

## СТАТЬЯ

УДК 616.5-004-71:616.8

## ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ И ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА BIOFEEDBACK (БИОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ) В ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ СИСТЕМНОЙ СКЛЕРОДЕРМИЕЙ

<sup>1,2</sup>Грехов Р.А., <sup>1,2</sup>Александров А.В., <sup>3</sup>Сулейманова Г.П., <sup>2</sup>Адамович Е.И.

<sup>1</sup>ФГБНУ «Научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной ревматологии имени А.Б. Зборовского», Волгоград, e-mail: imlab@mail.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Волгоград, e-mail: post@volgmed.ru;

<sup>3</sup>ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», Волгоград, e-mail: ob.otdel@volsu.ru

При системной склеродермии происходит системное поражение соединительной ткани по неизвестной причине, с характерным прогрессирующим фиброзированием кожных покровов и стромы внутренних органов, а также с нарушением функций сосудистого русла и иммунной системы. Характерным признаком болезни является синдром Рейно. Поскольку этиология болезни неизвестна, отсутствуют и лекарственные средства, способные действительно влиять на замедление прогрессирования заболевания, поэтому имеется интерес к научному изучению эффективности ряда методов комплементарной терапии. В статье рассматриваются перспективы применения метода биологической обратной связи для лечения синдрома Рейно у больных системной склеродермией. Кратко описана история метода, модификации метода, варианты использования, преимущества и возможные механизмы действия. Важным моментом является то, что в ходе биологической обратной связи пациент является активным участником лечения, что способствует активации скрытых резервов организма. Успешная саморегуляция улучшает самочувствие, способствует повышению самооценки. Обсуждается место тренинга с применением биологической обратной связи в комплексном лечении больных системной склеродермией. Сделан вывод о том, что результаты исследований по применению температурной биологической обратной связи в качестве терапевтического метода для купирования феномена Рейно у больных системной склеродермией являются позитивными, но пока они немногочисленны и вопрос требует своего дальнейшего изучения.

**Ключевые слова:** системная склеродермия, нарушения микроциркуляции, синдром Рейно, температурная биологическая обратная связь, комплементарная терапия

## THEORETICAL BASIS AND PRACTICAL ASPECTS OF BIOFEEDBACK METHOD APPLICATION IN THE THERAPY OF PATIENTS WITH SYSTEMIC SCLEROSIS

<sup>1,2</sup>Grekhov R.A., <sup>1,2</sup>Aleksandrov A.V., <sup>3</sup>Suleymanova G.P., <sup>2</sup>Adamovich E.I.

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Science Institution Research Institute for clinical and experimental rheumatology named after A.B. Zborovskiy, Volgograd, e-mail: imlab@mail.ru;

<sup>2</sup>Volgograd State Medical University, Volgograd, e-mail: post@volgmed.ru;

<sup>3</sup>Volgograd State University, Volgograd, e-mail: ob.otdel@volsu.ru

Systemic sclerosis is a systemic disease of the connective tissue of unknown etiology, characterized by progressive fibrosis of the skin and internal organs, disorders of the morphology and function of blood vessels, and disorders of the immune system. A characteristic sign of the disease is Raynaud's syndrome. Since there is no etiological therapy, as well as medicinal products that effectively slow the progression of the disease, there is an interest in the scientific study of the effectiveness of a number of complementary therapies. The article discusses the prospects for the use of biofeedback for the treatment of Raynaud's syndrome in patients with systemic sclerosis. The history of the method, its modifications, cases of use, advantages and possible mechanisms of action are briefly described. The important point is that during the course of biofeedback the patient is an active participant in the treatment, which contributes to the activation of the body's hidden reserves. Successful self-regulation improves health, contributes to the improvement of self-esteem. The place of training with the use of biofeedback in the complex treatment of patients with systemic scleroderma is discussed. It was concluded that the results of the studies on the use of temperature biofeedback as a therapeutic method for the treatment of Raynaud's phenomenon in patients with systemic sclerosis are positive, but few so far and the issue needs for further study.

**Keywords:** systemic sclerosis, microcirculation disorders, Raynaud's syndrome, temperature biofeedback, complementary therapy

При системной склеродермии (ССД) происходит системное поражение соединительной ткани с характерными явлениями склерозирования, нарушениями кровотока и функции иммунной системы [1]. О глубине нарушений анаболических и деструктивных процессов при ССД свидетель-

ствует усиление аутоантителогенеза [2]. Типичным симптомом ССД является феномен Рейно, который встречается примерно у 95% больных с ССД и может опережать возникновение заболевания [3, 4]. Нарушения микроциркуляции являются наиболее важным признаком ССД и могут служить

для оценки эффективности терапии этого заболевания на основе капилляроскопии ногтевой пластины [5, 6].

Поскольку этиология заболевания неизвестна, отсутствуют лекарственные средства, способные замедлить её прогрессию. Важным компонентом терапии является лечение синдрома Рейно (СР), в основном за счет блокаторов кальциевых каналов, которые доказали свою эффективность при контролируемых исследованиях, и препаратами выбора при ССД остаются медикаменты дигидропиридинового ряда [7]. Выживаемость при ССД остается самой низкой среди всех системных заболеваний соединительной ткани, а средняя продолжительность жизни после начала болезни составляет всего 11 лет, что делает крайне актуальной задачу совершенствования и разработки новых методов терапии [8], направленных на повышение выживаемости и улучшение качества жизни больных.

В конце прошлого века появились отдельные научные работы по изучению эффективности применения комплементарных и альтернативных методов терапии (Complementary and Alternative Medicine) при этом заболевании. В России для обозначения этой сферы обычно используется термин «нетрадиционная медицина», и если данный вид медицины используется вместе с общепринятыми методами лечения, то её называют комплементарной медициной. Всемирная организация здравоохранения рекомендует доказательный подход для оценки нетрадиционных методик, чтобы подтвердить или опровергнуть их безопасность и эффективность научным методом.

Внимание исследователей привлекает применение температурной биологической обратной связи (БОС) для лечения синдрома Рейно, при котором больные обучаются саморегуляции с целью увеличения температуры конечностей за счет способности прерывать вазоспазм, связанный с этим синдромом.

Методы лечения, основанные на использовании БОС, впервые были продемонстрированы более 30 лет назад и в настоящее время они становятся все более популярными во всем мире. Первые приборы для БОС представляли собой аналоговые устройства для измерения электрофизиологических сигналов по одному каналу, где изменение параметра контролировалось визуально по отклонению стрелки. Большим шагом в развитии аппаратуры для биоуправления стало появление однокристалльных микроконтроллеров и аналогово-цифровых преобразователей, которые применялись в новых

приборах, имеющих несколько каналов для одновременного измерения электрофизиологических сигналов, кнопочные панели управления, и отображали информацию на цифровых индикаторах, с возможностью сохранения данных в оперативной памяти. Появление персональных компьютеров вызвало революцию в области медицинского приборостроения. Цифровые интерфейсы ввода-вывода обеспечили простоту подключения и высокую скорость передачи данных, а цветные графические дисплеи предоставили отличную возможность для визуализации при работе с персональным компьютером с помощью специализированных программ для БОС.

Методы биоуправления используют для лечения эмоционального стресса и напряжения, тревожных состояний, а также у больных неврозами и психосоматическими заболеваниями. Использование БОС при данной патологии базируется на трудах И.П. Павлова и кортико-висцеральной теории К.М. Быкова – И.Т. Курцина, согласно принципу обратной афферентации теории функциональных систем П.К. Анохина, который играет важную роль в формировании адаптационных процессов [9]. Сущность метода БОС состоит в «возврате» в мультимедийной форме на монитор пациента его физиологических параметров, которые определены клиническим протоколом в режиме реального времени [10]. Задачей БОС является создание дополнительного канала информации о вегетативных функциях организма (так называемое «физиологическое зеркало») и управлении этими функциями с помощью этого канала. По определению американской Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback, «БОС является процессом, который позволяет индивиду научиться, как изменять физиологическую активность в целях улучшения здоровья».

Протоколы биоуправления принято делить на следующие группы: 1) направление, которое в США обозначается как «neurofeedback» или «neurotherapy», при котором модификации подвергаются параметры электроэнцефалограммы (ЭЭГ); и 2) направление, которое обозначается как собственно «biofeedback», когда осуществляется модификация показателей вегетативной активации. Согласно современным понятиям, хронический стресс приводит к нарушению функций вегетативной нервной системы (ВНС), что в свою очередь является причиной развития психосоматической патологии.

Процедуру БОС-тренинга можно схематично представить как постоянный мо-

нитинг выбранных физиологических показателей и использованием различных мультимедийных «подкреплений» с целью их модификации и удержания в заданном коридоре. В процессе сеанса БОС посредством электронных устройств больной в режиме реального времени контролирует динамику собственных электрофизиологических показателей и старается сдвинуть их в нужном направлении, постепенно обретая навыки целенаправленной саморегуляции. В течение БОС тренинга можно научиться усиливать или ослаблять какой-либо показатель, а значит, и уровень активации соответствующих ему регуляторных систем.

Возможность использования БОС-терапии в рамках превентивной медицины в качестве перспективного и эффективно метода комплексной восстановительной терапии и реабилитации больных хроническими заболеваниями подлежит тщательному изучению. По предварительным данным, это единственный метод неконвенциональной медицины, имеющий научно подтвержденные доказательства своей эффективности [11]. Метод биоуправления нашёл широкое применение при психосоматических болезнях, где он используется как эффективный способ лечения, который способствует достижению существенного терапевтического эффекта.

Имеется несколько вариантов биоуправления в зависимости от используемых физиологических каналов:

1. БОС по электроэнцефалограмме (neurofeedback), для терапии состояний эмоционального возбуждения и повышения концентрации внимания.

2. БОС по данным функционирования сердечно-сосудистой системы.

3. БОС по параметрам респираторной системы.

4. БОС по электромиограмме (ЭМГ), которая применяется в целях релаксации.

5. БОС по показателям температуры для усиления периферического кровотока. В процессе курса тренинга пациент приобретает навыки контролирования температуры кожи кончиков пальцев, что способствует расширению спазмированных сосудов конечностей, уменьшению периферического сосудистого сопротивления и снижению кровяного давления.

Наше внимание привлекли возможности БОС по температуре для терапевтического воздействия на СР у больных ССД, поскольку температура кожных покровов отражает сосудодвигательную функцию – по температуре конечностей можно судить о степени сужения или расширения кровеносных сосудов, регулируемой симпатическим отделом ВНС.

Наряду с этим по степени и характеру изменений микроциркуляторного русла можно не только судить об активности и проводить дифференциальную диагностику патологического процесса по результатам капилляроскопии ногтевого ложа, являющейся наиболее информативным среди инструментальных методов [12], но и прогнозировать эффективность лечебных методик.

Цель исследования: оценить возможность применения температурной БОС-терапии для лечения синдрома Рейно у больных ССД.

#### Материалы и методы исследования

Контингент обследованных пациентов составил 70 человек, страдающих ССД. Среди обследованных больных 94,3% были женщинами и 5,7% – мужчинами. Средний возраст больных составил  $38 \pm 3,3$  лет, а средняя продолжительность болезни  $14 \pm 2,6$  лет. Синдром Рейно наблюдался у всех пациентов, а его тяжелая форма была отмечена у 80% больных. Среднее значение кожного счета (по модифицированной методике G.P. Rodnan) составило  $21,76 \pm 9,2$ .

Больные ССД путем случайного отбора были разделены на две сопоставимые по клинко-лабораторным параметрам группы: контрольную ( $n = 30$ ) и основную ( $n = 40$ ), пациенты которой на фоне традиционного лечения дополнительно получали процедуры БОС-терапии.

БОС терапия (температурно-миографическая БОС) проводилась с использованием комплекса «Реакор» (Медиком МТД, Сертификат соответствия РОСС RU.ИМО2. В07551; г. Таганрог, Россия). Продолжительность сеанса составляла 20–25 мин, ежедневно, курсом в 10–12 сеансов. Специальной подготовки к проведению исследования не требовалось. Для проведения биообратной связи по периферической температуре использовали миниатюрный термистор, который фиксируется на пальце пациента и присоединяется к устройству, усиливающему и трансформирующему этот импульс в наглядную мультимедийную презентацию на мониторе персонального компьютера. Цель тренинга – нормализация кровотока периферических сосудов путем обучения навыкам релаксации.

Широкопольная капилляроскопия ногтевого ложа больных ССД проводилась в утренние часы, натощак, после адаптации пациента к комнатной температуре ( $20–22^\circ\text{C}$ ) в течение 15 мин с использованием стереоскопического микроскопа (увеличение  $10\times 40$ ; объект исследования – капиллярная сеть эпонихия пальцев рук – дис-

тальный ряд капилляров ногтевого ложа). Выполнялась качественная (форма капилляров, извитость, перегибы, полнота кровенаполнения и др.) и количественная оценка (длина и диаметр капилляров, плотность на единицу площади, объем капиллярной сети и др.) обнаруженных изменений.

Клиническая интерпретация капилляроскопических изменений у больных ССД и оценка эффективности БОС-терапии проводилась по выбранным показателям: расширение капилляров, аваскулярные поля, морфологические изменения капилляров (мегакапилляры, дезориентация капиллярных петель и выраженность подсосочковых сплетений), геморрагии, тип капилляроскопической картины.

стовидных капилляров, на фоне умеренно выраженного расширения капилляров.

В подавляющем большинстве случаев (88,6%) были отмечены различные сочетания характерных для ССД капилляроскопических признаков, таких как снижение числа капилляров с формированием бессосудистых полей, расширения капилляров и петель разной степени выраженности, экстравазаты, ассоциированные с мегакапиллярами, что согласуется с данными других исследователей [13].

Эффективность БОС терапии анализировалась по динамике параметров ногтевой капилляроскопии путём сравнения данных, полученных у пациентов основной и контрольной групп (таблица).

Динамика капилляроскопических признаков у больных ССД с СР

Признаки	Основная группа (n = 40)		Контрольная группа (n = 30)	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
Кожный счёт, M±SD	22,56 ± 10,24	14,98 ± 9,45*	21,05 ± 12,02	20,02 ± 9,89
Активный тип капилляроскопической картины, %	28 (70)	21 (52,5)	20 (66,7)	16 (53,3)
Расширение капилляров, %	34 (85)	16 (40)*	24 (80)	17 (56,7)
Морфологические изменения капилляров, %	36 (90)	22 (55)*	22 (73,33)	10 (33,33)*
Геморрагии, %	25 (62,5)	10 (25)*	12 (40)	7 (23,33)
Аваскулярные поля, %	26 (65)	24 (60)	13 (43,33)	13 (43,33)

Пр и м е ч а н и е : M – среднее значение, SD – среднеквадратичное отклонение, (\*) –  $p < 0,05$ .

Полученные результаты обрабатывались методами описательной и сравнительной статистики с использованием пакета статистических программ Statistica 10.0 для Windows. Данные описательной статистики представлены как среднее (M) ± стандартное отклонение (SD) для непрерывных переменных и как количество (n) и процент (%) пациентов для категориальных переменных. Достоверным считалось значение  $p < 0,05$ .

**Результаты исследования и их обсуждение**

По формам капилляроскопической картины (классификация M. Cutolo, 2000 г.) отмечено следующее распределение больных ССД: ранняя форма изменений микроциркуляторного русла отмечалась у 9 (12,8%), активная форма – у 48 (68,6%), поздняя форма – у 13 (18,6%) человек.

Активный склеродермический тип изменений преимущественно характеризовался значительным снижением числа капилляров с формированием бессосудистых полей и ку-

Было обнаружено, что после курса БОС терапии у пациентов была отмечена положительная динамика следующих признаков капилляроскопической картины: расширение капилляров ( $\chi^2 = 9,643$ ;  $p = 0,026$ ), морфологические изменения капилляров ( $\chi^2 = 4,9$ ;  $p = 0,027$ ), и геморрагии ( $\chi^2 = 4,514$ ;  $p = 0,034$ ). В контрольной группе достоверно изменился только один показатель, отражающий наличие расширенных капилляров ( $\chi^2 = 5,833$ ;  $p = 0,016$ ). Полученные результаты указывают на то, что положительный эффект терапии оказался существенно выше в основной группе больных ССД.

С одной стороны, БОС терапию можно отнести к 1) методикам обучения релаксации (наряду с аутогенной тренировкой, медитацией, методикой Джейкобсена) для лечения стрессовых расстройств, а с другой стороны, ее можно причислить и к 2) биохевиоральной терапии, в рамках которой происходит модификация поведения, но не с помощью классических методов поощрения (подкрепления) и наказания (аверсии),



а с использованием компьютерной системы, которая дает человеку дополнительный канал обратной связи – и она может быть с успехом использована для терапии психосоматических заболеваний.

Важно, что обследуемый сам принимает активное участие в проведении процедуры БОС, непосредственно инициируя мобилизацию скрытых резервов организма. Успешные попытки саморегуляции способствуют улучшению самочувствия и настроения, повышению самооценки, а также снижению выраженности ипохондрии и агрессивности. Данные изменения в определенной степени нивелируют опасения пациентов в отношении побочных эффектов фармакологических препаратов и оказывают положительное влияние на параметры качества жизни.

Температурная БОС способна помочь при функциональных нарушениях системы кровообращения при различной патологии, а также может быть востребована в психотерапевтической работе со стрессом в качестве обучающего метода достижения общей релаксации, причем как самостоятельный метод, так и в комбинации с другими параметрами (мультипараметрическая БОС).

Результаты использования температурной БОС в качестве терапевтического метода при лечении феномена Рейно у больных ССД являются позитивными, но пока немногочисленными [14, 15], и поэтому вопрос требует дальнейшего изучения.

### Заключение

Таким образом, компьютерное биоуправление является сложным многокомпонентным терапевтическим методом воздействия, в котором объединяются физиологические, психологические и биохевиоральные механизмы, которые влияют сразу на несколько патогенетических звеньев болезни.

Применение БОС по температуре у больных ССД с СР приводит к уменьшению рефлекторных спастических синдромов, улучшению микроциркуляции и капиллярного кровотока, что положительно сказывается на результатах конвенциональной фармакотерапии.

### Список литературы

1. Stern E.P., Denton C.P. The Pathogenesis of Systemic Sclerosis. *Rheum Dis Clin North Am.* 2015. vol. 41. no. 3. P. 367–382. DOI: 10.1016/j.rdc.2015.04.002.
2. Александрова Н.В., Бенедицкая Е.В., Александров А.В., Алехина И.Ю., Курбанова Р.Д., Шилова Л.Н., Емельянов Н.И. Клинико-диагностическое значение антител к ферментам пуринового метаболизма для определения активности патологического процесса при системной красной волчанке и системной склеродермии // *Фундаментальные исследования.* 2012. № 8–2. С. 274–278.
3. Herrick A.L. The pathogenesis, diagnosis and treatment of Raynaud phenomenon. *Nat Rev Rheumatol.* 2012. vol. 8. no. 8. P. 469–479.
4. Wigley F.M., Flavahan N.A. Raynaud's Phenomenon. *N. Engl. J. Med.* 2016. vol. 375. no. 6. P. 556–565.
5. Sulli A., Ruaro B., Alessandri E., Pizzorni C., Cimmino M.A., Zampogna G., Gallo M., Cutolo M. Correlations between nailfold microangiopathy severity, finger dermal thickness and fingertip blood perfusion in systemic sclerosis patients. *Ann Rheum Dis.* 2014. vol. 73. no. 1. P. 247–251.
6. Ruaro B., Smith V., Sulli A., Decuman S., Pizzorni C., Cutolo M. Methods for the morphological and functional evaluation of microvascular damage in systemic sclerosis. *Korean J. Intern. Med.* 2015. vol. 30. no. 1. P. 1–5.
7. Ennis H., Hughes M., Anderson M.E., Wilkinson J., Herrick A.L. Calcium channel blockers for primary Raynaud's phenomenon. *Cochrane Database of Systematic Reviews.* 2016. Issue 2. Art. No.: CD002069. DOI: 10.1002/14651858.CD002069.pub5.
8. Алекперов Р.Т. Лечение системной склеродермии: Обзор // *Современная ревматология.* 2011. № 3. С. 18–24.
9. Высочин Ю.В., Денисенко Ю.П. Использование тренировок с биологической обратной связью у спортсменов // *Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры.* 2008. № 2. С. 43–44.
10. Кунельская Н.Л., Резакова Н.В., Гудкова А.А., Гехт А.Б. Метод биологической обратной связи в клинической практике // *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова.* 2014. № 114 (8). С. 46–50.
11. Ивановский Ю.В., Сметанкин А.А. Принципы использования метода биологической обратной связи в системе медицинской реабилитации // *Биол. обратная связь.* 2000. № 3. С. 2–9.
12. Алекперов Р.Т. Синдром Рейно как мультидисциплинарная проблема // *Альманах клинической медицины.* 2014. № 35. С. 94–100.
13. Шилова Л.Н., Чернов А.С., Трубенко Ю.А., Красильников А.Н., Некрасова С.П., Левкина М.В. Синдром Рейно: клинико-иммунологические особенности при разных вариантах // *Фундаментальные исследования.* 2015. № 1–8. С. 1712–1716.
14. Showalter K., Hoffmann A., DeCredico N., Thakrar A., Arroyo E., Goldberg I., Hinchcliff M. Complementary therapies for patients with systemic sclerosis. *Journal of Scleroderma and Related Disorders.* 2019. Vol. 4. Is. 3. P. 187–199. DOI: 10.1177/2397198319833503.
15. Грехов Р.А., Сулейманова Г.П., Харченко С.А., Адамович Е.И. Психофизиологические основы применения лечебного метода биологической обратной связи // *Вест. Волгогр. гос. ун-та. Сер. 11. Естеств. науки.* 2015. № 3 (13). С. 87–96.