Дата публикации: 25.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_1
УДК 612.766+612.172.2:616.8-009.1-07

Publication date: 25.12.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_1
UDC 612.766+612.172.2:616.8-009.1-07

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОМИОГРАФИЧЕСКОГО БИОФИДБЕКА С ПОКАЗАТЕЛЯМИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У ТРЕВОЖНЫХ ОФИСНЫХ РАБОТНИКОВ С МЫШЕЧНО-ТОНИЧЕСКИМ СИНДРОМОМ

А.Е. Барулин, А.Е. Пучков
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Волгоград, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Хроническая неспецифическая боль в шее широко распространена среди офисных работников. Цель исследования – изучить взаимосвязь между исходными параметрами вариабельности сердечного ритма и эффективностью электромиографического биофидбека. ***Методы.*** Проведено проспективное исследование с участием 30 офисных работников с болью в шее и тревожностью, которые прошли 10 сеансов электромиографического биофидбека. ***Результаты.*** Выявлена сильная обратная связь между исходными параметрами вариабельности сердечного ритма (RMSSD, HF) и успехом в обучении релаксации, а также умеренная обратная корреляция между улучшением показателей вариабельности сердечного ритма и снижением боли с тревогой. Регрессионный анализ показал, что исходный уровень RMSSD и тревожности достоверно прогнозируют 61% вариации клинического улучшения. ***Заключение.*** Параметры вариабельности сердечного ритма служат прогностическим критерием для персонализации терапии электромиографическим биофидбеком.
Ключевые слова: хроническая неспецифическая боль в шее, электромиографический биофидбек, биологическая обратная связь, вариабельность сердечного ритма, вегетативная нервная система, офисные работники, мышечно-тонический синдром, тревожность, офисный синдром.

THE RELATIONSHIP BETWEEN THE EFFICACY OF ELECTROMYOGRAPHIC BIOFEEDBACK AND HEART RATE VARIABILITY INDICES IN ANXIOUS OFFICE WORKERS WITH MYOTONIC SYNDROME

A.E. Barulin, A.E. Puchkov
Volgograd State Medical University, Volgograd, Russia

Abstract. ***Introduction.*** Chronic nonspecific neck pain is widespread among office workers. The aim of the study – to investigate the relationship between baseline heart rate variability parameters and the effectiveness of electromyographic biofeedback. ***Methods.*** A prospective study was conducted involving 30 office workers with neck pain and anxiety who underwent 10 sessions of electromyographic biofeedback. ***Results.*** A strong inverse relationship was found between baseline heart rate variability parameters (RMSSD, HF) and success in learning relaxation, as well as a moderate inverse correlation between improvements in heart rate variability and reductions in pain and anxiety. Regression analysis showed that baseline RMSSD and anxiety levels significantly predict 61% of the variance in clinical improvement. ***Conclusion.*** Heart rate variability parameters serve as a predictive criterion for personalizing electromyographic biofeedback therapy.
Keywords: chronic nonspecific neck pain, electromyographic biofeedback, biofeedback, heart rate variability, autonomic nervous system, office workers, myotonic syndrome, anxiety, office syndrome.

Введение. Хроническая неспецифическая боль в шее (ХНБШ), определяемая как персистирующая боль в шейно-воротниковой зоне продолжительностью более 3 месяцев без четко идентифицируемой специфической патологии (такой как грыжа межпозвоночных дисков, компрессионные радикулопатии, травмы и аномалии развития, системные заболевания), приобрела масштабы пандемии среди офисных

работников как в России, так и во всем мире [1, 2]. Эпидемиологические исследования свидетельствуют о том, что распространенность ХНБШ в данной профессиональной группе достигает 48-65%, а ежегодная заболеваемость составляет до 34,4%, что существенно превышает показатели в популяции в целом [3, 4].

Основным патогенетическим механизмом формирования цервикалгий является длительная статическая нагрузка на мышцы шеи и плечевого пояса, обусловленная характерной эргономической вынужденной позой «голова вперед» и постоянной работой как за монитором, так и с печатными источниками [4]. При изучении «офисного синдрома» как российские, так и зарубежные исследования отмечают, что данная поза приводит к перегрузке мышц шейного региона с формированием мышечного болевого синдрома [2, 4, 5]. Перманентная мышечная нагрузка в условиях гипокинезии приводит к дистрофическим изменениям, накоплению продуктов метаболизма и сенситизации ноцицепторов, что клинически проявляется болью, скованностью и образованием миофасциальных триггерных точек [5].

С физиологической точки зрения длительное тоническое напряжение постуральных мышц сопровождается нарушением микроциркуляции, локальной ишемией и накоплением альгогенных веществ (например, ионов водорода, брадикинина, аденозинтрифосфата). Это создает порочный круг: ишемия провоцирует боль, которая рефлекторно усиливает мышечный спазм, усугубляя ишемию [5, 6]. Кроме того, в условиях постоянной афферентной импульсации от напряженных мышц происходит сенситизация ноцицептивных нейронов в дорсальных рогах спинного мозга, что лежит в основе феномена центральной сенситизации [6].

Современные данные демонстрируют, что психологический стресс является не только следствием, но и мощным предиктором хронизации боли в шее [7, 8]. Офисная работа часто сопровождается высокими интеллектуальными нагрузками, «дедлайнами» и эмоциональным выгоранием, что способствует психоэмоциональному стрессу и развитию тревожных-депрессивных расстройств среди сотрудников [1, 9].

С биологической точки зрения, психоэмоциональные перегрузки активируют гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковую ось и симпатическую нервную систему [7, 8]. Это приводит к возникновению мышечного напряжения (катехоламины и кортизол повышают готовность нервно-мышечного аппарата к напряжению, усугубляя уже существующую статическую нагрузку), центральной сенситизации (длительный стресс и сопутствующая тревога способствуют дисфункции нисходящих ингибирующих путей боли в центральную нервную систему, снижая болевой порог и способствуя персистенции болевых ощущений) и вегетативной дисрегуляции (наблюдается сдвиг вегетативного баланса в сторону симпатикотонии со снижением вагусной активности, что подтверждается снижением показателей вариабельности сердечного ритма) [10-12].

Физиологической основой связи стресса и повышения мышечного тонуса служит общность нервных путей: активированные при стрессорном воздействии нисходящие пути из лимбической системы и гипоталамуса формируют активность альфа- и гамма-мотонейронов спинного мозга, повышая мышечный тонус. При этом воздействие кортизола увеличивает чувствительность мышечных веретен к растяжению за счет снижения их порога возбудимости [6, 13].

Таким образом, формируется порочный патофизиологический круг, который состоит из эргономического стресса, приводящего к мышечному напряжению и боли, и психоэмоционального стресса, ведущего к вегетативной дисфункции и усилению мышечного напряжения [1, 6, 14]. Для разрыва этого круга требуется коррекция мышечного дисбаланса, регуляция психоэмоционального и вегетативного статуса, что и определяет актуальность исследований, изучающих эффективность методов, воздействующих на оба этих компонента, таких как БОС-терапия [14-16].

Электромиографический биофидбек (ЭМГ-БОС) – это метод, который с помощью обратной связи в реальном

времени обучает пациента сознательно снижать избыточное напряжение мышц шеи [6, 15]. Его терапевтическое действие заключается в одновременном воздействии на несколько уровней: на периферии он уменьшает мышечный гипертонус, улучшает кровоток и инактивирует триггерные точки, прерывая поток болевых сигналов. На центральном уровне тренировка усиливает нисходящий ингибирующий контроль, ослабляя центральную сенситизацию, и формирует правильные моторные стереотипы. Кроме того, достижение глубокой релаксации нормализует вегетативный баланс, снижая симпатическую активацию и повышая вагусный тонус (что фиксируется показателями вариабельности сердечного ритма (ВСР), такими как HF и RMSSD), что в комплексе разрывает порочный круг хронической боли [10, 14, 16, 17].

Физиологический механизм ЭМГ-БОС основан на принципах оперантного обусловливания и нейропластичности. Испытуемый получает визуальную или аудио информацию об уровне напряжения мышцы, распознает проприоцептивную чувствительность, соответствующую состоянию расслабления, и произвольно воспроизводит его. Это образует новые синаптические связи в чувствительной и двигательной коре и стриатуме, что, в свою очередь, приводит к закреплению правильного двигательного паттерна. Одновременно активация нисходящих ингибиторных путей, снижает передачу ноцицептивных сигналов на уровне спинного мозга, за счет серотонинергических и норадренергических систем [6, 16].

Анализ ВСР является «золотым стандартом» для оценки вегетативного баланса, где снижение его показателей, особенно отражающих вагусный тонус, служит маркером симпатической гиперактивации и истощения адаптационных резервов [11, 18, 19]. Мы предполагаем, что пациенты с наиболее выраженным исходным вегетативным дисбалансом (самыми низкими показателями ВСР) будут лучше всего реагировать на терапию ЭМГ-БОС, поскольку метод воздействует на ключевое звено патогенеза – нормализует вегетативный тонус через обучение мышечной релаксации. Таким образом, исходно низкая ВСР может быть не только индикатором тяжести состояния, но и позитивным прогностическим фактором, указывающим на высокую эффективность биофидбека у данной категории пациентов.

С позиций физиологии ВСР показывает состояние тонуса блуждающего нерва и барорефлекторной чувствительности. Высокий тонус в системе блуждающего нерва (высокие показатели HF и RMSSD) обусловлен работой механизмов вегетативной регуляции и восстановлением гомеостаза после стрессовых воздействий [11, 12]. Снижение ВСР свидетельствует о ригидности синусового узла и преобладании симпатических влияний, что характерно для состояния хронического стресса и дезадаптации [8, 9, 20]. Нормализация автономного баланса через мышечную релаксацию при БОС-тренинге опосредована тормозными влияниями на миндалевидное тело и гипоталамус, что приводит к снижению симпатического ответа и усилению парасимпатической активности [10, 11, 17].

Цель: изучить взаимосвязь между исходными показателями ВСР и эффективностью курса ЭМГ-БОС.

Методы и организация исследования. Настоящее исследование представляет собой проспективное лонгитюдное одноцентровое исследование на одной группе с многократными измерениями. В исследовании приняли участие 30 офисных работников в возрасте от 25 до 50 лет со стажем работы более 1 года, соответствующих следующим критериям включения: наличие хронической неспецифической боли в шее продолжительностью более 3 месяцев интенсивностью не менее 4 см по визуальной аналоговой шкале (ВАШ), признаки мышечно-тонического синдрома и уровень личностной тревожности не менее 30 баллов по шкале Спилбергера. Критерии исключения: наличие радикулопатии, травм шеи в анамнезе, системных заболеваний, прием психотропных препаратов или бета-блокаторов, диагностированные тревожные расстройства, курение, а также опыт регулярной практики медитации или БОС-терапии.

Протокол вмешательства. Всем участникам был проведен курс ЭМГ-БОС,

состоящий из 10 сеансов с частотой 2-3 раза в неделю. Исследование выполнялось на стационарной системе психофизиологического тренинга методом биологической связи «Кинезис» (программа когнитивной и миофасциальной реабилитации) с наложением поверхностных электродов на верхнюю порцию трапециевидной мышцы. Каждый 40-минутный сеанс включал последовательное выполнение трех основных фаз. На начальном этапе (0-10 минут) проводилась базовая релаксация с диафрагмальным дыханием, где пациенты обучались синхронизировать снижение ЭМГ-активности с фазой выдоха. Во время второй фазы (10-20 минут) формировался навык пассивного контроля над мышечным тонусом. Завершающая фаза (20-30 минут) включала элементы прогрессивной релаксации с переносом навыка на другие группы мышц и закреплением достигнутого состояния релаксации. Критериями эффективности сеанса служили объективное снижение амплитуды ЭМГ-сигнала на 30-50% и субъективные отчеты пациентов о чувстве глубокого расслабления и уменьшении болевых ощущений.

Физиологическое обоснование ЭМГ-БОС заключается в формировании нового функционального состояния нервно-мышечной системы. Диафрагмальный выдох рефлекторно стимулирует блуждающий нерв и повышает парасимпатический тонус. При обучении пассивному контролю снижается активность гамма-мотонейронов и уменьшается поток сигналов от мышечных веретен. Далее на этапе прогрессивного расслабления происходит закрепление навыка, что способствует формированию целостной реакции релаксации в ответ на стрессорное воздействие.

Критерии оценки эффективности вмешательства. В качестве основного исхода исследования рассматривалась успешность обучения навыку мышечной релаксации, для количественной оценки которой использовался показатель снижения ЭМГ-активности.

Дополнительные исходы оценивались до и после курса терапии и включали:

Мышечное напряжение: регистрация средней амплитуды ЭМГ (мкВ) в состоянии покоя в течение 5 минут.

ВСР: 5-минутная запись ЭКГ в положении сидя с анализом показателей:

- во временной области: SDNN (мс), RMSSD (мс);

- в частотной области: мощность высокочастотного компонента (HF, мс²), мощность низкочастотного компонента (LF, мс²) и индекс LF/HF.

Психологический статус: оценка по шкале ситуативной и личностной тревожности Спилбергера-Ханина.

Болевой синдром:

- интенсивность боли по визуальной аналоговой шкале (ВАШ, 0-10);

- влияние на повседневную жизнь по опроснику Neck Disability Index (NDI, 0-100%).

Методы статистического анализа. Объем выборки (n=30) был предварительно рассчитан с учетом задач дисперсионного анализа для повторных измерений. Расчет проводился с использованием программы G*Power при мощности теста 80% и уровне значимости $p<0,05$.

Статистическая обработка данных осуществлялась с использованием программного обеспечения Jamovi (версия 2.3). Количественные данные представлены в виде среднего арифметического и стандартного отклонения ($M\pm\sigma$). Уровень статистической значимости был установлен на уровне $p<0,05$. Перед проведением основного анализа для всех количественных показателей выполнялась проверка на нормальность распределения с помощью критерия Шапиро-Уилка, при этом распределение всех показателей не отличалось от нормального ($p>0,05$), что позволило применить параметрические методы.

Для оценки динамики показателей до и после курса коррекции был использован дисперсионный анализ с повторными измерениями (repeated measures ANOVA). Для изучения взаимосвязей между исходными физиологическими показателями и эффективностью обучения был применен корреляционный анализ с расчетом коэффициента корреляции Пирсона (r). Для определения факторов, влияющих на эффективность лечения, был использован множественный регрессионный анализ. Для сравнения динамики показателей между

группами с низким и высоким исходным уровнем RMSSD применялся t-критерий Стьюдента для независимых выборок.

Результаты исследования и их обсуждение. Выборка исследования включила 30 офисных работников (средний возраст – 35,2±6,8 лет, 60% женщин). Исходные клинико-физиологические характеристики представлены в таблице 1.

Оценка динамики. Для оценки эффективности курса электромиографического биофидбека был применен дисперсионный анализ с повторными измерениями. Результаты выявили статистически значимую динамику по всем ключевым показателям ($p<0,001$), что отражено в таблице 2.

Статистический анализ. Корреляционный анализ выявил сильную отрицательную связь между исходными показателями вагусной активности (RMSSD, HF) и успешностью обучения релаксации (r до -0,72), что означает следующее: чем ниже был исходный парасимпатический тонус, тем значительнее был прогресс. Регрессионный анализ подтвердил, что именно исходные уровни RMSSD и тревожности являются ключевыми предикторами эффективности лечения, объясняя 61% дисперсии результата снижения функциональных расстройств, в то время как возраст и пол значимой роли не играли.

Статистический анализ выявил ключевую роль исходного вегетативного статуса: наибольшие успехи в релаксации были у пациентов с изначально низкой ВСР (табл. 3, рис.). Полученные результаты позволяют рассматривать ВСР не только как маркер состояния вегетативной нервной системы, но и как прогностический биомаркер для персонализированного подхода к лечению. Таким образом, анализ ВСР целесообразно включать в обследование для определения оптимальной тактики, где биофидбек-терапия может быть рекомендована в качестве первой линии для пациентов с вегетативным дисбалансом.

Таблица 1

Исходные показатели участников исследования (n=30)

Показатель	M±σ
Возраст, лет	35,2±6,8
Исходная боль (ВАШ)	6,8±1,2
Исходный индекс NDI, %	42,1±9,5
Исходная амплитуда ЭМГ покоя, мкВ	8,4±2,1
Исходный RMSSD, мс	28,3±10,5
Исходный HF, мс²	245,6±115,4
Уровень личностной тревожности, баллы	48,7±7,2

Примечание: ВАШ – визуальная аналоговая шкала боли; NDI – опросник Neck Disability Index; ЭМГ – электромиография; RMSSD – квадратный корень из среднего квадрата разностей между последовательными интервалами RR; HF – мощность высокочастотного компонента.

Таблица 2

Динамика ключевых показателей до и после курса электромиографического биофидбека (n=30)

Показатель	До курса	После курса	P<
Амплитуда ЭМГ покоя, мкВ	8,4±2,1	4,9±1,5	0,001
Индекс NDI, %	42,1±9,5	22,4±8,1	0,001
Интенсивность боли (ВАШ), мм	68,5±12,3	3,2±1,1	0,001
Личностная тревожность, баллы	48,7±7,2	38,2±6,5	0,001
RMSSD, мс	28,3±10,5	38,9±12,1	0,001
HF, мс²	245,6±115,4	385,7±142,8	0,001
LF/HF	2,1±0,8	1,4±0,5	0,002

Примечание: ЭМГ – электромиография; NDI – опросник Neck Disability Index; ВАШ – визуальная аналоговая шкала боли; RMSSD – квадратный корень из среднего квадрата разностей между последовательными интервалами RR; HF – мощность высокочастотного компонента; LF/HF – соотношение низкочастотного и высокочастотного компонентов.

Таблица 3

Сравнение динамики ключевых показателей
в группах с низким и высоким исходным уровнем парасимпатической активности

Показатель	Группа с низким исходным RMSSD (<28 мс, n=15)	Группа с высоким исходным RMSSD (≥28 мс, n=15)	P< (межгрупп.)
Амплитуда ЭМГ покоя, мкВ	-4,8±1,5	-2,5±1,1	0,001
Индекс NDI, %	-23,5±5,2	-16,1±4,8	0,002
Интенсивность боли (ВАШ, мм)	-67,2±8,5	-61,8±9,1	0,035
Личностная тревожность, баллы	-13,1±3,8	-8,9±3,2	0,008
RMSSD, мс	+13,5±4,2	+8,3±3,6	0,003

Примечание: ЭМГ – электромиография; NDI – опросник Neck Disability Index; ВАШ – визуальная аналоговая шкала боли; RMSSD – квадратный корень из среднего квадрата разностей между последовательными интервалами RR.

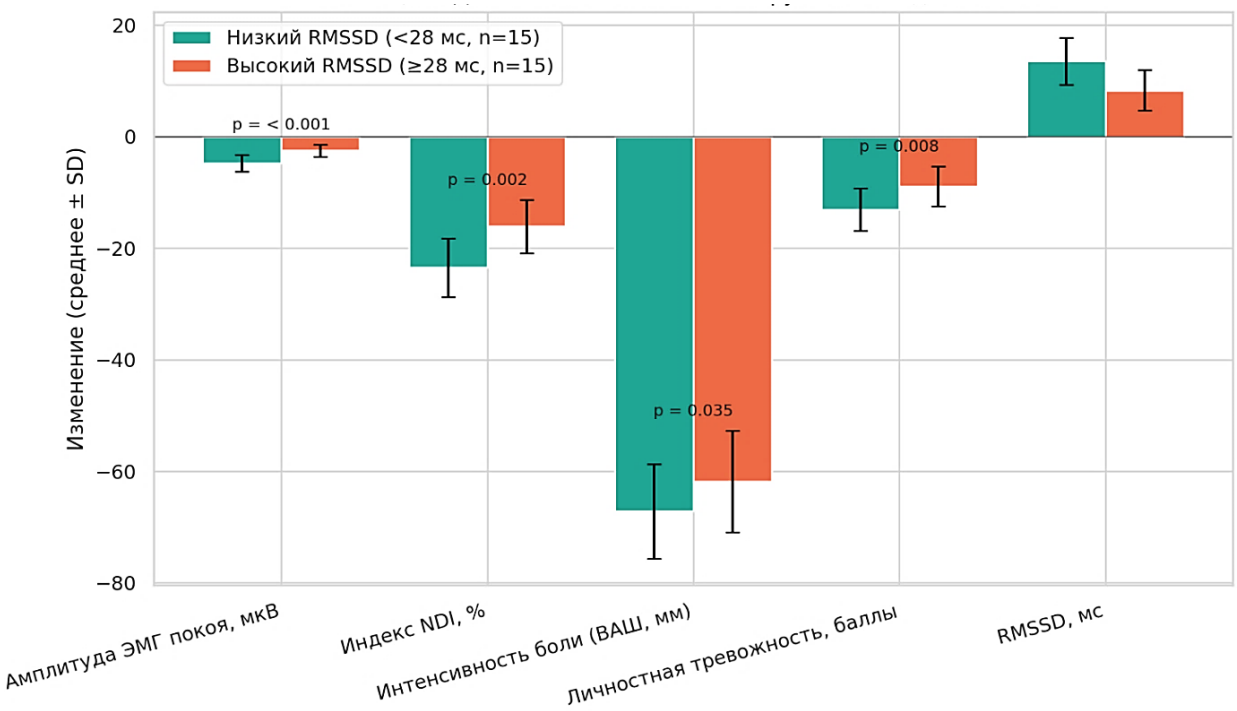


Рис. Динамика показателей по группам исходного RMSSD

Примечание: ЭМГ – электромиография; NDI – опросник Neck Disability Index; ВАШ – визуальная аналоговая шкала боли; RMSSD – квадратный корень из среднего квадрата разностей между последовательными интервалами RR.

Клиническое исследование подтвердило эффективность ЭМГ-БОС для пациентов с хронической неспецифической болью в шее. После курса терапии у пациентов зафиксировано достоверное снижение мышечного напряжения, интенсивности боли и уровня тревожности, а также нормализация вегетативного статуса, выраженная в росте показателей вариабельности сердечного ритма (HF, RMSSD).

Заключение. Проведенное исследование позволяет сформулировать следующие выводы:

Терапевтическая эффективность метода ЭМГ-БОС при хронической мышечно-тонической боли у тревожных офисных работников в значительной степени опосредована его нормализующим влиянием на состояние вегетативной нервной системы. Полученные данные подтверждают, что механизм действия метода выходит за рамки периферической мышечной релаксации и включает восстановление автономного баланса.

Установлено, что исходный уровень парасимпатической активности, объективно

оцениваемый по показателям вариабельности сердечного ритма (RMSSD, pNN50, мощность высокочастотного компонента), является значимым предиктором успешности обучения навыку произвольной мышечной релаксации. Наибольший клинический эффект от применения ЭМГ-БОС наблюдался у пациентов с исходно низкими показателями вагусного тонуса, что свидетельствует о важности оценки вегетативного статуса для прогнозирования результатов терапии.

Динамика показателей ВСР, в частности достоверное увеличение параметров, отражающих парасимпатическую активность, на фоне курса ЭМГ-БОС может рассматриваться в качестве объективного нейрофизиологического критерия эффективности данного психофизиологического вмешательства при хроническом болевом синдроме. Это открывает возможности для разработки более персонализированных и объективно контролируемых протоколов лечения.

Практические аспекты и ограничения исследования. При проведении исследования были выявлены как практические аспекты, так и определенные методологические ограничения. К практическим аспектам реализации протокола следует отнести необходимость использования специализированного оборудования: стационарного аппаратно-программного комплекса для ЭМГ-БОС и кардиоритмографа с соответствующим программным обеспечением для анализа вариабельности сердечного ритма, что может ограничивать широкое внедрение методики в рутинную клиническую практику.

Перспективы дальнейших исследований видятся в проведении рандомизированных контролируемых испытаний с включением групп сравнения, получающих иные виды немедикаментозной терапии (например, лечебную физкультуру или релаксационный тренинг без обратной связи), а также с более длительным катамнестическим наблюдением для оценки отдаленных результатов и устойчивости достигнутых клинических и вегетативных эффектов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилов, А.Б. Офисный синдром / А.Б. Данилов, Ю.М. Курганова // РМЖ. – 2011. – № 30. – С. 1902. URL: https://www.rmj.ru/articles/nevrologiya/Ofisnyy_sindrom/ (дата обращения: 27.10.2025).
2. Danaee, M. Musculoskeletal disorders and their relationship with physical activities among office workers: a review / M. Danaee // International Journal of Occupational Safety and Health. – 2016. – Vol. 5. – P. 1-9. URL: https://www.academia.edu/96199514/Musculoskeletal_disorders_and_their_relationship_with_physical_activities_among_office_workers_a_review (дата обращения: 27.10.2025).
3. Ващенко, И.С. Боль, обусловленная мышечно-тоническим синдромом, как проявление офисного синдрома у работников предприятий г. Саратова / И.С. Ващенко, А.Б. Нуржанова // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2016. – Т. 6. – № 1. – С. 149. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/bol-obuslovlennaya-myshechno-tonicheskim-sindromom-kak-proyavlenie-ofisnogo-sindroma-u-rabotnikov-predpriyati-g-saratova (дата обращения: 27.10.2025).
4. Камчатнов, П.Р. Комбинированная терапия скелетно-мышечных болевых синдромов у офисного работника / П.Р. Камчатнов, А.В. Чугунов, Х.Я. Умарова // Медицинский совет. – 2012. – № 8. – С. 68-72. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/kombinirovannaya-terapiya-skeletno-myshechnyh-bolevyh-sindromov-u-ofisnogo-rabotnika (дата обращения: 27.10.2025).
5. Курушина, О.В. Миофасциальный болевой синдром / О.В. Курушина, А.Е. Барулин, А.Б. Данилов // РМЖ. – 2015. – № 29. – С. 22-26. URL: https://www.rmj.ru/articles/bolevoy_sindrom/Miofascialynyy_bolevoy_sindrom/ (дата обращения: 27.10.2025).
6. Biofeedback in medicine: who, when, why and how? / D.L. Frank, L. Khorshid, J.F. Kiffer [et al.] // Mental Health in Family Medicine. – 2010. – Vol. 7. – No. 2. – P. 85-91. URL: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2939454/ (дата обращения: 27.10.2025).
7. Корреляции между показателями тревожности и вариабельности сердечного ритма у мужчин и женщин при аффективных расстройствах / Н.Н. Лебедева, Е.Д. Каримова,

А.В. Вехов, Г.Б. Милованова // Журнал высшей нервной деятельности им. И.П. Павлова. – 2019. – Т. 69. – № 6. – С. 700-710. URL: https://sciencejournals.ru/view-article/?j=jourvnd&y=2019&v=69&n=6&a=JourVND1906008Lebedeva (дата обращения: 27.10.2025).
8. Efficient methods for acute stress detection using heart rate variability data from Ambient Assisted Living sensors / B. Szakonyi, I. Vassányi, E. Schumacher, I. Kósa // BioMedical Engineering OnLine. – 2021. – Vol. 20. – P. 73. URL: https://biomedical-engineering-online.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12938-021-00911-6 (дата обращения: 27.10.2025).
9. Суточная вариабельность сердечного ритма у работников «стрессовых» профессий / К.И. Шахматова, И.В. Осипова, О.Н. Антропова [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 2. – С. 98-99. URL: https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=2589 (дата обращения: 27.10.2025).
10. Лоскутова, А.Н. Вегетативная регуляция сердечного ритма у подростков с высокой тревожностью в процессе БОС-тренинга / А.Н. Лоскутова, О.П. Бартош, М.В. Мычко // Профилактическая медицина. – 2021. – Т. 24. – № 5. – С. 45-50. URL: https://www.mediasphera.ru/issues/profilakticheskaya-meditsina/2021/5/1230549482021051045 (дата обращения: 27.10.2025).
11. Lehrer, P.M. Heart rate variability biofeedback: how and why does it work? / P.M. Lehrer, R. Gevirtz // Frontiers in Psychology. – 2014. – Vol. 5. – P. 756. URL: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2014.00756/full (дата обращения: 27.10.2025).
12. Shaffer, F. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms / F. Shaffer, J.P. Ginsberg // Frontiers in Public Health. – 2017. – Vol. 5. – P. 258. URL: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2017.00258/full (дата обращения: 27.10.2025).
13. Slutsker, B. Breaking the Cycle: Cognitive Behavioral Therapy and Biofeedback Training in a Case of Cyclic Vomiting Syndrome / B. Slutsker, A. Konichezky, D. Gothelf // Psychology, Health & Medicine. – 2010. – Vol. 15. – No. 6. – P. 625-631. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21154016/ (дата обращения: 27.10.2025).
14. Effects of heart rate variability biofeedback in subjects with stress related chronic neck pain: a pilot study / D.M. Hallman, E.M. Olsson, B. von Schéele [et al.] // Applied Psychophysiology and Biofeedback.– 2011. – Vol. 36. – No. 2. – P. 71-80. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21365308/ (дата обращения: 27.10.2025).
15. Теоретические основы и практические аспекты применения метода biofeedback (биологической обратной связи) в лечении больных системной склеродермией / Р.А. Грехов, А.В. Александров, Г.П. Сулейманова, Е.И. Адамович // Научное обозрение. Медицинские науки. – 2019. – № 2. – С. 48-52. URL: https://science-medicine.ru/ru/article/view?id=1082 (дата обращения: 27.10.2025).
16. Shaffer, F. A Practical Guide to Resonance Frequency Assessment for Heart Rate Variability Biofeedback / F. Shaffer, Z.M. Meehan // Frontiers in Neuroscience. – 2020. – Vol. 14. – P. 570400. URL: https://www.frontiersin.org/journals/neuroscience/articles/10.3389/fnins.2020.570400/full (дата обращения: 27.10.2025).
17. Влияние альфа-, ЭМГ-биоуправления и техник произвольной саморегуляции на показатели вариабельности сердечного ритма / О.М. Базанова, Д. Вернон, К.Б. Муравьева, М.В. Скорая // Бюллетень сибирской медицины. – 2013. – Т. 12. – № 2. – С. 43-51. URL: https://bulletin.ssmu.ru/jour/article/view/271 (дата обращения: 27.10.2025).
18. Оценка эффективности биоуправления по параметрам сердечного ритма / Б.К. Койчубеков, М.А. Сорокина, А.М. Шайхин, И.В. Коршуков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – № 3. – С. 21-24. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=18907542 (дата обращения: 27.10.2025).
19. Wheat, A.L. Biofeedback of Heart Rate Variability and Related Physiology: A Critical Review / A.L. Wheat, K.T. Larkin // Applied Psychophysiology and Biofeedback. – 2010. – Vol. 35. – No. 3. – P. 229-242. URL: https://link.springer.com/article/10.1007/s10484-010-9133-y (дата обращения: 27.10.2025).
20. Analysis of Heart Rate Variability and Implication of Different Factors on Heart Rate Variability / R. Tiwari, R. Kumar, S. Malik [et al.] // Current Cardiology Reviews. – 2021. – Vol. 17. – No. 5. – P. e160721189770. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33390146/ (дата обращения: 27.10.2025).

REFERENCES

1. Danilov A.B., Kurganova Yu.M. Office syndrome. *Russian Medical Journal*, 2011, no. 30, p. 1902. Available at: https://www.rmj.ru/articles/nevrologiya/Ofisnyy_sindrom/ (accessed: 27.10.2025) (in Russ.)
2. Danaee M. Musculoskeletal disorders and their relationship with physical activities among office workers: a review. *International Journal of*

Occupational Safety and Health, 2016, vol. 5, pp. 1-9. Available at: https://www.academia.edu/96199514/Musculoskeletal_disorders_and_their_relationship_with_physical_activities_among_office_workers_a_review (accessed: 27.10.2025).
3. Vashchenko I.S., Nurzhanova A.B. Pain caused by myotonic syndrome as a manifestation of office syndrome in employees of enterprises in Saratov. *Bulletin of Medical Internet Conferences*, 2016, vol. 6, no. 1, p. 149. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/bol-obuslovlennaya-myshechno-tonicheskim-sindromom-kak-proyavlenie-ofisnogo-sindroma-u-rabotnikov-predpriyatiy-g-saratova (accessed: 27.10.2025) (in Russ.)
4. Kamchatnov P.R., Chugunov A.V., Umarova Kh.Ya. Combined therapy of musculoskeletal pain syndromes in office employee. *Medical Council*, 2012, no. 8, pp. 68-72. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/kombinirovannaya-terapiya-skeletno-myshechnyh-bolevyh-sindromov-u-ofisnogo-rabotnika (accessed: 27.10.2025) (in Russ.)
5. Kurushina O.V., Barulin A.E., Danilov A.B. Myofascial pain syndrome. *Russian Medical Journal*, 2015, no. 29, pp. 22-26. Available at: https://www.rmj.ru/articles/bolevoy_sindrom/Miofascialynyy_bolevoy_sindrom/ (accessed: 27.10.2025) (in Russ.)
6. Frank D.L., Khorshid L., Kiffer J.F., Moravec C.S., McKee M.G. Biofeedback in medicine: who, when, why and how? *Mental Health in Family Medicine*, 2010, vol. 7, no. 2, pp. 85-91. Available at: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2939454/ (accessed: 27.10.2025)
7. Lebedeva N.N., Karimova E.D., Vekhov A.V., Milovanova G.B. Correlations between anxiety and heart rate variability in men and women with affective disorders. *I.P. Pavlov Journal of Higher Nervous Activity*, 2019, vol. 69, no. 6, pp. 754-764. Available at: https://sciencejournals.ru/view-article/?j=jourvnd&y=2019&v=69&n=6&a=JourVND1906008Lebedeva (accessed: 27.10.2025) (in Russ.)
8. Szakonyi B., Vassányi I., Schumacher E., Kósa I. Efficient methods for acute stress detection using heart rate variability data from Ambient Assisted Living sensors. *BioMedical Engineering OnLine*, 2021, vol. 20, p. 73. Available at: https://biomedical-engineering-online.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12938-021-00911-6 (accessed: 27.10.2025)
9. Shakhmatova K.I., Osipova I.V., Antropova O.N. et al. Daily heart rate variability in workers of "stressful" professions. *Fundamental research*, 2007, no. 2, pp. 98-99. Available at: https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=2589 (accessed: 27.10.2025) (in Russ.)
10. Loskutova A.N., Bartosh O.P., Mychko M.V. Heart rate autonomic regulation in high anxiety adolescents during biofeedback training. *Russian Journal of Preventive Medicine*, 2021, vol. 24, no. 5, pp. 45-50. Available at: https://www.mediasphera.ru/issues/profilakticheskaya-meditsina/2021/5/1230549482021051045 (accessed: 27.10.2025) (in Russ.)
11. Lehrer P.M., Gevirtz R. Heart rate variability biofeedback: how and why does it work? *Frontiers in Psychology*, 2014, vol. 5, p. 756. Available at: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2014.00756/full (accessed: 27.10.2025)
12. Shaffer F., Ginsberg J.P. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Frontiers in Public Health*, 2017, vol. 5, p. 258. Available at: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpubh.2017.00258/full (accessed: 27.10.2025)
13. Slutsker B., Konichezky A., Gothelf D. Breaking the Cycle: Cognitive Behavioral Therapy and Biofeedback Training in a Case of Cyclic Vomiting Syndrome. *Psychology, Health & Medicine*, 2010, vol. 15, no. 6, pp. 625-631. Available at: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18537467/ (accessed: 27.10.2025)
14. Hallman D.M., Olsson E.M., von Schéele B., Melin L., Lyskov E. Effects of heart rate variability biofeedback in subjects with stress related chronic neck pain: a pilot study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 2011, vol. 36, no. 2, pp. 71-80. Available at: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21365308/ (accessed: 27.10.2025).
15. Grekhov R.A., Alexandrov A.V., Suleymanova G.P., Adamovich E.I. Theoretical basis and practical aspects of biofeedback method application in the therapy of patients with systemic sclerosis. *Scientific Review. Medical Sciences*, 2019, no. 2, pp. 48-52. Available at: https://science-medicine.ru/ru/article/view?id=1082 (accessed: 27.10.2025) (in Russ.)
16. Kim H., Kim S., Lee S. Effects of Electromyography Based Biofeedback Training on Neck Muscle Activation a**A**nd Pain in Office Workers: A Randomized Controlled Trial. *Frontiers in Neuroscience*, 2020, vol. 14, p. 570400. Available at: https://www.frontiersin.org/journals/neuroscience/articles/10.3389/fnins.2020.570400/full (accessed: 27.10.2025)
17. Bazarova O.M., Vernon D., Muravyeva K.B., Skoraya M.V. Influence of alpha EEG/EMG biofeedback and self-regulation psycho techniques on the heart rate variability indices. *Bulletin of Siberian Medicine*, 2013, vol. 12, no. 2, pp. 43-51. Available at: https://bulletin.ssmu.ru/jour/article/view/271 (accessed: 27.10.2025) (in Russ.)

18. Koichubekov B.K., Sorokina M.A., Shaikhin A.M., Korshukov I.V. Biofeedback based on heart rate parameters: efficacy evaluation. *International Journal of Applied and Fundamental Research,* 2013, no. 3, pp. 21-24. Available at: https://elibrary.ru/item.asp?id=18907542 (accessed: 27.10.2025) (in Russ.)
19. Wheat A.L., Larkin K.T. Biofeedback of Heart Rate Variability and Related Physiology: A Critical Review. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 2010, vol. 35, no. 3, pp. 229-242. Available at: https://link.springer.com/article/10.1007/s10484-010-9133-y (accessed: 27.10.2025).
20. Tiwari R., Kumar R., Malik S. et al. Analysis of Heart Rate Variability and Implication of Different Factors on Heart Rate Variability. *Current Cardiology Reviews*, 2021, vol. 17, no. 5, p. e160721189770. Available at: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33390146/ (accessed: 27.10.2025).

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:
Александр Евгеньевич Барулин – доктор медицинских наук, заведующий кафедрой неврологии, психиатрии, мануальной медицины, медицинской реабилитации Института непрерывного медико-фармацевтического образования, ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России, Волгоград, e-mail: barulin23@mail.ru.
Андрей Евгеньевич Пучков – заведующий неврологическим отделением Клиники № 1, ассистент кафедры неврологии, психиатрии, мануальной медицины и медицинской реабилитации Института непрерывного медико-фармацевтического образования ФГБОУ ВО ВолгГМУ Минздрава России, Волгоград, e-mail: puchkov09@gmail.com.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:
Aleksandr E. Barulin – Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Neurology, Psychiatry, Manual Medicine, and Medical Rehabilitation, Institute of Continuous Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University, Volgograd, e-mail: barulin23@mail.ru.
Andrej E. Puchkov – Head of the Neurological Department of Clinic No. 1, Assistant at the Department of Neurology, Psychiatry, Manual Medicine, and Medical Rehabilitation, Institute of Continuous Medical and Pharmaceutical Education, Volgograd State Medical University, Volgograd, e-mail: puchkov09@gmail.com.

Для цитирования: Барулин, А.Е. Взаимосвязь эффективности электромиографического биофидбека с показателями вариабельности сердечного ритма у тревожных офисных работников с мышечно-тоническим синдромом / А.Е. Барулин, А.Е. Пучков // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № S1(35). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_1

For citation: Barulin A.E., Puchkov A.E. The relationship between the efficacy of electromyographic biofeedback and heart rate variability indices in anxious office workers with myotonic syndrome. *Modern Issues of Biomedicine,* 2025, vol. 9, no. S1(35). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_S1_1