

Научная статья

УДК 616.728.2-007.248-089.881-089.168

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2024-30-2-210-220>



## Оценка эффективности вариантов артродезирования голеностопного сустава

Ж. Ван<sup>1,2</sup>, И.Ф. Ахтямов<sup>2,3,✉</sup>, Ц. Цай<sup>1</sup>, Б.Г. Зиатдинов<sup>3</sup>, Е.С. Шигаев<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Центральная больница города Ухань, Ухань, Китай

<sup>2</sup> Казанский государственный медицинский университет, Казань, Россия

<sup>3</sup> Городская клиническая больница № 7, Казань, Россия

<sup>4</sup> Бурятский государственный университет, Улан-Удэ, Россия

**Автор, ответственный за переписку:** Ильдар Фуатович Ахтямов, [yalta60@mail.ru](mailto:yalta60@mail.ru)

### Аннотация

**Введение.** Методы лечения поздних стадий артроза голеностопного сустава разнообразны, но, несмотря на большое значение в клинической практике вопроса об оценке долгосрочных результатов различных методов фиксации, он до сих пор не изучен.

**Цель работы** — сравнить эффективность наиболее распространенных методов фиксации при артродезировании голеностопного сустава у пациентов на поздних стадиях остеоартроза.

**Материалы и методы.** Проведен анализ лечения методом артродезирования 82 пациентов с поздним артрозом голеностопного сустава в период с 2019 по 2023 г. в трех крупных медицинских учреждениях. Пациенты разделены на четыре группы в зависимости от метода хирургической фиксации костных фрагментов. Проведено 12-месячное наблюдение всех пациентов.

**Результаты.** После операции артродеза у большинства пациентов отмечено достоверное улучшение функции, снижение интенсивности боли. При сопоставлении эффективности различных методов хирургической фиксации установлено, что фиксация с помощью АВФ и штифта характеризуется меньшими объемами кровопотери, относительно короткой продолжительностью операции. При фиксации пластинами и винтами отмечены более высокие показатели по шкале AOFAS и VAS на 3-й месяц после операции. Однако к 12-му месяцу после операции различия по этим двум показателям были незначительными.

**Обсуждение.** Несмотря на различные осложнения, возникающие при артродезе голеностопного сустава, он остается эффективным для большинства пациентов. Аппарат Илизарова больше подходит для пациентов с неблагоприятным состоянием в зоне хирургического вмешательства. Выбор хирургического метода по-прежнему подчиняется принципу индивидуализации.

**Заключение.** Артродез голеностопного сустава является эффективным методом лечения поздних стадий остеоартроза голеностопного сустава. Каждый метод хирургической фиксации имеет свои преимущества и недостатки, но разница в долгосрочной эффективности незначительная.

**Ключевые слова:** артродез голеностопного сустава, аппарат внешней фиксации, винт, пластина, интрамедуллярный штифт, остеоартроз

**Для цитирования:** Ван Ж., Ахтямов И.Ф., Цай Ц., Зиатдинов Б.Г., Шигаев Е.С. Оценка эффективности вариантов артродезирования голеностопного сустава. *Гений ортопедии*. 2024;30(2):210-220. doi: 10.18019/1028-4427-2024-30-2-210-220. EDN: GALQIB.

## Original article

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2024-30-2-210-220>



## Evaluation of the effectiveness of ankle arthrodesis options

R. Wang<sup>1,2</sup>, I.F. Akhtiamov<sup>2,3✉</sup>, J. Cai<sup>1</sup>, B.G. Ziatdinov<sup>3</sup>, E.S. Shigaev<sup>4</sup>

<sup>1</sup> The Central Hospital of WuHan, WuHan, China

<sup>2</sup> Kazan State Medical University, Kazan, Russian Federation

<sup>3</sup> Kazan Clinical Hospital №7, Kazan, Russian Federation

<sup>4</sup> Buryat State University, Ulan-Ude, Russian Federation

**Corresponding author:** Ildar F. Akhtiamov, [yalta60@mail.ru](mailto:yalta60@mail.ru)

### Abstract

**Introduction** Treatment methods for late stages of ankle osteoarthritis are varied, but the issue of assessing the long-term results of various fixation methods has not yet been studied, and this issue is of great importance in clinical practice.

**Purpose** To compare the effectiveness of the fixation methods commonly used for ankle arthrodesis in patients with advanced ankle osteoarthritis.

**Materials and methods** Eighty-two patients with advanced ankle osteoarthritis were treated with ankle fusion between 2019 and 2023 at three major medical institutions. All patients underwent 12-month follow-ups. The patients were divided into four groups depending on the method of surgical fixation of bone fragments.

**Results** Most patients showed a significant improvement in the function and a decrease in pain intensity after the arthrodesis operation. The comparison of the effectiveness of various surgical fixation methods found that external apparatus screw fixation is characterized by lower blood loss and a relatively short duration of the operation. Plate and screw fixation resulted in higher AOFAS and VAS scores at 3 months postoperatively. However, by the 12<sup>th</sup> month after surgery, the differences in these two indicators were insignificant.

**Discussion** Despite the various complications that occur in ankle arthrodesis, it remains effective for most patients. Among them, the Ilizarov apparatus is more suitable for patients with compromised conditions in the surgical area. Each method of surgical fixation has its own advantages and shortcomings, but the difference in long-term effectiveness is small.

**Conclusion** Ankle arthrodesis is an effective treatment for advanced ankle osteoarthritis. The choice of surgical method is still subject to the principle of individual approach.

**Keywords:** ankle arthrodesis, apparatus of external fixation, screw, plate, intramedullary nail, osteoarthritis

**For citation:** Wang R, Akhtiamov IF, Cai J, Ziatdinov BG, Shigaev ES. Evaluation of the effectiveness of ankle arthrodesis options. *Genij Ortopedii*. 2024;30(2):210-220. doi: 10.18019/1028-4427-2024-30-2-210-220

## ВВЕДЕНИЕ

Остеоартрозом (ОА) страдает 7 % населения земного шара, что составляет более 500 млн. человек [1, 2]. В свою очередь, ОА голеностопного сустава составляет до 1 % [3–5], а классифицировать его можно на первичный и вторичный, в зависимости от этиологии первичной патологии. К причинам вторичного остеоартроза голеностопного сустава (ГСС) относятся травма, ревматоидный артрит, остеонекроз таранной кости, неудачные хирургические вмешательства, анатомическая деформация и т.п. [6, 7], причем посттравматический остеоартроз является наиболее частой причиной развития патологии, его доля составляет до 78 % [8, 9].

Лечение поздних стадий остеоартроза базируется, в основном, на эндопротезировании или артрорезировании ГСС [5, 10–12].

Протезирование ГСС еще не получило широкого распространения [13], хотя его применение в количественном выражении растет с годами [13, 14]. В отличие от этого, артрорезирование ГСС с момента его разработки в 1879 г. и до настоящего времени считается «золотым стандартом» лечения поздних стадий ОА [9, 11, 12, 15, 16].

Несмотря на то, что артрорез ГСС является достаточно хорошо зарекомендовавшим себя в практике, ученые и клиницисты до сих пор сталкиваются с многочисленными проблемами. Например, вызывает споры оптимальный метод фиксации при данном виде операций [3, 11, 16–18].

На сегодня разработано более 40 хирургических методов формирования артрореза [11, 15, 16]. Наиболее распространенные из них классифицируются по типу хирургической фиксации, которая включает внешнюю и внутреннюю (винтами, спицами, пластинами или интрамедуллярными штифтами) [8–11, 16, 17, 19].

У авторского коллектива появились возможность и потребность с помощью многоцентрового открытого проспективного когортного исследования сравнить эффективность четырех наиболее распространенных способов фиксации.

**Цель работы** — сравнить эффективность наиболее распространенных методов фиксации при артрорезировании голеностопного сустава у пациентов на поздних стадиях остеоартроза.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование одобрено региональным комитетом по этике, от всех участвующих пациентов получено информированное согласие.

В исследование включены 82 пациента (34 мужчины и 48 женщин, возраст  $55,57 \pm 11,85$  года) с поздними стадиями остеоартроза ГСС, которым выполнен артрорез в трех крупных медицинских учреждениях Уханя (Китай) и Казани (Россия) в период с 2019 по 2023 гг.

Пациенты разделены на четыре группы по способу фиксации костных элементов при формировании артрореза ГСС:

- группа аппарата внешней фиксации (АВФ): 21 пациент (9 мужчин и 12 женщин, возраст  $59,05 \pm 5,93$  года), выполнен артрорез ГСС с помощью аппарата Илизарова (АВФ);
- группа винтовой фиксации (ВФ): 23 пациента (8 мужчин и 15 женщин, возраст  $54,22 \pm 10,30$  года), выполнен артрорез ГСС с ВФ;
- группа фиксации пластиной (ПФ): 20 пациентов (9 мужчин и 11 женщин, возраст  $55,10 \pm 15,76$  года), выполнен артрорез ГСС с ПФ;
- группа интрамедуллярных штифтов (ИМШ): 18 пациентов (8 мужчин и 10 женщин, возраст  $53,78 \pm 13,83$  года), выполнен артрорез ГСС с помощью ИМШ.

Необходимо особенно отметить, что в группе АВФ отобрано 11 пациентов с ревматоидным артритом, 3 — с подагрическим артритом и 1 — с постинфекционным остеоартрозом. Данные категории часто считаются непригодными для других видов фиксации, кроме АВФ, вследствие неблагоприятного состояния кожи или кости в зоне хирургического вмешательства [4, 11, 17].

При сравнении основных данных групп пациентов (пол, таргетная конечность, возраст, ИМТ, стадия остеоартроза) разница была незначительной (табл. 1).

Таблица 1

Сравнение базовых данных о пациентах

Характеристики		Группа АВФ (n = 21)	Группа ВФ (n = 23)	Группа ПФ (n = 20)	Группа ИМШ (n = 18)	p
Возраст		59,05 ± 5,93	54,22 ± 10,30	55,10 ± 15,76	53,78 ± 13,83	0,47
ИМТ		26,73 ± 3,05	24,77 ± 3,61	25,68 ± 3,10	26,09 ± 4,76	0,35
Мужчины	абс.	9	8	9	8	0,89
	%	43	35	45	44	
Женщины	абс.	12	15	11	10	
	%	57	65	55	56	
Таргетная конечность левая	абс.	8	11	11	8	0,75
	%	38	48	55	44	
Таргетная конечность правая	абс.	13	12	9	10	
	%	62	52	45	56	
Стадия остеоартроза IIIb	абс.	9	14	14	11	0,35
	%	43	61	70	61	
Стадия остеоартроза IV	абс.	12	9	6	7	
	%	57	39	30	39	

### Хирургические технологии

Выбор хирургического подхода и метода фиксации зависит от стадии ОА ГСС, степени деформации, а также от личных предпочтений хирурга.

В случае, когда поражение было сосредоточено в большеберцово-таранном суставе, медиальная лодыжка не вовлечена в патологический процесс или поражение было легким, а состояние кожи на латеральной лодыжке и общая соосность ГСС оценены как удовлетворительные, применяли латеральный доступ. Производили продольный разрез 10–15 см по проекции латеральной лодыжки, её вершины, на 2 см ниже.

Передний доступ использовали в случаях, когда хирургическое лечение требовало доступа как к медиальной, так и к латеральной лодыжке. Он проходил между сухожилием передней большеберцовой мышцы и разгибателем большого пальца.

При неблагоприятном состоянии кожи передней поверхности ГСС выбирали парный доступ: латеральный доступ + небольшой медиальный разрез. Первый разрез проходит между длинным разгибателем первого пальца и сухожилием передней большеберцовой мышцы, второй — между сухожилиями малоберцовой мышцы или длинным разгибателем пальцев.

Остеотомию малоберцовой кости применяли при латеральном подходе и в случаях, когда репозиция таранной кости затруднена, малоберцовую кость пересекали на 6–7 см выше ГСС, чтобы обнажить его латеральную поверхность и подготовить к проведению костной пластики.

В ходе операции удаляли периартикулярные рубцы, оссификаты, остатки хряща с суставных поверхностей, а также проводили корригирующие остеотомии на суставных поверхностях дистального отдела большеберцовой кости и верхней части таранной кости. Выравнивали поверхности и заполняли костной крошкой. После этого ГСС фиксировали с помощью соответствующего устройства: АВФ Илизарова, 2–3 канюлированных винтов диаметром 3,5 мм, передней или латеральной фиксирующей пластины или ретроградно введенного ИМШ HAN.

Важнейшим элементом формирования артродеза ГСС при неблагоприятном состоянии кожных покровов и костной ткани, при наличии признаков инфекции являлось применение аппарата Г.А. Илизарова. Возможность внеочагового воздействия на срастание костных фрагментов ставит АВФ в альтернативные условия, но и значительно влияет на исход стабилизирующей операции в области ГСС, что мы и наблюдали в итоге исследования.

В послеоперационном периоде у пациентов для иммобилизации ГСС использовали укороченную трубчатую гипсовую повязку на голень и стопу.

Всем пациентам рекомендовано использовать костыли и избегать нагрузки на таргетную конечность в течение 5 нед. после операции. Ограниченную нагрузку начинали с 6 нед., постепенно переходили к полной нагрузке через 3–6 мес. В течение этого периода гипс меняли через каждые 3 мес.

**Наблюдение пациентов**

Всем пациентам проводили пред- и послеоперационный специализированный осмотр, оценивали функцию пораженной конечности и болевые ощущения по шкалам American Society of Foot and Ankle Surgeons Scoring System (AOFAS) и Visual Analogue Pain Score (VAS) [20]. Для оценки степени предоперационного состояния ГСС и послеоперационного сращения костей использовали рентгенологические исследования. Также регистрировали послеоперационные осложнения.

**Статистические методы обработки материала**

Данные исследований анализировали с помощью программы SPSS 26.0. Параметры измерений представляли в виде ( $\bar{X} \pm S$ ), для сравнения между группами использовали парный t-тест. Данные подсчета выражали в виде частоты или процента, использовался тест  $\chi^2$ . Дисперсионный анализ проводили с повторными измерениями для непрерывных переменных. При  $p < 0,05$  результаты считали статистически значимыми.

**РЕЗУЛЬТАТЫ**

Результаты четырёх различных методов фиксации на разных сроках после операции представлены на рисунках 1–4.

**Клинический случай 1.** Пациент 60 лет поступил в отделение с ревматоидным артритом IV стадии левого ГСС. Проведен артродез левого ГСС с фиксацией аппаратом Илизарова. Рентгенограммы до операции, в процессе фиксации и через 3 мес. после операции представлены на рисунке 1.

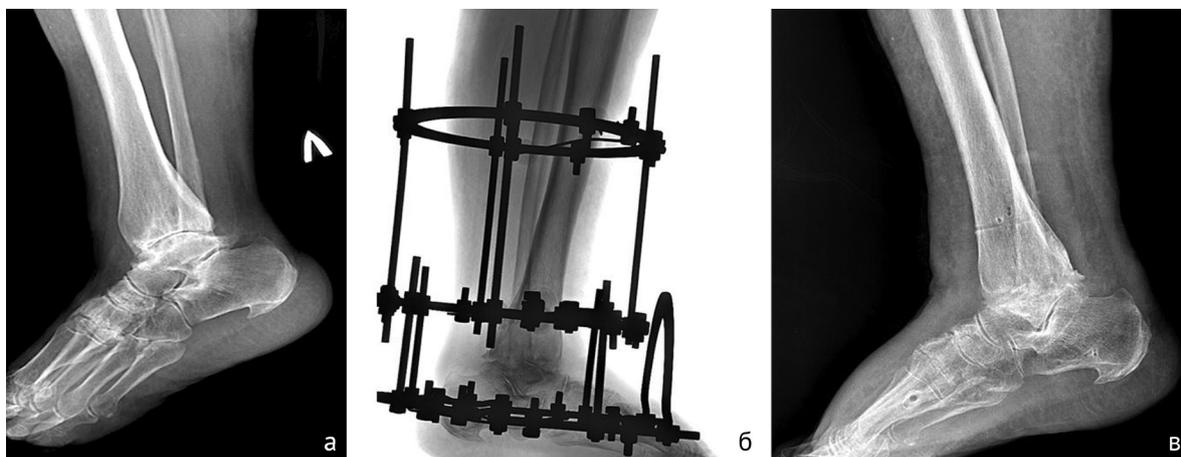


Рис. 1. Рентгенограммы левого ГСС пациента 60 лет (в боковой проекции). Динамика процесса артродезирования с внешней фиксацией аппаратом Илизарова: а — до операции; б — 1-й день после операции; в — 3-й месяц после операции

**Клинический случай 2.** Пациентке 58 лет с посттравматическим ОА левого ГСС IV стадии выполнен артродез этого сустава с фиксацией винтами. Рентгенограммы до операции, в процессе лечения и через 3 мес. после операции представлены на рисунке 2.

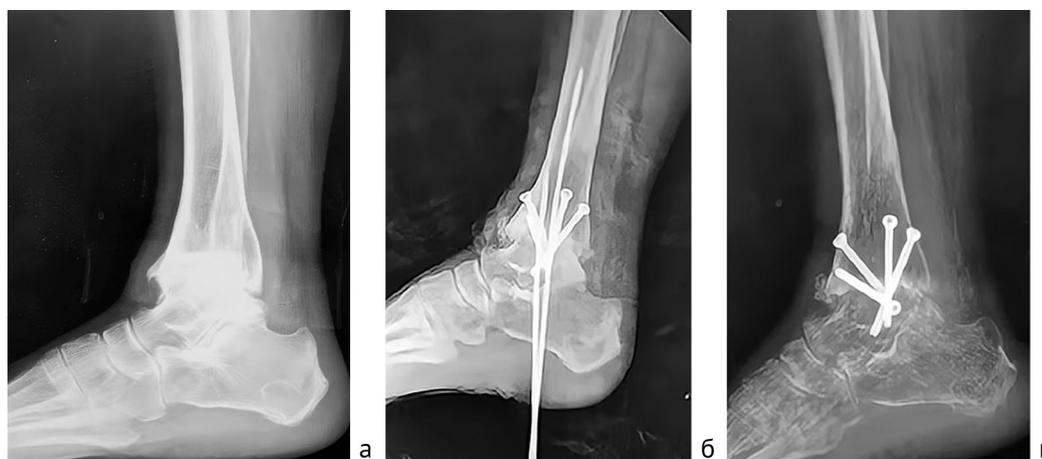


Рис. 2. Рентгенограммы левого голеностопного сустава пациентки 58 лет (в боковой проекции). Динамика процесса артродезирования с фиксацией внутрикостными канюлированными винтами: а — до операции; б — 1-й день после операции; в — 3-й месяц после операции

**Клинический случай 3.** Пациент 45 лет поступил в отделение с посттравматическим ОА правого ГСС IIIb стадии. Выполнен артродез ГСС с фиксацией пластинами. Рентгенограммы до операции, через 6 мес. и 12 мес. после операции представлены на рисунке 3.

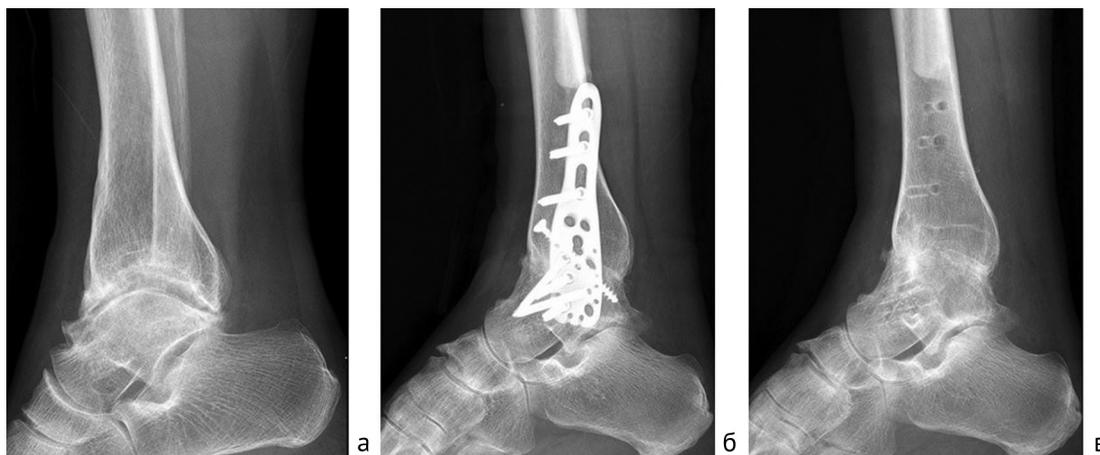


Рис. 3. Рентгенограммы правого голеностопного сустава в боковой проекции пациента 45 лет. Динамика процесса артродезирования с фиксацией наkostной пластиной и винтами: а — до операции; б — 6-й месяц после операции; в — 12-й месяц после операции

**Клинический случай 4.** Пациент 58 лет поступил с посттравматическим ОА правого ГСС IV стадии. Выполнен артродез ГСС с фиксацией ИМШ. Рентгенограммы до операции, через три дня и через 3 месяца после операции представлены на рисунке 4.

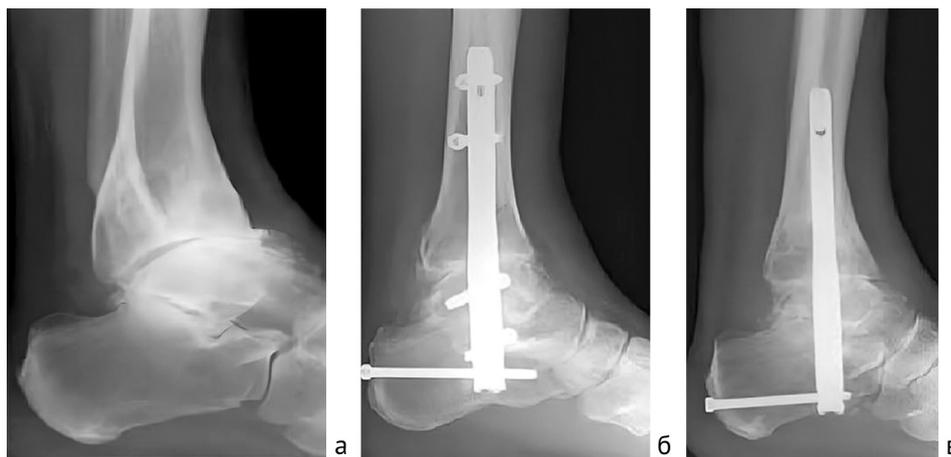


Рис. 4. Рентгенограммы правого голеностопного сустава в боковой проекции пациента 58 лет. Динамика процесса артродезирования с внутренней фиксацией ретроградным блокируемым штифтом: а — до операции; б — 3-й день после операции; в — 3-й месяц после операции

В результате было установлено, что достоверной разницы в объеме интраоперационной кровопотери между группами АВФ и ИМШ не было. Аналогично, не было значительной разницы по данному показателю между группами ВФ и ПФ. Однако интраоперационная кровопотеря при первых двух методах фиксации была достоверно меньше, чем при двух последних (табл. 2; рис. 5).

Таблица 2

Оценка различий объема интраоперационной кровопотери в группах пациентов с различными вариантами фиксации костных фрагментов при артродезе

Метод хирургической фиксации	Объем кровопотери (мл)	
Группа АВФ ( $n = 21$ )	$118,81 \pm 10,36$	
Группа ВФ ( $n = 23$ )	$125,65 \pm 5,90$	
Группа ПФ ( $n = 20$ )	$130,50 \pm 10,38$	
Группа ИМШ ( $n = 18$ )	$115,56 \pm 8,73$	
$p$	$0,25$	$0,09$

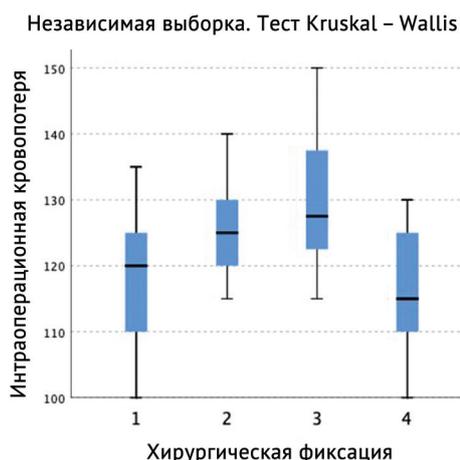


Рис. 5. Различия в объеме интраоперационной кровопотери в группах пациентов с различными вариантами фиксации костных фрагментов при артродезе: 1 – группа АВФ; 2 – группа ВФ; 3 – группа ПФ; 4 – группа ИМШ

При сравнительном анализе продолжительности операции не было выявлено различий между группами АВФ и ИМШ. Аналогично, не было значительной разницы в продолжительности операции между группами ВФ и ПФ. Однако при применении первых двух типов фиксации продолжительность операции была значительно меньше, чем при двух последних (табл. 3; рис. 6).

Таблица 3

Оценка различий длительности операции в группах пациентов с различными вариантами фиксации костных фрагментов при артродезе

Метод хирургической фиксации	Длительность операции (мин.)	
Группа АВФ (n = 21)	145,24 ± 9,15	
Группа ВФ (n = 23)		153,26 ± 11,04
Группа ПФ (n = 20)		154,25 ± 13,89
Группа ИМШ (n = 18)	142,50 ± 9,59	
p	0,43	0,78

Примечание: достоверность различий между группами оценивалась с помощью теста Стьюдента – Ньюмена – Кейлса

Сравнительный анализ динамики функционального состояния пораженной конечности в группах пациентов после артродеза выявил, что через 3 мес. после операции наблюдали значительную разницу между оценками по шкале AOFAS. При этом максимальный балл зафиксирован в группе ПФ (68,95 ± 3,44), минимальный – при внешней фиксации с помощью аппарата Илизарова (62,67 ± 1,32) (табл. 4).

Через 6 мес. после операции не выявлено значительной разницы между средним баллом по шкале AOFAS в группах АВФ и ИМШ (p = 0,67). Аналогично, оценки по шкале AOFAS между группами ВФ и ПФ значимо не различались (p = 0,45). Однако средний балл по шкале AOFAS в группах ВФ и ПФ был значительно выше, чем в группах АВФ и ИМШ (p < 0,05) (табл. 4).

Таблица 4

Сопоставление среднего балла по шкале AOFAS в группах пациентов с артродезом после операции

Метод хирургической фиксации	Средний балл по шкале AOFAS после операции		
	через 3 мес.	через 6 мес.	через 12 мес.
Группа АВФ (n = 21)	62,67 ± 1,32	73,48 ± 5,48	77,62 ± 6,74
Группа ВФ (n = 23)	66,57 ± 2,43	76,35 ± 3,42	79,91 ± 5,08
Группа ПФ (n = 20)	68,95 ± 3,44	77,30 ± 3,51	80,60 ± 3,73
Группа ИМШ (n = 18)	64,72 ± 1,32	72,94 ± 3,08	80,50 ± 3,26
p	1,00	0,67	0,45

Примечание: достоверность различий между группами оценивалась с помощью теста Стьюдента – Ньюмена – Кейлса.

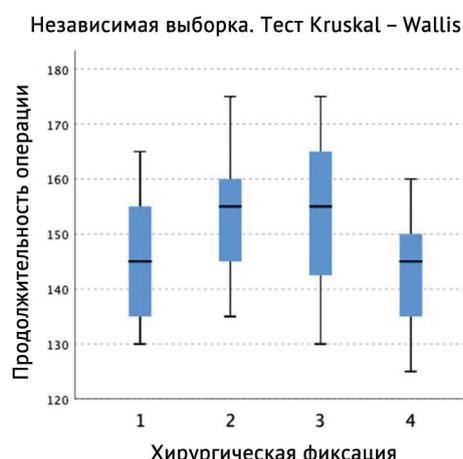


Рис. 6. Различия в длительности операции в группах пациентов с различными вариантами фиксации костных фрагментов при артродезе: 1 – группа АВФ; 2 – группа ВФ; 3 – группа ПФ; 4 – группа ИМШ

Анализ среднего балла по шкале AOFAS к завершению наблюдения не выявил различий между группами (табл. 4). Динамика данного показателя во всех группах была однонаправленной — в сторону увеличения среднего балла и улучшения функции пораженной конечности (рис. 7).

Сопоставление интенсивности болевых ощущений в прооперированном суставе через 3 мес. после вмешательства выявило отсутствие достоверных различий между средними баллами по ВАШ в группах ВФ, ПФ и ИМШ. Однако в группе АВФ средний балл был значительно выше, чем при трех других методах фиксации (табл. 5).

При повторной оценке интенсивности болевых ощущений через 6 мес. после операции получены аналогичные результаты (табл. 5).

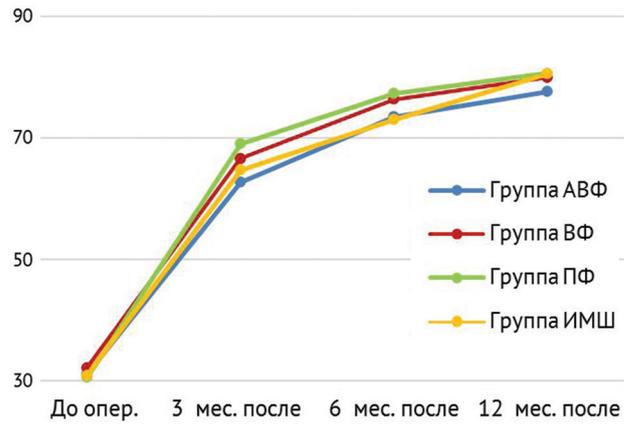


Рис. 7. Сопоставление динамики среднего балла по шкале AOFAS в группах пациентов с различными вариантами фиксации после артродеза

Таблица 5

Сопоставление среднего балла по шкале VAS в группах пациентов с артродезом после операции

Метод хирургической фиксации	Средний балл по шкале VAS после операции			
	через 3 мес.	через 6 мес.	через 12 мес.	
Группа АВФ (n = 21)	4,24 ± 0,83	3,43 ± 0,93	2,81 ± 1,08	
Группа ВФ (n = 23)		2,78 ± 0,85	2,61 ± 0,78	
Группа ПФ (n = 20)		2,65 ± 0,59	2,25 ± 0,55	
Группа ИМШ (n = 18)		2,78 ± 0,88	2,61 ± 0,85	
p	1,00	0,78	1,00	0,87

Примечание: достоверность различий между группами оценивалась с помощью теста Стьюдента – Ньюмена – Кейлса.

Однако при сравнительном анализе итоговой оценки болевых ощущений по ВАШ через год после операции не выявлено различий между группами (табл. 5; рис. 8).

Послеоперационный период в большинстве случаев протекал без осложнений. На диаграмме видно, что максимальная частота осложнений в послеоперационном периоде зафиксирована в группе ИМШ, а минимальная — при фиксации с помощью пластины (рис. 9). Однако эти различия не были статистически значимыми ( $p > 0,05$ ).

Послеоперационное сращение достигнуто у большинства пациентов вне зависимости от способа фиксации (рис. 10).

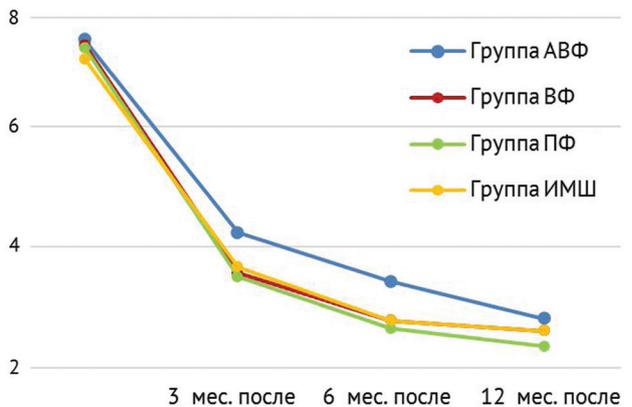


Рис. 8. Сопоставление динамики среднего балла по VAS в группах в зависимости от вариантов фиксации

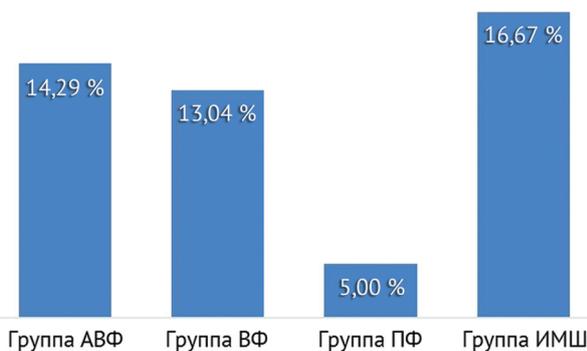


Рис. 9. Сопоставление частоты развития осложнений в зависимости от способа фиксации

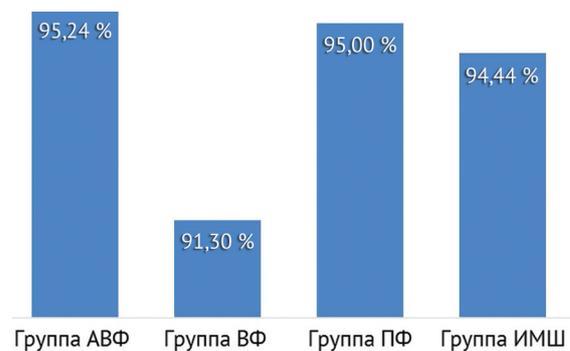


Рис. 10. Сопоставление частоты послеоперационного сращения в зависимости от способа фиксации

Как следует из данных диаграммы, чаще всего послеоперационное сращение регистрировали в группе АВФ, а реже — при фиксации с помощью винтов. Однако различия между группами не достигали уровня статистической достоверности.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Артродез ГСС — надежный метод лечения поздних стадий ОА ГСС, который эффективно снижает интенсивность боли и улучшает функцию пораженной конечности [4]. Успешность артрореза ГСС лежит в соблюдении нескольких ключевых принципов, включая адекватный костный контакт, межкостную компрессию и стабильность в области костного контакта [8, 13]. При этом показатель излечения составляет 85–100 % [9, 15].

В исследовании P. Morasiewicz et al. [17] отмечено, что интенсивность болевого синдрома при артрорезе ГСС с фиксацией аппаратом Илизарова ниже, чем при винтовой фиксации, что оценивали по шкале VAS. Однако A. Teramoto et al. [21] сообщили, что при артрорезе ГСС с винтовой фиксацией интраоперационное кровотечение и продолжительность операции были ниже, чем при фиксации аппаратом Илизарова.

С точки зрения послеоперационных осложнений наиболее частым является несращение, причем, по историческим данным, частота несращений достигает 40 % [22], но в современной литературе частота несращений приближается к 10 % [15, 23].

В традиционном понимании ВФ считается более предпочтительной методикой вследствие удобства ее применения и высокой частоты сращения [24]. Более поздние исследования показали благоприятные показатели сращения при ВФ — от 91 до 100 % [8]. Однако нет гарантии его пригодности для пациентов с остеопорозом [25].

С другой стороны, некоторые авторы отмечают, что ПФ обладает высокой стабильностью и жесткостью [26]. В одном из последних исследований была отмечена частота сращения артрореза с ПФ до 97,6 % [19, 27]. Вместе с тем, в другом исследовании не было обнаружено значительной разницы в результатах между применением винтов и пластин при артрорезе ГСС [28].

В отличие от этого фиксация ИМШ имеет низкий технический порог и может быть быстро освоена хирургами, а частота сращений при ней составляет 71–95 % [6].

В данном исследовании общая частота сращений составила 93,90 % (77 случаев). Несмотря на то, что между группами имелась численная разница в частоте сращений, она не была статистически значимой.

Помимо несращения, иными осложнениями артрореза голеностопного сустава являются асептическое расшатывание, неправильное положение, инфекционные осложнения и повреждение нервов [12, 15].

Исследование К.А. Сливкова с соавт. показало, что у 28 % пациентов осложнения проявляются в течение трех недель после операции [29]. Ряд авторов утверждает, что лечение с помощью интрамедуллярных блокируемых штифтов является наиболее эффективным по сравнению с винтами и пластинами, имея при этом преимущество в виде высокой частоты сращения и низкой частоты осложнений. Однако метод требует рассверливания и может повысить вероятность инфицирования, тромбоэмболии легочной артерии и системного воспаления [6].

В нашем исследовании общая частота осложнений составила 12,20 % (10 случаев).

Преобладали послеоперационные инфекции области послеоперационной раны или мест выхода спиц — 4 (4,88 %) случая. Два из этих случаев пришлось на группу АВФ. Смена антисептика, обкалывание мест выхода спиц антибиотиком, ультрафиолетовое облучение позволили купировать осложнения без последствий для конечного результата лечения у одного пациента. Однако у другого пациента в результате артрорез не состоялся.

В случае фиксации блокируемым ретроградным ИМШ после глубокого инфицирования возникало расшатывание имплантата с последующим развитием послеоперационного несращения. Один из пациентов после фиксации канюлированными винтами перенёс многократные дебридментные операции с антибиотикотерапией. Попытки ревизий не привели к купированию инфекционного процесса, и артрорез не состоялся.

Основной причиной двух оставшихся случаев несращения костных элементов был излом имплантата, что отмечено в группах ВФ (одно наблюдение) и ПФ (один случай). Два относительно редких случая (2,4 %) послеоперационного повторного перелома (рефрактуры), возникшие после фиксации ИМШ, расценены как возможная связь с концентрацией напряжения.

К наиболее серьезным осложнениям мы отнесли венозные тромбозы, поскольку они могли закончиться фатально для пациента [30]. В данном исследовании 2 случая (2,4 %) этого осложнения наблюдали у пациентов в группах АВФ и ВФ.

Следует отметить, что пациенты в группе АВФ имели более неблагоприятное состояние по сравнению с другими группами, и среди них были пациенты с этиологией, вызывающей повреждение костной ткани или инфекцию. Однако послеоперационные результаты, как по частоте сращений, так и по частоте осложнений, достоверно не отличались от других групп. Это подтверждает положение, что АВФ обладает значительными преимуществами в преодолении вышеперечисленных сложностей.

Таким образом, у подавляющего большинства пациентов исходно отмечали неудовлетворительную функцию ГСС и хронические болевые ощущения средней и высокой интенсивности. После операции артродеза у большинства пациентов отмечали достоверное улучшение функции, снижение интенсивности боли, что свидетельствует об эффективности этого подхода к лечению ОА ГСС.

При сопоставлении эффективности различных методов хирургической фиксации установлено, что имеются как преимущества, так и недостатки. Фиксации с помощью АВФ и штифта характеризуются меньшими объемами кровопотери, относительно короткой продолжительностью операции. При использовании пластин и винтов быстрее происходит функциональное восстановление, эффективнее снижается интенсивность боли. В целом, разница в послеоперационных результатах при долгосрочном наблюдении была незначительной, и эффективность различных методов была схожей. Исходя из этого, мы считаем, что наиболее подходящий план хирургического лечения должен разрабатываться с учетом состояния пациента, включая его возраст, анамнез жизни, комплаентность пациента и т.д. и по принципу индивидуализации в сочетании с клиническим обследованием и визуализацией [4, 10].

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффективность артродеза ГСС при лечении поздних стадий ОА ГСС достаточно высока и позволяет значительно улучшить функцию пораженной конечности и уменьшить интенсивность боли в суставе.

Каждый метод фиксации имеет свои преимущества и недостатки, но по долгосрочной эффективности значительной разницы нет, поэтому при выборе оптимального хирургического метода для достижения искомого результата следует соблюдать принцип индивидуального подхода.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

**Финансирование.** Исследование не имело спонсорской поддержки.

**Этическая экспертиза.** Исследование было рассмотрено и одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО Казанский ГМУ Минздрава России (протокол № 1 от 02.03.2021 г.) и Локальным комитетом по этике Центральной больницы г. Ухань (протокол № 2835 от 15.01.2019 г.)

**Информированное согласие.** Все пациенты подписали форму информированного согласия.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Филимонова О.Г. Нейропатический компонент боли у больных остеоартритом. *РМЖ. Медицинское обозрение.* 2022;6(3):113-119. doi: 10.32364/2587-6821-2022-6-3-113-119
2. Лиля А.М., Алексеева Л.И., Таскина Е.А., Кашеварова Н.Г. Остеоартрит как междисциплинарная проблема: алгоритм лечения для терапевтов и врачей общей практики. *Современная ревматология.* 2021;15(5): 68-75. doi: 10.14412/1996-7012-2021-5-68-75
3. van den Heuvel SBM, Doorgakant A, Birnie MFN, et al. Open Ankle Arthrodesis: a Systematic Review of Approaches and Fixation Methods. *Foot Ankle Surg.* 2021;27(3):339-347. doi: 10.1016/j.fas.2020.12.011
4. Wang R, Wu J, Akhtyamov I, et al. A network meta-analysis of the efficacy of arthrodesis with various fixation methods in the treatment of advanced ankle osteoarthritis. *Injury.* 2023;54(7): 110794. doi: 10.1016/j.injury.2023.05.025
5. Herrera-Pérez M, Valderrabano V, Godoy-Santos AL, et al. Ankle osteoarthritis: comprehensive review and treatment algorithm proposal. *EFORT Open Rev.* 2022;7(7):448-459. doi: 10.1530/EOR-21-0117
6. Savaş T, Karsli B, Kurt V, Yavuz Savaş N. A Single-Center Comparative Study: Outcome Analysis of Fixation Techniques for Tibiotalocalcaneal Arthrodesis. *Cureus.* 2023;15(9):e45308. doi: 10.7759/cureus.45308
7. Алексеева Л.И., Таскина Е.А., Кашеварова Н.Г. Остеоартрит: эпидемиология, классификация, факторы риска и прогрессирования, клиника, диагностика, лечение. *Современная ревматология.* 2019;13(2): 9-21. doi: 10.14412/1996-7012-2019-2-9-21
8. van den Heuvel SBM, Penning D, Schepers T. Open Ankle Arthrodesis: A Retrospective Analysis Comparing Different Fixation Methods. *J Foot Ankle Surg.* 2022;61(2):233-238. doi: 10.1053/j.jfas.2021.07.012
9. Хоминец В.В., Михайлов С.В., Жумагазиев С.Е. и др. Артродезирование голеностопного сустава с использованием трех спонгиозных винтов. *Травматология и ортопедия России.* 2018;24(2):117-126. doi: 10.17816/2311-2905-1989
10. Ван Ж., Ахтямов И.Ф., Зиатдинов Б.Г, Файзрахманова Г.М. Артродез голеностопного сустава: реалии и перспективы на фоне новых технологий. *Обзор литературы. Вестник восстановительной медицины.* 2022;21(2): 115-126. doi: 10.38025/2078-1962-2022-21-2-115-126

11. Yadkikar SV, Yadkikar V, Prasad RK, et al. Arthrodesis with the Ilizarov ring fixator for severe ankle arthritis. *Genij Ortopedii*. 2023;29(4):362-367. doi: 10.18019/1028-4427-2023-29-4-362-367
12. Maffulli N, Longo U G, Locher J, et al. Outcome of ankle arthrodesis and ankle prosthesis: a review of the current status. *Br Med Bull*. 2017;124(1):91-112. doi: 10.1093/bmb/ldx042
13. Котельников Г.П., Иванов В.В., Николаенко А.Н. и др. Эндопротезирование голеностопного сустава. *Гений ортопедии*. 2021;27(5):645-657. doi: 10.18019/1028-4427-2021-27-5-645-657
14. Кузнецов В.В., Тамоев С.К., Оснач С.А. и др. Эндопротезирование при лечении пациентов с аваскулярным остеонекрозом таранной кости: обзор литературы. *Гений ортопедии*. 2023;29(3):329-340. doi: 10.18019/1028-4427-2023-29-3-329-340
15. DeVries JG, Scharer BM. The Ankle Joint: Updates on Ankle Fusion Approaches and Fixation. *Clin Podiatr Med Surg*. 2023;40(4):681-701. doi: 10.1016/j.cpm.2023.05.010
16. Фомичев В.А., Сорокин Е.П., Чугаев Д.В. и др. Артродезирование голеностопного сустава как оптимальная хирургическая опция при лечении пациентов с деформирующим артрозом голеностопного сустава терминальной стадии (обзор литературы). *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2019;4(38):18-26. doi: 10.17238/issn2226-2016.2019.4.18-26
17. Morasiewicz P, Dejneka M, Orzechowski W, et al. Clinical evaluation of ankle arthrodesis with Ilizarov fixation and internal fixation. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019 Apr 11;20(1):167. doi: 10.1186/s12891-019-2524-1
18. Лебедев А.А., Солдатов Ю.П. Результаты применения различных способов артродеза голеностопного сустава у больных остеоартритом. *Уральский медицинский журнал*. 2022;21(2):13-18. doi: 10.52420/2071-5943-2022-21-2-13-18
19. Berlet GC, Prissel MA, Zulauf EE, et al. Ankle Fusion Outcomes Utilizing Anterior Ankle Plating Techniques: A Systematic Review. *Foot Ankle Orthop*. 2022;7(1):2473011421S00110. doi: 10.1177/2473011421S00110
20. Bai Z, Yang Y, Chen S, et al. Clinical effectiveness of arthroscopic vs open ankle arthrodesis for advanced ankle arthritis: A systematic review and meta-analysis. *Medicine* (Baltimore). 2021;100(10):e24998. doi: 10.1097/MD.00000000000024998
21. Teramoto A, Nozaka K, Kamiya T, et al. Screw Internal Fixation and Ilizarov External Fixation: A Comparison of Outcomes in Ankle Arthrodesis. *J Foot Ankle Surg*. 2020;59(2):343-346. doi: 10.1053/j.jfas.2019.09.012
22. Frey C, Halikus NM, Vu-Rose T, Ebramzadeh E. A review of ankle arthrodesis: predisposing factors to nonunion. *Foot Ankle Int*. 1994;15(11):581-4. doi: 10.1177/107110079401501102
23. Yasui Y, Hannon CP, Seow D, Kennedy JG. Ankle arthrodesis: A systematic approach and review of the literature. *World J Orthop*. 2016;7(11):700-708. doi: 10.5312/wjo.v7.i11.700
24. Rabinovich RV, Haleem AM, Rozbruch SR. Complex ankle arthrodesis: Review of the literature. *World J Orthop*. 2015;6(8):602-13. doi: 10.5312/wjo.v6.i8.602
25. Norvell DC, Ledoux WR, Shofer JB, et al. Effectiveness and Safety of Ankle Arthrodesis Versus Arthroplasty: A Prospective Multicenter Study. *J Bone Joint Surg Am*. 2019;101(16):1485-1494. doi: 10.2106/JBJS.18.01257
26. Betz MM, Benninger EE, Favre PP, et al. Primary stability and stiffness in ankle arthrodesis-crossed screws versus anterior plating. *Foot Ankle Surg*. 2013;19(3):168-72. doi: 10.1016/j.fas.2013.04.006
27. Kusnezov N, Dunn JC, Koehler LR, Orr JD. Anatomically Contoured Anterior Plating for Isolated Tibiotalar Arthrodesis: A Systematic Review. *Foot Ankle Spec*. 2017;10(4):352-358. doi: 10.1177/1938640017700974
28. Kim J B, Lee B J, Jung D, et al. Comparing outcomes of the ankle arthrodesis by using two different materials via a transfibular approach. *Acta Orthop Bras*. 2020;28(2):55-59. doi:10.1590/1413-785220202802223986
29. Сливков К.А., Брижань Л.К., Давыдов Д.В. и др. Хирургические осложнения после артродеза голеностопного сустава. *Медицинский совет*. 2013;(4-2):96-99. doi: 10.21518/2079-701X-2013-4-2-96-99
30. Божкова С.А., Тихилов Р.М., Андрияшкин В.В. и др. Профилактика, диагностика и лечение тромбозомболических осложнений в травматологии и ортопедии: методические рекомендации. *Травматология и ортопедия России*. 2022;28(3):136-166. doi: 10.17816/2311-2905-1993

Статья поступила 14.11.2023; одобрена после рецензирования 04.12.2023; принята к публикации 24.02.2024.

The article was submitted 14.11.2023; approved after reviewing 04.12.2023; accepted for publication 24.02.2024.

#### Информация об авторах:

Жоши Ван — врач травматолог-ортопед, аспирант кафедры, wangruoshi@mail.ru.

Ильдар Фуатович Ахтямов — доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой, yalta60@mail.ru.

Цзюнь Цай — заведующий отделением.

Буллат Гумарович Зиятдинов — кандидат медицинских наук, врач травматолог-ортопед.

Евгений Станиславович Шигаев — кандидат медицинских наук, ассистент.

#### Information about the authors:

Ruoshi Wang — PhD Student, wangruoshi@mail.ru;

Ildar F. Akhtiamov — Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Department, yalta60@mail.ru;

Jun Cai — Chief Department;

Bulat G. Ziatdinov — Candidate of Medical Sciences, traumatologist-orthopedist;

Evgenii S. Schigaev — Candidate of Medical Sciences, assistant.

#### Вклад авторов:

Ван Ж. — формальный анализ, исследование, обработка данных, написание (первоначальный вариант), визуализация. Ахтямов И.Ф. — концептуализация, методология, контроль, управление проектом, написание (рецензирование и редактирование).

Цай Ц. — исследование, обработка данных.

Зиятдинов Б.Г. — исследование, обработка данных.

Шигаев Е.С. — исследование, обработка данных.