

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ КОНСЕРВАТИВНОЙ ТЕРАПИИ ПАЦИЕНТОВ С ЗАКРЫТЫМИ ДИАФИЗАРНЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

П. Э. Ванькович, О. П. Кезля, А. В. Селицкий, Т. М. Юрага

Белорусский государственный медицинский университет, Минск, Беларусь



**Введение.** Оптимизация лечения переломов костей голени остается сложной медико-социальной проблемой. Неудовлетворительные результаты лечения (до 25%) и высокий процент инвалидности среди пациентов с переломами костей голени (до 30%) стимулируют поиск новых методов и способов стимуляции костной регенерации.

**Цель.** Оценить эффективность комплексного консервативного лечения пациентов с закрытыми диафизарными переломами большеберцовой кости в условиях применения гипербарической кислородной терапии (ГБКТ) и антиоксиданта (цитофлавин).

**Материал и методы.** Обследовано 110 пациентов с закрытыми диафизарными переломами большеберцовой кости. Все пациенты были разделены на 2 группы исследования: 1-ю группу (сравнения) составили 45 человек, которым в раннем послеоперационном периоде проводили стандартное лечение; в 2-ю группу (основную) было включено 65 лиц, у которых стандартная схема лечения была дополнена комплексом антиоксидантной терапии и ГБКТ. Оценивали биохимический анализ крови, воспалительно-интоксикационный синдром (прокальцитонин, СРБ), общую антиоксидантную активность (ОАА), репаративную регенерацию костной ткани (BALP, PINP, остеокальцин, ионы фосфора и кальция) у всех пациентов до лечения, на 1–2, 5–7 и 15-е сутки после хирургического лечения. Оценку интенсивности болевого синдрома проводили при помощи 10-балльной визуальной аналоговой шкалы, а оценку отдаленных результатов лечения проводили через полгода после лечения по шкалам Любошица–Маттиса–Шварцберга и Джонер–Врукса.

**Результаты.** В качестве критериев выраженности воспалительно-интоксикационного синдрома у пациентов с закрытыми диафизарными переломами большеберцовой кости установлены пороговые уровни СРБ и прокальцитонина в сыворотке крови – 0,55 нг/мл и 5,6 мг/л соответственно, превышение которых сопряжено с развитием воспалительно-интоксикационного синдрома средней степени тяжести. В качестве критериев скорости репаративных процессов в костной ткани установлены пороговые значения показателя ОАА венозной крови – 1,2 мкмоль/л, а также пороговые уровни остеокальцина и BALP, составившие соответственно 7,8 нг/мл и 45,3 нг/мл, патологическое отклонение от которых ассоциировано с нарушением процессов остеогенеза. Результаты оценки клинической эффективности послеоперационного лечения пациентов с закрытыми переломами костей голени с применением метаболической терапии по балльным шкалам свидетельствуют о преимуществе предложенного комплексного метаболического лечения.

**Выводы.** Проведение комплексной метаболической терапии, включающей ГБКТ и введение цитофлавина, продемонстрировало высокую клиническую эффективность, что позволяет сократить срок пребывания в стационаре, уменьшить количество послеоперационных осложнений, в том числе у 66,2% пациентов наблюдались положительные результаты по критериям выраженности воспалительно-интоксикационного синдрома и скорости репаративных процессов в костной ткани.

**Ключевые слова:** метаболическая терапия, остеомаркеры, репаративная регенерация, диафизарные переломы, большеберцовая кость, закрытые переломы, гипербарическая кислородная терапия

**Для цитирования:** Оценка эффективности комплексной консервативной терапии пациентов с закрытыми диафизарными переломами большеберцовой кости / П. Э. Ванькович, О. П. Кезля, А. В. Селицкий, Т. М. Юрага // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. 2025. Т. 23, № 5. С. 435-443. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2025-23-5-435-443>

### Введение

Улучшение методов лечения закрытых переломов большеберцовой кости представляет собой актуальную задачу в травматологии и ортопедии. Данная проблема обусловлена высокой частотой встречаемости такого рода переломов: они составляют от 23 до 35,5% всех поврежденных опорно-двигательной системы [1] и от 18 до 61,5% среди всех переломов длинных костей конечностей [2]. Диафизарные переломы костей голени встречаются наиболее часто, составляя от 80,5 до 87,8% всех случаев переломов [1–3].

Несмотря на распространенность этой травмы, оптимизация лечения переломов длинных трубчатых костей остается сложной медико-со-

циальной проблемой. Неудовлетворительные результаты лечения (до 25%) [4] и высокий процент инвалидности среди пациентов с переломами костей голени (до 30%) стимулируют поиск новых методов и способов стимуляции костной регенерации [2, 5, 6].

**Цель исследования** – оценить эффективность комплексного консервативного лечения пациентов с закрытыми диафизарными переломами большеберцовой кости в условиях применения гипербарической кислородной терапии (ГБКТ) и антиоксиданта (цитофлавин).

### Материал и методы

Исследование выполнено на клинической базе Минской областной клинической больни-

цы (МОКБ) и в научно-исследовательской лаборатории научно-исследовательского института экспериментальной и клинической медицины УО «Белорусский государственный медицинский университет».

Объектом исследования явились 110 пациентов с закрытыми диафизарными переломами большеберцовой кости, находившихся на стационарном лечении в травматолого-ортопедических отделениях МОКБ в период 2022–2024 гг.

Все пациенты были разделены на следующие группы исследования:

1. Группу сравнения составили 45 человек, из них 13 женщин и 32 мужчины, средний возраст  $39,89 \pm 12,39$  лет, которым в раннем послеоперационном периоде проводили традиционную консервативную терапию по протоколу «Диагностика и лечение пациентов (взрослое население) с травмами опорно-двигательного аппарата в стационарных условиях», от 26.06.2024 № 109;

2. В основную группу было включено 65 лиц, из них 39 мужчин и 26 женщин, средний возраст которых составил  $40,78 \pm 12,18$  лет, которым в раннем послеоперационном периоде назначали комплексное консервативное лечение. На фоне традиционной терапии проводили курс метаболической терапии, включающей сеансы ГБКТ (10 процедур с длительностью 50 минут при этом в течение первых 15 минут постепенно увеличивают давление с 1,0 до 1,6 ата под контролем ЧСС не более 100 ударов в минуту и АД не более 130–139/80–89 мм рт. ст., в следующие 15 минут – постепенно снижают давление до 1,0 ата) и внутривенных инфузий цитофлавина (внутривенное введение 10 мл раствора цитофлавина в разведении на 100–200 мл 0,9% раствора натрия хлорида со скоростью 3–4 мл/минут).

Критериями включения пациентов в исследование были следующие: закрытый диафизарный сегментарный или многооскольчатый перелом костей голени, переломы большеберцовой кости, возраст более 16 лет, клинически удовлетворительное общее состояние, добровольное информированное согласие на проведение клинической и лабораторной диагностики, хирургического лечения.

Обследуемые лица в сформированных группах были сопоставимы по гендерному и возрастному составу ( $p > 0,05$ ). Средняя продолжительность стационарного лечения всех пациентов с закрытыми диафизарными переломами большеберцовой кости составила  $18,4 \pm 0,7$  койко-дня. Причем в группе сравнения сроки нахождения в стационаре составили  $21,2 \pm 1,8$ , а в основной группе –  $14,4 \pm 0,8$  койко-дня ( $p = 0,001$ ).

Определяли маркеры воспалительно-интоксикационного синдрома (прокальцитонин, С-реактивный белок – СРБ) и репаративной регенерации костной ткани (костная щелочная фосфатаза (BALP), маркер формирования костного матрикса (PINP), остеокальцин, ионы фосфора и кальция), общую антиоксидантную активность (ОАА) у всех пациентов на 15-е сутки после хирургического лечения.

Оценку интенсивности болевого синдрома пациентам проводили при помощи 10-балльной визуальной аналоговой шкалы (ВАШ) при поступлении, в день операции, на 2–3, 7–10-е сутки после операции и при выписке. Оценку отдаленных результатов лечения (анатомических, функциональных, клинических) через полгода после лечения проводили методом анкетирования пациентов по шкалам Любошица–Маттиса–Шварцберга и Джонер-Врукса.

Статистический анализ полученных данных проводили с помощью пакета прикладных компьютерных программ Microsoft Office Excel 2019, Statistica v10.0, AtteStat 8.0. Проверку числовых значений на нормальность распределения проводили с помощью критерия Шапиро-Уилка. При распределении, отличном от нормального, данные представляли в виде медианы (Me) и интервала между 25-м и 75-м перцентилями Me (25%; 75%), при нормальном распределении – в виде среднего арифметического и стандартного отклонения ( $M \pm SD$ ). Для анализа качественных данных применяли критерий  $\chi^2$ -Пирсона, количественных – U-критерий Манна-Уитни для независимых подгрупп, T-критерий Вилкоксона для зависимых подгрупп. Вычисляли соотношение шансов (ОШ) и соответствующий 95% доверительный интервал (95% ДИ). Для оценки диагностической значимости изучаемых показателей проводили ROC-анализ: выполняли построение характеристических кривых на графике, по оси ординат которого обозначали частоту истинно положительных результатов теста (диагностическая чувствительность (ДЧ)), по оси абсцисс – частоту ложноположительных результатов (диагностическая специфичность (ДС)). За пороговую точку cut-off принимали значение диагностического критерия, соответствующее максимуму чувствительности и специфичности на характеристической кривой. Оценивали площадь под характеристической кривой (area under ROC curve, AUC), которая отражает эффективность диагностического теста (в интервале 1–0,9 – абсолютно информативный тест, в интервале 0,9–0,8 – хорошая информативность, в интервале 0,8–0,7 – удовлетворительная, 0,7–0,6 – посредственная информативность, 0,6–0,5 – неинформативный тест), т. е. чем ближе кривая к диагонали, тем ниже диагностическая ценность показателя; чем ближе площадь под кривой к 1, тем эффективнее диагностический тест. Рассчитывали 95% доверительный интервал.

Статистически значимыми являлись различия при  $p < 0,05$  независимо от метода применяемого анализа.

### **Результаты и обсуждение**

Диагностическая значимость отдельного теста определяет его способность отражать истинное состояние исследуемых параметров в организме пациента, а также соответствие результатов данного диагностического теста объективным симптомам заболевания. Для установления диагностической значимости исследуемых показате-

лей необходимо определить их ДЧ и ДС, причем в клинической практике рекомендуется использовать тесты, чувствительность и/или специфичность которых превышает 75% [2, 7].

С целью выявления диагностической значимости изучаемых биохимических показателей в контексте оценки выраженности воспалительно-интоксикационного синдрома и скорости репаративных процессов под влиянием метаболической терапии у пациентов двух групп осуществлен ROC-анализ, результаты которого представлены в таблице 1.

С помощью ROC-анализа и построения характеристических кривых, представленных на рисунке 1, установлены пороговые уровни содержания в крови прокальцитонина и СРБ у обследуемых лиц, превышение которых свидетельствует о сохранении воспалительно-интоксикационного синдрома у пациентов в послеоперационном периоде и недостаточной эффективности проводимой консервативной терапии.

Так, пороговая точка содержания в сыворотке крови прокальцитонина составила

0,55 нг/мл при AUC ROC-кривой 0,88 (ДИ: 0,81–0,95;  $p=0,000$ ). Диагностическая чувствительность метода (применительно к установленному лабораторному критерию) составила 87,0%, диагностическая специфичность – 75,8%. Пороговая точка содержания в сыворотке крови СРБ составила 5,6 мг/л при AUC ROC-кривой 0,90 (ДИ: 0,84–0,99;  $p=0,000$ ). Диагностическая чувствительность метода (применительно к установленному лабораторному критерию) составила 95,7%, диагностическая специфичность – 76,0%. Полученные данные свидетельствуют о том, что превышение порогов содержания прокальцитонина и СРБ в сыворотке крови свыше 0,55 нг/мл и 5,6 мг/л соответственно у пациентов с травмами костей голени сопряжено с риском развития воспалительно-интоксикационного синдрома.

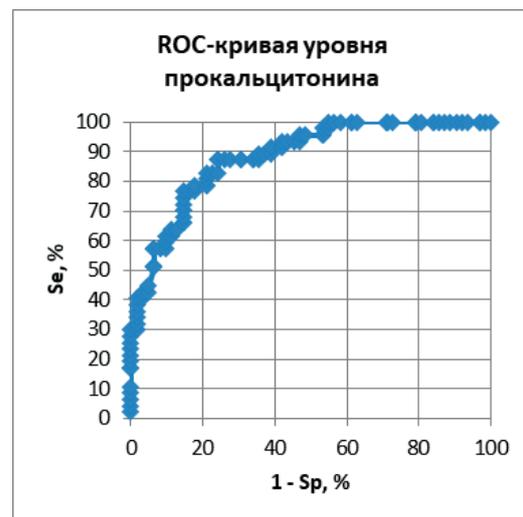
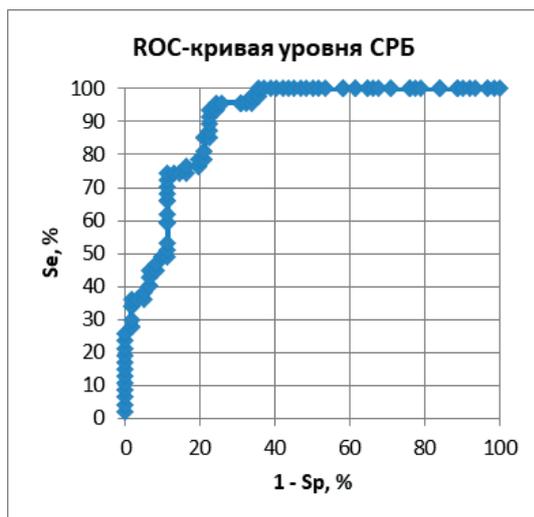
В целях выявления диагностической эффективности изучаемых лабораторных параметров в контексте оценки кислотно-основного состояния (КОС), кислородтранспортной функции крови (КТФК) и ОАА под влиянием метаболической терапии у пациентов двух групп наблюдения осуществлен ROC-анализ, результаты которого отражены в таблице 2.

Установлены в венозной крови пороговые уровни лактата и ОАА у обследуемых лиц, которые составили соответственно 2,2 ммоль/л при AUC ROC-кривой 0,89 (ДИ: 0,82–0,96;  $p=0,000$ ) и 1,2 мкмоль/л при AUC ROC-кривой 0,93 (ДИ: 0,89–0,99;  $p=0,000$ ). Диагностическая чувствительность методов (применительно к установленному лабораторному критерию) составила соответственно 84,2% и 93,6%, диагностическая специфичность – соответственно 95,0% и 84,0%. Полученные данные свидетельствуют о том, что превышение порога содержания лактата

**Таблица 1** – Характеристика ROC-кривых содержания показателей воспалительно-интоксикационного синдрома у пациентов группы сравнения и основной группы

**Table 1** – Characteristics of ROC curves of the content of inflammatory-intoxication syndrome indicators in patients of the comparison group and the main group

Показатель	Площадь под кривой (AUC)	95% ДИ	Пороговый уровень (Cut off)	ДЧ	ДС	p
Прокальцитонин, нг/мл	0,88±0,034	0,81–0,95	0,55 нг/мл	87,0%	75,8%	0,000
СРБ, мг/л	0,90±0,032	0,84–0,96	5,6 мг/л	95,7%	76,0%	0,000



**Рисунок 1** – Характеристические кривые диагностической эффективности определения уровней СРБ и прокальцитонина у пациентов основной группы и группы сравнения

**Figure 1** – Characteristic curves of diagnostic efficiency of determination of CRP and procalcitonin levels in patients of the main group and comparison group

**Таблица 2** – Характеристика ROC-кривых уровня показателей КОС, КТФК и ОАА у пациентов группы сравнения и основной группы  
**Table 2** – Characteristics of ROC curves of the levels of indicators of acid-base balance, oxygen transport function of blood and total antioxidant activity in patients of the comparison group and the main group

Показатель	Площадь под кривой (AUC)	95% ДИ	Пороговый уровень (Cut off)	ДЧ	ДС	p
Лактат, ммоль/л	0,89±0,037	0,82–0,96	2,2 ммоль/л	84,2%	95,0%	0,000
ОАА, мкмоль/л	0,93±0,025	0,89–0,99	1,2 мкмоль/л	93,6%	84,0%	0,000
$P_vO_2$ , мм рт. ст.	0,83±0,045	0,74–0,92	36,4 мм рт. ст.	65,8%	90,3%	0,000
$s_vO_2$ , %	0,82±0,43	0,73–0,90	56,3%	85,0%	85,4%	0,000
p50, мм рт. ст.	0,95±0,026	0,90–0,99	23,3 мм рт. ст.	100,0%	77,4%	0,000

в крови свыше 2,2 ммоль/л и снижение уровня ОАА ниже порогового 1,2 мкмоль/л у пациентов сопряжено с торможением саногенетических процессов на фоне метаболических нарушений КОС и истощения антиоксидантного потенциала организма.

С помощью ROC-кривых установлены пороговые уровни  $s_vO_2$  и p50 для пациентов двух групп, которые составили соответственно 56,3% при AUC ROC-кривой 0,82 (ДИ: 0,73–0,90; p=0,000) и 23,3 мм рт. ст. при AUC ROC-кривой 0,95 (ДИ: 0,90–0,99; p=0,000). ДЧ методов (применительно к установленному лабораторному критерию) составила соответственно 85,0% и 100,0%, ДС – соответственно 85,4% и 77,4%. Определение  $p_vO_2$  имело недостаточную ДЧ величиной 65,8%, что ниже диагностически значимого уровня 75,0% [7–10]. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что превышение порогового значения  $s_vO_2$  свыше 56,3% и

**Таблица 3** – Характеристика ROC-кривых содержания маркеров костного метаболизма у пациентов группы сравнения и основной группы

**Table 3** – Characteristics of ROC curves of bone metabolism markers in patients of the comparison group and the main group

Показатель	Площадь под кривой (AUC)	95% ДИ	Пороговый уровень (Cut off)	ДЧ	ДС	p
Фосфор, ммоль/л	0,76±0,048	0,66–0,85	1,0 ммоль/л	89,0%	65,5%	0,000
Остеокальцин, нг/мл	0,82±0,042	0,74–0,90	7,8 нг/мл	78,0%	80,6%	0,000
ВАЛР, нг/мл	0,85±0,038	0,78–0,93	45,3 нг/мл	85,0%	75,6%	0,000

p<sub>v</sub>50 свыше 23,3 мм рт. ст. отражает рост венозного возврата кислорода, ишемизацию и нарушение энергетического потенциала костной ткани. Очевидно, что ишемизированная вследствие травмы костная ткань не в состоянии эффективно утилизировать кислород из-за метаболических нарушений при энергетическом дефиците, что замыкает порочный круг и замедляет скорость репаративных процессов в послеоперационном периоде.

В таблице 3 и на рисунке 2 представлены данные ROC-анализа, демонстрирующие диагностическую эффективность определения маркеров костного метаболизма у пациентов двух групп исследования.

Установлены пороговые уровни остеокальцина и ВАЛР, которые составили соответственно 7,8 нг/мл при AUC ROC-кривой 0,82 (ДИ: 0,74–0,90; p=0,000) и 45,3 нг/мл при AUC ROC-кривой 0,85 (ДИ: 0,78–0,93; p=0,000). Диагностическая чувствительность методов (применительно к установленному лабораторному критерию) составила соответственно 78,0% и 85,0%, специфичность – соответственно 80,6% и 75,6%. Определение сывороточного содержания фосфора имело недостаточную ДС величиной 65,5%, что ниже общепринятого диагностически значимого уровня 75,0% [8]. Полученные данные свидетельствуют о высокой диагностической значимости определения в сыворотке крови пациентов с сегментарными переломами костей голени уровней остеокальцина и ВАЛР, превышение которых свыше пороговых значений 7,8 нг/мл и 45,3 нг/мл соответственно ассоциировано с повышением скорости репаративных процессов в послеоперационном периоде.

В таблице 4 представлена количественная оценка эффективности разработанного метода лечения у пациентов двух групп исследования по частоте выявления положительного исхода под влиянием терапевтического воздействия (группа основная – экспонируемая) и без такового влияния (группа сравнения – неэкспонируемая).

За положительный исход принимали установленные пороговые значения (их отклонения в сторону повышения либо снижения) для каждого параметра.

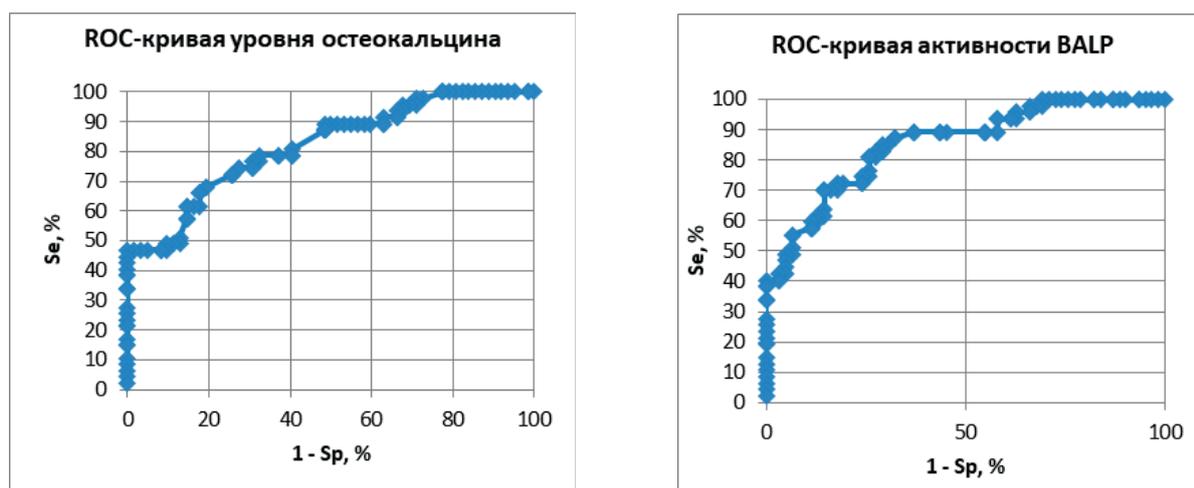


Рисунок 2 – Характеристические кривые диагностической эффективности определения уровня остеокальцина и активности ВАРР у пациентов основной группы и группы сравнения

Figure 2 – Characteristic curves of diagnostic efficiency of determining the level of osteocalcin and BALP activity in patients of the main group and the comparison group

**Таблица 4** – Оценка эффективности метода лечения у пациентов двух групп исследования, абс. (%)

**Table 4** – Evaluation of the effectiveness of the treatment method in patients of two study groups, abs (%)

Показатель	Пороговый уровень	Группа сравнения, n=45	Группа основная, n=65	p	ОШ (95% ДИ)
ОАА, мкмоль/л	≥1,2	19 (42,2%)	44 (67,7%)	0,009	2,7 (1,3–6,3)
Остеокальцин, нг/мл	≥7,8	15 (33,3%)	37 (60,0%)	0,016	2,6 (1,2–5,8)
ВАРР, нг/мл	≥45,3	18 (40%)	42 (64,6%)	0,012	2,7 (1,3–6,0)
Прокальцитонин, нг/мл	≤5,6	15 (33,3%)	44 (67,7%)	0,000	4,2 (1,9–9,4)
СРБ, мг/л	≤0,55	13 (28,9%)	41 (63,1%)	0,000	4,2 (1,9–9,5)

Продемонстрировано, что у более чем 55,4% пациентов наблюдались положительные результаты комплексного консервативного лечения по критериям выраженности воспалительно-интоксикационного синдрома и скорости репаративных процессов в костной ткани. Наиболее выраженный положительный эффект наблюдался у 87,7% пациентов основной группы, у которых повышалась в 6,2 раза (95% ДИ: (2,4–16,0);  $p=0,000$ ) вероятность нормализации КОС крови на фоне снижения уровня лактата  $\leq 2,2$  нг/мл под влиянием метаболических факторов (ГБОТ и цитофлавин). В среднем у 66,2% пациентов наблюдались положительные результаты по критериям выраженности воспалительно-интоксикационного синдрома и скорости репаративных процессов в костной ткани.

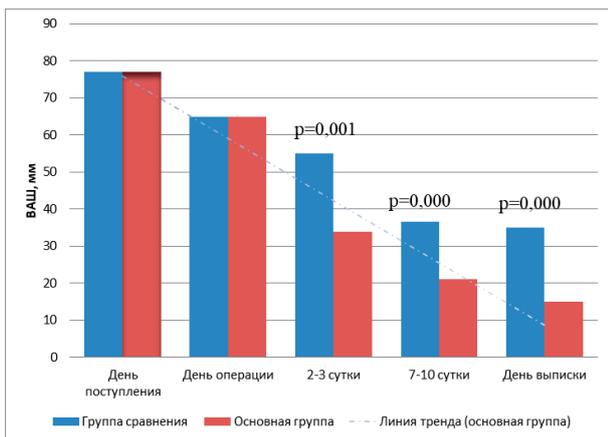
Таким образом, в качестве критериев выраженности воспалительно-интоксикационного синдрома у пациентов с высокоэнергетическими травмами костей голени установлены пороговые уровни СРБ и прокальцитонина в сыворотке крови – 0,55 нг/мл и 5,6 мг/л соответственно, превышение которых сопряжено с развитием воспалительно-интоксикационного синдрома средней степени тяжести. В качестве критериев скорости

репаративных процессов в костной ткани у пациентов с многооскольчатыми переломами костей голени установлены пороговые значения показателей КОС, КТФК, ОАА венозной крови, которые составили для лактата 2,2 ммоль/л, для  $svO_2$  и  $pv50$  соответственно 56,3% и 23,3 мм рт. ст., для ОАА – 1,2 мкмоль/л, а также пороговые уровни остеокальцина и ВАРР, составившие соответственно 7,8 нг/мл и 45,3 нг/мл, патологическое отклонение

от которых ассоциировано с нарушением процессов остеогенеза.

Оценку интенсивности болевого синдрома пациентам проводили при помощи 10-балльной ВАШ. У пациентов оценивалась выраженность боли в области перелома при поступлении, в день операции, на 2–3, 7–10-е сутки после операции и при выписке на 15-е сутки. Установлено, что при поступлении все пациенты двух групп отмечали сильную боль от 75 до 79 баллов одинаковой интенсивности ( $p>0,05$ ), после операции также у всех пациентов отмечался умеренный болевой синдром (рис. 3).

У пациентов основной группы отмечалось купирование болевого синдрома к 2–3-м суткам после оперативного лечения, что составило 34 (31; 35) мм по шкале ВАШ в сравнении с аналогичными данными группы сравнения 55 (50; 58) мм ( $p=0,000$ ). У пациентов группы сравнения купирование болевого синдрома наступало на 7–10-е сутки после оперативного лечения – 36,5 (34; 40) мм ( $p=0,001$ ), когда они отмечали слабую боль. Следует отметить, что жалобы на боли, чувство дискомфорта в области операционной раны у пациентов в основной группе на 7–10-е сутки и при выписке были



**Рисунок 3 – Интенсивность болевого синдрома у пациентов в сравниваемых группах по шкале ВАШ в разные сроки наблюдения (статистическая значимость различий между группами при  $p < 0,05$  по U-критерию Манна-Уитни)**

**Figure 3 – Intensity of pain syndrome in patients in the compared groups according to the visual analogue scale at different observation periods (reliability of differences between groups at  $p < 0,05$  according to the Mann-Whitney U-test)**

статистически менее выраженными, чем в группе сравнения. Нисходящая линия тренда, представленная на рисунке 3, указывает на неуклонное снижение уровня интенсивности болевого синдрома у пациентов в процессе комплексного лечения.

При внутригрупповом анализе данных, полученных на 15-е сутки, установлено, что после комплексного лечения статистически значимо увеличилось количество пациентов без боли с 0% до 26,1% случаев ( $p = 0,000$ ), а также со слабыми болевыми ощущениями – с 0% до 66,2% ( $p = 0,000$ ), в то время как в группе сравнения после лечения не наблюдалось случаев отсутствия боли, а слабую боль испытывали 37,8% пациентов. В основной группе после лечения не выявлено случаев сильной боли против исходных 93,8% случаев ( $p = 0,000$ ), а в группе сравнения таковая наблюдалась у 17,8% пациентов против исходных 91,2% ( $p = 0,021$ ).

Межгрупповой анализ данных ВАШ на 15-е сутки показал, что после курса комплексной терапии вероятность отсутствия боли у пациентов была выше в 32,8 раза (95% ДИ: 1,9–562,0;  $p = 0,016$ ), вероятность развития слабой боли – в 3,2 раза (95% ДИ: 1,46–7,16;  $p = 0,004$ ), а вероятность отсутствия сильной боли – в 29,7 раза (95% ДИ: 1,7–52,1;  $p = 0,021$ ).

Оценку отдаленных результатов лечения через полгода после лечения проводили методом анкетирования пациентов по шкале Любошица–Маттиса–Шварцберга, которая позволяет учитывать анатомические и функциональные исходы реабилитации пациентов (амплитуда движений, укорочение сегмента, деформация), рентгенологические признаки сращения, замедленной консолидации, несращения перелома, осложнения (атрофия, сосудистые и неврологи-

ческие нарушения, гнойное воспаление), степень восстановления трудоспособности пациентов. Анализ полученных данных в таблице 5 показал, что в основной группе доминировали хорошие результаты – 89,2% случаев, в группе сравнения преобладали удовлетворительные результаты – 44,4% ( $p = 0,000$ ). Кроме того, у пациентов, получавших курс метаболической терапии, вероятность хороших отдаленных результатов лечения по ОШ была статистически значимо выше в 16,5 раза (95% ДИ: 6,1–45,0;  $p = 0,000$ ), удовлетворительных – в 10,3 раза (95% ДИ: 3,9–27,6;  $p = 0,000$ ). При этом отсутствие метаболической терапии в 9,6 раза (95% ДИ: 5,2–17,9;  $p = 0,000$ ) повышало вероятность неудовлетворительных результатов.

**Таблица 5 – Оценка отдаленных исходов лечения пациентов с закрытыми переломами голени по шкале Любошицу–Маттису–Шварцбергу в модификации В. И. Шевцова, ОШ (95% ДИ)**  
**Table 5 – Evaluation of long-term treatment outcomes in patients with closed fractures of the tibia according to the Luboschitz-Mattis-Schwartzberg scale as modified by V.I. Shevtsov, OR (95% CI)**

Результат лечения	Группа сравнения, n=45, abc (%)	Основная группа, n=65, abc (%)	p	ОШ (95% ДИ)
Хороший результат	15 (33,3)	58 (89,2)	0,000	16,5 (6,1–45,0)
Удовлетворительный результат	20 (44,4)	7 (10,8)	0,000	10,3 (3,9–27,6)
Неудовлетворительный результат	10 (22,3)	0	0,000	34,6 (12,0–60,8)

Примечание – p – статистическая значимость различий между группами при  $p < 0,05$  по критерию  $\chi^2$ .

Для оценки результатов лечения спустя 6 месяцев использовали шкалу Джонер–Врукса, которая учитывает функциональные, клинические, рентгенологические и субъективные результаты, наличие осложнений. Анализ полученных данных показал (табл. 6), что в основной группе отличные результаты установлены у 53,8% пациентов и хорошие – у 30,8% человек, а в группе сравнения преобладали удовлетворительные результаты у 20 пациентов (44,4%) ( $p = 0,012$ ). У пациентов, получавших курс метаболической терапии, вероятность отличных отдаленных результатов лечения по ОШ была статистически значимо выше в 9,3 раза (95% ДИ: 3,2–26,6;  $p = 0,016$ ), хороших – в 1,2 раза (95% ДИ: 0,9–5,6;  $p = 0,012$ ). При этом отсутствие метаболической терапии в 9,6 раза (95% ДИ: 5,2–17,9;  $p = 0,000$ ) повышало вероятность неудовлетворительных результатов.

Результаты оценки клинической эффективности послеоперационного лечения пациентов с переломами костей голени с применением

**Таблица 6** – Оценка отдаленных исходов лечения пациентов с закрытыми переломами голени по шкале Джонер-Врухса, ОШ (95% ДИ)

**Table 6** – Evaluation of long-term treatment outcomes in patients with closed tibia fractures according to the Johnner-Vruchsa scale, OR (95% CI)

Результат лечения	Группа сравнения, n=45, асб (%)	Основная группа, n=65, асб (%)	P	ОШ (95% ДИ)
Отлично	5 (11,1)	35 (53,8)	0,000	9,3 (3,2–26,6)
Хорошо	20 (44,4)	10 (15,4)	0,012	1,2 (0,9–5,6)
Удовлетворительно	15 (33,4)	20 (30,8)	НЗ	0,9 (0,4–2,0)
Неудовлетворительно	5 (11,1)	0	0,000	9,6 (5,2–17,9)

Примечания – p – статистическая значимость различий между группами при  $p < 0,05$  по критерию  $\chi^2$ ; НЗ – различия не значимы.

метаболической терапии по балльным шкалам свидетельствуют о значительном преимуществе предложенного комплексного лечения. Межгрупповой анализ данных ВАШ на 15-е сутки показал, что после курса комплексной терапии вероятность отсутствия боли у пациентов была выше в 32,8 раза (95% ДИ: 1,9–562,0;  $p=0,016$ ), вероятность развития слабой боли – в 3,2 раза (95% ДИ: 1,46–7,16;  $p=0,004$ ), а вероятность отсутствия сильной боли – в 29,7 раза (95% ДИ: 1,7–52,1;  $p=0,021$ ). У пациентов, получавших курс метаболической терапии, преобладали хорошие отдаленные результаты по шкале Любошица–Маттиса–Шварцберга в 89,2% случаев ( $p=0,004$ ), по ОШ вероятность хороших отдаленных результатов лечения была статистически значимо выше в 16,5 раза (95% ДИ: 6,1–45,0;  $p=0,000$ ), удовлетворительных – в 10,3 раза (95% ДИ: 3,9–27,6;  $p=0,000$ ). При этом отсутствие метаболической терапии

в 9,6 раза (95% ДИ: 5,2–17,9;  $p=0,000$ ) повышало вероятность неудовлетворительных результатов. По шкале Джонер-Врухса в основной группе отличные результаты установлены у 53,8% пациентов ( $p=0,001$ ), хорошие – у 30,8%, вероятность отличных отдаленных результатов лечения по ОШ была статистически значимо выше в 9,3 раза (95% ДИ: 3,2–26,6;  $p=0,016$ ), хороших – в 1,2 раза (95% ДИ: 0,9–5,6;  $p=0,012$ ). При этом отсутствие метаболической терапии в 9,6 раза (95% ДИ: 5,2–17,9;  $p=0,000$ ) повышало вероятность неудовлетворительных результатов.

### Выводы

1. Установлено, что при комплексном консервативном лечении в раннем и отдаленном послеоперационных периодах в среднем у 66,2% пациентов наблюдались положительные результаты по критериям выраженности воспалительно-интоксикационного синдрома и скорости репаративных процессов в костной ткани.

2. При оценке клинического статуса пациентов, получавших комплексную консервативную терапию, выявлено, что купирование болевого синдрома по ВАШ наступало на 3-и сутки после операции, по шкале Любошица–Маттиса–Шварцберга преобладали хорошие отдаленные результаты в 89,2% случаев, по шкале Джонер-Врухса отличные результаты установлены у 53,8% пациентов, хорошие – у 30,8%.

3. Комплексное лечение пациентов с закрытыми диафизарными переломами большеберцовой кости, включающее ГБКТ и парентеральное введение цитофлавина, продемонстрировал высокую клиническую эффективность, что позволяет сократить срок пребывания в стационаре, количество послеоперационных осложнений, в том числе трофических нарушений в области перелома и послеоперационной раны, снизить назначение анальгетиков, длительность временной нетрудоспособности, инвалидизацию пациентов.

### Литература

- Литвинов, И. И. Внутрикостный остеосинтез переломов большеберцовой кости типа A1 / И. И. Литвинов, А. Г. Разанков // Травматология и ортопедия России. – 2009. – № 3. – С. 59-63. – edn: LFTUTF.
- Степанова, Ю. И. Особенности кислородтранспортной функции крови при дисциркуляторной энцефалопатии / Ю. И. Степанова // Вестні Національної академії наук України. Серія медичних наук. – 2013. – № 2. – С. 88-91. – edn: UDKRRH.
- Хисматуллина, З. Н. Факторы, оказывающие влияние на метаболизм костной ткани и приводящие к заболеваниям костной системы / З. Н. Хисматуллина // Вестник Технологического университета. – 2015. – Т. 18, № 22. – С. 165-172. – edn: VDKILV.
- Hyperbaric oxygen therapy for treating acute surgical and traumatic wounds / A. Eskes, H. Vermeulen, C. Lucas, D. T. Ubbink // Cochrane Database Syst Rev. – 2013. – Vol. 2013, № 12. – CD008059. – doi: 10.1002/14651858.CD008059.pub3.
- Hyperbaric oxygen promotes neural stem cell proliferation by activating vascular endothelial growth factor/extracellular signal-regulated kinase signaling after traumatic brain injury / Y. Yang, H. Wei, X. Zhou [et al.] // Neuroreport. – 2017. – Vol. 28, № 18. – P. 1232-1238. – doi: 10.1097/WNR.0000000000000901.
- Reference markers of bone turnover for prediction of fracture: a meta-analysis / A. Tian, J. Ma, K. Feng [et al.] // J Orthop Surg Res. – 2019. – Vol. 14, № 1. – Art. 68. – doi: 10.1186/s13018-019-1100-6.
- Scaffolds and coatings for bone regeneration / H. F. Pereira, I. F. Cengiz, F. S. Silva [et al.] // J Mater Sci Mater Med. – 2020. – Vol. 31, № 3. – Art. 27. – doi: 10.1007/s10856-020-06364-y.
- A multicenter study to evaluate harmonization of assays for N-terminal propeptide of type I procollagen (PINP): a report from the IFCC-IOF Joint Committee for Bone Metabolism / E. Cavalier, R. Eastell, N. Rye Jorgensen [et al.] // Clin Chem Lab Med. – 2019. – Vol. 57, № 10. – P. 1546-1555. – doi: 10.1515/cclm-2019-0174.

9. Bone physiology as inspiration for tissue regenerative therapies / D. Lopes, C. Martins-Cruz, M. B. Oliveira, J. F. Mano // *Biomaterials*. – 2018. – Vol. 185. – P. 240-275. – doi: 10.1016/j.biomaterials.2018.09.028.
  10. Bone turnover markers: basic biology to clinical applications / M. Schini, T. Vilaca, F. Gossiel [et al.] // *Endocr Rev.* – 2023. – Vol. 44, № 3. – P. 417-473. – doi: 10.1210/edrv/bnac031.
- References**
1. Litvinov II, Razankov AG. Intramedullary osteosynthesis of A1 type tibial fractures. *Traumatology and orthopedics of Russia*. 2009;3:59-63. edn: LFTUTF. (Russian).
  2. Stepanova JI. Features of the blood oxygen transport function in discirculatory encephalopathy. *Proceedings of the National academy of sciences of Belarus. Medicine series*. 2013;2:88-91. edn: UDKRRH. (Russian).
  3. Khismatullina ZN. Faktory, okazyvayushchie vliyaniye na metabolism kostnoy tkani i privodyashchie k zabolevaniyam kostnoy sistemy. *Herald of technological university*. 2015;18(22):165-172. edn: VDKILV. (Russian).
  4. Eskes A, Vermeulen H, Lucas C, Ubbink DT. Hyperbaric oxygen therapy for treating acute surgical and traumatic wounds. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;2013(12):CD008059. doi: 10.1002/14651858.CD008059.pub3.
  5. Yang Y, Wei H, Zhou X, Zhang F, Wang C. Hyperbaric oxygen promotes neural stem cell proliferation by activating vascular endothelial growth factor/extracellular signal-regulated kinase signaling after traumatic brain injury. *Neuroreport*. 2017;28(18):1232-1238. doi: 10.1097/WNR.0000000000000901.
  6. Tian A, Ma J, Feng K, Liu Z, Chen L, Jia H, Ma X. Reference markers of bone turnover for prediction of fracture: a meta-analysis. *J Orthop Surg Res*. 2019;14(1):68. doi: 10.1186/s13018-019-1100-6.
  7. Pereira HF, Cengiz IF, Silva FS, Reis RL, Oliveira JM. Scaffolds and coatings for bone regeneration. *J Mater Sci Mater Med*. 2020;31(3):27. doi: 10.1007/s10856-020-06364-y.
  8. Cavalier E, Eastell R, Rye Jorgensen N, Makris K, Tournis S, Vasikaran S, Kanis JA, Cooper C, Pottel H, Morris HA; IFCC-IOF Joint Committee for Bone Metabolism (C-BM). A multicenter study to evaluate harmonization of assays for N-terminal propeptide of type I procollagen (PINP): a report from the IFCC-IOF Joint Committee for Bone Metabolism. *Clin Chem Lab Med*. 2019;57(10):1546-1555. doi: 10.1515/cclm-2019-0174.
  9. Lopes D, Martins-Cruz C, Oliveira MB, Mano JF. Bone physiology as inspiration for tissue regenerative therapies. *Biomaterials*. 2018;185:240-275. doi: 10.1016/j.biomaterials.2018.09.028.
  10. Schini M, Vilaca T, Gossiel F, Salam S, Eastell R. Bone turnover markers: basic biology to clinical applications. *Endocr Rev*. 2023;44(3):417-473. doi: 10.1210/edrv/bnac031.

## EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF COMPLEX CONSERVATIVE THERAPY IN PATIENTS WITH CLOSED DIAPHYSEAL FRACTURES OF THE TIBIA

**P. E. Vankovich, O. P. Kezlya, A. V. Selitsky, T. M. Yuraga**  
Belarusian State Medical University, Minsk, Belarus

*Background.* Optimization of treatment of tibia fractures remains a complex medical and social problem. Unsatisfactory treatment results (up to 25%) and a high percentage of disability among patients with tibia fractures (up to 30%) stimulate the search for new methods and ways to stimulate bone regeneration.

*Study objective.* To evaluate the effectiveness of complex conservative treatment of patients with closed diaphyseal fractures of the tibia using hyperbaric oxygen therapy (HBOT) and an antioxidant (cytoflavin).

*Material and methods.* A total of 110 patients with closed diaphyseal fractures of the tibia were examined. All patients were divided into 2 study groups: group 1 (comparison group) included 45 people who received standard treatment in the early postoperative period; group 2 (main group) included 65 people whose standard treatment regimen was supplemented with a complex of antioxidant therapy and HBOT. Biochemical blood analysis, inflammatory-intoxication syndrome (procalcitonin, CRP), total antioxidant activity (TAA), and reparative bone tissue regeneration (BALP, PINP, osteocalcin, phosphorus and calcium ions) were assessed in all patients before treatment, as well as on days 1-2, 5-7 and 15 after surgical treatment. The intensity of pain was assessed using a 10-point visual analogue scale, and the long-term results of treatment were assessed six months after treatment using the Luboschitz-Mattis-Schwartzberg and Johner-Wruhs scales.

*Results.* As criteria for the severity of the inflammatory-intoxication syndrome in patients with closed diaphyseal fractures of the tibia, the threshold levels of CRP and procalcitonin in the blood serum were established – 0.55 ng/ml and 5.6 mg/l, respectively, the excess of which is associated with the development of inflammatory-intoxication syndrome of moderate severity. As criteria for the rate of reparative processes in bone tissue, the threshold values of the venous blood TAA index (1.2 μmol/l) as well as the threshold levels of osteocalcin and BALP (7.8 ng/ml and 45.3 ng/ml, respectively) were established, pathological deviation from which is associated with impaired osteogenesis. The results of the assessment of the clinical effectiveness of postoperative treatment of patients with closed fractures of the tibia using metabolic therapy based on point scales indicate the advantage of the proposed complex metabolic treatment.

*Conclusions.* Complex metabolic therapy including HBOT and administration of cytoflavin demonstrated high clinical efficacy, which allows reducing the length of hospital stay and the number of postoperative complications,

including 66.2% of patients with positive results according to the criteria of severity of inflammatory-intoxication syndrome and the rate of reparative processes in bone tissue.

**Keywords:** metabolic therapy, osteomarkers, reparative regeneration, diaphyseal fractures, tibia, closed fractures, hyperbaric oxygen therapy.

**For citation:** Vankovich PE, Kezlya OP, Selitsky AV, Yuraga TM. Evaluation of the efficiency of complex conservative therapy in patients with closed diaphyseal fractures of the tibia. *Journal of the Grodno State Medical University*. 2025;23(5): 435-443. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2025-23-5-435-443>

---

---

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

**Conflict of interest.** The authors declare no conflict of interest.

**Финансирование.** Исследование выполнено в рамках задания программы – 3.57 ГПНИ «Трансляционная медицина», подпрограмма 4.3 «Инновационные технологии клинической медицины», по финансируемой теме: «Разработать метод стимуляции репаративной регенерации в зоне переломов костей путем включения в комплекс лечения метаболической терапии».

**Financing.** The study was performed within the framework of the assignment of the program – 3.57 GPNI "Translational Medicine", subprogram 4.3 "Innovative technologies of clinical medicine", on the funded topic: "To develop a method for stimulating reparative regeneration in the area of bone fractures by including metabolic therapy in the treatment complex".

**Соответствие принципам этики.** Исследование одобрено этическим комитетом.

**Conformity with the principles of ethics.** The study was approved by the Ethics committee.

**Об авторах/** About the authors

\*Ванькович Павел Эдуардович / Vankovich Pavel, e-mail: vankovichpavel@mail.ru, ORCID: 0009-0000-8833-5865

Кезля Олег Петрович / Kezlya Oleg

Селицкий Антон Вацлавович / Selitsky Anton

Юрага Тамара Михайловна / Yuraga Tamara

\* – автор, ответственный за переписку / corresponding author

---

---

Поступила / Received: 26.06.2025

Принята к публикации / Accepted for publication: 17.09.2025