© А.В. Осипенко, П.В. Жуков, 2007

Возможности низкоинтенсивного лазерного излучения в комплексном лечении переломов длинных костей методом чрескостного остеосинтеза

А.В. Осипенко, П.В. Жуков

Potentials of low-intensity laser radiation in complex treatment of long tubular bone fractures by transosseous osteosynthesis method

A.V. Osipenko, P.V. Zhoukov

Федеральное государственное учреждение
"Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина" Росздрава, г. Екатеринбург
(директор – д.м.н. А.И. Реутов)

Показана целесообразность применения низкоинтенсивного лазерного излучения в комплексном лечении открытых переломов длинных костей методом чрескостного остеосинтеза. Для оценки эффективности лазеротерапии у 68 больных с переломами вместе с иммунологическими и биохимическими методиками обследования использовали показатель преломления сыворотки крови. Определена его диагностическая значимость. Применение биофизических методик исследования способствует улучшению диагностики течения регенерации кости и позволяет рассматривать некоторые патогенетические механизмы воспаления и травматической болезни.
Ключевые слова: переломы костей, остеосинтез, биофизический анализ, диагностика, лазеротерапия.

The advantage of low-intensity laser radiation use in complex treatment of open long bone fractures by transosseous osteosynthesis method was demonstrated. The index of blood serum refraction was used together with immunological and biochemical examination techniques to assess laser therapy effectiveness in 68 patients with fractures. Its diagnostic significance was determined. The use of biophysical techniques of examination contributes to improvement of bone regeneration process diagnosing and allows to examine some pathogenetic mechanisms of inflammation and traumatic disease.
Keywords: bone fractures, osteosynthesis, biophysical analysis, diagnostics, laser therapy.

Увеличение числа пострадавших с повреждениями опорно-двигательного аппарата в последние годы обусловлено ростом числа дорожно-транспортных происшествий и кататравм, а также наличием военных конфликтов, распространенностью остеопороза, соматической патологии, неблагоприятной экологии и др. В связи с этим становится все более актуальной разработка новых способов оценки состояния организма при таких патологических процессах, как повреждения опорно-двигательного аппарата.

Опыт крупных научных центров лечения больных с открытыми переломами голени показывает, что необходимо развивать такие методы, которые при достаточной простоте и малой травматичности способствовали бы ранней активизации больных, сокращению сроков их стационарного и амбулаторного лечения, снижению экономических затрат на лечение [2, 8]. Этим требованиям отвечает метод чрескостного остеосинтеза [6, 7, 12].

Экспериментальные и клинические исследования показали эффективность низкоинтенсивного лазерного излучения (НЛИ) в комплексном лечении переломов [1, 7, 13]. Так, у больных с закрытыми и открытыми переломами костей голени с успехом применяли гелий-неоновой НЛИ (634 нм) [5], инфракрасное НЛИ (980 нм), также как и у больных с последствиями открытых переломов костей голени [4, 14]. Сравнительная клинико-лабораторная оценка гелий-неонового и инфракрасного НЛИ при чрескожном применении у больных с переломами костей голени показала более высокую эффективность инфракрасного НЛИ [3].

До настоящего времени нет данных о применении внутривенного низкоинтенсивного лазерного излучения (ВНЛИ) у больных с открытыми переломами костей голени. Отсутствуют данные сравнительной оценки применения чрескожного инфракрасного низкоинтенсивного лазерного излучения (ЧНЛИ) (длина волны 980 нм) и внутривенного гелий-неонового НЛИ (длина волны 634 нм) у больных с переломами костей голени. Недостаточно сведений об индивидуализации НЛИ у больных травматологического профиля.

В последние годы выявлены определенные закономерности изменения биофизических свойств сыворотки крови у больных с соматиче-

скими [11] и хирургическими заболеваниями. В частности, показана высокая чувствительность методов, основанных на регистрации оптических свойств сыворотки крови [10].

Остаются неизученными закономерности изменения содержания белков «острой фазы» и биофизических свойств сыворотки крови, а именно ее оптических свойств у больных с переломами костей голени, в том числе, в процессе лечения. Клиническая интерпретация этих данных у больных позволит использовать их для оценки состояния больных, определения эффективности применения НЛИ и контроля за процессом лечения.

Таким образом, сохраняющаяся актуальность НЛИ у данной категории больных, поиск методов оценки состояния, чувствительности и эффективности применения НЛИ у травматологических больных обусловили необходимость проведения данного исследования.

Цель исследования: изучение эффективности лечения больных с открытыми переломами костей голени в условиях чрескостного остеосинтеза с использованием низкоинтенсивного лазерного излучения.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Под наблюдением находились 63 больных с открытыми переломами костей голени. Основную массу больных составляли мужчины работоспособного возраста. В структуре переломов костей голени преобладали высокоэнергетические повреждения (до 68 %), связанные с техникой и производством, что проявилось значительным первичным смещением отломков у большинства больных (77,8 %). Тяжелые открытые переломы костей голени (IIB-IIIБВ по классификации А.В. Каплана и О.В. Марковой) встречались в 1/3 (30,1 %) всех случаев открытых переломов костей голени.

Чрескожное инфракрасное НЛИ при открытых переломах голени применили у 22 больных. Для этого излучатель располагали над раневой поверхностью на расстоянии 1-1,5 см и медленно перемещали над площадью раны и по периметру, облучая ткани на расстоянии 5 см от края раны. Облучение раны проводили в течение 5 минут мощностью в 2 Вт и частотой 3000 Гц. Затем облучали место перелома с двух полей в области неповрежденных тканей по 5 минут на каждое поле. Суммарное время инфракрасного лазерного облучения открытого перелома составляет 15 минут. Курс лечения составлял 20 сеансов.

Внутривенное НЛИ при открытых переломах голени использовали у 20 больных. Воздействие осуществлялось через кубитальную вену или установленный подключичный катетер. После пункции вены через просвет иглы вводился стерильный световод диаметром 0,4 мм, который подсоединялся к источнику лазерного излучения. Облучение проводили гелий-неоновым лазером длиной волны 639 нм и мощностью излучения на выходе световода 1,5-2 мВт 20 минут через день общей продолжительностью 7-8 сеансов.

Контрольная группа представлена 26 больными с открытыми переломами, которых лечили без применения НЛИ.

Определение гематологических и биохимических показателей проводили на гематологическом анализаторе Cell Dyn 1300 (фирма Abbot) и биохимическом анализаторе Kone delta (Pro) Specific Basic (фирма Kone insruments). Одновременно исследовали иммуноглобулины, средние молекулярные пептиды (СМП 254, 280), концентрацию гаптоглобина. Биофизическим методом оценивали показатель преломления сыворотки крови (ППС), поляризационную фотометрию нативной сыворотки (ПФС) и сыворотки с добавлением физраствора.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Обобщение лабораторных данных больных с открытыми переломами костей голени в динамике лечения свидетельствует об увеличении на 10-е сутки количества форменных элементов крови (кроме тромбоцитов), с максимумом в 1 месяц после травмы. Период восстановления состава клеток крови (эритроцитов, сегментоядерных и палочкоядерных лейкоцитов) в контрольной группе заканчивается на 3-й месяц наблюдения. При использовании НЛИ процесс восстановления протекает значительно быстрее, а окончательная нормализация происходит на 2-й месяц, т.е. нормализация основных показателей крови, включая время свертывания, сокращается на 1 месяц. Применение ВНЛИ характеризуется увеличением концентрации гемоглобина и в меньшей степени – эритроцитов крови, снижением общей лейкоцитарной реакции, уменьшением скорости оседания эритроцитов. Также оно оказывает стимулирующее влияние на фагоцитарную активность лейкоцитов, увеличивает выработку антител и миелопероксидазы.

В группе с ЧНЛИ в периферической крови возрастает содержание эритроцитов и гемоглобина, снижается общее число лейкоцитов и палочкоядерных форм, незначительно возрастает количество тромбоцитов, повышается коллоидная плотность крови, увеличиваются скорость

оседания эритроцитов и прямое время свертывания крови. Чрескожное инфракрасное НЛИ оказывает стимулирующее действие, повышая содержание иммуноглобулина-М в сыворотке крови ко 2-му месяцу, что указывает на благоприятное течение восстановительных процессов.

На фоне первичной потери белка в результате травмы восстановление белкового состава идет постепенно до 2 месяцев. Применение НЛИ сглаживает процесс белковой дезинтеграции. При этом уменьшается концентрация белков воспаления (сиаловые кислоты, средние молекулярные пептиды 254, средние молекулярные пептиды 280, гаптоглобин).

Для оценки эффективности лазеротерапии мы разработали комплекс лабораторных методик, которые обладают наибольшей информативностью (табл. 1). Он включает, как минимум, один тест из каждой группы методов (один иммунологический параметр, один биохимический параметр и один биофизический параметр), обладающие наибольшей информативностью.

Направленность изменений таких показателей представлена в таблице 2. С ее помощью можно оценить эффективность лазеротерапии в динамике лечения, поскольку в каждом из сроков обследования обнаруженные изменения различны.

Применение этих методов, главным образом ППС, дает определенную информацию о течении ответной реакции организма на механическое повреждение. Так, при определении методом поляризационной фотометрии показателя пропускания пробы сыворотки крови, помещенной в физиологический раствор, равным и менее 0,04 относительных единиц дает основание для определения острого воспалительного процесса (пат. 2122731). Перспективным является использование показателя преломления сыворотки крови и для оценки тяжести травмы. При его значении в пределах 1,348-1,349 отн. ед. травма считается легкой, а при величине ППС менее 1,348 – она расценивается как тяжелая (пат. 2169365). Дальнейшие исследования показали, что сопоставление относительного и расчетного дифференциального показателя преломления сыворотки крови позволяет прогнозировать течение травматической болезни у пациентов с повреждениями опорно-двигательной системы. При положительных значениях относительного и повышения дифференциального ППС прогнозируется благоприятное течение, напротив, при снижении значений дифференциальной составляющей возрастает риск развития осложнений в раннем послеоперационном периоде (пат. 2225161).

Таблица 1

Чувствительность и прогностическая значимость тестов оценки влияния ВНЛИ у больных с открытыми переломами костей голени

Сроки обследования	Группа методов	Исследуемые показатели	Диагностическая чувствительность	Прогностическая значимость
7-10 дней (середина курса НЛИ)	Иммунологические	МП	МП - 65 %	МП – 57 %
	Биохимические	СМП 254 им	СМП254 нм-76 %	СМП254нм – 71 %
	Биофизические	ппс	ППС - 91 %	ППС – 92 %
20 дней (окончание курса НЛИ)	Иммунологические	МП; JgM	МП - 75 %; JgM – 65 %	МП – 72 %; JgM – 62 %
	Биохимические	СМП 254 нм	СМП254 нм-80 %	СМП254нм – 75 %
	Биофизические	ППС	ППС – 86 %;	ППС – 84 %
1 месяц	Иммунологические	МП; JgM	МП – 67 %; JgM – 68 %	МП – 63 %; JgM – 65 %
	Биохимические	СМП 254 нм	СМП254 нм-72 %	СМП254нм – 65 %
	Биофизические	ППС	ППС – 84 %;	ППС – 80 %
2 месяца	Иммунологические	МП; JgM	МП – 84 %; JgM – 80 %	МП – 80 %; JgM – 75 %
	Биохимические	СМП 254 нм	СМП254 нм-89 %	СМП254нм – 85 %
	Биофизические	ППС	ППС – 86 %	ППС – 83 %

Таблица 2

Направленность изменений лабораторных показателей у больных с переломами костей голени в динамике лечения с применением НЛИ

Группы методов	Тест	До НЛИ	7-10 дней НЛИ	20 дней НЛИ	1 месяц	2 месяца
Иммунологические показатели	JgM	N↓	N↑	N↑	↑	↑
	МП	↑	N↑	N	N	N
Биохимические показатели	СМП 254 нм	↑↑	↑↑	↑	N	N
	СМП 280 нм	↑↑	↑↑	↑	↑	↑
Биофизические показатели	ПФС	N↑	N↑	N	N	N
	ППС	↓↓	↓	N	N	N

Примечания: N – нормальный показатель; N↑ – незначительное повышение; ↑ – повышение; ↑↑ — существенное повышение; N↓ – незначительное понижение; ↓ –понижение; ↓↓ – существенное понижение.

Фотометрическое пропускание сыворотки в комплексе с определением времени 2-й фазы свертывания крови позволяет оценить эффективность внутривенной лазеротерапии при лечении переломов длинных костей. Так, при однонаправленном уменьшении свертывания и значения фотометрического показателя 0,08 опт. ед. указывает на хорошую чувствительность организма к лазеротерапии. Напротив, однонаправленное увеличение времени свертывания крови и значения фотометрического показателя свидетельствует об отсутствии эффекта и требует коррекции физиолечения (пат. 2141671).

Таким образом, чрескостный остеосинтез и применение НЛИ в лечении переломов оптимизируют условия сращения открытых переломов костей голени. Хорошие функциональные результаты получены в контрольной группе у 70 % больных, в группе ВНЛИ – в 71 %, а в группе с применением ЧНЛИ – в 92 % случаев. Биофизические методики, наряду с общепринятыми (определение острофазовых белков, цитокинов и др.), позволяют не только улучшить диагностику, но и рассматривать патогенетические механизмы воспаления и травматической болезни. В частности, НЛИ способствует устранению дисбаланса в системе крови, иммунном статусе, нормализации биохимических и биофизических констант организма, развивающихся при механическом повреждении, которые представлены на рисунке 1.

Рис. 1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров, М. Т. Методы клинической биофотометрии [Текст] / М. Т.Александров, В. Д. Барыбин, Д. А. Рогаткин // Применение низкоинтенсивных лазеров в клинической практике / под ред. О. К. Скобелкина. – М., 1997. – С. 265-273.
2. Барабаш, А. П. Комбинированный напряженный остеосинтез [Текст] / А. П. Барабаш, Л. И. Соломин. – Благовещенск, 1992. – 71 с.
3. Бурнейко, Я. Н. Комплексное лечение осложненных переломов костей конечностей с использованием лучей лазера (экспериментально–клиническое исследование) [Текст]: автореф. дис.... канд. мед. наук / Я. Н. Бурнейко. – Минск, 1992. – 20 с.
4. Возможности использования ЭВМ для оптимизации параметров лазеротерапии при лечении костно-мягкотканных ран [Текст] / С. С. Ткаченко [и др.] // Ортопед., травматол. – 1988. – № 3. – С. 6-10.
5. Жирнов, В. А. О влиянии света гелий-неонового лазера на репаративный остеогенез при пересадке деминерализованных и недеминерализованных костных трансплантатов [Текст]: автореф. дис. … канд. мед. наук / В. А. Жирнов. – Л., 1991. – 16 с.
6. Илизаров, Г. А. Лечение открытых переломов длинных трубчатых костей аппаратом Г. А. Илизарова [Текст] / Г. А. Илизаров [и др.] // Чрескостный остеосинтез в травматологии и ортопедии. – Вып.1. – Курган, 1972. – С. 76-86.
7. Кирилин, А. Г. Патофункциональное обоснование комплексного лечения переломов костей области голеностопного сустава в постиммобилизационном периоде [Текст]: автореф. дис. ... канд. мед. наук / А. Г. Кирилин. – Л., 1990. – 25 с.
8. Корнилов, Н. В. Причины, значение и пути разрешения внутренних противоречий современной внешней фиксации [Текст] / Н. В. Корнилов, Л. Н. Соломин, А. В. Войтович // Бюл. ВСНЦ СО РАМН. – 2001. – № 5 (19). – С. 61-68.
9. Лечение больных с двойными переломами костей голени методом чрескостного остеосинтеза [Текст] / С. И. Швед [и др.] // Гений ортопедии. – № 3. – 1999. – С. 59-63.

10. Атлас динамики жидкокристаллических структур биожидкостей организма; влияние воздействия на них луча лазера при различных заболеваниях (диагностическая и прогностическая значимость биофизических методов исследования у больных хирургического профиля) [Текст] / В. М. Лисиенко [и др.]. – Екатеринбург, 1995. – 43 с.
11. Савина, Л. В. Кристаллоскопические структуры сыворотки крови в клинике внутренних болезней [Текст]: автореф. дис. … д-ра мед. наук / Л. В. Савина. – Пермь : ПГМИ, 1992. – 54 с.
12. Шевцов, В. И. Применение чрескостного остеосинтеза по Илизарову в амбулаторных условиях [Текст] : дис. в форме науч. докл. … д-ра мед. наук. – Пермь, 1987. – 60 с.
13. Trelles, M. A. Bone fracture consolidates faster with low-power laser / M. A. Trelles, E. Mayago // Laser Surg. Med. – 1987. – Vol. 7, No 1. – P. 36-45.
14. Vladimirov, Yu. A. Photobiological Principles of Therapeutic Applications of Laser Radiation / Yu. A. Vladimirov, A. N. Osipov, G. I. Klebanov // Bioche mistry. – 2004. – Vol. 69, No 1. – P. 81-90.
15. Пат.2122731 Российская Федерация, МКИ[6] G 01 N 33/48, 33/49. Способ диагностики воспалительного процесса [Текст] / Базарный В.В., Кутепов С.М., Зыкина О.В., Жуков П.В.; заявитель и патентообладатель Уральский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии. – № 96119134/14; заявл.25.09.96; опубл.27.11.98, Бюл. № 33. – 4 с.
16. Пат. 2141671 Российская Федерация, МКИ[6] G 01 N 33/86, 33/49; A 61 B 5/06. Способ оценки эффективности внутривенной лазеротерапии при лечении переломов длинных трубчатых костей [Текст] / Осипенко А. В., Жуков П. В., Кутепов С. М., Новицкая Н. В., Овсянникова Р. В., Зыкина О. В.; заявитель и патентообладатель Уральский НИИТО. – № 98114384; заявл. 28.07.98; опубл. 20.11.99, Бюл. № 32. – 4 с.
17. Пат. 2169365 Российская Федерация, МКИ[7] G 01 N 33/48, 33/483. Способ оценки тяжести первичной травмы [Текст] / Жуков П. В., Осипенко А. В., Бердюгина О. В., Стэльмах К. К.; заявитель и патентообладатель Уральский НИИТО. – № 2000111096; заявл. 03.05.2000; опубл. 20.06.2001, Бюл. № 17. – 4 с.
18. Пат. 2225161 Российская Федерация, МКИ[7] A 61 B 5/145. Способ прогнозирования течения травматической болезни у больных с повреждениями опорно-двигательного аппарата [Текст] / Жуков П. В., Стэльмах К. К., Трифонова Е. Б., Осипенко А. В., Нефедов С. А., Антониади Ю. В.; заявитель и патентообладатель ГФУН Уральский НИИТО им. В.Д. Чаклина. – № 2002117995; заявл. 05.07.2002; опубл. 10.03.2004, Бюл. № 7. – 6 с.

Рукопись поступила 15.11.06.