

© Team of authors, 2025 / © Коллектив авторов, 2025

3.1.7. Dentistry, 3.3.3. Pathological physiology, 3.1.2. Maxillofacial surgery /

3.1.7. Стоматология, 3.3.3. Патологическая физиология, 3.1.2. Челюстно-лицевая хирургия

Low-level laser therapy in acute pain management after complex tooth extraction

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

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

²The First Sechenov Moscow State Medical University under Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Moscow, Russia

Contacts: Renas Bakrievich Ali – e-mail: renasal1998@gmail.com

Низкоинтенсивное лазерное излучение в купировании острого болевого синдрома после сложного удаления зуба

Р.Б. Али ¹, И.В. Кастыро ¹, В.А. Заборова ², С.Г. Драгунова ¹, Д.К. Юдин ¹, В.И. Попадюк ¹

¹ФГАОУ Российский университет дружбы народов им. П. Лумумбы, Москва, Россия

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

Контакты: Али Ренас Бакриевич – e-mail: renasal1998@gmail.com

复杂拔牙术后急性疼痛管理中的低强度激光治疗

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

¹俄罗斯人民友谊大学 (RUDN University), 莫斯科, 俄罗斯;

²俄罗斯联邦卫生部第一莫斯科国立医科大学 (塞切诺夫大学), 莫斯科, 俄罗斯

联系方式: Renas Bakrievich Ali – 邮箱: renasal1998@gmail.com

Objective. To evaluate the efficiency of low-level laser therapy (LLLT) in reducing early acute postoperative pain (APP) in patients after complex tooth extraction.

Material and methods. All the patients (18–44 years old) after complex tooth extraction were divided into 4 groups. The first group included 28 patients who did not receive LLLT. In the 2nd group (32 patients), the LO-904-25 laser emitting head and the ZM-50 magnetic mirror nozzle were used. The pulsed radiation power in this group was 10 W, and the radiation frequency was 80 Hz. In the 3rd group (30 patients), dental attachments from the S-1 set were used together with the LO-904-25 laser emitting head in the area of the socket formed after tooth extraction. The pulsed radiation power in this group was 7 W, and the radiation frequency was 80 Hz. In the 4th group (29 patients), a laser head with a wavelength of 0.63 μm (KLO 635-15 laser head) emitting a continuous red spectrum was used. The radiation power was 10 mW, the radiation frequency was 635 nm. The exposure time of the nozzles and heads in the projection of the extracted tooth was 3 minutes in all groups. All patients received laser therapy 1 hour, 24 hours, and 48 hours after surgery, and acute pain intensity was assessed in these time points using a visual analogue scale (VAS) in mm.

Results. According to Wilcoxon test, in the first group of patients without photobiomodulation therapy (PBMT), the intensity of APP according to VAS one hour after tooth extraction was significantly lower than that after 3 hours ($p < 0.04$) and increased significantly at 24 hours compared with the previous time point ($p < 0.029$). In group 2, acute pain increased significantly after 3 hours ($p < 0.049$), then decreased significantly after 24 hours ($p < 0.042$) and was practically absent 48 hours after surgery ($p < 0.0002$). In group 3, acute pain peaked at 3 hours ($p < 0.018$), decreased significantly after 24 hours ($p < 0.03$) and 48 hours ($p < 0.047$) and was practically absent after two days. In group 4, maximum pain intensity was observed after 3 hours ($p < 0.007$). After 24 hours, the APP intensity significantly decreased compared with 3 hours after surgery ($p < 0.023$) and continued to decrease after 48 hours ($p < 0.041$). The mean VAS pain severity score corresponded to very mild pain. According to Mann-Whitney test, 3 hours after surgery, pain intensity in group 1 was significantly higher than in groups 2-4 ($p < 0.022$, $p < 0.034$, and $p < 0.048$, respectively). In group 2, acute pain was significantly milder than in group 3 ($p < 0.045$) and in group 4 ($p < 0.037$). After 24 hours, pain decreased in all groups but remained highest in group 1 compared with groups 2 ($p < 0.014$), 3 ($p < 0.032$), and 4 ($p < 0.05$). In group 2, APP was significantly less pronounced than in the other groups with laser therapy ($p < 0.049$ and $p < 0.011$ for groups 3 and 4, respectively). According to Student's t-test, 48 hours after the operation, patients in group 2 experienced virtually no pain, and pain intensity in this group was significantly lower than in groups 3 and 4 ($p < 0.0012$ and $p < 0.001$, respectively).

Conclusion. The use of laser therapy in the first hours and days after complex tooth extraction leads to a decrease in acute pain.

Keywords: laser radiation, tooth extraction, pain syndrome, visual analogue scale

Conflicts of interest. The authors have no conflicts of interest to declare.

Financing. The study received no funding.

For citation: Ali R.B., Kastyro I.V., Zaborova V.A., Dragunova S.G., Yudin D.K., Popadyuk V.I. Low-level laser therapy in acute pain management after complex tooth extraction. Head and neck. Russian Journal. 2025;13(3):27–34

Doi: 10.25792/HN.2025.13.3.27-34

The authors are responsible for the originality of the data presented and the possibility of publishing illustrative material – tables, drawings, photographs of patients.

Цель. Оценить эффективность применения низкоинтенсивного лазерного облучения (НИЛО) в снижении постоперационного острого болевого синдрома (ОБС) в раннем периоде у пациентов со сложным удалением зуба.

Материал и методы. Все пациенты (18–44 года) со сложным удалением зуба были распределены в 4 группы. В 1-ю группу вошли 28 пациентов, которым не проводилось НИЛО. Во 2-й группе (32 человека) применялась лазерная излучающая головка ЛО-904-25 с магнитной зеркальной насадкой ЗМ-50. Импульсная мощность излучения в данной группе составляла 10 Вт, а частота излучения – 80 Гц. В 3-й группе (30 пациентов) применяли стоматологические насадки из набора С-1 совместно с лазерной излучающей головкой ЛО-904-25 в области лунки, сформированной после удаления зуба. Импульсная мощность излучения в данной группе составляла 7 Вт, а частота излучения – 80 Гц. В 4-й группе (29 человек) использовалась лазерная головка с длиной волны 0,63 мкм (лазерная головка КЛО 635-15), излучающая непрерывный красный спектр. Мощность излучения составляла 10 мВт, частота излучения – 635 нм. Время экспозиции насадок и головок во всех группах составляло 3 минуты в проекции удаленного зуба. Всем пациентам лазерное облучение проводили через 1 час, 24 и 48 часов после хирургического вмешательства и в эти же сроки оценивали ОБС при помощи визуально-аналоговой шкалы (ВАШ) в мм.

Результаты. Согласно критерию Вилкоксона, в 1-й группе ОБС, оцениваемый по ВАШ, в группе пациентов без применения фотобиомодулирующей терапии (ФБМТ) через час после удаления зуба постоперационного ОБС был значимо ниже, чем через 3 часа ($p < 0,04$), а на 24-й час он достоверно вырос по сравнению с предыдущим сроком его оценки ($p < 0,029$). Во 2-й группе через 3 часа острая боль значимо увеличилась ($p < 0,049$), далее через 24 часа она значимо снизилась ($p < 0,042$) и практически отсутствовала через 48 часов после хирургических манипуляций ($p < 0,0002$). В 3-й группе острая боль достигла своего пика на 3-й час ($p < 0,018$), а через 24 часа ($p < 0,03$) и 48 часов ($p < 0,047$) она достоверно снизилась и через двое суток практически отсутствовала. В 4-й группе максимальную боль возникла через 3 часа ($p < 0,007$). Через сутки постоперационного ОБС значимо снизился по сравнению с 3-мя часами ($p < 0,023$) и продолжил уменьшаться через 48 часов ($p < 0,041$). В среднем уровень болевого синдрома по ВАШ соответствовал очень слабой боли. Согласно критерию Манна–Уитни, через 3 часа после операции в 1-й группе уровень боли был значимо выше, чем во 2–4-й группах ($p < 0,022$, $p < 0,034$ и $p < 0,048$ соответственно). Во 2-й группе острая боль была достоверно ниже, чем в 3-й ($p < 0,045$) и 4-й ($p < 0,037$) группах. Через 24 часа болевой синдром во всех группах снизился, но оставался самым высоким в 1-й группе по сравнению со 2-й ($p < 0,014$), 3-й ($p < 0,032$) и 4-й ($p < 0,05$) группами. Во 2-й группе постоперационный ОБС был значимо ниже, чем в остальных группах с лазерным облучением (3-я и 4-я группы – $p < 0,049$ и $p < 0,011$ соответственно). Согласно критерию Стьюдента, через 48 часов после операции пациенты 2-й группы практически не испытывали болевых ощущений и уровень боли в этой группе был значимо ниже, чем в 3-й и 4-й группах ($p < 0,0012$ и $p < 0,001$ соответственно).

Заключение. Применение лазерной терапии в первые часы и дни после сложного удаления зуба приводит к снижению ОБС.

Ключевые слова: лазерное излучение, удаление зуба, болевой синдром, визуально-аналоговая шкала

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

Для цитирования: Али Р.Б., Кастыро И.В., Заборова В.А., Драгунова С.Г., Юдин Д.К., Попадюк В.И. Низкоинтенсивное лазерное излучение в купировании острого болевого синдрома после сложного удаления зуба. Head and neck. Голова и шея. Российский журнал. 2025;13(3):27–34

Doi: 10.25792/HN.2025.13.3.27-34

Авторы несут ответственность за оригинальность представленных данных и возможность публикации иллюстративного материала – таблиц, рисунков, фотографий пациентов.

研究目的：评估低强度激光治疗（LLLT）在降低复杂拔牙术后早期急性术后疼痛（APP）中的有效性。

材料与方法：将所有复杂拔牙术后、年龄18—44岁的患者分为4组。第1组纳入28例未接受LLLT的患者。第2组（32例）使用LO-904-25激光发射头与ZM-50磁性镜面喷嘴，脉冲辐射功率10 W，辐射频率80 Hz。第3组（30例）在拔牙后形成的牙槽区，采用S-1套装的牙科附件配合LO-904-25激光发射头，脉冲辐射功率7 W，辐射频率80 Hz。第4组（29例）使用波长0.63 μm （KLO 635-15激光头）的连续红光谱激光头，辐射功率10 mW，辐射“频率”635 nm。所有组在拔牙位点投影处的喷嘴与发射头照射时间均为3分钟。所有患者在术后1小时、24小时及48小时接受激光治疗，并于上述时间点评估以毫米计的视觉模拟量表（VAS）急性疼痛强度。

研究结果：按Wilcoxon检验，在未接受光生物调节治疗（PBMT）的第1组，拔牙后1小时VAS所示APP强度显著低于术后3小时（ $p<0.04$ ），且24小时较前一时间点显著升高（ $p<0.029$ ）。第2组中，急性疼痛于3小时显著升高（ $p<0.049$ ），24小时显著下降（ $p<0.042$ ），术后48小时几乎消失（ $p<0.0002$ ）。第3组中，急性疼痛于3小时达峰（ $p<0.018$ ），24小时（ $p<0.03$ ）与48小时（ $p<0.047$ ）明显下降，术后两日几乎无痛。第4组于3小时出现最大疼痛强度（ $p<0.007$ ），24小时较3小时显著降低（ $p<0.023$ ），并于48小时继续下降（ $p<0.041$ ）；平均VAS疼痛评分对应“非常轻微”疼痛。按Mann-Whitney检验，术后3小时第1组疼痛强度显著高于第2—4组（分别 $p<0.022$ 、 $p<0.034$ 、 $p<0.048$ ）。在第2组，急性疼痛显著轻于第3组（ $p<0.045$ ）与第4组（ $p<0.037$ ）。术后24小时，所有组疼痛均降低，但第1组仍最高，对比第2组（ $p<0.014$ ）、第3组（ $p<0.032$ ）与第4组（ $p<0.05$ ）。在第2组，APP显著低于其他两组激光治疗组（对第3组 $p<0.049$ ，对第4组 $p<0.011$ ）。按Student t检验，术后48小时第2组患者几乎无痛，且其疼痛强度显著低于第3与第4组（分别 $p<0.0012$ 与 $p<0.001$ ）。

结论：在复杂拔牙后的最初数小时与数天内应用激光治疗可降低急性疼痛。

关键词：激光辐射；拔牙；疼痛综合征；视觉模拟量表（VAS）

利益冲突声明：作者声明不存在利益冲突。

资助声明：本研究由作者团队资助。

引用格式：Ali R.B., Kastyro I.V., Zaborova V.A., Dragunova S.G., Yudin D.K., Popadyuk V.I. Low-level laser therapy in acute pain management after complex tooth extraction. Head and neck. Russian Journal. 2025;13(3):27–34

Doi: 10.25792/HN.2025.13.3.27-34

作者声明：作者对所提供数据的原创性及插图（表格、图片、患者照片）的发表合法性负责。

Введение

Хирургические вмешательства в челюстно-лицевой области являются травматичными и могут провоцировать развитие ряда осложнений [1–4]. Экспериментально показано, что хирургическое разрушение костной ткани как верхней, так и нижней челюсти приводит к развитию местного воспаления, системных стрессовых реакций и нарушению нейрогуморальной регуляции организма [5–9].

Поиски новых методов ускорения заживления раны после удаления зуба и улучшения восстановления костной ткани обусловлены необходимостью последующей дентальной имплантации [10, 11], особенно у пациентов с хроническими системными заболеваниями, такими как сахарный диабет [12, 13].

Низкоинтенсивная магнито-лазерная терапия (НМЛТ) является одним из видов фотобиомодулирующей терапии (ФБМТ) представляет собой интересный и перспективный метод в стоматологии, особенно в контексте заживления ран после удаления зубов. Исследования показывают, что различные виды лазеров как хирургических, так и терапевтических, могут стимулировать регенерацию тканей, снижать болевые ощущения и оказывать положительное влияние на иммунный ответ. Однако, по данным систематического обзора С.Н.Н. Lemes и соавт., результаты могут варьироваться в зависимости от типа лазера и его параметров [14]. Это подчеркивает важность стандартизации методов для дальнейших исследований и более

глубокого понимания механизмов действия лазерной терапии. Существует необходимость в подтверждении эффективности и выявлении оптимальных параметров лазерной терапии для пациентов после удаления зубов, что может значительно улучшить клинические результаты и качество жизни пациентов после стоматологических хирургических вмешательств [15, 16].

Цель исследования. Оценить эффективность применения низкоинтенсивного лазерного облучения (НИЛО) в снижении постоперационного острого болевого синдрома (ОБС) в раннем периоде у пациентов после сложного удаления зуба.

Материал и методы

Все пациенты были распределены в 4 группы. В первую 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 последующего НИЛО. Во 2-ю группу вошли 32 пациента (10 женщин и 22 мужчин) в возрасте от 20 до 47 лет. Пациентам 2-й группы проводилось НИЛО при помощи накожной лазерной излучающей головки ЛО-904-25 с длиной волны 904 нм и магнитной зеркальной насадкой с ЗМ-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 включили 30 пациентов (10 женщин и 20 мужчин) в возрасте от 19 до 43 лет. В данной группе для проведения НИЛО при-

меняли стоматологические насадки из набора C-1 совместно с лазерной излучающей головкой ЛО-904-25 с длиной волны 904 нм. Насадки помещали в полость рта в область лунки, сформированной после удаления зуба. Импульсная мощность излучения в данной группе составляла 7 Вт, а частота излучения – 80 Гц. Четвертая группа была сформирована из 17 мужчин и 12 женщин (29 пациентов) со сложным удалением зуба. Для проведения НИЛО непрерывного излучения использовалась лазерная головка с длиной волны 0,63 мкм (лазерная головка КЛО 635-15), излучающая непрерывный красный спектр, что оказывает противовоспалительное (сосудистое) и стимулирующее клеточную пролиферацию действия. Мощность излучения составляла 10 мВт, частота излучения – 635 нм. Время экспозиции насадок и головок во всех группах составляло 3 минуты в проекции удаленного зуба. Всем пациентам процедуру проводили через 1 час, 24, 48 и 72 часа после хирургического вмешательства аппаратом «ЛАЗМИК-01» (Россия). Всем пациентам с целью обезболивания перорально применяли кеторолак 10 мг по 1 таблетке 3 раза в сутки и с целью профилактики гнойных осложнений – амоксициллин+клавулановая кислота 875 мг+125 мг по 1 таблетке 2 раза в сутки в течение 6 дней. Сложное удаление премоляров и моляров верхней челюсти у всех пациентов проводилось на фоне инфльтрационной анестезии слизистой оболочки и внутрикостно раствором артикаина гидрохлорида и эпинефрина в соотношении 1:200 000. В исследование включали пациентов, которым удаляли не более двух зубов с одной стороны верхней челюсти.

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, Манна–Уитни или Стьюдента. Для каждого сравнения в результате статистического анализа определяли свой уровень значимости (p от 0,0001 до 0,05).

Результаты

Согласно критерию Вилкоксона, в группе пациентов без применения ФБМТ ОБС, оцениваемый по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), через час после удаления зуба ОБС был значимо ниже, чем через 3 часа ($p < 0,04$), а через 24 часа он достоверно вырос по сравнению с предыдущим сроком его оценки ($p < 0,029$) (рис. 1 а, таблица). Через 48 часов в 1-й группе боль оставалась также слабой, как и на первые сутки после операции. Через 72 часа боль значимо снизилась, по сравнению со вторыми сутками ($p < 0,05$). В группе пациентов, у которых после сложного удаления зуба в раннем постоперационном периоде применяли импульсный лазер совместно с зеркальным магнитом, через 3 часа острая боль значимо усилилась ($p < 0,049$), далее через 24 часа она значимо уменьшилась ($p < 0,042$) и практически отсутствовала через 48 часов после хирургических манипуляций ($p < 0,0002$). На третий день во 2-й группе боль еще уменьшилась по сравнению с предыдущим сроком ($p < 0,0001$) (рис. 1 б, таблица). В группе пациентов с применением импульсного лазера (3-я группа) острая боль достигла своего пика на 3-й час ее мониторингования ($p < 0,018$), а через 24 ($p < 0,03$) и 48 ($p < 0,047$) часов она достоверно уменьшилась, через двое суток пациенты испытывали очень слабую боль. Через 72 после операции оценка болевого синдрома показала, что пациенты практически не ощущали боли по сравнению с таковой через 48 часов ($p < 0,041$)

(рис. 1 в, таблица). В 4-й группе (пациенты с применением непрерывного терапевтического лазерного облучения), так же как и в других группах с ФБМТ, испытали максимальную боль через 3 часа после окончания хирургического вмешательства ($p < 0,007$). Через сутки ОБС значимо уменьшился по сравнению с таковым через 3 часа ($p < 0,023$) и продолжил уменьшаться на 2-е и 3-и постоперационные сутки ($p < 0,041$) (рис. 1 г, таблица).

Через час после сложного удаления зуба во всех группах пациентов достоверного различия в уровне боли выявлено не было. В среднем уровень болевого синдрома по ВАШ соответствовал очень слабой боли. Согласно критерию Манна–Уитни, через 3 часа после операции в 1-й группе уровень боли был значимо выше, чем во 2–4-й группах ($p < 0,022$, $p < 0,034$ и $p < 0,048$ соответственно). Во 2-й группе острая боль была достоверно ниже, чем в 3-й ($p < 0,045$) и 4-й ($p < 0,037$) группах. Через 24 часа болевой синдром во всех группах уменьшился, но оставался самым сильным в 1-й группе по сравнению со 2-й ($p < 0,014$), 3-й ($p < 0,032$) и 4-й ($p < 0,05$) группами. Во 2-й группе уровень испытываемой пациентами боли был значимо ниже, чем в остальных группах с ФБМТ (3-я и 4-я группы – $p < 0,049$ и $p < 0,011$ соответственно). Согласно критерию Стьюдента, через 48 часов после операции пациенты 2-й группы практически не испытывали болевых ощущений и ее уровень в этой группе был значимо ниже, чем в 3-й и 4-й группах ($p < 0,0012$ и $p < 0,001$ соответственно). Через 72 часа после проведения хирургического вмешательства интенсивность острой боли была достоверно выше, чем во 2-й, 3-й и 4-й группах ($p < 0,0001$, $p < 0,02$ и $p < 0,05$ соответственно). В 3-й группе болевой синдром был интенсивнее по сравнению со 2-й группой ($p < 0,004$) и меньше, чем в 4-й группе ($p < 0,05$). В 4-й группе боль была достоверно сильнее по сравнению со 2-й группой ($p < 0,0002$) (рис. 2, таблица).

Через час после сложного удаления зуба во всех группах пациентов достоверного различия в уровне боли выявлено не было. В среднем уровень болевого синдрома по ВАШ соответствовал очень слабой боли. Согласно критерию Манна–Уитни, через 3 часа после операции в 1-й группе уровень боли был значимо выше, чем во 2–4-й группах ($p < 0,022$, $p < 0,034$ и $p < 0,048$ соответственно). Во 2-й группе острая боль была достоверно ниже, чем в 3-й ($p < 0,045$) и 4-й ($p < 0,037$) группах. Через 24 часа болевой синдром во всех группах уменьшился, но оставался самым сильным в 1-й группе по сравнению со 2-й ($p < 0,014$), 3-й ($p < 0,032$) и 4-й ($p < 0,05$) группами. Во 2-й группе уровень испытываемой пациентами боли был значимо ниже, чем в остальных группах с ФБМТ (3-я и 4-я группы – $p < 0,049$ и $p < 0,011$ соответственно). Согласно критерию Стьюдента, через 48 часов после операции пациенты 2-й группы практически не испытывали болевых ощущений и ее уровень в этой группе был значимо ниже, чем в 3-й и 4-й группах ($p < 0,0012$ и $p < 0,001$ соответственно). Через 72 часа после проведения хирургического вмешательства интенсивность острой боли была достоверно выше, чем во 2-й, 3-й и 4-й группах ($p < 0,0001$, $p < 0,02$ и $p < 0,05$ соответственно). В 3-й группе болевой синдром был интенсивнее по сравнению со 2-й группой ($p < 0,004$) и меньше, чем в 4-й группе ($p < 0,05$). В 4-й группе боль была достоверно сильнее по сравнению со 2-й группой ($p < 0,0002$) (рис. 2, таблица).

Обсуждение

Лазерная терапия представляет собой метод, способствующий ускорению процессов заживления в полости рта, путем стимуляции клеточной регенерации после травматических воздейст-

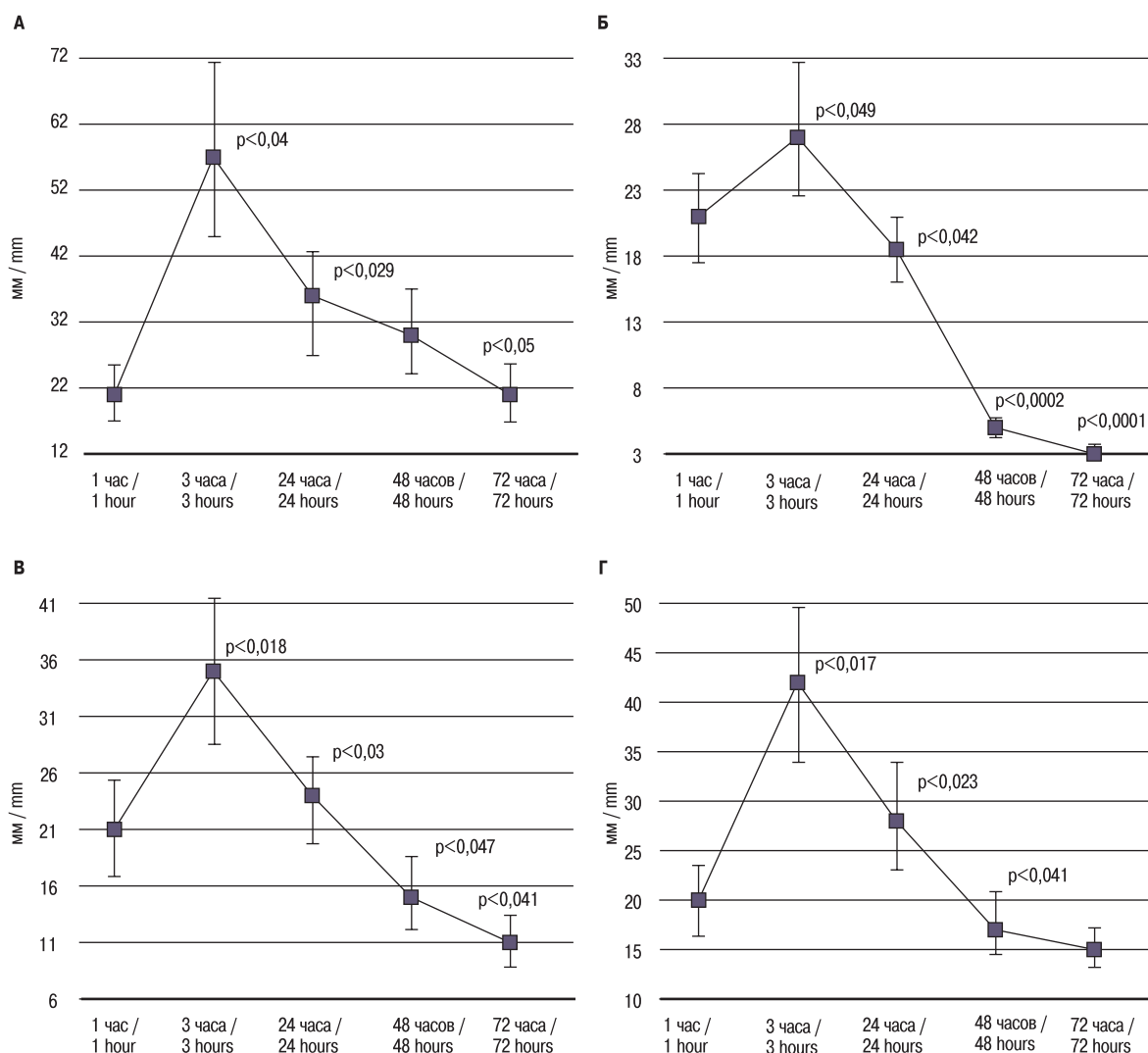


Рис. 1. Внутригрупповая динамика постоперационного ОБС по ВАШ у пациентов со сложным удалением зуба с применением НИЛО
 А – 1-я группа (группа сравнения), Б – 2-я группа (группа импульсного лазера+зеркальная магнитная насадка), В – 3-я группа (группа импульсного лазерного излучения), Г – 4-я группа (группа непрерывного лазерного излучения).

Fig. 1. Intragroup dynamics of postoperative APP severity according to VAS in patients after complex tooth extraction receiving LLLT
 A – Group 1 (comparison group), B – Group 2 (pulsed laser + mirror magnetic nozzle group), C – Group 3 (pulsed laser radiation group), D – Group 4 (continuous laser radiation group).

На рисунке: мм = mm; 1 час = 1 hour; 3 часа = 3 hours; 24 часа = 24 hours; 48 часов = 48 hours; 72 часа = 72 hours

Таблица Показатели острой боли по ВАШ после сложного удаления зуба и применения фотобиомодулирующей терапии в раннем постоперационном периоде
Table Acute pain scores according to VAS after complex tooth extraction and the use of photobiomodulation therapy in the early postoperative period

Группы Groups	1 час 1 hour	3 часа 3 hours	24 часа 24 hours	48 часов 48 hours	72 часа 72 hours
1-я группа (сравнения) Group 1 (comparison)	20,75±3,99	58,46±11,25	35,82±6,89	30,67±5,9	20,8±4,02
2-я группа (импульсный лазер+зеркальный магнит) Group 2 (pulsed laser + mirror magnetic nozzle)	20,78±3,73	27,62±4,96	18,34±3,29	5,03±0,9	3,06±0,55
3-я группа (импульсный лазер) Group 3 (pulsed laser)	21,27±3,94	35,23±6,54	24,03±4,46	15,2±2,82	10,9±2,02
4 группа (непрерывный лазер) Group 4 (continuous laser)	19,48±3,68	41,75±7,89	28,55±5,39	18,06±3,41	14,37±2,71

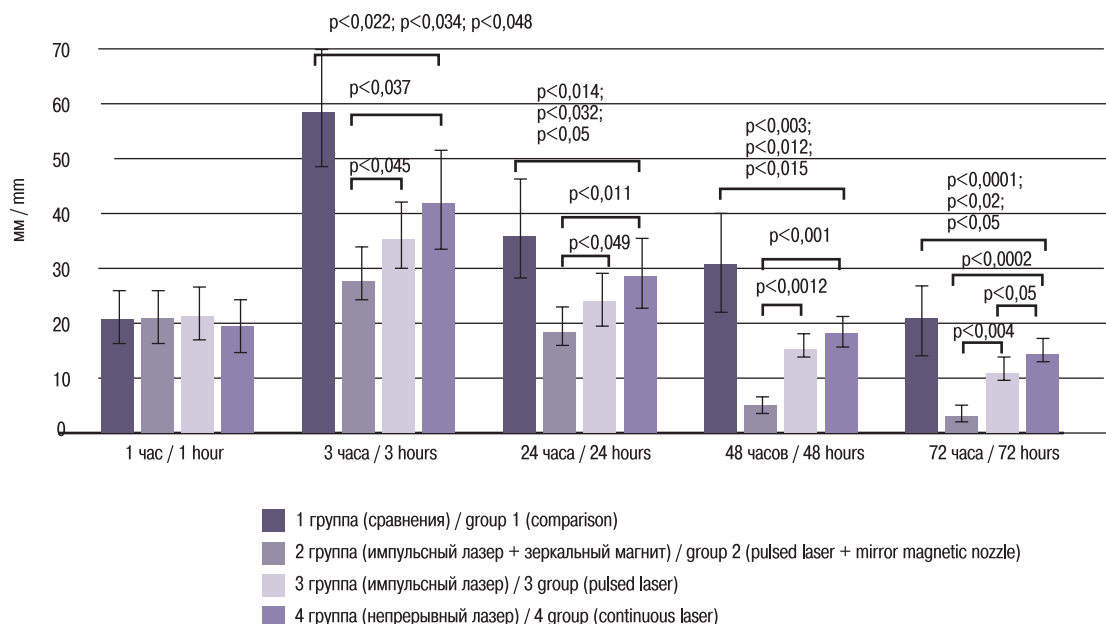


Рис. 2. Динамика постоперационного ОБС по ВАШ у пациентов со сложным удалением зуба с применением НИЛО

На рисунке: мм = mm; 1 час = 1 hour; 3 часа = 3 hours; 24 часа = 24 hours; 48 часов = 48 hours; 72 часа = 72 hours; 1 группа (сравнения)

Fig. 2. Dynamics of postoperative APP severity according to VAS in patients after complex tooth extraction receiving LLLT

mm = group 1 (comparison); 2 группа (импульсный лазер + зеркальный магнит) = group 2 (pulsed laser + mirror magnetic nozzle)

вий, облегчения болевого синдрома и модуляции иммунного ответа. Высокоинтенсивная лазерная терапия (ВИЛТ) и ФБМТ представляют собой 2 типа лазерного лечения, которые активно исследуются в медицине. Согласно последним клиническим исследованиям, ФБМТ способствует заживлению ран после травмы или хирургического вмешательства. Фундаментальные исследования показывают, что эта терапия может повышать дифференцировку, пролиферацию и активность клеток, а также активировать ткани и способствовать заживлению. Тем не менее механизмы, лежащие в основе заживления ран под воздействием ФБМТ, остаются до конца неясными [17]. Показано, что фотобиомодуляция оказывает положительное влияние на заживление костных тканей с гистологической, биохимической и цитологической точек зрения. Было продемонстрировано, что воздействие лазерной терапии уже на 3-й день приводит к увеличению остеокластоподобных клеток (многоядерных гигантских клеток). ВИЛТ в сочетании с ФБМТ диодным или CO₂-лазером после удаления левого первого моляра у крыс способствует скорейшему образованию новой кости и созреванию губчатой кости на ранних стадиях заживления. В исследовании Y. Daigo и соавт. было продемонстрировано, что число миофибробластов было значительно меньше в группах лазерной терапии по сравнению с контрольной группой ($p < 0,001$), а обе группы лечения показали значительно большую высоту альвеолярного гребня ($p < 0,01$) почти с полным отсутствием вогнутости в слизистой оболочке раны экстракции. Авторы заключили, что комбинированное использование ВИЛТ и ФБМТ после удаления зуба способствует ускорению заживления постоперационной раны и сохранению высоты альвеолярного гребня, что указывает на их роль в поддержании состояния лунки [16].

В настоящем исследовании продемонстрировано, что использование импульсной терапии в сочетании с магнитно-зеркальной насадкой приводит к менее интенсивному болевому синдрому

чем при применении НИЛО или без него. Зеркальная насадка обеспечивает, вероятно, снижение потери и рассеивания лазерного излучения, концентрируя терапевтическое воздействие в необходимой области. Кроме того, предполагается, что зеркальная насадка увеличивает проникновение лазерного облучения в ткани [18, 19].

Было показано, что НИЛО приводит к улучшению взаимодействия между астроцитами и нейронами [20, 21], предохраняет нейроны от негативного воздействия реактивных форм кислорода и нейротоксичности, вызванной кислородно-глюкозной недостаточностью, путем ингибирования активности нейрональной синтазы оксида азота (nNOS) [22, 23], стимулирует синтез АТФ и энергетический обмен в клетках [24–26], снижает окислительный стресс и способствует минимизации воспалительных реакций [27, 28]. В связи с этим очевидно превосходство сочетания применения НМЛТ и нестероидных противовоспалительных средств (НПВС) для купирования ОБС по сравнению с применением лишь одних НПВС.

Было установлено, что фотобиостимулирующие эффекты НМЛТ, включая формирование костной ткани, зависят от различных факторов облучения, таких как общая доза энергии, фаза облучения, спектр лазера и плотность мощности. Однако влияние частот импульсов, используемых во время лазерного облучения, на процессы восстановления костной ткани остается не до конца ясным. Одними из первых группа Y. Ueda и соавт. в экспериментах на кости черепа у крыс показала влияние частот импульсов низкоуровневой лазерной терапии на образование костных узелков в клетках свода черепа крыс *in vitro*. Для исследования использовались остеобластоподобные клетки, выделенные из свода черепа плода крысы. Клетки подвергались лазерному облучению с использованием низкоэнергетического Ga-Al-As-лазера (830 нм, 500 мВт, 0,48–3,84 Дж/см²) в 4 различных режимах: непрерывное облучение (НИО) и импульсное облучение

с частотами 1 Гц (ПИ-1), 2 Гц (ПИ-2) и 8 Гц (ПИ-8). Изучались следующие параметры: клеточная пролиферация, образование костных узелков, активность щелочной фосфатазы (ЩФ) и экспрессия гена ЩФ. В исследовании было показано, что лазерное облучение во всех 4 группах значительно стимулировало клеточную пролиферацию, образование костных узелков, активность ЩФ и экспрессию гена ЩФ по сравнению с контрольной группой (без облучения). Особенно заметно было влияние облучения с частотами ПИ-1 и ПИ-2, которые значительно улучшали эти показатели по сравнению с группами НИО и ПИ-8. Наилучшие результаты по образованию костных узелков были получены при облучении с частотой ПИ-2. Авторы заключают, что низкочастотное импульсное лазерное облучение значительно стимулирует образование костной ткани *in vitro*. Таким образом, частота импульсов низкоуровневой лазерной терапии является важным фактором, влияющим на биологические реакции, связанные с формированием костей [29]. В настоящем исследовании не ставилась цель оценить скорость и объем нарастания костной ткани и поддержание целостности альвеолярного отростка. Однако, проецируя данные Y. Ueda и соавт. на настоящее исследование, мы получили обратный эффект в отношении болевого синдрома у человека. Чем выше была используемая частота НИЛО, тем ниже была интенсивность болевого синдрома после сложного удаления зуба. Наши данные согласуются с исследованиями, в которых оценивалась эффективность фотобиомодуляции после проведения септопластики. В ряде исследований было показано, что ринохирургических вмешательствах, при которых затрагиваются и костные структуры перегородки носа, применение НМЛТ приводит к снижению интенсивности ОБС в раннем послеоперационном периоде [30, 31].

Заключение

Тем не менее необходимо в дальнейших исследованиях оценить и сравнить эффективность импульсной и непрерывной ФБМТ на процессы регенерации костной ткани после сложного удаления зуба, что может способствовать поиску новых методов реабилитации пациентов.

Использование низкоинтенсивной ФБМТ у пациентов в раннем послеоперационном периоде после сложного удаления зуба приводит к послеоперационному болевому синдрому меньшей интенсивности на 28,2–53,6%, чем без ее применения.

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

- Kiencał A., Jamka-Kasprzyk M., Panaś M., Wyszczurka-Pawelec G. Analysis of complications after the removal of 339 third molars. *Dent. Med. Probl.* 2021;58(1):75–80.
- Barootchi S., Tavelli L., Majzoub J., et al. Alveolar ridge preservation: Complications and cost-effectiveness. *Periodontol. 2000.* 2023;92(1):235–62.
- Dioguardi M., Di Cosola M., Copelli C., et al. bisphosphonate-induced osteonecrosis complications in patients undergoing tooth extraction: a systematic review and literature updates. *Eur. Rev. Med. Pharmacol. Sci.* 2023;27(13):6359–73.
- 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. *Otorhinolaryngol. Head and Neck Pathol. (ORLHNP).* 2023;2(4):31–6.
- Dolgalev A.A., Syatostavov D.S., Pout V.A., et al. Effectiveness of the Sequential Use of Plastic and Titanium Implants for Experimental Replacement of the Mandibular Defect in Animals using Preliminary Digital Design. *Dokl. Biochem. Biophys.* 2021;496:36–9.
- Dragunova S.G., Reshetov I.V., Kosyreva T.F., et al. Comparison of the Effects of Septoplasty and Sinus Lifting Simulation in Rats on Changes in Heart Rate Variability. *Dokl. Biochem. Biophys.* 2021;498:165–9.
- Kostyaeva M., Shalamov K., Korolev A., et al. Changes in DOPAC, 3-MT, DOPAC/DA, HVA/DA, 3-MT/DA in the hippocampus after simulated septoplasty and maxillary sinusotomy. *Otorhinolaryngol. Head and Neck Pathol. (ORLHNP).* 2023;2(4):19–27.
- Chernolev A., Mikhalskaia P. The Influence of medical and social factors on the incidence of nasal cavity and paranasal sinuses. *Otorhinolaryngol. Head and Neck Pathol. (ORLHNP).* 2023;2(1):4–8.
- Dragunova S.G., Gordeev D.V., Chernolev A.I., et al. 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. Rus. J.* 2024;12(3):16–27.
- Dragunova S.G., Kosyreva T.F., Khamidulin G.V., et al. Assessment of the impact of closed sinus lifting on changes in the autonomic nervous system in the early postoperative period. *Head and Neck. Rus. J.* 2022;10(1):8–15.
- Yudin D.K., Mozgovoy V.V., Kosyreva T.F., et al. Prevention of anesthesiological complications during dental implantation. *Head and Neck. Rus. J.* 2022;10(3):60–3.
- Mardas N., Macbeth N., Donos N., et al. Is alveolar ridge preservation an overtreatment? *Periodontol. 2000.* 2023;93(1):289–308.
- Ormianer Z., Block J., Matalon S., Kohen J. The Effect of Moderately Controlled Type 2 Diabetes on Dental Implant Survival and Peri-implant Bone Loss: A Long-Term Retrospective Study. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants.* 2018;33(2):389–94.
- Lemes C.H.J., da Rosa W.L.O., Sonogo C.L., et al. Does laser therapy improve the wound healing process after tooth extraction? A systematic review. *Wound Repair Regen.* 2019;27(1):102–13.
- Noda M., Aoki A., Mizutani K., et al. High-frequency pulsed low-level diode laser therapy accelerates wound healing of tooth extraction socket: an *in vivo* study. *Lasers Surg. Med.* 2016;48:955–64.
- Daigo Y., Daigo E., Hasegawa A., et al. Utility of High-Intensity Laser Therapy Combined with Photobiomodulation Therapy for Socket Preservation After Tooth Extraction. *Photobiomodul. Photomed. Laser Surg.* 2020;38(2):75–83.
- Daigo Y., Daigo E., Fukuoka H., et al. Wound Healing and Cell Dynamics Including Mesenchymal and Dental Pulp Stem Cells Induced by Photobiomodulation Therapy: An Example of Socket-Preserving Effects after Tooth Extraction in Rats and a Literature Review. *Int. J. Mol. Sci.* 2020;21(18):6850.
- Москвин С.В., Пономаренко Г.Н. Лазерная терапия аппаратами серии «Матрикс» и «Лазмик». М., 2015. 208 с. [Moskvin S.V., Ponomarenko G.N. Laser therapy with devices of the Matrix and Lazmik series. М., 2015. 208 p.]
- Москвин С.В., Кочетков А.В., Александрова Н.А., Гамеева Е.В. Лазерная терапия при рассеянном склерозе: обоснование и оптимизация методик применения. (Обзор литературы). *Вопр. курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры.* 2024;101(5):45–56. [Moskvin S.V., Kochetkov A.V., Aleksandrova N.A., Gameeva E.V. Low-level laser therapy in multiple sclerosis: justification and optimization methods of application. (Literature review). *Probl. Balneol. Physiother. Exercise Ther.* 2024;101(5):45–56.]
- El Massri N., Lemgruber A.P., Rowe I.J., et al. Photobiomodulation-induced changes in a monkey model of Parkinson's disease: changes in tyrosine hydroxylase cells and GDNF expression in the striatum. *Exp. Brain Res.* 2017;235:1861–74.
- Yang L., Wu C., Parker E., et al. Noninvasive photobiomodulation treatment in an Alzheimer Disease-like transgenic rat model. *Theranostics.* 2022;12:2205–31.

22. Yang X., Askarova S., Sheng W., et al. Low energy laser light (632.8 nm) suppresses amyloid- β peptide-induced oxidative and inflammatory responses in astrocytes. *Neurosci.* 2010;171:859–68.
23. Yu Z., Li Z., Liu N., et al. Near infrared radiation protects against oxygen-glucose deprivation-induced neurotoxicity by down-regulating neuronal nitric oxide synthase (nNOS) activity in vitro. *Metab. Brain Dis.* 2015;30:829–37.
24. Craig J.A., Barron J., Walsh D.M., Baxter G.D. Lack of effect of combined low intensity laser therapy/phototherapy (CLILT) on delayed onset muscle soreness in humans. *Laser Surg. Med.* 1999;24:223–30.
25. De Marchi T., Leal Junior E.C., Bortoli C., et al. Low level laser therapy (LLL) in human progressive-intensity running: effects on exercise performance, skeletal muscle status, and oxidative stress. *Laser Med. Sci.* 2012;27:231–6.
26. Leal Junior E.C., Lopes-Martins R.A., Frigo L., et al. Effects of low-level laser therapy (LLL) in the development of exercise-induced skeletal muscle fatigue and changes in biochemical markers related to postexercise recovery. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 2010;40:524–32.
27. Silveira P.C., Scheffer D da L., Glaser V., et al. Low level laser therapy attenuates the acute inflammatory response induced by muscle traumatic injury. *Free Radic. Res.* 2016;50:503–13.
28. Moskvina S.V. A brief literature review of low-level laser therapy for treating amyotrophic lateral sclerosis and confirmation of its effectiveness. *Biomed. (Taipei).* 2024;14(1):1–9.
29. Ueda Y., Shimizu N. Effects of pulse frequency of low-level laser therapy (LLL) on bone nodule formation in rat calvarial cells. *J. Clin. Laser Med. Surg.* 2003;21(5):271–7.
30. Kastyro I.V., Romanko Yu.S., Muradov G.M., et al. Photobiomodulation of acute pain syndrome after septoplasty. *Biomed. Photon.* 2021;10(2):34–41.
31. Muradov G.M., Popadyuk V.I., Kastyro I.V., et al. Photobiomodulating Therapy in Early Rehabilitation of Patients after Septoplasty. *ORLHNP. ISCPP2023 ABSTRACT BOOK.* 2023;2(3):20.

Поступила 03.02.2025

Получены положительные рецензии 01.03.25

Принята в печать 24.05.25

Received 03.02.2025

Positive reviews received 01.03.25

Accepted 24.05.25

Вклад авторов. Р.Б. Али — проведение исследования, обработка результатов, написание статьи. С.Г. Драгунова — работа с научной литературой, написание статьи. Д.К. Юдин — написание статьи, статистическая обработка данных. В.И. Попадюк — разработка дизайна исследования. И.В. Кастыро — разработка дизайна исследования, корректура статьи, работа с научной литературой. В.А. Заборова — корректура статьи, работа с научной литературой.

Contribution of the authors: R.B. Ali — conducting the research, processing the results, writing the manuscript. S.G. Dragunova — scientific literature review, writing the manuscript. D.K. Yudin — writing the manuscript, statistical processing of the data. V.I. Popadyuk — developing the study design. I.V. Kastyro — developing the study

design, proofreading the manuscript, scientific literature review. V.A. Zaborova — proofreading the manuscript, scientific literature review.

Информация об авторах:

Али Ренас Бакриевич — аспирант кафедры клинической физиологии и нелекарственных методов терапии ФНМО МИ ФГАОУ ВО Российский Университет дружбы народов им. П. Лумумбы. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: renasal1998@gmail.com. ORCID: 0009-0008-2653-2159.

Кастыро Игорь Владимирович — д.м.н., профессор кафедры пластической хирургии, профессор кафедры клинической физиологии и нелекарственных методов лечения ФНМО МИ ФГАОУ ВО Российский Университет дружбы народов им. П. Лумумбы. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: ikastyro@gmail.com. ORCID: 0000-0001-6134-3080.

Заборова Виктория Александровна — д.м.н., доцент, доцент кафедры спортивной медицины и медицинской реабилитации Первого МГМУ им. И.М. Сеченова. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; info@dr-moroz.ru. ORCID: 0000-0001-5044-1152.

Драгунова Светлана Геннадьевна — ассистент кафедры стоматологии детского возраста и ортодонтии ФГАОУ ВО Российский Университет дружбы народов им. П. Лумумбы. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8. e-mail: dragunova.s@bk.ru. ORCID: 0000-0003-2497-2253.

Юдин Дмитрий Константинович — к.м.н., ФНМО ФГАОУ ВО Российский Университет дружбы народов им. П. Лумумбы. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8. ORCID: 0000-0003-0273-5564.

Попадюк Валентин Иванович — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой оториноларингологии ФГАОУ ВО Российский Университет дружбы народов им. П. Лумумбы. Адрес: 117198 Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 8; e-mail: popadyuk-vi@rudn.ru. ORCID: 0000-0003-3309-4683.

Information about the authors:

Renas Bakrievich Ali — Postgraduate Student of the Department of Clinical Physiology and Non-Drug Therapy, RUDN University. Address: 8 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow; e-mail: ali-rb@rudn.ru. ORCID: 0009-0008-2653-2159

Igor Vladimirovich Kastyro — Dr.Med.Sci., Professor of the Department of Plastic Surgery, Professor of the Department of Clinical Physiology and Non-Drug Therapy, RUDN University. Address: 8 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow; e-mail: ikastyro@gmail.com. ORCID: 0000-0001-6134-3080.

Victoria Aleksandrovna Zaborova — Dr.Med.Sci., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Sports Medicine and Medical Rehabilitation, First Sechenov Moscow State Medical University. Address: 8 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow; info@dr-moroz.ru. ORCID: 0000-0001-5044-1152.

Svetlana Gennadyevna Dragunova — Assistant of the Department of Pediatric Dentistry and Orthodontics, RUDN University. Address: 8 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow. e-mail: dragunova.s@bk.ru. ORCID: 0000-0003-2497-2253.

Dmitry Konstantinovich Yudin — Cand.Med.Sci., RUDN University. Address: 8 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow. ORCID: 0000-0003-0273-5564.

Valentin Ivanovich Popadyuk — Dr.Med.Sci., Professor, Head of the Otolaryngology Department, RUDN University. Address: 8 Miklukho-Maklaya str., 117198 Moscow; e-mail: popadyuk-vi@rudn.ru. ORCID: 0000-0003-3309-4683.