

# Клинический эффект электромиостимуляции в периоперационном периоде операций на голеностопном суставе

Ж. Ван<sup>1</sup>, И.Ф. Ахтямов<sup>1,3</sup>, Б.Г. Зиятдинов<sup>1,2</sup>, Г.М. Файзрахманова<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Казанский государственный медицинский университет

<sup>2</sup>Городская клиническая больница № 7, Казань

<sup>3</sup>Республиканская Клиническая больница Министерства здравоохранения Республики Татарстан, Казань

## Clinical effect of electromyostimulation in the perioperative period of operations on the ankle joint

R. Wang<sup>1</sup>, I. Akhtyamov<sup>1,3</sup>, B. Ziatdinov<sup>1,2</sup>, G. Faizrakhmanova<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Kazan State Medical University

<sup>2</sup>Kazan Clinical Hospital N 7

<sup>3</sup>Republican Clinical Hospital of the Ministry of Health of the Republic of Tatarstan, Kazan

© Коллектив авторов, 2022 г.

### Резюме

**Актуальность.** Пациенты с остеоартрозом голеностопного сустава третьей или четвертой стадии могут облегчить болевые симптомы и улучшить функцию голеностопных суставов с помощью хирургического лечения. Однако частота венозных тромбозных осложнений в ортопедической хирургии составляет 45–70%. **Цель исследования:** изучить эффект результатов лечения пациентов в периоперационном периоде после операций на голеностопном суставе за счет применения электроимпульсной миостимуляции (ЭМС), а также возможность профилактики тромбоза глубоких вен. **Материалы и методы исследования.** 42 пациента с остеоартрозом голеностопного сустава третьей и четвертой стадий были разделены на основную группу и группу сравнения, где пациентам была назначена процедура электромиостимуляции. Основные элементы наблюдения: предоперационные и послеоперационные показатели анализа коагуляции крови, продолжительности операции, интраоперационной кровопотери, оценки по ВАШ и качества оказания помощи в группах. **Результаты.** Показатель

коагулограммы и оценка по ВАШ в группе сравнения на 7-й день после операции были значительно лучше, чем в контрольной группе ( $p < 0,05$ ). Однако между двумя группами не было статистической разницы в продолжительности операции, интраоперационной кровопотере и качестве оказываемой помощи ( $p > 0,05$ ). **Заключение.** Электромиостимуляция оказывает значительное влияние на профилактику венозных тромбозных осложнений, является безопасной и эффективной и может применяться в клинической практике.

**Ключевые слова:** венозные тромбозные осложнения, электромиостимуляция, коагулограмма, голеностопный сустав, артроз

### Summary

**Introduction.** Surgical procedures can relieve pain symptoms and improve function in patients with middle or late stage ankle osteoarthritis. However, the incidence of venous thromboembolic complications in orthopedic surgery is 45–70%. **Aim of the study.** To study the effect of

period treatment results after ankle joint surgery due to the use of electromyostimulation, as well as the possibilities to prevent deep vein thrombosis. **Methods.** 42 patients with osteoarthritis of the ankle joint of the middle or late stage were divided into the control group and electromyostimulation group. The changes of preoperative and postoperative measures of coagulation analysis, duration of surgery, intraoperative blood loss, VAS score and quality of aid were observed between the two groups. **Results.** The coagulation analysis value and VAS score in the electromyostimulation group on the 7<sup>th</sup> day

after surgery were significantly better than in the control group ( $p < 0.05$ ). However, there was no statistical difference between the two groups in the duration of surgery, intraoperative blood loss, and quality of aid ( $p > 0.05$ ). **Conclusions.** Electromyostimulation has a significant impact on the prevention of venous thromboembolic complications, and it is safe and worthy of clinical application.

**Key words:** venous thromboembolic complications, electromyostimulation, coagulation analysis

## Введение

Остеоартроз голеностопного сустава является потенциально инвалидизирующим заболеванием, поражающим примерно 1% взрослых во всем мире [1]. Пациенты с остеоартрозом голеностопного сустава третьей или четвертой стадии могут облегчить болевые симптомы и улучшить функцию голеностопных суставов с помощью хирургического лечения. Но все же более 50% операций на голеностопном суставе характеризуются выраженным послеоперационным болевым синдромом и высокой травматичностью [2]. Более серьезные венозные тромбозоэмболические осложнения (ВТЭО) возникают в 45–70% ортопедических вмешательств [3].

Профилактика ВТЭО часто включает медикаментозную терапию и неспецифическую профилактику, в том числе раннюю активизацию пациента, применение эластичного трикотажа, лечебной физкультуры (ЛФК), систем перемежающейся компрессии [4].

Уже с середины прошлого века были предприняты попытки, направленные на профилактику тромбозоэмболических осложнений путем ускорения венозного кровотока посредством электрической стимуляции мышц нижних конечностей в периоперационном периоде [5].

A.N. Nicolaidis добился значительных результатов, определив стимулирующий электрический импульс оптимальной формы [6]. Но в тот период ЭИМС не нашла широкого применения из-за интенсивных болевых ощущений у пациентов во время мышечного сокращения, это требовало проведения адекватной анестезии. Этот весомый недостаток был устранен благодаря разработке портативного аппарата нового поколения Veinoplus [6].

Электромиостимуляция — это влияние импульсными токами на нервы и мышцы с целью их возбуждения или усиления деятельности определенных органов и систем [7].

Анализ научных работ отечественных и зарубежных авторов показывает, что многие проведенные

исследования подтвердили увеличение объемной скорости кровотока в 12 раз и пиковой линейной скорости кровотока в 10 раз при использовании ЭИМС, что является ключевым фактором в предупреждении венозного застоя и тромбоза глубоких вен. Более того, ЭИМС улучшает артериальный приток и уровень оксигенации тканей [6, 8].

Также, по данным научных исследований, ЭИМС уменьшает болевой синдром у больных и улучшает венозный отток, что успешно используется в лечении посттромбофлебитического синдрома и трофических язв [9].

В связи с этим актуальность нашего исследования заключалась в оптимизации применения ЭИМС у пациентов с остеоартрозом голеностопного сустава и получении новых экспериментальных данных по выявленному клиническому эффекту.

## Цель исследования

Цель исследования: изучить эффект результатов лечения пациентов в периоперационном периоде после операций на голеностопном суставе за счет применения электроимпульсной миостимуляции, а также возможность профилактики тромбоза глубоких вен.

## Материалы и методы исследования

Исследование было одобрено региональным этическим комитетом, и все участвующие пациенты дали информированное согласие.

В качестве объектов исследования были выбраны 42 пациента с третьей и четвертой стадиями остеоартроза, которым проводилось оперативное лечение в двух стационарах с января 2018 по февраль 2022 г. Среди них 22 пациента, которые соответствовали критериям включения с января 2018 по февраль 2021 г., были определены в качестве контрольной группы. У этих больных применялись традиционные методы профилактики ВТЭО. Для этих пациентов было рекомендовано использование градуированных компрессионных трикотажей (ГКТ) на обеих нижних конечностях в пе-

риоперационном периоде и во время операции. Согласно рекомендациям NICE, пациентам с риском ВТЭО рекомендуется постоянное ношение компрессионного трикотажа 1 класса в течение всего пребывания в стационаре [10]. Также пациентам был назначен прием Прадаксы в объеме 110 мг внутрь через 1–4 ч после операции, затем по 220 мг 1 раз в сутки [11].

20 пациентам, которые соответствовали критериям включения, с марта 2021 по февраль 2022 г. с целью сокращения сроков реабилитации, помимо традиционного лечения, проводили электромиостимуляцию (ЭМС) мышц голени. Средний возраст больных в группе ЭМС  $58,80 \pm 6,14$  года, средний индекс массы тела (ИМТ)  $27,70 \pm 2,12$ , средний возраст больных контрольной группы  $60,00 \pm 6,16$  года, средний ИМТ  $27,23 \pm 2,72$ . Данные были проанализированы с использованием t-критерия независимых выборок. В результате не было статистически значимых различий в возрасте и ИМТ между двумя группами ( $p=0,532$ ;  $p=0,540$ ).

Критерий согласия Пирсона ( $\chi^2$ ) использовался для сравнения пола и пораженной конечности в обеих группах.

Следует также определить структуру операций, проводимых пациентам, а именно: остеотомия (операция по изменению положения кости и сустава), артродез (операция с целью сращения между собой костей, образующих голеностопный сустав, вследствие чего происходит обездвиживание сустава). Также важно, что частота различных видов операций в обеих сравниваемых группах пациентов одинакова ( $p=0,592$ ).

ЭМС мышц голени проводили с помощью аппарата «Veinoplus-DVT» (Ad Rem Technology, Франция). Устройство обеспечивает импульс прямоугольной формы длительностью 0,5 мс и частотой 10 Гц. При этом электроды устанавливали на обе голени, в про-

екции головки малоберцовой кости, где проходит общий малоберцовый нерв. Это оптимальное место для размещения электродов к нижней конечности [12]. Интенсивность стимуляции устанавливали за 15 мин до анестезии таким образом, чтобы можно было наблюдать слабые сокращения мышц голени и поддерживать их до конца операции (рис. 1, 2).

На обе нижние конечности после операции был наложен градуированный компрессионный трикотаж, и в течение последующих 7 дней применяли ЭМС каждые 3 ч. Интенсивность послеоперационной ЭМС была установлена на максимальный тремор, который пациент мог переносить, в связи с чем наблюдалось ритмическое сокращение мышц голени без раздражающей боли. Каждая процедура длилась 30 мин.

### Критерии включения и исключения

Критерии включения:

- возраст  $\geq 18$  лет;
- пациенты с третьей или четвертой стадией остеоартроза голеностопного сустава, нуждающиеся в хирургическом лечении.

Критерии исключения:

- нарушение свертывания крови;
- гематологические или неврологические заболевания;
- злокачественные заболевания;
- инфекционные заболевания;
- наличие в анамнезе заболеваний сосудов нижних конечностей.

### Индикатор наблюдения

Сравнивали изменения в продолжительности операции, оценке по ВАШ (визуальная аналоговая шкала, которая предназначена для измерения интенсивности



Рис. 1. Электромиостимуляция аппаратом «Veinoplus-DVT» на ротирующей кнурти нижней конечности (вид сбоку)



Рис. 2. Интраоперационная электромиостимуляция (вид сверху)

боли), интраоперационной кровопотере и качестве оказываемой помощи, а также активированное частичное тромбопластиновое время (АЧТВ), протромбиновое время (ПВ), протромбиновый индекс (ПТИ), международное нормализованное отношение (МНО), уровень фибриногена, Д-димера до операции, через 24 ч после операции, через 3 и 7 дней после операции у пациентов обеих групп.

Также важным критерием исхода лечения является «удовлетворенность» пациента. Существует множество подходов к ее оценке. Нами использовалась субъективная оценочная шкала Макнаб (Macnab). По этой шкале пациент оценивает результат своего лечения как отличный, хороший, удовлетворительный либо неудовлетворительный. Шкала отличается тем,

что каждому из уровней удовлетворенности пациента соответствуют критерии. Анализ проводился методом анкетирования.

### Статистический метод

Данные этого исследования были проанализированы с помощью программного обеспечения SPSS 6.0. ( $\bar{X} \pm S$ ) представляют данные измерений и используют t-критерий. Данные подсчета выражали в виде частоты или процента, использовали критерий  $\chi^2$ . Дисперсионный анализ с повторными измерениями для непрерывных переменных. Результаты были статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

### Результаты

Результаты показали, что различия между двумя группами не были статистически значимыми по возрасту, ИМТ, полу, пораженной конечности и видам операций (табл. 1).

Различия показателей АЧТВ, ПВ, ПТИ, МНО, фибриногена, Д-димера до операции и через 24 ч после операции не были статистически значимыми между двумя группами ( $p > 0,05$ ). Однако различия показателей АЧТВ, ПВ, ПТИ, МНО между двумя группами на 3-и сутки после операции были статистически значимыми ( $p < 0,05$ ). На 7-й день после операции были выявлены различия всех показателей свертывания крови между двумя группами ( $p < 0,05$ ) (табл. 2, рис. 3).

Также нами не было обнаружено значительных различий в продолжительности операции, интраоперационной кровопотере и предоперационной оценке по ВАШ между двумя группами с использованием t-критерия независимых выборок. Однако на 7-е сутки после операции оценка по ВАШ в группе ЭМС была значительно лучше, чем в контрольной группе ( $p = 0,040$ ) (табл. 3).

Удовлетворенность пациентов на 7-й день после операции показана в табл. 4 и на рис. 4. Для анализа использовали критерий согласия Пирсона ( $\chi^2$ ), соотношения «Отличный», «Хороший» и «Удовлетворительный», «Неудовлетворительный», согласно шкале

Таблица 1

### Сравнение общих данных двух групп пациентов

Показатель	Контрольная группа	Группа ЭМС	t, $\chi^2$	p
Возраст	60,00±6,16	58,80±6,14	t=0,631	0,532
Индекс массы тела	27,229±2,72	27,697±2,12	t=-0,618	0,540
Пол (мужчины:женщины)	7:15	9:11	$\chi^2=0,772$	0,380
Пораженная конечность (левая:правая)	9:13	10:10	$\chi^2=0,349$	0,554
Виды операций (остеотомия:артродез)	4:18	6:14	$\chi^2=0,287$	0,592

Таблица 2

## Сравнение анализа коагуляции между двумя группами до и после операции

Показатель	Группа	Количество пациентов	До операции	Через 24 ч после операции	3-й день после операции	7-й день после операции
АЧТВ	Контрольная группа	22	30,42±1,05	27,53±1,11	26,87±0,74	28,11±0,98
	Группа ЭМС	20	30,69±1,00	27,74±0,90	27,28±0,52	28,97±1,07
t			-0,842	-0,662	-2,040	-2,700
p			0,405	0,512	0,048	0,010
ПВ	Контрольная группа	22	11,32±0,59	9,66±0,65	9,96±0,66	10,20±0,76
	Группа ЭМС	20	11,24±0,67	9,61±0,64	10,40±0,64	10,69±0,61
t			0,429	0,246	-2,186	-2,309
p			0,670	0,807	0,035	0,026
ПТИ	Контрольная группа	22	91,95±4,78	107,91±7,06	104,61±6,83	102,36±7,70
	Группа ЭМС	20	92,69±5,31	108,45±6,83	100,18±6,34	97,41±5,73
t			-0,475*	-0,248	2,173	2,377
p			0,637	0,805	0,036	0,023
МНО	Контрольная группа	22	1,11±0,06	0,92±0,09	0,91±0,07	0,94±0,10
	Группа ЭМС	20	1,10±0,07	0,92±0,08	0,96±0,08	1,00±0,07
t			0,478	0,055	-2,239	-2,429
p			0,635	0,956	0,031	0,020
Фибриноген	Контрольная группа	22	2,92±0,38	4,64±0,33	4,07±0,36	3,49±0,38
	Группа ЭМС	20	3,01±0,35	4,62±0,29	3,92±0,33	3,27±0,25
t			-0,766	0,268	1,478	2,202
p			0,448	0,790	0,147	0,034
Д-димер	Контрольная группа	22	127,27±20,86	232,45±12,23	253,82±10,00	215,23±11,34
	Группа ЭМС	20	124,30±22,30	225,75±14,50	248,40±10,17	207,35±11,63
t			0,446	1,625	1,739	2,221
p			0,658	0,112	0,090	0,032

Макнаб, различия между двумя группами не были статистически значимыми ( $\chi^2=0,757$ ;  $p=0,384$ ).

### Обсуждение результатов

Триада Вирхова в настоящее время признана основной причиной венозных тромбозов, что связано с гиперкоагуляцией крови, повреждением эндотелия сосудов и замедлением тока крови [7, 13]. В нормальных физиологических условиях механизм свертывания крови и фибринолитическая система организма поддерживают динамическое равновесие, при нарушениях этого равновесия, таких как операция, кровь находится в состоянии гиперкоагуляции, что повышает риск тромбоза глубоких вен, который, в свою очередь, может привести к тромбозам и гибели пациента [13].

Таким образом, риск развития ВТЭО нижних конечностей можно эффективно оценить с помощью анализа коагуляции. Кроме того, когда операция вызывает кровотечение, в организме возникает ряд стрессовых реакций, активируются различные тромбины, аномально агрегируется фибриноген и превращается в нерастворимый фибрин, что увеличивает вязкость крови.

АЧТВ используется в качестве репрезентативного показателя свертывающей системы внутреннего пути, а ПВ и МНО — как показатели коагуляционной активности внешнего пути [14]. ПТИ и МНО являются производными от ПВ. В то же время подтверждена важная роль Д-димера как специфического продукта деградации фибрина в диагностике ВТЭО [15]. Некоторые ученые даже используют Д-димер в качестве «золотого стандарта» для исключения венозного тромбоза [16].

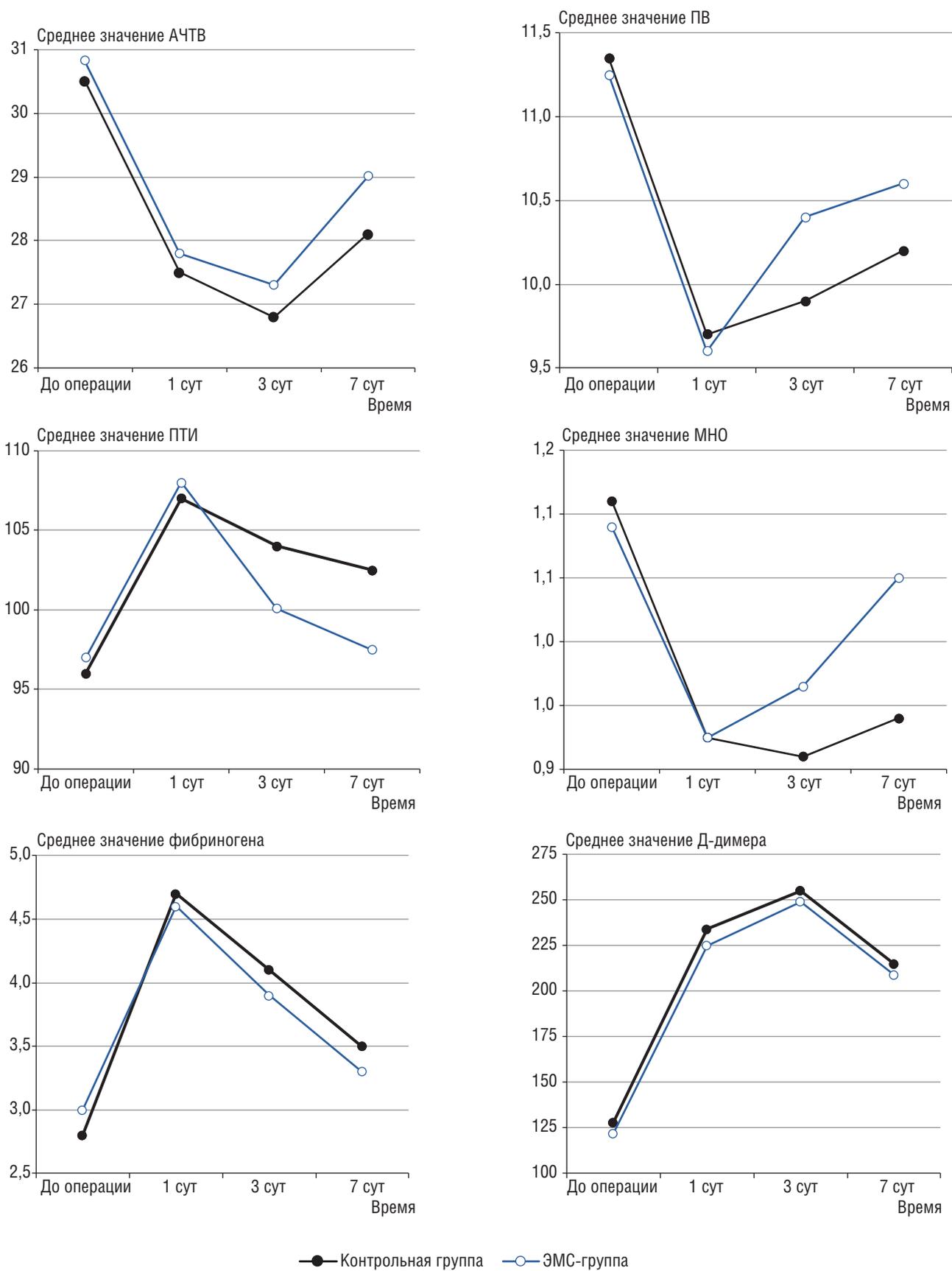


Рис. 3. Тенденции показателей анализа коагуляции до и после операции. Пояснения в тексте

Таблица 3

**Продолжительность операции, операционная кровопотеря и оценка по ВАШ у пациентов обеих групп после операции**

Группа	Число пациентов	Продолжительность операции	Интраоперационная кровопотеря	Оценка по ВАШ	
				предоперационная	на 7-й день после операции
Контрольная группа	22	148,18±11,603	117,05±12,971	7,27±0,767	3,64±0,902
Группа ЭМС	20	150,75±9,072	121,50±13,582	7,25±0,851	3,10±0,718
t		-0,793	-1,087	0,091	2,117
p		0,432	0,284	0,928	0,040

Таблица 4

**Удовлетворенность пациентов в двух группах**

Группа	Отличный	Хороший	Удовлетворительный	Неудовлетворительный
Контрольная группа	4	11	4	3
Группа ЭМС	6	10	3	1

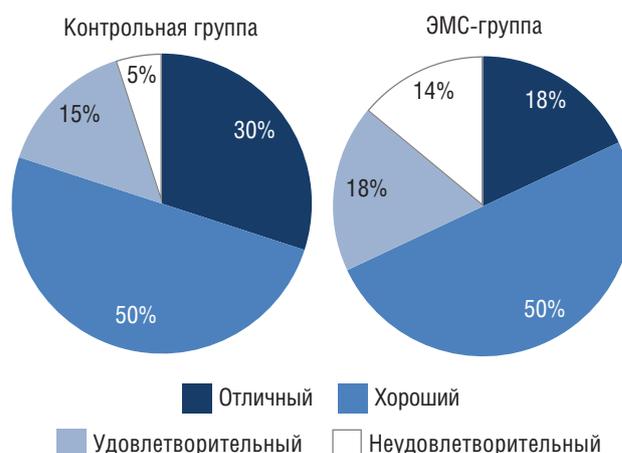
Таким образом, определение АЧТВ, ПВ, ПТИ, МНО, уровня фибриногена и Д-димера может отражать состояние свертывания крови после операции и позволит оценивать риск ВТЭО нижних конечностей. Все вышеперечисленные показатели подтверждают значительное улучшение на 7-е сутки после операции, что подтвердило клиническую эффективность ЭМС в профилактике ВТЭО после операции на голеностопном суставе [16].

В качестве показателей исхода лечения использовались интраоперационная кровопотеря и продолжительность операции. В связи с этим между двумя группами не было значительной разницы. В исследовании наглядно продемонстрирована ЭМС и подтверждено, что она не оказывает негативного влияния на хирургическую процедуру [17].

Значительных различий в качестве оказываемой помощи между двумя группами не было, но ЭМС снижала оценку по ВАШ у пациентов в группе ЭМС на 7-й послеоперационный день, улучшала субъективные ощущения пациентов после операции и способствовала ранней послеоперационной активации.

Кроме того, многими авторами доказана эффективность ЭМС в предотвращении атрофии мышц у пациентов в раннем восстановительном периоде после реконструктивных операций на голеностопном суставе, что, в свою очередь, оказывает положительное влияние на профилактику образования тромбоза глубоких вен нижних конечностей, и данное исследование наглядно это доказывает [6, 9].

Результаты проведенного исследования показали, что электромиостимуляция может эффективно улучшать гемореологию пациентов является хорошей профилактикой образования тромбоза глубоких вен нижних конечностей [4, 18].

**Рис. 4.** Процент послеоперационного удовлетворения в двух группах пациентов**Заключение**

В ходе клинико-экспериментального исследования нам удалось подтвердить, что при подготовке пациентов с остеоартрозом голеностопного сустава к оперативному лечению использование метода ЭМС позволит сократить количество тромбозомболических и других осложнений, которые обусловлены нарушением микроциркуляции, а также значительно улучшить результаты оперативного лечения пациентов.

В статье было проведено сравнение предоперационных и послеоперационных показателей коагулограммы, оценки по ВАШ и качество оказываемой помощи. Было доказано, что ЭМС может эффективно уменьшить послеоперационную боль, улучшать гиперкоагуляционное состояние крови и повышать эффективность профилактики ВТЭО нижних конечностей.

По данным проведенного исследования было установлено, что ЭМС не оказала негативного влияния на продолжительность операции и интраоперационное кровотечение.

Кроме того, ЭМС улучшает субъективные ощущения пациентов после операции и способствует ранней послеоперационной активации. Разработанная на основании выполненного клинико-экспериментального исследования методика применения электромиостимуляции проста в использовании и эффективна.

Согласно нашему исследованию у пациентов, которым проводилась ЭМС, тромбоэмболических ослож-

нений не выявлено. В связи с этим считаем, что ЭМС голени в периоперационном периоде достойна внедрения в клиническую практику.

Практическая значимость проведенного исследования заключается в возможности внедрения метода ЭМС в целом при подготовке пациентов с остеоартрозом голеностопного сустава к оперативному лечению. Впоследствии это позволит сократить количество тромбозов и отклонений, обусловленных нарушением микроциркуляции, а также значительно улучшит результат оперативного лечения.

## Список литературы

1. *Abdel-Hakeem R.A., Shaban W., Ismail M.A.* Management of Ankle and Hindfoot Deformities by Supramalleolar Osteotomy: Systematic Review Al-Azhar University. *Journal of Virus Researches and Studies* 2022; 4 (1): 40–47.
2. *Мурашова Н.А.* Изменения параметров микрогемодиализации под влиянием разных вариантов анестезии у пациентов с травмой дистального отдела нижней конечности. *Ярославский педагогический вестник* 2013; 3 (1): 118–122 [*Murashova N.A.* Changes in microcirculation parameters under the influence of different types of anesthesia in patients with injuries of the distal lower limb. *Jaroslavskij pedagogicheskij vestnik* 2013; 3 (1): 118–122 (In Russ.)].
3. *Суковатых Б.С., Суковатых М.Б., Перьков С.О.* Результаты профилактики венозного тромбоэмболизма после ортопедических операций. *Вестник хирургии имени И.И. Грекова* 2017; 176 (5): 16–20 [*Sukovatykh B.S., Sukovatykh M.B., Perkov S.O.* Results of prevention of venous thromboembolism after orthopedic operations. *Vestnik hirurgii imeni I. I. Grekova* 2017; 176 (5): 16–20 (In Russ.)].
4. *Ахтямов И.Ф., Колесников М.А., Шигаев Е.С., Зиятдинов Б.Г., Гатина Э.Б., Короткова О.С.* Первый опыт сочетанной тромбопрофилактики при артропластике нижних конечностей: перспективы и варианты использования. *Травматология и ортопедия России* 2012; 1: 98–103 [*Akhtyamov I.F., Kolesnikov M.A., Shigaev E.S., Ziatdinov B.G., Gatina E.B., Korotkova O.S.* The first experience of combined thromboprophylaxis in lower limb arthroplasty: prospects and options for use. *Travmatologija i ortopedija Rossii* 2012; 1: 98–103 (In Russ.)].
5. *Бурская С., Белецкая О., Шумилова М.* Электромиостимуляция как часть реабилитационного процесса. *Врач* 2018; 29 (10): 84–87 [*Burskaya S., Beletskaya O., Shumilova M.* Electromyostimulation as part of the rehabilitation process. *Vrach* 2018; 29 (10): 84–87 (In Russ.)].
6. *Vogachev V.Y., Golovanova O.V., Kuznetsov A.N., Shekoyan A.O., Vogacheva N.V.* Electromuscular stimulation with VEINOPLUS® for the treatment of chronic venous edema. *Int. Angiol.* 2011; 30 (6): 567–590.
7. *Шуваев Д.Б., Бирюкова Ю.И., Ермолаев В.А.* Профилактика тромбоэмболических осложнений в условиях отделения травматологии. *Многопрофильный стационар* 2021; 8 (1): 36–40 [*Shuvaev D.B., Biryukova Yu.I., Ermolaev V.A.* Prevention of thromboembolic complications in the traumatology department. *Mnogoprofil'nyj stacionar* 2021; 8 (1): 36–40 (In Russ.)].
8. *Nicolaidis A.N., Kakkar V.V., Field E.S., Fish P.* Optimal electrical stimulus for prevention of deep vein thrombosis. *Br. Med. J.* 1972; 23; 3 (5829): 756–758.
9. *Электростимуляция.* Большая российская энциклопедия. 2017: 334–335 [Electrical stimulation. *Great Russian Encyclopedia* 2017: 334–335. ISBN 978-5-85270-373-6 (In Russ.)].
10. *Hill J., Treasure T.* Reducing the risk of venous thromboembolism (deep vein thrombosis and pulmonary embolism) in patients admitted to hospital: summary of the NICE guideline. *BMJ* 2010; 334 (334): 1053–1054.
11. *Андряшкин А.В., Андряшкин В.В., Арутюнов Г.П., Баринов В.Е., Бицадзе В.О., Бодыхов М.К., Бритов А.Н., Бутенко А.В., Вавилова Т.В., Воробьева Н.А., Восканян Ю.Э.* Российские клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике венозных тромбоэмболических осложнений (ВТЭО). *Флебология* 2015; 2 (4): 2 [*Andriyashkin A.V., Andriyashkin V.V., Arutyunov G.P., Barinov V.E., Bitsadze V.O., Bodykhov M.K., Britov A.N., Butenko A.V., Vavilova T.V., Vorobieva N.A., Voskanyan Yu.E.* Russian clinical guidelines for the diagnosis, treatment and prevention of venous thromboembolic complications (VTEC). *Flebologija* 2015; 2 (4): 2 (In Russ.)].
12. *Izumi M., Ikeuchi M., Aso K., Sugimura N., Kamimoto Y., Mitani T., Ueta T., Sato T., Yokoyama M., Sugiura T., Tani T.* Less deep vein thrombosis due to transcutaneous fibular nerve stimulation in total knee arthroplasty: a randomized controlled trial. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy* 2015; 23 (11): 3317–3323.
13. *Byrnes J.R., Wolberg A.S.* New findings on venous thrombogenesis. *Hämostaseologie* 2017; 37 (01): 25–35.
14. *Шлык И.Ф.* Информативность метода тромбодинамики в оценке состояния гемостаза у пациентов с ишемической болезнью сердца. *Медицинский вестник Юга России* 2019; (2): 48–54 [*Shlyk I.F.* Informativeness of the method of thrombodynamics in assessing the state of hemostasis in patients with coronary heart disease. *Medicinskij vestnik Juga Rossii* 2019; (2): 48–54 (In Russ.)].
15. *Егорова М.О., Старцева О.Н., Власенко Е.Ю.* Скрининговый тест выявления тромбоза глубоких вен и тромбоэмболии легочной артерии. *Тромбоз, гемостаз и реология* 2018; 3: 72–77 [*Egorova M.O., Startseva O.N., Vlasenko E. Yu.* Screening test for deep vein thrombosis and pulmonary embolism. *Tromboz, gemostaz i reologija* 2018; 3: 72–77 (In Russ.)].
16. *Favresse J., Lippi G., Roy P.M., Chatelain B., Jacqmin H., Ten Cate H., Mullier F.* D-dimer: Preanalytical, analytical, postanalytical variables, and clinical applications. *Critical reviews in clinical laboratory sciences* 2018; 55 (8): 548–577.

17. *Obolenskiy V.N., Leval P.S., Karpenko A.V., Petrushin K.V.* Electromyostimulation in treatment of patients with diabetic foot syndrome. Abstracts of 7<sup>th</sup> international symposium on the diabetic foot 2015; 11.
18. *Obolenskiy V.N., Karpenko A.V., Zagorodnyi N.* Indirect Electromyostimulation and Its Role in Treatment of Patients with Shin Bone Fractures. *Journal of Traumatology and Orthopedics* 2015; 22 (4): 21–21. doi: 10.32414/0869-8678-2015-4-21-25.

Поступила в редакцию 02.08.2022 г.

### Сведения об авторах:

*Ван Жоши* — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний Казанского государственного медицинского университета; 420012, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Бутлерова, д. 49; e-mail: yalta60@mail.ru; ORCID 0000-0002-7497-2684;

*Ахтямов Ильдар Фуатович* — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний Казанского государственного медицинского университета; 420012, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Бутлерова, д. 49; e-mail: yalta60@mail.ru; ORCID 0000-0002-4910-8835;

*Зиатдинов Булат Гумарович* — кандидат медицинских наук, ассистент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний Казанского государственного медицинского университета; 420012, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Бутлерова, д. 49; e-mail: ziatdinov.b86@yandex.ru; ORCID 0000-0003-4003-4283;

*Файзрахманова Гульнара Мубараковна* — кандидат медицинских наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии экстремальных состояний Казанского государственного медицинского университета; 420012, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Бутлерова, д. 49; e-mail: fagumi69@mail.ru; ORCID 0000-0001-7538-7906.