

**ЮГОЗАПАДЕН УНИВЕРСИТЕТ „НЕОФИТ РИЛСКИ“
ФАКУЛТЕТ „ОБЩЕСТВЕНО ЗДРАВЕ,
ЗДРАВНИ ГРИЖИ И СПОРТ“**

КАТЕДРА „КИНЕЗИТЕРАПИЯ“

Петя Пламенова Субева

**ИНОВАТИВНА МЕТОДИКА НА КИНЕЗИТЕРАПИЯ ЗА
КОНСЕРВАТИВНО ЛЕЧЕНИЕ ПРИ ГОНАРТРОЗА**

АВТОРЕФЕРАТ

Благоевград, 2024 год.

**ЮГОЗАПАДЕН УНИВЕРСИТЕТ „НЕОФИТ РИЛСКИ“
ФАКУЛТЕТ „ОБЩЕСТВЕНО ЗДРАВЕ,
ЗДРАВНИ ГРИЖИ И СПОРТ“**

КАТЕДРА „КИНЕЗИТЕРАПИЯ“

Петя Пламенова Субева

**ИНОВАТИВНА МЕТОДИКА НА КИНЕЗИТЕРАПИЯ ЗА
КОНСЕРВАТИВНО ЛЕЧЕНИЕ ПРИ ГОНАРТРОЗА**

АВТОРЕФЕРАТ

**на дисертация за присъждане на образователната и научна
степен „Доктор“ по професионално направление
7.4. Обществено здраве (Кинезитерапия)**

**Научен ръководител
доц. д-р Мария Граматикова**

Благоевград, 2024 год.

Дисертационният труд съдържа 169 стандартни машинописни страници. Онагледен е с 31 таблици, 19 фигури и 15 снимки. Библиографската справка съдържа 206 заглавия, от които 61 на кирилица, 118 на латиница и 27 електронни източници.

Официалната защита на дисертационният труд ще се проведе на 15.11.2024г., в 13:00 часа, в заседателна зала No 111, I етаж в УК No 8 на Югозападния университет „Неофит Рилски“, Благоевград, на заседание на научното жури.

ВЪВЕДЕНИЕ

Гонартрозата е най - разпространеното хронично ставно заболяване. Поради застаряване на населението и епидемия от затлъстяване, честотата му през последните години нараства. Основните клинични характеристики са болка, оток, ограничаване на обема на движение и намаляване на мускулната сила. Висок рисков фактор е затлъстяването, поради това, че наднорменото тегло увеличава механичното натоварване на колянната става (*Harding et al., 2012*).

Броят на случаите на пациенти диагностицирани с остеоартрит на колянната става се е увеличил през последните няколко десетилетия до 14,8% от световното население на възраст над 30 години. Очаква се броят им да продължи да нараства до 2050 г. (*Steinmetz et al., 2023*).

Това заболяване влошава пълноценният начин на живот. Скоростта на прогресиране е различна при пациентите. Лечението започва с консервативни методи и преминава към хирургични, когато консервативният подход е неуспешен (*Hsu, Siwiec, 2023*).

Ролята на „Ergon IASTM Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization” при консервативно лечение на ОА на колянната става все още не е изследвана. Не открихме проучване на проблемът, както у нас, така и в чужбина. Във връзка с това хипотезата на изследването ни е, че разработването на иновативна кинезитерапевтична програма ще спомогне за консервативното лечение на остеоартроза на колянната става.

Изследването е проведено в МБАЛ „Самоков - ЕООД”- гр. Самоков, „Специализирана болница за рехабилитация (СБР) Сапарева баня“ – гр. Сапарева баня. Контингент на изследването са 32-ма пациенти от контролна и 34 – ма от експериментална група.

Приложихме иновативна кинезитерапевтична програма за консервативно лечение на ОА. Проследихме възстановителният процес на колянната става с приложен експериментален модел на кинезитерапия.

За целта проучихме различни методики на кинезитерапия, прилагани при остеоартроза на КС у нас и в чужбина, както и диагностични системи за оценка на състоянието и ефективността на приложените програми. Преди и след прилагането на кинезитерапевтичната програма е проследено състоянието на изследваните показатели при пациентите.

Разработен е експериментален технологичен модел на кинезитерапия за пациенти с остеоартроза на колянната става. Проведен е десетдневен курс на индивидуална кинезитерапия в контролната и експериментална група. Събраният емпиричен материал е подложен на математико-статистическа обработка, резултатите са анализирани и са изведени произтичащите от изследването изводи за теорията, методиката и практиката по кинезитерапия.

СОЦИАЛНА ЗНАЧИМОСТ НА ОСТЕОАРТРОЗАТА НА КОЛЯННАТА СТАВА

Гонартрозата е най-разпространеното заболяване на ставите при възрастните хора по света. Както вътрешните, така и външни рискови фактори насърчават неговото развитие. При мъжете на възраст от 60 до 64 години дясното коляно е по-често засегнато; при жените дясното и лявото коляно са засегнати с почти еднаква честота (*Michael et al., 2010*).

Сред хората в напреднала възраст над 60 години, 10% от мъжете и 13% от жените са засегнати от симптоматична остеоартроза на колянната става в САЩ. Разпространението на заболяването е 7,2% при китайците на средна възраст и при възрастните (9,8% и 3,7% съответно за жените и мъжете). Най-често засегнато е медиалното отделение на ставата (*Zeng et al., 2017*).

В изследванията си за лечението на остеоартрит на коляното *Joern et al. (2010)* потвърждават извода, че артрозата е най-често срещаното ставно заболяване при възрастните в световен мащаб. Както вътрешните, така и външните рискови фактори насърчават развитието му. И в световен мащаб мъжете на възраст от 60 до 64 г. дясното коляно е по-често засегнато, докато при жените двете колена са почти еднакво засегнати.

Няколко национални и международни институции, като Европейската лига срещу ревматизма (EULAR) и Международното остеоартритно общество за научни проучвания (OARSI), са разработили ръководни насоки за ОА в помощ на лекари и пациенти. Тези насоки са изготвени чрез оценка на настоящите възможности за лечение в светлината на научните доказателства, както и експертни становища.

Етиология, патогенеза и клинична картина на гонартрозата

Етиопатогенетично се дели на две големи групи:

- **първична** - с генерализирано засягане от дегенеративния процес на повече стави на базата на наследствени генетични фактори, съчетани с възрастови промени;
- **вторична** - при която се засяга една става като резултат на механично обременяване, ставни заболявания, хирургични интервенции или травми (*Станев и кол., 2014*).

При гонартрозата важно значение в етиологията имат:

- Статичните аномалии, при които се отклоняват осите на бедрото и подбедрицата (варусни и валгусни деформации).
- Повтаряща се травма, имаща най-често професионален характер.

- Вътреставни фрактури на коляното и недобре наместени, лезия на менискус, ставна нестабилност, остеохондрит и др.
- Възпалителни заболявания, пателомалация, хондроматоза, ендокринни смущения, при жените и след менопауза, съчетани с наднормено тегло.

Боледуват жени с наднормено тегло, като процесът започва в средната възраст. Според съвременната биомеханика, истинската гонартроза е следствие от несъответствието на натоварването на ставата и способността на хиалинния хрущял за понасянето му.

Най-честият симптом е болката при слизване по стълби и ставане от нисък стол. Също и оток на ставата с преходен хидропс, скованост, постепенно ограничаване на флексията и екстензията, хипотрофия на четириглавия бедрен мускул, наличие на флексионна контрактура, увеличен Q – ъгъл, варусна или валгусна деформация, наличие на крепитации при движение в колянната става (*Оцетов и кол., 2013*).

Съвременни подходи при консервативно лечение на гонартроза

През последните години бяха постигнати редица терапевтични резултати, поради подобро разбиране на основните механизми, диагнозата и управлението на остеоартрита (ОА) на колянната става.

Ембрионалните индуцирани плурипотентни и ембрионални стволови клетки се разделят в хондроцити или мезенхимни (MSCs) и могат да се използват като източник на инжекционни лечения в ОА ставната кухина.

Известно е, че MSC са най-изследваните продукти за клетъчна терапия в клетъчно-базирана терапия на ОА, поради способността им да се диференцират в хондроцити и техните имуномодулиращи свойства. Те имат потенциалът да подобрят възстановяването на хрущяла и в крайна сметка да възстановят увредените стави. Въпреки това обаче и въпреки наличните терапии и напредъкът в изследванията, според *Jang et al. (2021)*, продължават да съществуват неудовлетворени медицински нужди за лечение на ОА.

Консервативното лечение включва: отбременяване на колянната става, избягване на натоварването, редуциране на телесното тегло, покой на легло.

Балнеолечение, физиотерапевтични процедури, нестероидни противовъзпалителни средства (НСПВС) и обезболяващи се назначават и препоръчват от специалисти за пациенти, на които им се налага системно лечение.

При реактивен синовит и изразен хидропс, място намират вътреставното приложение на кортикостероиди. Прилагат се хондропротективни средства като: Arterparon, Rumalon, Dona 200 S по схема и

др. Широко се прилагат втреставни апликации на Хиалууронова киселина. При наличие на статични аномалии оперативното лечение според *Ставрев и кол. (2011)* трябва да започне сравнително рано.

Втреставните инжекции са широко прилагани за консервативно лечение на остеоартрит на коляното (ОА). Въпреки това, липсват точни данни относно сравнителната терапевтична ефективност на тези инжекции (*Tschopp et al., 2023*).

Chavda et al. (2022) установяват, че втреставните инжекции с хиалууронова киселина се прилагат повече от три десетилетия при лечението на гонартроза. По отношение на тяхната ефикасност, безопасност, броя на прилаганите инжекции, вида на препарата и комбинирането му с други лекарства съществуват противоречия.

Установено е, че втреставните богати на плазма тромбоцити (PRP) и хиалууроновата киселина (НА) са ефективно консервативно лечение за гонартрозата (*Huang et al., 2022*).

В проучване на *Pers et al. (2016)* се изследва безопасността на протокола за повишаване на дозата на интраартикуларно инжектирани стромални клетки, получени от мастна тъкан (ASCs) при пациенти с ОА на коляното, както и клиничната ефикасност като вторична крайна точка.

Според данните от проучването, втреставното инжектиране на ASC е безопасна алтернатива за лечение на пациенти, при които болестта протича по-тежко. Нужни са обаче по-обемни и контролирани дългосрочни проучвания, за да се потвърди дали новата стратегия на клетъчна терапия може да подобри болката и да предизвика структурна полза при остеоартрит.

Интраартикуларните (IA) инжекции се прилагат, когато консервативното лечение не е ефективно, а ендопротезирането все още не е показано. Научни проучвания показват, че IA инжекциите са по-ефективни и безопасни от нестероидните противовъзпалителни средства (НСПВС).

Съвременните изследвания, насочени към подобряване на втреставната хомеостаза, се фокусират върху биологични добавки, като богатата на тромбоцити плазма (PRP).

Счита се, че катаболните и възпалителни втреставни процеси, които съществуват при остеоартрит на коляното (КОА) могат да бъдат повлияни от прилагането на PRP и неговите производни. PRP може да предизвика регенеративен отговор и да доведе до подобряване на метаболитните функции на увредените структури.

Въпреки това, положителният ефект върху хондрогенезата и пролиферацията на мезенхимни стволови клетки (MSC) все още е силно противоречив.

Полуколичественият метод за оценка на магнитно резонансните структурни промени на цялата КС при пациенти с гонартроза е използван за първи път в българската популация от *Георгиев и кол. (2018)*.

Изследвани са циркулиращите маркери COMP, MMP-3 и Coll2 – 1 отразяващи ставната ремоделация и е установена връзката им с генерализацията на артрозната болест и редица образни показатели. В най-добра степен CRP отразява болестната активност, тежестта и болката.

Провеждането на два курса с PRP през 6 месеца е със съпоставима или по-голяма ефективност по отношение на облекчаване на симптомите болка и скованост, оценени в края на първата година, в сравнение с двукратното инжектиране на кръстосано свързана високомолекулулна хиалуронова киселина през 6 месеца.

Авторите установяват, че структурната прогресия на хрущялната увреда не зависи от избора на терапия, а от изходните нива на MMP-3 и ИТМ, както и че лечението с PRP е безопасно (*Георгиев и кол. 2018*).

Съвременни подходи при оперативно лечение на гонартроза

Клиничният опит в проучването на *Белеганов и кол. (1990)* показва, че високата клиновидна остеотомия на тибията дава 75% добри и много добри резултати, 14% удовлетворителни и 10% лоши, 13 г. след операцията.

Проследяването на болни от 4 до 13 г. след операцията показва, че тази оперативна интервенция забавя развитието в дегенеративните процеси в колянната става.

Високата клиновидна остеотомия на тибията, съчетана с венетризация на пателата, не трябва обаче да се противопоставя на другите оперативни методи – различните видове остеотомия на тибията или бедрото, алопластика или артродеза на колянната става. Тя трябва да се прилага само при строги показатели.

Предимствата на тази операция се изразяват в това, че се осигурява точно изрязване костния клин и метафизата на тибията (допустима грешка до 1%). Водачът на длетото винаги води остеотома в посока определена от оператора (*Белеганов и кол. 1990*).

Артропластиката се прилага при тежки степени на гонартроза, поради степента на усложнения. Консервативното лечение е първият избор при възрастното население с това заболяване. Повече от 10% от пациентите се подлагат годишно на вътреставни инжекции, особено в рамките на три месеца след диагнозата. Инжектиране на кортикостероиди, хиалуронова киселина (HA) и богата на тромбоцити плазма (PRP) намалят симптоматиката.

Естественият ход на нелекуваната гонартроза е прогресивен. Най-удачно е ранното оперативно лечение.

През 2019 г. Германия има най-висок процент операции за ендопротезиране на тазобедрена става и четвърти най-висок процент ендопротезиране на коляно сред повече от 30 страни от Организация за икономическо сътрудничество и развитите (ОИСР). Стандартизираните по възраст проценти са оценени на 174% протезирания на ТБС и 137% на колянна става на 100 000 души от населението.

Изследвайки научните теории за провеждане на кинезитерапия при пациенти с гонартроза можем да обобщим следното:

- От достъпните ни литературни източници не открихме изследвания за приложението на “Ergon IASTM Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization” при пациенти с гонартроза у нас и в чужбина.
- Открихме резултати от научни изследвания върху приложението на “Ergon IASTM Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization” при спортисти със скъсяване на сухожилието на *m. quadriceps femoris*, които показват, че техниката има добър ефект.
- Има данни за ефективност на техниката, която е една от най-ефикасните за мобилизация на меките тъкани. Когато е в комбинация с терапевтични упражнения (съобразени с индивидуалното състояние на пациента) резултатите са по-бързи.
- Открихме данни за ефективността на масажът по Терие, който оказва положително въздействие върху функционалното и субективно състояние на пациентите с ОА на колянната става.
- Разработени са програми при които се използват комбинирани терапевтични средства.
- Няма противоречия за характера на КТ, че упражненията трябва да се прилагат с бавно до умерено темпо и да бъдат съобразени със състоянието на пациентите (индивидуален подход).
- Няма противоречия относно необходимостта от редукция на телесното тегло при пациентите с гонартроза.
- Има известни противоречия по отношение на ранното оперативно лечение при ОА на колянната става.

От достъпните ни литературни източници разгледахме и анализирахме терапевтични програми за консервативно лечение на гонартроза, които е необходимо перманентно да се актуализират в съответствие с развитието на кинезитерапевтичната наука.

Установено бе, че полята на „Ergon IASTM Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization” при консервативно лечение на гонартроза не е изследвана.

Не открихме проучване на проблемът, както у нас, така и в чужбина, което предопределя **концептуалната рамка** на научното ни изследване, характеристиката и резултатите които ще изложим в следващите глави и раздели.

МЕТОДОЛОГИЯ НА НАУЧНОТО ИЗСЛЕДВАНЕ

Хипотеза на изследването

Допускаме, че разработването на иновативна методика на кинезитерапия, с елементи на нови и актуализирани средства на кинезитерапия и прилагането им при консервативното лечение на пациенти с гонартроза ще подобри възстановителния процес на долния им крайник.

Предмет на изследването е остеоартритът на колянната става.

Обект на изследването е ефективността на разработена експериментална методика на кинезитерапия за консервативно лечение при гонартроза.

Цел на изследването е установяване на интензитета и аспектите на възстановителния процес на колянна става с остеоартрит, вследствие на приложена експериментална методика на кинезитерапия.

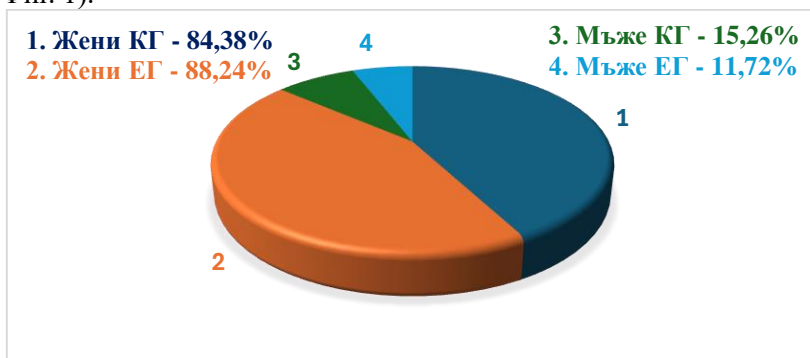
Задачи на изследването:

1. Проучване и анализ на достъпната научна литература у нас и в чужбина относно лечението и кинезитерапията при пациенти с остеоартрит на колянна става.
2. Разработване на тестова батерия и алгоритъм за функционални изследвания за ефективна оценка, диагностика, проследяване и анализ на функционалните възможности на пациентите.
3. Разработване и апробиране на експериментална авторска методика на кинезитерапия за пациенти с гонартроза.
4. Установяване на първоначалното (изходно) състояние на изследваните показатели на пациентите - преди прилагане на кинезитерапия. След десетдневен курс на лечение да се проведе крайно (заклучително) изследване на пациентите.
5. Да се изготви статистическа обработка на емпиричния материал и да се направи анализ на резултатите от научното изследване.
6. Установяване на ефективността на експерименталния модел на кинезитерапия.

Контингент и профил на изследваните пациенти

Изследвани са общо 66 пациенти диагностицирани с гонартроза III – та степен. В контролната група са изследвани общо 32 – ма пациенти от които: 27 – жени (84,38%) и 5 – ма мъже (15,62%) на средна възраст $62,69 \pm 10,77$. В експерименталната група са изследвани общо 34 – ма пациенти от които: 30

– жени (88,24%) и 4 – ма мъже (11,76%) на средна възраст $64,21 \pm 7,25$. Преобладаващ е процентът на изследваните лица от женски пол и в двете групи (Фиг. 1).



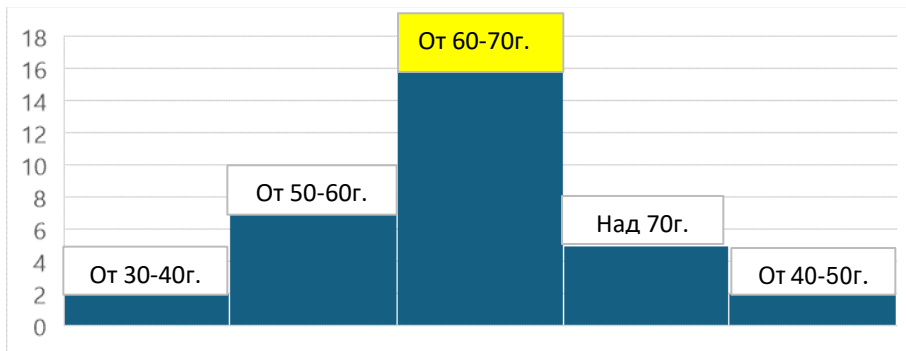
Фиг. 1. Полови различия при изследваните пациенти от двете групи

Подборът на пациентите беше извършен с оглед на критериите за **противопоказания** на методиката на кинезитерапия: инфекциозни заболявания, психически заболявания (които могат да попречат на ефективното участие на пациентите), неконтролирана хипертония, тромбоза, тежки зависимости (алкохолизъм, наркомания), онкологични заболявания, остър възпалителен процес, екхимози, петехии, кожни инфекции или рани и злокачествени образувания в областта на КС, както и пациенти с тежко ограничена подвижност (използващи проходилка, канадки или патерици), които не са в състояние да изпълняват кинезитерапевтичната програма.

Критерии за включване на пациентите в изследването са: установена диагноза гонартроза III – та степен. Пациентите **не трябва да провеждат медикаментозно лечение** на гонартроза както към момента на включване в изследването, така и до неговото приключване. Това е необходимо, за да се гарантира, че няма да настъпят резки промени в състоянието им, свързани с лекарствени интервенции (прием на нестероидни противовъзпалителни медикаменти, кортикостероиди и др.), което би могло да повлияе на резултатите от проучването.

Критерии за изключване на пациенти от изследването са: алергични реакции и свръхчувствителност/непоносимост проявени към някои от средствата на кинезитерапия, прием на болкоуспокояващи медикаменти, липса на ангажираност и сътрудничество, отказ от спазване на указанията, злоупотреба с вещества, невъзможност на пациента да посети редовно сесиите поради географска отдалеченост или лични ангажименти.

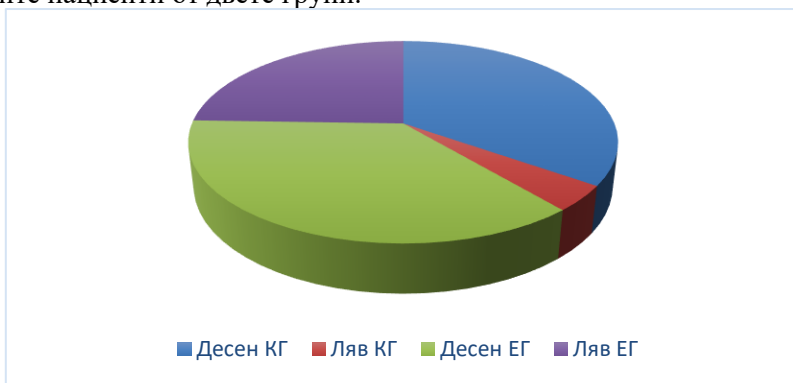
Изследваните лица в КГ са на средна възраст $62,69 \pm 10,77$. Възрастовата структура на тази група е следната: от **30 до 40 г. възраст** - 1 жена и 0 мъже, от **40 до 50 г. възраст** - 3 жени и 0 мъже, от **50 до 60 г. възраст** - 9 жени и 0 мъже, от **60 до 70 г. възраст** - 12 жени и 2 - ма мъже и **над 70 г. възраст** - 2 жени и 3 - ма мъже (Фиг. 2).



Фиг.2. Възрастова структура на изследваният контингент в КГ и ЕГ

Изследваните лица в ЕГ са на средна възраст $64,21 \pm 7,26$. Възрастовата структура на тази група е следната: от **30 до 40 г. възраст** - 0 жени и 0 мъже, от **40 до 50 г. възраст** - 1 жена и 0 мъже, от **50 до 60 г. възраст** - 8 жени и 1 мъж, от **60 до 70 г. възраст** - 13 жени и 3 - ма мъже и **над 70 г. възраст** - 8 жени и 0 мъже.

На (Фиг. 3) е представена локализацията на гонартрозата при изследваните пациенти от двете групи.



Фиг. 3. Местоположение на установената и лекувана гонартроза на пациентите от контролната и експериментална група

Износване на недоминиращата КС е установено и лекувано при 5 - ма пациенти от КГ, от които 2 жени и 3 – ма мъже и при ЕГ 12 пациенти, от които 12 жени и 0 мъже. Логично на по-високите натоварвания на доминиращия долен крайник, преобладава износването на водещата дясна КС, установено и лекувано при 19 пациенти от КГ, от които 17 жени и 2 - ма мъже и при ЕГ 22 – ма, от които 18 жени и 4 -ма мъже.

Методи на изследване

За реализиране на целта и задачите на изследването, използваме следните научни методи:

1. Анализ на литературни източници (дедуктивен метод)
2. Експертна оценка
3. Тестиране
4. Експерименти (предварителен, констатиращ, формиращ).
5. Методи на математическата статистика (вариационен и алтернативен метод с програмата *GraphPad Prism – 3.0*).

За оценка на функционалното състояние на колянната става и проследяване на ефекта от приложената експериментална методика на кинезитерапия в контролната и експериментална група и настъпили промени след приложението ѝ, използвахме следните **функционално-диагностични методи и тестова батерия**:

1. **Сантиметрия** – метод, чрез който се отчитат промените в обиколките на долните крайници в сантиметри (*Каранешев и кол., 1991*).
2. **Гониометрия**, метод за измерване на обема на движение в колянна става, с отчитане на резултатите по стандартната SFTR методика (*Каранешев и кол., 1991*).
3. **Изследване на болката**: количествено измерване на болката по визуално-аналогова скала (ВАС – от 0 до 10) (*Георгиева, 2016*).
4. **Мануално – мускулно тестване на основните мускулни групи намиращи се в областта на коленният комплекс** (*Банков и кол. 1991*).
5. **Функционална оценка на коляното (Knee society knee score)** (*Груева и кол. 2012*).
6. **Тест на хлътването (indentation – test)** за изследване на наличието на оток в колянната става (*Груева и кол., 2012*).
7. **Тест за измерване на пателофеморалния ъгъл (Q – ъгъл) на колянната става** (*Груева и кол., 2012*).
8. **Тест за флексионна контрактура в коляното** (*Груева и кол., 2012*).
9. **Тест – Ексцентрична стъпка** (*Попов, 2012*).
10. **Експертна оценка на походката с и без обувки** (*Inam et. al., 2020*):

- *Тест дължина на стъпката* - с водещ ляв и с водещ десен крак;
- *Тест широчина на стъпката.*

ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА МЕТОДИКА НА КИНЕЗИТЕРАПИЯТА ПРИ КОНСЕРВАТИВНО ЛЕЧЕНИЕ НА ГОНАРТРОЗА

Цел и задачи на кинезитерапията

Целта на кинезитерапията е максимално възможно функционално възстановяване и забавяне на прогресията на артрозните изменения в КС.

Задачи на кинезитерапията:

1. Намаляване на отока и болката в КС.
2. Подобряване на обема на движение в КС.
3. Преодоляване на мускулния дисбаланс.
4. Превенция и/или преодоляване на флексионна контрактура в КС.
5. Подобряване на проприоцепцията (слаб мускулен контрол).
6. Подобряване на походката.

Средства на кинезитерапия, приложени в контролната и експериментална група

- Общоразвиващи и дихателни упражнения.
- Криотерапия.
- Упражнения в суспензия за КС.
- Постизометрична релаксация (ПИР) за скъсената мускулатура: *m. iliopsoas*, *ишиокруралната* и за *m. rectus femoris*.
- Стречинг за *m. iliopsoas*, *m. rectus femoris* и ишиокруралната група мускули.
- Упражнения срещу дозирано съпротивление.
- Упражнения за подобряване на проприоцепцията.
- Упражнения с швейцарска топка.
- Включване на уреди (велоергометър и пособия).
- Обучение в правилно ходене.

Упражнения в домашни условия (предназначени са като допълнение към 10-дневното лечение и за продължаване на терапията след неговото завършване).

Комплекс на контролната група пациенти включва:

Подготвителна част

- Общоразвиващи и дихателни упражнения (времетраене 5 мин)
- Криотерапия (времетраене 4-5 мин)

Основна част

- ИП тилен лег - активни упражнения за глезенните стави - плантарна и дорзална флексия, кръгови движения (10-15 пъти).
- ИП тилен лег - активна флексия и екстензия на коленните стави посменно (10 пъти).
- ИП тилен лег - активно повдигане на изпънат долен крайник посменно (8-10 пъти за всяка страна).
- ИП тилен лег - изометрични контракции на *m. quadriceps femoris*, изометрия – 4 - 5 сек. (10-12 пъти за всяка страна).
- ИП страничен лег - упражнението се изпълнява в суспенсия като се екстензира КС с тежест от 1кг (8-10 пъти).
- ИП тилен лег – поставя се пясъчна тежест от 1кг върху ГС. Пациентът екстензира КС като в края на движ. задържа 4 -5 сек. и връща в ИП (8-10 пъти).
- ИП лег - пациентът позиционира ГС на 90° дорзална флексия и се подвигна на пръсти като екстензира КС. Задържа 5 – 6 сек. в тази позиция и след това бавно се връща в изходна (10-12 пъти).
- ИП лег - пациентът екстензира КС със съпротивление от ластик и бавно връща в изходна позиция като ластикът спомага за флексията (8-10 пъти).
- ИП тилен лег - пациентът екстензира КС като прилага натиск върху топката и задържа (изометрия) 6 - 7 сек. След това флектира коляното заедно с топката в максимален активен обем на движение (8-10 пъти).
- ИП тилен лег – прилага се постизометрична релаксация (ПИР). Техники за: *m. iliopsoas*, ишиокруралната и за *m. rectus femoris* (времетраене 5мин). Не се предизвиква остра болка.
- ИП седеж – в началото пациентът пристъпва напред като посреща опората на пета и с пръстите успява да се придвижи със стола напред (5 – 10 крачки, в зависимост от големината на помещението). След това по същия начин се придвижва назад (5-6 пъти).
- ИП стоеж - пациентът стабилизира топката до стената и екстензира колянната става. Задържа 6 сек. (8-10 пъти).
- ИП стоеж - пациентът изпъва горните крайници като флектира раменните стави до 90°. Повдига единия крак и задържа 2, 3 сек. У. се изпълнява посменно и с двата крака (10-12 пъти).
- ИП стоеж - ходене по гимнастически дюшек (3-5 мин).

- ИП стоеж до шведска стена - пациентът изпълнява клекове максимум до 90 - 100° (8-10 пъти).
- ИП седеж – велоергометрична тренировка (5-7 мин).
- ИП стоеж - ходене на тредмил. В началото се започва с къси крачки, след това се преминава към бавни по-дълги. За 1 – 2 мин. се увеличава наклона на пътеката с 2 до 5% (според индивидуалните възможности на пациента) (5-8 мин).

Заклучителна част

- Релаксиращи и дихателни упражнения (5 мин).

Общо времетраене на комплекса от упражнения е 50 – 60 мин. Изпълнява се веднъж дневно за 10 дни.

Авторска методика на кинезитерапия за експерименталната група пациенти с гонартроза включва:

Същият комплекс от упражнения както при КГ, но с допълнение от следните специализирани средства на КТ:

- Кинезиотейп методика, прилага се през 3 дни (общо 4 пъти).
- Ергон терапия се прилага през 3-4 дни (общо 4 пъти).
- Ставно-мобилизационни техники за КС, всеки ден (общо 10 дни).

Ставно-мобилизационни техники за КС - започваме с медно – латерално плъзгане на пателата (2-3 мин). След това каудално и краниално плъзгане на пателата (3-4 мин). Дистракция на пателофеморалната става и дистракция на тибιοфеморалната става (3-4 мин).

Ергон терапия - с техники: *rub*, *wave*, *snake*, *razor excav*. Методиката предизвиква повишена сензитивност и контролирано възпаление в областта на обработения регион за период от 24-48 часа.

- Техниката „**rub**“ се изпълнява с единичен захват. Темпът е среден. Сила на натиск – лек. Ъгъл на приложение - 30°. Посока – двупосочна. При флексия от 80°-90° обработваме около пателата. Започваме и завършваме процедурата с (*rub*). След като обработим *m. quadriceps femoris* подготвяме и ишиокруралната мускулатура с тази техника (от ИП лег). Не работим в зоната на задколянната ямка.
- Техниката „**wave**“ се извършва с двоен захват. Темпът е бавен. Сила на натиск – по-силен в сравнение с първата техника, но съобразен с болковата

поносимост на пациента. Посока - от проксималната част на мястото на оток към дисталната за m. quadriceps femoris и кранио каудална посока за ишиокрурална мускулатура. Ъгъл на приложение под 40°.

- Техниката „snake“ се изпълнява с полукръгови движения. Темпът е бавен. Силата на натиск – лек в посока от проксималната част на отока към дисталната за m. quadriceps femoris. Ъгъл на приложение под 40°.
- Тази техника „razor“ се изпълнява с бавно до умерено темпо. Сила на натиск – лек в посока от проксималната част на отока към дисталната за m. quadriceps femoris.. Ъгъл на приложение под 40°.
- Тази техника „excav“ се изпълнява с бавно темпо. Сила на натиск – лек в посока от проксималната част на отока към дисталната за m. quadriceps femoris. Ъгъл на приложение под 40°.

За ишиокрурална мускулатура техниките са същите, както и методическите указания, но посоката на изпълнение е кранио – каудална. Не се обработва задколянна ямка.

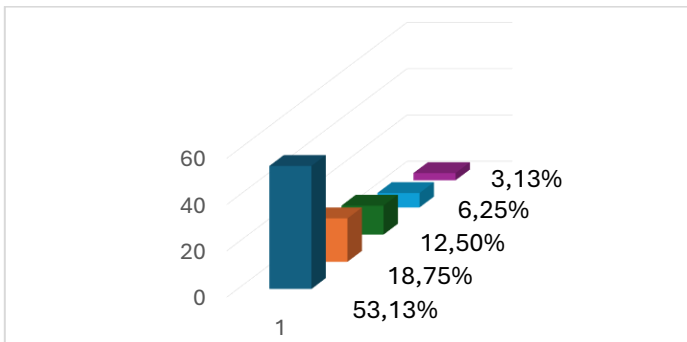
Кинезиотейп методика - през първите 3-4 дни се апликира противооточна, болкосупресаторна апликация. Използваме “Fan” апликация с 10 – 15 % тензия. Базата и котвата са с тезния 0%. През останалите 6 - 7 дни приложихме кинезиотейп при инхибиран m. quadriceps femoris. Използваме „Y” апликация с тензия 35-50%. Апликираме от проксимално към дистално по хода на m. rectus femoris 2/3 от бедрото и дължината трябва да стигне под пателарното сухожилие. Базата я поставяме при екстензирано коляно и след това при флексия 90° в КС (седеж с висящи крайници) апликираме и останалата част.

При механична увреда може да се замени с нов тейп. Не стои повече от 3 дни.

РЕЗУЛТАТИ, АНАЛИЗ И ДИСКУСИЯ НА ЕФЕКТИВНОСТТА НА ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОТО ЛЕЧЕНИЕ

Резултати и анализ от анамнестичните данни

При анализ на съпътстващите заболявания (Фиг. 4) **в контролната група** се установява преобладаваща артериалната хипертония 2 – ра степен при 53,13%, а 18,75% не съобщават за придружаващи заболявания, други 12,5% са със захарен диабет тип 2; 6,25% са с ревматоиден артрит, тиреоидит на Хашимото, генерализирано тревожно разстройство и хроничен гастрит.



Фиг. 4. Придружаващи заболявания на изследваните лица в КГ

В контролната група 3,13% са диагностицирани пациенти са с глаукома и болест на Крон. При анализ на съпътстващите заболявания на изследваните лица в **експерименталната група** (Фиг. 5) се установява, че отново преобладава артериалната хипертония 2 – ра степен 41,18%.



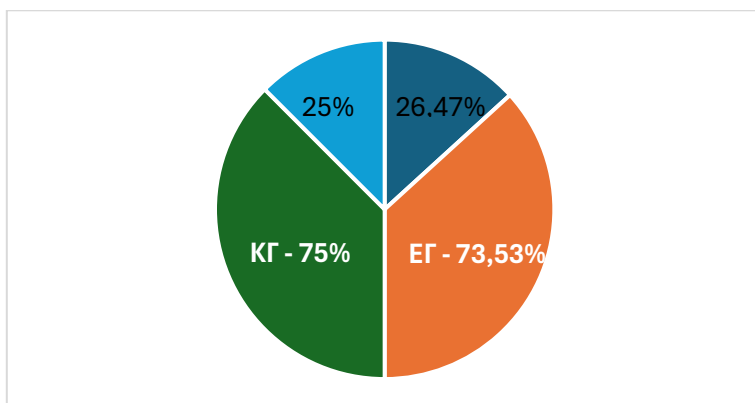
Фиг. 5. Придружаващи заболявания на изследваните лица в ЕГ

От лицата в групата, 23,53% не съобщават за придружаващи заболявания; 14,71% са със захарен диабет тип 2; 11,76% са с ХОББ; 8,82% са диагностицирани с исхемична болест на сърцето, 5,88% с тиреодит на Хашимото и 2,94% от пациентите в контролната група са с ревматоиден артрит.

От анамнестичните данни изчислихме и индексът на телесна маса (ИТМ) по формулата: $ИТМ = [Теглото\ в\ кг / височината\ м^2]$ и в двете групи.

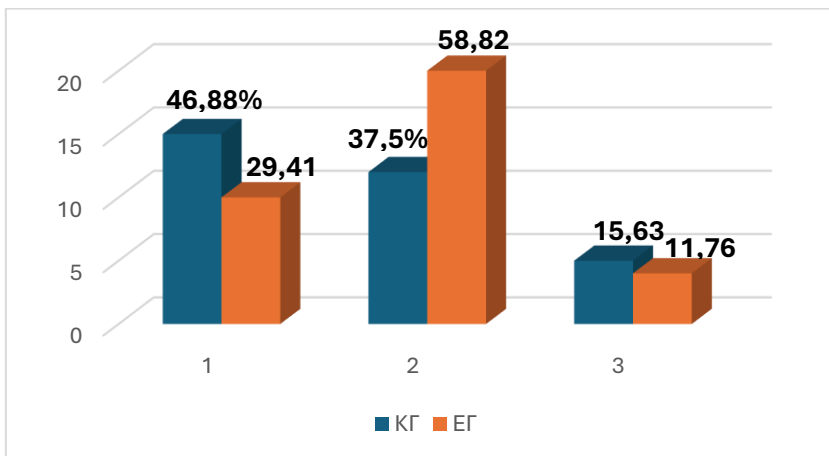
Пациентите са класифицирани според ИТМ съгласно критериите на СЗО : поднормено тегло ($<18,5 \text{ kg/m}^2$), нормално тегло ($18,5\text{--}24,9 \text{ kg/m}^2$), наднормено тегло ($25,0\text{--}29,9 \text{ kg/m}^2$) и затлъстяване ($>30 \text{ kg/m}^2$) (You et al, 2022). Данните сочат за висок процент на затлъстяване и при двете групи (Фиг. 6), като в контролната група средните стойности на показателя са $28,68 \pm 4,81$, а в експерименталната група: $29,00 \pm 5,35$.

В КГ – 75% от изследваните лица имат ИТМ $> 25,0$ и едва 25% са с ИТМ $< 25,0$, а данните на показателя в ЕГ показват, че 73,5% от изследваните лица имат ИТМ $> 25,0$ и едва 26,47% са с ИТМ $< 25,0$.



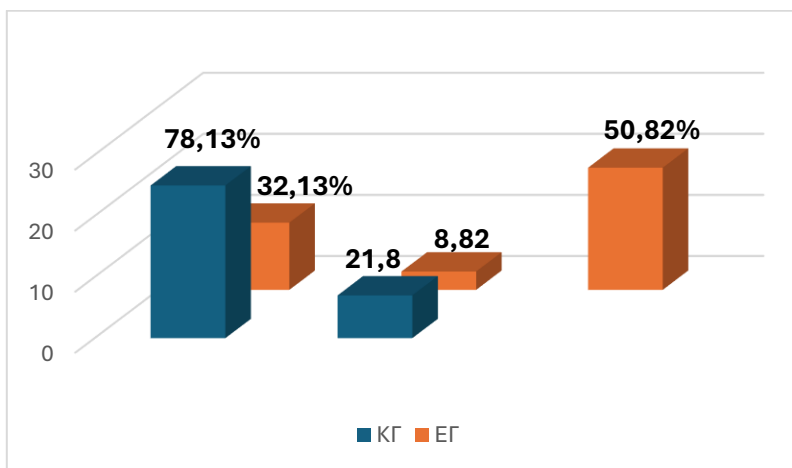
Фиг. 6. Индекс на телесната маса при двете групи (%)

От анамнестичните данни е определена и локализацията на остеоартрита на колянната става (Фиг. 7). Установява се, че 46,88% от пациентите в контролната група са диагностицирани с десностранна гонартроза, 37,5% с левостранна и 15,63% с двустранна. В експерименталната група 58,82% са диагностицирани с левостранна гонартроза, 29,41% с десностранна и 11,76% с двустранна.



Фиг. 7. Локализация на гонартрозата

При анализът на резултатите от измерванията на болен и здрав крак при двустранната гонартроза за „здрав“ се определя този, при който има по-малко проявена /или не проявена симптоматика.



Фиг. 8. Прием на нестероидни противовъзпалителни средства (%)

Във връзка с прием на нестероидни противовъзпалителни средства, които влияят върху обективността на резултатите на пациентите в двете групи е направен анализ (Фиг. 8). В контролната група 78,13% от лицата съобщават, че не приемат нестероидни противовъзпалителни средства (НПВС), а 21,8%

съобщават, че са приемали по лекарско предписание, но еднократно или двукратно, поради странични ефекти (най-притеснителен от които е рязкото повишаване на артериалното кръвно налягане, предвид високия процент 53,13% на диагностицирани с артериална хипертония).

В експерименталната група 50,82% от изследваните съобщават, че не приемат НПВС, 32.13% приемат хомеопатични продукти и отказват прием на друг вид медикаменти. Едва 8,82% са приемали НСВП за около седмица, но преди започването на кинезитерапията.

Пациентите в контролна и експериментална група отговарят на условията за включване в изследването.

Резултати и анализ на функционални изследвания сантиметрия, гониометрия и ММТ

Резултати и анализ от сантиметрия–дистално под патела (през ставната цепка) за установяване на промени в отока на колянната става

Статистическата обработка и анализ на резултатите представят данни от измерването на посоченият показател през първият и десети ден в контролната и експериментална група, като (Табл. 1) представя стойностите на увредения крак на пациентите.

Резултатите показват, че средната стойност от сантиметрията през ставна цепка на здравия и увреден крак през първият ден на изследването на пациентите от **контролната група** е $49,35 \pm 7,16$ см. и в резултат на приложена традиционна кинезитерапия до десетия ден намалява с 0,58см или с 1,17%.

В експерименталната група средната стойност на показателят е $62,15 \pm 9,24$ см. и в резултат на приложената експериментална методика на кинезитерапия до десетия ден намалява в абсолютни стойности с 1,17см, а в относителни стойности с 1,88%.

Табл. 1. Промени в отока на колянната става - сантиметрия дистално под пателата на увредено коляно

Признаци	Контролна група				Експериментална група				P	
	През I-я ден	През X-я ден	D	D %	През I-я ден	През X-я ден	D	D%	P1	P2
									КГ-ЕГ I-я ден	КГ-ЕГ X-я ден

\bar{X}	49,35	48,77	0,5 8	1,1 7	62,15	60,98	1,1 7	1,88	0,057	0,012
S	7,168	7,054			9,246	9,097				
m_x	1,267	1,247			1,586	1,560				
$V\%$	14,53	14,47			14,88	14,92				
A	0,2254	0,1978			1,2257	0,1658				
E	-0,2660	-1,2796			-0,7308	-0,7462				

Стандартното отклонение в контролната група - $SD = 7,16$ см., което показва значително разсейване на случаите около средната.

Аналогично е положението и в експерименталната група - $SD = 9,24$ см. През 10-ия ден и в двете групи промените на признака са незначителни.

Сравнително нисък е коефициентът на вариация $V\%$, при първото изследване в контролната група – 14,53%, който видно от таблицата незначително намалява до края на процедурите в групата, които данни показват приблизителна еднородност на извадката по отношение на анализирания признак.

И в ЕГ се установява $V\%$ с относителна стабилност и от 14,88% през 1-я ден достига 14,92% през 10-ия ден, което е индикатор за сравнително еднакъв интензитет на намаляване на едема на пациентите вследствие на приложена кинезитерапия.

Или, статистическите данни показват намаляване на отокът на пациентите в КГ и ЕГ след 10 – дневна кинезитерапия. Намалението в ЕГ обаче е по-значително 1,88%, в сравнение с КГ - 1,17%.

Стойностите на P , който е индикатор за определяне на статистическата значимост на разликата в средните величини на показателя през първия ден в контролната и експериментална група ($p=0,057$), при значимост (заложена вероятност за грешка на научното твърдение) $\alpha=0,05$, показват липса на значимост на разликата от което следва, че групите са еднакви (относително) по изследвания показател през I-я ден - преди курса на кинезитерапия.

След десетдневна кинезитерапия, разликата в средните стойности на показателя в КГ и ЕГ е статистическа значима ($p=0,012$), което доказва, че по-добрите резултати в ЕГ са статистически значими, следователно приложената експериментална кинезитерапия е по-ефективна от традиционната приложена в контролната група.

Табл. 2. Промени в отока дистално под пателата
(разлика на увредено и здраво коляно)

Признаци	Контролна група		Експериментална група	
	През I-я ден	През X-я ден	През I-я ден	През X-я ден
D	3,46	2,88	3,12	1,95
D%	7,53	6,28	5,28	3,30

За допълнителна оценка на степента на възстановяване на пациентите, сравнихме показателят на болния и здрав крак (Табл. 2). При лица с двустранна гонартроза, като „здравата“ колянна става е по-незасегнатата (при която има по-малко или не се проявява симптоматика).

Резултатите показват намаляване на разликите в обиколката на ставната цепка на здрав-увреден крак вследствие на кинезитерапия в двете групи. В експерименталната група обаче положителната промяна е по-значима, като намалението на разликата е от 3,12 см на 1,95 см.

Или, в ЕГ през първият ден средната разлика на показателят на здрава-увредена колянна става е 5,28% и до десетият ден намалява на 3,30% или състоянието на показателя на увредената КС след кинезитерапия в групата се доближава до състоянието на здравата КС, които данни са индикатори за по-значимо възстановяване в ЕГ, в сравнение с КГ.

В контролната група средната стойност на показателя е $49,55 \pm 6,13$ см. и в резултат на приложена традиционна кинезитерапия - до десетия ден се увеличава с 0,24 см или с 0,48%. Или, налице е намаляване на хипотрофията на *m. vastus medialis* в изследваната област.

В експерименталната група средната стойност на обиколката е $58,82 \pm 9,58$ см. и в резултат на приложената експериментална методика на кинезитерапия до десетия ден нараства с 0,76см или с 1,29%.

Следователно, очакваният процес на намаляване на едемът в изследваната област на КС не се установява, а е налице слаба тенденция на увеличаване на обиколката, или преодоляване на хипотрофията на *m. vastus medialis*.

Според данни от Коцона и кол., (1999) на пациенти с ранен стадий на гонартроза за период от 3 седмици може да се преодолее болката и отокът, но не и мускулната хипотрофия.

При проучване на *Оцетов и кол., (2014)* свързано с изследване на ефекта на специализирана методика на КТ при пациенти с първична гонартроза е установено, че въпреки отчетените подобрения отокът не е напълно преодолян и това се дължи на хроничните дегенеративни процеси вследствие на заболяването.

Felson et al. (2003) изследват едемните лезии в субартикуларната кост при пациенти с остеоартрит на коляното и тяхната връзка с рентгенографската прогресия и механичния малалигмент на крайниците (осиално отклонение на крайниците). Чрез магнитен резонанс и рентгенография прогресията на заболяването е оценена чрез стесняване на ставната цепка на 15 и 30 месеца.

Резултатите показват, че едемните лезии в костния мозък имат връзка с прогресията на гонартрозата.

Sadiq et al. (2023) проследяват ефективността на упражненията в комбинация с криотерапия при пациенти с гонартроза с цел редуциране на отока в КС. Изследвани са общо 49 пациенти, които са разпределени в три групи: експериментална (18 пациенти, на които се провежда криотерапия и упражнения) и две контролни групи (16 и 15 пациенти, които изпълняват само упражнения).

Резултатите показват, че експерименталната група постига значително подобрение в ежедневната активност, включително намаляване на болката, сковаността и повишаване на физическата функция в сравнение с контролните групи. Криотерапията е ефективна допълнителна терапия за подобряване на функциите на КС при пациенти с гонартроза. Въпреки наблюдаваните подобрения, отокът персистира, което се дължи на прогресиращите хронични дегенеративни процеси, свързани с патофизиологията на заболяването.

В тази връзка криотерапията и топлинната терапия са важни методи във физиотерапията при пациенти с остеоартрит на КС. Криотерапията намалява възпалението, болката и отока, като свива кръвоносните съдове и блокира нервните импулси, а техниките включват ледени компреси и масаж с лед.

Топлинната терапия спомага за релаксиране на мускулите и увеличаване на кръвообращението, което редуцира болката и сковаността, но може да влоши възпалението. Техниките за топлинна терапия включват горещи компреси и диатермия. И двете терапии могат лесно да се прилагат самостоятелно у дома и да се комбинират с други рехабилитационни интервенции чрез индивидуален подход (*Brosseau et al., 2003*).

При пациенти диагностицирани с гонартроза се наблюдава мускулна хипотрофия, нарушена проприоцепция, оток, болка, нарушена походка.

Преодоляване на мускулната хипотрофия, редуцирането на отока и болката, подобряване на проприоцепцията и постуралната стабилност са взаимосвързани и промените в тези фактори трябва да се вземат предвид при превенцията и рехабилитацията на пациентите с това заболяване. Разбирането на тези взаимосвързки е от съществено значение за разработване на ефективни терапевтични програми (Zeng et al., 2002).

Резултати и анализ от гониометрията (ъглометрия) на колянната става

Промени в пасивната флексия на увреденият крак на пациенти с гонартроза (в градуси)

На статистическа обработка са подложени и данни от гониометрия на КС през първия и десети ден, в контролната и експериментална група. Таблица 3 представя стойностите на признаците на показателя на увреденият крак на пациентите.

Табл. 3. Промени в пасивната флексия на увреденият крак (в градуси)

Признаци	Контролна група N=32				Експериментална група N=34				P	
	През I-я ден	През X-я ден	D	D%	През I-я ден	През X-я ден	D	D%	PI КГ-ЕГ I ден	P2 КГ-ЕГ X ден
\bar{X}	97,19	98,09	0,9	0,92	105,2	107,1	1,9	1,80	0,118	0,043
S	10,85	11,30			12,49	12,46				
m_x	1,917	1,998			2,143	2,137				
V	11,16	11,52			11,87	11,63				
A	0,3391	0,1595			1,8370	0,7743				
E	-1,6515	-0,9896			-0,3368	-0,5604				

От таблицата е видно, че средната стойност на пасивната флексия на увредената КС измерена в градуси, през първия ден в **контролната група** е $97,19 \pm 10,85^\circ$ и в резултат на традиционна кинезитерапия - до десетия ден се увеличава с $0,9^\circ$ или с $0,92\%$.

В експерименталната група средната стойност на показателят е $105,2 \pm 12,49^\circ$ и след приложена експериментална методика на кинезитерапия - до десетия ден нараства с $1,9^\circ$ (1,83%).

Или, резултатите показват увеличение на обемът на пасивната флексия на увредената КС на пациентите и в двете групи. В ЕГ обаче, промяната в разликата на здрав-увреден крак е по-значима, която от $13,4^\circ$ намалява до $11,29^\circ$.

Табл. 4. Промени в пасивната флексия на увреденото коляно (разлики в градусите на здрав-увреден крак)

Признаци	Контролна група		Експериментална група	
	През I-я ден	През X-я ден	През I-я ден	През X-я ден
D	11,21	10,30	13,4	11,29
D%	10,34	9,50	11,5	9,70

Средната стойност на показателят на увредената колянна става е с 11,5% по-ниска от средната стойност на здравия крак в ЕГ през първия ден и с 9,70% по-ниска през 10 - ия ден (Табл. 4).

Данните показват, че състоянието на показателят на увредената става на пациентите от ЕГ се подобрява до степен по-близка до състоянието на здравата става, като подобрението е по-значително, в сравнение с КГ, което показва по-висока ефективност на експерименталната методика при възстановяване на пасивната флексия на колянната става на пациентите.

По отношение на достоверността на научното твърдение, *P*-стойностите при първото изследване на показателят, през първия ден са над 0,05 и показват, че пациентите в КГ и ЕГ са с относително еднакво състояние на пасивната флексия на увреденото коляно преди курса на кинезитерапия ($p=0,118$).

След приложена кинезитерапия, в края на изследването през десетият ден $p=0,43$, което говори, че разликите в средните стойности на пасивната флексия на увреденото коляно в двете групи е статистически значима и постигнатите по-добри резултати в експерименталната група показват по-висока ефективност на

експерименталния модел, в сравнение с традиционния приложен в контролната група пациенти.

Промени в активната флексия на увреденият крак на пациенти с гонартроза (в градуси)

Резултатите от статистическата обработка на данните на активната флексия на КС на пациентите от първият и десети ден на изследването в контролната и експериментална група са представени в табл. 5 по-долу.

Табл. 5. Промени в активната флексия на КС на увреденият крак на пациентите (в градуси)

<i>Признаци</i>	<i>Контролна група</i>				<i>Експериментална група</i>				<i>P</i>	
	През I-я ден	През X-я ден	D	D%	През I-я ден	През X-я ден	D	D%	<i>P1</i> КГ-ЕГ I ден	<i>P2</i> КГ-ЕГ X-ден
\bar{X}	96,46	97,10	0,64	0,66	98,91	100,4	1,49	1,51	0,194	0,047
S	10,62	10,88			11,89	11,49				
<i>m</i> _x	1,877	1,923			2,039	1,970				
V %	11,00	11,20			12,02	11,45				
A	0,3970	0,2881			1,200	1,022				
E	-1,471	-0,735			0,5755	0,1023				

От таблицата е видно, че средната стойност от активната флексия на увредената КС измерена в градуси, през първият ден при пациентите от **контролната група** е $96,46^0 \pm 10,62^0$ и в резултат на десетдневна традиционна кинезитерапия се увеличава с $0,64^0$ или с $0,66\%$.

В експерименталната група средната стойност на активната флексия на КС е $98,91 \pm 11,89^0$ и вследствие на насочени кинезитерапевтични

въздействия, чрез приложена експериментална кинезитерапия - до десетия ден се увеличава с 1,49° или с 1,51%.

По отношение на разликите в активната флексия на увредено - здраво коляно (Табл. 6) резултатите и в двете групи показват увеличаване на обема на активната флексия на ставата. Средната стойност на активната флексия на увредената колянна става е с 13,54% по-ниска от средната стойност на здравия крак в ЕГ през първия ден и с 12,23% по-ниска през 10 - ия ден.

Табл. 6. Разлики в активната флексия на здраво- увредено коляно

<i>Признаци</i>	<i>Контролна група</i>		<i>Експериментална група</i>	
	През I-я ден	През X-я ден	През I-я ден	През X-я ден
<i>D</i>	8,24	7,6	15,49	14,00
<i>D%</i>	7,87	5,40	13,54	12,23

Стойностите на P показват, че разликата в средните величини на показателят в ЕГ-КГ през първият ден е статистически незначима $p > 0,05$, т.е. състоянието на активната флексия на КС на пациентите в двете групи е относително еднакво ($p = 0,194$).

След 10-дневна кинезитерапия обаче, разликата е значима $p < 0,05$, от което следва, че постигнатите по-добри резултати на активната флексия на увредената КС при пациентите в ЕГ с приложени иновативни методи и средства на КТ показват по-висока ефективност на експерименталният модел, в сравнение с традиционния модел на кинезитерапия приложен в контролната група пациенти ($p = 0,047$).

Промени в активната екстензия на увреденият крак на пациенти с гонартроза (в градуси)

Установяването на промени в активната екстензия на увреденият крак на пациенти с гонартроза, след приложени два модела на кинезитерапия проследява флекссионната контрактура на КС на лицата.

За опростяване на информацията, на статистическа обработка и анализ са подложени разликите в активната флексия на КС на здрав-увреден крак през първия и десети ден в контролната и експериментална група.

Резултатите са представени в таблица 7 от която е видно, че средната разлика на активната екстензия на КС, през първият ден в **контролната група** е $5,28 \pm 3,78^\circ$ и в резултат на приложена традиционна кинезитерапия до десетия ден се увеличава с $0,68^\circ$ или с $13,18\%$.

Табл. 7. Промени в разликите на активната екстензия на здрав-увреден крак (в градуси)

Признаци	Контролна група				Експериментална група				P	
	През I-я ден	През X-я ден	D	D%	През I-я ден	През X-я ден	D	D%	P1 КГ-ЕГ I ден	P2 КГ-ЕГ X ден
\bar{X}	5,219	4,531	0,68	13,18	8,06	4,29	3,77	46,77	0,108	0,007
S	3,782	3,005			4,55	3,294				
m_x	0,6686	0,5313			0,7805	0,5649				
V %	72,47	66,32			56,47	76,76				
A	0,6968	1,4006			0,2456	0,4791				
E	0,1544	-0,310			1,0541	-1,767				

В експерименталната група средната разликата на здрав-увреден крак на активната екстензия е $8,06 \pm 4,29^\circ$ и след приложена експериментална методика на кинезитерапия нараства до десетия ден - в абсолютни стойности с $3,77^\circ$, а в относителни стойности с $46,77\%$.

От таблицата е виден висок коефициент на вариация на резултатите (V%) в групите, което показва големи индивидуални различия на изследваните лица по показателя.

Средното стандартно отклонение SD е с тенденция към понижение от I-я до X-ия ден и в двете групи. Репрезентативната грешка m_x на показателя е ниска, което предполага малък доверителен интервал (Δ) на \bar{x} на активната екстензия на КС за генералната съвкупност пациенти у нас с гонартроза ($\Delta = \bar{x} \pm m_x$).

Стойностите на P показват, че разликата в средните стойности на показателя на КГ-ЕГ през първият ден е статистически незначима

($p=0,108$), а след 10-дневно приложение на два модела на кинезитерапия, разликата е значима ($p=0,007$), като по-добрите резултати в ЕГ удостоверяват и по-висока ефективност на експерименталния модел на кинезитерапия, в сравнение с традиционния в контролната група.

Табл. 8. Разлики в активната екстензия на здраво-увредено коляно (градуси)

Признаци	Контролна група		Експериментална група	
	През I-я ден	През X-я ден	През I-я ден	През X-я ден
D	5,22	4,53	7,97	4,20
D%	0	0	9,05	4,77

Установените разлики в активната екстензия на увредено-здроо коляно и при двете групи (Табл. 8) показват намаляване на обема на активната екстензия на КС. При ЕГ се наблюдава по-значима разлика от $7,97^\circ$., намаляваща до $4,20^\circ$ до края на изследването. Средната стойност за увредената колянна става е с $9,05\%$ по-ниска от средната стойност на здравия крак в ЕГ през първия ден и с $4,77\%$ по-ниска през 10 - ти ден или данните показват, че състоянието на увредената става постепенно се доближава до състоянието на здравата става на пациентите.

Промени в пасивната екстензия на увредения крак на пациенти с гонартроза (разлики здрав-увреден крак - в градуси)

За проследяване на флексионната контрактура на пациенти с гонартроза, на статистическа обработка и анализ са подложени резултати от измерване през първия и десети ден на разликите в пасивната екстензия на КС на увреден-здрав крак на пациенти от контролната и експериментална група. Резултатите са представени в таблица 11.

От таблица 9 е видно, че средната разлика в пасивната екстензия на здрава-увредена КС през първия ден на изследването в контролната група е $3,156 \pm 3,063^\circ$ и в резултат на приложена традиционна кинезитерапия - до десетия ден разликата намалява с $0,093^\circ$ или с $2,95\%$.

В експерименталната група средната разлика на здрав-увреден крак в пасивната екстензия на КС (I-ви ден-преди кинезитерапия) е $5,29 \pm 1,97^\circ$ и

след десетдневна експериментална кинезитерапия разликата намалява до 1,97⁰ или подобрението е с 62,78%.

Наблюдава се обаче, висок коефициент на вариация ($V\%$) и в двете групи, което показва големи индивидуални различия на изследваните лица по отношение на изходното състояние на показателя.

Установява се и тенденция към нарастване на вариативността на пасивната екстензия на КС, особено в експерименталната група, което говори за индивидуален темп на възстановяването ѝ.

За проверка на хипотези и установяване на P – стойностите, поради A и E извън границите на нормалното разпределение от $-1,1$, приложихме непараметричния тест на Ман-Уитни за независими извадки.

Стойностите на P показват, че установената разлика в средните величини на показателя в КГ-ЕГ през първият ден е статистически незначима ($p=0,115$) или пасивната екстензия на увредената КС е в относително еднакво състояние при пациентите и в двете групи.

Табл. 9. Промени в пасивната екстензия на увредената КС (разлики здрав-увреден крак в градуси)

Признаци	Контролна група				Експериментална група				P	
	През I-я ден	През X-я ден	D	D %	През I-я ден	През X-я ден	D	D %	P1 КГ-ЕГ I ден	P2 КГ-ЕГ X ден
\bar{X}	3,156	3.063	0,093	2,946	5,294	1,971	3,323	62,78	0,115	0,037
S	2,142	2,047			3,695	2,181				
m_x	0,378	0,3618			0,6337	0,3740				
V%	67,86	66,84			69,80	110,7				
A	-0,0272	-0,0897			0,5893	1,250				
E	-1,046	-1,091			-0,063	1,757				

След 10-дневна кинезитерапия, обаче, разликата в резултатите е значима ($p=0,037$), от което следва, че по-съществените промени в пасивната екстензия при пациентите в ЕГ са следствие от подходите, средствата и методите на експерименталната кинезитерапия, която е

по-ефективна в сравнение с традиционна приложена на пациентите в контролната група.

Табл. 10. Промени в разликите в пасивната екстензия на увредено - здраво коляно (в градуси)

Признаци	Контролна група		Експериментална група	
	През I-я ден	През X-я ден	През I-я ден	През X-я ден
D	3,16	3,063	4,99	1,67
D%	0,93	0,89	1,70	1,3

Данните (Табл. 10) показват още, че състоянието на увредената става по изследваният показател в ЕГ се доближава до състоянието на здравата става на пациентите.

Високият коефициент на вариация обаче е индикатор за големи индивидуални различия във възстановяване на пасивната екстензия на КС, което означава, че възстановяването ѝ при някои пациенти от ЕГ е по-интензивно, а при други подобрението е по-слабо.

Във връзка с ограничаването на обема на движение на флексията и екстензията в КС при пациенти с гонартроза в изследване на *Ставракова и кол. (2002)* се установява, че след приложението на криотерапия (не са прилагани специализирани упражнения) се подобрява пасивният обем на движение (при флексия и екстензия), също така намалява болковата симптоматика вследствие на третиране на периартикуларните структури със студовия дразнител.

При проучване на *Саздова и кол. (2014)* също се отчита увеличаване на пасивната флексия, което се дължи на подобряване на подвижността на пателата в каудална посока и плъзгането между ставните повърхности след приложение на ставно – мобилизационни техники на колянна става.

За подобряването на активния обем на движение и редуциране на болката в КС при гонартроза са подходящи упражнения, които имат по-кратка продължителност и се изпълняват без тежести с умерено съпротивление (*Tanaka et al., 2013*).

При кинезитерапията на пациенти диагностицирани с гонартроза ключов елемент от терапията е индивидуален подход (*Оцетов и кол., 2014*).

Като допълнение Данните от проучването на *Nakazoe et al. (2022)* за кинематиката на колениченето при мъже показват значими разлики в ротационната кинематика между фазите на флексия и екстензия, особено по отношение на медиалната и латералната контактна точка.

Тези различия могат да имат отношение към обема на движение в КС, тъй като увеличената предна трансляция на медиалната контактна точка и по-малката латерална трансляция във фазата на екстензия предполагат промени в натоварването на ставния хрущял и менискуса. Това може да повлияе на функционалното движение на коляното и да ограничи обема на движение, особено при пациенти с гонартроза, които вече имат нарушена подвижност.

Разликите в кинематиката между фазите на флексия и екстензия също могат да доведат до асиметрично натоварване, което да ограничи плавността на движението и да създаде допълнителни функционални ограничения при движения като коленичене.

Във връзка с пасивната и активна екстензия в КС по данни от проучване на *Kojo et al. (2018)* флексията в КС редуцира болезнения стимул чрез намаляване на налягането в ставата и отпускане на задната капсула. Този процес води до по-голяма флексионна контрактура с напредването на болестта. В резултат на това пациентите рядко успяват да екстензират коляното напълно и това е фактор за по-ранна дегенерация на ставния хрущял.

Флексионните контрактури на КС при гонартроза, водят до значително ограничение в пасивния и активен обема на движение на колянната става. Те представляват сериозно предизвикателство за клиницистите при тотална артропластика на КС. Успешната хирургическа корекция на тези контрактури, с фокус върху установяването на задната вдлъбнатина на коляното, е от ключово значение за възстановяване на пълния обем на движение.

Ако не се постигне пълно разгъване по време на операцията, оставащата контрактура ще продължи да ограничава обема на движение, което може да влоши функционалността на пациента. Следователно, постигането на пълна екстензия в операционната зала е важно за възстановяване на нормалния обем на движение и за постигане на добри дългосрочни резултати след хирургично лечение.

Резултати и анализ от мануално мускулно тестване на пациенти с гонартроза

Резултатите от проведеното мануално мускулно тестване на изследваните пациенти с гонартроза **в контролната група** са представени в (Табл. 11).

ММТ на *m.quadriceps femoris* **на увредения крак** през първият ден показва, че 59,38% от изследваните лица са оценени с „4-“ и до 10 -я ден относителният им дял намалява до 3,13%, като с оценка „4“ са оценени 50% от лицата. Пациентите с оценка „5“ нарастват от 0 до 12,5%.

Резултатите от ММТ на *m.quadriceps femoris* на пациентите от **експерименталната група** през първият ден показват, че 70,59% от изследваните лица са с оценка „4-“, който до 10-и ден намалява до 32,35%; 29,41 са с оценка „4“, който контингент до 10 – я ден се увеличава до 55,88%. Наблюдава се нарастване и на процентът пациенти с оценка „5“ от 0 до 11,76%.

Данните отразяват ефективността на проведената кинезитерапия и произтичащо възстановяване на *m. quadriceps femoris* в двете групи, като подобрението е значително.

Табл. 11. Резултати от ММТ на *m.quadriceps femoris* в КГ и ЕГ на увреден крак - преди и след кинезитерапия в (%)

Групи	Оценка 3+	Оценка 4 -	Оценка 4	Оценка 4 +	Оценка 5 -	Оценка 5
КГ N=32 1 – ви ден	0%	59,38%	34,38%	0%	6,25%	0%
ЕГ N=34 1- ви ден	0%	70,59%	29,41%	0%	0%	0%
КГ 10 – ти ден	0%	3,13%	50%	25%	9,38%	12,5%
ЕГ 10 – ти ден	0%	32,35%	55,88%	0%	11,76	0%

Данните на изследвания показател в експерименталната група отчитат обаче, по-значително намаляване на лицата с оценка „4-“ в сравнение с в контролната група.

В експерименталната група ММТ на *m.quadriceps femoris* на здрав крак-преди и след кинезитерапия показва, че 50% от лицата са с оценка „4+“, 23,53% с оценка „5“, 20,59% с оценка „5-“ и 5,88% са с оценка „4“.

Следователно, установява се подобрение на мускулната сила на *m. quadriceps femoris* **на увредения крак** на изследвания контингент лица след

10 – дневното лечение, като приложената методика на кинезитерапия в ЕГ е допринесла в по-голяма степен за положителните промени на показателя.

Резултатите от ММТ на *m.vastus medialis* в контролната група показани в (Табл. 12) през първия ден – преди кинезитерапия показват, че 71,88% от лицата са с оценка „4-“ и до 10 - ия ден относителният им дял намалява до 62,50%, като с оценка „4“ са оценени 23,53%. Пациентите с оценка „5“ нарастват от 0 до 9,38%. При резултатите на ММТ на *m.vastus medialis* в контролната група на здрав крак - преди и след кинезитерапия се установява следното: 43,75% от лицата са с оценка „5 -“, 15,63% с оценка „5“, 21,88% с оценка „4+“ и 18,75% с оценка „4“.

Табл. 12. Резултати от ММТ на *m.vastus medialis* в КГ и ЕГ на увреден крак - преди и след кинезитерапия в (%)

Групи	Оценка 3+	Оценка 4 -	Оценка 4	Оценка 4 +	Оценка 5 -	Оценка 5
КГ N=32 1 – ви ден	12,50%	71,88%	15,63%	0%	0%	0%
ЕГ N=34 1- ви ден	2,94%	88,24%	8,82%	0%	0%	0%
КГ 10 – ти ден	2,94%	12,50%	62,50%	0%	9,38%	0%
ЕГ 10 – ти ден	0%	23,53%	64,71%	11,76%	0%	0%

Резултатите в експерименталната група от ММТ на *m.vastus medialis* през първия ден показват, че 88,24% от лицата са с оценка „4-“, който относителен дял намалява до 10-ия ден до 23,53%; 8,82% са с оценка „4“ и до 10-ия ден се увеличава до 64,71%. Не се наблюдава нарастване на процентът при пациентите с оценка „5“ (остава – 0%).

Резултатите на ММТ на *m.vastus medialis* в ЕГ на здрав крак - преди и след кинезитерапия показват следното: 23,53% от лицата са с оценка „5“, 20,59% с оценка „5-“, 32,35% с оценка „4“ и 23,53% с оценка „4+“.

Тези данни сочат за положителен ефект на кинезитерапията върху възстановяването на *m.vastus medialis* и в двете групи, като подобрението на показателя е значително. Резултатите в ЕГ показват обаче по-съществено намаляване на процента пациенти с оценка „4-“ в сравнение с КГ.

Резултатите от ММТ на *m.vastus lateralis* представени в (Табл. 13) през първия ден в контролната група представени в табл. 18. показват, че 53,13% от изследваните лица са оценени с „4-“. До 10 - ия ден обаче относителният им дял намалява до 12,50% като с оценка „4“ са оценени 53,13%. Пациентите

с оценка „5 -“ също от 0% се увеличава до 12,50% през 10- я ден. При резултатите на ММТ на *m.vastus lateralis* в контролната група на здрав крак - преди и след кинезитерапия се установява следното: 40,63% от лицата са с оценка „4“, 37,50% с оценка „5-“, 9,38% с оценка „4+“ и 12,50% с оценка „5“.

Резултатите от ММТ на *m.vastus lateralis* през първият ден в **експерименталната група** показват следното: 64,71% от лицата са с оценка „4-“, който относителен дял до 10-я ден намалява до 8,82%; 29,41% са с оценка „4“, които до 10-и ден се увеличават до 58,82%. Нараства и процентът на пациентите с оценка „5-“, който от 0% стига до 17,65 през 10-я ден.

При резултатите на ММТ на *m.vastus lateralis* в ЕГ на здравият крак - преди и след кинезитерапия се наблюдават следното: 32,35% от лицата са с оценка „5-“, 23,53% с оценка „5“, 55,88% с оценка „4“ и 2,94% с оценка „4-“.

Тези данни сочат за положителен ефект върху възстановяването на *m.vastus lateralis* и в двете групи. При резултатите от ЕГ се установява обаче по-значително намаляване на пациентите с оценка „4-“ в сравнение с пациентите в КГ и увеличаване на лицата с оценка 5- до 17,65% в ЕГ в края на изследването, при 12,5% в КГ).

Табл. 13. Резултати от ММТ на *m.vastus lateralis* в КГ и ЕГ на увреден крак - преди и след кинезитерапия в (%)

Групи	Оценка 3+	Оценка 4 -	Оценка 4	Оценка 4 +	Оценка 5 -	Оценка 5
КГ N=32 1-ви ден	3,13%	53,13%	43,75%	0%	0%	0%
ЕГ N=34 1-ви ден	0%	64,71%	29,41%	0%	0%	0%
КГ 10-и ден	0%	12,50%	53,13%	21,88%	12,50%	0%
ЕГ 10-и ден	0%	8,82%	58,82%	14,71%	17,65%	0%

Резултатите от ММТ на *m.tensor fasciae latae* на **увредения крак** на пациентите от **контролната група**, представени в табл. 19 през първия ден от изследването показват, че 59,38% от лицата са оценени с „4-“ и до 10-ия ден относителният им дял намалява до 2,94%, като с оценка „4“ са 74,47% от контингента. Оценката „5“ също от 0% се увеличава до 11,76% през 10-ия ден.

При резултатите от ММТ на *m.tensor fasciae latae* в контролната група на **здрав крак** - преди и след кинезитерапия се установява следното: 31,25% от лицата са с оценка „4+“, 28,13% с оценка „5“, 28,13% с оценка „5-“ и 12,50% с оценка „4“.

Резултатите от ММТ на *m.tensor fasciae latae* в **експерименталната група** през първия ден показват, че 50% от изследваните лица са с оценка „4-“, които до 10-и ден намаляват до 8,82%; 29,41% са с оценка „4“, който контингент до 10-и ден се увеличава до 58,82%. Нараства и процентът при пациентите с оценка „5-“, който от 0% достига до 11,76% през 10-ия ден.

При резултатите от ММТ на *m.tensor fasciae latae* в ЕГ на здрав крак - преди и след кинезитерапия се наблюдава следното: 32,35% от изследваните лица са с оценка „5-“, 23,53% с оценка „5“, 29,41% с оценка „4“ и 14,71% с оценка „4+“.

Тези данни сочат за положителен ефект на проведената кинезитерапия върху възстановяването на *m.tensor fasciae latae* и в двете групи. При пациентите от ЕГ обаче се установява по-значително намаляване на относителният дял на лицата с оценка „4-“ в сравнение с контингента в КГ.

Табл. 14. Резултати от ММТ на *m.tensor fasciae latae* в КГ и ЕГ на увреден крак - преди и след кинезитерапия в (%)

Групи	Оценка 3+	Оценка 4 -	Оценка 4	Оценка 4 +	Оценка 5 -	Оценка 5
КГ N=32 1-ви ден	0%	59,38%	40,63%	0%	0%	0%
ЕГ N=34 1-ви ден	0%	50%	41,18%	0%	5,88%	2,92%
КГ 10-и ден	0%	12,50%	40,63%	46,88%	9,38%	3,13%
ЕГ 10-и ден	0%	2,94%	76,47%	8,82%	11,76%	0%

Резултатите в **контролната група** показани в табл. 14 от ММТ на *ишиокруралната група мускули* през първият ден показват, че 84,38% от изследваните лица са оценени с „4-“. До 10-ия ден процентът им намалява до 13,13% като с оценка „4“ са 71,88% от пациентите в групата. Относителният дял на лицата с оценка „5“ нараства от 0% на 6,25% през 10- я ден.

При резултатите на ММТ на *ишиокруралната група мускули* в контролната група на здрав крак - преди и след кинезитерапия се установява следното: 37,50% от изследваните лица са с оценка „5-“, 21,88% с оценка „5“, 15,63% с оценка „4+“ и 25% с оценка „4“.

В експерименталната група ММТ на *ишиокруралната група мускули на увредения крак* (Табл. 15) през първият показва, че 70,59% от изследваните лица са с оценка „4-“, които до 10-и ден намаляват до 0%; 6,25%

са с оценка „4“, които до 10-и ден се увеличават до 50%. Нараства и процентът на пациентите с оценка „5“, който от 0% достига до 14,71 през 10- я ден.

Табл. 15. Резултати от ММТ на ишиокруралната група мускули в КГ и ЕГ на увреден крак - преди и след кинезитерапия в (%)

Групи	Оценка					
	3+	4 -	4	4 +	5 -	5
КГ N=32 1-ви ден	9,38%	84,38%	6,25%	0%	0%	0%
ЕГ N=34 1- ви ден	0%	70,59%	11,76%	0%	0%	0%
КГ 10-и ден	0%	13,13%	71,88%	18,75%	0%	6,25%
ЕГ 10-и ден	0%	0%	50%	35,29%	14,71%	0%

При ММТ на ишиокруралната група мускули в ЕГ на здрав крак - преди и след кинезитерапия се установява, че 55% от лицата са с оценка „4“, 20,56% с оценка „5“, 11,76% с оценка „5-“ и 11,76% с оценка „4+“.

Посочените данни са индикатор за ефективността на приложените модели на кинезитерапия за възстановяване на ишиокруралната група мускули и в двете групи. При резултатите в ЕГ обаче се установява по-значително намаляване на относителния дял на пациентите с оценка „4-“ в сравнение с КГ.

Въпреки положителните промени в оценката на ММТ „оценка 5“ е отчетена само при 4 – ма пациенти за *m. quadriceps femoris*, което означава, че за подобряване и поддържане на мускулната функция изпълнението на упражнения трябва да продължи (Оцетов и кол., 2014).

Засилването на квадрицепса с цел достигане на „оценка 5“ по ММТ при пациенти с гонартроза е спорно поради неправилното позициониране на оста на долния крайник. Силните квадрицепси могат да увеличат риска от прогресия на остеоартрит на КС при хора с намалена стабилност на колянната става. От друга страна силата на квадрицепсите не корелира с ексцентричната устойчивост на КС, независимо от варусната позиция.

Въпреки тези данни, изследванията показват, че по-силните екстензори на КС при лица над 50 години могат да редуцират симптомите на гонартроза, а 12-седмична програма за укрепване на мускулатурата в областта на коленния комплекс е довела до намаляване на болковата симптоматика при пациенти с медиална гонартроза (Fryzowicz et al., 2018).

Поддържането на мускулната функция е от важно значение в превенцията на гонартрозата. Мускулите имат участие изграждане на стабилността на ставите и абсорбцията на удара. Хипотрофията на мускулите и повишеното механично натоварване довеждат до ранна дегенерация на ставата (*Becker et al., 2004*).

В проучване проведено от *Sadeghi et al. (2023)* е проследена ефективността на упражненията за укрепване на мускулите при пациенти с остеоартрит на КС. Изследвани са общо 96 пациенти с лек до умерена гонартроза. Разделени са на четири групи, които се проследяваха в продължение на 8 седмици. Първите три групи получиха упражнения за укрепване на *m. quadriceps femoris*, ишиокруралната мускулатура и др., докато четвъртата група беше контролна и не получи намеса. Най-добри резултати, включително намалена болка и скованост, бяха наблюдавани при комбинираното укрепване на квадрицепс и ишиокрурална мускулатура. Основното ограничение на изследването е краткият период на проследяване, като се препоръчват по-дългосрочни проучвания за оценка на дългосрочния ефект от упражненията.

Според изследване на *Мицакис и кол. (1997)* за постигане на хипотрофия на мускулите са необходими много интензивни натоварвания, които при пациенти с остеоартрит на КС не са приложими.

По данни на *Kasumovic et al. (2013)* статичните изометрични упражнения оказват значително влияние върху укрепването на *m. quadriceps*, особено на *m. vastus medialis*. Динамичните движения предотвратяват нарушаването на циркулацията, причинена от продължителни статични позиции. По време на лечението се включват и целенасочени упражнения за разтягане на скъсени мускули и укрепване на отслабените, като по този начин се осигурява както статика, така и динамика в биомеханичното функциониране на ставата.

В допълнение към лечението, от съществено значение е да се обучат пациентите да продължат да правят упражнения в домашни условия. По този начин ще се подобри качество на живот и ще се забави процеса на дегенерация.

Промени в интензивността на болката по ВАС

Изследването на интензивността на болковата симптоматика проявена при пациенти диагностицирани с гонартроза е проведено чрез ВАС (визуално – аналогова скала). Измерен е интензитетът на болката 2 пъти: в началото на изследването – преди кинезитерапия (1-ви ден) и в края на процедурите (10-и ден) в контролната и експериментална група.

Предимството на тестът е, че се провежда лесно и бързо, но трябва да се има предвид, че данните отразяват субективните усещания на пациентите.

Табл. 16. Промени в интензивността на болката по VAS

Признаци	Контролна група				Експериментална група				P	
	През I-я ден	През X-я ден	D	D %	През I-я ден	През X-я ден	D	D%	P1 КГ-ЕГ I ден	P2 КГ-ЕГ X ден
\bar{X}	6,500	6.188	0,312	4,8	5,324	3,088	2,236	41,99	0,058	0,046
S	1,136	1,203	-	-	1,430	1,545	-	-		
m_x	0,200	0,212	-	-	0,2452	0,2649	-	-		
V%	17,48	19,44	-	-	26,85	50,02	-	-		
A	4,222	0,028	-	-	0,0177	0,0011	-	-		
E	-1,38	-1,04	-	-	0,0002	0.4372	-	-		

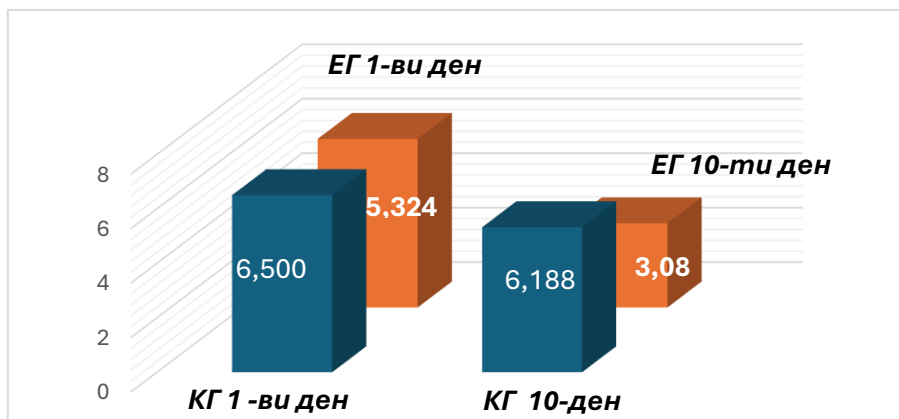
В табл. 16 са представени резултати от проведените изследвания, от които е видно, че в контролната група не се наблюдават съществени различия, но е отчетен лег спад в болката с 4,8%.

При определяне на нормалността на разпределенията на случаите установихме *A* и *E* извън границите на -1,1, при което за проверка на хипотези приложихме метода на Ман – Уитни (*Mann – Whitney*) за независими извадки, с който установихме статистическата значимост на промените в болката от I-я до X-ия ден в двете групи.

Стойностите на P показват, че установената разлика в средните величини на показателя в КГ и ЕГ през първият ден е статистически незначима ($p=0,058$), от което следва, че изследваните групи са относително еднакви по отношение на самооценката на болката в увредената колянна става на пациентите (Фиг. 15).

След 10-дневна кинезитерапия обаче, разликата в средните величини на показателя е статистически значима ($p=0,046$), от което следва, че по-добрите резултати установени в ЕГ в края на изследването, показват и по-

висока ефективност на приложеният модел на кинезитерапия, поради ($p < 0.05$).



Фиг. 15. Промени в болката по ВАС в КГ и ЕГ

Проучванията свързани с болковата симптоматика при пациенти с гонартроза представлява особен интерес за изследователите (Parkes, 2016).

По данни на *Wang et al. (2018)* слабата корелация между болковата симптоматика и структурните промени при гонартроза е обширно документирана. Проучена е връзката между радиологичната остеоартритна патология (ROA) и болката в КС сред пет различни расови и етнически популации. Участниците са общо 252 китайци (които живеят в град), 221 китайци (които живеят на село), 297 японци, 122 корейци, 1735 кавказци и 394 афро-американски пациенти.

Използвана е условна логистична регресия. Анализирана е връзката между ROA и тежестта на болката.

Резултатите показват, че дори леката ROA е значително свързана с честа болка в КС. Структурната патология е свързана с болката в коляното при различни етнически популации.

В тази връзка в проучване на *Altuwairqi et al. (2023)* са сравнени резултатите от Kellgren-Lawrence (KL) grading scale, на рентгенови снимки с болкова скала от „0-10“. Данните показват значителна връзка между лека болкова симптоматика и тежки радиологични изменения, както и обратното. Също така се установява връзка между KL резултатите и затрудненията при седене (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index) като умерените затруднения корелират с тежки радиологични находки. Това

предполага, че централната и периферната сенсбилизация може да играе роля в причините за болката.

Според данни от проучването на *Parkes et al. (2020)*, хипотезата предполага, че ефективното лечение на болковата симптоматика може да доведе до увеличаване на физическата активност, което от своя страна може да влоши болката в КС. Това би направило лечението да изглежда по-малко ефективно, ако се оценява само въз основа на редуциране на болката. Измерванията на активността, проведени с акселерометър преди и по време на лечението, показват незначителни промени. Следователно, тези резултати не предоставят достатъчно доказателства, че физическата активност е била променена или че е оказала влияние върху оценката на болката.

Връзката между болката и физическата активност се оказва слаба. Единствено статичното натоварване на коляното (времето, прекарано в изправено или заседнало положение) показва слаба връзка с болката, и то само в един от трите тествани модела.

При резултати от проучвания на *Оцетов и кол. (2014)*, *Йорданов и кол. (2013)*, *Ставракова и кол. (2002)* болковата симптоматика при пациенти с гонартроза намалява, но не изчезва напълно поради хроничния характер на това заболяване.

Сред пациентите диагностицирани с гонартроза и наднормено тегло, диетата и физическите упражнения основно доведоха до статистически значими разлики при намаляване на болката, която е субективен показател и не изчезна напълно при изследваните лица, а само намаля поради хроничните възпалителни изменения и кратката продължителност на лечебния курс (*Messier et al., 2022*).

Според *Hinman et al. (2007)* кинезиотейпингът е една от малкото нехирургични интервенции, насочени към остеоартрит на пателофеморалната става. Медиалното тейпиране на пателата при пациенти със стеснение и остеофити областта на пателофеморалната става води до 25% намаляване на болката. Последващо рандомизирано контролирано проучване при 87 пациенти с ОА на коляното потвърждава ефективността на тейпинга за намаляване на болката и увреждането.

Промени във функционалната оценка на пациентите за състоянието на коляното (*Knee society knee score*)

Изследването на промени във функционалната оценка на пациентите за състоянието на коляното (*Knee society knee score*) се провежда чрез точкова скала - 2 пъти: в началото на изследването (1-ви ден) и в края на процедурите (10-и ден) в контролната и експериментална група.

Резултатите от проведените изследвания на пациентите от **контролната група** показват видно намаляване на болковата симптоматика от $28,91 \pm 8,204$ точки до $29,22 \pm 12,06$ през 10-ия ден от проучването.

Коефициентът на вариация нараства до 10-ия ден, от което следва, че въздействието на терапията върху функционалният показател на коляното на пациентите в контролната група е индивидуализирано и различно. Същевременно обемът на движение нараства от $18,79 \pm 2,45$ до $19,12 \pm 2,58$.

Флексионната контрактура намалява от $3,53 \pm 3,016$ до $3,06 \pm 2,57$ през 10-и ден. Високият коефициент на вариация обаче показва разнородност на състоянието на показателя в групата. Екстензорният дефицит до 10-и ден намалява от $6,72 \pm 2,73$ до $5,78 \pm 2,57$, като и тук $V\%$ е сравнително висок. Наблюдава се подобрение в походката, както и качването и слизането по стълби.

Следователно, приложената методиката на кинезитерапия на пациентите в КГ показва подобрения във функционалната оценка на състоянието на коляната им става.

От изследване на промените във функционалното състояние на КС на пациентите от **експерименталната група** вследствие на приложена експериментална кинезитерапия се установява, че с увеличаване на точките от $26,76 \pm 10,51$ през I-я ден до $31,18 \pm 8,622$ през X-я ден, болковата симптоматика намалява.

Коефициентът на вариация на показателя е с тенденция към нарастване от I-я до X-ия ден от което следва, че експерименталната кинезитерапия влияе положително, но индивидуално на пациентите, като при част от тях подобрението на функционалното състояние на коляното е в по-висока степен от другите с по-слабо подобрение, който процес се наблюдава и в контролната група. Обемът на движение нараства от $19,12 \pm 2,58$ до $19,89 \pm 2,12$.

Флексионната контрактура също намалява от $2,58 \pm 2,12$ до $3,06 \pm 2,57$. Високият коефициент на вариация, обаче, показва разнородност на групата.

Екстензорният дефицит намалява до 10-ия ден от $6,72 \pm 2,73$ до $5,58 \pm 2,047$. Походката се подобрява, както и качването и слизането по стълби. Или изследването на въздействието на експерименталната методиката в ЕГ установява по-съществено подобрение на функционалната оценка за състоянието на КС на пациентите, в сравнение с подобрението в КГ.

Средните стойности и при двете групи показват подобрение на функционалната оценка, като при ЕГ промените са по-значими ($D\%$ в КГ е $0,89\%$, а в ЕГ - $2,09\%$). Повишаването на стандартното отклонение (SD) показва широко разсейване на индивидуалните резултати на показателя около средната му величина през 10-ия ден от изследването.

Табл. 17. Промени в комплексната функционална оценка на КС на пациентите в КГ и ЕГ (Knee society knee score)

	Контролна група				Експериментална група				P	
	През I-я ден	През X-я ден	D	D %	През I-я ден	През X-я ден	D	D%	P1 КГ-ЕГ I ден	P2 КГ-ЕГ X ден
\bar{X}	142,07	143,5	1,43	1,0	136,8	139,9	3,12	2,28	0,497	0,023
S	14,47	15,82	-	-	13,08	13,28	-	-		
m_x	2,558	2,796	-	-	2,244	2,278	-	-		
V %	10,31	10,99	-	-	8,565	8,514	-	-		
A	0,327	0,195	-	-	1,6277	0,3116	-	-		
E	0,942	1,841	-	-	0,3429	-0,619	-	-		

Стойностите на ексцесът на показателя и на асиметрията им в двете групи (Табл. 17) показват, че разпределението им е ненормално (извън -1,1), поради, което при проверката на хипотези е приложен методът на Ман-Уитни за независими извадки.

P1-стойностите на средните величини на показателят в КГ-ЕГ през I-я ден показват, че двете групи са относително еднакви в самооценката на пациентите за общото състояние на увредената им колянна става ($p=0,497$).

След десетдневна кинезитерапия, $P2=0,023$ на показателят или $p<0,05$, от което следва, че разликата в самооценката на пациентите е значима и по-добрите резултати в експерименталната група са резултат от по-ефективен модел на кинезитерапия.

IV. 5. Промени в едемът на колянната става „тест на хлътването“ (indentation test)

Изследването на промените в едемът при пациенти диагностицирани с гонартроза се извършва в началото (1-ви ден) и в края на процедурите (10-и

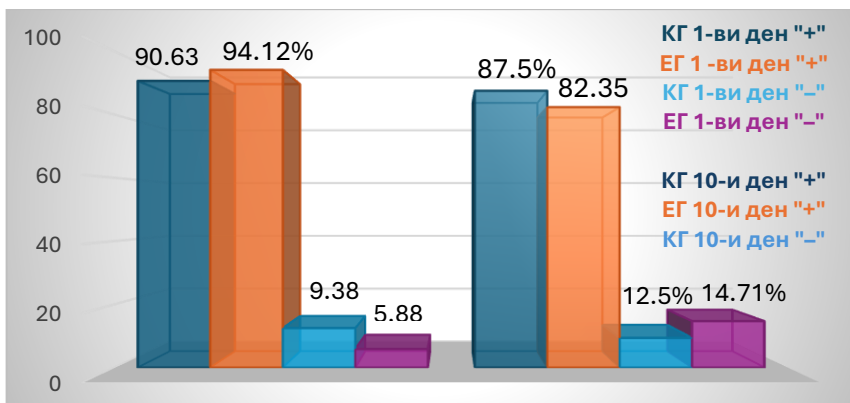
ден) в контролната и експериментална група. Изследван е само увреденият крак. При този тест се проследява наличието дори на минимален оток.

С „положителен“ се отбелязва резултат, който позитивира наличието на едем в колянната става при изследваните лица. С „отрицателен“ се отбелязва резултат показващ липсата на едем в колянната става на лицата.

Табл. 18. Промени в едемът на колянната става, „тест на хлътването“

Групи	„+“ резултати (%)	D	D%	„-“ резултати (%)	D	D%
КГ (I – ви ден)	90,63	3,13	3,45	9,38	3,12	33,26
КГ (X – ти ден)	87,5	-	-	12,5		
ЕГ (I – ви ден)	94,12	11,77	12,50	5,88	8,83	60,02
ЕГ (X – ти ден)	82,35			14,71		

В табл. 18. са представени резултатите от проведените тест. В контролната група през първия ден 90,63% от лицата показват наличие на оток в увредената колянна става, а през 10-ия ден процентът намалява с 3,45%. Отрицателните резултати също намаляват с 33,26%.



Фиг. 16. Различия в резултати от промени в едема „тест на хлътването (indentation test)“ на увредено коляно в КГ и ЕГ

В експерименталната група 94,12% от лицата имат едем в колянна става, но до 10-ия ден намалява с 12,50%, което е видно във фиг. 16. Отрицателните резултати също намаляват с 60,02%.

Приложената методика на кинезитерапия и в двете групи (по-значително в ЕГ) спомага за редуцирането на отока в колянната става, което е отразено в „положителните“ резултати. Въпреки това не се наблюдава съществено различие в двете групи при увеличаване на броя на пациентите, които са без оток в края на изследването поради краткия период на лечение и хроничните промени, които са настъпили вследствие на заболяването.

IV. 6. Резултати и анализ от измерването на Q -ъгълът на колянна става (пателофеморален ъгъл)

Изследването на пателофеморалния ъгъл (Q - ъгъл) при пациенти диагностицирани с гонартроза, се провежда в началото на проучването (1 – ви ден) и в края на процедурите (10-и ден) в контролната и експериментална група, в градуси.

Табл. 19. Резултати от измерване на Q -ъгъла (пателофеморалния ъгъл на колянната става (в градуси))

	Контролна група				Експериментална група				P	
	През I-я ден	През X-ия ден	D	D %	През I-я ден	През X-ия ден	D	D %	P1 КГ-ЕГ I ден	P2 КГ-ЕГ X ден
\bar{X}	5,406	5,406	0	0	2,485	6,103	0	0	0,455	0,447
S	3,809	3,809			3,542	3,915				
m_x	0,6733	0,6733			2,918	0,6715				
V%	70,45	70,45			42,422	64,16				
A	0,640	0,640			1,238	0,8267				
E	-0,298	0,298			3,034	0,0567				

В табл. 19. са представени резултати от измерване на Q -ъгълът (пателофеморалния ъгъл) на колянната става в градуси.

В проучване на *Imhoff et al. (2021)* се посочва, че при комбиниране на съпътстващи заболявания като затлъстяване, отклонение в пателофеморалния ъгъл и травма на ставата (мениск, хрущял, лигамент) води до прогресиращ остеоартрит на колянната става и физиотерапията не променя пателофеморалния ъгъл, вследствие на гонартроза. Лечението е оперативно. Най-често се прилага остеотомия.

Пателофеморалната деформация е структурна и при ЯМР показва риск от гонартроза. Асиметрията на пателофеморалната става при по-младите хора е свързана с увреждане на ставния хрущял и преждевременна ОА на пателофеморалната става. Неправилното натоварване на ставите причинява промени в ставния хрущял, които могат да бъдат вродени или поради наранявания на костите като травма и операция (*Khoroushi, 2022*).

Структурните промени в колянната ставата при гонартроза трудно могат да бъдат коригирани за кратък период от време.

Това обяснява и P1 и P2 –стойностите на показателят на КГ-ЕГ-първи ден ($p=0,455$) и десети ден ($p=0,447$), които показват, че разликата в Q -ъгъла на колянната става в двете групи, в началото и в края на изследването е статистически незначима, т.е. експерименталният модел на кинезитерация не е предизвикал промени в пателофеморалния ъгъл на пациентите.

IV. 7. Промени във флексивната контрактура на колянната става

Изследването на промени във флексивната контрактура на колянната става при пациенти диагностицирани с гонартроза, вследствие на приложени две модела на кинезитерация, се провежда в началото, през 1-я ден и в края на процедурите през 10-ия ден, в контролната и експериментална група на увреден крак. Резултатите са в градуси, като разликата от 1 см е равна приблизително на 1° в зависимост от дължината на подбедрицата. Наличието на оток също може да позитивира теста.

В табл. 20. са представени резултати от проведенният тест. **В контролната група** през първия ден средната стойност на показателя е 5,43° за увредената колянна става и до 10-ия ден намалява с 0,34° (6,26%).

Коефициентът на вариация ($V\%$) е висок, което показва разнородност на резултатите в групата и е с тенденция на нарастване до 10-ия ден, което означава, че изследваните лица се влияят индивидуално от приложената кинезитерация. Един от участниците не успя да заеме положение „лег“ през 1-вия ден от изследването, а през 10- ти отказа да опита.

В експерименталната група средната стойност на показателят през първия ден от изследването е 6,70° и намалява до 10-ия ден до 5,62°, или намалението е с 16,12%.

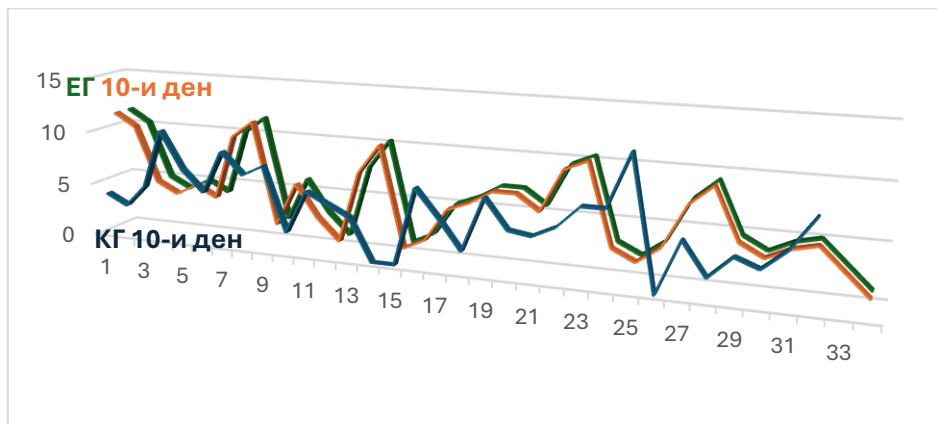
Табл. 20. Промени във флексионна контрактура на колянната става след кинезитерапия

Признаци	Контролна група N=32				Експериментална група N=34				P	
	През I-я ден	През X-я ден	D	D%	През I-я ден	През X-я ден	D	D%	P1 I-ви ден	P2 X-и ден
\bar{X}	5,43	5,09	0,34	6,26	6,70	5,62	1,08	16,12	0,074	0,036
S	2,964	2,857			3,445	3,181				
m _x	0,5207	0,5050			0,590	0,545				
V %	54,27	56,05			51,44	56,62				
A	0,3276	0,1960			0,495	1,390				
E	1,2718	0,1696			0,072	-0,938				

Коефициентът на вариация (*V%*) нараства повече, в сравнение с КГ, което означава, че и тук пациентите се влияят различно от приложената кинезитерапия (Фиг. 17). И в тази група отделни пациенти се затрудниха в заемането на положение „лег“.

Чрез методът на Ман – Уитни (*Mann – Whitney*) се установи статистическата значимост на разликата във флексионната контрактура на увредена КС в двете групи, която разлика в началото на изследването е недостоверна ($p > 0.05$).

Или, P1 показва, че разликата в средните величини на показателя в КГ и ЕГ през първият ден е незначима (P1=0,074). След 10-дневна кинезитерапия обаче, разликата е значима (P2=0,036), от което следва, че по-добрите резултати в ЕГ са резултат от по-висока ефективност на приложения модел на кинезитерапия, в сравнение с традиционния в контролната група.



Фиг. 17. Индивидуални стойности на флексионната контрактура на увредената колянна става от КГ и ЕГ през 10-ия ден

От анализираниите 6284 статии, 9 рандомизирани контролирани проучвания оценяват ефективността на стречинга при ФК на колянна става на пациенти с гонартроза.

Резултатите показват, че стречингът на скъсената мускулатура подобрява общия обем на движение с $9,3^\circ$, флексия, с $10,8^\circ$ екстензия и с $9,1^\circ$ в сравнение с контролните групи. Освен това, седем проучвания установяват намаление на болката с 1,9 стандартизирани средни разлики. Доказателствата за ефективността на стречинга на скъсената мускулатура са с умерено качество, което подкрепя неговото прилагане като консервативна интервенция за подобряване на клиничните резултати при остеоартрит на коляното (*Campbell et. al., 2023*).

Гонартрозата често е съпроводена с флексионна контрактура (ФК), която влошава клиничните резултати. Проучване на 600 пациенти с остеоартрит на КС от „Инициативата за остеоартрит“ (ОАИ) показва, че 33,4% от пациентите имат ФК, свързана с дегенеративни промени, заснети с ЯМР. Тези промени включват загуба на хрущял и костни лезии в пателофеморалната става, остеофити, менискусни увреждания и излив в ставата. Резултатите предполагат, че загубата на екстензия при ОА е многофакторен структурен процес (*Campbell et. al., 2022*).

В тази връзка различни физиотерапевтични процедури оказват терапевтичен ефект при флексионни контрактури на КС при пациенти с гонартроза. Аеробните упражнения редуцират болката и подобряват физическата функция, а силовата тренировка е ефективна срещу мускулната

хипотрофия. Невромускулните упражнения и тренировките за баланс подобряват проприоцепцията и сензомоторния контрол, докато водните упражнения предлагат по-малко странични ефекти. Традиционни упражнения, като от йога, също се използват успешно. Въпреки това, настоящите изследвания са недостатъчни, което изисква по-задълбочени клинични проучвания и комбинирани терапевтични подходи (Zeng et al., 2021).

IV. 8. Резултати и анализ от тест на ексцентрична стъпка

Тестът „ексцентрична стъпка“ при пациенти диагностицирани с гонартроза, се провежда двукратно: в началото на изследването (1-ви ден – преди курса по кинезитерапия) и в края на процедурите през 10-ия ден в контролната и експериментална група. Изследват се ляв и десен крак. Тестът проследява наличието на функционални ограничения. Пациентът стои на стъпало с височина 15 cm. Ръцете са на хълбоците. След това слиза надолу, като водещ е левият крак, след това слиза с десния.

Тестът е положителен, ако провокира болка. Или с „положителен“ се отбелязва резултатът, който позитивира наличието на болка в областта на колянната става при лицата. С „отрицателен“ се отбелязва резултатът, при който пациентът няма болка в колянната става.

Табл. 21. „Положителни“ резултати от тест ексцентрична стъпка

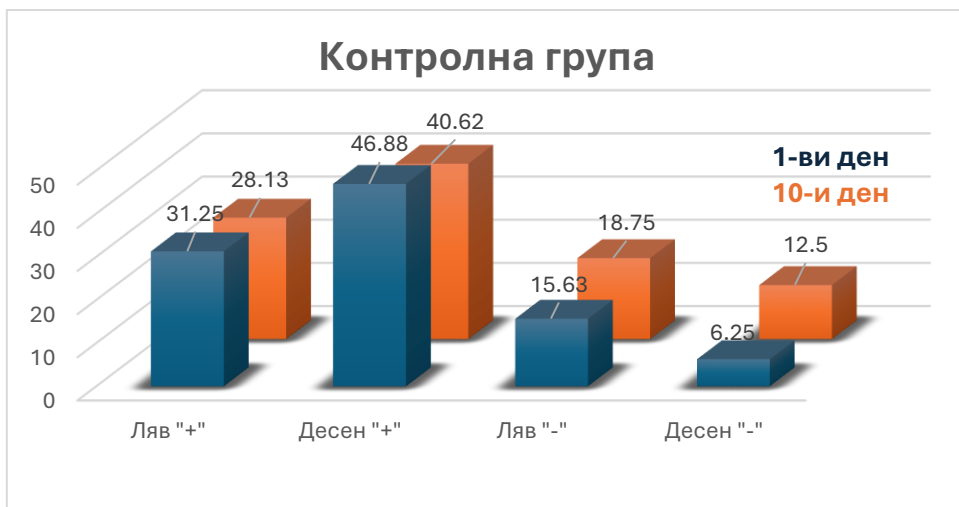
Групи	Положителни за ляв крак (%)	D	Положителни за десен крак (%)	D
КГ (I – ви ден)	31,25	3,12	46,88	6,26
КГ (X – ти ден)	28,13		40,62	
ЕГ (I – ви ден)	50	5,88	41,18	2,94
ЕГ (X – ти ден)	44,12		38,24	

В табл. 21. са представени резултати от проведеният тест. В контролната група през първият ден се установяват 31,25% от лицата с „положителен“ резултат за ляв крак, който до 10-ия ден намалява с 3,12%.

Табл. 22. “Отрицателни“ резултати от тест ексцентрична стъпка

Групи	Отрицателни за ляв крак (%)	D	Отрицателни за десен крак (%)	D
КГ (I – ви ден)	15,63	3,12	6,25	6,25
КГ (X – ти ден)	18,75		12,50	
ЕГ (I – ви ден)	5,88	5,88	2,94	11,77
ЕГ (X – ти ден)	11,76		14,71	

За десният (табл. 22) крак през първия ден 46,88% от пациентите показват „положителен“ резултат, който отговаря на процентът на локализирана гонартроза на десен крак (Фиг. 18). До 10-ия ден относителният им дял намалява с 6,26%. **В експерименталната група** през първият ден се установяват 50% от случаите с „положителен“ резултат за ляв крак, който до 10-ия ден намалява с 14,71%.



Фиг. 18. Оценка на ексцентричната стъпка на пациентите от КГ от 1 – ви до 10- ти ден на приложена кинезитерапия

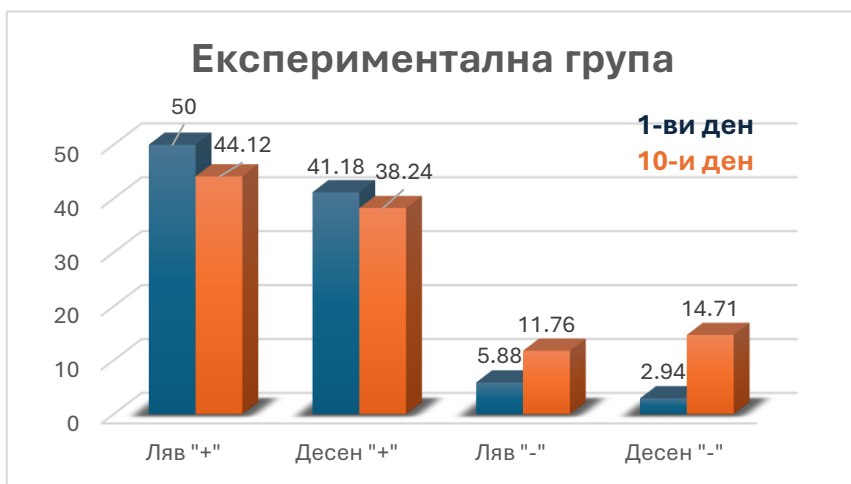
За десният крак, през първия ден 41,18% от изследваните лица показват „положителен“ резултат. До 10-ия ден относителният им дял намалява с 2,94%.

На (фиг. 7) се вижда диагностицирана локализация на гонартроза, която е 58,82% за ляв крак при изследваните лица в експерименталната група.

Компенсаторните механизми, изградени от пациентите за намаляване на болковата симптоматика на увреденият крак е възможно да предизвикват болка и в здравия крак, поради претоварването му.

В табл. 26. са представени „отрицателните“ резултати от проведените тест. В контролната група през първия ден се наблюдават 15,63% с „отрицателен“ резултат за ляв крак, който до 10-ия ден се увеличава с 3,12%.

За десният крак, първи ден от изследването, 6,25% от пациентите показват „отрицателен“ резултат, който до 10-и ден се увеличава с 6,25%.



Фиг. 19. Оценка на ексцентричната стъпка на пациентите от ЕГ от 1 – ви до 10- ти ден на приложена кинезитерапия

При пациентите в експерименталната група през първия ден се установяват 5,88% с „отрицателен“ резултат за ляв крак, който до 10-ия ден нараства с 5,88%. За десният крак през първия ден 2,94% от пациентите показват „отрицателен“ резултат, който до 10-я ден се увеличава с 11,77% видно на фиг. 19.

Пациенти с гонартроза са изложени на по-висок риск от падане по време на преход между ходене по пода и по стълбите поради хипотрофия на мускулите на долните крайници (Chai et al, 2023).

Установено е, че пациенти с остеоартрит на коляното изпитват затруднения при изкачване и слизане по стълби и това предизвикателство остава дори след ендопротезиране (Whitchelo et al., 2014).

От проведено изследване на Iijima et al. (2018) се наблюдава, забавено активиране на *m. quadriceps femoris* при пациенти с гонартроза по време на изкачване и слизане по стълби. Беше открита липса на доказателства за промени във външния момент на аддукция на коляното по време на изкачване на стълби. Хипотрофията на *m. quadriceps femoris* значително затруднява изкачването и слизането по стълби.

IV. 9. Промени в походката с и без обувки (експертна оценка)

За анализ на походката използваме тест за измерване на дължината на стъпката и тест за широчина на стъпката, като тестването се проведе през 1-я ден – преди курса по кинезитерапия и в края на процедурите (10-и ден) в контролната и експериментална група.

Резултати от тест „дължина на стъпката“

Тестува се дължината на стъпката, първо с водещ ляв и след това с водещ десен крак (с и без обувки). В табл. 23. са представени резултати от проведените изследвания. Наблюдават се подобрения в дължината на стъпката с водещ ляв крак без обувки през 10-ия ден с 0,81 см. **в контролната група** или подобрението е с 1,77% и с 1,63% подобрение с обувки.

Табл. 23. Резултати от тест „дължина на стъпката“ с водещ ляв крак

Признаци	Контролна група N=32 без обувки с водещ ляв крак				Контролна група N=32 с обувки с водещ ляв крак			
	През I ден	През X ден	D	D%	През I ден	През X-ден	D	D%
X	45,77	46,58	0,81	1,77	47,34	48,11	0,77	1,63
S	10,29	10,52			10,64	11,07		
m _к	1,820	1,860			1,881	1,956		

V%	22,49	22,59			22,47	23,00		
A	1,215	0,21,58			0,0168	-1,2147		
E	0,679	1,5633			0,0726	-0,9388		

Ниският коефициент на вариация ($V\%$) показва хомогенност на резултатите в групата. Данните показват, че обувките имат влияние върху подобряването на походката на пациентите, но не са основен фактор.

Резултати от тест „ дължина на стъпката“ с водещ десен крак в КГ

В табл. 28. са представени резултати от проведено изследване на дължината на стъпката, с водещ десен крак, в контролната група.

Данните показват по-съществени подобрения в дължината на стъпката с водещ десен крак, без обувки през 10-ия ден с 2,59 см. или подобрението е с 5,39%, както и с 3,23% подобрение с обувки. Сравнително ниският коефициент на вариация ($V\%$) показва хомогенност на резултатите в групата.

Табл. 24. Резултати от тест „ дължина на стъпката“ с водещ десен крак в КГ

Признаци	Контролна група N=32 без обувки с водещ десен крак				Контролна група N=32 с обувки с водещ десен крак			
	През I ден	През X ден	D	D%	През I ден	През X ден	D	D %
\bar{X}	48,02	50,61	2,59	5,39	49,17	50,75	1,58	3,21
S	11,09	10,55			11,57	10,88		
m_x	1,960	1,864			2,046	1,923		
V%	20,09	20,84			23,54	21,43		
A	0,4171	0,4355			1,421	0,469		
E	-0,374	-1,349			0,625	0,622		

Ниска е и репрезентативната грешка на средната стойност m_x - от 1,820 до 1,860 в КГ тествана с водещ ляв крак, без обувки (табл. 24) и m_x от 1,8811 до 1,956 при тестване с водещ ляв крак, с обувки, което предполага малък доверителен интервал $\Delta\bar{x}$ на генералната съвкупност пациенти у нас с гонартроза ($\Delta\bar{x}=\bar{x} \pm m_x$).

Табл. 25. Резултати от тест „дължина на стъпката“ с водещ ляв крак в ЕГ

Признаци	Експериментална група N=34 без обувки, с водещ ляв крак				Експериментална група N=34 с обувки, с водещ ляв крак			
	През I-я ден	През X-я ден	D	D%	През I-я ден	През X-я ден	D	D%
\bar{X}	38,96	39,51	0,55	1,41	40,64	41,63	0,99	2,43
S	14,59	14,45			15,32	15,29		
m_x	2,502	2,477			2,627	2,62		
V%	37,45	36,56			37,69	36,74		
A	0,2976	0,2562			0,1243	1,0619		
E	-1,243	-1,2336			-0,7662	-0,835		

В табл. 25. са представени резултати от изследване на показателя **в експерименталната група**. Установява се подобрение в дължината на стъпката с водещ ляв крак без обувки, през 10-и ден с 1,41% и с 2,43% подобрение с обувки.

Коефициентът на вариация (V%) на показателя показва умерени различия в резултатите на изследваните лица, които са с тенденция към задържане. В табл. 26. са представени резултати от изследване на показателят в експерименталната група.

Установено е подобрение в дължината на стъпката с водещ десен крак, без обувки, през 10-ия ден с 3,61% и с 3,46% подобрение с обувки, като коефициента на вариация (V%) запазва относителна еднородност на резултатите в групата.

Табл. 26. Резултати от тест „дължина на стъпката“, с водещ десен крак в ЕГ

Признаци	Експериментална група N=34 без обувки с водещ десен крак				Експериментална група N=34 с обувки с водещ десен крак			
	През I ден	През X ден	D	D%	През I ден	През X ден	D	D%
\bar{X}	45,96	47,62	1,66	3,61	45,36	46,93	1,57	3,46
S	12,63	12,75			11,42	11,44		
m_x	2,166	2,187			1,958	1,962		
V%	27,48	26,78			25,17	24,38		
A	0,447	0,325			1,2905	0,1635		
E	-1,371	1,555			0,1475	0,095		

Резултати от тест „широчина на стъпката“ в контролната и експериментална група

В табл. 27. са представени резултати от проведените изследвания в КГ и ЕГ по посочения показател. В КГ се наблюдава намаляване на широчината на стъпката с 1,36% през 10-ия ден, а при експерименталната група с 0,37%.

Табл. 27. Резултати от тест „широчина на стъпката“ на пациентите в КГ и ЕГ

Признаци	Контролна група N=32				Експериментална група N=34			
	През I ден	През X ден	D	D%	През I ден	През X ден	D	D%
\bar{X}	19,01	18,75	0,26	1,36	21,15	21,07	0,08	0,37
S	7,892	7,773			10,7	10,16		
m_x	1,395	1,374			1,727	1,742		
V%	41,51	41,45			47,61	48,21		

A	1,002	1,124			0,7828	0,8052		
E	0,215	0,400			-0,5828	-0,5536		

Коефициентът на вариация ($V\%$) е висок и при двете групи, което показва различно състояние на показателя при пациентите, или наличие на индивидуален темп на възстановяването му.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гонартрозата е заболяване със значително социално значение. За да се оптимизира конзервативното лечение е необходимо да се създават, актуализират и прилагат иновативни методики на кинезитерапия.

Етиологията е комплексна. Хиподинамията съпътствана с повишаване на телесното тегло имат важна роля в по-бързото прогресиране на заболяването. Намалването на симптоматиката има за цел забавяне прогреса на ставната дегенерация.

Научният интерес към изследването на конзервативното лечение на това заболяване е висок в съвременната кинезитерапевтична, медицинска и други области. Това води до подобряване на съществуващите и прилагани стандартни физиотерапевтични методики.

Не открихме проучване за ролята на „**Ergon IASTM Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization**” при конзервативно лечение на гонартроза, както у нас, така и в чужбина. За първи път в България се изследва приложението на Ергон терапията при пациенти с това заболяване. Разработването на тази иновативна кинезитерапевтична програма спомогна за подобряване на конзервативното лечение на остеоартрит на колянната става, като е необходимо перманентно актуализиране в съответствие с развитието на науката.

В дисертационния труд се обобщават и анализират резултати от различни проучвания свързани с конзервативното лечение на гонартрозата, проследяване и анализ на функционалните възможности на пациентите.

В проведеното изследване са проучени методиките на кинезитерапия при ОА на колянна става, прилаганите диагностични системи, както и ефективността на конвенционалната кинезитерапия.

На базата на иновативни теории и практики е разработена и приложена иновативна методика на кинезитерапия. Средствата и методиката на прилагане са актуализирани.

Научният проблем, който е разработен в дисертационният труд е насочен към придобиване на съвременни знания за прилагането и ефективността на иновативна методика за консервативно лечение на гонартроза.

Разгледано е комплексното въздействие на Ергон терапия, кинезиотейп и ставно–мобилизационни техники при остеоартрит на КС за редуциране на болковата симптоматика и оток, подобряване обема на движение в КС и преодоляване на флексионната контрактура.

Също така е разгледана проприоцептивната тренировка, която има важна роля за възстановяване на проприоцепцията, подобряване на баланса, равновесието и походката при пациенти с това заболяване.

Чрез приложени доказателствени методи на математическата статистика е осигурена достоверността на научните твърдения. Доказана е ефективността на експерименталната методика.

Въз основа на получените резултати са разработени методически насоки с указания и препоръки за приложение на авторската методика на кинезитерапия.

Принос към кинезитерапията са установените и статистически доказани аспекти на ефективност на авторския модел в практиката.

Изследвайки научните теории на кинезитерапия при пациенти остеоартрит на колянна става разработения и приложен експериментален модел на кинезитерапия с установената му по-висока ефективност от традиционния, конвенционален прилаган при пациентите с гонартроза, доказва ефективността на приложената иновативна методика на посочената увреда.

Получените резултати в дисертационния труд допринасят за преодоляване на дефицита от данни за ефективността на Ергон терапията при пациенти диагностицирани с гонартроза и е принос към кинезитерапията.

Разработеният дисертационен труд предлага на кинезитерапевтите от академичните среди и от практиката разрешаване на проблема свързан с липсата на проучвания, които да бъдат свързани с ролята и ефективността от приложението на иновативната **„Ergon IASTM Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization”** при консервативно лечение на ОА на колянната става, с което се разширява практическата, научна и теоретична основа на кинезитерапията.

ИЗВОДИ:

От проведеното изследване произтичат следните по-важни изводи:

1. Проведено е проучване и анализ на достъпната научна литература у нас и в чужбина относно лечението и кинезитерапията при пациенти с гонартроза.
2. Разработен е алгоритъм и тестова батерия за функционални изследвания при пациенти с гонартроза за ефективна оценка, диагностика, проследяване и анализ на функционалните възможности на пациентите.
3. Разработена и апробирана е експериментална методика на кинезитерапия за пациенти с гонартроза, която включва допълнително Ергон терапия, кинезиотейп и ставно–мобилизационни техники.
4. Изследвано е първоначално (изходно) състояние на изследваните показатели на пациентите (преди прилагане на КТ). Проведен е десетдневен курс на кинезитерапия в КГ и ЕГ. Проведено е крайно (заклучително) изследване на пациентите.
5. Анализът на резултатите от научното изследване показва статистически значима по-висока ефективност на разработения и апробиран експериментален модел на кинезитерапия при пациенти с гонартроза в сравнение с конвенционалната кинезитерапия.

ПРЕПОРЪКИ:

От получените резултати и проведения анализ възникват следните по-важни препоръки за кинезитерапията:

1. Поради статистически доказаната ефективност на апробираната експериментална методика и приложената комбинация от специализирани средства на кинезитерапията, препоръчваме тя да се застъпи широко в практиката, за възстановяване на двигателната функция на коленният комплекс при консервативно лечение на гонартроза.
2. За редуциране на болковата симптоматика и оток, подобряване обема на движение в КС и преодоляване на флексионната контрактура препоръчваме кинезитерапията да включва Ергон терапия, кинезиотейп и ставно–мобилизационни техники при гонартроза.
3. Препоръчваме проприоцептивната тренировка да се включва в кинезитерапевтичните програми за възстановяване на проприоцепцията, подобряване на баланса, равновесието и походката при пациенти с остеоартрит на КС.

ПРИНОСИ НА ДИСЕРТАЦИОННИЯ ТРУД

I. Към теорията на кинезитерапията:

1. Разгледани са различни **научни теории** от научни школи в чужбина и у нас, които се занимават с изучаване на ефекта на консервативното лечение при гонартроза.
2. Систематизирани и обсъдени са **резултати от съвременни научни изследвания** на водещи специалисти у нас и в чужбина (кинезитерапевти, физиотерапевти, ортопеди, травматолози, хирурзи и др.) за консервативно и оперативно лечение на гонартрозата.
3. Установени са резултативните и процесуални особености на експерименталния модел на кинезитерапия и аспектите на ефективността му, които резултати са иновативни.
4. За първи път в България се изследва приложението на Ергон терапията при пациенти с гонартроза.

II. Към практиката на кинезитерапията:

1. Разработена и апробирана в практиката е тестова батерия за оценка и проследяване на функционалното състояние и възстановяване на коленният комплекс при пациенти с гонартроза.
2. Разработена и апробирана е иновативна програма на кинезитерапия за консервативно лечение на пациенти с гонартроза. Установени са ефекти от прилагане на иновативни средства и методи на КТ, както и е установена по-висока ефективност на експерименталната методика на КТ в сравнение с традиционната кинезитерапия при пациенти с гонартроза.

ПУБЛИКАЦИИ ПО ТЕМАТА НА ДИСЕРТАЦИЯТА:

1. **Subeva, P.**, Gramatikova, M. (2023). Diagnostic system for functional studies in patients with osteoarthritis of the knee joint. KNOWLEDGE - International Journal , 57(4), 493–497. <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/6018/5878>
2. **Subeva, P.**, Gramatikova, M. (2023). Effect of Ergon IASTM edema reduction technique in knee osteoarthritis patients. KNOWLEDGE - International Journal, 59(4), 325–328. <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/6221/6057>
3. **Subeva, P.**, Gramatikova, M. (2023). Innovations in Kinesitherapeutic practice in conservative treatment of gonarthrosis. KNOWLEDGE - International Journal, 60 (4), 649–653. <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/6312>
4. **Субева П.**, Граматикова, М. (2023). „Ефект на специализирани упражнения за преодоляване на мускулната хипотрофия при гонартроза“, 32-та Международна конференция за млади учени (05.10 – 06.10), Благоевград. Унив. изд. "Н. Рилски", Благоевград. (под печат)
5. **Субева, М.** Граматикова, (2023) "Ефект на специализирани упражнения за възстановяване на екстензията при гонартроза“ Студентска научна конференция. Благоевград, 22. 05. 2023 г. Унив. изд. "Н. Рилски", Благоевград, (под печат)
6. **Субева П.**, М. Граматикова, Н. Николаев, Ефект на апитерапията за редуциране на болката при пациенти с гонартроза. Сб. с докл. “Предиизвикателства пред общественото здраве”. Унив. изд. "Н. Рилски", 2021, Благоевград, ISBN - 978-954-00-0304-7, стр. 306-315.

**SOUTH-WEST UNIVERSITY “NEOFIT RILSKI”
FACULTY OF “PUBLIC HEALTH,
HEALTH CARE AND SPORTS”**

DEPARTMENT OF KINESITHERAPY

Petya Plamenova Subeva

**INNOVATIVE KINESITHERAPY METHODOLOGY FOR
CONSERVATIVE TREATMENT OF GONARTHROSIS**

AUTHOR'S ABSTRACT

Blagoevgrad, 2024

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

DEPARTMENT OF KINESITHERAPY

Petya Plamenova Subeva

**INNOVATIVE KINESITHERAPY METHODOLOGY FOR
CONSERVATIVE TREATMENT OF GONARTHROSIS**

AUTHOR'S ABSTRACT

**of a dissertation for the awarding of the educational and scientific
degree "Doctor" in the professional field
7.4. Public Health (Kinesitherapy)**

**Scientific Supervisor
Assoc. Prof. Dr. Mariya Gramatikova**

Blagoevgrad, 2024

The dissertation contains 169 standard typed pages. It is illustrated with 31 tables, 19 figures, and 15 photos. The bibliography contains 206 titles, 61 of which are in Cyrillic, 118 in Latin, and 27 are electronic sources.

The official defense of the dissertation will take place on 15.11.2024, at 13:00 o'clock, in meeting room No. 111, 1st floor of University Complex No. 8 of South-West University "Neofit Rilski," Blagoevgrad, at a session of the scientific jury.

INTRODUCTION

Gonarthrosis is the most widespread chronic joint disease. Due to population aging and the obesity epidemic, its prevalence has increased in recent years. The main clinical characteristics are pain, swelling, limitation of movement, and reduced muscle strength. Obesity is a high-risk factor, as excess weight increases the mechanical load on the knee joint (*Harding et al., 2012*).

The number of cases of patients diagnosed with knee osteoarthritis has increased over the past few decades to 14.8% of the global population over the age of 30. This number is expected to continue rising until 2050 (*Steinmetz et al., 2023*).

This disease worsens the quality of life. The progression rate varies among patients. Treatment starts with conservative methods and transitions to surgical ones when the conservative approach is unsuccessful (*Hsu, Siwiec, 2023*).

The role of “Ergon IASTM Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization” in the conservative treatment of knee OA has not yet been studied. No research has been found on this issue either in Bulgaria or abroad. Therefore, the hypothesis of our study is that developing an innovative kinesitherapy program will help in the conservative treatment of knee osteoarthritis.

The study was conducted at "Samokov - EOOD" Hospital - Samokov, and the "Specialized Hospital for Rehabilitation (SBR) Sapareva Banya" - Sapareva Banya. The study group consisted of 32 patients in the control group and 34 in the experimental group.

We applied an innovative kinesitherapy program for conservative treatment of OA. The recovery process of the knee joint was monitored using an experimental kinesitherapy model.

To achieve this, we studied various kinesitherapy methods applied in knee OA both in Bulgaria and abroad, as well as diagnostic systems for assessing the condition and effectiveness of the applied programs. The condition of the studied parameters in the patients was monitored before and after the application of the kinesitherapy program.

An experimental technological model of kinesitherapy for patients with knee osteoarthritis was developed. A ten-day course of individual kinesitherapy was conducted for both the control and experimental groups. The collected empirical material was subjected to mathematical-statistical analysis, and the results were analyzed. Conclusions were drawn regarding the theory, methodology, and practice of kinesitherapy.

SOCIAL SIGNIFICANCE OF KNEE OSTEOARTHRITIS

Gonarthrosis is the most widespread joint disease among the elderly worldwide. Both internal and external risk factors contribute to its development. In men aged 60 to 64 years, the right knee is more frequently affected; in women, both knees are affected with almost equal frequency (*Michael et al., 2010*).

Among people over the age of 60, 10% of men and 13% of women in the U.S. are affected by symptomatic knee osteoarthritis. The prevalence of the disease is 7.2% among middle-aged and elderly Chinese (9.8% and 3.7% for women and men, respectively). The medial compartment of the joint is most commonly affected (*Zeng et al., 2017*).

In their research on knee osteoarthritis treatment, *Joern et al. (2010)* confirm the conclusion that osteoarthritis is the most common joint disease among the elderly worldwide. Both internal and external risk factors encourage its development. Globally, men aged 60 to 64 years are more likely to have the right knee affected, while in women, both knees are almost equally affected.

Several national and international institutions, such as the European League Against Rheumatism (EULAR) and the Osteoarthritis Research Society International (OARSI), have developed guidelines for OA to assist doctors and patients. These guidelines were created by evaluating current treatment options in light of scientific evidence as well as expert opinions..

Etiology, Pathogenesis, and Clinical Picture of Gonarthrosis

The etiology and pathogenesis of gonarthrosis are divided into two large groups:

- **Primary** - characterized by generalized involvement of multiple joints due to hereditary genetic factors combined with age-related changes;
- **Secondary** - affecting a single joint as a result of mechanical strain, joint diseases, surgical interventions, or injuries (*Stanev et al., 2014*).

Important factors in the etiology of gonarthrosis include:

- Static anomalies, where the axes of the femur and tibia are misaligned (varus and valgus deformities).
- Recurrent trauma, often occupational in nature.
- Intra-articular fractures of the knee and improperly aligned ones, meniscal lesions, joint instability, osteochondritis, etc.
- Inflammatory diseases, patellomalacia, chondromatosis, endocrine disorders, in women post-menopause, combined with overweight.

Women with excess weight are more commonly affected, with the process starting in middle age. According to modern biomechanics, true gonarthrosis is a

result of the mismatch between the joint load and the ability of the hyaline cartilage to withstand it.

The most common symptom is pain when going down stairs and getting up from a low chair. Other symptoms include joint swelling with transient effusion, stiffness, gradual restriction of flexion and extension, hypotrophy of the quadriceps femoris muscle, flexion contracture, increased Q-angle, varus or valgus deformity, and crepitus during movement of the knee joint (*Otschev et al., 2013*).

Contemporary Approaches to Conservative Treatment of Gonarthrosis

In recent years, numerous therapeutic advancements have been made due to improved understanding of the fundamental mechanisms, diagnosis, and management of knee osteoarthritis (OA).

Embryonic induced pluripotent and embryonic stem cells differentiate into chondrocytes or mesenchymal stem cells (MSCs) and can be used as a source of injectable treatments in OA joint cavities.

MSCs are the most studied products in cell-based therapy for OA because of their ability to differentiate into chondrocytes and their immunomodulatory properties. They have the potential to improve cartilage regeneration and ultimately restore damaged joints. However, despite available therapies and advancements in research, according to *Jang et al. (2021)*, there are still unmet medical needs in the treatment of OA.

Conservative treatment includes unloading the knee joint, avoiding weight-bearing, reducing body weight, and bed rest.

Balneotherapy, physiotherapeutic procedures, nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs), and pain relievers are prescribed and recommended by specialists for patients requiring systematic treatment.

In cases of reactive synovitis and pronounced effusion, intra-articular corticosteroid injections are administered. Chondroprotective agents such as Arteparon, Rumalon, Dona 200 S are used according to a scheme, and intra-articular applications of hyaluronic acid are widely used. In the presence of static anomalies, surgical treatment, according to *Stavrev et al. (2011)*, should start relatively early.

Intra-articular injections are widely used for conservative treatment of knee osteoarthritis (OA). However, there is a lack of precise data on the comparative therapeutic effectiveness of these injections (*Tschopp et al., 2023*).

Chavda et al. (2022) have established that intra-articular injections of hyaluronic acid have been used for over three decades in the treatment of gonarthrosis. There are controversies regarding their effectiveness, safety, the number of injections administered, the type of preparation, and its combination with other drugs.

It has been established that intra-articular injections of platelet-rich plasma (PRP) and hyaluronic acid (HA) are effective conservative treatments for gonarthrosis (*Huang et al., 2022*).

In a study by *Pers et al. (2016)*, the safety of an escalating dose protocol of intra-articularly injected stromal cells derived from adipose tissue (ASCs) in patients with knee OA was evaluated, along with clinical efficacy as a secondary endpoint.

According to the data from the study, intra-articular injection of ASC is a safe alternative for treating patients with more severe disease. However, larger and controlled long-term studies are needed to confirm whether the new cell therapy strategy can improve pain and provide structural benefit in osteoarthritis.

Intra-articular (IA) injections are administered when conservative treatment is ineffective, and endoprosthetics are not yet indicated. Scientific studies have shown that IA injections are more effective and safer than nonsteroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs).

Modern research focused on improving intra-articular homeostasis emphasizes biological additives such as platelet-rich plasma (PRP).

It is believed that the catabolic and inflammatory intra-articular processes present in knee osteoarthritis (KOA) can be influenced by the application of PRP and its derivatives. PRP may trigger a regenerative response and lead to improved metabolic functions of damaged structures.

However, the positive effect on chondrogenesis and the proliferation of mesenchymal stem cells (MSC) remains highly controversial.

The semi-quantitative method for evaluating MRI structural changes of the entire knee joint in patients with gonarthrosis was first applied to the Bulgarian population by *Georgiev et al. (2018)*.

Circulating markers such as COMP, MMP-3, and Coll2-1, which reflect joint remodeling, were studied, and their connection to the generalization of osteoarthritis and various imaging indicators was established. CRP best reflects disease activity, severity, and pain.

Two courses of PRP, administered six months apart, have comparable or greater efficacy in alleviating pain and stiffness symptoms, as assessed at the end of the first year, compared to two injections of cross-linked high-molecular-weight hyaluronic acid administered six months apart.

The authors found that cartilage damage progression does not depend on the therapy choice but rather on baseline MMP-3 levels and BMI, and that PRP treatment is safe (*Georgiev et al., 2018*).

Modern approaches to surgical treatment of gonarthrosis

The clinical experience of *Beleganov et al. (1990)* shows that high wedge tibial osteotomy yields 75% good to very good results, 14% satisfactory, and 10% poor, 13 years after surgery.

Follow-up of patients from 4 to 13 years after surgery shows that this surgical intervention slows the progression of degenerative processes in the knee joint.

High wedge tibial osteotomy, combined with patellar ventralization, should not, however, be opposed to other surgical methods such as various types of tibial or femoral osteotomy, alloplasty, or knee arthrodesis. It should be applied only under strict indications.

The advantages of this surgery lie in ensuring precise cutting of the bone wedge and tibial metaphysis (allowable error up to 1%). The chisel guide always directs the osteotome in the direction determined by the surgeon (*Beleganov et al., 1990*).

Arthroplasty is performed in severe cases of gonarthrosis due to the complexity of complications. Conservative treatment is the first choice in the elderly population with this condition. More than 10% of patients undergo intra-articular injections annually, especially within three months of diagnosis. Injections of corticosteroids, hyaluronic acid (HA), and platelet-rich plasma (PRP) reduce symptoms.

The natural course of untreated gonarthrosis is progressive, and early surgical treatment is most appropriate.

In 2019, Germany had the highest percentage of hip replacement surgeries and the fourth-highest percentage of knee replacements among more than 30 countries in the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD). Age-standardized rates were assessed at 174% hip replacements and 137% knee replacements per 100,000 population.

Examining scientific theories on the application of kinesitherapy in patients with gonarthrosis, we can summarize the following:

- From the available literature, we did not find studies on the application of "Ergon IASTM Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization" in patients with gonarthrosis in our country or abroad.
- We found results from scientific studies on the application of "Ergon IASTM Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization" in athletes with shortening of the *m. quadriceps femoris* tendon, which show that the technique has a good effect.
- There is evidence of the technique's effectiveness, which is one of the most efficient for soft tissue mobilization. When combined with therapeutic exercises (tailored to the patient's individual condition), the results are faster.

- We found evidence of the effectiveness of Terrier's massage, which positively affects the functional and subjective condition of patients with OA of the knee joint.
- Programs have been developed that use combined therapeutic means.
- There is no disagreement regarding the nature of kinesitherapy, where exercises should be applied at a slow to moderate pace and tailored to the patient's condition (individual approach).
- There is no disagreement about the need for weight reduction in patients with gonarthrosis.
- There are some controversies regarding early surgical treatment in OA of the knee joint.

From the available literature, we reviewed and analyzed therapeutic programs for conservative treatment of gonarthrosis, which need to be continuously updated in line with the development of kinesitherapeutic science.

It was found that the role of "Ergon IASTM Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization" in conservative treatment of gonarthrosis has not been studied.

We did not find research on this issue either in our country or abroad, which determines the conceptual framework of our scientific research, the characteristics, and the results that will be presented in the following chapters and sections.

METHODOLOGY OF THE SCIENTIFIC RESEARCH

Research Hypothesis

We assume that the development of an innovative methodology of kinesitherapy, with elements of new and updated kinesitherapy tools and their application in the conservative treatment of patients with gonarthrosis, will improve the recovery process of their lower limb.

The subject of the research is osteoarthritis of the knee joint.

The object of the research is the effectiveness of a developed experimental methodology of kinesitherapy for conservative treatment of gonarthrosis.

The aim of the research is to determine the intensity and aspects of the recovery process of a knee joint with osteoarthritis as a result of the applied experimental methodology of kinesitherapy.

Research tasks:

1. Study and analysis of available scientific literature in our country and abroad regarding the treatment and kinesitherapy of patients with osteoarthritis of the knee joint.
2. Development of a test battery and algorithm for functional studies for effective evaluation, diagnosis, monitoring, and analysis of patients' functional capabilities.

3. Development and trial of an experimental author’s methodology of kinesitherapy for patients with gonarthrosis.
4. Determining the initial (baseline) condition of the studied indicators of the patients—before applying kinesitherapy. After a ten-day course of treatment, a final (concluding) examination of the patients will be conducted.
5. Statistical processing of the empirical material and analysis of the results of the scientific research.
6. Determining the effectiveness of the experimental model of kinesitherapy.

Contingent and Profile of the Studied Patients

A total of 66 patients diagnosed with grade III gonarthrosis were studied. In the control group, a total of 32 patients were studied, of whom 27 were women (84.38%) and 5 were men (15.62%), with an average age of 62.69 ± 10.77 . In the experimental group, a total of 34 patients were studied, of whom 30 were women (88.24%) and 4 were men (11.76%), with an average age of 64.21 ± 7.25 . The percentage of female participants was predominant in both groups (Fig. 1).

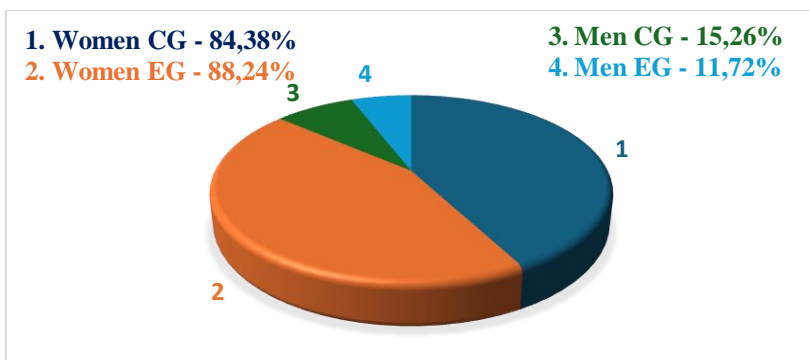


Fig. 1. Gender differences among the patients in both groups

The selection of patients was based on the **contraindication** criteria for the kinesitherapy methodology: infectious diseases, mental illnesses (which may hinder effective patient participation), uncontrolled hypertension, thrombophlebitis, severe addictions (alcoholism, drug addiction), oncological diseases, acute inflammatory processes, ecchymoses, petechiae, skin infections or wounds, and malignant formations in the area of the knee joint, as well as patients with severely restricted mobility (using walkers, crutches, or canes), who are unable to perform the kinesitherapy program.

Inclusion criteria for patients in the study are: diagnosed grade III gonarthrosis. Patients **should not undergo medicinal treatment** for gonarthrosis

both at the time of inclusion in the study and until its completion. This is necessary to ensure that there are no sudden changes in their condition related to drug interventions (use of non-steroidal anti-inflammatory drugs, corticosteroids, etc.), which could affect the study results.

Exclusion criteria for patients in the study are: allergic reactions and hypersensitivity/intolerance to some of the kinesitherapy tools, use of pain-relieving medications, lack of commitment and cooperation, refusal to follow instructions, substance abuse, inability of the patient to regularly attend sessions due to geographic distance or personal commitments.

The average age of the participants in the control group (CG) is 62.69 ± 10.77 . The age structure of this group is as follows: **from 30 to 40 y.o.** – 1 woman and 0 men, **from 40 to 50 y.o.** – 3 women and 0 men, **from 50 to 60 y.o.** – 9 women and 0 men, **from 60 to 70 y.o.** – 12 women and 2 men, and **over 70 y.o.** – 2 women and 3 men (Fig. 2).

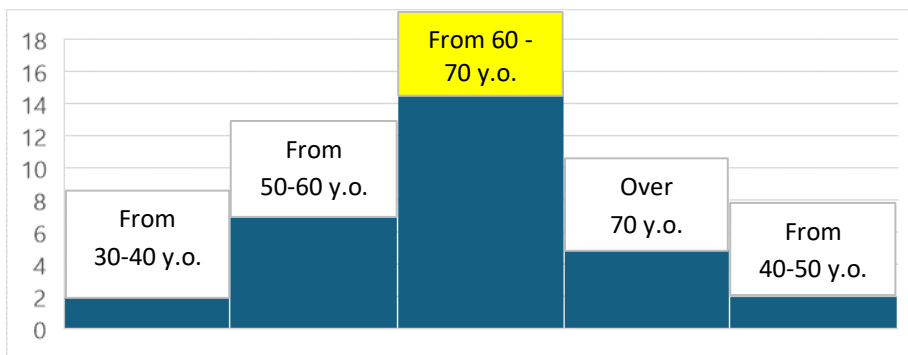


Fig. 2. Age structure of the study participants in the Control Group (CG) and Experimental Group (EG)

The participants in the EG have an average age of 64.21 ± 7.26 . The age structure of this group is as follows: **from 30 to 40 y.o.** - 0 women and 0 men, **from 40 to 50 y.o.** - 1 woman and 0 men, **from 50 to 60 y.o.** - 8 women and 1 man, **from 60 to 70 y.o.** - 13 women and 3 men, and **over 70 y.o.** - 8 women and 0 men.

Fig. 3 presents the localization of gonarthrosis in the studied patients from both groups.

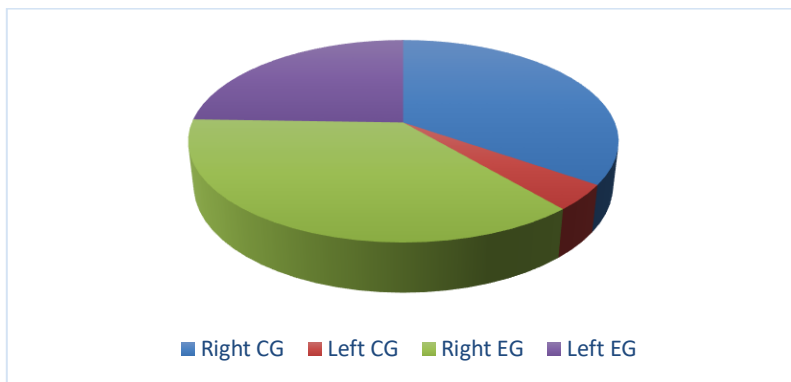


Fig. 3. Localization of diagnosed and treated gonarthrosis in patients from the control and experimental groups

Degeneration in the non-dominant knee joint was diagnosed and treated in 5 patients from the control group (CG), including 2 women and 3 men, and in the experimental group (EG), 12 patients, all of whom were women. Logically, due to the higher load on the dominant lower limb, the wear of the dominant right knee joint prevails, diagnosed and treated in 19 patients from the CG (17 women and 2 men) and in 22 patients from the EG (18 women and 4 men).

Research methods

To achieve the research goals and objectives, the following scientific methods were used:

1. Analysis of literature sources (deductive method)
2. Expert assessment
3. Testing
4. Experiments (preliminary, diagnostic, and formative)
5. Methods of mathematical statistics (variation and alternative method using GraphPad Prism 3.0).

To evaluate the functional condition of the knee joint and monitor the effect of the experimental kinesitherapy method in both the control and experimental groups, the following **functional-diagnostic methods and test batteries** were used:

1. **Circumferential measurement (Centimetry)** – to measure changes in lower limb circumference in centimeters (*Karaneshev et al., 1991*).
2. **Goniometry** – a method for measuring the range of motion in the knee joint, with results recorded using the standard SFTR method (*Karaneshev et al., 1991*).

3. **Pain assessment:** quantitative measurement of pain using a visual-analog scale (VAS – from 0 to 10) (Georgieva, 2016).
4. **Manual muscle testing of major muscle groups around the knee complex** (Bankov et al., 1991).
5. **Functional knee assessment (Knee Society Knee Score)** (Grueva et al., 2012).
6. **Indentation test** for detecting the presence of knee joint swelling (Grueva et al., 2012).
7. **Test for measuring the patellofemoral angle (Q-angle)** of the knee joint (Grueva et al., 2012).
8. **Flexion contracture test of the knee** (Grueva et al., 2012).
9. **Eccentric step test** (Popov, 2012).
10. **Expert gait assessment with and without shoes** (Inam et al., 2020):
 - **Step length test** – with the left and right leading leg
 - **Step width test**

EXPERIMENTAL KINESITHERAPY METHODOLOGY FOR CONSERVATIVE TREATMENT OF GONARTHROSIS

Objective and tasks of kinesitherapy

The main goal of kinesitherapy is the maximum possible functional recovery and slowing down the progression of arthritic changes in the knee joint.

Goals of Kinesitherapy:

1. Reduction of knee swelling and pain.
2. Improvement of the range of motion in the knee joint.
3. Addressing muscle imbalance.
4. Prevention and/or treatment of flexion contracture in the knee.
5. Enhancement of proprioception (poor muscle control).
6. Improvement of gait.

Kinesitherapy techniques applied in the control and experimental groups

- General developmental and breathing exercises.
- Cryotherapy.
- Suspension exercises for the knee joint.
- Post-isometric relaxation (PIR) for shortened muscles: *m. iliopsoas*, hamstrings, and *m. rectus femoris*.
- Stretching for *m. iliopsoas*, *m. rectus femoris*, and hamstrings.

- Resistance exercises.
- Proprioception improvement exercises.
- Exercises with a Swiss ball.
- Use of devices (stationary bike and accessories).
- Walking training.

Home exercises (designed as a supplement to the 10-day treatment and for continuing therapy after its completion).

The exercise complex for the control group includes:

Preparatory part

- General developmental and breathing exercises (5 min)
- Cryotherapy (4-5 min)

Main part

- SP supine - active exercises for the ankle joints: plantar and dorsal flexion, circular movements (10-15 times).
- SP supine - active flexion and extension of the knee joints alternately (10 times).
- SP supine - actively raising the extended lower limb alternately (8-10 times for each side).
- SP supine - isometric contractions of m. quadriceps femoris, isometry – 4-5 sec. (10-12 times for each side).
- SP lateral lying - exercise performed in suspension, extending the knee joint with a 1kg weight (8-10 times).
- SP supine – place a 1kg sandbag on the knee joint. The patient extends the knee joint, holding at the end of the movement for 4-5 sec, then returns to the starting position (8-10 times).
- SP lying - the patient positions the ankle joint at 90° dorsal flexion and rises on the toes while extending the knee joint. Holds for 5-6 sec in this position, then slowly returns to the starting position (10-12 times).
- SP lying - the patient extends the knee joint with resistance from an elastic band and slowly returns to the starting position, with the band assisting in flexion (8-10 times).
- SP supine - the patient extends the knee joint while applying pressure on the ball and holding (isometry) for 6-7 sec. Then flexes the knee along with the ball in the maximum active range of motion (8-10 times).
- SP supine – post-isometric relaxation (PIR) is applied. Techniques for: m. iliopsoas, hamstrings, and m. rectus femoris (duration 5 min). No acute pain is caused.

- SP sitting – initially, the patient steps forward, meeting the support with the heel, and manages to move forward with the chair using the toes (5-10 steps, depending on the room size). Then, they move back in the same way (5-6 times).
- SP standing - the patient stabilizes the ball against the wall and extends the knee joint. Holds for 6 sec (8-10 times).
- SP standing - the patient stretches the upper limbs by flexing the shoulder joints up to 90°. Raises one leg and holds for 2-3 sec. The exercise is performed alternately with both legs (10-12 times).
- SP standing - walking on a gymnastics mat (3-5 min).
- SP standing next to the Swedish wall - the patient performs squats up to a maximum of 90-100° (8-10 times).
- SP sitting – cycling workout (5-7 min).
- SP standing - walking on a treadmill. It starts with short steps, then transitions to slow, longer ones. After 1-2 min, the incline of the treadmill increases by 2-5% (depending on the patient's individual abilities) (5-8 min).

Concluding part

- Relaxation and breathing exercises (5 min).

The total duration of the exercise complex is 50-60 min. It is performed once a day for 10 days.

Author's methodology of kinesiotherapy for the experimental group of patients with gonarthrosis includes:

The same exercise complex as for the control group, but with the addition of the following specialized kinesiotherapy techniques:

- Kinesio taping technique, applied every 3 days (a total of 4 times).
- Ergon therapy is applied every 3-4 days (a total of 4 times).
- Joint mobilization techniques for the knee joint, daily (a total of 10 days).

Joint mobilization techniques for the knee joint - Start with medio-lateral gliding of the patella (2-3 min), followed by caudal and cranial gliding of the patella (3-4 min). Distraction of the patellofemoral joint and distraction of the tibiofemoral joint (3-4 min).

Ergon therapy - Techniques: *rub, wave, snake, razor, excav*. The method provokes increased sensitivity and controlled inflammation in the treated area for 24-48 hours.

- The “**rub**” technique is performed with a single grip. The pace is medium. Pressure strength – light. Angle of application – 30°. Direction – bidirectional. When flexing at 80°-90°, we treat around the patella. We start and finish the procedure with "rub". After treating m. quadriceps femoris, we prepare the hamstring muscles with this technique (from a supine position). We do not work in the popliteal fossa area.
- The “**wave**” technique is performed with a double grip. The pace is slow. Pressure strength – stronger compared to the first technique but adapted to the patient’s pain tolerance. Direction – from the proximal part of the swelling site to the distal part for m. quadriceps femoris, and cranio-caudal for the hamstring muscles. Angle of application under 40°.
- The "**snake**" technique is performed with semicircular movements. The pace is slow. Pressure strength – light, directed from the proximal part of the swelling to the distal part for m. quadriceps femoris. Angle of application under 40°.
- The "**razor**" technique is performed with a slow to moderate pace. Pressure strength – light, directed from the proximal part of the swelling to the distal part for m. quadriceps femoris. Angle of application under 40°.
- The "**excav**" technique is performed with a slow pace. Pressure strength – light, directed from the proximal part of the swelling to the distal part for m. quadriceps femoris. Angle of application under 40°.

For the hamstring muscles, the techniques are the same, and the methodological instructions are identical, but the direction is cranio-caudal. The popliteal fossa area is not treated.

Kinesio Taping Technique - In the first 3-4 days, an anti-swelling, pain-suppressor application is applied. We use the "Fan" application with 10-15% tension. The base and anchor have 0% tension. In the remaining 6-7 days, kinesio taping is applied to inhibit m. quadriceps femoris. We use a "Y" application with 35-50% tension. The tape is applied from the proximal to the distal part along m. rectus femoris for 2/3 of the thigh, and the length should reach below the patellar tendon. The base is placed with the knee extended, and then with 90° flexion in the knee joint (sitting with hanging limbs), the rest of the tape is applied. In case of mechanical damage, it can be replaced with a new tape. It should not stay on for more than 3 days.

RESULTS, ANALYSIS, AND DISCUSSION OF THE EFFECTIVENESS OF THE EXPERIMENTAL TREATMENT

Results and Analysis from the Anamnesis Data

In analyzing the accompanying diseases (Fig. 4) in the **control group**, arterial hypertension of the 2nd degree is predominant at 53.13%, while 18.75% report no accompanying diseases. Another 12.5% have type 2 diabetes; 6.25% have rheumatoid arthritis, Hashimoto's thyroiditis, generalized anxiety disorder, and chronic gastritis.

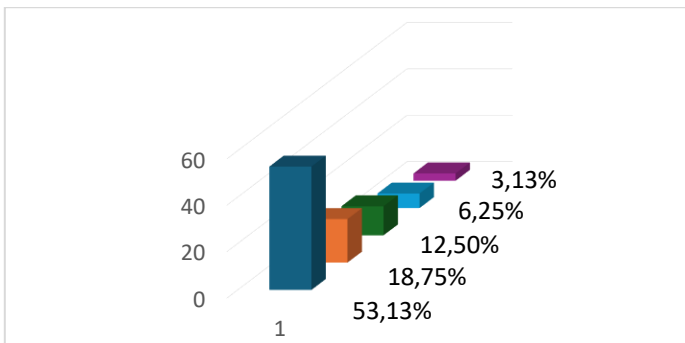


Fig. 4. Comorbidities of Participants in the CG

In the control group, 3.13% of diagnosed patients have glaucoma and Crohn's disease. Upon analyzing the comorbidities of **the experimental group** participants (Fig. 5), arterial hypertension of the 2nd degree is again predominant at 41.18%.

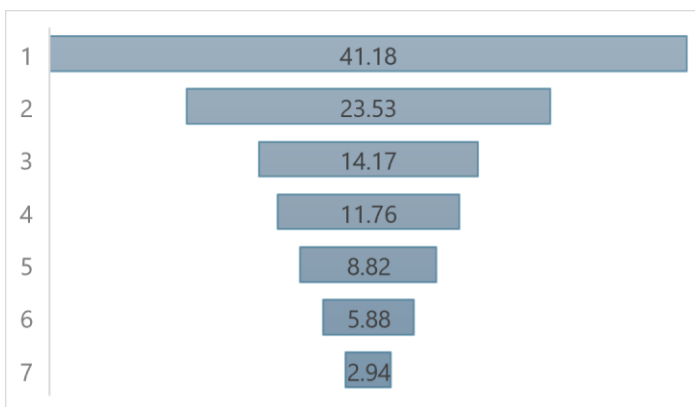


Fig. 5. Comorbidities of Participants in the EG

In the EG, 23.53% report no comorbidities, 14.71% have type 2 diabetes, 11.76% suffer from chronic obstructive pulmonary disease (COPD), 8.82% are diagnosed with ischemic heart disease, 5.88% with Hashimoto's thyroiditis, and 2.94% of patients in the control group have rheumatoid arthritis.

From the anamnesis data, we also calculated the body mass index (BMI) using the formula: $BMI = [\text{Weight in kg} / \text{Height in m}^2]$ for both groups. Patients are classified according to BMI as per WHO criteria: underweight ($<18.5 \text{ kg/m}^2$), normal weight ($18.5\text{--}24.9 \text{ kg/m}^2$), overweight ($25.0\text{--}29.9 \text{ kg/m}^2$), and obesity ($>30 \text{ kg/m}^2$) (You et al., 2022). The data indicate a high percentage of obesity in both groups (Fig. 6), with the average BMI in the control group being 28.68 ± 4.81 , and in the experimental group: 29.00 ± 5.35 .

In CG, 75% of participants have a BMI > 25.0 , and only 25% have a BMI < 25.0 , while in EG, 73.5% have a BMI > 25.0 and only 26.47% have a BMI < 25.0 .

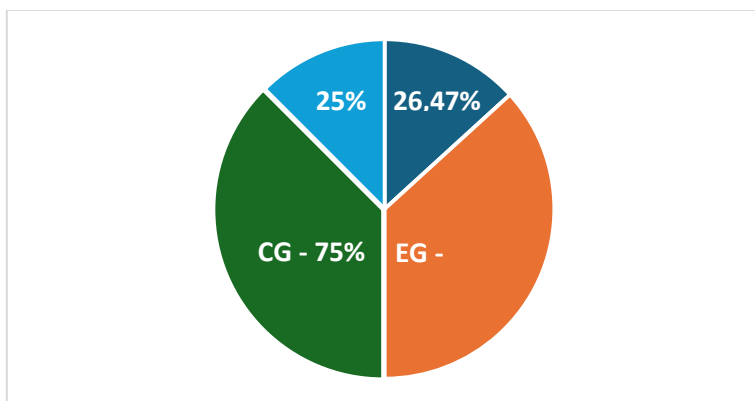


Fig. 6. Body Mass Index in Both Groups (%)

From the anamnesis data, the localization of knee osteoarthritis was also determined (Fig. 7). In the control group, 46.88% of patients were diagnosed with right-sided gonarthrosis, 37.5% with left-sided, and 15.63% with bilateral. In the experimental group, 58.82% were diagnosed with left-sided gonarthrosis, 29.41% with right-sided, and 11.76% with bilateral.

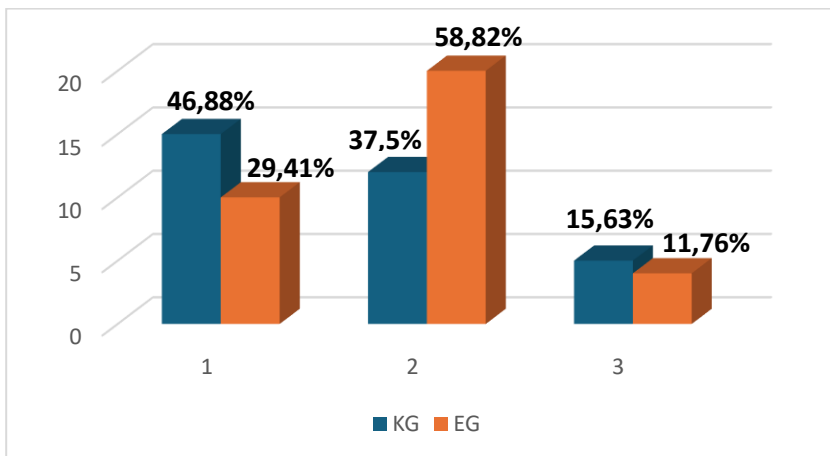


Fig. 7. Localization of Gonarthrosis

When analyzing the results from measurements of the affected and healthy leg in cases of bilateral gonarthrosis, the "healthy" leg is considered to be the one with less or no symptoms.

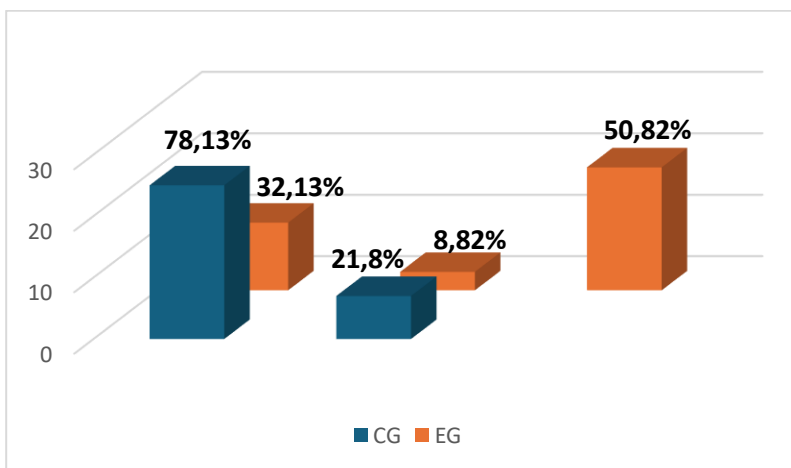


Fig. 8. Use of Non-Steroidal Anti-Inflammatory Drugs (NSAIDs) (%)

In terms of NSAID intake, which influences the objectivity of the results for patients in both groups, an analysis was conducted (Fig. 8). In the control group, 78.13% of participants reported not taking NSAIDs, while 21.8% reported having taken them once or twice upon medical recommendation due to side effects (the

most concerning being a sharp increase in arterial blood pressure, given the high percentage of hypertension diagnoses at 53.13%).

In the experimental group, 50.82% reported not taking NSAIDs, 32.13% took homeopathic products and refused other medications, and only 8.82% took NSAIDs for about a week but stopped before starting kinesiotherapy.

Both control and experimental group patients meet the inclusion criteria for the study.

Results and Analysis of Functional Tests: Centimetry, Goniometry, and MMT

Results and analysis from centimetry – distal below the patella (through the jointLine) for changes in knee joint swelling

The statistical processing and analysis of the results show measurements on the first and tenth days in both the control and experimental groups, and (Table 1) presents the values for the affected leg.

The results show that the average centimetry value for the joint line of the healthy and affected legs on the first day of the study in **the control group** is 49.35 ± 7.16 cm. After the traditional kinesiotherapy, by the tenth day, the measurement decreased by 0.58 cm or 1.17%.

In the experimental group, the average value of the indicator was 62.15 ± 9.24 cm, and after the experimental kinesiotherapy, by the tenth day, the value decreased by 1.17 cm in absolute terms, or 1.88% in relative terms.

Table 1. Changes in Knee Swelling - Centimetry Distal to the Patella on the Affected Knee

Characteristics	Control Group				Experimental Group				P	
	On the I-st day	On the X-th day	D	D%	On the I-st day	On the X-th day	D	D%	CG-EG I-st day	CG-EG X-th day
\bar{X}	49,35	48,77	0,58	1,17	62,15	60,98	1,17	1,88	0,057	0,012
S	7,168	7,054			9,246	9,097				
m_x	1,267	1,247			1,586	1,560				

$V\%$	14,53	14,47			14,88	14,92				
A	0,2254	0,1978			1,2257	0,1658				
E	-0,2660	-1,2796			-0,7308	-0,7462				

The standard deviation in the control group is $SD = 7.16$ cm, indicating significant case dispersion around the mean.

A similar situation is observed in the experimental group, with an $SD = 9.24$ cm. By the tenth day, the changes in both groups are insignificant.

The coefficient of variation ($V\%$) is relatively low, with 14.53% in the control group at the first measurement. This value shows a slight decrease by the end of the procedures, indicating the approximate homogeneity of the sample regarding the analyzed characteristic.

In the EG, $V\%$ also shows relative stability, from 14.88% on the first day to 14.92% on the tenth day, indicating a relatively uniform reduction in edema due to the applied kinesiotherapy.

Statistical data demonstrate that both groups experienced a decrease in knee edema after 10 days of kinesiotherapy. However, the reduction in the experimental group is more significant, at 1.88%, compared to 1.17% in the control group.

The p-value (P), which determines the statistical significance of the difference in mean values between the control and experimental groups on the first day ($p=0.057$), with significance set at $\alpha=0.05$, indicates no significant difference, meaning the groups are relatively equal for the analyzed characteristic on the first day before kinesiotherapy.

After ten days of kinesiotherapy, the difference in mean values between the control and experimental groups is statistically significant ($p=0.012$), proving that the better results in the experimental group are statistically significant. Therefore, the experimental kinesiotherapy is more effective than the traditional kinesiotherapy applied in the control group.

Table 2. Changes in swelling distal to the patella (difference between affected and healthy knee)

Characteristics	Control Group		Experimental Group	
	On the I-st day	On the X-th day	On the I-st day	On the X-th day

D	3,46	2,88	3,12	1,95
D%	7,53	6,28	5,28	3,30

For an additional assessment of the degree of patient recovery, we compared the results for the injured and healthy legs (Table 2). In individuals with bilateral gonarthrosis, the "healthy" knee joint is the less affected one (with fewer or no symptoms).

The results show a reduction in the differences in joint gap circumference between the healthy and injured legs as a result of kinesitherapy in both groups. However, in the experimental group, the positive change is more significant, with the difference decreasing from 3.12 cm to 1.95 cm.

In the experimental group (EG), on the first day, the average difference between the healthy and injured knee joint was 5.28%, and by the tenth day, it reduced to 3.30%, indicating that the condition of the injured knee joint after kinesitherapy in this group became closer to that of the healthy joint. These results are indicators of more significant recovery in the experimental group compared to the control group (CG).

In **the control group**, the average value was 49.55 ± 6.13 cm, and as a result of traditional kinesitherapy, it increased by 0.24 cm or 0.48% by the tenth day, showing a reduction in the hypotrophy of the *m. vastus medialis* in the studied area.

In **the experimental group**, the average circumference was 58.82 ± 9.58 cm, and after applying the experimental kinesitherapy method, it increased by 0.76 cm or 1.29% by the tenth day.

Thus, the expected process of reducing the edema in the studied area of the knee joint was not observed; instead, there was a slight increase in circumference, indicating the overcoming of the hypotrophy of the m. vastus medialis.

According to data from *Kocona et al. (1999)*, in patients with early-stage gonarthrosis, pain and swelling can be overcome within three weeks, but muscle hypotrophy cannot.

In a study by *Otsetov et al. (2014)* on the effect of a specialized kinesitherapy method on patients with primary gonarthrosis, it was found that although improvements were noted, the swelling was not completely resolved, due to the chronic degenerative processes caused by the disease.

Felson et al. (2003) examined edematous lesions in the subarticular bone of patients with knee osteoarthritis and their relationship with radiographic progression and mechanical misalignment of the limbs. Using MRI and

radiography, disease progression was assessed by joint gap narrowing at 15 and 30 months.

The results showed that edematous lesions in the bone marrow were associated with the progression of gonarthrosis.

Sadiq et al. (2023) monitored the effectiveness of exercises combined with cryotherapy in patients with gonarthrosis to reduce knee joint swelling. A total of 49 patients were studied, divided into three groups: an experimental group (18 patients who received cryotherapy and exercises) and two control groups (16 and 15 patients who performed only exercises).

The results showed that the experimental group achieved significant improvement in daily activity, including a reduction in pain, stiffness, and an increase in physical function compared to the control groups. Cryotherapy was an effective additional therapy for improving knee joint function in patients with gonarthrosis. Despite the observed improvements, the swelling persisted, due to the progressive chronic degenerative processes related to the disease's pathophysiology.

In this regard, cryotherapy and heat therapy are important methods in physiotherapy for patients with osteoarthritis of the knee joint. Cryotherapy reduces inflammation, pain, and swelling by constricting blood vessels and blocking nerve impulses. Techniques include ice compresses and ice massage.

Heat therapy helps relax muscles and increase blood circulation, reducing pain and stiffness, but it may worsen inflammation. Techniques for heat therapy include hot compresses and diathermy. Both therapies can easily be applied independently at home and combined with other rehabilitation interventions through an individualized approach (*Brosseau et al., 2003*).

Patients diagnosed with gonarthrosis experience muscle hypotrophy, impaired proprioception, swelling, pain, and gait disturbance. Overcoming muscle hypotrophy, reducing swelling and pain, and improving proprioception and postural stability are interconnected, and changes in these factors must be considered in the prevention and rehabilitation of patients with this condition. Understanding these interrelationships is essential for developing effective therapeutic programs (*Zeng et al., 2002*).

Results and analysis from goniometry of the knee joint

Changes in passive flexion of the injured leg in patients with gonarthrosis (in degrees)

Data from the goniometry of the knee joint on the first and tenth days in both the control and experimental groups were statistically analyzed. Table 3 presents the values for passive flexion of the injured leg in patients.

Table 3: Changes in passive flexion of the injured leg (in degrees)

Characteristics	Control Group N=32				Experimental Group N=34				P	
	On the 1-st day	On the X-th day	D	D%	On the 1-st day	On the X-th day	D	D%	P1 CG-EG 1-st day	P2 CG-EG X-th day
\bar{X}	97,19	98,09	0,9	0,92	105,2	107,1	1,9	1,80	0,118	0,043
S	10,85	11,30			12,49	12,46				
m_x	1,917	1,998			2,143	2,137				
V%	11,16	11,52			11,87	11,63				
A	0,3391	0,1595			1,8370	0,7743				
E	-1,6515	-0,9896			-0,3368	-0,5604				

From the table, it is evident that the average value of passive flexion of the injured knee joint, measured in degrees, on the first day in **the control group** was $97.19 \pm 10.85^\circ$, and as a result of traditional kinesitherapy, it increased by 0.9° or 0.92% by the tenth day.

In **the experimental group**, the average value was $105.2 \pm 12.49^\circ$, and after the application of the experimental kinesitherapy method, it increased by 1.9° or 1.83% by the tenth day.

Thus, the results show an increase in the range of passive flexion of the injured knee joint in both groups. However, in the experimental group, the change in the difference between the healthy and injured legs was more significant, with a decrease from 13.4° to 11.29° .

Table 4: Changes in passive flexion of the injured knee (difference in degrees between healthy and injured leg)

<i>Characteristics</i>	<i>Control Group</i>		<i>Experimental Group</i>	
	On the I-st day	On the X-th day	On the I-st day	On the X-th day
<i>D</i>	11,21	10,30	13,4	11,29
<i>D%</i>	10,34	9,50	11,5	9,70

The average value of the passive flexion indicator for the injured knee joint was 11.5% lower than that of the healthy leg in the experimental group on the first day and 9.70% lower by the tenth day (Table 4).

The data indicate that the condition of the passive flexion in the injured joint in the experimental group improved to a degree closer to that of the healthy joint, with the improvement being more significant compared to the control group, demonstrating higher efficiency of the experimental method in restoring passive flexion in the knee joint of the patients.

In terms of the scientific validity of the findings, the P-values on the first day of the passive flexion indicator exceeded 0.05, indicating that the patients in both the control and experimental groups were in relatively similar condition regarding passive flexion of the injured knee before kinesitherapy ($p=0.118$).

After kinesitherapy, by the tenth day, $p=0.43$, which suggests that the differences in the average values of passive flexion of the injured knee between the two groups were statistically significant. The better results in the experimental group reflect the higher efficiency of the experimental model compared to the traditional method applied in the control group.

Changes in active flexion of the injured leg in patients with gonarthrosis (in degrees)

The results of the statistical analysis of the data for active flexion of the knee joint in the patients on the first and tenth days of the study in both the control and experimental groups are presented in Table 5 below.

Table 5: Changes in active flexion of the injured knee joint in patients (in degrees)

Characteristics	Control Group				Experimental Group				P	
	On the I-st day	On the X-th day	D	D%	On the I-st day	On the X-th day	D	D%	P1 CG-EG day I	P2 CG-EG day X
\bar{X}	96,46	97,10	0,64	0,66	98,91	100,4	1,49	1,51	0,194	0,047
S	10,62	10,88			11,89	11,49				
m_x	1,877	1,923			2,039	1,970				
V%	11,00	11,20			12,02	11,45				
A	0,3970	0,2881			1,200	1,022				
E	-1,471	-0,735			0,5755	0,1023				

The table 5 shows that the mean value of active flexion of the injured knee (Knee Joint, KJ), measured in degrees, on the first day for patients in **the control group** is 96.460 ± 10.620 , and after ten days of traditional kinesitherapy, it increases by 0.64° or 0.66% .

In **the experimental group**, the mean value of active flexion is $98.91 \pm 11.89^\circ$, and due to the applied experimental kinesitherapy, it increases by 1.49° or 1.51% after ten days.

Regarding the differences in active flexion between the injured and healthy knee (Table 6), both groups show an increase in the range of motion of the joint. The mean active flexion of the injured knee is 13.54% lower than that of the healthy leg in the experimental group on the first day, and by the tenth day, it is 12.23% lower.

Table 6: Differences in active flexion between healthy and injured knees

Characteristics	Control Group		Experimental Group	
	On the I-st day	On the X-th day	On the I-st day	On the X-th day
<i>D</i>	8,24	7,6	15,49	14,00
<i>D%</i>	7,87	5,40	13,54	12,23

The values of R show that the difference in mean values between the experimental and control groups on the first day is statistically insignificant ($p>0.05$), i.e., the state of active flexion of the knee in both groups is relatively the same ($p=0.194$).

However, after ten days of kinesitherapy, the difference becomes significant ($p<0.05$), indicating that the better results in active flexion of the injured knee in the experimental group demonstrate higher effectiveness of the experimental kinesitherapy model compared to the traditional method used in the control group ($p=0.047$).

Changes in Active Extension of the Injured Leg in Patients with Gonarthrosis (in degrees)

The tracking of changes in the active extension of the injured leg in patients with gonarthrosis after the application of two kinesitherapy models examines the flexion contracture of the knee joint in the patients.

To simplify the information, statistical processing and analysis are conducted on the differences in the active flexion of the knee joint between the healthy and injured leg on the first and tenth day in the control and experimental groups.

The results are presented in Table 7, from which it can be seen that the average difference in active extension of the knee joint on the first day in **the control group** is $5.28\pm 3.78^\circ$, and after applying traditional kinesitherapy, it increases by 0.68° or by 13.18%.

Table 7: Changes in the differences in active extension of healthy and injured legs (in degrees)

Characteristics	Control Group				Experimental Group				P	
	On the 1-st day	On the X-th day	D	D%	On the 1-st day	On the X-th day	D	D%	P1 CG-EG day I	P2 CG-EG day X
\bar{X}	5,219	4,531	0,68	13,18	8,06	4,29	3,77	46,77	0,108	0,007
S	3,782	3,005			4,55	3,294				
m_x	0,6686	0,5313			0,7805	0,5649				
V%	72,47	66,32			56,47	76,76				
A	0,6968	1,4006			0,2456	0,4791				
E	0,1544	-0,310			1,0541	-1,767				

In the experimental group, the average difference in active extension between the healthy and injured legs is $8.06 \pm 4.29^\circ$, and after applying the experimental kinesitherapy method, by the tenth day, it increases in absolute values by 3.77° , and in relative values by 46.77%.

From the table, a high coefficient of variation (V%) in the results is evident in both groups, indicating large individual differences among the patients regarding the measured parameter.

The average standard deviation (SD) tends to decrease from the first to the tenth day in both groups. The representative error m_x of the indicator is low, which suggests a small confidence interval (Δ) for the average value of active extension of the knee joint for the general population of patients with gonarthrosis ($\Delta = \bar{x} + m_x$).

The R-values show that the difference in the average values of the indicator between the control and experimental groups on the first day is statistically insignificant ($p=0.108$), while after ten days of applying the two kinesitherapy models, the difference is significant ($p=0.007$), with the better results in the experimental group confirming the higher effectiveness of the

experimental kinesitherapy model compared to the traditional one used in the control group.

Table 8: Differences in active extension of healthy and injured knees (in degrees)

<i>Characteristics</i>	<i>Control Group</i>		<i>Experimental Group</i>	
	On the I-st day	On the X-th day	On the I-st day	On the X-th day
<i>D</i>	5,22	4,53	7,97	4,20
<i>D%</i>	0	0	9,05	4,77

The established differences in active extension of the injured and healthy knees in both groups (Table 8) show a reduction in the range of active extension of the knee joint. In the experimental group, there is a more significant difference of 7.97°, decreasing to 4.20° by the end of the study. The average value for the injured knee joint is 9.05% lower than the average value for the healthy leg in the experimental group on the first day and 4.77% lower on the tenth day, indicating that the condition of the injured joint gradually approaches that of the healthy joint.

Changes in Passive Extension of the Injured Leg in Patients with Gonarthrosis (differences between healthy and injured leg - in degrees)

To monitor the flexion contracture in patients with gonarthrosis, the results from the measurements of the differences in passive extension of the knee joint between the injured and healthy legs on the first and tenth days in the control and experimental groups were subjected to statistical processing and analysis. The results are presented in Table 11.

Table 9 shows that the average difference in passive extension between the healthy and injured knee joint on the first day of the study in the control group is $3.156 \pm 3.063^\circ$. As a result of the applied traditional kinesitherapy, by the tenth day, the difference decreases by 0.093° or by 2.95%.

In the **experimental group**, the average difference in passive extension between the healthy and injured knee (on day 1, before kinesitherapy) is $5.29 \pm 1.97^\circ$, and after ten days of experimental kinesitherapy, the difference decreases to 1.970° , which represents an improvement of 62.78%.

However, a high coefficient of variation ($V\%$) is observed in both groups, indicating significant individual differences among the participants regarding the initial state of the indicator.

There is also a tendency for increased variability in passive extension of the knee joint, especially in the experimental group, indicating an individualized recovery rate.

For hypothesis testing and determining the p-values, due to skewness and kurtosis beyond the normal distribution range of -1,1, we applied the Mann-Whitney non-parametric test for independent samples.

The p-values indicate that the difference in mean values between the control and experimental groups on the first day is statistically insignificant ($p=0.115$), meaning that the passive extension of the injured knee joint is in relatively similar condition in both groups.

Table 9. Changes in passive extension of the injured knee joint (differences between healthy and injured leg in degrees).

Characteristics	Control Group				Experimental Group				P	
	On the I-st day	On the X-th day	D	D%	On the I-st day	On the X-th day	D	D%	P1 CG- EG day I	P2 CG- EG day X
\bar{X}	3,156	3.063	0,093	2,946	5,294	1,971	3, 32 3	62,7 8	0,115	0,037
S	2,142	2,047			3,695	2,181				
m_x	0,378	0.3618			0,6337	0,3740				
$V_{\%}$	67,86	66,84			69,80	110,7				
A	-0,0272	-0,0897			0,5893	1,250				
E	-1,046	-1,091			-0,063	1,757				

After 10 days of kinesitherapy, however, the difference in the results is significant ($p=0.037$), suggesting that the more substantial changes in passive extension in the patients from the experimental group (EG) are due to the approaches, tools, and methods of the experimental kinesitherapy, which is more effective compared to the traditional therapy applied to the patients in the control group (CG).

Table 10. Changes in the differences in passive extension of the injured-healthy knee (in degrees)

<i>Characteristics</i>	<i>Control Group</i>		<i>Experimental Group</i>	
	On the I-st day	On the X-th day	On the I-st day	On the X-th day
<i>D</i>	3,16	3,063	4,99	1,67
<i>D%</i>	0,93	0, 89	1,70	1,3

The data (Table 10) further shows that the condition of the injured joint in the experimental group (EG), based on the studied indicator, approaches the condition of the healthy joint in the patients.

However, the high coefficient of variation is an indicator of significant individual differences in the recovery of passive extension of the knee joint (KJ), which means that recovery in some patients from the EG is more intense, while in others, the improvement is weaker.

In connection with the limitation of the range of motion in flexion and extension of the knee joint in patients with gonarthrosis, Stavrakova et al. (2002) found that after cryotherapy (without the application of specialized exercises), passive range of motion (in flexion and extension) improves, and pain symptoms decrease due to the treatment of periarticular structures with a cold stimulus.

In a study by Sazdova et al. (2014), an increase in passive flexion is also noted, attributed to the improved mobility of the patella in a caudal direction and the gliding between the joint surfaces after the application of joint mobilization techniques on the knee joint.

For improving the active range of motion and reducing pain in the knee joint in gonarthrosis, exercises of shorter duration, performed without weights and with moderate resistance, are recommended (Tanaka et al., 2013).

In kinesiotherapy for patients diagnosed with gonarthrosis, an individualized approach is a key element of therapy (Otsov et al., 2014).

Additionally, data from a study by Nakazoe et al. (2022) on the kinematics of kneeling in men show significant differences in rotational kinematics between the flexion and extension phases, especially regarding the medial and lateral contact points.

These differences may relate to the range of motion in the knee joint, as increased anterior translation of the medial contact point and reduced lateral translation in the extension phase suggest changes in the load on the joint cartilage

and meniscus. This can affect the functional movement of the knee and limit the range of motion, especially in patients with gonarthrosis, who already have impaired mobility.

The differences in kinematics between the flexion and extension phases may also lead to asymmetrical loading, which can limit smooth movement and create additional functional limitations in activities such as kneeling.

Regarding passive and active extension of the knee joint, data from *Kojo et al. (2018)* indicate that knee flexion reduces pain stimulus by decreasing intra-articular pressure and relaxing the posterior capsule. This process leads to greater flexion contracture as the disease progresses. As a result, patients rarely manage to fully extend the knee, which is a factor in earlier degeneration of the joint cartilage.

Flexion contractures of the knee joint in gonarthrosis lead to significant limitations in both passive and active ranges of motion of the knee. They represent a serious challenge for clinicians during total knee arthroplasty. Successful surgical correction of these contractures, with a focus on establishing the posterior concavity of the knee, is crucial for restoring the full range of motion.

If full extension is not achieved during surgery, the remaining contracture will continue to limit the range of motion, which may worsen the patient's functionality. Therefore, achieving full extension in the operating room is important for restoring normal range of motion and obtaining good long-term outcomes after surgical treatment.

Results and analysis from manual muscle testing (MMT) of patients with gonarthrosis

The results of the manual muscle testing (MMT) of the studied patients with gonarthrosis in the control group (CG) are presented in (Table 11).

MMT of the *m. quadriceps femoris* of **the injured leg** on the first day shows that 59.38% of the examined individuals were assessed with a "4-" rating, and by the 10th day, their relative share decreases to 3.13%, while 50% of the individuals were rated "4." The number of patients rated "5" increases from 0 to 12.5%.

The results of MMT of the *m. quadriceps femoris* of patients in **the experimental group** (EG) on the first day show that 70.59% of the examined individuals were rated "4-," which decreases to 32.35% by the 10th day; 29.41% were rated "4," and this group increases to 55.88% by the 10th day. An increase is also observed in the percentage of patients rated "5," from 0 to 11.76%.

The data reflect the effectiveness of the applied kinesitherapy and the resulting recovery of the *m. quadriceps femoris* in both groups, with significant improvement.

Table 11. Results from MMT of *m. quadriceps femoris* in the control and experimental groups on the injured leg - before and after kinesitherapy (in %).

Groups	Assessment 3 +	Assessment 4 -	Assessment 4	Assessment 4 +	Assessment 5 -	Assessment 5
CG 1-st day	0%	59,38%	34,38%	0%	6,25%	0%
EG 1-st day	0%	70,59%	29,41%	0%	0%	0%
CG 10-th day	0%	3,13%	50%	25%	9,38%	12,5%
EG 10-th day	0%	32,35%	55,88%	0%	11,76	0%

The data for the studied indicator in the experimental group, however, shows a more significant reduction in individuals with a "4-" score compared to the control group.

In **the experimental group**, MMT of *m. quadriceps femoris* on the healthy leg—before and after kinesitherapy—shows that 50% of the individuals were rated "4+", 23.53% rated "5", 20.59% rated "5-", and 5.88% were rated "4".

Therefore, an improvement in muscle strength of *m. quadriceps femoris* on the injured leg is observed in the studied contingent of individuals after 10 days of treatment, with the applied kinesitherapy methodology in the EG contributing to more positive changes in this indicator.

The results of MMT of *m. vastus medialis* in **the control group** shown in (Table 12) on the first day—before kinesitherapy—show that 71.88% of the individuals were rated "4-", and by the 10th day, their relative share decreased to 62.50%, with 23.53% rated as "4". Patients rated "5" increased from 0 to 9.38%. The MMT results of *m. vastus medialis* in the control group on the healthy leg—

before and after kinesitherapy—show the following: 43.75% of the individuals were rated "5-", 15.63% rated "5", 21.88% rated "4+", and 18.75% rated "4".

Table 12. Results from MMT of *m. vastus medialis* in CG and EG on the injured leg—before and after kinesitherapy in (%)

Groups	Assessment 3+	Assessment 4 -	Assessment 4	Assessment 4 +	Assessment 5 -	Assessment 5
CG 1-st day	12,50%	71,88%	15,63%	0%	0%	0%
EG 1-st day	2,94%	88,24%	8,82%	0%	0%	0%
CG 10-th day	2,94%	12,50%	62,50%	0%	9,38%	0%
EG 10-th day	0%	23,53%	64,71%	11,76%	0%	0%

The results in **the experimental group** from MMT of *m. vastus medialis* on the first day show that 88.24% of individuals were rated "4-", which decreased to 23.53% by the 10th day; 8.82% were rated "4" and increased to 64.71% by the 10th day. No increase in the percentage of patients rated "5" was observed (remained at 0%).

The MMT results of *m. vastus medialis* in the experimental group on the healthy leg—before and after kinesitherapy—show the following: 23.53% of individuals were rated "5", 20.59% rated "5-", 32.35% rated "4", and 23.53% rated "4+".

These data indicate a positive effect of kinesitherapy on the recovery of *m. vastus medialis* in both groups, with a significant improvement in the indicator. The results in the EG, however, show a more substantial reduction in the percentage of patients rated "4-" compared to the CG.

The MMT results of *m. vastus lateralis* presented in (Table 13) on the first day in **the control group** (shown in Table 18) show that 53.13% of the examined individuals were rated "4-". However, by the 10th day, their relative share decreased to 12.50%, with 53.13% rated as "4". Patients rated "5-" also increased from 0% to 12.50% by the 10th day. The MMT results of *m. vastus lateralis* in the control group on the healthy leg—before and after kinesitherapy—show the following: 40.63% of individuals were rated "4", 37.50% rated "5-", 9.38% rated "4+", and 12.50% rated "5".

The MMT results of *m. vastus lateralis* on the first day in **the experimental group** show the following: 64.71% of individuals were rated "4-", which decreased to 8.82% by the 10th day; 29.41% were rated "4", increasing to 58.82% by the 10th day. The percentage of patients rated "5-" also increased from 0% to 17.65% by the 10th day.

The MMT results of *m. vastus lateralis* in the EG on the healthy leg—before and after kinesitherapy—show the following: 32.35% of individuals were rated "5-", 23.53% rated "5", 55.88% rated "4", and 2.94% rated "4-".

These data indicate a positive effect on the recovery of *m. vastus lateralis* in both groups. However, in the EG results, a more significant reduction in patients rated "4-" compared to the CG was observed, as well as an increase in individuals rated "5-" to 17.65% in the EG by the end of the study, compared to 12.5% in the CG.

Table 13. Results from MMT of m. vastus lateralis in CG and EG on the injured leg—before and after kinesitherapy in (%)

Groups	Assessment 3+	Assessment 4 -	Assessment 4	Assessment 4 +	Assessment 5 -	Assessment 5
CG 1-st day	3,13%	53,13%	43,75%	0%	0%	0%
EG 1-st day	0%	64,71%	29,41%	0%	0%	0%
CG 10-th day	0%	12,50%	53,13%	21,88%	12,50%	0%
EG 10-th day	0%	8,82%	58,82%	14,71%	17,65%	0%

The MMT results of *m. tensor fasciae latae* on **the injured leg** of patients from **the control group**, presented in Table 13, on the first day of the study, show that 59.38% of individuals were rated "4-", which decreased to 2.94% by the 10th day, with 74.47% of the contingent rated as "4". The "5" rating also increased from 0% to 11.76% by the 10th day.

The MMT results of *m. tensor fasciae latae* in the control group on **the healthy leg** - before and after kinesitherapy - show the following: 31.25% of individuals were rated "4+", 28.13% rated "5", 28.13% rated "5-", and 12.50% rated "4".

The MMT results of *m. tensor fasciae latae* in **the experimental group** on the first day show that 50% of the examined individuals were rated "4-", which decreased to 8.82% by the 10th day; 29.41% were rated "4", which increased to 58.82% by the 10th day. The percentage of patients rated "5-" also increased from 0% to 11.76% by the 10th day.

The MMT results of *m. tensor fasciae latae* in the EG on the healthy leg—before and after kinesitherapy—show the following: 32.35% of examined individuals were rated "5-", 23.53% rated "5", 29.41% rated "4", and 14.71% rated "4+".

These data indicate a positive effect of the applied kinesitherapy on the recovery of *m. tensor fasciae latae* in both groups. However, in the EG patients, a more significant reduction in the relative proportion of individuals rated "4-" was observed compared to the contingent in the CG.

Table 14. Results from MMT of m. tensor fasciae latae in CG and EG on the injured leg—before and after kinesitherapy in (%)

Groups	Assessment 3+	Assessment 4 -	Assessment 4	Assessment 4 +	Assessment 5 -	Assessment 5
CG 1-st day	0%	59,38%	40,63%	0%	0%	0%
EG 1-st day	0%	50%	41,18%	0%	5,88%	2,92%
CG 10-th day	0%	12,50%	40,63%	46,88%	9,38%	3,13%
EG 10-th day	0%	2,94%	76,47%	8,82%	11,76%	0%

The results in **the control group** shown in Table 15 of the MMT of the *hamstring muscle group* on the first day indicate that 84.38% of the examined subjects were rated "4-". By the 10th day, this percentage decreased to 13.13%, with 71.88% of the patients in the group being rated "4". The relative proportion of subjects rated "5" increased from 0% to 6.25% by the 10th day.

For the MMT results of *the hamstring muscle group* in the control group of the healthy leg—before and after kinesitherapy—the following was observed: 37.50% of the examined subjects were rated "5-", 21.88% were rated "5", 15.63% were rated "4+", and 25% were rated "4".

In the experimental group, the MMT of the hamstring muscle group of the injured leg (Table 15) on the first day showed that 70.59% of the examined subjects were rated "4-", which decreased to 0% by the 10th day. Meanwhile, 6.25% were rated "4", increasing to 50% by the 10th day. Additionally, the percentage of patients rated "5-" increased from 0% to 14.71% by the 10th day.

Table 15. Results from MMT of hamstring muscles group in CG and EG on the injured leg—before and after kinesitherapy in (%)

Groups	Assessment					
	3+	4 -	4	4 +	5 -	5
CG N=32 1-st day	9,38%	84,38%	6,25%	0%	0%	0%
EG N=34 1-st day	0%	70,59%	11,76%	0%	0%	0%
CG 10-th day	0%	13,13%	71,88%	18,75%	0%	6,25%
EG 10-th day	0%	0%	50%	35,29%	14,71%	0%

Upon conducting manual muscle testing (MMT) on the hamstring muscle group of the healthy leg in the experimental group (EG), both before and after kinesitherapy, it was found that 55% of individuals scored "4", 20.56% scored "5", 11.76% scored "5-", and 11.76% scored "4+".

These data indicate the effectiveness of the applied kinesitherapy models in restoring the hamstring muscle group in both the control and experimental groups. However, in the experimental group, there was a more significant decrease in the relative proportion of patients scoring "4-" compared to the control group.

Despite the positive changes in MMT scoring, only four patients achieved a score of "5" for the quadriceps femoris, suggesting that exercises to improve and maintain muscle function should continue (Ocetov et al., 2014).

Strengthening the quadriceps to achieve an MMT score of "5" in patients with gonarthrosis remains controversial due to the misalignment of the lower limb axis. Strong quadriceps can increase the risk of osteoarthritis progression in patients with reduced knee stability. On the other hand, quadriceps strength does not correlate with eccentric resistance of the knee joint, regardless of varus positioning.

Despite these findings, studies have shown that stronger knee extensors in individuals over 50 can reduce symptoms of gonarthrosis, and a 12-week program to strengthen the musculature around the knee has led to a reduction in pain symptoms in patients with medial gonarthrosis (Fryzowicz et al., 2018).

Maintaining muscle function is crucial in the prevention of gonarthrosis, as muscles contribute to joint stability and shock absorption. Muscle hypotrophy and increased mechanical stress lead to early joint degeneration (*Becker et al., 2004*).

In a study conducted by Sadeghi et al. (2023), the effectiveness of muscle-strengthening exercises in patients with osteoarthritis of the knee joint was monitored. A total of 96 patients with mild to moderate gonarthrosis were studied, divided into four groups, and monitored over an 8-week period. The first three groups received exercises aimed at strengthening the quadriceps femoris, hamstring muscles, and others, while the fourth group served as a control and received no intervention. The best results, including reduced pain and stiffness, were observed in the combined strengthening of the quadriceps and hamstring muscles. The main limitation of the study is the short follow-up period, and longer-term studies are recommended to evaluate the long-term effect of the exercises.

According to a study by *Mitsakis et al. (1997)*, achieving muscle hypertrophy requires very intense loads, which are not applicable to patients with knee osteoarthritis.

According to Kasumovic et al. (2013), static isometric exercises significantly impact the strengthening of the quadriceps, especially the vastus medialis muscle. Dynamic movements prevent the disruption of circulation caused by prolonged static positions. The treatment also includes targeted exercises to stretch shortened muscles and strengthen weakened ones, thus providing both static and dynamic balance in the biomechanical functioning of the joint.

In addition to treatment, it is essential to educate patients to continue exercising at home. This will improve the quality of life and slow down the degeneration process.

Changes in Pain Intensity Measured by VAS

The study of pain intensity in patients diagnosed with gonarthrosis was conducted using the Visual Analog Scale (VAS). Pain intensity was measured twice: at the beginning of the study—before kinesitherapy (Day 1)—and at the end of the procedures (Day 10) in the control and experimental groups.

The advantage of this test is that it is quick and easy to perform, but it should be noted that the data reflect the patients' subjective sensations.

Table 16. Changes in Pain Intensity According to VAS

Characteristics	Control Group				Experimental Group				P	
	On the I-st day	On the X-th day	D	D %	On the I-st day	On the X-th day	D	D%	P1 CG- EG I- st day	P2 KΓ- EΓ X-th day
\bar{X}	6,500	6.188	0,312	4,8	5,324	3,088	2,236	41,99	0,058	0,046
S	1,136	1,203	-	-	1,430	1,545	-	-		
m_x	0,200	0,212	-	-	0,2452	0,2649	-	-		
V%	17,48	19,44	-	-	26,85	50,02	-	-		
A	4,222	0,028	-	-	0,0177	0,0011	-	-		
E	-1,385	-1,042	-	-	0,0002	0.4372	-	-		

The results presented in Table 16 show that in the control group, no significant differences were observed, but a slight reduction in pain by 4.8% was recorded.

When determining the normality of the case distributions, we found cases *A* and *E* outside the -1.1 range, leading us to apply the *Mann-Whitney* test for independent samples to check the hypotheses. We established the statistical significance of the changes in pain from Day 1 to Day 10 in both groups.

The values of P indicate that the established difference in the mean values of the indicator between the control group (CG) and the experimental group (EG) on the first day is statistically insignificant ($p=0.058$), from which it follows that the examined groups are relatively similar in terms of self-assessment of pain in the affected knee joint of the patients (Fig. 9).

However, after 10 days of kinesitherapy, the difference in the mean values of the indicator is statistically significant ($p=0.046$), from which it follows that the better results observed in the EG at the end of the study indicate a higher effectiveness of the applied kinesitherapy model ($p<0.05$).

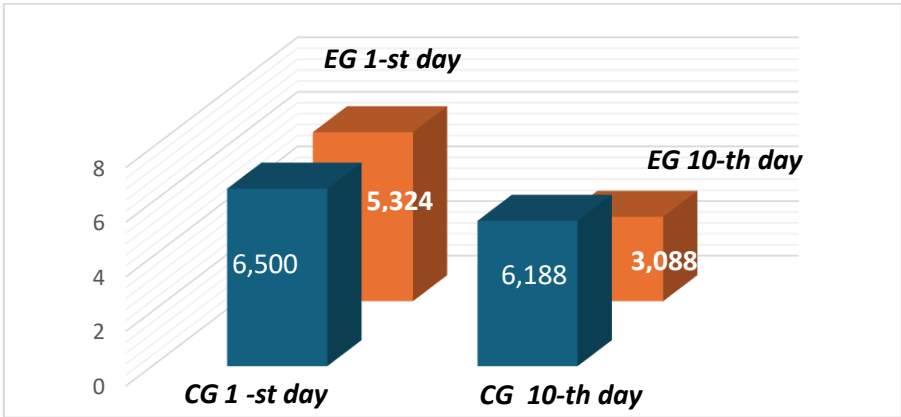


Fig. 9. Changes in pain based on VAS in the control group CG and EG

Studies related to pain symptoms in patients with gonarthrosis are of particular interest to researchers (Parkes, 2016).

According to data from Wang et al. (2018), the weak correlation between pain symptoms and structural changes in gonarthrosis is well documented. The relationship between radiological osteoarthritic pathology (ROA) and knee pain (KP) was studied among five different racial and ethnic populations. Participants included a total of 252 urban Chinese, 221 rural Chinese, 297 Japanese, 122 Koreans, 1,735 Caucasians, and 394 African American patients.

Conditional logistic regression was used, and the relationship between ROA and pain severity was analyzed.

The results showed that even mild ROA is significantly associated with frequent knee pain. Structural pathology is associated with knee pain across different ethnic populations.

In this context, a study by Altuwairqi et al. (2023) compared the results of the Kellgren-Lawrence (KL) grading scale from X-rays with a pain scale of “0-10.” The data showed a significant association between mild pain symptoms and severe radiological changes, as well as the reverse. A connection was also found between KL scores and difficulty in sitting (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index), where moderate difficulties correlated with severe radiological findings. This suggests that central and peripheral sensitization may play a role in the causes of pain.

According to the study by Parkes et al. (2020), the hypothesis suggests that effective treatment of pain symptoms may lead to increased physical activity, which, in turn, could worsen knee pain. This could make treatment seem less effective if evaluated solely based on pain reduction. Measurements of activity,

conducted with an accelerometer before and during treatment, showed insignificant changes. Therefore, these results do not provide sufficient evidence that physical activity was changed or that it influenced the pain assessment.

The relationship between pain and physical activity appears weak. Only static knee load (time spent standing or sitting) showed a weak correlation with pain, and only in one of the three models tested.

According to the studies of *Otsotov et al. (2014)*, *Yordanov et al. (2013)*, and *Stavrakova et al. (2002)*, pain symptoms in patients with gonarthrosis decrease but do not disappear completely due to the chronic nature of the disease.

Among patients diagnosed with gonarthrosis and overweight, diet and exercise mainly led to statistically significant differences in reducing pain, which is a subjective indicator. However, the pain did not disappear completely in the subjects, only decreasing due to chronic inflammatory changes and the short duration of the treatment course (*Messier et al., 2022*).

According to *Hinman et al. (2007)*, kinesiotaping is one of the few non-surgical interventions targeting osteoarthritis of the patellofemoral joint. Medial taping of the patella in patients with narrowing and osteophytes in the patellofemoral joint leads to a 25% reduction in pain. A subsequent randomized controlled study in 87 patients with knee OA confirmed the effectiveness of taping in reducing pain and disability.

Changes in the functional assessment of patients' knee condition (*Knee Society Knee Score*)

The study of changes in the functional assessment of patients' knee condition (*Knee Society Knee Score*) was conducted using a point scale twice: at the beginning of the study (day 1) and at the end of the procedures (day 10) in the control and experimental groups.

The results of the studies on the patients from **the control group** showed a noticeable reduction in pain symptoms, from 28.91 ± 8.204 points to 29.22 ± 12.06 on the 10th day of the study.

The coefficient of variation increased until the 10th day, from which it follows that the impact of therapy on the functional indicator of the knee in the control group patients was individualized and varied. At the same time, the range of motion increased from 18.79 ± 2.45 to 19.12 ± 2.58 .

Flexion contracture decreased from 3.53 ± 3.016 to 3.06 ± 2.57 by day 10. However, the high coefficient of variation indicates heterogeneity of the indicator in the group. The extensor deficit decreased from 6.72 ± 2.73 to 5.78 ± 2.57 by day 10, with the $V\%$ also being relatively high. Improvements were noted in gait, as well as in stair climbing and descending.

Therefore, the applied kinesitherapy methodology for patients in the CG shows improvements in the functional assessment of the knee joint.

From the study of the changes in the functional condition of the knee joint in patients from **the experimental group** following the applied experimental kinesitherapy, it was found that with an increase in points from 26.76 ± 10.51 on day 1 to 31.18 ± 8.622 on day 10, pain symptoms decreased.

The coefficient of variation of the indicator showed a trend towards an increase from day 1 to day 10, indicating that the experimental kinesitherapy had a positive but individualized effect on the patients, with some showing greater improvement in knee function than others, a process also observed in the control group. The range of motion increased from 19.12 ± 2.58 to 19.89 ± 2.12 .

Flexion contracture also decreased from 2.58 ± 2.12 to 3.06 ± 2.57 . However, the high coefficient of variation again indicates heterogeneity in the group.

The extensor deficit decreased from 6.72 ± 2.73 to 5.58 ± 2.047 by day 10. Gait improved, as well as stair climbing and descending. In other words, the study of the impact of the experimental methodology in the EG showed more significant improvements in the functional assessment of the knee joint in comparison to the improvements in the CG.

The average values in both groups showed improvement in functional assessment, with changes being more significant in the EG ($D\%$ in the CG was 0.89%, while in the EG it was 2.09%). The increase in standard deviation (SD) shows a wide dispersion of individual results around the mean value by the 10th day of the study.

Table 17. Changes in the comprehensive functional assessment of the knee joint in CG and EG (Knee Society Knee Score)

Characteristics	Control Group				Experimental Group				P	
	On the I-st day	On the X-th day	D	D %	On the I-st day	On the X-th day	D	D%	P1 CG- EG day I	P2 CG- EG day X
\bar{X}	142,07	143,5	1,43	1,0	136,8	139,9	3,12	2,28	0,497	0,023
S	14,47	15,82	-	-	13,08	13,28	-	-		
m_x	2,558	2,796	-	-	2,244	2,278	-	-		

<i>V</i> %	10,31	10,99	-	-	8,565	8,514	-	-		
<i>A</i>	0,327	0,195	-	-	1,6277	0,3116	-	-		
<i>E</i>	0,942	1,841	-	-	0,3429	-0,619	-	-		

The values of the skewness and kurtosis of the variable in both groups (Table 17) indicate that their distribution is non-normal (outside -1,1), which is why the Mann-Whitney method for independent samples was applied for hypothesis testing.

The *P1* values of the mean scores in the KG-EG on the first day indicate that the two groups are relatively equal in patients' self-assessment of their overall condition of the injured knee joint ($p=0.497$).

After ten days of kinesitherapy, $P2=0.023$ for the variable or $p<0.05$, which indicates that the difference in patients' self-assessment is significant, and the better results in the experimental group are a result of a more effective model of kinesitherapy.

Changes in knee joint edema "indentation test"

The study of changes in edema in patients diagnosed with gonarthrosis is conducted at the beginning (1st day) and at the end of the procedures (10th day) in both the control and experimental groups. Only the affected leg is examined. This test checks for the presence of even minimal swelling.

A "positive" result indicates the presence of edema in the knee joint of the examined individuals, while a "negative" result indicates the absence of edema in the knee joint of the individuals.

Table 18. Changes in knee joint edema "indentation test"

Groups	„+“ results (%)	D	D%	„-“ results (%)	D	D%
CG (1-st day)	90,63	3,13	3,45	9,38	3,12	33,26
CG (X-th day)	87,5	-	-	12,5		
EG (1-st day)	94,12	11,77	12,50	5,88	8,83	60,02

EG (X-th day)	82,35			14,71		
------------------	-------	--	--	-------	--	--

The results of the conducted test are presented in Table 18. In **the control group**, on the first day, 90.63% of individuals show edema in the affected knee joint, while on the 10th day, this percentage decreases by 3.45%. The negative results also decrease by 33.26%.

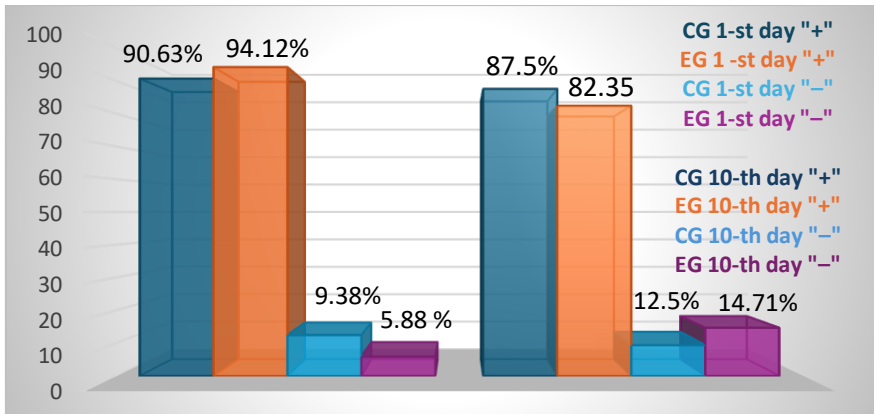


Figure 10. Differences in results from changes in edema "indentation test" of the affected knee in KG and EG

In **the experimental group**, 94.12% of individuals have edema in the knee joint, but by the 10th day, it decreases by 12.50%, as shown in Figure 10. The negative results also decrease by 60.02%.

The applied kinesitherapy methodology in both groups (more significantly in EG) helps reduce the edema in the knee joint, which is reflected in the "positive" results. However, there is no significant difference between the two groups in the increase of the number of patients without edema by the end of the study due to the short treatment period and the chronic changes that have occurred as a result of the disease.

Results and analysis of the measurement of the Q-angle of the knee joint (patellofemoral angle)

The examination of the patellofemoral angle (Q-angle) in patients diagnosed with gonarthrosis is conducted at the beginning of the study (1st day) and at the end

of the procedures (10th day) in both the control and experimental groups, measured in degrees.

Table 19. Results from measuring the Q-angle (patellofemoral angle) of the knee joint (in degrees)

	Control Group				Experimental Group				P	
	On the I-st day	On the X-th day	D	D%	On the I-st day	On the X-th day	D	D%	P1 CG-EG day I	P2 CG-EG day X
\bar{X}	5,406	5,406	0	0	2,485	6,103	0	0	0,455	0,447
S	3,809	3,809			3,542	3,915				
m_x	0,6733	0,6733			2,918	0,6715				
V%	70,45	70,45			42,422	64,16				
A	0,640	0,640			1,238	0,8267				
E	-0,298	0,298			3,034	0,0567				

The results from measuring the Q-angle (patellofemoral angle) of the knee joint in degrees are presented in Table 19.

In a study by *Imhoff et al. (2021)*, it is stated that the combination of comorbid conditions such as obesity, deviation in the patellofemoral angle, and joint trauma (meniscus, cartilage, ligament) leads to progressive osteoarthritis of the knee joint and that physiotherapy does not change the patellofemoral angle as a result of gonarthrosis. Surgical treatment is most commonly applied, with osteotomy being the preferred method.

Patellofemoral deformity is structural and poses a risk of gonarthrosis, as shown on MRI. Asymmetry of the patellofemoral joint in younger individuals is associated with cartilage damage and premature OA of the patellofemoral joint. Improper loading of the joints causes changes in the cartilage, which can be congenital or due to bone injuries such as trauma and surgery (*Khoroushi, 2022*).

Structural changes in the knee joint due to gonarthrosis are difficult to correct in a short period.

This explains the P1 and P2 values for the variable in KG-EG on the first day (p=0.455) and the tenth day (p=0.447), indicating that the difference in the Q-angle of the knee joint between the two groups at the beginning and end of the study is statistically insignificant, i.e., the experimental model of kinesitherapy did not induce changes in the patellofemoral angle of the patients.

Changes in the flexion contracture of the knee joint

The study of changes in the flexion contracture of the knee joint in patients diagnosed with gonarthrosis, following the application of two models of kinesitherapy, is conducted at the beginning, on the first day, and at the end of the procedures on the tenth day, in the control and experimental groups of the affected leg. The results are measured in degrees, with a difference of 1 cm approximately equal to 1° depending on the length of the lower leg. The presence of swelling can also positively influence the test.

Table 20 presents the results from the conducted test. In **the control group**, on the first day, the average value of the indicator is 5.43° for the affected knee joint, and by the tenth day, it decreases by 0.34° (6.26%).

The coefficient of variation (V%) is high, indicating heterogeneity of results within the group and shows a tendency to increase until the tenth day, which means that the examined individuals are influenced individually by the applied kinesitherapy. One of the participants was unable to assume the "lying" position on the first day of the study and refused to attempt it on the tenth day.

In **the experimental group**, the average value of the indicator on the first day of the study is 6.70°, which decreases to 5.62° by the tenth day, resulting in a reduction of 16.12%.

Table 20. Changes in the Flexion Contracture of the Knee Joint After Kinesitherapy

Characteristics	Control Group N=32				Experimental Group N=34				P	
	On the 1-st day	On the X-th day	D	D%	On the 1-st day	On the X-th day	D	D%	P1 1-st day	P2 X-th day

\bar{X}	5,43	5,09	0,34	6,26	6,70	5,62	1,08	16,12	0,074	0,036
S	2,964	2,857			3,445	3,181				
m_x	0,5207	0,5050			0,590	0,545				
V%	54,27	56,05			51,44	56,62				
A	0,3276	0,1960			0,495	1,390				
E	1,2718	0,1696			0,072	-0,938				

The coefficient of variation ($V\%$) increases more in comparison with the control group (CG), which indicates that the patients here are also influenced differently by the applied kinesitherapy (Fig. 11). In this group, individual patients also struggled to assume the "lying" position.

Using the *Mann-Whitney* method, the statistical significance of the difference in the flexion contracture of the affected knee joint in both groups was established. This difference at the beginning of the study is not significant ($p>0.05$).

Or, $R1$ indicates that the difference in the average values of the indicator in the control group (CG) and experimental group (EG) on the first day is not significant ($R1=0.074$). However, after 10 days of kinesitherapy, the difference is significant ($R2=0.036$), indicating that the better results in the EG are due to the higher effectiveness of the applied model of kinesitherapy compared to the traditional one in the control group.

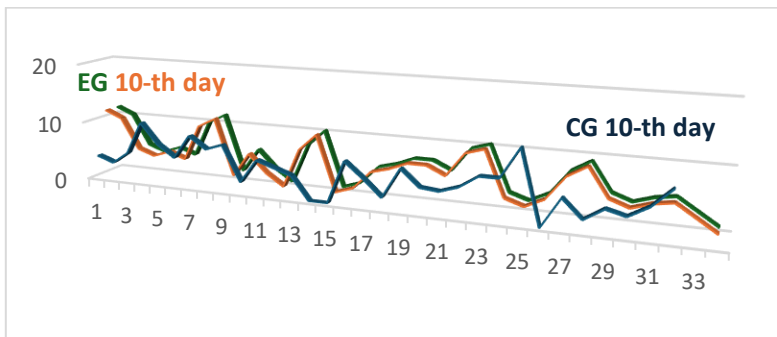


Fig. 11. Individual Values of the Flexion Contracture of the Affected Knee Joint from CG and EG on the 10th Day

From the analyzed 6,284 articles, 9 randomized controlled trials assess the effectiveness of stretching in the flexion contracture (FC) of the knee joint in patients with gonarthrosis.

The results show that stretching of the shortened musculature improves the overall range of motion by 9.3°, flexion by 10.8°, and extension by 9.1° compared to the control groups. Additionally, seven studies report a reduction in pain with a standardized mean difference of 1.9. The evidence for the effectiveness of stretching of the shortened musculature is of moderate quality, supporting its application as a conservative intervention to improve clinical outcomes in knee osteoarthritis (*Campbell et al., 2023*).

Gonarthrosis is often accompanied by flexion contracture (FC), which worsens clinical outcomes. A study of 600 patients with knee osteoarthritis from the "Osteoarthritis Initiative" (OAI) shows that 33.4% of patients have FC related to degenerative changes observed via MRI. These changes include cartilage loss and bone lesions in the patellofemoral joint, osteophytes, meniscal injuries, and joint effusion. The results suggest that loss of extension in OA is a multifactorial structural process (*Campbell et al., 2022*).

In this context, various physiotherapeutic procedures exert therapeutic effects on flexion contractures of the knee joint in patients with gonarthrosis. Aerobic exercises reduce pain and improve physical function, while strength training is effective against muscle hypotrophy. Neuromuscular exercises and balance training enhance proprioception and sensorimotor control, while water exercises offer fewer side effects. Traditional exercises, such as those from yoga, are also successfully used. However, current research is insufficient, necessitating more in-depth clinical studies and combined therapeutic approaches (*Zeng et al., 2021*).

Results and Analysis from the Eccentric Step Test

The "eccentric step" test in patients diagnosed with gonarthrosis is conducted twice: at the beginning of the study (first day – before the kinesitherapy course) and at the end of the procedures on the tenth day in both the control and experimental groups. Both the left and right legs are examined. The test monitors the presence of functional limitations. The patient stands on a step with a height of 15 cm, with hands on their hips. The patient then descends, leading with the left leg, followed by the right.

The test is positive if it provokes pain. A "positive" result indicates the presence of pain in the area of the knee joint in the individuals. A "negative" result indicates that the patient does not have pain in the knee joint.

Table 21. Positive Results from the Eccentric Step Test

Groups	Positive for the left leg (%)	D	Positive for the right leg (%)	D
CG (I – st day)	31,25	3,12	46,88	6,26
CG (X – th day)	28,13		40,62	
EG (I – st day)	50	5,88	41,18	2,94
EG (X – th day)	44,12		38,24	

In Table 21, the results of the conducted test are presented. In the control group, on the first day, 31.25% of the subjects show a "positive" result for the left leg, which decreases by 3.12% by the 10th day.

Table 22. "Negative" results from the eccentric step test

Groups	Positive for the left leg (%)	D	Positive for the right leg (%)	D
CG (I – st day)	15,63	3,12	6,25	6,25
CG (X – th day)	18,75		12,50	
EG (I – st day)	5,88	5,88	2,94	11,77
EG (X – th day)	11,76		14,71	

For the right leg (Table 22), on the first day, 46.88% of patients show a "positive" result, which corresponds to the percentage of localized gonarthrosis in the right leg (Figure 12). By the 10th day, their relative share decreases by 6.26%. In **the experimental group**, on the first day, 50% of cases show a "positive" result for the left leg, which decreases by 14.71% by the 10th day.

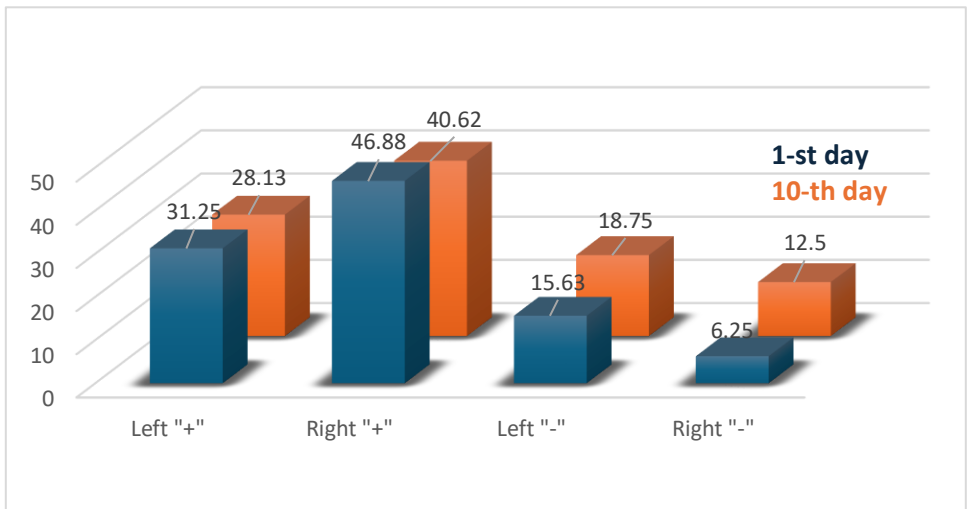


Figure 12. Assessment of the eccentric step in patients from the control group from the 1st to the 10th day of applied kinesitherapy

For the right leg, on the first day, 41.18% of the subjects show a "positive" result. By the 10th day, their relative share decreases by 2.94%.

In (Figure 7), the diagnosed localization of gonarthrosis is shown to be 58.82% for the left leg among the subjects in the experimental group.

The compensatory mechanisms developed by the patients to reduce the pain symptoms in the affected leg may cause pain in the healthy leg due to overloading.

In Table 26, the "negative" results of the conducted test are presented. In **the control group**, on the first day, 15.63% show a "negative" result for the left leg, which increases by 3.12% by the 10th day.

For the right leg, on the first day of the study, 6.25% of patients show a "negative" result, which increases by 6.25% by the 10th day.

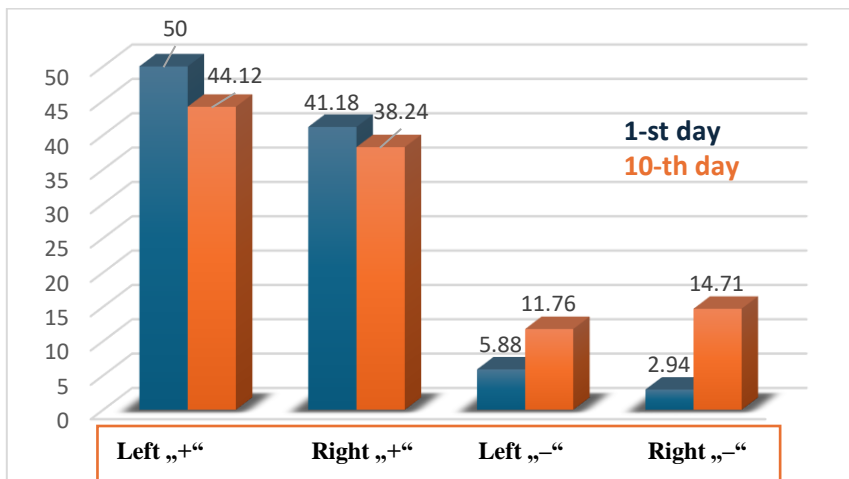


Figure 13. Assessment of the eccentric step in patients from the experimental group from the 1st to the 10th day of applied kinesitherapy

In the patients of **the experimental group**, on the first day, 5.88% show a "negative" result for the left leg, which increases by 5.88% by the 10th day. For the right leg, on the first day, 2.94% of patients show a "negative" result, which increases by 11.77% by the 10th day, as seen in Figure 13.

Patients with gonarthrosis are at higher risk of falling during the transition between walking on flat surfaces and climbing stairs due to muscle hypertrophy in the lower extremities (*Chai et al., 2023*).

It has been established that patients with knee osteoarthritis experience difficulties when climbing and descending stairs, and this challenge persists even after knee replacement surgery (*Whitchelo et al., 2014*).

From a study by *Iijima et al. (2018)*, delayed activation of the *m. quadriceps femoris* was observed in patients with gonarthrosis during stair climbing and descending. No evidence was found for changes in the external moment of knee adduction during stair climbing. Hypotrophy of the *m. quadriceps femoris* significantly impairs the ability to climb and descend stairs.

Changes in gait with and without shoes (expert assessment)

To analyze gait, we use a test to measure step length and a test to measure step width, conducted on the 1st day – before the kinesitherapy course and at the end of the procedures (10th day) in both the control and experimental groups.

Results of the "step length" test

The step length is tested first with the leading left leg and then with the leading right leg (with and without shoes). Table 23 presents the results from the conducted studies. Improvements in step length with the leading left leg without shoes are observed on the 10th day, with an increase of 0.81 cm in **the control group**, representing an improvement of 1.77%, and a 1.63% improvement with shoes.

Table 23. Results from the "step length" test with the leading left leg

Characteristics	Control group N=32 without shoes with leading left leg				Control group N=32 with shoes with leading left leg			
	On the I-st day	On the X-th day	D	D%	On the I-st day	On the X-th day	D	D%
\bar{X}	45,77	46,58	0,81	1,77	47,34	48,11	0,77	1,63
S	10,29	10,52			10,64	11,07		
m_x	1,820	1,860			1,881	1,956		
V%	22,49	22,59			22,47	23,00		
A	1,215	0,21,58			0,0168	-1,2147		
E	0,679	1,5633			0,0726	-0,9388		

The low coefficient of variation ($V\%$) indicates homogeneity of results within the group. The data show that shoes influence the improvement of patients' gait but are not the main factor.

Results of the "step length" test with leading right leg in the CG

Table 28 presents the results of the study on step length with the leading right leg in the control group.

The data show more significant improvements in step length with the leading right leg, without shoes, on the 10th day, by 2.59 cm or an improvement of 5.39%, as well as a 3.23% improvement with shoes. The relatively low coefficient of variation ($V\%$) indicates homogeneity of results within the group.

Table 24. Results of the “step length” test with leading right leg in the CG

Characteristics	Control group N=32 without shoes with leading right leg				Control group N=32 with shoes with leading right leg			
	On the I-st day	On the X-th day	D	D%	On the I-st day	On the X-th day	D	D%
\bar{X}	48,02	50,61	2,59	5,39	49,17	50,75	1,58	3,21
S	11,09	10,55			11,57	10,88		
m_x	1,960	1,864			2,046	1,923		
V%	20,09	20,84			23,54	21,43		
A	0,4171	0,4355			1,421	0,469		
E	-0,374	-1,349			0,625	0,622		

The representative error of the mean m_x is also low—from 1.820 to 1.860 in the CG tested with the leading left leg, without shoes (Table 24) and m_x from 1.8811 to 1.956 when tested with the leading left leg, with shoes, which suggests a small confidence interval $\Delta\bar{x}$ for the general population of patients with gonarthrosis in our study ($\Delta\bar{x}=\bar{x} + m_x$).

Table 25. Results of the “step length” test with leading left leg in the EG

Characteristics	Experimental Group N=34 without shoes, with leading left leg				Experimental Group N=34 with shoes, with leading left leg			
	On the I-st day	On the X-th day	D	D%	On the I-st day	On the X-th day	D	D%
\bar{X}	38,96	39,51	0,55	1,41	40,64	41,63	0,99	2,43
S	14,59	14,45			15,32	15,29		
m_x	2,502	2,477			2,627	2,62		

V%	37,45	36,56			37,69	36,74		
A	0,2976	0,2562			0,1243	1,0619		
E	-1,243	-1,2336			-0,7662	-0,835		

Table 25 presents the results of the study of the indicator in the **experimental group**. An improvement in step length with the leading left leg without shoes was established on the 10th day, with a 1.41% increase and a 2.43% improvement with shoes.

The coefficient of variation (V%) of the indicator shows moderate differences in the results of the examined individuals, which tend to stabilize. Table 26 presents the results of the study of the indicator in the experimental group.

An improvement in step length with the leading right leg, without shoes, was found on the 10th day, with a 3.61% increase and a 3.46% improvement with shoes, while the coefficient of variation (V%) maintains relative homogeneity of results within the group.

Table 26. Results of the “step length” test with leading right leg in the EG

Characteristics	Experimental Group N=34 without shoes, with leading right leg				Experimental Group N=34 with shoes, with leading right leg			
	On the I- st day	On the X-th day	D	D%	On the I-st day	On the X-th day	D	D%
\bar{X}	45,96	47,62	1,66	3,61	45,36	46,93	1,57	3,46
S	12,63	12,75			11,42	11,44		
m_x	2,166	2,187			1,958	1,962		
V%	27,48	26,78			25,17	24,38		
A	0,447	0,325			1,2905	0,1635		
E	-1,371	1,555			0,1475	0,095		

Results of the “step width” test in the control and experimental groups

Table 27 presents the results of the conducted studies in the CG and EG for the indicated parameter. In the CG, a reduction in step width by 1.36% was observed on the 10th day, while in the experimental group, it was 0.37%.

Table 27. Results of the “step width” test of patients in the CG and EG

Characteristics	Control Group N=32				Experimental Group N=34			
	On the I-st day	On the X-th day	D	D%	On the I-st day	On the X-th day	D	D%
\bar{X}	19,01	18,75	0,26	1,36	21,15	21,07	0,08	0,37
S	7,892	7,773			10,7	10,16		
m_x	1,395	1,374			1,727	1,742		
V%	41,51	41,45			47,61	48,21		
A	1,002	1,124			0,7828	0,8052		
E	0,215	0,400			-0,5828	-0,5536		

The coefficient of variation ($V\%$) is high in both groups, indicating a different condition of the indicator among the patients or the presence of individual recovery rates.

CONCLUSION

Gonarthrosis is a disease of significant social importance. To optimize conservative treatment, it is necessary to create, update, and implement innovative methods of kinesiotherapy.

The etiology is complex. Hypodynamia, accompanied by an increase in body weight, plays an important role in the faster progression of the disease. Reducing symptoms aims to slow down the progression of joint degeneration.

Scientific interest in the research of conservative treatment for this disease is high in contemporary kinesiotherapy, medicine, and other fields. This leads to the improvement of existing and applied standard physiotherapeutic methods.

We found no study on the role of **“Ergon IASTM Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization”** in the conservative treatment of gonarthrosis, both domestically and abroad. For the first time in Bulgaria, the application of Ergon therapy in patients with this disease is being studied. The development of this innovative kinesiotherapy program has contributed to improving the conservative treatment of knee osteoarthritis, necessitating ongoing updates in line with scientific advancements.

This dissertation summarizes and analyzes results from various studies related to the conservative treatment of gonarthrosis, tracking and analyzing the functional capabilities of patients.

The conducted research examined kinesiotherapy methodologies for knee OA, applied diagnostic systems, and the effectiveness of conventional kinesiotherapy.

Based on innovative theories and practices, an innovative kinesiotherapy methodology was developed and applied. The means and methods of application have been updated.

The scientific problem addressed in the dissertation is aimed at acquiring contemporary knowledge about the application and effectiveness of an innovative methodology for the conservative treatment of gonarthrosis.

The complex effects of Ergon therapy, kinesiotaping, and joint mobilization techniques on knee osteoarthritis are discussed to reduce pain symptoms and swelling, improve the range of motion in the knee, and overcome flexion contracture.

Proprioceptive training, which plays an important role in restoring proprioception, improving balance, stability, and gait in patients with this disease, is also considered.

Using applied evidence-based methods of mathematical statistics, the reliability of the scientific claims is ensured. The effectiveness of the experimental methodology is proven.

Based on the obtained results, methodological guidelines with instructions and recommendations for applying the author’s kinesiotherapy methodology have been developed.

Contributions to kinesiotherapy include the established and statistically proven aspects of the effectiveness of the author's model in practice.

By exploring the scientific theories of kinesiotherapy in patients with knee osteoarthritis, the developed and applied experimental model of kinesiotherapy with its established higher effectiveness compared to traditional methods

demonstrates the effectiveness of the applied innovative methodology for the specified impairment.

The results obtained in the dissertation contribute to overcoming the data deficit regarding the effectiveness of Ergon therapy in patients diagnosed with gonarthrosis and represent a contribution to kinesiotherapy.

The developed dissertation offers kinesiotherapists from academic and practical backgrounds a solution to the problem of the lack of studies related to the role and effectiveness of the innovative **“Ergon IASTM Instrument Assisted Soft Tissue Mobilization” in the conservative treatment of knee OA**, thereby expanding the practical, scientific, and theoretical foundation of kinesiotherapy.

CONCLUSIONS:

From the conducted research, the following major conclusions arise:

1. A study and analysis of the available scientific literature domestically and abroad regarding the treatment and kinesiotherapy of patients with gonarthrosis have been conducted.
2. An algorithm and a test battery for functional studies in patients with gonarthrosis have been developed for effective assessment, diagnosis, monitoring, and analysis of the patients' functional capabilities.
3. An experimental kinesiotherapy methodology for patients with gonarthrosis, which additionally includes Ergon therapy, kinesiotaping, and joint mobilization techniques, has been developed and tested.
4. The initial (baseline) condition of the studied indicators in the patients (before applying kinesiotherapy) has been examined. A ten-day kinesiotherapy course was conducted in both the control and experimental groups. A final (conclusive) examination of the patients was conducted.
5. The analysis of the results from the scientific research shows statistically significant higher effectiveness of the developed and tested experimental model of kinesiotherapy in patients with gonarthrosis compared to conventional kinesiotherapy.

RECOMMENDATIONS:

Based on the obtained results and the conducted analysis, the following important recommendations for kinesiotherapy arise:

1. Due to the statistically proven effectiveness of the tested experimental methodology and the applied combination of specialized means of kinesiotherapy, we recommend that it be widely adopted in practice to restore the motor function of the knee complex in the conservative treatment of gonarthrosis.
2. To reduce pain symptoms and swelling, improve the range of motion in the knee, and overcome flexion contracture, we recommend that kinesiotherapy include Ergon therapy, kinesiotaping, and joint mobilization techniques in cases of gonarthrosis.
3. We recommend that proprioceptive training be included in kinesiotherapeutic programs to restore proprioception, improve balance, stability, and gait in patients with knee osteoarthritis.

CONTRIBUTIONS OF THE DISSERTATION

I. To the theory of kinesiotherapy:

1. Various **scientific theories** from scientific schools both abroad and domestically that deal with studying the effects of conservative treatment for gonarthrosis have been discussed.
2. **Results from contemporary scientific research** by leading specialists in our country and abroad (kinesiotherapists, physiotherapists, orthopedic surgeons, trauma surgeons, etc.) on the conservative and surgical treatment of gonarthrosis have been systematized and discussed.
3. The results and procedural characteristics of the experimental model of kinesiotherapy and its aspects of effectiveness, which are innovative results, have been established.
4. For the first time in Bulgaria, the application of Ergon therapy in patients with gonarthrosis is being studied.

II. To the practice of kinesiotherapy:

1. A test battery for evaluating and monitoring the functional state and recovery of the knee complex in patients with gonarthrosis has been developed and tested in practice.
2. An innovative program of kinesiotherapy for the conservative treatment of patients with gonarthrosis has been developed and tested. Effects from the application of innovative means and methods of kinesiotherapy have been established, as well as a higher effectiveness of the experimental kinesiotherapy methodology compared to traditional kinesiotherapy in patients with gonarthrosis.

PUBLICATIONS ON THE DISSERTATION TOPIC:

1. **Subeva, P.**, Gramatikova, M. (2023). Diagnostic system for functional studies in patients with osteoarthritis of the knee joint. KNOWLEDGE - International Journal , 57(4), 493–497. <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/6018/5878>
2. **Subeva, P.**, Gramatikova, M. (2023). Effect of Ergon IASTM edema reduction technique in knee osteoarthritis patients. KNOWLEDGE - International Journal, 59(4), 325–328. <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/6221/6057>
3. **Subeva, P.**, Gramatikova, M. (2023). Innovations in Kinesitherapeutic practice in conservative treatment of gonarthrosis. KNOWLEDGE - International Journal, 60 (4), 649–653. <https://ikm.mk/ojs/index.php/kij/article/view/6312>
4. **Subeva, P.**, Gramatikova, M. (2023). “Effect of specialized exercises for overcoming muscle hypertrophy in gonarthrosis,” 32nd International Conference for Young Scientists (October 5–6), Blagoevgrad. University Publishing House "N. Rilski", Blagoevgrad. (in press)
5. **Subeva, P.**, M., Gramatikova, M. (2023). “Effect of specialized exercises for restoring extension in gonarthrosis,” Student Scientific Conference, Blagoevgrad, May 22, 2023. University Publishing House "N. Rilski", Blagoevgrad. (in press)
6. **Subeva, P.**, Gramatikova, M., Nikolaev, N. (2021). Effect of apitherapy for pain reduction in patients with gonarthrosis. In: Proceedings of the Conference “Challenges in Public Health.” University Publishing House "N. Rilski," Blagoevgrad, ISBN - 978-954-00-0304-7, pp. 306-315.