

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ВНУТРИВЕННОГО ЛАЗЕРНОГО ОБЛУЧЕНИЯ КРОВИ «СИНИМ»
ЛАЗЕРОМ ($\lambda=532\text{nm}$) У БОЛЬНЫХ С ДИАБЕТИЧЕСКОЙ СТОПОЙ

Э.С. НУРИЕВ*, М.С. БАЛЕЕВ*, В.В. ШИМКО**

*Нижегородская государственная медицинская академия,
пл. Минина и Пожарского, д.10/1, г. Нижний Новгород, ГСП-470, 603950

**Амурская государственная медицинская академия,
ул. Горького 95, г. Благовещенск, Амурская область, 675000

Аннотация. Существует отчетливая корреляция между концентрацией сахара в крови и уровнем си уровнем возникновения синдрома диабетической стопы. Лечение препаратами, устраняющие инсулинрезистентность в России в настоящее время применяется лишь у небольшого количества пациентов, в большинстве случаев проводится хирургическое лечение диабетической стопы.

Поиск новых и эффективных методов с пролонгированным терапевтическим эффектом, экономически более выгодных и лишенных побочных эффектов воздействий на организм остается актуальным. Одним из таких методов, возможно, будет внутривенное лазерное облучение крови с частотой $\lambda=532\text{ nm}$, данное исследование подтверждает эффективность его применения.

Как показывают экспериментальные данные, до использования внутривенного лазерного облучения крови показатели глюкозы в основной и контрольной группах был выше нормы. После проведения внутривенного лазерного облучения крови эти показатели достоверно снизились в основной группе, а в контрольной группе отмечена тенденция к сохранению показателей относительно данных в начале исследования.

Проведенное исследование позволяет сделать вывод о том, что включение терапии внутривенного лазерного облучения крови «синим» лазером с длиной волны 532 нм у больных с диабетической стопой оказывает положительное влияние на состояние показателя глюкозы в крови. Сказанное выше дает основание сделать следующие выводы: у больных с синдромом диабетической стопы отмечено достоверное повышение глюкозы в крови, терапия в виде внутривенного лазерного облучения крови «синим» лазером с длиной волны 532 нм достоверно снижает уровень показателя глюкозы

Ключевые слова: сахарный диабет, диабетическая стопа, синий лазер.

DEVELOPMENT OF A METHOD OF INTRAVENOUS LASER IRRADIATION OF BLOOD, "BLUE"
LASER ($\lambda=532$) IN PATIENTS WITH DIABETIC FOOT

E.S. NURIEV*, M.S. BALEEV*, V.V. SHIMKO**

*Nizhny Novgorod State Medical Academy, Sq. Minin and Pozharsky, 10/1, Nizhny Novgorod, GSP-470, 603950
**Amur State Medical Academy, st. Gorky 95, Blagoveshchensk, Amur Region, 675000

Abstract. There is a distinct correlation between the concentration of sugar in the blood level of C level occurrence of diabetic foot syndrome. Treatment with drugs that eliminate insulinrezistentnost in Russia currently applies only in a small number of patients, in most cases, surgical treatment of diabetic foot.

The search for new and effective methods of sustained therapeutic effect, more cost-effective and devoid of side effects, effects on the body remains relevant. One of these methods may be intravenous laser irradiation of blood with frequency $\lambda=532\text{ nm}$, this study confirms the effectiveness of its application.

As shown by the experimental data, to the use of intravenous laser blood irradiation intravenous laser irradiation of blood indicators of glucose in the study and control groups was higher than normal. After the intravenous laser irradiation of blood these figures were significantly reduced in the intervention group and the control group showed a tendency to preserve the performance on the data at the beginning of the study.

The study suggests that the inclusion of therapy intravenous laser irradiation of blood "blue" laser with a wavelength of 532 nm in patients with diabetic foot has a positive impact on the index of blood glucose. The foregoing gives rise to the following conclusions: in patients with diabetic foot syndrome was a significant increase in blood glucose therapy in the form of intravenous laser irradiation of blood "blue" laser with a wavelength of 532 nm significantly reduces the level of glucose

Key words: diabetes, diabetic foot, a blue laser.

Библиографическая ссылка:

Нуриев Э.С., Балеев М.С., Шимко В.В. Разработка метода внутривенного лазерного облучения крови «синим» лазером ($\lambda=532\text{nm}$) у больных с диабетической стопой // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 2-130. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/5044.pdf> (дата обращения: 25.12.2014).

Сахарный диабет (СД) – самое распространенное эндокринное заболевание во всем мире [1, 2, 16]. Заболеваемость СД продолжает увеличиваться. Так, по данным экспертов ВОЗ, к 2016 г. в мире будет насчитываться более 230 млн заболевших. В России на данный момент количество больных СД составляет более 6,3 млн человек, из них 40-60% уже имеют поздние осложнения в виде *синдрома диабетической стопы* (СДС) [3, 8]. При СД поражаются артерии всех органов и типов с развитием микроангиопатии у 100% и макроангиопатии у 70% больных [4]. Становится общепринятым рассматривать диабетическую ангиопатию не как финал СД, а как его составляющую [5, 9]. На фоне диабетической микро- и макроангиопатии, нейропатии и остеоартропатии развивается такое осложнение, как СДС – сложный комплекс анатомо-функциональных изменений, приводящий к развитию язвенно-некротического и инфекционного процесса, а в дальнейшем и гангрены стопы [6, 9] и более чем в 83% наблюдений – к ампутации на уровне голени или бедра с высокой (10-18%) послеоперационной летальностью [10, 12]. СДС возникает у 80% больных СД через 15-20 лет после начала болезни [14, 12], а количество ампутаций нижних конечностей, выполняемых пациентам этой категории, составляет более 70% всех производимых ампутаций, не связанных с травмой [11]. Необходимо отметить, что более чем в 90% наблюдений ампутации при критической ишемии нижних конечностей чаще выполняются в общехирургических отделениях больницы без попытки реконструктивной сосудистой операции [2]. По данным Л.А. Бокерия и соавт. [10], в России за 2005 г. в 77 отделениях сосудистой хирургии было выполнено 905 ампутаций нижних конечностей, из них лишь 16,5% произведены после попытки реваскуляризации, все остальные выполнены без исследования состояния дистального артериального русла.

В 60-70% наблюдений центральную роль в развитии СДС играет диабетическая нейропатия [2, 5, 7], ведущая к снижению чувствительности нижних конечностей, образованию безболезненных язв стоп с последующим развитием флегмон и абсцессов стоп. Именно длительно незаживающие язвы стоп у 85% больных с СДС становятся причиной ампутаций [7]. Поражение костной ткани при диабете – диабетическую остеоартропатию, так называемый «сустав или стопу Шарко» [2] рассматривают как редко встречающееся (1% среди пациентов с СДС) специфическое проявление поражения костей стопы при СД [3, 4]. Одним из основных факторов СДС является окклюзионно-стенозирующее поражение периферических артерий, что служит причиной развития язв, инфекции, гангрены и в конечном итоге приводит к высокой ампутации [5, 9]. При гистологических исследованиях атеросклеротически измененных сосудов нижних конечностей у больных СД и у лиц без диабета выявляются одни и те же изменения, но диабетическая макроангиопатия и облитерирующий атеросклероз имеют принципиальные различия. При диабете развитие клинической картины атеросклеротического поражения артерий более быстрое, чем у лиц без него, а окклюзионный процесс имеет преимущественно диффузный (мультифазный) характер. При этом отмечается симметричность поражения в отличие от одностороннего у пациентов без диабета. При СД чаще вовлекаются берцовые, подошвенные сосуды, а также артериолы. У лиц без диабета в атеросклеротический процесс обычно вовлекаются аорта, подвздошные и бедренные артерии [13, 15]. Необходимо отдельно выделить атеросклероз Менкеберга (Moneckenberg), в основе которого лежит медиокальциноз артерий нижних конечностей с кальцификацией средней оболочки артерии, утолщением комплекса интима-медия [6, 11], что служит причиной ригидности артериальной стенки без сужения просвета и обычно не приводит к значительной ишемии. Развитие хронического изъязвления стопы, сепсиса и гангрены на фоне СД остается одной из основных причин длительной госпитализации больных в хирургических стационарах – в среднем 30-40 дней и более [2, 3, 9]. Среди всех госпитализируемых больных СД в течение года на долю гнойно-некротических осложнений СДС приходится чуть менее половины – 46% [13]. Предметом дискуссии продолжают оставаться объем оказываемой специализированной медицинской помощи и оптимальные сроки выполнения хирургических вмешательств [7, 9]. В настоящее время сложились две тактики ведения больных СДС:

– активная, при которой производят ампутацию нижней конечности на разных уровнях в первые часы с момента поступления либо вскрытие абсцессов и флегмон мягких тканей с иссечением всех потенциально нежизнеспособных частей стопы при обширном прогрессирующем гнойно-некротическом процессе, сепсисе;

– выжидательная, при которой настойчиво используют комплекс консервативных мероприятий и этапные хирургические манипуляции со вскрытием гнойного очага и ограниченными некрэктомиями, направленными на создание оптимальных условий для сохранения опорной функции нижней конечности [7, 11].

Из диагностических методов применяют: ультразвуковую доплерографию с измерением сегментарного давления и вычислением лодыжечно-плечевого индекса, позволяющую определить уровень и протяженность окклюзионного процесса, состояние коллатералей; ультразвуковое дуплексное сканирование, сочетающее возможности анатомического и функционального исследования сосуда для оценки линейной и объемной скорости кровотока [15]. Используется также *транскутанная оксиметрия* (ТсрО₂), дающая возможность исследовать микрогемодинамику пораженной конечности, характеризую

Библиографическая ссылка:

Нурiev Э.С., Балеев М.С., Шимко В.В. Разработка метода внутривенного лазерного облучения крови «синим» лазером ($\lambda=532\text{nm}$) у больных с диабетической стопой // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 2-130. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/5044.pdf> (дата обращения: 25.12.2014).

степень ишемии тканей [10]. Из инвазивных методов рентгеноконтрастная ангиография является «золотым стандартом» в диагностике заболеваний артерий, с ее помощью можно установить характер, локализацию и протяженность поражения сосуда [5].

По данным сводной статистики, смертность после реконструктивных сосудистых операций составляет от 2 до 4%, после первичных высоких ампутаций нижних конечностей в раннем послеоперационном периоде – от 11 до 41% в течение первого года после ампутации, что определяется тяжестью сопутствующих заболеваний, инфекционного процесса и самого СДС [7].

Таким образом, консервативная терапия критической ишемии без реваскуляризации конечности малоэффективна и положительный ее результат имеет лишь временный характер. Только выполнение реконструктивных сосудистых операций у этой категории пациентов приводит к спасению конечности или снижению уровня ампутации и предотвращению тяжелой инвалидизации [5, 14].

Цель исследования – оценить влияние внутривенного облучения «синим» лазером с длиной волны 532 нм на уровень сахара в крови человека и установить продолжительность эффекта лечения.

Объекты и методы исследования. В период с 2012 по 2013 г. Проводилось исследование на базах: ОКБ им. Бурденко города Пенза, и Городская больница № 3 города Благовещенск. В эксперимент включены 64 больных, основная группа составила 52 пациентов с синдромом диабетической стопы на момент исследования не получали против инулиновую медикаментозную терапию, а получали терапию «синим» лазером с длиной волны 532 нм. Курс лечения составил 10 процедур. Была отмечена хорошая переносимость. В контрольной группе из 12 человек проводили фармакотерапию без специальной терапии. Пациенты получали лечение метформином. Средний возраст пациентов составил от 50 до 60 лет, которым были выполнены процедуры высокотехнологичных методов исследования: *коронароангиография* (КАГ), *Ангиография нижних конечностей* (АГ). Проводились лабораторные исследования биохимического состава крови на анализаторе «Liasys», на наличие повышения сахара в крови. Образцы крови брали утром натощак из локтевой вены, не ранее, чем через 14 ч после последнего приема пищи. Лечебную терапию проводили с помощью «синего» лазера *внутривенным облучением крови аппаратом* (ВЛОК) «Укол-01-ВЛОК» одноканальный с непрерывным излучением длина волны которого составляет 532 нм средняя мощность излучения на выходе одноразового световода не менее 12 мВт, курс лечения – 10 дней, продолжительность одного сеанса 15-20 минут.

Критерии исключения: больные употребляющие в качестве лечения противоллипидные препараты, курящие, перенесенное <6 мес. назад острое клиническое осложнение атеросклероза; любое острое воспалительное заболевание; хроническая болезнь почек ≥ III стадий – *скорость клубочковой фильтрации* (СКФ) <60 мл/мин/1,73 м²; СД обоих типов в стадии декомпенсации – *уровень гликированного гемоглобина* (HbA1c) >7,5%; Индекс Атерогенности, *фракция выброса левого желудочка* (ФВ ЛЖ) <40%; онкологические заболевания; плечелучевой индекс, болезни крови и иммунной системы.

Статистическую обработку полученных данных проводили согласно рекомендациям Ребровой О.Ю. (2002) при помощи компьютерной программы STATISTICA 10. Применяли 5% (p=0,05) доверительный интервал. Полученные данные рассматривали как непараметрические, по этой причине проверку нормальности распределения количественных признаков не выполняли. С целью оценки распределения непрерывных величин в связанных группах использовали критерий Манн-Уитни.

Пациенты основной группы на момент исследования не получали противоиосулиновую медикаментозную терапию, а получали терапию «синим» лазером с длиной волны 532 нм. Курс лечения составил 10 процедур. Была отмечена хорошая переносимость процедур.

Результаты и их обсуждение. В основной группе после курса ВЛОК положительная динамика относительно глюкозы была отмечена в 100% случаев. В ходе исследования осложнений не имелось.

Как видно из табл. 1, среднее значение глюкозы исходно было выше нормы (9,1 ммоль/л при норме 3,3-5,5 ммоль/л. После терапии ВЛОК, спустя 1 месяц, 3 месяца и 6 месяцев все показатели снижались и отмечались статистически достоверные значения его уменьшения. Критерий Манна – Уитни составил 0,01, что соответствует данным статистики (табл. 1)

Таблица 1

Показатели липидного обмена после ВЛОК «синим» лазером с длиной волны 532 нм

Показатель	До ВЛОК	После ВЛОК	Спустя 1 мес	Спустя 3 мес	Спустя 6 мес
Глюкоза	9,1	6,82	6,5	6,2	6,0

В контрольной группе имела место тенденция сохранения исходных показателей в начале исследования, спустя месяц, 3 месяца, 6 месяцев (табл. 2). Критерий Манна – Уитни составил p<0,05, что соответствует статистическим данным.

Библиографическая ссылка:

Нурiev Э.С., Балеев М.С., Шимко В.В. Разработка метода внутривенного лазерного облучения крови «синим» лазером (λ=532нм) у больных с диабетической стопой // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 2-130. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/5044.pdf> (дата обращения: 25.12.2014).

Показатели глюкозы у больных контрольной группы

Показатель	До исследования	Спустя 1 мес	Спустя 3 мес	Спустя 6 мес
Глюкоза	7,8	7,8	7,5	7,6

Из приведенных данных видно, что до ВЛОК показатели глюкозы в основной и контрольной группах был выше нормы. После проведения ВЛОК эти показатели достоверно снизились в основной группе, а в контрольной группе отмечена тенденция к сохранению показателей относительно данных в начале исследования.

Выводы. Таким образом, включение терапии ВЛОК «синим» лазером с длиной волны 532 нм у больных с диабетической стопой оказывает положительное влияние на состояние показателя глюкозы в крови. Сказанное выше дает основание сделать следующие выводы: у больных с синдромом диабетической стопы отмечено достоверное повышение глюкозы в крови, терапия в виде ВЛОК «синим» лазером с длиной волны 532 нм достоверно снижает уровень показателя глюкозы

Литература

1. Балаболкин М.И. Диабетология. М.: Медицина, 2000.
2. Young M.J. Classification of ulcers and its relevance to management. In: A.J.M. Boulton, H. Connor, P. Canavagh. The Diabetic Foot (3d ed). Wiley 2000, С. 61–72.
3. Дедов И.И. Новые технологии в диагностике и лечении патологии почек при сахарном диабете. Материалы Всероссийского конгресса «Диабет и почки». М., 2009, С. 25–28.
4. Дибиров М.Д., Брискин Б.С. Хирургическое лечение осложнений диабетической ангиопатии. М., 2001, 321с.
5. Amos A.F., McCarty D.G., Zimmet P. The rising global burden of diabetes and its complications: estimates and projections to the year 2010 // Diabet Med. 1997. 14: (Suppl) 5. С. 1–85.
6. Armstrong D.G., Frykberg R.G. Classifying diabetic foot surgery: toward a rational definition // Diabet Med. 2003. V. 20. P. 329–331.
7. Armstrong D.G., Lavery L.A. Negative pressure Wound after parical diabetic amputation: a multicentre, randomized controlled trial // The Lancet. 2005. V. 366. P. 1704–1710.
8. Banis J.C. Glabrous skin grafts for plantar defects // Foot Ankle Clin (USA). 2001. V.6. № 4. P. 827–837.
9. Boulton A.J., Vinik A.I., Arezzo J.C. Diabetic neuropathies // Diabetes Care. 2005. V. 28. P. 956–962.
10. Bowker J., Pfeifer M. The diabetic foot (Eds.). 6th edition. Mosby, 2001.
11. Бокерия Л.А., Гудкова Р.Г. Болезни и врожденные аномалии системы кровообращения. Сердечно-сосудистая хирургия 2005. М.: НЦССХ им. А.Н. Бакулева РАМН, 2006. 114 с.
12. Брискин Б.С., Прошин А.В. Осложненный синдром диабетической стопы: патогенез, диагностика и лечение в пожилом и старческом возрасте // Клиническая геронтология. 2004. № 1. С. 33–40.
13. Коков Л.С., Зеленев М.А., Удовиченко А.Е. Ангиографическая диагностика, баллонная ангиопластика и стентирование у больных с диабетической стопой // Ангиол и сосуд хи. 2002. Т. 8. № 4. С. 25–32.
14. Международное соглашение по диабетической стопе. М.: Берег, 2000. 96 с.
15. Образцов А.В., Кохан Е.П., Заварина И.К. Патогенетические аспекты операции ревазуляризирующей остеотрепанации // Ангиол и сосуд хир. 2000. Т. 6. №1. С. 18–21.
16. Покровский А.В., Дан В.Н., Чупин А.В. Вазпростан (простагландин E1) в комплексном лечении больных с ишемической диабетической стопой // Ангиол и сосуд хир. 2000. Т. 6. №2. С. 63–72.

References

1. Balabolkin M.I. Diabetologiya. Moscow: Meditsina; 2000. Russian.
2. Young M.J. Classification of ulcers and its relevance to management. In: A.J.M. Boulton, H. Connor, P. Canavagh. The Diabetic Foot (3d ed). Wiley; 2000.
3. Dedov I.I. Novye tekhnologii v diagnostike i lechenii patologii pochek pri sakharnom diabete. Materialy Vserossiyskogo kongressa «Diabet i pochki». Moscow; 2009. Russian.
4. Dibirov M.D., Briskin B.S. Khirurgicheskoe lechenie oslozhneniy diabeticheskoy angiopatii. Moscow; 2001. Russian.

Библиографическая ссылка:

Нурiev Э.С., Балеv М.С., Шимко В.В. Разработка метода внутривенного лазерного облучения крови «синим» лазером ($\lambda=532\text{nm}$) у больных с диабетической стопой // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 2-130. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/5044.pdf> (дата обращения: 25.12.2014).

5. Amos AF, McCarty DG, Zimmet P. The rising global burden of diabetes and its complications: estimates and projections to the year 2010. *Diabet Med.* 1997;14(5):1-85.
6. Armstrong DG, Frykberg RG. Classifying diabetic foot surgery: toward a rational definition. *Diabet Med.* 2003;20:329-31.
7. Armstrong DG, Lavery LA. Negative pressure Wound after parcial diabetic amputation: a multicentre, randomized controlled trial. *The Lancet.* 2005;366:1704-10.
8. Banis JC. Glabrous skin grafts for plantar defects. *Foot Ankle Clin (USA).* 2001;6(4):827-37.
9. Boulton AJ, Vinik AI, Arezzo JC. Diabetic neuropathies. *Diabetes Care.* 2005;28:956-62.
10. Bowker J, Pfeifer M. The diabetic foot (Eds.). 6th edition. Mosby; 2001.
11. Bokeriya LA, Gudkova RG. Bolezni i vrozhdennye anomalii sistemy krovoobrashcheniya. Serdechno-sosudistaya khirurgiya 2005. M.: NTsSSKh im. A.N. Bakuleva RAMN; 2006. Russian.
12. Briskin BS, Proshin AV. Oslozhnennyy sindrom diabeticheskoy stopy: patogenez, diagnostika i lechenie v pozhilom i starcheskom vozraste. *Klinicheskaya gerontologiya.* 2004;1:33-40. Russian.
13. Kokov LS, Zelenov MA, Udovichenko AE. Angiograficheskaya diagnostika, ballonnaya angioplastika i stentirovanie u bol'nykh s diabeticheskoy stopoy. *Angiol i sosud khi.* 2002;8(4):25-32. Russian.
14. Mezhdunarodnoe soglashenie po diabeticheskoy stope. Moscow: Bereg; 2000. Russian.
15. Obratsov AV, Kokhan EP, Zavarina IK. Patogeneticheskie aspekty operatsii revaskulyariziruyushchey osteotrepantsii. *Angiol i sosud khi.* 2000;6(1):18-21.
16. Pokrovskiy AV, Dan VN, Chupin AV. Vazaprostan (prostaglandin E1) v kompleksnom lechenii bol'nykh s ishemicheskoy diabeticheskoy stopoy. *Angiol i sosud khi.* 2000;6(2):63-72.

Библиографическая ссылка:

Нуриев Э.С., Балеев М.С., Шимко В.В. Разработка метода внутривенного лазерного облучения крови «синим» лазером ($\lambda=532\text{nm}$) у больных с диабетической стопой // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2014. №1. Публикация 2-130. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/5044.pdf> (дата обращения: 25.12.2014).