

ФОТОБИОМОДУЛЯЦИЯ ОСТРОГО БОЛЕВОГО СИНДРОМА ПОСЛЕ СЛОЖНОГО УДАЛЕНИЯ ЗУБА

Д.К. Юдин¹, И.В. Кастыро¹, Ю.С. Романко², Р.Б. Али¹, В.И. Попадюк¹,
В.А. Заборова², С.Г. Драгунова¹, К.С. Гусев¹

¹ФГАОУ ВО Российский Университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы,
Москва, Россия

²Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова,
Москва, Россия

Резюме

В исследовании были оценены различные виды воздействия низкоинтенсивной фотобиомодулирующей терапии (ФБМТ) на снижение острого болевого синдрома после сложного удаления зуба. Сложное удаление моляров и премоляров верхней челюсти (не более двух зубов и с одной стороны) было проведено у 119 пациентов (возраст 18-44 года). В 1-й группе (n = 28) не проводили ФБМТ. Во 2-й группе (n = 32) применяли импульсное инфракрасное лазерное излучение в сочетании с магнитной зеркальной насадкой. В 3-й группе (n = 30) применяли стоматологические насадки с импульсной инфракрасной лазерной излучающей головкой в области, сформированной после удаления зуба лунки. В 4-й группе (n = 29) использовали лазерную головку с непрерывным красным спектром. Время экспозиции насадок и головок во всех группах составляло 3 мин в проекции удаленного зуба. Всем пациентам ФБМТ проводили через 1, 24 и 48 ч после хирургического вмешательства и в эти же сроки оценивали острый болевой синдром при помощи визуально-аналоговой шкалы (ВАШ) и цифровой рейтинговой шкалы (ЦРШ) в мм. Острый болевой синдром был самым низким уже в первые постоперационные сутки в группе импульсного инфракрасного лазерного излучения с зеркальной магнитной головкой. Среди групп с ФБМТ худший результат по уровню боли был показан при применении непрерывного красного лазера. В группе без ФБМТ боль, требующая медикаментозной коррекции, сохранялась до 48-72 ч после удаления зуба.

Ключевые слова: фотобиомодулирующая терапия, удаление зуба, болевой синдром, визуально-аналоговая шкала, цифровая рейтинговая шкала.

Контакты: Кастыро И.В., e-mail: ykastyro@gmail.com

Для цитирования: Юдин Д.К., Кастыро И.В., Романко Ю.С., Али Р.Б., Попадюк В.И., Заборова В.А., Драгунова С.Г., Гусев К.С. Фотобиомодуляция острого болевого синдрома после сложного удаления зуба // Biomedical Photonics. – 2026. – Т. 15, № 1. – С. 11–18. doi: 10.24931/2413–9432–2026–15-1-11-18

PHOTOBIMODULATION OF ACUTE PAIN SYNDROME AFTER COMPLEX TOOTH EXTRACTION

Yudin D.K.¹, Kastyro I.V.¹, Romanko Yu.S.², Ali R.B.¹, Popadyuk V.I.¹,
Zaborova V.A.², Dragunova S.G.¹, Gusev K.S.¹

¹Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russia

²Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

Abstract

The study evaluated various types of low-intensity photobiomodulatory therapy (PBMT) in reducing acute pain after complex tooth extraction. Complex extraction of maxillary molars and premolars (no more than two teeth, on one side) was performed in 119 patients (aged 18-44 years). In Group 1 (n = 28), PBMT was not performed. In Group 2 (n = 32), pulsed infrared laser radiation in combination with a magnetic mirror tip was used. In Group 3 (n = 30), dental tips with a pulsed infrared laser emitting head were used in the area of the socket formed after tooth extraction. In Group 4 (n = 29), a laser head with a continuous red spectrum was used. The exposure time of the tips and heads in all groups was 3 minutes in the projection of the extracted tooth. All patients underwent PBMT at 1, 24, and 48 hours after surgery. At these same times, acute pain was assessed using a visual analog scale (VAS) and a numerical rating scale (NRS) in millimeters. Acute pain was lowest already on the first postoperative day in the pulsed infrared laser group with a mirror magnetic head. Among the PBMT groups, the continuous red laser demonstrated the worst pain results. In the group without PBMT, pain requiring medical management persisted for up to 48-72 hours after tooth extraction.

Key words: photobiomodulating therapy, tooth extraction, pain syndrome, visual analogue scale, digital rating scale.

Contacts: Kastyro I.V., e-mail: ykastyro@gmail.com

For citations: Yudin D.K., Kastyro I.V., Romanko Yu.S., Ali R.B., Popadyuk V.I., Zaborova V.A., Dragunova S.G., Gusev K.S. Photobiomodulation of acute pain syndrome after complex tooth extraction, *Biomedical Photonics*, 2026, vol. 15, no. 1, pp. 11–18. doi: 10.24931/2413–9432–2026–15-1-11-18

Введение

Удаление зуба представляет собой хирургическую стоматологическую манипуляцию, которая может привести к развитию ряда осложнений [1]. Гистологический процесс заживления лунок после удаления зубов представляет собой четырехэтапный последовательный процесс, включающий в себя фазу сгустка крови, фазу воспаления, фазу пролиферации и фазу моделирования и ремоделирования [2,3]. В результате удаления зуба в первые минуты начинает формироваться сгусток крови, который выполняет защитную функцию и служит матрицей для дальнейшего тромбообразования и последующего заживления. На этапе воспаления запускаются иммунновоспалительные реакции, сопровождающиеся образованием грануляционной ткани, что критически важно для очищения раны от некротических тканей и создания условий для заживления [1,4,5]. В раннее время этого этапа развивается острый послеоперационный болевой синдром [6,7]. В фазе восстановления наблюдается активная пролиферация клеток костной ткани, в частности остеобластов, и формирование трабекулярной структуры кости, что завершается в интервале от 4 до 8 нед после удаления зуба [8]. На этапе моделирования и ремоделирования продолжается созревание костной ткани и ее перестройка, что обеспечивает механическую прочность и стабильность альвеолярного гребня. Эти стадии являются ключевыми для успешного заживления и восстановления тканей после стоматологических вмешательств, и понимание данных процессов способствует разработке эффективных методов лечения и реабилитации [9].

Поиски новых методов ускорения заживления раны после удаления зуба и улучшения восстановления костной ткани обусловлены необходимостью последующей дентальной имплантации [10,11]. Использование низкоинтенсивной фотобиомодулирующей терапии (ФБМТ) позволяет разрабатывать новые методы реабилитации пациентов при проведении хирургических стоматологических вмешательств [12]. Применение низкоинтенсивной ФБМТ в стоматологической практике способствует снижению воспалительных реакций, обладает антибактериальным эффектом, препятствует развитию болевого синдрома, а также способствует ускоренной репарации тканей в области их повреждения за счет иммунокорректирующего действия [13].

Целью исследования была оценка различных вариантов воздействия низкоинтенсивной ФБМТ на снижение интенсивности острого болевого синдрома после сложного удаления зуба.

Материалы и методы

Все пациенты были распределены на 4 группы. В 1-ю группу вошли 28 пациентов (7 женщин и 21 мужчина) в возрасте от 18 до 46 лет. Этим пациентам проводилось сложное удаление моляров верхней челюсти без применения ФБМТ. Во 2-ю группу вошли 32 пациента (10 женщин и 22 мужчин) в возрасте от 20 до 47 лет. Пациентам 2-й группы ФБМТ проводили при помощи наконечной лазерной излучающей головки ЛО-904-25 с длиной волны 904 нм и магнитной зеркальной насадкой с 3М-50 с длиной волны 0,89 мкм с напряженностью магнитного поля 50 мТл. Импульсная мощность излучения в данной группе составляла 10 Вт, а частота излучения – 80 Гц. В 3-ю группу вошли 30 пациентов (10 женщин и 20 мужчин) в возрасте от 19 до 43 лет. В данной группе для проведения ФБМТ применяли стоматологические насадки из набора С-1 совместно с лазерной излучающей головкой ЛО-904-25 с длиной волны 904 нм. Насадки помещали в полость рта в область сформированной после удаления зуба лунки. Импульсная мощность излучения в данной группе составляла 7 Вт, а частота излучения – 80 Гц. 4-я группа была сформирована из 17 мужчин и 12 женщин (29 пациентов) со сложным удалением зуба. Для проведения ФБМТ непрерывного излучения использовали лазерную головку с длиной волны 0,63 мкм (лазерную головку КЛО 635-15), излучающую непрерывный красный спектр, что оказывает противовоспалительный (сосудистый) и стимулирует клеточную пролиферацию. Мощность излучения составляла 10 мВт, частота излучения – 635 нм. Время экспозиции насадок и головок во всех группах составляло 3 мин в проекции удаленного зуба. Всем пациентам процедуру проводили через 1, 24, 48 и 72 ч после хирургического вмешательства аппаратом «ЛАЗМИК-01» (Россия). Всем пациентам с целью обезболивания назначали перорально кеторолак 10 мг по 1 таблетке 3 раза в день и с целью профилактики гнойных осложнений – амоксициллин+клавулановая кислота 875 мг + 125 мг по 1 таблетке 2 раза в день в течение 6 дней. Сложное удаление премоляров и моляров верхней челюсти у всех пациентов проводили при помощи инфильтрационной анестезии в слизистую оболочку и

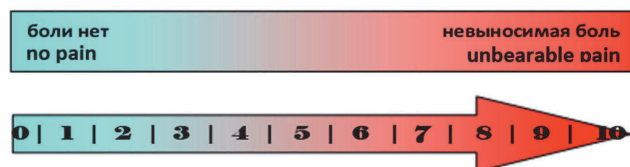


Рис. 1. Визуально-аналоговая шкала (а) и цифровая рейтинговая шкала (б) оценки интенсивности острого болевого синдрома.

Fig. 1. Visual analogue scale (a) and digital rating scale (b) for assessing the intensity of acute pain syndrome.

внутрикостно раствором артикаина гидрохлорида и эпинефрина в соотношении 1:200000. В исследование включали пациентов, которым удаляли не более 2 зубов с одной стороны верхней челюсти.

Оценка болевого синдрома

Острый болевой синдром оценивали через 1, 3, 24, 48 и 72 ч после сложного удаления зуба при помощи визуально-аналоговой (ВАШ) (рис. 1а) и цифровой рейтинговой шкалы (ЦРШ) (рис. 1б), каждая из которых была длиной 100 мм. Пациенты отмечали на шкале уровень боли вертикальной линией на том участке шкалы, который, по их мнению, соответствовал интенсивности испытываемой боли. Шкалы демонстрировали пациентам поочередно – сначала ВАШ, а затем ЦРШ [14]. Для каждого пациента на каждом отрезке оценки боли вычислялись средние значения по обеим шкалам.

Статистический анализ

Данные обрабатывали в программном обеспечении Microsoft Excel, MATLAB, STATISTICA 12.6, JASP 0.14.0.0. При сопоставлении данных внутри группы на различных сроках после введения препаратов применяли критерий Вилкоксона. При сравнении данных групп между собой применяли критерии Краскела-Уоллиса, Манн-Уитни или Стьюдента. Для каждого сравнения, в результате статистического анализа, определяли свой уровень значимости ($p < 0,0001$ до $0,05$).

Результаты

Согласно критерию Вилкоксона, острый болевой синдром, оцениваемый по средним значениям ВАШ и ЦРШ, в 1-й группе через 1 ч после хирургического вмешательства был значимо ниже, чем через 3 ч ($p < 0,0004$). Через 24 ч уровень боли снизился, по сравнению с 3 ч после операции ($p < 0,007$) и через 48 ч оставался прежним. На 3-и сутки интенсивность боли достоверно снизилась, по сравнению с предыдущим днем ($p < 0,048$) (рис. 2а, табл. 1). Во 2-й группе (импульсная лазерная терапия с магнитно-зеркальной насадкой) через 3 ч болевой синдром был достоверно выше, чем через 1 ч после удаления зуба ($p < 0,046$). На следующий день во 2-й группе интенсивность острой боли значимо уменьшилась, по сравнению с предыдущей точкой его оценки ($p < 0,042$), и на 2-й день еще достоверно уменьшилась

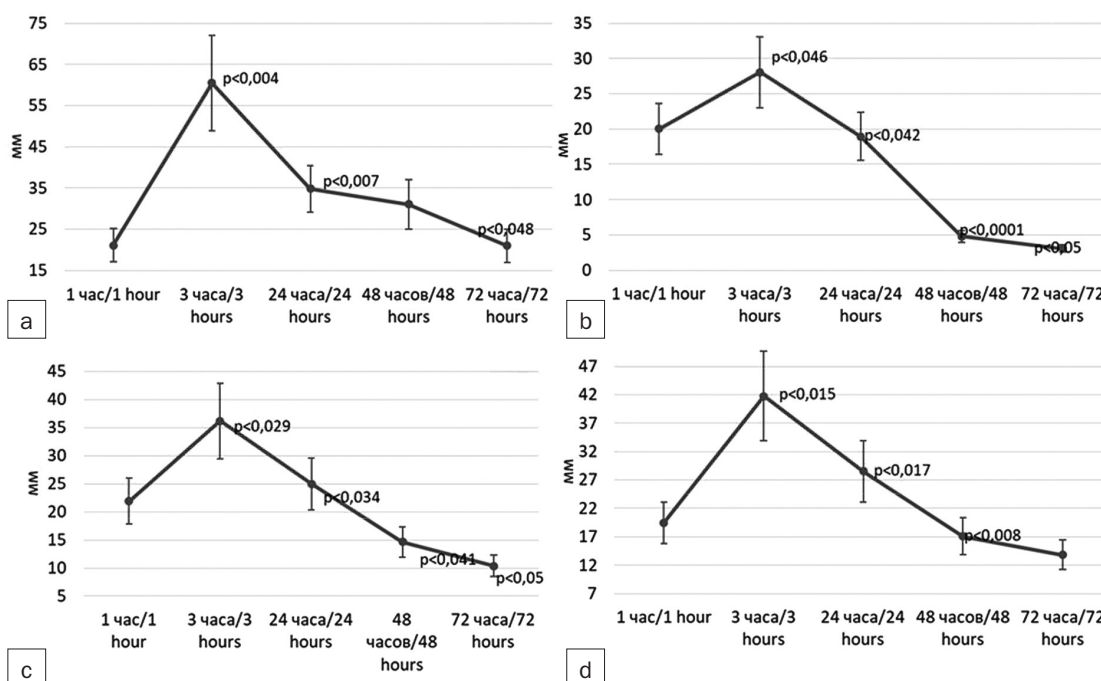


Рис. 2. Внутригрупповая динамика острого послеоперационного болевого синдрома по средним значениям ВАШ и ЦРШ у пациентов со сложным удалением зуба с применением ФБМТ: а – первая группа (группа сравнения); б – вторая группа (группа импульсного лазера+зеркальная магнитная насадка); в – третья группа (группа импульсного лазерного излучения); д – четвертая группа (группа непрерывного лазерного излучения).

Fig. 2. Intragroup dynamics of acute postoperative pain syndrome according to average VAS and NRS values in patients with complex tooth extraction using PBMT: а – first group (comparison group); б – second group (pulsed laser group + mirror magnetic attachment); в – third group (pulsed laser radiation group); д – fourth group (continuous laser radiation group).

($p<0,0001$). Еще через 24 ч (72 ч после операции) острый болевой синдром достоверно снизился по сравнению с предыдущим днем ($p<0,05$) (рис. 2b, табл. 1). В 3-й группе (группа с импульсной лазерной терапией) через 3 ч после операции боль также, как и в остальных группах, увеличилась ($p<0,029$), а через 3 ч значительно уменьшилась ($p<0,034$) и продолжила достоверно снижаться на 2-й ($p<0,041$) и 3-й ($p<0,05$) послеоперационные дни (рис. 2с, табл. 1). Так, через 3 ч острая боль значительно усилилась, по сравнению с 1-ым послеоперационным часом ($p<0,015$), а на 24-й ($p<0,017$) и 48-й ($p<0,008$) часы она уменьшилась и сохранялась прежней на 72-й послеоперационный час ее контроля (рис. 2d, табл. 1). Через 1 ч после проведения сложного удаления зуба во всех группах пациентов достоверного различия выявлено

не было. Уровень болевого синдрома по средним значениям ВАШ и ЦРШ соответствовал очень слабой боли.

Согласно критерию Манна-Уитни, интенсивность острой боли в 1-й группе через 3 ч после хирургического вмешательства был значимо выше, чем во 2-й, 3-й и 4-й группах ($p<0,018$, $p<0,032$ и $p<0,048$ соответственно). В этот период наименьшую боль испытывали пациенты 2-й группы, по сравнению с группой импульсного лазера и непрерывного лазера ($p<0,045$ и $p<0,048$ соответственно).

Через 24 ч после удаления зуба выраженность острого болевого синдрома была значимо ниже во 2-й ($p<0,012$), 3-й ($p<0,036$) и 4-й группах ($p<0,043$) по сравнению с 1-й группой. Также, как и через 3 ч после операции, у пациентов 2-й группы на указанном сроке

Таблица 1

Показатели острой боли по средним значениям ВАШ и ЦРШ после сложного удаления зуба и применения фотобиомодулирующей терапии в раннем послеоперационном периоде

Table 1

Acute pain indices based on average VAS and NRS values after complex tooth extraction and the use of photobiomodulatory therapy in the early postoperative period

мм mm	1 час 1 hour	3 часа 3 hours	24 часа 24 hours	48 часов 48 hours	72 часа 72 hours
1-я группа (сравнения) 1st group (comparisons)	21,05±4,05	60,5±11,64	34,82±5,7	31,03±5,97	20,98±4,03
2-я группа (импульсный лазер+зеркальный магнит) 2nd group (pulse laser + mirror magnet)	20,04±3,6	28,09±5,04	18,96±3,4	4,79±0,86	3,07±0,55
3-я группа (импульсный лазер) 3rd group (pulse laser)	21,91±4,06	36,2±6,72	24,98±4,63	14,66±2,72	10,37±1,92
4-я группа (непрерывный лазер) 4th group (continuous laser)	19,48±3,68	41,75±7,89	28,55±5,39	17,08±3,22	13,84±2,62

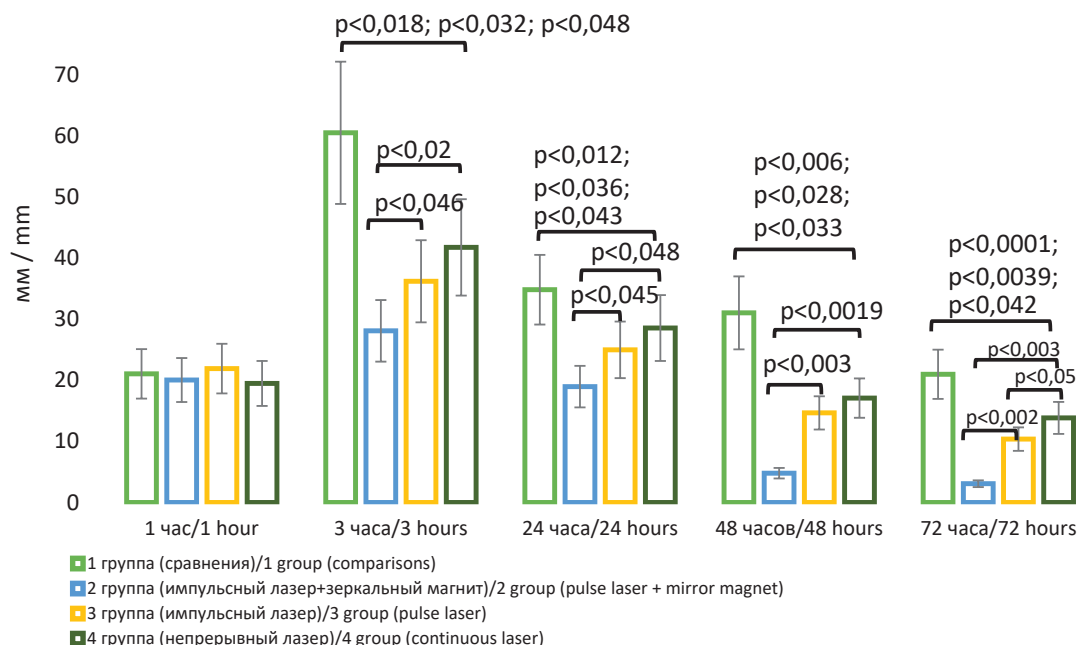


Рис. 3. Динамика острого послеоперационного болевого синдрома по средним значениям ВАШ и ЦРШ у пациентов со сложным удалением зуба с применением ФБМТ.

Fig. 3. Dynamics of acute postoperative pain syndrome according to average values of VAS and NRS in patients with complex tooth extraction using PBMT.

острота боли были ниже, чем в 3-й ($p<0,045$) и 4-й группах ($p<0,048$) (рис. 3, табл. 1).

Согласно критерию Стьюдента, через 48 ч в первой группе выраженность болевого синдрома была также выше, чем в остальных группах ФБМТ (2-я, 3-я и 4-я группа – $p<0,006$, $p<0,028$ и $p<0,033$ соответственно). Во 2-й группе пациенты практически не испытывали болевых ощущений, по сравнению с 3-й ($p<0,003$) и 4-й группами ($p<0,0019$). На третий день (72 ч) после удаления зуба пациенты 1-й группы испытывали боль достоверно выше, чем в группах с ФБМТ (2-я, 3-я и 4-я группы – $p<0,0001$, $p<0,0039$ и $p<0,042$ соответственно). В 4-й группе болевой синдром был значимо выше, чем во 2-й ($p<0,003$) и 3-й группах ($p<0,05$). Пациенты 2-й группы испытывали боль меньшей интенсивности, чем пациенты 3-й группы ($p<0,002$) (рис. 3, табл. 1).

Обсуждение

Заживление дентальных лунок после удаления зуба – это сложный процесс, включающий реконструкцию поврежденных мягких и твердых тканей. Этот процесс включает в себя пролиферацию и дифференцировку остеобластов, а также синтез и минерализацию внеклеточного матрикса, что приводит к формированию костной ткани и ее ремоделированию. Формирование новой кости регулируется различными цитокинами, включая трансформирующий фактор роста β (TGFB), фактор роста эндотелия сосудов (VEGF), инсулиноподобный фактор роста (IGF) и костный морфогенетический белок (BMP) [15]. Особо важной в раннем периоде после удаления зуба является борьба с воспалением и снижение острой боли [5, 16-18]. В проведенном исследовании уровень болевого синдрома был значительно ниже в группах с ФБМТ на всех этапах его оценки, по сравнению с пациентами без ФБМТ, что косвенно свидетельствует о положительном противовоспалительном воздействии ФБМТ совместно с нестероидными противовоспалительными препаратами (НПВП).

Результаты анализа применения диодных лазеров, генерирующих излучение в инфракрасной области электромагнитного спектра, показали, что они обладают бактерицидным эффектом при дентальной имплантации, что может существенно снижает риск инфекционных осложнений [19]. Было показано, что низкоинтенсивные лазеры обладают биостимулирующим и противовоспалительным действием, что делает их полезными в процессе заживления раневой поверхности и восстановления костной ткани [20,21]. В настоящем исследовании кроме НПВП применялась и антибактериальная терапия, но ни в одной группе не было выявлено гнойных осложнений. Тем не менее показанный уровень болевого синдрома явно свидетельствует о преимуществе применения ФБМТ в раннем периоде после сложного удаления зуба.

Было продемонстрировано, что низкоинтенсивное лазерное воздействие способствует биостимуляции,

усиливает регенераторный потенциал тканей при его применении в диапазоне доз от 1,5 до 3 Дж/см². Показано, что повышаются регенеративные свойства эпителия в полости рта, изменяется активность фибробластов десны человека, модулируется активность клеток, взаимодействующих с имплантатом, что улучшает регенерацию тканей и снижает длительность реабилитационного периода у пациентов [22, 23]. Исследование М. Khadra и соавт. демонстрирует интересные результаты, касающиеся влияния лазеротерапии на клеточную пролиферацию и синтез важных биомолекул. Увеличение пролиферации клеток через 96 ч после лазерного воздействия указывает на то, что лазерная терапия может активировать процессы регенерации и восстановления тканей. Синтез остеокальцина, который является маркером остеобластной активности, и выработка фактора TGF-бета (1), играющего ключевую роль в регенерации и заживлении тканей, значительно увеличивались на образцах, подвергшихся воздействию лазерного излучения в дозе 3 Дж/см². Это говорит о том, что такая терапия может способствовать улучшению остеоинтеграции имплантатов и ускорению заживления костной ткани. Эти результаты подчеркивают потенциал низкоуровневой лазерной терапии как эффективного инструмента в стоматологии и ортопедии, хотя, как и в случае с любыми новыми методами, важно продолжать проводить дополнительные исследования для подтверждения и уточнения этих эффектов [24]. В настоящем исследовании использование импульсной лазерной терапии в сочетании с зеркальной магнитной насадкой дало меньший уровень боли, по сравнению с остальными видами ФБМТ, что требует уточнения механизмов физиологических и патологических изменений в тканях в зависимости от физических характеристик низкоинтенсивной лазерной терапии в дальнейших клинических и экспериментальных исследованиях.

Установлено также, что применение низкоинтенсивной ФБМТ положительно воздействует на стабильность имплантатов через 3 нед после проведения дентальной имплантации [25]. F. Chellini и соавт. оценили влияние лазерного излучения 808 ± 10 нм средней мощности (2 Вт, 400 Дж/см²; CW или импульсный режим, 20 кГц, 7 мкс, 0,44 Вт, 88 Дж/см²) на жизнеспособность клеток, их пролиферацию, адгезию, а также охарактеризовали остеогенный дифференцировочный потенциал в сравнении с действием хлорексидина. Авторами было показано, что ФБМТ имеет остеоиндуктивный потенциал, при сравнении с цитотоксичным действием хлорексидина [26]. Эти данные подтверждают полученные нами результаты, показавшие снижение уровня острой боли. Это опосредованно говорит о том, что примененный вид воздействия фотобиомодуляции в настоящем исследовании способствует уменьшению воспаления. Снижение воспалительных реакций и, соответственно уровня болевого синдрома, приводит к улучшению регенерации костной ткани [27-31].

ФБМТ улучшает заживление костной лунки при экспериментальном деструктивном воздействии алендроната у крыс. Однако инфракрасное импульсное излучение дополнительно положительно влияет на цитархитектонику костной ткани альвеолярного отростка челюстей у крыс [32]. В настоящем исследовании продемонстрировано, что чем выше была используемая частота ФБМТ, тем меньшим был болевой синдром у пациентов после сложного удаления зуба. Эти данные согласуются с исследованиями, в которых оценивалась эффективность фотобиомодуляции после проведения септопластики. В ряде исследований было показано, что при данном виде ринохирургических вмешательств, при которых затрагиваются и костные структуры перегородки носа, применение ФБМТ приводит к снижению острого болевого синдрома в раннем постоперационном периоде [33–35]. В предыдущих работах нами было выявлено, что низкоинтенсивная ФБМТ оказывает не только положительное местное воздействие, но и снижает выраженность стрессовых реакций, что было продемонстрировано в исследованиях гиппокампа у крыс после моделирования септопластики и хирургических вмешательствах на верхней челюсти. Так, после использования ФБМТ в гиппокампе у крыс изменяется уровень метаболизма дофаминергической, норадринергической и серотонинергической систем [36]. Кроме того, в последних исследованиях было выявлено, что при проведении тех же экспериментальных хирургических вмешательств ФБМТ снижает уровень экспрессии стрессорного белка p53, отвечающего за апоптоз, в нейронах пирамидного слоя гиппокампа [37].

Комбинированное применение ФДТ и ФБМТ способствует и более эффективному восстановлению тканей после химиолучевой или лучевой терапии [38].

Исследования эффективности ФБМТ показывают, что повышенная перекисная окись липидов и истощение антиоксидантной системы являются основными механизмами стрессовой реакции на различные физиологические факторы. В этом процессе клеточные мембраны становятся целью для стрессовых факторов, фармакологических веществ и физических агентов. ФБМТ может регулировать образование свободных радикалов и оказывать мембранотропные эффекты при ФДТ опухолей [39, 40].

Заключение

Хотя полученные результаты свидетельствуют о превосходстве ФБМТ перед исключительно медикаментозным лечением и преимуществе импульсного низкоинтенсивного инфракрасного лазера с зеркальной магнитной насадкой над непрерывным красным лазером в борьбе с острой болью после сложного удаления зуба, необходимо рентгенологически уточнить эффективность этих методов воздействия в сохранении костной лунки и альвеолярного гребня верхней челюсти после сложного удаления зуба в клинической практике.

Применение низкоинтенсивной ФБМТ у пациентов в раннем постоперационном периоде после сложного удаления зуба приводит постоперационному болевому синдрому меньшей интенсивности на 28,2–53,6%, по сравнению с пациентами без ее применения.

Использование головки импульсного низкоинтенсивного лазерного излучения в сочетании с магнитно-зеркальной насадкой снижает острую боль в раннем послеоперационном периоде после сложного удаления зуба, по сравнению с применением моноимпульсного излучателя и непрерывного магнитного излучения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Yang S., Li Y., Liu C., Wu Y., Wan Z., Shen D. Pathogenesis and treatment of wound healing in patients with diabetes after tooth extraction // *Front Endocrinol (Lausanne)*. – 2022. – Vol. 13. – P. 949535.
2. Zhou S., Li G., Zhou T., Zhang S., Xue H., Geng J., Liu W., Sun Y. The role of IFT140 in early bone healing of tooth extraction sockets // *Oral Dis*. – 2022. – Vol. 28 (4). – P. 1188–1197.
3. De Sousa Gomes P., Daugela P., Poskevicius L., Mariano L., Fernandes M.H. Molecular and Cellular Aspects of Socket Healing in the Absence and Presence of Graft Materials and Autologous Platelet Concentrates: A Focused Review // *J Oral Maxillofac Res*. – 2019. – Vol. 10(3). – P. e2.
4. Dolgalev A.I., Svyatoslavov D.S., Pout V.A., Reshetov I.V., Kastyro I.V. Effectiveness of the Sequential Use of Plastic and Titanium Implants for Experimental Replacement of the Mandibular Defect in Animals using Preliminary Digital Design // *Doklady Biochemistry and Biophysics*. – 2021. – Vol. 496. – P. 36–39.
5. Dragunova S.G., Reshetov I.V., Kosyreva T.F., Severin A.E., Khamidulin G.V., Shmaevsky P.E., A Inozemtsev N., Popadyuk V.I., Kastyro I.V., Yudin D.K., Yunusov T.Yu., Kleyman V.K., Bagdasaryan V.V., Alieva S.I., Chudov R.V., Kuznetsov N.D., Pinigina I.V., Skopich A.A., Kostyaeva M.G. Comparison of the Effects of Septoplasty and Sinus Lifting Simulation in Rats on Changes in Heart Rate Variability // *Doklady Biochemistry and Biophysics*. – 2021. – Vol. 498. – P. 165–169.

REFERENCES

1. Yang S., Li Y., Liu C., Wu Y., Wan Z., Shen D. Pathogenesis and treatment of wound healing in patients with diabetes after tooth extraction. *Front Endocrinol (Lausanne)*, 2022, Vol. 13, pp. 949535.
2. Zhou S., Li G., Zhou T., Zhang S., Xue H., Geng J., Liu W., Sun Y. The role of IFT140 in early bone healing of tooth extraction sockets. *Oral Dis*, 2022, Vol. 28 (4), pp. 1188–1197.
3. De Sousa Gomes P., Daugela P., Poskevicius L., Mariano L., Fernandes M.H. Molecular and Cellular Aspects of Socket Healing in the Absence and Presence of Graft Materials and Autologous Platelet Concentrates: A Focused Review. *J Oral Maxillofac Res*, 2019, Vol. 10(3). – pp. e2.
4. Dolgalev A.I., Svyatoslavov D.S., Pout V.A., Reshetov I.V., Kastyro I.V. Effectiveness of the Sequential Use of Plastic and Titanium Implants for Experimental Replacement of the Mandibular Defect in Animals using Preliminary Digital Design. *Doklady Biochemistry and Biophysics*, 2021, Vol. 496, pp. 36–39.
5. Dragunova S.G., Reshetov I.V., Kosyreva T.F., Severin A.E., Khamidulin G.V., Shmaevsky P.E., A Inozemtsev N., Popadyuk V.I., Kastyro I.V., Yudin D.K., Yunusov T.Yu., Kleyman V.K., Bagdasaryan V.V., Alieva S.I., Chudov R.V., Kuznetsov N.D., Pinigina I.V., Skopich A.A., Kostyaeva M.G. Comparison of the Effects of Septoplasty and Sinus Lifting Simulation in Rats on Changes in Heart Rate Variability. *Doklady Biochemistry and Biophysics*, 2021, Vol. 498, pp. 165–169.

6. Miroshnychenko A., Ibrahim S., Azab M., Roldan Y., Martinez J.P.D., Tamilselvan D., He L., Little J.W., Urquhart O., Tampi M., Polk D.E., Moore P.A., Hersh E.V., Claytor B., Carrasco-Labra A., Brignardello-Petersen R. Acute Postoperative Pain Due to Dental Extraction in the Adult Population: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *J Dent Res*. – 2023. – Vol. 102 (4). – P. 391-401.
7. Dragunova S., Samoilova M., Ganshin I., Chernolev A. Heart Rate Variability, Pain Syndrome and Cortisol Concentration in Oral Fluid During Sinus-Lifting And Dental Implantation Otorhinolaryngology // Head and Neck Pathology (ORLHNP). – 2023. – Vol. 2 (4). – P. 31-36.
8. Takahashi S., Kikuchi R., Ambe K., Nakagawa T., Takada S., Ohno T., et al. Lymphangiogenesis and Nos Localization in Healing Process after Tooth Extraction in Akita Mouse // Bull Tokyo Dent Coll. – 2016. – Vol. 57(3). – P. 121-31.
9. Devlin H., Sloan P. Early Bone Healing Events in the Human Extraction Socket // Int J Oral Maxillofac Surg. – 2002. – Vol. 31(6). – P. 641-5.
10. Dragunova S.G., Kosyrev T.F., Khamidulin G.V., Shmaevsky P.E., Ermakova N.V., Severin A.E., Torshin V.I., Kastyro I.V., Scopich A.A., Gordeev D.V., Sedelnikova A.D., Kuznetsov N.D., Popadyuk V.I., Yudin D.K. Assessment of the impact of closed sinus lifting on changes in the autonomic nervous system in the early postoperative period. Head and neck // Russian Journal. – 2022. – Vol. 10(1). – P. 8-15.
11. Yudin D.K., Mozgovoy V.V., Kosyrev T.F., Popadyuk V.I., Kastyro I.V., Dragunova S.G. Prevention of anesthesiological complications during dental implantation. Head and neck. Russian Journal Head and neck // Russian Journal. – 2022. – Vol. 10(3). – P. 60-63.
12. Lin G.H., Suárez López Del Amo F., Wang H.L. Laser therapy for treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis: An American Academy of Periodontology // J. Periodontol. – 2018. – Vol. 89 (7). – P. 766-782.
13. Shimorsky M.I., Korchazhkina N.B., Panin A.M., Tsitsiashvili A.M. Features of the use of laser therapy in the rehabilitation of patients after surgical dental interventions // Physiotherapist. – 2023. – Vol. 6. – P. 93-101.
14. Shilin S.S., Spirin E.A., Antonyana A.A., Dolgonovskaya A.S., Piskarev D.V., Popadyuk V.I., Kastyro I.V., Ganshin I.B., Vasyakova S.M. The Role of IL-10 G-1082A Polymorphism in Hypertrophy of the Pharyngeal Tonsil // Molecular Genetics, Microbiology and Virology. – 2023. – Vol. 38 (3). – P. 177-184.
15. Younis W.H., Al-Rawi N.H., Mohamed M.A., Yaseen N.Y. Molecular Events on Tooth Socket Healing in Diabetic Rabbits // Br J Oral Maxillofac Surg. – 2013. – Vol. 51 (8). – P. 932-6.
16. Pergolizzi J.V., Magnusson P., LeQuang J.A., Gharibo C., Varrassi G. The pharmacological management of dental pain // Expert Opin Pharmacother. – 2020. – Vol. 21 (5). – P. 591-601.
17. Lodi G., Azzi L., Varoni E.M., Pentenero M., Del Fabbro M., Carrassi A., Sardella A., Manfredi M. Antibiotics to prevent complications following tooth extractions // Cochrane Database Syst Rev. – 2021. – Vol. 2 (2). – P. CD003811
18. Ghosh A., Aggarwal V.R., Moore R. Aetiology, Prevention and Management of Alveolar Osteitis-A Scoping Review // J Oral Rehabil. – 2022. – Vol. 49 (1). – P. 103-113.
19. Razina I.N., Lomiashvili L.M., Nedoseko V.B. Non-surgical treatments of complications after dental implantation. Perspectives for infrared laser light in the treatment of mucositis and peri-implantitis // Laser Medicine. – 2020. – Vol. 24 (1). – P. 49-56.
20. Berni M., Brancato A.M., Torriani C., Bina V., Annunziata S., Cornella E., Trucchi M., Jannelli E., Mosconi M., Gastaldi G., Caliozna L., Grassi F.A., Pasta G. The Role of Low-Level Laser Therapy in Bone Healing: Systematic Review // Int J Mol Sci. – 2023. – Vol. 24 (8). – P. 7094.
21. Menchisheva Y., Menzhanova D., Espolayeva A., Azhibekov A., Mirzakulova U., Sagatbayev A., Uglanov Z., Toregeldi G., Tsvetanov Tsokov K. Combined use of PRPP, diode laser and piezosurgery device improves reparative osteogenesis previously to dental implants placement // Asian J Surg. – 2024. – Vol. S1015-9584(24). – P. 02130-02134.
22. Khadra M. The effect of low level laser irradiation on implant-tissue interaction. In vivo and in vitro studies // Swed. Dent. J. Suppl. – 2005. – Vol. 172. – P. 1-63.
23. Theodoro L.H., Marcantonio R.A.C., Wainwright M., Garcia V.G. LASER in periodontal treatment: is it an effective treatment or science fiction? // Braz Oral Res. – 2021. – Vol. 35 (Supp 2). – P. e099.
6. Miroshnychenko A., Ibrahim S., Azab M., Roldan Y., Martinez J.P.D., Tamilselvan D., He L., Little J.W., Urquhart O., Tampi M., Polk D.E., Moore P.A., Hersh E.V., Claytor B., Carrasco-Labra A., Brignardello-Petersen R. Acute Postoperative Pain Due to Dental Extraction in the Adult Population: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *J Dent Res*, 2023, Vol. 102 (4), pp. 391-401.
7. Dragunova S., Samoilova M., Ganshin I., Chernolev A. Heart Rate Variability, Pain Syndrome and Cortisol Concentration in Oral Fluid During Sinus-Lifting And Dental Implantation Otorhinolaryngology. *Head and Neck Pathology (ORLHNP)*, 2023, Vol. 2 (4), pp. 31-36.
8. Takahashi S., Kikuchi R., Ambe K., Nakagawa T., Takada S., Ohno T., et al. Lymphangiogenesis and Nos Localization in Healing Process after Tooth Extraction in Akita Mouse. *Bull Tokyo Dent Coll*, 2016, Vol. 57(3), pp. 121-31.
9. Devlin H., Sloan P. Early Bone Healing Events in the Human Extraction Socket. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2002, Vol. 31(6), pp. 641-645.
10. Dragunova S.G., Kosyrev T.F., Khamidulin G.V., Shmaevsky P.E., Ermakova N.V., Severin A.E., Torshin V.I., Kastyro I.V., Scopich A.A., Gordeev D.V., Sedelnikova A.D., Kuznetsov N.D., Popadyuk V.I., Yudin D.K. Assessment of the impact of closed sinus lifting on changes in the autonomic nervous system in the early postoperative period. Head and neck. *Russian Journal*, 2022, Vol. 10(1), pp. 8-15.
11. Yudin D.K., Mozgovoy V.V., Kosyrev T.F., Popadyuk V.I., Kastyro I.V., Dragunova S.G. Prevention of anesthesiological complications during dental implantation. Head and neck. *Russian Journal Head and neck*, 2022, Vol. 10(3), pp. 60-63.
12. Lin G.H., Suárez López Del Amo F., Wang H.L. Laser therapy for treatment of peri-implant mucositis and peri-implantitis: An American Academy of Periodontology. *J. Periodontol*, 2018, Vol. 89 (7), pp. 766-782.
13. Shimorsky M.I., Korchazhkina N.B., Panin A.M., Tsitsiashvili A.M. Features of the use of laser therapy in the rehabilitation of patients after surgical dental interventions. *Physiotherapist*, 2023, Vol. 6, pp. 93-101.
14. Shilin S.S., Spirin E.A., Antonyana A.A., Dolgonovskaya A.S., Piskarev D.V., Popadyuk V.I., Kastyro I.V., Ganshin I.B., Vasyakova S.M. The Role of IL-10 G-1082A Polymorphism in Hypertrophy of the Pharyngeal Tonsil. *Molecular Genetics, Microbiology and Virology*, 2023, Vol. 38 (3), pp. 177-184.
15. Younis W.H., Al-Rawi N.H., Mohamed M.A., Yaseen N.Y. Molecular Events on Tooth Socket Healing in Diabetic Rabbits. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 2013, Vol. 51 (8), pp. 932-936.
16. Pergolizzi J.V., Magnusson P., LeQuang J.A., Gharibo C., Varrassi G. The pharmacological management of dental pain. *Expert Opin Pharmacother*, 2020, Vol. 21 (5), pp. 591-601.
17. Lodi G., Azzi L., Varoni E.M., Pentenero M., Del Fabbro M., Carrassi A., Sardella A., Manfredi M. Antibiotics to prevent complications following tooth extractions. *Cochrane Database Syst Rev*, 2021, Vol. 2 (2), pp. CD003811
18. Ghosh A., Aggarwal V.R., Moore R. Aetiology, Prevention and Management of Alveolar Osteitis-A Scoping Review. *J Oral Rehabil*, 2022, Vol. 49 (1), pp. 103-113.
19. Razina I.N., Lomiashvili L.M., Nedoseko V.B. Non-surgical treatments of complications after dental implantation. Perspectives for infrared laser light in the treatment of mucositis and peri-implantitis. *Laser Medicine*, 2020, Vol. 24 (1), pp. 49-56.
20. Berni M., Brancato A.M., Torriani C., Bina V., Annunziata S., Cornella E., Trucchi M., Jannelli E., Mosconi M., Gastaldi G., Caliozna L., Grassi F.A., Pasta G. The Role of Low-Level Laser Therapy in Bone Healing: Systematic Review. *Int J Mol Sci*, 2023, Vol. 24 (8), pp. 7094.
21. Menchisheva Y., Menzhanova D., Espolayeva A., Azhibekov A., Mirzakulova U., Sagatbayev A., Uglanov Z., Toregeldi G., Tsvetanov Tsokov K. Combined use of PRPP, diode laser and piezosurgery device improves reparative osteogenesis previously to dental implants placement. *Asian J Surg*, 2024, Vol. S1015-9584(24), pp. 02130-02134.
22. Khadra M. The effect of low level laser irradiation on implant-tissue interaction. In vivo and in vitro studies. *Swed. Dent. J. Suppl*, 2005, Vol. 172, pp. 1-63.
23. Theodoro L.H., Marcantonio R.A.C., Wainwright M., Garcia V.G. LASER in periodontal treatment: is it an effective treatment or science fiction? *Braz Oral Res*, 2021, Vol. 35 (Supp 2), pp. e099.

24. Khadra M., Lyngstadaas S.P., Haanaes H.R. et al. Effect of laser therapy on attachment, proliferation and differentiation of human osteoblast-like cells cultured on titanium implant material // *Biomaterials*. – 2005. – Vol. 26 (17). – P. 3503-350.
25. Memarian J., Ketabi M., Amini S. The effect of low-level laser 810 nm and light-emitting diodephotobiomodulation (626 nm) on the stability of the implant and inflammatory markers interleukin-1 beta and prostaglandin E2, around implants // *Dent. Res. J. (Isfahan)*. – 2018. – Vol. 15 (4). – P. 283-288.
26. Chellini F., Giannelli M., Tani A. et al. Mesenchymal stromal cell and osteoblast responses to oxidized titanium surfaces pre-treated with $\lambda = 808$ nm GaAlAs diode laser or chlorhexidine: in vitro study // *Lasers Med Sci*. – 2017; 32 (6). – P. 1309-1320.
27. Marom R., Rabenhorst B.M., Morello R. Osteogenesis imperfecta: an update on clinical features and therapies // *Eur J Endocrinol*. 2020. – Vol. 183 (4). – P. R95-R106.
28. Carroll R.S., Donenfeld P., McGreal C., Franzone J.M., Kruse R.W., Preedy C., Costa J., Dirnberger D.R., Bober M.B. Comprehensive pain management strategy for infants with moderate to severe osteogenesis imperfecta in the perinatal period // *Paediatr Neonatal Pain*. – 2021. – Vol. 3 (4). – P. 156-16.
29. Dlesk T.E., Larimer K. Multimodal Pain Management of Children Diagnosed with Osteogenesis Imperfecta: An Integrative Literature Review // *Pain Manag Nurs*. – 2023. – Vol. 24 (1). – P. 102-110.
30. Rodriguez Celin M., Kruger K.M., Caudill A., Murali C.N., Nagamani S.C.S. Members of the Brittle Bone Disorders Consortium (BBDC); Smith P.A., Harris G.F. A multicenter study to evaluate pain characteristics in osteogenesis imperfecta // *Am J Med Genet A*. – 2023. – Vol. 191 (1). – P. 160-172.
31. Shepherd W.S., Wiese A.D., Cho H.E., Rork W.C., Baig M.U., Kostick K.M., Nguyen D., Carter E.M. Members of the BBDC; Murali C.N., Robinson M.E., Schneider S.C., Lee B., Sutton V.R., Storch E.A. Psychosocial Outcomes of Pain and Pain Management in Adults with Osteogenesis Imperfecta: A Qualitative Study // *J Clin Psychol Med Settings*. – 2024. – Vol. 31 (3). – P. 614-627.
32. Gonçalves F.C., Mascaro B.A., Oliveira G.J.P.L., Spolidório L.C., Marcantonio R.A.C. Effects of red and infrared laser on post extraction socket repair in rats subjected to alendronate therapy // *Braz Oral Res*. – 2023. – Vol. 37. – P. e048.
33. Kastyro I.V., Romanko Yu.S., Muradov G.M., Popadyuk V.I., Kalmykov I.K., Kostyaeva M.G., Gushchina Yu.Sh., Dragunova S.G. Photobiomodulation of acute pain syndrome after septoplasty // *Biomedical Photonics*. – 2021. – Vol. 10 (2). – P. 34-41.
34. Muradov G.M., Popadyuk V.I., Kastyro I.V., Chernolev A.I., Mikhalskaia P.V. Photobiomodulating Therapy in Early Rehabilitation of Patients after Septoplasty // *ORLHNP. ISCPP2023 ABSTRACT BOOK*. – 2023. – Vol. 2(3). – P. 20.
35. Kastyro I.V., Popadyuk V.I., Muradov G.M., Reshetov I.V. Low-Intensity Laser Therapy As a Method to Reduce Stress Responses after Septoplasty // *Dokl Biochem Biophys*. – 2021. – Vol. 500 (1). – P. 300-303.
36. Dragunova S.G., Gordeev D.V., Chernolev A.I., Shishkova D.A., Shalamov K.P., Popadyuk V.I., Kastyro I.V., Senin N.E., Kartasheva A.F., I.B. Ganshin, Barannik M.I., Sarygin P.V. Role of surgical trauma in the hippocampal dopaminergic system response in simulated surgical interventions on the nasal cavity, paranasal sinuses, and alveolar process of the maxilla in rats. Head and neck // *Russian Journal*. – 2024. – Vol. 12(3). – P. 16-27.
37. Kotov V.N., Kastyro I.V., Ganshin I.B., Popadyuk V.I., Dragunova S.G., Khodorovich O.S., Kartasheva A.F., Barannik M.I., Sarygin P.V. The Role of Photobiomodulation Therapy in Reducing Stress-Induced Changes in the Hippocampus of Rats during Septoplasty Modeling // *Doklady Biochemistry and Biophysics*. – 2025. – Vol. 520. – P. Iss.1. in print DOI: 10.1134/S1607672924601033
38. Romanko Yu.S., Reshetov I.V. Experimental and clinical combined photodynamic therapy for malignant and premalignant lesions using various types of radiation // *Siberian Journal of Oncology*. – 2024. – Vol. 23(4). – P. 141-151.
39. Reshetov I.V., Korenev S.V., Romanko Yu.S. Forms of cell death and targets at photodynamic therapy // *Siberian Journal of Oncology*. – 2022. – Vol. 21(5). – P. 149-154.
40. Reshetov I.V., Romanko Yu.S. Pharmaceutical and experimental-clinical aspects of combined photodynamic therapy of malignant tumors and precancerous tumors using chemotherapy // *Siberian Journal of Oncology*. – 2022. – Vol. 21(5).
24. Khadra M., Lyngstadaas S.P., Haanaes H.R. et al. Effect of laser therapy on attachment, proliferation and differentiation of human osteoblast-like cells cultured on titanium implant material. *Biomaterials*, 2005, Vol. 26 (17), pp. 3503-350.
25. Memarian J., Ketabi M., Amini S. The effect of low-level laser 810 nm and light-emitting diodephotobiomodulation (626 nm) on the stability of the implant and inflammatory markers interleukin-1 beta and prostaglandin E2, around implants. *Dent. Res. J. (Isfahan)*, 2018, Vol. 15 (4), pp. 283-288.
26. Chellini F., Giannelli M., Tani A. et al. Mesenchymal stromal cell and osteoblast responses to oxidized titanium surfaces pre-treated with $\lambda = 808$ nm GaAlAs diode laser or chlorhexidine: in vitro study. *Lasers Med Sci*, 2017, Vol. 32 (6), pp. 1309-1320.
27. Marom R., Rabenhorst B.M., Morello R. Osteogenesis imperfecta: an update on clinical features and therapies. *Eur J Endocrinol*, 2020, Vol. 183 (4), pp. R95-R106.
28. Carroll R.S., Donenfeld P., McGreal C., Franzone J.M., Kruse R.W., Preedy C., Costa J., Dirnberger D.R., Bober M.B. Comprehensive pain management strategy for infants with moderate to severe osteogenesis imperfecta in the perinatal period. *Paediatr Neonatal Pain*, 2021, Vol. 3 (4), pp. 156-16.
29. Dlesk T.E., Larimer K. Multimodal Pain Management of Children Diagnosed with Osteogenesis Imperfecta: An Integrative Literature Review. *Pain Manag Nurs*, 2023, Vol. 24 (1), pp. 102-110.
30. Rodriguez Celin M., Kruger K.M., Caudill A., Murali C.N., Nagamani S.C.S. Members of the Brittle Bone Disorders Consortium (BBDC); Smith P.A., Harris G.F. A multicenter study to evaluate pain characteristics in osteogenesis imperfecta. *Am J Med Genet A*, 2023, Vol. 191 (1), pp. 160-172.
31. Shepherd W.S., Wiese A.D., Cho H.E., Rork W.C., Baig M.U., Kostick K.M., Nguyen D., Carter E.M. Members of the BBDC; Murali C.N., Robinson M.E., Schneider S.C., Lee B., Sutton V.R., Storch E.A. Psychosocial Outcomes of Pain and Pain Management in Adults with Osteogenesis Imperfecta: A Qualitative Study. *J Clin Psychol Med Settings*, 2024, Vol. 31 (3), pp. 614-627.
32. Gonçalves F.C., Mascaro B.A., Oliveira G.J.P.L., Spolidório L.C., Marcantonio R.A.C. Effects of red and infrared laser on post extraction socket repair in rats subjected to alendronate therapy. *Braz Oral Res*, 2023, Vol. 37, pp. e048.
33. Kastyro I.V., Romanko Yu.S., Muradov G.M., Popadyuk V.I., Kalmykov I.K., Kostyaeva M.G., Gushchina Yu.Sh., Dragunova S.G. Photobiomodulation of acute pain syndrome after septoplasty. *Biomedical Photonics*, 2021. – Vol. 10 (2). – P. 34-41.
34. Muradov G.M., Popadyuk V.I., Kastyro I.V., Chernolev A.I., Mikhalskaia P.V. Photobiomodulating Therapy in Early Rehabilitation of Patients after Septoplasty. *ORLHNP. ISCPP2023 ABSTRACT BOOK*, 2023, Vol. 2(3), pp. 20.
35. Kastyro I.V., Popadyuk V.I., Muradov G.M., Reshetov I.V. Low-Intensity Laser Therapy As a Method to Reduce Stress Responses after Septoplasty. *Dokl Biochem Biophys*, 2021, Vol. 500 (1), pp. 300-303.
36. Dragunova S.G., Gordeev D.V., Chernolev A.I., Shishkova D.A., Shalamov K.P., Popadyuk V.I., Kastyro I.V., Senin N.E., Kartasheva A.F., I.B. Ganshin, Barannik M.I., Sarygin P.V. Role of surgical trauma in the hippocampal dopaminergic system response in simulated surgical interventions on the nasal cavity, paranasal sinuses, and alveolar process of the maxilla in rats. Head and neck. *Russian Journal*, 2024, Vol. 12(3), pp. 16-27.
37. Kotov V.N., Kastyro I.V., Ganshin I.B., Popadyuk V.I., Dragunova S.G., Khodorovich O.S., Kartasheva A.F., Barannik M.I., Sarygin P.V. The Role of Photobiomodulation Therapy in Reducing Stress-Induced Changes in the Hippocampus of Rats during Septoplasty Modeling. *Doklady Biochemistry and Biophysics*, 2025, Vol. 520, pp. Iss.1. in print DOI: 10.1134/S1607672924601033
38. Romanko Yu.S., Reshetov I.V. Experimental and clinical combined photodynamic therapy for malignant and premalignant lesions using various types of radiation. *Siberian Journal of Oncology*, 2024, Vol. 23(4), pp. 141-151.
39. Reshetov I.V., Korenev S.V., Romanko Yu.S. Forms of cell death and targets at photodynamic therapy. *Siberian Journal of Oncology*, 2022, Vol. 21(5), pp. 149-154.
40. Reshetov I.V., Romanko Yu.S. Pharmaceutical and experimental-clinical aspects of combined photodynamic therapy of malignant tumors and precancerous tumors using chemotherapy. *Siberian Journal of Oncology*, 2022, Vol. 21(5).