

ПАРАМЕТРЫ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ ПОВРЕЖДЁННОГО СЕГМЕНТА НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПОСЛЕ ЛЕЧЕНИЯ ДИАФИЗАРНЫХ ПЕРЕЛОМОВ С ПОМОЩЬЮ БЛОКИРУЕМОГО ИНТРАМЕДУЛЛЯРНОГО ГВОЗДЯ

Плахов А.И.¹,
Корытов Л.И.¹,
Виноградов В.Г.¹,
Даренская М.А.^{1,2},
Макаров С.В.¹

¹ ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет»

Минздрава России (664003, г. Иркутск,

ул. Красного Восстания, 1, Россия)

² ФГБНУ «Научный центр проблем

здоровья семьи и репродукции

человека» (664003, г. Иркутск,

ул. Тимирязева, 16, Россия)

Автор, ответственный за переписку:

Плахов Алексей Игоревич,

e-mail: vasahplah@yandex.ru

РЕЗЮМЕ

Обоснование. При глубоком анализе научных трудов учёных и практикующих врачей можно прийти к выводу, что блокируемый интрамедуллярный остеосинтез является оптимальным и наиболее эффективным методом лечения закрытых диафизарных переломов костей голени, что обусловлено высокой стабильностью остеосинтеза и минимальным повреждением мягких тканей при операции. До сих пор остаются не изученными процессы изменения микроциркуляции в раннем послеоперационном периоде различными металлоконструкциями, в том числе и блокируемым интрамедуллярным гвоздём. В частности, недостаточно сведений об использовании блокируемого интрамедуллярного гвоздя.

Цель исследования. Выявить особенности изменений показателей микроциркуляции травмированных костей голени при фиксации фрагментов блокируемым интрамедуллярным гвоздём в раннем послеоперационном периоде.

Материалы и методы. У 25 пациентов с помощью лазерной доплеровской флоуметрии проведено исследование микроциркуляции сегмента нижней конечности. В качестве группы сравнения использовались данные 25 здоровых добровольцев.

Результаты. Установлено, что в раннем послеоперационном периоде, с 1-х по 10-е сутки, у пациентов с диафизарным переломами костей голени, прооперированных металлостеосинтезом блокируемым интрамедуллярным гвоздём, происходит уменьшение сердечного диапазона, увеличение доли шунтового компонента микроциркуляции по сравнению с нутритивной долей, а также увеличение больше 1 отношения амплитуды сердечного и дыхательного диапазона, что свидетельствует о местном нарушении кровообращения по типу ишемии. Компенсация ишемии осуществляется за счёт анастомозов, так как показатель шунтирования увеличен.

Заключение. При оперативном лечении блокируемым интрамедуллярным остеосинтезом в раннем послеоперационном периоде развивается нарушение местного кровообращения по ишемическому типу с компенсацией. Процесс регенерации протекает в условиях сниженного артериального кровотока микроциркуляции и стабильного венозного оттока, а также включения анастомозов для компенсации разрушенных сосудов, что связано с повреждением гвоздём внутреннего кровотока эндоста кости и внутрикостной питательной артерии в ходе операции.

Ключевые слова: микроциркуляция, лазерная доплеровская флоуметрия, диафизарный перелом голени, блокируемый интрамедуллярный остеосинтез

Статья поступила: 13.12.2022

Статья принята: 18.10.2023

Статья опубликована: 05.12.2023

Для цитирования: Плахов А.И., Корытов Л.И., Виноградов В.Г., Даренская М.А., Макаров С.В. Параметры микроциркуляции повреждённого сегмента нижних конечностей после лечения диафизарных переломов с помощью блокируемого интрамедуллярного гвоздя. *Acta biomedica scientifica*. 2023; 8(5): 144-149. doi: 10.29413/ABS.2023-8.5.15

MICROCIRCULATION PARAMETERS OF THE DAMAGED SEGMENT OF THE LOWER EXTREMITY AFTER TREATMENT OF DIAPHYSEAL FRACTURES USING A LOCKED INTRAMEDULLARY NAIL

Plakhov A.I.¹,
Korytov L.I.¹,
Vinogradov V.G.¹,
Darenskaya M.A.^{1,2},
Makarov S.V.¹

¹ Irkutsk State Medical University
(KrasnogoVosstaniya str. 1, Irkutsk 664003,
Russian Federation)

² Scientific Centre for Family Health
and Human Reproduction Problems
(Timiryazeva str. 16, Irkutsk 664003,
Russian Federation)

Corresponding author:
Alexey I. Plakhov,
e-mail: vasahplah@yandex.ru

ABSTRACT

Background. An in-depth analysis of the scientific works of scientists and medical practitioners allows us to conclude that locked nail intramedullary osteosynthesis is the optimal and the most effective method of treating closed diaphyseal fractures of the lower leg bones, which is caused by the high stability of osteosynthesis and minimal damage to soft tissues during surgery. The processes of microcirculation changes in the early postoperative period by various metal structures, including a locked intramedullary nail, still remain unexplored. In particular, there is insufficient data on the use of a locked intramedullary nail.

The aim of the study. To identify the features of changes in microcirculation indices of injured lower leg bones during fixation of fragments with a locked intramedullary nail in the early postoperative period.

Materials and methods. The microcirculation of the lower limb segment was studied in 25 patients using laser Doppler flowmetry. Data from 25 healthy volunteers were used as a comparison group.

Results. It was found that in the early postoperative period, from day 1 to day 10, in patients with diaphyseal fractures of the lower leg bones operated with locked nail intramedullary osteosynthesis, there is a decrease in the cardiac range, an increase in the share of the shunt component of microcirculation compared to the nutritional share, as well as an increase in more than 1 ratio of the cardiac and respiratory range amplitude, which indicates an ischemia type of local circulatory disorder. Compensation of ischemia is done by anastomoses, since the bypass rate is increased.

Conclusion. In case of surgical treatment with locked nail intramedullary osteosynthesis, in the early postoperative period, an ischemic type of compensated local circulatory disorder develops. The regeneration process takes place under conditions of reduced arterial microcirculation blood flow and stable venous outflow, as well as the inclusion of anastomoses to compensate for destroyed vessels, which is associated with nail damage to the internal blood flow of the bone endosteum and intraosseous nutrient artery during the surgery.

Key words: microcirculation, laser Doppler flowmetry, diaphyseal fracture of the lower leg bone, locked nail intramedullary osteosynthesis

Received: 13.12.2022
Accepted: 18.10.2023
Published: 05.12.2023

For citation: Plakhov A.I., Korytov L.I., Vinogradov V.G., Darenskaya M.A., Makarov S.V. Microcirculation parameters of the damaged segment of the lower extremity after treatment of diaphyseal fractures using a locked intramedullary nail. *Acta biomedica scientifica*. 2023; 8(5): 144-149. doi: 10.29413/ABS.2023-8.5.15

ВВЕДЕНИЕ

Установлено, что в структуре переломов костей всех локализаций преобладающее место занимают переломы костей голени (от 20 % до 37,3 %); также они составляют до 60 % от общего числа переломов длинных костей [1].

При глубоком анализе научных трудов учёных и практикующих врачей можно сделать закономерный вывод, что блокируемый интрамедуллярный остеосинтез (БИОС) является оптимальным и наиболее эффективным методом восстановления целостности костей при закрытых диафизарных переломах голени, что обусловлено высокой стабильностью остеосинтеза и минимальным повреждением мягких тканей при операции [1, 2]. Основополагающей причиной развития различного рода осложнений при лечении заболеваний травматологического характера является нарушение микроциркуляторных процессов в повреждённом сегменте конечности. Как известно, получение вышеуказанных повреждений мягких тканей возможно как при непосредственной травме, так и при оперативном вмешательстве; соответственно, чем серьёзнее объём оперативного вмешательства, тем более глубокие повреждения мягких тканей получает пациент. Коррекция нарушений местной микроциркуляции тканей в области поражённой конечности является обязательной, так как качественная гемодинамика является необходимой для восстановления жизнеспособности повреждённых тканей, их последующей регенерации и течения процессов воспаления [3, 4].

Следовательно, для эффективного восстановления после проведённой операции необходима объективная фиксация проявлений расстройств микроциркуляции, что позволит неинвазивно определить состояние локальных нарушений микроциркуляции тканей поражённой конечности [3, 4].

К уникальным высокочувствительным и неинвазивным методам, предоставляющим широкие диагностические возможности в исследовании нарушений микроциркуляции, относится лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ) [5]. По исследовательским данным отечественной и зарубежной литературы, метод ЛДФ позволяет достаточно точно определить различные звенья нарушений микроциркуляторного русла и довольно точно определить развитие патологических процессов в конечностях [6]. Однако до сих пор остаются неизученными процессы изменения микроциркуляции после оперативного лечения переломов костей конечностей в раннем послеоперационном периоде различными металлоконструкциями, в том числе и блокируемым интрамедуллярным гвоздём. В частности, недостаточно сведений об использовании метода оперативного лечения переломов костей голени в области диафиза с помощью блокируемого интрамедуллярного гвоздя, что и предопределило цель данного исследования.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выявить особенности изменений показателей микроциркуляции травмированных костей голени

при фиксации фрагментов блокируемым интрамедуллярным гвоздём в раннем послеоперационном периоде.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Данное исследование проводилось на базе ОГБУЗ «Иркутская городская клиническая больница № 3» (ОГБУЗ ИГКБ № 3) в 2014–2016 гг. Регистрировались и подвергались тщательному анализу данные, описывающие микроциркуляцию у основной группы пациентов в количестве 25 человек, находящихся на лечении в травматологическом стационаре. Группа для исследования была сформирована методом сплошной выборки. Критериями вхождения в группу являлись: нахождение в условиях травматологического стационара; возраст до 59 лет; первичная травма костей голени. Критерии исключения из исследования были описаны в предыдущей работе [6]. Обследуемые пациенты различались по степени тяжести травм (табл. 1). Всем пациентам с закрытыми диафизарными переломами костей голени при поступлении проводилось предварительное скелетное вытяжение. После дальнейшего обследования пациентам выполнялась операция, направленная на сопоставление отломков сломанной кости – закрытая репозиция с последующим внутрикостным металлоостеосинтезом блокируемым интрамедуллярным гвоздём. В процессе лечения у всей группы пациентов использовалась одинаковая традиционная лекарственная терапия, включающая дезагреганты, антибактериальные средства, а также локальная медикаментозная терапия и др. Также проводилась обработка и перевязка места оперативного доступа (табл. 1).

ТАБЛИЦА 1
РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ В СООТВЕТСТВИИ С ХАРАКТЕРОМ ПЕРЕЛОМОВ И ИХ ЛОКАЛИЗАЦИЕЙ (ПО КЛАССИФИКАЦИИ АО/ASIF)

TABLE 1
DISTRIBUTION OF PATIENTS ACCORDING TO THE LOCALIZATION AND CHARACTER OF FRACTURE (AO/ASIF CLASSIFICATION)

Количество пациентов	42A1	42A2	42B1	42C1	Итого
абс.	16	1	4	4	25
%	64 %	4 %	16 %	16 %	100 %

Пациенты с переломами диафиза большеберцовой кости по классификации АО/ASIF (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesfragen/Association for the Study of Internal Fixation) группы 42A1 (64 %) составили наибольшую группу исследуемых.

Группа клинического сравнения состояла из 25 здоровых добровольцев, статистически значимо сопоставимых по возрасту и полу.

Экспериментальное исследование значений показателя микроциркуляторного русла базировалось на использовании не инвазивного метода ЛДФ аппаратом ЛАКК-ОП (исполнение 2) (НПП «Лазма», Россия). Преимущества и механизмы работы указанного анализатора более подробно рассмотрены в предыдущих статьях по данной тематике [6, 7].

Регистрацию ЛДФ-диаграмм проводили в течение не менее 10–11 мин, при этом датчик устанавливали по дорзальной поверхности стопы в проекции проксимальной части I плюсневой кости травмированной конечности. Производилась оценка показателя микроциркуляции (М); специфической особенностью данного аппарата также является регистрация дополнительных узконаправленных параметров, таких как: показатель шунтирования (ПШ), максимальные амплитуды сердечного (Ас) и дыхательного (Ад) диапазонов колебаний.

ЛДФ-диагностика проводилась в одно и то же время суток, при одинаковой температуре в помещении (21–23 °С). Перед исследованием микроциркуляции испытуемые не принимали пищу или жидкости, не курили, не принимали вертикальное положение.

Все исследования проводились в раннем послеоперационном периоде, с 1-х по 10-е сутки ежедневно. На основе показателя шунтирования (ПШ) и микроциркуляции производили расчёты шунтового компонента показателя микроциркуляции (М шунт.) и нутритивного показателя микроциркуляции (М Nutr.) по тем же формулам, что и в предыдущей работе [7].

Совокупный анализ полученных данных является оптимальным исследованием микроциркуляции, так как обособленная оценка одного из параметров не даёт полной картины происходящих патофизиологических процессов [8]. Таким образом, для всестороннего полного и объективного исследования при ЛДФ-диагностике местных нарушений микроциркуляторных процессов важное значение имеет показатель микроциркуляции, а также состояние колебательных процес-

сов, связанных с артериальным притоком (Ас) и венозным оттоком (Ад).

При работе с пациентами обязательной процедурой являлось подписание ими информированного согласия об участии в исследовании в соответствии с этическими принципами, предъявляемыми Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki (1964, 2013 ред.)). Исследование одобрено этическим комитетом ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России (выписка из протокола № 2 от 16.04.2014).

С целью статистической обработки данных были использованы программы MS Excel 2010 (Microsoft Corp., США) и Statistica 10.0 for Windows (StatSoft Inc., США). На основе распределения данных при анализе использовались непараметрический (Манна – Уитни) или параметрический (Т-критерий Стьюдента) критерии. Полученные данные были представлены с помощью медианы, 25-го и 75-го перцентилей или средних значений и стандартного отклонения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящем исследовании более детально остановимся на нарушениях местного кровообращения с помощью интерпретации показателей лазерного доплеровского флоуметра ЛАКК-ОП (исполнение 2) (НПП «Лазма», Россия).

В таблице 2 представлены исследования группы клинического сравнения и основной группы.

В результате исследования выявлено, что показатель микроциркуляции не имеет статистически значимой разницы у пациентов основной группы, прооперированных БИОС, и группы клинического сравнения в раннем послеоперационном периоде (1–10-е сутки). Эти данные говорят о местных расстройствах кровообращения по типу

ТАБЛИЦА 2
ПАРАМЕТРЫ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ В ОСНОВНОЙ ГРУППЕ И В ГРУППЕ КЛИНИЧЕСКОГО СРАВНЕНИЯ

TABLE 2
MICROCIRCULATION PARAMETERS IN THE MAIN AND THE COMPARISON GROUPS

Параметры	Основная группа		Группа клинического сравнения	
	I	II	III	IV
М	5,86 (5,77–6,37)	5,95 ± 0,33	6,46 (5,2–8,38)	6,72 ± 2,26
ПШ	2,27 (1,39–1,76) [×]	2,45 ± 0,36 [×]	1,65 (0,83–2,04) [×]	1,57 ± 0,32 [×]
Доля М Nutr.	2,43	2,43	–	–
Доля М шунт.	3,52	3,52	–	–
Ас	0,15 (0,11–0,16) [×]	0,14 ± 0,01 [×]	0,23 (0,19–0,28) [×]	0,24 ± 0,04 [×]
Ад	0,11 (0,10–0,13)	0,11 ± 0,01	0,13 (0,1–0,16)	0,13 ± 0,02
Ас/Ад	1,26	1,26	–	–

Примечание. Данные первого (I) и третьего (III) столбцов представлены в виде медианы с нижним и верхним квартилями (25-й и 75-й перцентили); данные второго (II) и четвертого (IV) столбцов представлены в виде средних значений и стандартного отклонения; [×] – статистически значимые различия между группами (p < 0,05).

компенсаторной ишемии. Также эксперимент показал, что соотношение долей шунтового и нутритивного компонентов показателя микроциркуляции свидетельствует о нарушении местных расстройств кровообращения по ишемическому типу, и доля шунтового компонента по сравнению с нутритивным на 18,32 % больше.

Важно отметить, что ярким параметром, подтверждающим факт наличия ишемии, является уменьшение амплитуды сердечного диапазона (Ас) в основной группе на 39,01 % по сравнению с группой клинического сравнения.

При интерпретации параметров амплитуды дыхательного диапазона (Ад) статистически значимой разницы выявлено не было, что говорит об отсутствии застойных явлений и компенсации ишемической формы за счёт процессов, разобранных далее.

В основной группе отношение пульсовой и дыхательной амплитуд однозначно больше 1, что также подтверждает факт наличия ишемии [8].

Целесообразно отметить, что статистически значимое увеличение показателя шунтирования в основной группе на 56,1 % показывает включение шунтирующих сосудов и свидетельствует о значимой роли в компенсации ишемии шунтов для восстановления кровообращения внутри кости, так как во время операции вколачиваемый гвоздь нарушает кровообращение в эндосте, что не противоречит фундаментальным исследованиям «Регенерация и кровоснабжение кости» [9].

Мы предполагаем, что при БИОС во время операции происходит разрушение внутреннего кровотока эндоста, после чего ухудшается артериальное питание прооперированной конечности. Это изменение фиксируется уменьшением амплитуды сердечного диапазона (Ас) на 39,01 %. Также подтверждающими ишемию в травмированной конечности являются такие параметры, как доля шунтового компонента микроциркуляции по сравнению с нутритивной, увеличенная на 18,32 %, и увеличение отношения амплитуды сердечного и дыхательного диапазона больше 1. После этого включаются дополнительные механизмы, активирующие анастомозы или шунты, из-за чего значения параметра показателя шунтирования на 56,1 % превышают таковые в группе клинического сравнения (здоровых людей). Это приводит к восполнению кровообращения травмированной конечности, что отражает величина показателя микроциркуляции (М), которая статистически значимо не отличается от таковой в группе клинического сравнения. Застоя кровообращения также не наблюдается, так как амплитуда дыхательного диапазона колебаний (Ад) статистически значимо не отличается от аналогичного параметра группы клинического сравнения.

На основании широкого перечня полученных показателей микроциркуляторных расстройств, определено, что местное кровообращение происходит по типу компенсаторной ишемии. Данные значения указывают на снижение притока артериальной крови в конечность, что связано с повреждением гвоздём внутреннего кровотока эндоста кости и внутрикостной питательной артерии в ходе операции с последующей компенсацией ишемии

за счёт включения анастомозов, так как во время данной операции происходит минимальное повреждение мягких тканей и надкостницы, а также отсутствует операционный доступ в месте перелома, из-за чего нивелируется дефицит кровоснабжения конечности, и процесс заживления сопровождается стабильным венозным оттоком крови на протяжении всего периода исследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящем исследовании на основании изучения полученных результатов было выявлено, что у пациентов с диафизарным переломом костей голени, прооперированных блокируемым интрамедуллярным гвоздём, ранний послеоперационный период проходит с компенсируемым нарушением кровообращения в травмированной конечности по ишемическому типу. Таким образом, регенерация тканей происходит в условиях сниженного артериального кровотока, уменьшения микроциркуляции и нормализованного венозного оттока за счёт включения анастомозов для компенсации разрушенных сосудов, что, по-видимому, связано с повреждением гвоздём внутреннего кровотока эндоста кости и внутрикостной питательной артерии в ходе операции.

Конфликт интересов

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Мартыненко Н.П. Практический опыт лечения переломов дистального и проксимального метафизов большеберцовой кости методом блокирующего интрамедуллярного остеосинтеза. *Наука и здравоохранение*. 2014; (2): 114-115. [Martynenko NP. Practical experience in the treatment of fractures of the distal and proximal tibia metadiaphysis by locking intramedullary osteosynthesis. *Science & Healthcare*. 2014; (2): 114-115. (In Russ.)].
2. Кавалерский Г.М., Якимов Л.А., Кашеев А.А., Калинин Б.М., Донченко С.В., Калинин Е.Б., и др. Применение способа интраоперационной репозиции и интрамедуллярного остеосинтеза переломов дистального метафиза большеберцовой кости. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2015; (2): 4-7. [Kavalerskiy GM, Yakimov LA, Kashcheev AA, Kalinskiy BM, Donchenko SV, Kalinskiy EB, et al. Technique of reduction and intramedullary nailing of distal metaphyseal fractures with intraoperative hybrid external fixation. *The Department of Traumatology and Orthopedics*. 2015; (2): 4-7. (In Russ.)].
3. Kolesnikova LI, Rychkova LV, Kolesnikova LR, Darenskaya MA, Natyaganova LV, Grebenkina LA, et al. Coupling of lipoperoxidation reactions with changes in arterial blood pressure in hypertensive ISIAH rats under conditions of chronic stress. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2018; 164(6): 712-715. doi: 10.1007/s10517-018-4064-3
4. Shemyakina NA, Namokonov EV, Darenskaya MA, Kolesnikov SI, Kolesnikova LI. Advanced glycation end products and glutathione status in patients with type 2 diabetes mellitus

and macroangiopathy of the lower limbs. *Free Radic Biol Med*. 2018; 120(1): 60-61. doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2018.04.200

5. Мироманов А.М., Миронова О.Б., Усков С.А., Намоконов Е.В., Шаповалов К.Г. Динамика показателей микроциркуляции и компонентов сосудистого тонуса у больных с неосложненным и осложненным течением переломов длинных трубчатых костей в раннем послеоперационном периоде. *Сибирский научный медицинский журнал*. 2011; 31(3): 12-17. [Mironov AM, Mironova OB, Uskov SA, Namokonov EV, Shapovalov KG. Dynamics of indicators of microcirculation and components of the vascular tonus at patients with the uncomplicated and complicated course of fractures of long tubular bones in the early postoperative period. *Siberian Scientific Medical Journal*. 2011; 31(3): 12-17. (In Russ.)].

6. Плахов А.И., Виноградов В.Г., Ангарская Е.Г. Использование лазерных доплеровских флоуметров в травматологии. *Сибирский медицинский журнал (Иркутск)*. 2015; 138(7): 52-56. [Plakhov AI, Vinogradov VG, Angarskaya EG. The use of laser Doppler flowmeters in traumatology. *Siberian Medical Journal (Irkutsk)*. 2015; 138(7): 52-56. (In Russ.)].

7. Плахов А.И., Колесникова Л.И., Корытов Л.И., Виноградов В.Г., Даренская М.А. Изменения показателей микроциркуляции в ранний послеоперационный период при лечении диафизарных переломов костей голени с помощью пластины с ограниченным контактом. *Acta biomedica scientifica*. 2019; 4(3): 58-62. [Plakhov AI, Kolesnikova LI, Korytov LI, Vinogradov VG, Darenskaya MA. Changes in indicators of microcirculation in the early postoperative period in the treatment of diaphyseal fractures of the shin bones using a plate with limited contact. *Acta biomedica scientifica*. 2019; 4(3): 58-62. (In Russ.)]. doi: 10.29413/ABS.2019-4.3.8

8. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. *Функциональная диагностика состояния микроциркулярно-тканевых систем: Руководство для врачей*. М., 2013. [Krupatkin AI, Sidorov VV. *Functional diagnostics of the state of microcirculatory tissue systems: A guide for physicians*. Moscow, 2013. (In Russ.)].

9. Лаврищева Г.И., Карпов С.П., Бачу И.С. *Регенерация и кровоснабжение кости*. Кишинев; 1981. [Lavrishcheva GI, Karpov SP, Bachu IS. *Bone regeneration and blood supply*. Kishinev; 1981. (In Russ.)].

Сведения об авторах

Плахов Алексей Игоревич – аспирант, врач травматолог-ортопед, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, e-mail: vasahplah@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0006-6380-5086>

Корытов Леонид Иннокентьевич – доктор медицинских наук, профессор кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, e-mail: korytovli@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1500-8219>

Виноградов Валентин Георгиевич – доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, e-mail: vinogradov.travma@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6470-3800>

Даренская Марина Александровна – доктор биологических наук, старший преподаватель кафедры нормальной физиологии, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, главный научный сотрудник лаборатории патофизиологии, ФГБНУ «Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека», e-mail: marina_darenskaya@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3255-2013>

Макаров Сергей Викторович – кандидат медицинских наук, доцент, доцент кафедры общественного здоровья и здравоохранения, ФГБОУ ВО «Иркутский государственный медицинский университет» Минздрава России, e-mail: orgnursing@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8364-5223>

Information about the authors

Alexey I. Plakhov – Postgraduate, Orthopedic Traumatologist, Irkutsk State Medical University, e-mail: vasahplah@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0006-6380-5086>

Leonid I. Korytov – Dr. Sc. (Med.), Professor at the Department of Normal Physiology, Irkutsk State Medical University, e-mail: korytovli@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1500-8219>

Valentin G. Vinogradov – Dr. Sc. (Med.), Professor, Professor at the Department of Traumatology and Orthopedics, Irkutsk State Medical University, e-mail: vinogradov.travma@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6470-3800>

Marina A. Darenskaya – Dr. Sc. (Biol.), Senior Lecturer at the Department of Normal Physiology, Irkutsk State Medical University; Leading Research Officer at the Laboratory of Pathophysiology, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems, e-mail: marina_darenskaya@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3255-2013>

Sergei V. Makarov – Cand. Sc. (Med.), Docent, Associate Professor at the Department of Public Health and Healthcare, Irkutsk State Medical University, e-mail: orgnursing@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-8364-5223>

Вклад авторов

Плахов А.И. – набор практического материала, обработка полученных данных, подготовка статьи к публикации.

Корытов Л.И. – редактирование статьи, подготовка статьи к публикации, анализ результатов исследований.

Виноградов В.Г. – научный руководитель аспиранта, обсуждение клинического материала и значимости для практического здравоохранения.

Даренская М.А. – помощь в статистической обработке полученных результатов.

Макаров С.В. – помощь в статистической обработке полученных результатов.