DOI: 10.17117/na.2016.03.03.248

<http://ucom.ru/doc/na.2016.03.03.248.pdf>

Поступила (Received): 14.03.2016

Гатило Ю.Ю.
Роль полупроводникового лазера
инфракрасного диапазона в активизации окислительно-
восстановительных процессов при переломе нижней
челюсти и травматическом остеомиелите

Gatilo Yu.Yu.
The role of a semiconductor laser of an infrared range
in activation of redox processes in fracture of
the mandible traumatic osteomyelitis

В статье рассматриваются вопросы изучения влияния низкоинтенсивного импульсного излучения полупроводникового лазера инфракрасного диапазона высокого уровня мощности на активность щелочной фосфатазы кости при неосложненном переломе нижней челюсти и травматическом остеомиелите. Установлено стимулирующее влияние лазерного излучения на активность щелочной фосфатазы кости нижней челюсти при травматическом остеомиелите и неосложненном переломе нижней челюсти, что является одним из проявлений интегративного действия лазера инфракрасного диапазона на организм, обеспечивающего благоприятный клинический эффект при лечении данной патологии

Ключевые слова: нижняя челюсть, лазер, остеомиелит

The article deals with the study of the influence of low-intensity pulsed semiconductor laser of infrared band high power level on the activity of alkaline phosphatase bone in uncomplicated mandibular fracture and traumatic osteomyelitis. Set the stimulating effect of laser radiation on activity of alkaline phosphatase bone of the mandible traumatic osteomyelitis, and uncomplicated fracture of the lower jaw, which is a manifestation of the integrative action of infrared laser on the body providing a favorable clinical effect in the treatment of this pathology

Key words: lower jaw, laser, osteomyelitis

Гатило Юрий Юрьевич

Аспирант

Ставропольский государственный медицинский университет

г. Ставрополь, ул. Мира, 310

Gatilo Yuriy Yurievich

Graduate

Stavropol state medical university

Stavropol, Mira st., 310

Лазерное излучение в красном и инфракрасном (ИК) диапазоне в терапевтических дозах на молекулярном уровне стимулирует окислительно-восстановительные процессы, увеличивает скорость синтеза белка, ферментов [7,9,13,27], на клеточном уровне изменяет мембранный потенциал, повышает пролиферативную активность [2,15,22,35,38]. На тканевом уровне изменяет pH

межклеточной жидкости, увеличивает микроциркуляцию, на органном уровне нормализует функцию органа (результат рефлекторных реакций), а также вызывает генерализованную реакцию организма (активация желез внутренней секреции и иммунной систем) [4,9,12,41,44]. Считается, что ИК излучение поглощается преимущественно молекулами нуклеиновых кислот без выраженного фотохимического эффекта, вызывая слаботепловой эффект, что приводит к образованию свободных радикалов и активации ферментов, которые запускают физиологические реакции на тканевом уровне [6,8,29,33,42]. Низкоинтенсивное лазерное излучение при правильно выбранных параметрах не только стимулирует процессы регенерации, но и снижает воспалительную реакцию, оказывает выраженный анальгетический эффект [1,3,5,18,40]. Низкоинтенсивное лазерное излучение успешно применяют для профилактики и лечения заболеваний, в основе которых лежат нарушения нейрососудистой трофики, дегенеративно-дистрофических и воспалительных заболеваний костной ткани [10,20,23,34]. Известно, что при повышении активности тех или иных клеток, например, остеобластов при переломах костей, уровень фосфатазы в крови становится больше [11,14,26,30]. Щелочная фосфатаза необходима для того, чтобы в организме с успехом проходили реакции дефосфолирования, а именно: отщепление фосфата от органических веществ, которое происходит на молекулярном уровне [16,19,36,39,45]. Пронося фосфор через мембрану клеток, фосфатаза имеет некоторую постоянную концентрацию в крови и является показателем нормы фосфорно-кальциевого обмена [17,25,32,43]. Таким образом, щелочная фосфатаза (ЩФ) в сыворотке крови принимает важное участие в минерализации кости, формировании апатита и органического матрикса [24,28,31,37]. Вместе с этим, научных исследований, посвященных изучению влияния низкоинтенсивного импульсного излучения полупроводникового лазера инфракрасного диапазона (ПЛИКД) высокого уровня мощности на активность ЩФ кости при неосложненном переломе нижней челюсти и травматическом остеомиелите, до настоящего времени не проводилось.

Цель работы – изучить влияние ПЛИКД на активность ЩФ кости при неосложненном переломе нижней челюсти и травматическом остеомиелите.

Материалы и методы. Исследование проведено на 170 крысах линии Вистар. Всего сформировано 5 групп. В 1-й группе (30 крыс) наносили открытый перелом тела нижней челюсти слева и создавали сообщение костной раны с полостью рта. В последующем у животных развился травматический остеомиелит. Этим крысам, начиная со 2-го дня после операции, ежедневно в течение 10 дней облучали ПЛИКД. Во 2-й группе, состоявшей также из 30 животных, выполняли то же, что и в 1-й группе, за исключением облучения. В 3-ю группу вошли 30 крыс, у которых регенерация кости проходила без осложнений, так как специально не создавали сообщения костной раны с полостью рта. Крысы этой группы также облучали ПЛИКД, начиная со 2-го дня после операции. Животных облучали ИК-лазером «Интрадонт» с выходной мощностью 20 Вт, с длиной волны $0,9 \pm 0,01$ мкм и длительностью импульса лазерного излучения 100 ± 50 нс. Экспозиция составляли 10 мин. Луч лазера направляли поочередно на 3 участка кожи над переломом. Четвертую группу составили 30 крыс, им проводили те же

вмешательства, что и в 3-й группе, за исключением облучения. 5-я группа (контрольная) состояла из 50 интактных крыс.

Животных выводили из опыта передозировкой эфира через 7, 14, 21, 28 дней после операции. Выделяли правую и левую половины нижней челюсти, очищали от крови и мягких тканей. Для исследования брали образцы кости с дистального отломка и симметричный участок кости с противоположной стороны нижней челюсти. Кусочки кости замораживали в жидком азоте и гомогенизировали. Фермент из гомогената экстрагировали 0,9% раствором хлорида натрия, центрифугировали 20 мин при -4°C и 4000 оборотах в центрифуге. Супернатант использовали для определения ЩФ по методу O. Bessey в модификации В.К. Леонтьева и Ю.А. Петровича [21]. Результат выражали в микромолях в 1 мин на 1 г ткани. Полученный материал обрабатывали с помощью методов вариационной статистики по Фишеру-Стьюденту.

Результаты исследования. Через 7 дней после нанесения перелома при травматическом остеомиелите у необлученных животных более чем в 3 раза повышалась активность ЩФ на оперированной стороне ($p < 0,01$) по сравнению с интактными крысами; при остеомиелите она повышалась больше, чем при неосложненной регенерации. Так, через 7 дней в 3-й группе произошло более чем двукратное увеличение активности ЩФ. При облучении ПЛИКД выявилась тенденция к большему увеличению активности фермента как у животных с остеомиелитом, так и без него, хотя разница с необлученными животными имела ($p > 0,05$). На 14 и 21-е сутки после перелома активность фермента продолжала возрастать во всех четырех группах. Разница в активности ЩФ у облученных и необлученных животных увеличивалась, становясь достоверной ($p < 0,05$), особенно на 21-е сутки. Через 28 суток после перелома в группе животных с травматическим остеомиелитом острые воспалительные явления стихли. Активность ЩФ снизилась более, чем в 2 раза по сравнению с 21-дневным сроком.

Различия в активности фермента у облученных и необлученных животных стали недостоверными ($p > 0,1$). В группе животных с неосложненной регенерацией через 28 дней активность ЩФ оставалась повышенной, хотя разница между облученными и необлученными крысами также стала недостоверной ($p > 0,1$). На контралатеральной стороне челюсти во все сроки (7, 14, 21, 28-е сутки) изменения активности фермента происходили синхронно со сдвигами на стороне перелома, правда, выражены они значительно меньше.

Полученные данные свидетельствуют о стимулирующем воздействии низкоинтенсивного ПЛИКД на активность ЩФ кости нижней челюсти. Как известно, пролонгирование действия ПЛИКД достигается увеличением количества сеансов при правильно подобранной дозировке. Подобная зависимость наблюдалась и в наших исследованиях: через 7 суток после 5 сеансов облучения появилась тенденция к увеличению активности ЩФ у облученных животных.

По завершении 10 сеансов – всего курса – эффект четко выражен, статистически достоверен и сохранялся вплоть до конца 3-й недели, снижаясь лишь к концу 4-й недели. Максимальная активность фермента на 14-21-е сутки связана, по-видимому, с усиленной пролиферацией остеобластов, содержащих ЩФ, и реализацией стимулирующего действия ПЛИКД. Большая активность

фермента в группе животных с травматическим остеомиелитом по сравнению с группой неосложненной регенерации объясняется усиленным синтезом простагландина E₂ (ПГЕ₂) в ответ на микробную инвазию. ПГЕ₂, действуя на рецепторы мембран клеток, стимулирует выработку аденилатциклазы, что в свою очередь увеличивает концентрацию внутриклеточного циклического аденозинмонофосфата (цАМФ). Повышение уровня цАМФ приводит к более энергичному синтезу ЩФ остеобластами. Резкое снижение активности ЩФ к концу 4-й недели у животных с травматическим остеомиелитом может быть обусловлено ингибированием фермента в результате локального подкисления. Практически синхронные изменения в активности ЩФ на оперированной стороне и контралатеральной стороне во всех 4 группах подтверждают общую закономерность, характерную для травм костной ткани – генерализацию метаболических сдвигов.

Закключение. Таким образом, обнаруженное стимулирующее влияние низкоинтенсивного ПЛИКД на активность ЩФ кости нижней челюсти при травматическом остеомиелите и неосложненном переломе нижней челюсти является одним из проявлений интегративного действия низкоинтенсивного лазера инфракрасного диапазона на организм, обеспечивающего благоприятный клинический эффект при лечении данной патологии.

Список используемых источников:

1. Будзинский Н.Э., Сирак С.В., Максимова Е.М., Сирак А.Г. Определение антимикробной активности мирамистина, иммобилизованного на композиционном полисорбе, на микрофлору корневых каналов при остром и обострившемся хроническом периодонтите и процесс остеофикации в эксперименте на животных // *Фундаментальные исследования*. 2013. №7-3. С. 518-522.
2. Будзинский Н.Э., Сирак С.В. Особенности лечения хронического верхушечного периодонтита с использованием мирамистина, иммобилизованного на композиционном полисорбе // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. №3. С. 133.
3. Быков И.М., Сирак А.Г., Сирак С.В. Апробация нового зубного эликсира для профилактики кариеса зубов в условиях эксперимента // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 4. С. 128.
4. Григорьянц Л.А., Сирак С.В. Лечение травм нижнеальвеолярного нерва, вызванных выведением пломбировочного материала в нижнечелюстной канал // *Клиническая стоматология*. 2006. № 1. С. 52-57.
5. Григорьянц Л.А., Герчиков Л.Н., Бадалян В.А., Сирак С.В., Григорьянц А.Г. Использование препарата Цифран СТ в хирургической стоматологии для лечения и профилактики послеоперационных воспалительных осложнений // *Стоматология для всех*. 2006. № 2. С. 14-16.
6. Григорьянц Л.А., Сирак С.В., Зекерьяев Р.С., Арутюнян К.Э. Показания и эффективность использования различных хирургических вмешательств при лечении больных с одонтогенным гайморитом, вызванным выведением пломбировочного материала в верхнечелюстной синус // *Стоматология*. 2007. Т. 86. №3. С. 42-46.
7. Григорьян А.А., Сирак С.В., Сирак А.Г., Ханова С.А. Разработка и клиническое применение нового ранозаживляющего средства для лечения заболеваний слизистой оболочки полости рта у детей и подростков // *Современные проблемы науки и образования*. 2013. № 2. С.41.
8. Коробкеев А.А., Сирак С.В., Копылова И.А. Изучение особенностей анатомо-топографического строения нижней челюсти для планирования эндодонтического и имплантологического лечения // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2010. Т.17. № 1. С. 17-22.
9. Максимова Е.М., Сирак С.В. Анализ рисков и мер по профилактике профессиональных болезней врачей-стоматологов // *Фундаментальные исследования*. 2013. № 5-2. С. 319-323.
10. Рубцова Н.Г., Сирак С.В., Сирак А.Г. Индивидуальная гигиена полости рта и микроскопическая оценка структуры щетинок зубных щеток при их ежедневном использовании // *Эндодонтия Today*. 2013. № 3. С. 68-72.
15. Слетов А.А., Переверзев Р.В., Ибрагимов И.М., Кодзоков Б.А., Сирак С.В. Экспериментальное определение регенераторного потенциала клеток костного мозга // *Стоматология для всех*. 2012. № 2. С. 29-31.

16. Сирак С.В., Слетов А.А., Локтионова М.В., Локтионов В.В., Соколова Е.В. Диагностика, лечение и профилактика верхнечелюстного синусита, возникающего после эндодонтических вмешательств // Пародонтология. 2008. № 3. С. 14-18.
17. Сирак А.Г., Сирак С.В. Динамика репаративного дентиногенеза после лечения глубокого кариеса и острого очагового пульпита разработанной поликомпонентной лечебной пастой // Фундаментальные исследования. 2013. № 5-2. С. 384-388.
18. Сирак С.В., Шаповалова И.А., Пугина Ю.Н., Лолаева А.К., Афанасьева О.В., Локтионова М.В. Особенности выбора антимикробных препаратов для местного лечения воспалительных заболеваний пародонта у детей и подростков // Стоматология детского возраста и профилактика. 2008. Т.7. № 4. С. 61-63.
19. Сирак С.В., Шаповалова И.А., Копылова И.А. Осложнения, возникающие на этапе пломбирования корневых каналов зубов, их прогнозирование и профилактика // Эндодонтия Today. 2009. №1. С. 23-25.
20. Сирак С.В., Сирак А.Г., Копылова И.А., Бирагова А.К. Изучение морфологических изменений в пульпе зубов экспериментальных животных при лечении глубокого кариеса и острого очагового пульпита // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2011. Т. 23. №3. С. 29-33.
21. Сирак С.В., Щетинин Е.В., Слетов А.А. Субантральная аугментация пористым титаном в эксперименте и клинике // Стоматология. 2016. Т.95. №1. С.55-58.
22. Сирак С.В., Копылова И.А. Вопросы повышения качества эндодонтических вмешательств по данным анкетирования врачей-стоматологов // Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2010. №2. С. 127-129.
23. Сирак С.В., Быков И.М., Сирак А.Г., Акопова Л.В. Профилактика кариеса и воспалительных заболеваний пародонта с использованием зубных эликсиров // Кубанский научный медицинский вестник. 2013. №6(141). С. 166-169.
24. Сирак С.В., Григорьянц Л.А., Федурченко А.В., Михайленко А.А. Способ оперативного доступа к нижнечелюстному каналу // Патент на изобретение RUS 2326619 09.01.2007.
25. Сирак С.В., Зекерьяева М.В. Изучение противовоспалительных и регенераторных свойств стоматологического геля на основе растительных компонентов, глюкозамина гидрохлорида и димексида в эксперименте // Пародонтология. 2010. Т. 15. №1. С. 46-50.
26. Сирак С.В., Коробкеев А.А., Шаповалова И.А., Михайленко А.А. Оценка риска осложнений эндодонтических манипуляций на основе показателей анатомо-топографического строения нижней челюсти // Эндодонтия Today. 2008. №2. С. 55-60.
27. Сирак С.В., Шаповалова И.А., Максимова Е.М., Пригодин С.Н. Стоматологическая заболеваемость детского населения Ставропольского края до и после внедрения программы профилактики // Стоматология детского возраста и профилактика. 2009. Т. 8. № 1. С. 64-66.
28. Сирак С.В., Казиева И.Э., Мартиросян А.К. Клинико-экспериментальное использование остеопластических материалов в сочетании с электромагнитным излучением для ускорения регенерации костных дефектов челюстей // Фундаментальные исследования. 2013. № 5-2. С. 389-393.
29. Сирак С.В., Чеботарев В.В., Сирак А.Г., Григорьян А.А. Опыт использования местных ранозаживляющих средств при лечении вульгарной пузырчатки с локализацией на слизистой оболочке полости рта и губах // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2013. Т. 8. № 1. С. 59-62.
30. Сирак С.В. Стоматологическая заболеваемость взрослого населения основных климатогеографических зон Ставропольского края. Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук. Ставрополь, 2003.
31. Сирак А.Г., Сирак С.В. Профилактика кариеса зубов и воспалительных заболеваний пародонта с использованием зубных эликсиров // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 4. С. 110.
32. Сирак С.В., Слетов А.А., Мартиросян А.К., Ибрагимов И.М., Перикова М.Г. Использование пористого титана для субантральной аугментации кости при дентальной имплантации (экспериментальное исследование) // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2013. Т. 8. № 3. С. 42-44.
33. Сирак С.В., Долгалев А.А., Слетов А.А., Михайленко А.А. Изучение особенностей анатомо-топографического строения нижней челюсти для планирования эндодонтического и имплантологического лечения // Институт стоматологии. 2008. Т. 2. № 39. С. 84-87.
34. Сирак А.Г., Сирак С.В. Морфофункциональные изменения в пульпе зубов экспериментальных животных при лечении глубокого кариеса и острого очагового пульпита с использованием разработанных лекарственных композиций // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 2. С.44.
35. Сирак С.В., Слетов А.А., Алимов А.Ш., Цховребов А.Ч., Федурченко А.В., Афанасьева О.В. Клинико-экспериментальное обоснование применения препарата Коллост и биорезорбируемых мембран

- Диплен-гам и Пародонкол при удалении ретенированных и дистопированных нижних третьих моляров // *Стоматология*. 2008. Т. 87. №2. С. 10-14.
36. Сирак С.В., Копылова И.А., Чеботарев В.В., Аль-асфари Ф.М.С. Использование поликомпонентной адгезивной мази в сочетании с иммуномодулирующим препаратом в комплексной терапии пузырчатки // *Пародонтология*. 2012. Т. 17. № 2. С. 62-65.
37. Сирак С.В., Федурченко А.В., Сирак А.Г., Мажаренко Т.Г. Способ лечения радикулярной кисты челюсти // Патент на изобретение *RUS 2326648 09.01.2007*.
38. Сирак С.В., Ибрагимов И.М., Кодзоков Б.А., Перикова М.Г. Способ субантральной аугментации кости для установки дентальных имплантатов при атрофии альвеолярного отростка верхней челюсти // Патент на изобретение *RUS 2469675 09.11.2011*.
39. Сирак С.В. Клинико-анатомическое обоснование лечения и профилактики травм нижнеальвеолярного нерва, вызванных выведением пломбировочного материала в нижнечелюстной канал // Диссертация на соискание ученой степени доктора медицинских наук. Москва, 2006
40. Щетинин Е.В., Сирак С.В., Батулин В.А., Сирак А.Г., Игнатиюди О.Н., Вафияди М.Ю., Петросян Г.Г., Паразян Л.А., Дыгов Э.А., Арутюнов А.В., Цховребов А.Ч. Результаты мониторинга потребления противомикробных препаратов в амбулаторной практике // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2015. Т. 10. № 1 (37). С. 80-84. DOI: 10.14300/mnnc.2015.10013
41. Щетинин Е.В., Сирак С.В., Игнатиюди О.Н., Сирак А.Г., Демурова М.К., Дыгов Э.А. Экспериментально-лабораторное обоснование выбора антибактериальных средств для лечения периодонтита // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2014. Т. 9. № 4 (36). С. 349-351.
42. Grimm W.D., Dannan A., Giesenhagen B., Schau I., Varga G., Vukovic M. A., Sirak S.V. Translational research: palatal-derived ecto-mesenchymal stem cells from human palate: a new hope for alveolar bone and cranio-facial bone reconstruction // *International Journal of Stem Cells*. 2014. 7(1). P.23-29.
43. Grimm, W.-D., Ploger M., Schau I., Vukovic M.A., Shchetinin E.V., Akkalaev A.B., Avanesian R.A., Sirak S.V. Complex, three-dimensional reconstruction of critical size defects following delayed implant placement using stem cell-containing subepithelial connective tissue graft and allogenic human bone blocks for horizontal alveolar bone augmentation: a case report as proof of clinical study principles // *Medical news of North Caucasus*. 2014. № 2(9). P. 125-127. DOI: 10.14300/mnnc.2014.09037.
44. Grimm W. D., Ploger M., Schau I., Vukovic M.A., Shchetinin E., Akkalaev A.B., Arutunov A.V., Sirak S.V. Prefabricated 3d allogenic bone block in conjunction with stem cell-containing subepithelial connective tissue graft for horizontal alveolar bone augmentation: a case report as proof of clinical study principles // *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2014. № 2(34). С. 175-178.
45. Mikhachenko D.V., Poroshin A.V., Mikhachenko V.F., Firsova I.V., Sirak S.V. Influence of transcranial electrostimulation on the osseointegration of dental implant in the experiment // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014. T.5. № 5. С.705-711.
46. Sirak S.V., Avanesyan R.A., Akkalaev A.B., Demurova M.K., Dyagtyar E.A., Sirak A.G. Microbiocenosis of oral cavity in patients with dental implants and over-dentures // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014. T.5. № 5. С.698-704.
47. Sirak S.V., Arutyunov A.V., Shchetinin E.V., Sirak A.G., Akkalaev A. B., Mikhachenko D.V. Clinical and morphological substantiation of treatment of odontogenic cysts of the maxilla // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014. T.5. № 5. С.682-690.
48. Sirak S.V., Shchetinin E.V. Prevention of complications in patients suffering from pathological mandibular fractures due to bisphosphonate-associated osteonecroses // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2015. T.6. № 5. С.1678-1684.
49. Sirak S.V., Avanesyan R.A., Sirak A.G., Shchetinin E.V., Demurova M.K. Social composition and motivation of patients in applying for implant dental service // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2014. T. 5. № 5. С. 691-697.

© 2016, Гатило Ю.Ю.

Роль полупроводникового лазера инфракрасного диапазона в активизации окислительно-восстановительных процессов при переломе нижней челюсти и травматическом остеомиелите

© 2016, Gatilo Yu.Yu.

The role of a semiconductor laser of an infrared range in activation of redox processes in fracture of the mandible traumatic osteomyelitis