

УДК 616.31-08

***НЕЙРОБИОУПРАВЛЕНИЕ: ВНЕДРЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
ДЛЯ РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТОВ С БРУКСИЗМОМ***

Винокурова А.С.

*Студентка 4 курса медицинского факультета,
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»,
Чебоксары, Россия*

Лопатина Е.С.

*Студентка 4 курса медицинского факультета,
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»,
Чебоксары, Россия*

Гурьянова Е.А.

*Доктор мед. наук, доцент кафедры поликлинической терапии
ФГБОУ ВО «Чувашский государственный университет им. И.Н. Ульянова»,
Чебоксары, Россия*

Аннотация. Бруксизм представляет собой комплексную проблему современной стоматологии и медицинской реабилитации, затрагивающую около 30% населения. В последнее время подходы к восстановлению таких пациентов активно пересматриваются в сторону внедрения цифровых технологий, в частности — метода нейробиоуправления. Несмотря на высокую эффективность биологически обратной связи, единые протоколы ее применения при бруксизме все еще фрагментарны и нуждаются в систематизации. Цель исследования — изучить механизмы развития бруксизма и разработать протокол реабилитации пациентов с использованием технологии биологически обратной связи. В ходе работы был проведен анализ научной литературы, посвященной применению цифровых реабилитационных технологий. На основе изучения принципов

биологической обратной связи и механизмов развития патологии была сформирована пошаговая схема ведения и цифрового восстановления пациентов, страдающих бруксизмом.

Ключевые слова: бруксизм, нейробиоуправление, биологически обратная связь, цифровые технологии, медицинская реабилитация.

***NEUROBIOCONTROL: THE INTRODUCTION OF DIGITAL
TECHNOLOGIES FOR THE REHABILITATION OF PATIENTS WITH
BRUXISM***

Vinokurova A.S.

4th year student of the Faculty of Medicine,

I.N. Ulyanov Chuvash State University,

Cheboksary, Russia

Lopatina E.S.

4th year student of the Faculty of Medicine,

I.N. Ulyanov Chuvash State University,

Cheboksary, Russia

Gurianova E.A.

Doctor of Medical Sciences, docent of the department of polyclinic therapy,

I.N. Ulyanov Chuvash State University,

Cheboksary, Russia

Abstract. Bruxism is a complex problem in modern dentistry and medical rehabilitation, affecting about 30% of the population. Recently, approaches to the rehabilitation of such patients have been actively revised in favor of the introduction of digital technologies, particularly the neurofeedback method. Despite the high effectiveness of biofeedback, unified protocols for its application in bruxism are still fragmented and require systematization. The aim of this study is to explore the mechanisms of bruxism development and develop a rehabilitation protocol for patients using biofeedback technology. The study involves analyzing

scientific literature on the application of digital rehabilitation technologies. Based on the study of the principles of biological feedback and the mechanisms of pathology development, a step-by-step scheme for managing and digitally restoring patients suffering from bruxism was developed.

Keywords: bruxism, neurobiological management, biologically reverse communication, digital technologies, medical rehabilitation.

На сегодняшний день бруксизм признан сложным мультифакториальным состоянием, регулируемым структурами центральной и вегетативной нервных систем. В основополагающих трудах G. J. Lavigne и соавторов доказано, что бруксизм сна представляет собой форму двигательного расстройства, генетически и патофизиологически связанную с феноменом микропробуждений коры головного мозга [10]. Эпизоду непроизвольной мышечной активности предшествует каскад вегетативных реакций: за 4–8 секунд до сокращения жевательных мышц фиксируется резкий всплеск симпатического тонуса, проявляющийся тахикардией и изменением паттернов дыхания. Таким образом, в основе патогенеза лежит сбой ретикулярной активирующей системы ствола мозга и базальных ганглиев, а не в локальной анатомии полости рта.

Важным аспектом изучения патофизиологии бруксизма является анализ его нейрогуморальной природы. Исследователи указывают на дисбаланс центральных нейромедиаторов — в частности, дофаминергической и серотонинергической систем базальных ганглиев, ответственных за координацию стереотипных движений. Дофамин играет важнейшую роль в моторном контроле, и его дисрегуляция наблюдается при патологических состояниях, влияющих на двигательные функции, таких как болезнь Паркинсона. Серотонин — еще один нейромедиатор, связанный с

бруксизмом. Он известен своей ролью в регуляции мышечного тонуса во время сна и поддержании состояния бодрствования. Генетические исследования выявили связь между полиморфизмом серотонинергической нейротрансмиссии и повышенным риском бруксизма во сне [6].

Психоэмоциональный стресс выступает ключевым модулятором дневного бруксизма, который, в отличие от ночного, характеризуется не скрежетанием, а длительным статическим сжатием зубов. Хроническое ментальное напряжение запускает гиперактивацию гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой оси. Повышенный уровень кортизола и катехоламинов в крови приводит к устойчивому росту тонуса скелетной мускулатуры, где жевательные мышцы выступают в роли органа-мишени для соматизации стресса [3].

Несмотря на глубокое понимание центральных механизмов патологии, общепринятые протоколы ведения таких пациентов до сих пор носят преимущественно симптоматический характер. Использование окклюзионных капп защищает твердые ткани зубов от истирания и временно разгружает височно-нижнечелюстной сустав (ВНЧС), но не устраняет саму причину центрального гипертонуса [2; 9].

Ботулинотерапия жевательных мышц, обеспечивая стойкий спазмолитический эффект, имеет ограничения: временный эффект действия препарата (до 6 месяцев) и его высокая себестоимость; возможность местных реакций, микрогематом и болей в месте инъекций; невозможность одновременного применения с бензодиазепинами [7].

В этой связи в медицинской реабилитации остро встает вопрос о внедрении методов патогенетического воздействия, способных воздействовать на причину бруксизма на уровне ЦНС. Наиболее

перспективным решением признана технология нейробиоуправления (биологической обратной связи — БОС) на основе электромиографии (ЭМГ).

Комплектация всех моделей ЭМГ-БОС тренажеров типична: электроды (считывают сигнал при напряжении мышцы); транслирующая система (обрабатывает сигнал и передает его компьютеру); компьютер (использует полученный сигнал для визуализации работы мышц), программное обеспечения (поддерживает мотивацию и приверженность к лечению). Визуализация может быть представлена как в виде графика, так и, например, в виде компьютерной игры [5].

Датчики представляют собой беспроводные миниатюрные модули, фиксируемые на коже в проекции жевательной и височной мышц помощью гидрогелевых электродов. Модули снабжены системой Bluetooth Low Energy для непрерывной передачи данных на смартфон или ПК. Программное обеспечение включает функцию фильтрации артефактов, с ее помощью дифференцируются признаки бруксизма от ороральной активности (речь, глотание, кашель). Программа автоматически рассчитывает индекс времени бруксизма и индекс усилия.

Программа включает два режима интерфейса: дневной и ночной. Дневной режим предполагает визуализацию уровня напряжения в виде игрового цифрового изображения. Имитация игрового процесса позволяет пациенту расслаблять мышцы, удерживая график ниже индивидуального порога, в результате выполнения определенных задач, приуроченных к сюжету игры. В ночном при превышении индивидуального порога запускается деликатная стимуляция в виде звука или вибрации. В результате прерывается спазм без полного пробуждения.

В ходе сессий биоэлектрический сигнал мышц трансформируется на экране в игровой сюжет или график (визуальная обратная связь) и тональный звуковой сигнал (аудио-визуальное подкрепление). Задача пациента

заключается в сознательном удержании уровня ЭМГ-активности ниже заданного индивидуального порога. В дальнейшем пациент проводит самостоятельные занятия в домашних условиях. Данные занятий шифруются и отправляются на облачный сервер врача. В личном кабинете отображаются календарь сессий, проводимых пациентом и динамика результата снижения мышечного тонуса в микровольтах (мкВ).

Применение данной методики противопоказано в следующих случаях:

- Острые и хронические заболевания височно-нижнечелюстного сустава (ВНЧС) в стадии обострения (анкилозы, выраженные артрозы);
- Прием лекарственных препаратов, влияющих на мышечный тонус и ЦНС (миорелаксанты, антидепрессанты группы СИОЗС, нейролептики);
- Проведение ботулинотерапии жевательных мышц в анамнезе менее 6 месяцев назад;
- Тяжелая соматическая или психическая патология, препятствующая обучению навыкам саморегуляции;
- Беременность и период лактации [8].

Оценка эффективности следует проводить трижды: до начала курса, сразу после окончания 4-недельной реабилитации и через 3 месяца для оценки отсроченного эффекта.

Для оценки результатов используются следующие критерии:

1. Поверхностная интерференционная электромиография (пЭМГ): оценка средней амплитуды биоэлектрической активности (мкВ) жевательных мышц в состоянии покоя (тонус покоя) и при максимальном произвольном сжатии зубов.

2. Визуально-аналоговая шкала (ВАШ): проводится субъективная оценка интенсивности болевого синдрома в области лица, шеи и ВНЧС (от 0 — нет боли, до 10 — невыносимая боль)

3. Оценка клинических симптомов бруксизма по Шкале тяжести бруксизма (BruxismSeverityScale, BSS). Она включает 8 пунктов, отражающих частоту и интенсивность эпизодов сжатия зубов, утренние мышечно-фасциальные боли, дискомфорт и ограничения движений нижней челюсти. Каждый пункт оценивается от 0 до 3 баллов, итоговая оценка может варьировать от 0 до 24 баллов [8].

Включение цифрового подхода в реабилитации людей с бруксизмом возможно на этапе диагностики исходного состояния здоровья пациента, на основном этапе реабилитационных мероприятий на базе специализированного отделения медицинской реабилитации и на конечном этапе самостоятельного проведения занятий для закрепления результатов и предотвращения рецидивов бруксизма. Возможно использование данного метода в формате телемедицинской консультации.

На первом этапе реабилитации проводится первичная поверхностная электромиография (пЭМГ). С ее помощью в отдельных мышцах могут определять порог активации их работы, амплитуду и время сокращений. По мнению некоторых отечественных исследователей, поверхностная электромиография является одним из важных диагностических методов для определения состояния мышц в современной стоматологии. Данный вариант электромиографии является наиболее доступным и не сложным в выполнении, поскольку этот метод не инвазивен, предоставляет возможность исследовать одновременно ряд мышц, спокойно воспринимается как детьми, так и взрослыми [4].

На этом этапе пациенту также изготавливается временная разобщающая каппа (сплинты), а данные цифрового ЭМГ-скрининга служат отправной точкой (базисом) для расчета индивидуальных терапевтических порогов напряжения.

Второй этап проходит в условиях специализированного отделения медицинской реабилитации. Здесь БОС-терапия выступает в качестве основного инструмента формирования нового двигательного стереотипа. Пациент проходит интенсивный курс очных тренингов под контролем врача-реабилитолога. С помощью интерактивных программ пациент приобретает базовый навык волевой миорелаксации и контроля тригеминальной системы. На этом этапе БОС эффективно комбинируется с физиотерапией (магнитотерапия, лекарственный электрофорез миорелаксантов) и мануальными техниками (иглоукалывание).

Третий этап является ключевым для поддержания результатов реабилитации, достигнутых на предыдущем этапе. Пациент переходит на домашнее использование миниатюрных ЭМГ-датчиков и мобильного приложения.

Включение нейробиоуправления в этапную систему медицинской реабилитации позволяет уйти от симптоматического лечения и перейти к контролируемому восстановлению механизмов центральной регуляции. Для данного метода характерны высокая приверженность пациентов к лечению, стойкий терапевтический эффект за счет пластичности центральной нервной системы, возможность дистанционного контроля за процессом реабилитации, мониторинг результатов во времени с длительным хранением информации в специальном облачном хранилище.

ЭМГ-БОС терапия при бруксизме имеет свои ограничения и недостатки: ложные срабатывания датчика на функции органов ротовой полости и органов дыхания, нарушение фаз сна при прерывании циклов длительного спазма жевательных мышц в ночном режиме. Данная методика не устраняет анатомические дефекты прикуса и разрушение суставного диска ВНЧС, поэтому нужен мультидисциплинарный подход. Также характерна и

высокая стоимость устройств и программ, используемых в ходе такой схемы реабилитации [1].

Вывод. Современные данные убедительно свидетельствуют, что бруксизм — сложное мультифакториальное состояние с преимущественно центральным генезом, в основе которого лежат дисфункция ретикулярной активирующей системы мозга, дисбаланс нейромедиаторов (дофамин, серотонин) и гиперактивация вегетативной нервной системы. Существующие симптоматические методы не устраняют первопричину гипертонуса и обладают существенными ограничениями. В связи с этим обоснованным является внедрение метода нейробиоуправления как патогенетически ориентированной технологии, позволяющей пациентам осознанно регулировать активность жевательных мышц. Однако метод не лишён недостатков и не заменяет коррекции анатомических дефектов прикуса или сустава. Тем не менее, это перспективное направление, способное перевести лечение бруксизма с симптоматического уровня на патогенетический, повысить комплаентность и качество реабилитации пациентов.

Библиографический список.

1. Адмакин О.И., Глазкова А.В., Дыбов А.М., Петелин Д.С., Волель Б.А. Метод биологической обратной связи в комплексной терапии пациентов с гипертонусом жевательных мышц // *Стоматология*. 2024. – 103(1). – С. 35 – 40.
2. Бородина И.Д., Апресян С.В., Степанов А.Г., Бутков Д.С., Саносян Г.В. Клиническая эффективность окклюзионных шин в лечении пациентов с дисфункцией височно-нижнечелюстного сустава, осложненной бруксизмом // *Стоматология*. 2023. – 102. – С. 56 – 60.

3. Гаврилова Т.В., Григорьева Ю.А., Тихоплав О.А. Мультидисциплинарный подход к реабилитации пациентов с бруксизмом // Биология и интегративная медицина. — 2026. — № 4. — С. 210-221.
4. Гуськова А.А., Карпенко Ю.А., Архарова О.Н. Возможности электромиографии в диагностике нарушений зубочелюстной системы // Наука молодых. — 2019. — № 4. — С. 623-630.
5. Кожевникова, А.К., Чернова Е.М. Проект ЭМГ-БОС тренажера. Актуальные вопросы современной медицинской науки и здравоохранения // Сборник статей IX Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов, 17-18 апреля 2024 г. — Екатеринбург. — 2024.— Т 1. – С. 897-901.
6. Ли Пэн, Харуми Учима Кёклин, Карин Алиага-Дель Кастильо. Нейронные механизмы бруксизма: современные данные и клинические последствия // *FrontiersinNeurology*. — 2024. — № 15. — С. 1-11.
7. Магомедгаджиев Ш. А., Лебедева Т.М., Лебедева Н.М., Гусейнов Я. Э. Три метода лечения бруксизма: преимущества и недостатки // *Фундаментальные аспекты психического здоровья*. — 2019. — № 1. — С. 11-16.
8. Рощин, Е. М. Биологическая обратная связь в реабилитации пациентов с бруксизмом: нейрофизиологические и клинические аспекты // *Клиническая медицина*. — 2024. — № 11. — С. 202-207.
9. Терентьева Е. В., Дубинская А. Д., Юрова О. В. Современный взгляд на этиологию и методы лечения бруксизма: обзор // *Вестник восстановительной медицины*. — 2024. – №6. – С. 119-129.
10. Lavigne G. J., Kato T., Kolta A. et al. Bruxism physiology and pathology: an overview for clinicians // *Journalof Oral Rehabilitation*. — 2008. — Vol. 35. — P. 476–494.