.14 cm.



Graph 6. Average value of the circumference through the metatarsal bones of an injured-healthy lower limb on the 1st day before kinesitherapy

Results of centimeter measurement through the metatarsal bones of the injured limb after six months of kinesitherapy

At the 6th month of the kinesitherapy, a decrease in the average size of the circumference through the metatarsal bones of the injured limb continued to be found for both groups. In the experimental group, the indicator changed to 23.08 cm, which corresponds to a percentage change of 8.48% compared to the first day, or a decrease of 2.14 cm in absolute value. In the control group, a decrease of 1.62 cm was recorded, which, expressed as a percentage, gives a decrease of 6.39%.



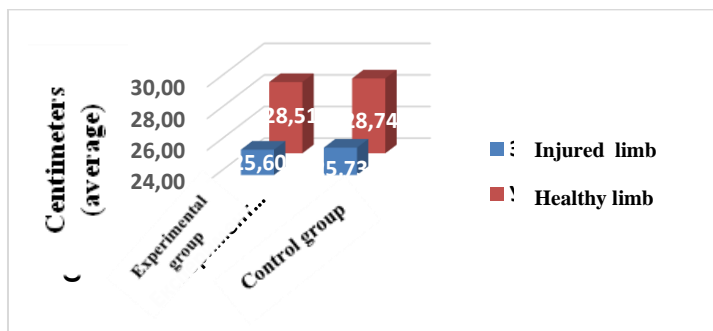
Graph 10. Average value of the circumference through the metatarsal bones of the injured limb after six months of kinesitherapy

The difference in the average values of the investigated indicator at the sixth month of the kinesitherapy for the control group ($M=23.72$,

SD=2.899) and the experimental group (M=23.08, SD=2.566) is statistically significant.

Results of centimeter measurement across the malleoli of the injured limb before initiation of kinesitherapy

The results of the centimeter performed through the malleoli of the healthy and injured limb on the 1st day before starting kinesitherapy showed that the average circumference of the injured limb of the patients in both groups was greater than the circumference of the healthy limb. This is due to the postoperative swelling in the area of the ankle joint.

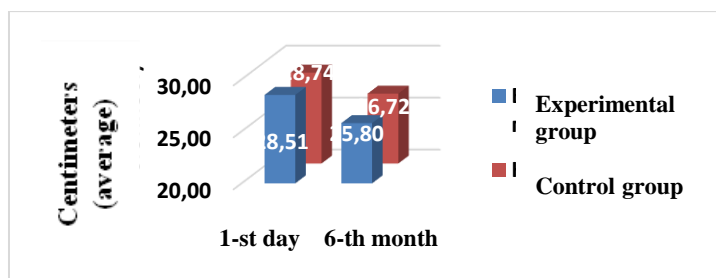


Graph 11. Average value of the circumference through the malleoli of an injured-healthy lower limb on the 1st day before kinesitherapy

The two groups were relatively similar in terms of the studied indicator on the 1st day before the start of kinesitherapy.

Results of centimeter measurement across the malleoli of the injured limb after six months of kinesitherapy.

On the 6th month of the kinesitherapy, both groups continued to see a decrease in swelling around the malleoli of the injured limb. In the experimental group, the indicator changed to 25.80 cm, which corresponds to a percentage change of 9.51% compared to the first day or a decrease of 2.71 cm in absolute value. In the control group, a decrease of 2.02 cm was reported, which, expressed as a percentage, gave a decrease of 7.03% in the circumference through the malleoli of the injured lower limb.



Graph 15. Average value of the tour through the malleoli of the injured limb after six months of kinesitherapy

The difference in the mean values of the studied indicator at the sixth month of the kinesitherapy for the control group ($M=26.72$, $SD=3.504$) and the experimental group ($M=25.80$, $SD=2.597$) is

statistically significant at the level of significance $p = 0.039$.

Results of a centimeter across the widest part of the lower leg of the injured limb before starting physiotherapy

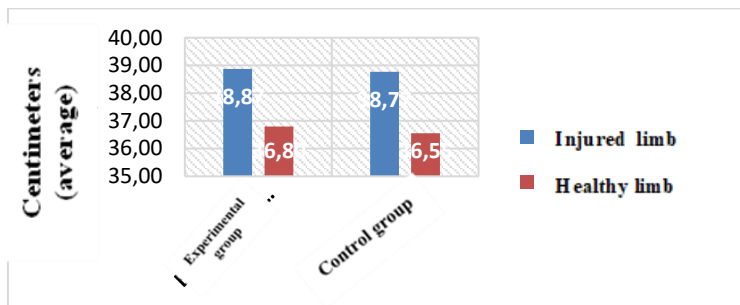
The results of centimeter measurement across the widest part of the lower leg of the healthy and injured limb on the 1st day before starting kinesiotherapy showed that the average circumference of the injured limb of the patients in both groups was smaller than the circumference of the healthy limb.

We believe that the difference found in the lower leg circumference of the healthy limb on the first day for both groups is due to the muscle hypotrophy caused by the immobilization of the patients.

In the experimental group, the difference in lower leg circumferences of the injured-healthy limb was 2.07 cm, indicating a 5.32% reduction in the circumference of the injured limb compared to that of the healthy limb.

Similar results were found in the control group - the mean lower leg circumference of the injured limb was 36.55 cm ($SD \pm 4.609$) and 38.77 cm ($SD \pm 4.263$) of the healthy limb (difference of 2.22 cm), which shows

a 5.73% reduction in lower leg circumference of the affected limb.



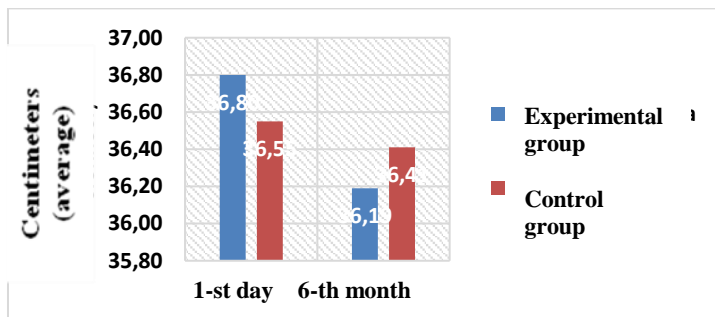
Graph 16. Average value of the circumference through the lower leg of an injured-healthy lower limb on the 1st day before kinesitherapy

Results of centimeter measurement of the lower leg of the injured limb after six months of kinesitherapy

At the end of the sixth month of kinesitherapy for both groups, the difference in the average size of the circumference through the widest part of the lower leg of the injured limb continued to decrease for both groups. In the experimental group, the indicator changed to 36.19 cm, which corresponds to a percentage change of 1.66% compared to the first day of evaluation or a decrease of 0.61 cm in absolute value.

In the control group, a decrease of 0.14 cm was reported, which, expressed as a percentage, gave a

decrease of 0.38% in the lower leg circumference of the injured lower limb.



Graph 20. Average value of the lower leg circumference of the injured limb after six months of kinesitherapy

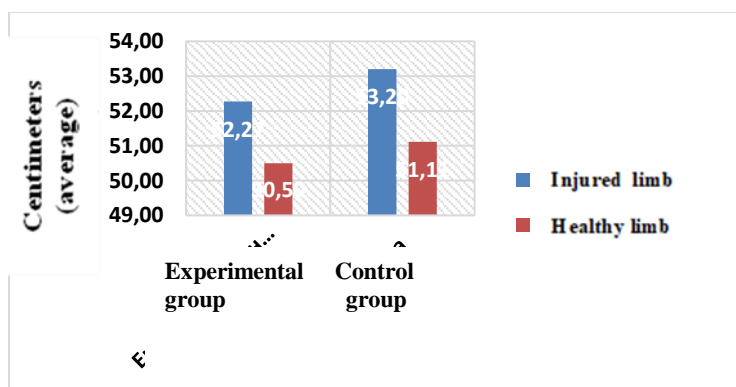
The difference in the mean values of the studied indicator at the sixth month of the kinesitherapy for the control group ($M=36.41$, $SD=4.539$) and the experimental group ($M=36.19$, $SD=5.220$) is statistically significant at the significance level $p=0.025$.

Results of centimeter measurement through the thigh before starting physical therapy

The results of the centimeter performed at 12 cm from the upper edge of the patella of the healthy and injured limb on the 1st day before starting kinesitherapy showed that the average circumference of the injured limb of the patients in both groups was smaller than the circumference of the healthy limb.

In the experimental group, the difference in thigh circumferences of the injured-healthy limb was 1.77 cm, indicating a 3.39% reduction in the circumference of the injured limb compared to the circumference of the healthy limb.

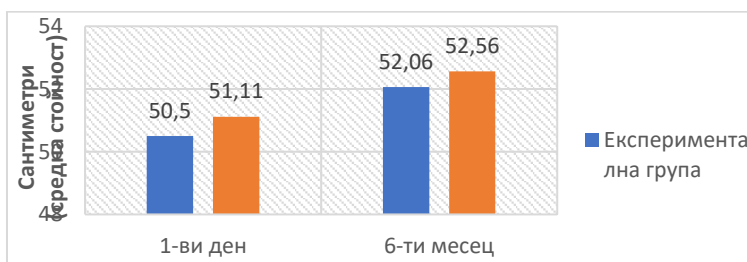
Analogous results were found in the control group - the mean thigh circumference of the injured limb was 51.11 cm (SD±5.463) and 53.20 cm (SD±5.441) of the healthy limb. This shows a 3.93% reduction in the thigh circumference of the affected limb, which in absolute terms is 2.09 cm.



Graph 21. Average value of the circumference through the thigh of an injured-healthy lower limb on the 1st day before kinesitherapy

Hip circumferenceresults of the injured limb after six months of kinesitherapy

At the 6th month of the kinesitherapy, an increase in the average size of the thigh circumference of the injured limb continued to be found for both groups. In the experimental group, the indicator changed to 52.06 cm, which corresponds to a percentage change of 3.09% compared to the first day of the study, or an increase of 1.56 cm in absolute value. An increase of 1.45 cm was reported in the control group, which, expressed as a percentage, indicates a 2.75% increase in the thigh circumference of the injured lower limb.



Graph 25. Average value of the thigh circumference of the injured limb after six months of kinesitherapy

4. MANUAL MUSCLE TESTING (MMT)

Results of MMT of the ischiocrural muscles of the injured lower limb of the patients

In the study conducted for the diagnosis of the initial state of the indicator during the 1st before kinesitherapy, it was found that all patients from the

control and experimental groups had scores of 4 (100.00%, n=15).

After six months of kinesitherapy in the control group, the relative proportion of patients with a score of 4 was 40.00% (n=6) and the remaining 60.00% (n=9) had a score of 5, while in the experimental group just over 1/5 of the patients (26.67%, n=4) have a score of 4, and the maximum score of 5 was found in 73.33% (n=11).

MMT results of m. quadriceps femoris of the injured lower limb of the patients

In the study conducted to assess the initial state of the indicator in the 1st before starting kinesitherapy in the control group, it was found that 60.00%, (n=9) of the patients had an assessment of the indicator 4, and the remaining 40.00% (n=6) have a score of 5. In the experimental group, 73.33% (n=11) of patients have a score of 4, and 26.67% (n=4) have a maximum score of the indicator - 5.

MMT results of m. triceps surae the injured lower limb of the patients

In the study carried out to assess the initial state of the indicator in the 1st before starting kinesitherapy in the control group, it was found that 26.67% (n=4) of the patients were an assessment of the indicator 2, and the

remaining 73.33% (n =11) have a score of 3. In the experimental group, 40.00% (n=6) of the patients have a score of 2, and 60.00% (n=9) meet the criteria for a score of 3 according to the studied indicator.

At the end of the analyzed period, 73.33% (n=11) with a score of 4 and 26.67% (n=4) with a score of 5 were found in the control group. In the experimental group for the same period, the highest relative proportion was patients with a score of 5 (80.00%, n=12) and those with a score of 4 represented 20.00% (n=3).

MMT results of m. soleus damaged lower limb of patients

In the study conducted for the diagnosis of the baseline state of the indicator in the 1st before kinesitherapy in the control group, it was found that 20.00% (n=3) of the patients were score of the indicator 2, and the remaining 80.00% (n=12) have a score of 3. In the experimental group, 40.00% (n=6) of patients have a score of 2 and 60.00% (n=9) have a score of 3.

At the end of the analyzed period, 73.33% (n=11) with a score of 4 and 26.67% (n=4) with a score of 5 were found in the control group. In the experimental group, for the same evaluation period, the highest relative share was patients with a score of 5 (80.00%, n=12) and those with a score of 4 represented 20.00% (n=3).

MMT results of m. tibialis anterior of the injured lower limb of the patients

In the study carried out for the diagnosis of the initial state of the indicator on the 1st day before the start of kinesitherapy in the control group, it was found that 60.00% (n=9) of the patients had an evaluation of the indicator 1, and the remaining 40.00% (n=6) had a score of 2. In the experimental group, 73.33% (n=11) of patients had a score of 1 and 26.67% (n=4) had a score of 2.

At the end of the analyzed period, 33.33% (n=5) in the control group were found with a score of 3 and 66.67% (n=10) with a score of 4. In the experimental group for the same period, the highest relative share was patients with grade 5 (60.00%, n=9), those with grade 4 represent 33.33% (n=5), and those with grade 3 are 6.67% (n=1).

MMT results of the M. tibialis posterior of the injured lower limb of the patients

In the study carried out for the diagnosis of the initial state of the indicator in the 1st before kinesitherapy in the control group, it was found that 53.33% (n=8) of the patients were an assessment of the indicator 2, and the remaining 46.67% (n=7) have an MMT score of 3. In the experimental group, 73.33% (n=11) of

patients had a score of 3 and 26.67% (n=4) had a score of 2.

At the end of the analyzed period, 13.33% (n=2) with a score of 5 were found in the control group, while in the experimental group the relative share of patients with a score of 5 was 46.67% (n=7).

MMT results per mm. peroneus longus et brevis of the injured lower limb of patients

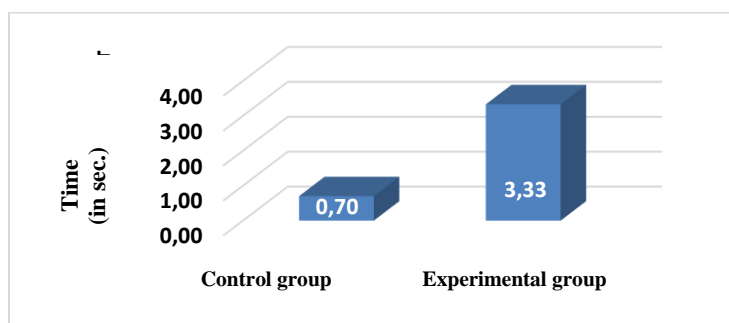
In the study conducted for the diagnosis of the baseline state of the indicator in the 1st before kinesitherapy in the control group, it was found that 20.00% (n=3) of the patients were score of the indicator 2, and the remaining 80.00% (n=12) have a score of 3. In the experimental group, 33.33% (n=5) of patients were rated 2 and 66.67% (n=10) were rated 3.

At the end of the analyzed period, the highest relative share (93.33%, n=14) of patients with a score of 4 was found in the control group, while in the experimental group 66.67% (n=10) had a maximum score of 5 points.

Results of OLS

The data obtained from the balance assessment study, one month after starting kinesitherapy, show significantly limited capabilities of the patients. The

reported holding time in the impaired lower extremity balance test in the control group showed a mean value of 0.70 (SD±0.254) seconds, with a minimum of 0 and a maximum of 0.9 seconds. In the experimental group, the average balance time of the injured lower limb was 3.33 (SD±0.772) seconds with a minimum duration of 2.5 seconds and a maximum of 5 seconds.



Graph 26. Average duration of balance of the injured limb of the patients at the end of the 1st month after kinesitherapy (in seconds)

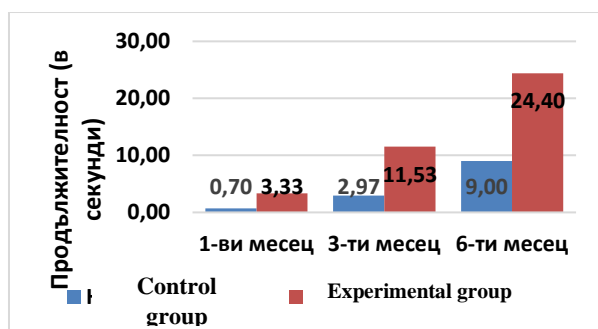
The statistical analysis of the data shows that the difference found in the value of the balance indicator of one leg at the end of the 1st month is statistically significant ($p < 0.05$).

Changes in the balance of the injured leg in the 6th month after kinesitherapy

The mean single leg balance duration increased from 2.97 (SD±0.481) seconds at month 3 to 9.00

(SD±1.210) seconds at month 6 for the control group. In the experimental group, a similar improvement of the studied indicator was found - from 11.53 (SD±1.866) seconds in the 3rd month to 24.40 (SD±3.699) seconds at the end of the 6th month after conducting the experimental kinesitherapeutic methodology.

From the calculated P-value, it can be seen that the difference in the mean values of the balance index of one leg at the end of the 6th month is statistically significant at a significance level of $p < 0.001$.



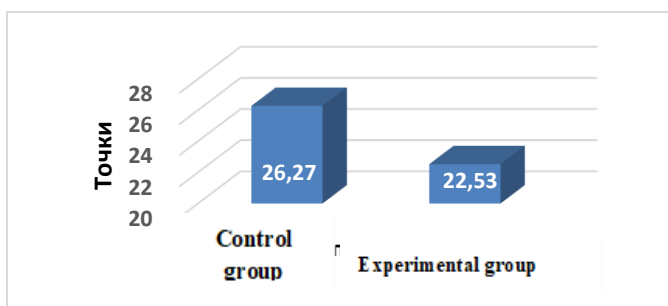
Graph 27. Dynamics in change of the average value of the duration of balance on one leg

6. CHANGES IN THE AMERICAN ORTHOPEDIC ASSOCIATION FOOT AND ANKLE ASSESSMENT SCALE (AOFAS)

Changes in the AOFAS scale on day 1

At the start of kinesitherapy, the mean value of the functional assessment scale in the control group was 22.53 (SD±7.782) with a minimum value of 18 and a maximum of 39. In the experimental group, the mean value was 26.27 (SD±6.053) with a minimum value of 18 and a maximum of 39. These data show that patients from both groups have a significant limitation of functional capabilities.

The absolute difference between the scale means for the experimental and control groups was 3.74.



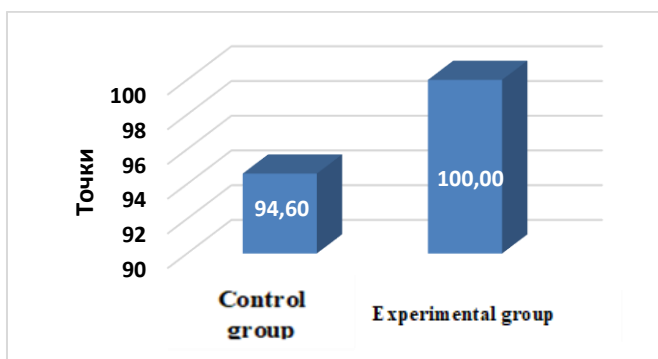
Graph 28. Average AOFAS value on day 1 for the experimental and control groups

Changes in AOFAS at the 6th month

At the end of the 6th month, absolutely all patients in the experimental group had AOFAS scores of 100 points. In the control group, slightly more than half of the patients had a maximum score of 100

points (53.30%, n=8), and in the remaining 46.70%, the scores ranged from 85 to 90 points.

The mean value of the indicator for the control group was 94.60 (SD±94.60) with a minimum value of 85 points and a maximum of 90 points.



Graph 30. Average AOFAS value at the 6th month for the experimental and control groups

The established difference in the mean values of the studied indicator after six months of kinesitherapy shows that it is statistically significant ($p < 0.05$), which confirms that the experimental kinesitherapy significantly improves the condition of the patients according to the foot and ankle assessment scale of the American Orthopedic Association .

V. DISCUSSION

The analysis of the results of the methodology applied by us confirms the positive effect of timely

applied and properly structured rehabilitation. We associate the better results obtained in patients from the experimental group with the correct selection and combination of the means in the author's methodology that we applied.

Summary of VAS and centimeter results:

During the examination of the patients from both groups on the first day before the start of kinesitherapy, severe pain and swelling in the area of the ankle joint and the foot were found. They largely limit the movements of the affected lower limb and worsen the patients' quality of life.

After two weeks of kinesitherapy, we reported a decrease in pain and swelling around the malleoli and across the metatarsal bones in both groups. A more significant decrease in pain and swelling was found in the experimental group. We believe this is due to the application of deep oscillation. In a study by Mratskova et al. from 2018 found that the reduction of pain symptoms after the application of deep oscillation can be maintained three months after the procedure (Mratskova et al., 2018). The tendency for the faster reduction of pain and swelling in patients from the experimental group continued until the end of the follow-up period - the sixth month. The pain

and swelling outcome of our patient cohort confirms the outcome of the study by Mratskova et al. (2018).

We report the fastest impact on pain symptoms during Phase I of kinesitherapy. This is also the phase during which we most actively apply deep oscillation and cryotherapy. From the analyzes we found that the volume of movement is most rapidly affected during Phase I of the kinesitherapy. We believe that this is largely due to a reduction in pain symptoms and swelling.

Analysis of the results of the thigh and lower leg measurements showed significant muscle hypotrophy in both groups of patients. This is due to the immobilization and lack of burden on the operated limb of the patients during the first 2-3 weeks after the operation.

In their 2004 study, Stevens et al found that more than 50% of muscle hypotrophy occurred in the first 2 weeks of immobilization, and more than 50% of muscle hypertrophy occurred in the first 5 weeks of rehabilitation (Stevens et al, 2004).

The dynamics of the results show that, despite the kinesitherapy, on the 14th day, a decrease in lower leg circumference was still observed in both groups of patients, and the decrease was greater for the experimental group. We believe that the continued

decrease in the index in this follow-up study is due to the reduction of postoperative edema in the lower leg area, and not to deepening muscle hypotrophy. It is for this reason that we consider this result as positive, not negative. In our opinion, the faster dispersal of postoperative edema in the lower leg area of patients in the experimental group is due to the application of deep oscillation and drainage massage.

The lower leg circumference measurements taken at the end of the first month showed a tendency to decrease the circumference difference in the patients from the experimental group, which is a sign of muscle hypertrophy as a result of the kinesitherapy. This process is maintained until the end of the sixth month. Muscle hypertrophy is greatest during phase II and phase III of kinesitherapy. During these phases, we started implementing elastic resistance exercises for the ankle joint, increased repetitions, and included more muscle strength exercises. We associate the faster hypertrophy of the thigh and lower leg muscles in the experimental group with the application of elastic resistance exercises. The examination of the statistical significance of the differences found in the results of the average laps through the thigh and lower leg of the injured limb for the control and experimental groups throughout the follow-up period established a level of statistical significance $p \leq 0.05$,

from which it follows that the results achieved for both groups are statistically significant.

Summary of the results of the performed goniometry:

Normal range of motion in the ankle joint is a necessary condition for performing functional activities such as walking, running, squatting and climbing/descending stairs, etc. (Fong et al., 2011). Successful execution of the gait cycle depends on highly coordinated muscle activity of the entire lower limb, which allows for stability and control. The range of motion required for normal gait during the swing phase with the foot in full contact with the ground is 15° of plantar flexion and 5-10° of dorsiflexion for the end of mid-stance. During the swing phase, ROM of 10° plantar flexion is required. The total ROM required is from 10° dorsiflexion to 20° plantarflexion (Popov, 2009). Limited range of motion, pain, swelling, impaired proprioception also lead to gait disturbance.

Residual limited ankle dorsiflexion is common after fractures and ligamentous injuries.

Initial goniometry results in our cohort of patients showed significant limitation in range of motion for both plantar and dorsiflexion in both groups.

After a two-week application of the experimental kinesitherapeutic methodology, we report positive results regarding the range of motion in the ankle joint.

Plantarflexion improves faster than dorsiflexion. More significant improvement in movement is observed during phase I and II of kinesitherapy. We believe that the faster recovery of plantar flexion is also due to the preserved function of the plantar flexors of the toes, which contribute to the preservation of 15% of the movement strength.

To a large extent, the limited dorsiflexion is also due to hypertonus of the m. triceps surae. Dorsiflexion in our patient cohort was most affected during Phase I and Phase II of physical therapy. These are also the phases during which we most actively apply the means of kinesitherapy. During these two phases, patients perform the exercises under our control, which ensures their correct execution.

Due to the reduced volume of movement, hypertrophy of the muscles of the affected lower limb, a shift of the center of gravity in the sagittal plane was observed, which, in turn, interfered with the symmetry of body movement between steps during walking

During Phase I, patients were still ambulating with crutches. During phase II of kinesitherapy, there is still an incomplete range of motion for plantar flexion and dorsal flexion, which affects gait. The limitation of dorsiflexion was compensated by greater flexion in the hip joint and knee joint, which made the gait clumsy and non-rhythmic. During the stance phase, the incomplete amount of dorsiflexion does not allow the foot to meet the support with the heel. ROM from the plantarflexion side makes it difficult to end the support and push off.

Phase I and Phase II are also the phases during which the pain symptoms in 90% of the patients subsided. We believe that the reduction in pain is related to the improved range of motion in terms of plantar and dorsiflexion.

During the first 2 phases, we also work most actively to shape a soft and elastic cicatrix through the application of deep oscillation, massage and mobilization of the cicatrix. We believe that the formation of a soft and elastic cicatrix also contributes to the faster recovery of dorsiflexion in the contingent of patients in the experimental group.

In various studies (Hengeveld, Banks, 2005; Parashkevova & Deleva, 2022; Mihailova, 2019; Silva et al. 2017) the benefits of the application of

manual therapy in terms of influencing pain, stiffness, arthrokinematics in the ankle joint after fracture exercises have been examined with elastic resistance in terms of increasing the range of motion in the joints and increasing muscle strength.

According to Grieve et al. (2011) and Taylor (2024) deep relaxation massage of the lower leg muscles combined with passive ankle joint mobilization is effective in increasing ankle dorsiflexion (Grieve et al., 2011; Taylor, 2024). Residual limited dorsiflexion can be caused either by biomechanical changes in the ankle joint or by shortening of the m. triceps surae (Taylor, 2024).

According to Nagano K et al. (2019) isometric exercises with TheraBand bands have a positive effect on increasing ROM in the ankle joint.

They believe that this is due to the inhibitory effects of the Golgi bodies in the tendons or the stretch tolerance of the m. gastrocnemius (Nagano K et al, 2019).

All these studies, as well as the statistically significant results in terms of range of motion, reduction of pain and swelling in the experimental group, prove that manual mobilization techniques, elastic resistance exercises, deep calf muscle massage, deep oscillation

procedures are selected and applied correctly in our methodology.

Summary of MMT results

Loss of strength, like loss of muscle mass, is a time-dependent process. The decrease in strength is not strictly proportional to the loss of muscle mass, as neural input and metabolic energy stores also play a role in determining the amount of force output (Shaffer et al., 2000).

According to Muller, upper limb strength declines sharply during the first week of immobilization (1%–6% per day) (Muller, 1970).

In a study by Berg et al. (1996) reported that recovery time depends on the duration of immobilization (Berg & Tesch, 1996).

From these studies, we conclude that the earlier we mobilize the limb after trauma, the less the loss of muscle strength will be. To restore muscle strength and endurance in our patients, we applied elastic resistance exercises. It was important for us to have the patient perform exercises at a speed that simulated the speed of functional activity.

Resistance band exercises are particularly useful for strengthening the muscles around the ankle, provided the movement is done in a controlled manner

(Nikolova, 2013). In less than 6 weeks of elastic resistance exercises, muscle strength is affected by 10 to 30% (Colado Sánchez, 2020), which is also evident from the analysis of the MMT results and our patients.

Significant recovery of muscle strength and endurance was observed after 4 weeks using a variety of rehabilitation programs including progressive resistance exercise, cycling, isokinetic exercise, and maximal isometric contractions (Shaffer et al., 2000).

An improvement in MMT results in our cohort of patients was seen after one month of kinesiotherapy. The analysis of the results, however, shows that not all patients manage to fully recover muscle strength after six months of rehabilitation. In the experimental group, the MMT results showed that at the sixth month of the study, 73.3% of them had completely recovered the strength of the ischiocrural muscles, 100% had recovered the strength of the m. quadriceps femoris, 80% - m. triceps surae and m. soleus, 60% of m. tibialis anterior, 46.67% of m. tibialis posterior, 66.67% per mm. peroneus longus et brevis. It is clear from the data that the muscles directly involved in the movements performed in the ankle joint recover their muscle strength more slowly.

We found numerous studies in the literature with similar results to ours.

According to Ingemann-Hansen & Halkjaer-Kristensen (1985), patients recovered between 69% and 92% of isometric and isokinetic strength of the knee extensors with 1 month of rehabilitation, after a period of knee immobilization of 1 month (Ingemann-Hansen & Halkjaer-Kristensen, 1985).

Seto et al. (1988) concluded that muscle strength after ACL reconstruction does not recover within just one month and may not even fully recover within 5 years (Seto et al., 1988).

In a study by Snyder-Mackler et al. (1995) found that after anterior cruciate ligament reconstruction, the muscle strength of the m. quadriceps femoris of the affected lower limb returned to only 70% of that of the contralateral lower limb after 4 weeks of rehabilitation (Snyder-Mackler et al., 1995).

Two weeks after a knee fracture, the knee flexors and extensors have about 40% of normal strength, which increases to 75% to 85% after one year. The ankle dorsiflexors and plantarflexors and the eversion and inversion muscles were much weaker two weeks after injury, but at one year their mean strength was greater than that of the knee flexors and extensors (Gaston et al., 2000).

Summary of OLS results

The OLS is a reliable tool for the diagnosis of static balance of one leg in patients who have undergone surgery after a fracture in the area of the ankle joint. OLS is cheap and easy to use.

Due to the prohibition by the treating orthopedic traumatologists to burden the operated limb with the maximum weight of the body, it was impossible to perform the balance test before the end of the first month from the beginning of the procedures. The test was performed at the end of the first month for both groups. We have taken 30 s as the norm.

The initial OLS estimate showed reduced postural control in both groups, but in the experimental group the results were much better. A number of factors such as edema, reduced range of motion, and impaired neuromuscular activation affect proprioception and balance. All these indicators are affected faster in the experimental group. We believe that the better results of OLS in the patients to whom we applied the experimental methodology are due to the faster improvement of the above indicators.

Decreased postural control is due to damage to mechanoreceptors during the trauma.

At the third and sixth months, we report a statistically significant improvement in the OLS scores in the experimental group.

The average value of the sixth month in the experimental group is 24.6 seconds, but it is still far from the result that we have accepted as the norm - thirty seconds.

On the other hand, a study by Araujo, 2022 for the British Journal of Sports Medicine found that OLS means were related to the age of individuals (Araujo, 2022). In the study, the average value accepted as the norm over 40 years was 16 seconds. The average age of patients in the experimental group was 40.1 years. If we have to compare our results with those of the study, our patients have much better indicators.

We believe that the good results of OLS are due to the early inclusion of proprioceptive exercises in the complex. It is important to note that proprioception and balance exercises were performed with both legs because motor skills can be transferred between hemispheres.

There are a number of studies in the literature that confirm the effectiveness of the application of proprioception and balance exercises.

Sazdova (2019) found that specialized proprioceptive exercises can improve both static and dynamic balance (Sazdova, 2019).

Yong & Lee (2017) evaluated the effect of proprioceptive exercise on static and dynamic balance in 28 adults and concluded that dynamic balance improved immediately after exercise (Yong & Lee, 2017).

According to Ince et al., (2023) balance and proprioception exercises can have a positive effect on dynamic balance and pain (Ince et al., 2023).

Dynamic balancing requires constant adjustments to joint position and results in increased proprioceptive feedback and neuromuscular control. Therefore, proprioceptive exercises increase joint position sense to a greater extent than non-specific exercises (Harry-Leite et al., 2022).

Incorporating proprioceptive exercises into rehabilitation programs twice a week for at least 12 weeks has the potential to benefit functional mobility, musculoskeletal endurance and dynamic and static balance, gait, and reduce the risk of falls in institutionalized adults. (Espejo-Antúnez et al., 2020).

Summary of American Orthopedic Association Foot and Ankle Assessment Scale (AOFAS) results

The American Orthopedic Association Foot and Ankle Assessment Scale (AOFAS) consists of 9 questions divided into 3 categories: pain (40 points), function (50 points), and alignment (10 points). The total number of points from all components is 100.

Scores between 90 and 100 points represent an “excellent” score, while 80 to 90 points are indicative of a “good” score (Ceccarelli, Calderazzi & Pedrazzi, 2014).

At the start of kinesitherapy, the mean value of the functional assessment scale showed that patients from both groups had a significant limitation of functional capabilities.

We believe that the initial low scores when completing the questionnaire are related to the severe pain experienced by the patients, the reduced range of motion in the ankle joint, the need to use an assistive device, the inability to walk a long distance, the difficulty in going down and waiting for stairs.

On the third month, we observe a significant change in the indicator in both groups, in the control group the average value found is 84.87 (good result), and in the experimental group 92.47 (excellent result).

We associate the change in the index in both groups with a reduction in pain, improvement in range of

motion, and removal of assistive devices. The positive change was maintained until the end of the sixth month, with all patients in the experimental group achieving an "excellent" score of 100 points. This is associated with the absence of pain at the sixth month and better results in ROM in the patients of the experimental group.

In the analysis, we conclude that AOFAS scores are directly related to patients' pain, range of motion, need for an assistive device, and functional independence.

CONCLUSIONS

From the study and the analysis of the results, we can draw the following conclusions:

1. The complex kinesitherapy methodology created by us, including exercises with elastic resistance, manual mobilization techniques, proprioception and balance exercises and deep oscillation, is effective in patients after fractures in the ankle joint treated surgically.
2. The tested methodology affects pain symptoms and swelling faster and more effectively, achieves faster favorable functional results and improves the prognosis after fractures in the ankle joint. The effect of the application remains even after the end of the sixth month.

3. The use of manual mobilization techniques leads to a faster restoration of the range of motion in the joints.
4. Early application of proprioception exercises has a positive effect on patients' postural control.
5. Muscle strength cannot be fully restored over a period of six months. It recovers much more slowly than the range of motion and muscle volume.

RECOMMENDATIONS

1. Due to the proven effectiveness of the author's methodology and the applied combination of means, we recommend that it be widely used in practice.
2. We recommend the early inclusion of proprioception exercises in the kinesitherapy programs of all patients with lower limb injuries.
3. We recommend that elastic resistance exercises are applied to a larger contingent of patients and various postoperative conditions / more widely in kinesitherapy practice, because they are effective and easy to perform both on an outpatient and at home.

CONTRIBUTIONS

1. A theoretical analysis has been carried out and the data from research by various authors in Bulgaria and abroad on the problem of fractures in the ankle joint, their treatment and functional restoration of the ankle-foot complex have been systematized, which expand the theoretical and scientific basis of kinesitherapy.
2. A methodology for functional examination and monitoring of recovery after surgical treatment of fractures in the ankle joint has been developed and tested in clinical practice.
3. Developed and implemented in practice is a complete author's kinesitherapy program for functional recovery after fractures in the ankle joint.
4. A higher efficiency of the developed experimental methodology has been established compared to traditional kinesitherapy in patients after fractures in the ankle joint treated surgically.

Conclusion

The results obtained and analyzed by us show an improvement in all indicators in both groups, and it is more substantial and faster in the experimental group. We believe that this is due to the correctly selected means and their timely application.

The experimental methodology applied by us for the functional recovery of patients after fractures in the area of the ankle joint treated surgically is easily applicable, effective and with long-lasting functional results.

Publications

1. Valeva, S. (2023). Effect of proprioceptive exercises on balance in patients with ankle fractures. *KNOWLEDGE - International Journal* , 61(4), 677–681. Retrieved from <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/6473>
2. Valeva, S., & Sazdova, L. (2023). Role of elastic resistance, manual mobilization techniques and deep oscillation in the treatment of ankle fractures. *KNOWLEDGE - International Journal* , 61(4), 683–687. Retrieved from <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/6474>
3. Valeva, S., & Bekir, N. (2022). Kinesitherapy after surgery treatment of ankle fractures. *KNOWLEDGE - International Journal* , 55(4), 671–676. Retrieved from <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/5744>