Дата публикации: 01.09.2025
DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_03_25
УДК 615.849.19:616.12-008.331.1:612.015.11:616.398

ТРАНСКРАНИАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СТИМУЛЯЦИЯ ПРИ ХРОНИЧЕСКОМ БОЛЕВОМ СИНДРОМЕ ПОСЛЕ МАСТЭКТОМИИ: АНАЛЬГЕТИЧЕСКОЕ И ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ

К.А. Строков[1], В.А. Черноротов[2]
[1]Государственное бюджетное учреждение здравоохранения Республики Крым «Крымский Республиканский Онкологический Клинический Диспансер имени В.М. Ефетова», г. Симферополь, Россия
[2]Ордена Трудового Красного Знамени Медицинский институт имени С.И. Георгиевского (структурное подразделение ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»), г. Симферополь, Россия

Аннотация. ***Введение.*** Существующие фармакологические подходы к терапии хронического болевого синдрома после мастэктомии нередко сопровождается побочными эффектами, что указывает на необходимость поиска альтернативных методов. ***Методы.*** Включены 90 амбулаторных пациенток с болевым синдромом, которые были рандомизированы на две группы: в основной группе (n=45) применялась транскраниальная электрическая стимуляция в качестве альтернативы венлафаксину, в контрольной группе (n = 45) – только рекомендованный алгоритм реабилитации. Сравнительная оценка эффективности проводилась по визуально-аналоговой шкале, а также динамической оценке показателей TNF-α, IL-1β, IL-6 и IL-4 в плазме крови, также регистрировались возможные нежелательные явления. ***Результаты.*** Включение транскраниальной электрической стимуляции в алгоритм комплексной реабилитации обеспечивает выраженный анальгетический эффект, характеризуется высокой безопасностью и хорошей переносимостью, а также способствует снижению уровней TNF-α и IL-6 и повышению уровня IL-4 у пациенток с болевым синдромом. ***Заключение.*** Полученные результаты позволяют рассматривать транскраниальную электрическую стимуляцию как эффективную и безопасную альтернативу антидепрессивной фармакотерапии у пациенток с болевым синдромом.
Ключевые слова: хронический болевой синдром после мастэктомии, транскраниальная электрическая стимуляция, выраженность боли, TNF-α, IL-1β, IL-6 и IL-4.

TRANSCRANIAL ELECTRICAL STIMULATION IN CHRONIC PAIN SYNDROME AFTER MASTECTOMY: ANALGESIC AND ANTI-INFLAMMATORY EFFECTS

K.A. Strokov[1], V.A. Chernorotov[2]
[1]Crimean Republican oncological clinical dispensary named after V. M. Efetov, Simferopol, Russia
[2]Order of the Red Banner of Labor of the Medical Institute named after S.I. Georgievsky (structural unit of the V.I.Vernadsky Crimean Federal University), Simferopol, Russia

Annotation. ***Introduction.*** Current pharmacological approaches to the treatment of postmastectomy pain syndrome are often accompanied by side effects, which indicates the need to search for alternative methods. ***Methods.*** The study included 90 outpatients with postmastectomy pain syndrome, who were randomized into two groups: in the main group (n=45), transcranial electrical stimulation was used as an alternative to venlafaxine, in the control group (n=45) – only the recommended rehabilitation algorithm. Comparative evaluation of effectiveness was carried out with the visual analogue scale, as well as dynamic assessment of TNF-α, IL-1β, IL-6 and IL-4 in blood plasma. Additionally, possible adverse events were recorded. ***Results.*** Inclusion of transcranial electrical stimulation in the complex rehabilitation algorithm provides a pronounced analgesic effect, is characterized by high safety and good tolerability, and also helps to reduce the levels of TNF-α and IL-6 and increase the level of IL-4 in patients with chronic pain syndrome. ***Conclusion.*** The obtained results allow us to consider transcranial electrical stimulation as an effective and safe alternative to antidepressant therapy in patients with postmastectomy pain syndrome.
Keywords: postmastectomy pain syndrome, transcranial electrical stimulation, pain intensity, TNF-α, IL-1β, IL-6 and IL-4.

Введение. Несмотря на то, что 10-летняя выживаемость при раке молочной железы в настоящее время достигает 83%, значительная часть пациенток после радикального лечения сталкивается с развитием постмастэктомического синдрома [1].

Одним из его наиболее частых проявлений является хроническая нейропатическая боль, выявляемая у 20-50% пациенток и сопровождающаяся выраженным снижением качества жизни и трудоспособности [2].

Патогенез хронического болевого синдрома после мастэктомии (ХБСПМ) носит мультифакторный характер. Значимую роль играет хроническое низкоуровневое воспаление, ведущим звеном которого является дисрегуляция провоспалительных цитокинов – фактора некроза опухоли-α (TNF-α), интерлейкина (IL)-1β, IL-6, а также противовоспалительного интерлейкина IL-4, значения и уровни которых коррелируют с выраженностью болевого синдрома [3]. В этой связи мониторинг TNF-α, IL-1β, IL-6 и IL-4 может рассматриваться как перспективный инструмент оценки эффективности реабилитации при ХБСПМ.

Согласно современным рекомендациям [4] комплексная реабилитация при ХБСПМ базируется на биопсихосоциальной модели, интегрирующей физиотерапию, психосоциальные интервенции и фармакотерапию. В рамках последней стандартом считается комбинированное применение прегабалина с венлафаксином, позволяющее компенсировать недостаточную эффективность монотерапии [5]. Несмотря на обоснованность такого подхода, применение венлафаксина нередко сопровождается побочными эффектами, что ограничивает его переносимость и снижает приверженность лечению [6]. Это актуализирует поиск альтернативных методов, способных заменить данный препарат при сохранении терапевтической эффективности. В этой связи интерес представляет транскраниальная электрическая стимуляция (ТЭС), применяемая при лечении боли различной этиологии [7]. Противовоспалительный и иммуномодулирующий эффекты ТЭС обусловлены ее периферическим действием, реализуемым за счет активации эндогенных опиоидных систем, в частности – повышения уровня β-эндорфинов, поступающих в системный кровоток [8, 9].

Однако рандомизированные контролируемые исследования (РКИ), оценивающие возможность применения ТЭС в качестве альтернативы венлафаксину в рамках рекомендованного алгоритма комплексной реабилитации для коррекции цитокиновой дисрегуляции у пациенток с ХБСПМ, ранее не проводились.

Цель исследования – изучение влияния применяемой в качестве альтернативы венлафаксину в рамках рекомендованного алгоритма комплексной реабилитации транскраниальной электрической стимуляции на купирование болевого синдрома и уровни цитокинов TNF-α, IL-1β, IL-6 и IL-4 в плазме крови у пациенток с хроническим болевым синдромом после мастэктомии.

Методы и организация исследования. Проведено рандомизированное контролируемое открытое проспективное исследование, в которое включены 90 амбулаторных пациенток с ХБСПМ, проходивших лечение в Государственном бюджетном учреждении здравоохранения Республики Крым «Симферопольском центре паллиативной помощи», г. Симферополь.

Критериями включения пациентов в исследование являлись: возраст – от 18 до 70 лет; верифицированный диагноз неметастатического рака молочной железы (РМЖ) (истинно раннего или местно-распространенного, стадии I–IIIA по классификации TNM); выполненная радикальная мастэктомия; длительность боли не менее 3 месяцев после операции; признаки нейропатической боли (≥4 баллов по шкале Douleur Neuropathique 4), интенсивность боли – не ниже 4 баллов по визуально-аналоговой шкале боли (ВАШ), а также наличие инсомнии (≥ 8 баллов по шкале «Индекс тяжести бессонницы» – Insomnia Severity Index, ISI) и/или признаков депрессивной симптоматики (>7 баллов по Госпитальной шкале тревожности и депрессии – Hospital Anxiety and Depression Scale, HADS).

Из исследования исключались пациентки с установленным метастатическим процессом, рецидивом опухоли, наличием выраженных когнитивных нарушений, тяжелых соматических или психических заболеваний в стадии декомпенсации, а также с эпилепсией, кардиостимулятором, непереносимостью воздействия физических факторов, применяемых в комплексной реабилитации, приемом препаратов

прегабалина и венлафаксина, отказом от участия.

Все пациентки были распределены методом рандомизации на две группы: в основной группе (n=45) применялась ТЭС в качестве альтернативы венлафаксину в рамках рекомендованного алгоритма комплексной реабилитации, в контрольной группе (n = 45) – только рекомендованный алгоритм реабилитации. Исходная характеристика пациенток сформированных групп представлена в таблице 1. Группы пациенток были сопоставимы по всем показателям.

Таблица 1

Характеристика пациентов основной и контрольной групп

Показатель	Группа	Значение показателя	P<
Возраст, годы, Me [Q1; Q3]	ОГ	38,1 [37,2; 44,4]	0,997
	КГ	38,1 [37,2; 44,4]	
Индекс массы тела, кг/м², Me [Q1; Q3]	ОГ	26,2 [24,8; 29,0]	0,97
	КГ	26,2 [24,8; 29,0]	
В менопаузе/вне менопаузы, n (%)	ОГ	6 (13,3%) / 39 (86,7%)	0,75
	КГ	5 (11,1%) / 40 (88,9%)	
Истинно ранний РМЖ, n (%)	ОГ	15 (33,3%)	1,0
	КГ	15 (33,3%)	
Местно-распространенный РМЖ, n (%)	ОГ	30 (66,7%)	
	КГ	30 (66,7%)	
IIA стадия, n (%)	ОГ	14 (31,1%)	0,96
	КГ	14 (31,1%)	
IIB стадия, n (%)	ОГ	16 (35,6%)	
	КГ	15 (33,3%)	
IIIA стадия, n (%)	ОГ	15 (33,3%)	
	КГ	16 (35,6%)	
Люминальный A подтип, n (%)	ОГ	17 (37,8%)	1,0
	КГ	17 (37,8%)	
Люминальный B подтип, n (%)	ОГ	14 (31,1%)	
	КГ	13 (28,9%)	
Трипл-негативный подтип, n (%)	ОГ	7 (15,6%)	
	КГ	8 (17,8%)	
HER2-позитивный подтип, n (%)	ОГ	7 (15,6%)	
	КГ	7 (15,6%)	
Химиотерапия неоадъювантная, n (%)	ОГ	24 (53,3%)	0,83
	КГ	25 (55,6%)	
Радикальная мастэктомия, n (%)	ОГ	28 (62,2%)	1,0
	КГ	28 (62,2%)	
Радикальная мастэктомия с расширенной подкожной кожесохраняющей резекцией, n (%)	ОГ	17 (37,8%)	
	КГ	17 (37,8%)	

Примечание. РМЖ – рак молочной железы; ОГ – основная группа; КГ – контрольная группа; p – значимость различий между показателями основной и контрольной групп.

Пациентки контрольной группы проходили комплексную реабилитацию в соответствии с рекомендованным алгоритмом [3], который включал фармакотерапию: прием прегабалина в течение 8 недель (56 дней) в дозе 1200 мг/сут и венлафаксина в средней терапевтической дозе 150 мг/сут; физиотерапию: лечебно-гимнастические упражнения – продолжительность занятия 30 минут, ежедневно, один раз в сутки, курсом из 10 занятий; миофасциальный массаж – продолжительность сеанса 45-60 минут, 2-3 раза в неделю, один раз в сутки, курсом 8-12 сеансов; низкочастотная магнитотерапия с использованием переменного магнитного поля частотой 50 Гц, в непрерывном или пульсирующем режиме, индукция – 40 мТл, продолжительность – 20 минут, курсом из 10 сеансов, проводимых через день, а также применение абдоминального

дыхания для снятия болевого синдрома, выполняемого в домашних условиях 2-3 раза в день по 2-3 подхода (10 циклов в каждом подходе), продолжительность сеанса – 8-15 минут, с перерывом 1-2 минуты между подходами, 2 раза в день (утром и вечером); психологическое воздействие в форме групповой когнитивно-поведенческой психотерапии, структурированной как образовательная программа, курсом из 4 сессий продолжительностью 50 минут, один раз в неделю (в дни, свободные от процедур магнитотерапии). У пациенток основной группы комплексная реабилитация проводилась по аналогичному алгоритму, за исключением фармакотерапии: вместо венлафаксина применялась ТЭС с использованием аппарата «Трансаир-03» (ООО «Медозон», г. Москва, регистрационное удостоверение Министерства здравоохранения РФ № 29/03020397/1493-01) по лобно-височной методике с использованием импульсного биполярного тока частотой 77,5 Гц и силой тока в пределах от 1 до 3 мА, продолжительность одного сеанса – 30 минут, ежедневно, курсом 15 сеансов.

Оценка эффективности комплексной реабилитации проводилась через 56 дней на основании сравнения полученных данных с исходными значениями по визуально-аналоговой шкале боли (ВАШ), с учетом динамики показателей интенсивности боли и доли пациенток, у которых было достигнуто ее полное купирование. Также регистрировали любые возможные нежелательные явления (НЯ).

Дополнительно эффективность проводимой реабилитации анализировали по изменениям показателей TNF-α, IL-1β, IL-6 и IL-4 в плазме крови, с применением коммерческого набора для количественного определения цитокинов (ООО «Вектор-Бест», Россия) в соответствии с инструкцией производителя.

Для статистической обработки полученных данных использовался программный пакет Statistica 8.0 (StatSoft Inc., США). Количественные показатели представлены в виде медианы Me с интерквартильным размахом [Q1; Q3], качественные – в виде долей и абсолютных значений. Для оценки изменений количественных показателей в динамике внутри группы применяли критерий Вилкоксона. Сравнительный анализ количественных данных между группами проводился с использованием U-критерия Манна-Уитни, качественных – с помощью χ^2-критерия. Для оценки различий по дихотомическим признакам, включая частоту достижения клинически значимого эффекта, рассчитывались отношения шансов (odds ratio, OP) с 95% доверительными интервалами (ДИ). Уровень статистической значимости определяли при $p<0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение. В настоящем исследовании представлены результаты применения ТЭС в качестве альтернативы антидепрессанту венлафаксину в составе рекомендованного алгоритма комплексной реабилитации у амбулаторных пациенток с ХБСПМ. Насколько нам известно, это первое РКИ, в котором продемонстрирован такой опыт. Согласно полученным результатам (табл. 2) спустя 56 дней реабилитации в обеих группах наблюдалось достоверное снижение индекса болевого синдрома по ВАШ ($p<0,001$), но в основной группе более выраженное: разница медианных изменений относительно контрольной группы составила 1,0 см при 95% ДИ: -2,19 – -0,64 ($p=0,002$). В итоге полное купирование болевого синдрома было достигнуто у 41 пациентки (91,1%) в основной группе и у 34 пациенток (75,6%) в контрольной группе (ОШ – 1,21 при 95% ДИ: 1,02-1,40; $p=0,017$). По данным катамнестического наблюдения (через 6 месяцев) в основной группе сохранялись стабильные результаты, тогда как в контрольной группе отмечено снижение эффективности (OP – 1,32 при 95% ДИ: 1,05-1,67; $p=0,011$). Полное купирование боли и отсутствие рецидивов – ключевые цели реабилитации, напрямую влияющие на качество жизни пациенток. Полученные данные подтверждают, что ТЭС может рассматриваться как клинически значимый инструмент для достижения устойчивого анальгезирующего эффекта при ХБСПМ.

Как уже отмечалось, ожидания не меньшей, а возможно и более высокой

эффективности стандартного алгоритма комплексной реабилитации при использовании ТЭС вместо венлафаксина мы связывали, главным образом, с выраженным противовоспалительным и иммуномодулирующим потенциалом данного метода. Полученные нами результаты полностью подтвердили это (табл. 3). В частности, спустя 56 дней реабилитации в обеих группах было зафиксировано достоверное снижение уровней TNF-α и IL-6 и повышение IL-4 (p<0,001). При этом в основной группе по сравнению с контрольной эти изменения оказались более выраженными: уровень TNF-α был ниже на 2,1 пг/мл (95% ДИ: -2,8 – -1,4; p<0,001), IL-6 –на 0,9 пг/мл (95% ДИ: -1,6 – -0,7; p<0,001), тогда как IL-4 выше на 1,8 пг/мл (95% ДИ: 1,2 – 2,5; p<0,001). Для IL-1β достоверных различий между группами не выявлено (95% ДИ: -0,5 – -0,7; p=0,639). Снижение секреции IL-1β, по-видимому, обусловлено действием компонентов базового реабилитационного алгоритма и не зависит от применяемого вмешательства (ТЭС или венлафаксин). Таким образом, представленные данные свидетельствуют о наличии противовоспалительного и иммуномодулирующего эффекта ТЭС у пациенток с ХБСПМ, реализующегося на системном уровне через модуляцию цитокинового профиля.

Таблица 2

Сравнительная оценка анальгезирующего эффекта в основной и контрольной группах

Показатель		ОГ (n=45)	КГ (n=45)	P<
VAS, Me [Q1; Q3]	исход	6,8 [5,8; 7,3]	6,9 [5,7; 7,6]	0,81
	динамика	0,7 [0,5; 1,2] p<0,001	1,7 [0,8; 2,4] p<0,001	0,002
Полное купирование боли, n (%)	динамика	41 (91,1)	34 (75,6)	0,02

Примечание: ОГ – основная группа; КГ – контрольная группа; VAS – Visual Analogue Scale (Визуальная аналоговая шкала); p – значимость различий внутри группы по сравнению с исходным уровнем.

Таблица 3

Динамика плазменных показателей TNF-α, IL-1β, IL-6 и IL-4 в основной группе и контрольной группе, Me [Q1; Q3]

Показатель		ОГ (n=45)	КГ (n=45)	P<
TNF-α пг/мл	исход	11,1[9,9; 13,3]	11,3[9,08; 13,5]	0,88
	динамика	3,9[3,5; 4,8] p<0,001	6,0[5,2; 6,9] p<0,001	0,001
IL-1β пг/мл	исход	5,9 [5,0; 6,5]	5,8 [5,2; 6,7]	0,89
	динамика	2,7[1,8; 2,9] p<0,001	2,9 [2,4; 3,3] p<0,001	0,64
IL-4 пг/мл	исход	5,7[5,0; 6,3]	5,5[5,2; 5,9]	0,88
	динамика	10,1[9,3; 10,9] p<0,001	8,1 [7,5; 9,3] p<0,001	0,001
IL-6 пг/мл	исход	4,4 [3,6; 4,9]	4,6 [3,7; 5,1]	0,89
	динамика	2,9 [2,5; 2,8] p<0,001	4,1[3,3; 4,8] p=0,014	0,001

Примечание: ОГ – основная группа; КГ – контрольная группа; TNF-α – фактор некроза опухоли-α; IL – интерлейкин; p – значимость различий внутри группы по сравнению с исходным уровнем.

В ходе исследования у пациенток основной группы не зарегистрировано НЯ. В контрольной группе НЯ различной степени выраженности были зафиксированы у 14 (31,1%) пациенток (ОР=0,03; 95% ДИ: 0,001-0,43; p=0,011).

Заключение. В рамках проведенного нами исследования установлено, что

включение ТЭС в качестве альтернативы венлафаксину в рекомендованный алгоритм комплексной реабилитации обеспечивает выраженный анальгетический эффект, характеризуется высокой безопасностью и хорошей переносимостью, а также способствует снижению уровней TNF-α и IL-6 и повышению уровня IL-4 у пациенток с ХБСПМ. Полученные результаты позволяют рассматривать ТЭС как эффективную и безопасную альтернативу антидепрессивной фармакотерапии в составе комплексной реабилитации данной категории пациенток.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. The Effect of Exercise on Pain in People with Cancer: A Systematic Review with Meta-analysis / M.L. Plinsinga, B. Singh, G.L. Rose [et al.] // Sports Med. – 2023. – Vol. 53. – No. 9. – P. 1737-1752. DOI: 10.1007/s40279-023-01862-9.
2. Herndon C. Persistent Post-Mastectomy Pain: Risk Factors and Current Approaches to Treatment / R.C. Tait, K. Zoberi, M. Ferguson [et al.] // J Pain. – 2018. – Vol. 19. – No. 12. – P. 1367-1383. DOI: 10.1016/j.jpain.2018.06.002.
3. Cytokine Expression in Cancer Survivors Suffering From Chronic Pain: A Systematic Review / A. De Groote, T.V. Vyvere, W. Tjalma [et al.] // Pain Physician. – 2024. – Vol. 27. – No. 2. – P. E207-E220.
4. Пособие для врачей о реабилитации больных раком молочной железы / Т.И. Грушина, В.В. Жаворонкова, Г.А. Ткаченко [и др.] // Современная Онкология. – 2020. – Т. 22. – № 3. – С. 3-34. DOI: 10.26442/18151434.2020.3.200404.
5. Невропатическая боль: клинические рекомендации по диагностике и лечению Российского общества по изучению боли / О.С. Давыдов, Н.Н. Яхно, М.Л. Кукушкин [и др.] // Российский журнал боли. – 2018. – Т. 58. – № 4. – С. 5-41.
6. Efficacy of venlafaxine for the relief of taxane and oxaliplatin-induced acute neurotoxicity: a single-center retrospective case-control study / T. Kus, G. Aktas, G. Alpak [et al.] // Support Care Cancer. – 2016. – Vol. 24. – No. 5. – P. 2085-2091. DOI: 10.1007/s00520-015-3009-x.
7. Транскраниальная электроанальгезия. Болевой синдром / под ред. В.А. Михайловича, Ю.Д. Игнатова. – Л.: Медицина, 1990. – С. 162-172.
8. Лебедев, В.П. Активация защитных механизмов мозга как основа ТЭС-терапии: Экспериментально-клиническое обоснование / В.П. Лебедев // Всероссийская научно-практическая конференция «Восстановительная медицина и традиционные методы профилактики и лечения в акушерстве, гинекологии и перинатологии»: Сборник тезисов. Волгоград, 2004. – С. 107-109.
9. Лебедев, В.П. Транскраниальная электростимуляция / В.П. Лебедев // Экспериментально-клинические исследования. – СПб, 2003. – С. 528.

REFERENCES

1. Plinsinga M.L., Singh B., Rose G.L., Clifford B., Bailey T.G., Spence R.R., Turner J., Coppieters M.W., McCarthy A.L., Hayes S.C. The Effect of Exercise on Pain in People with Cancer: A Systematic Review with Meta-analysis. *Sports Med*, 2023, vol. 53, no. 9, pp. 1737-1752. DOI: 10.1007/s40279-023-01862-9.
2. Tait R.C., Zoberi K., Ferguson M., Levenhagen K., Luebbert R.A., Rowland K., Salsich G.B., Herndon C. Persistent Post-Mastectomy Pain: Risk Factors and Current Approaches to Treatment. *J Pain*, 2018, vol. 19, no. 12, pp. 1367-1383. DOI: 10.1016/j.jpain.2018.06.002.
3. De Groote A., Vyvere T.V., Tjalma W., Berghe W.V., Kumar-Singh S., De Groef A., Meeus M. Cytokine Expression in Cancer Survivors Suffering From Chronic Pain: A Systematic Review. *Pain Physician*, 2024, vol. 27, no. 2, pp. E207-E220.
4. Grushina T.I., Zhavoronkova V.V., Tkachenko G.A., Kovalenko N.V., Lysenko M.A. A guide for doctors on the rehabilitation of breast cancer patients. *Journal of Modern Oncology*, 2020, vol. 22, no. 3, pp. 3-34. DOI: 10.26442/18151434.2020.3.200404. (in Russ.)
5. Davydov O.S., Yahno N.N., Kukushkin M.L. et al. Neuropathic pain: clinical guidelines on diagnosis and treatment of the The Russian Association for the Study of Pain. *Russian Journal of Pain*, 2018, vol. 58, no. 4, pp. 5-41. (in Russ.)
6. Kus T., Aktas G., Alpak G., Kalender M.E., Sevinc A., Kul S., Temizer M., Camci C. Efficacy of venlafaxine for the relief of taxane and oxaliplatin-induced acute neurotoxicity: a single-center retrospective case-control study. *Support*

Care Cancer, 2016, vol. 24, no. 5, pp. 2085-2091. DOI: 10.1007/s00520-015-3009-x.
7. Transcranial electroanalgesia. In the book: Pain syndrome.. Mihajlovich V.A., Ignatov Yu.D. ed. Leningrad: Meditsina, 1990. pp. 162-172. (in Russ.)
8. Lebedev V.P. Activation of the protective mechanisms of the brain as the basis of TES therapy: Experimental and clinical justification. All-Russian Scientific and Practical Conference "Restorative Medicine and Traditional Methods of Prevention and Treatment in Obstetrics, Gynecology and Perinatology": Collection of abstracts. Volgograd, 2004. pp. 107-109. (in Russ.)
9. Lebedev V.P. Transcranial electrical stimulation. Experimental and clinical studies. Saint Petersburg, 2003. p. 528. (in Russ.)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кирилл Александрович Строков – врач-рентгенолог, врач-УЗД отделения лучевой диагностики ГБУЗ РК «Крымский Республиканский Онкологический Клинический Диспансер имени В.М. Ефетова», Симферополь, e-mail: strokovk@mail.ru.
Владимир Алексеевич Черноротов – доктор медицинских наук, профессор, Ордена Трудового Красного Знамени Медицинского института имени С.И. Георгиевского, ФГАОУ ВО Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Симферополь, e-mail: chernorotov.csmu@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Kirill A. Strokov – Radiologist, Ultrasound Diagnostics Specialist of the Department of Radiology, Crimean Republican Oncological Clinical Dispensary named after V.M. Efetov, Simferopol, e-mail: strokovk@mail.ru.
Vladimir A. Chernorotov – Doctor of Medical Sciences, Professor, Order of the Red Banner of Labor, Medical Institute named after S.I. Georgievsky, Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky, Simferopol, e-mail: chernorotov.csmu@mail.ru.

Для цитирования: Строков, К.А. Транскраниальная электрическая стимуляция при хроническом болевом синдроме после мастэктомии: анальгетическое и противовоспалительное действие / К.А. Строков, В.А. Черноротов // Современные вопросы биомедицины. – 2025. – Т. 9. – № 3(33). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_03_25

For citation: Strokov K.A., Chernorotov V.A. Transcranial electrical stimulation in chronic pain syndrome after mastectomy: analgesic and anti-inflammatory effects. *Modern Issues of Biomedicine*, 2025, vol. 9, no. 3(33). DOI: 10.24412/2588-0500-2025_09_03_25