

МОНИТОРИНГ ЭЛЕКТРОКОЖНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КАК МЕТОД ИЗУЧЕНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОГО ПОТЕНЦИАЛА КОЖИ

(к 100-летию профессора Г.В. Хомулло)

Павлова Н.В., Богатов В.В., Петрова М.Б., Харитоновна Е.А., Исакова Н.В.

ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России, Тверь, Россия

Резюме. В статье изложены результаты изучения динамики электрокожного сопротивления в процессе заживления ран кожи челюстно-лицевой области в условиях магнитолазерного излучения. Исследованы 59 больных с флегмонами челюстно-лицевой области различной локализации. Контрольную группу составили 27 человек, которым после оперативного вмешательства назначалась общепринятая противовоспалительная терапия. В основную группу входили 32 пациента, которым назначался курс магнитолазерной терапии. Течение заболевания оценивалось по клиническим характеристикам, проводилось цитологическое исследование отделяемого ран, планиметрия, контактным путем измерялась локальная кожная температура и электрокожное сопротивление. Выявлен стимулирующий эффект магнитолазерной терапии на процесс регенерации кожи. Доказано, что мониторинг изменений показателей электрокожного сопротивления может рассматриваться в качестве дополнительного метода изучения восстановительных процессов кожи.

Ключевые слова: *репаративный процесс, инфицированные раны кожи, магнитолазерная терапия, электрокожное сопротивление.*

ELECTROCUTANEOUS RESISTANCE MONITORING AS A METHOD FOR STUDYING SKIN REGENERATIVE POTENTIAL

Pavlova N.V., Bogatov V.V., Petrova M.B., Kharitonova E.A., Isakova N.V.

Tver State Medical University, Tver, Russia

Abstract. The article presents the results of studying the dynamics of electrocutaneous resistance in the process of healing wounds of the skin of the maxillofacial region under conditions of magnetolaser radiation. 59 patients with maxillofacial phlegmons of various localization were studied. The control group consisted of 27 people who were prescribed conventional anti-inflammatory therapy after surgery. The main group included 32 patients who were prescribed a course of magnetic laser therapy. The course of the disease was assessed by clinical characteristics, a cytological study of the discharge wound, planimetry was carried out, local skin temperature and electrocutaneous resistance were measured by contact. The stimulating effect of magnetic laser therapy on the skin regeneration process was revealed. It has been proven that monitoring

changes in electrocutaneous resistance indicators can be considered as an additional method for studying skin repair processes.

Keywords: *reparative process, infected skin wounds, magnetic laser therapy, electrocutaneous resistance*

Введение. В течение многих лет ведущим направлением научных разработок сотрудников кафедры биологии ФГБОУ ВО Тверской ГМУ Минздрава России является изучение процессов посттравматической регенерации тканей и органов. Основоположником развития интереса к изучению этой проблемы в нашем вузе несомненно является профессор Г.В. Хомулло, под руководством которой успешно провели научные изыскания многие диссертанты. Галина Васильевна учила соискателей (молодых ассистентов и практических врачей) определять реалистичные цели и задачи научной работы, самопрограммироваться на их решении, развивала способность к обобщению результатов анализа проделанной работы и умение делать выводы. Требовательность Г.В. Хомулло помогала правильно выбрать модель эксперимента и определить оценочные методики. Галина Васильевна всегда побуждала к активной научной работе не только сотрудников кафедры, но и была сторонником тесного межкафедрального научного взаимодействия. Непосредственным результатом ответственного подхода к научным изысканиям и совместной работы биологов, химиков, биохимиков и врачей различных специальностей явилось многоаспектное и многоуровневое изучение механизмов регенерации. Было проанализировано действие различных химических и физических факторов, заявленных как стимуляторы заживления ран [1, 3, 6].

В ходе научной работы исследователи использовали базовые классические методики, применяемые морфологами для изучения процессов регенерации: цитологическое и гистологическое исследование материала, морфометрию клеточных структур регенерата, планиметрию. Вместе с тем межкафедральное сотрудничество значительно расширило круг методик, как прямых, так и косвенных, позволявших проводить мониторинг характера заживления ран на фоне различных способа регионального воздействия и, следовательно, эффективности лечения того или иного заболевания.

Высокий уровень встречаемости воспалительных заболеваний челюстно-лицевой области подтвердил актуальность изучения проблемы регенерации. Лечение подобных заболеваний часто требует хирургического вмешательства и эффективность такого подхода напрямую связана с успешным процессом заживления операционных ран. Присоединившаяся раневая инфекция, развитие грубых рубцов и другие осложнения течения репаративного процесса значительно увеличивают сроки лечения и снижают качество жизни пациентов [7]. Поиск новых стимуляторов

процессов регенерации кожи определил тему экспериментально-клинического исследования, проведенного сотрудниками кафедры биологии и хирургической стоматологии и челюстно-лицевой хирургии. Результаты исследования показали оптимизирующее влияние магнито-лазерного излучения на все фазы репаративного процесса, что обеспечивает сокращение сроков пребывания в стационаре. Одной из задач совместной работы по изучению эффективности магнито-лазерной терапии в лечении воспалительных заболеваний челюстно-лицевой области был поиск неинвазивных методов мониторинга процесса заживления ран кожи [2].

Целью данной работы явилось изучение динамики электро кожного сопротивления в процессе заживления ран кожи челюстно-лицевой области в условиях магнитолазерного излучения.

Материалы и методы. Для создания модели полнослойной раны были использованы белые крысы. Экспериментальный материал изучался с помощью цитологического метода, микроскопического исследования тканей регенерата, автордиографического исследования пролиферативной активности клеток кожи, ультраструктурного изучения фибробластов грануляционной ткани. Клиническая часть работы выполнена на 59 больных с флегмонами челюстно-лицевой области различной локализации. Контрольную группу составили 27 человек, которым после оперативного вмешательства назначалась общепринятая противовоспалительная терапия. В основную группу входили 32 пациента, которым назначался курс лечения с использованием аппарата "Узор" путем ежедневного облучения патологического очага, начиная со дня операции в течение семи дней. Работа аппарата основана на сочетанном воздействии инфракрасного лазерного излучения и постоянного магнитного поля.

Течение заболевания оценивалось по клиническим характеристикам, проводилось цитологическое исследование отделяемого ран, использовался метод планиметрии, контактным путем измерялась локальная кожная температура с помощью электротермометра ТЭМП. Измерение электро кожного сопротивления (ЭКС) проводилось с помощью прибора "Прогноз-мини" 59 больным до операции и ежедневно в течение 7 дней после операции в одно и то же время, отступая на 1 см от края раны и симметричном участке здоровой стороны.

Результаты и их обсуждение. Анализ результатов проведенного исследования показал стимулирующий эффект магнитолазерного излучения, выразившейся в активизации всех фаз репаративного процесса. Наблюдалась активная миграция фагоцитов в область травмы и их функциональная активность, раннее формирование зрелой соединительной ткани, усиленная васкуляризация, большое количество фибробластов и волокнистых структур. В условиях применения магнитолазерной терапии у больных наблюдалось ускоренное очищение раны от гнойного экссудата, появление грануляций, рассасывание инфильтрата, более быстро, по сравнению с группой контроля, улучшалось общее состояние и исчезал болевой синдром, что сокращало сроки пребывания в стационаре на 2,5 дня.

Стимулирующее действие магнитолазерной терапии на местные процессы подтвердилось и результатами анализа измерений электрокожного сопротивления. До оперативного вмешательства у больных обеих групп наблюдались более низкие показатели ЭКС, по сравнению с аналогичными на симметричном участке здоровой стороны. Данные измерения ЭКС у больных с флегмонами челюстно-лицевой области (ЧЛО) представлены в табл. 1.

Таблица 1

Показатели электрокожного сопротивления (в Мом)
в процессе заживления послеоперационных гнойных ран ЧЛО

	До операции	1 сутки	2 сутки	3 сутки	4 сутки	5 сутки	6 сутки	7 сутки	
Здоровая сторона	М ±m	6,55 0,52	6,32 0,31	6,70 0,23	6,29 0,57	6,45 0,43	6,67 0,32	6,38 0,31	6,51 0,54
Контроль	М ±m	5,72 0,31	4,69 0,46	4,81 0,33	5,32 0,49	5,36 0,25	5,73 0,63	5,52 0,17	5,60 0,38
Лазер	М ±m	5,56 0,62	4,98 0,11	5,97 0,32	6,14 0,26	5,63 0,13	5,89 0,18	6,05 0,24	6,36 0,27
Различия статистически достоверны при $p < 0,05$									

Анализ результатов измерения ЭКС у больных с флегмонами ЧЛО выявил синхронную динамику показателей у больных обеих групп и позволил выделить 4 фазы перепадов. В I фазу, соответствующую 1-м суткам после операции, происходило снижение показателей; во II фазу (2-е сутки наблюдения) – регистрировалось повышение ЭКС; в III фазу (4-е сутки наблюдения) – вторичное небольшое снижение показателей; в IV фазу – вторичный подъем. Однако у больных, в лечении которых использовался аппарат "Узор", манифестация смен фаз была более выраженной и к концу срока наблюдения показатели приближались к уровню ЭКС на здоровой стороне, тогда как у больных контрольной группы они были значительно ниже ($5,60 \pm 0,38$ Мом и $6,36 \pm 0,27$ Мом соответственно).

Явление изменения электродермальной активности, при всех типах рефлекторных состояний, связанных с деятельностью вегетативной нервной системы, открыто еще в 1888 году русским физиологом И.Р.Тархановым. При выраженном симпатическом тоне регистрируются повышение импеданса кожи, при преобладании тонууса парасимпатического отдела показатели ЭКС снижаются [8]. В связи с чем методы мониторинга электрической активности кожи применяются для изучения реактивности симпатической нервной системы в качестве индикатора вегетативного обеспечения гомеостаза в состоянии физического напряжения или психоэмоционального стресса [5].

Преобладающая активность одного из отделов вегетативной нервной системы в процессе регенерации кожи объясняет периодичную смену фаз снижения и подъема значений ЭКС. В процессе регенерации в течение I - IV суток проявляются признаки общего адаптационного синдрома, который выражается в возбуждении симпатического отдела вегетативной нервной системы. В последующие сутки превалирует деятельность парасимпатического отдела вегетативной нервной системы [4].

В понятие электродермальной активности входят такие показатели как электрокожное сопротивление и электропроводность кожи. Электросопротивление ткани обратно пропорционально электропроводности. Снижение импеданса тканей при нагноительных процессах вероятно, связано с отеком и инфильтрацией тканей в области воспаления. Факт более высоких показателей ЭКС через сутки после операции у больных, получавших лазеротерапию, по сравнению с группой контроля мы склонны объяснить угнетающим действием лазерного излучения на экссудативную фазу воспаления, подтвержденным цитологическим исследованием. Ингибирование фазы воспаления приводит к уменьшению отека тканей и, следовательно, к повышению ЭКС. В ходе клинического наблюдения за течением заболевания нами отмечалось, что после 2-3 сеансов лазерной терапии уменьшался болевой синдром. Повышение показателей ЭКС в эти же сроки позволяют предположить, что именно более быстрое снижение и исчезновение отека в тканях, в том числе в области нервных окончаний, и определяет анальгезирующий эффект магнито-лазерного воздействия. Некоторое снижение ЭКС у больных, леченных лазером, через четверо суток после операции, вероятно, связано с новообразованием сосудов, при разрушении части которых излившаяся в межклеточное пространство кровь увеличивает электропроводность тканей и соответственно снижается ЭКС. Приблизненные к показателям ЭКС здоровой кожи значения ЭКС через 7 суток после операции у больных, находившихся под воздействием магнитолазерной терапии, косвенно подтверждают более быстрое восстановление микроциркуляторного русла у пациентов этой группы.

Заключение. В связи с вышеизложенным, характер изменения импеданса кожи, а также скорость возвращения показателей ЭКС к норме являются прогностическими критериями, которые позволяют объективно оценить реактивность вегетативной нервной системы, работа которой обеспечивает один из механизмов улучшения микроциркуляции: ускорение капиллярного кровообращения и вазодилатации сосудов. Мониторинг значений электро кожного сопротивления может быть использован в качестве дополнительного метода изучения восстановительных процессов кожи.

Список литературы

1. Андрианова Е.В., Петровская М.А., Петрова М.Б. и др. Динамика показателей оксидативного стресса и планиметрическая оценка ожоговых ран при лечении новым производным п-ацетил-б-аминогексановой кислоты // *Современные проблемы науки и образования.* – 2020. – № 3. – С. 92.
2. Петрова М.Б., Н.В.Павлова, Е.А.Харитоновна, В.Г.Шестакова. Цитологическая оценка влияния лазеротерапии на течение репарации кожи // *Стоматология.* – 2010.– Т. 89, № 1. – С.33-36
3. Петрова М.Б., Харитоновна Е.А., Павлова Н.В. и др. Морфологические реакции регенерата кожи в условиях применения цитокинов // *Фундаментальные исследования.* – 2013. – № 9, Ч. 6. – С. 1102-1105.
4. Раны и раневая инфекция: Руководство для врачей / Под ред. М.И. Кузина, Б.М. Костюченко. – М.: Медицина, 1990. – 592 с.
5. Minina E.N., Bobrik Yu.V., Ponomarev V.A. The change of the skin electroconductivity and cardiointervalography indicators under the influence of different physical factors // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* – 2021. – V. 853. – doi:10.1088/1755-1315/853/1/012031.
6. Petrova M.B., Pavlova N.V., Kharitonova E.A. et al. Reparative histogenesis of skin: reaction on the application of L-cysteine of argentum nitrate gel // *Open Journal of Regenerative Medicine.* – 2012. – Vol. 1, № 3. – P. 25-28.
7. Sen CK. Human wound and its burden: updated 2020 compendium of estimates // *Adv Wound Care (New Rochelle).* – 2021. – V. 10, N 5. – P. 281-292.
8. Venables P.H. Autonomic activity / *Annals New York Academy of Sciences.* – 1991. – V. 620, N 1. – P. 192-207.