

## ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТЭС-ТЕРАПИИ

**ЗАРУБИНА ЕЛЕНА ГРИГОРЬЕВНА**, докт. мед. наук, профессор, проректор по учебно-воспитательной работе, зав. кафедрой медико-биологических дисциплин, частное учреждение «Образовательная организация высшего образования «Медицинский университет «РЕАВИЗ», Россия, 443001, Самара, ул. Чапаевская, 227, тел. +7(846)333-54-51, e-mail: mail@reaviz.ru

**ШАЛДЫБИНА ЮЛИЯ ЭДУАРДОВНА**, аспирант кафедры внутренних болезней, частное учреждение «Образовательная организация высшего образования «Медицинский университет «РЕАВИЗ», Россия, 443001, Самара, ул. Чапаевская, 227, тел. +7(846)333-54-51, e-mail: 888mf@mail.ru

**ПРОХОРЕНКО ИНГА ОЛЕГОВНА**, докт. мед. наук, доцент, первый проректор по учебно-воспитательной работе, частное учреждение «Образовательная организация высшего образования «Медицинский университет «РЕАВИЗ», Россия, 443001, Самара, ул. Чапаевская, 227, тел. +7(846)333-54-51, e-mail: mail@reaviz.ru

**Реферат. Цель исследования** – изучение влияния транскраниальной электростимуляции (ТЭС-терапии) на состояние микроциркуляторного кровотока у пациентов с соматической коморбидной патологией – хронической обструктивной болезнью легких и системной артериальной гипертензией. **Материал и методы.** Исследовалась степень нарушения процессов микроциркуляции с использованием лазерной флоуметрии на диагностическом комплексе «ЛАКК-М». Оценивались среднее значение перфузии, сатурация смешанной (капиллярной) крови, сатурация артериальной крови, относительный объем фракции эритроцитов в коже подушечек среднего пальца, индекс перфузионной сатурации кислорода в микрокровотоке, индекс удельного потребления кислорода в ткани, эффективность кислородного обмена, флуоресцентный показатель потребления кислорода. Для коррекции выявленных нарушений в течение 1,5 года применялась транскраниальная электростимуляция. **Результаты и их обсуждение.** Под воздействием лечения у пациентов с коморбидной патологией снижался индекс перфузионной сатурации в микрокровотоке в среднем на 9% ( $\leq 0,05$ ), происходило увеличение потребления кислорода в тканях, повышалась эффективность его обмена, снижалась активность гликолитических процессов. Отмечалось повышение флуоресцентного показателя потребления кислорода на 6,2, 9,8 и 9,0% ( $p_{1-3} \leq 0,05$ ) соответственно в зависимости от длительности анамнеза хронической обструктивной болезни легких – до 5, 10 или 15 лет. **Выводы.** Влияние транскраниальной электростимуляции на микроциркуляторные нарушения реализуется через увеличение длительности адаптационных механизмов, направленных на борьбу с гипоксией на фоне коморбидной патологии, особенно при длительности анамнеза заболеваний менее 10 лет. Увеличение емкости микроциркуляторного русла за счет снижения тонуса прекапилляров и открытия резервных микрососудов способствует снижению системного артериального давления на фоне коморбидной патологии.

**Ключевые слова:** хроническая обструктивная болезнь легких, системная артериальная гипертензия, микроциркуляция, транскраниальная электростимуляция, ТЭС-терапия.

**Для ссылки:** Зарубина, Е.Г. Изменение параметров микроциркуляции под воздействием ТЭС-терапии / Е.Г. Зарубина, Ю.Э. Шалдыбина, И.О. Прохоренко // Вестник современной клинической медицины. – 2018. – Т. 11, вып. 3. – С.20–26. DOI: 10.20969/VSKM.2018.11(3).20-26.

## PARAMETRIC VARIATION OF MICROCIRCULATION AFFECTED BY TES-THERAPY

**ZARUBINA ELENA G.**, D. Med. Sci., professor, Vice-rector for educational work, Head of the Department medical and biological discipline, Medical University «REAVIZ», Russia, 443001, Samara, Chapaevskaya str., 227, tel. +7(846)333-54-51, e-mail: mail@reaviz.ru

**SHALDYBINA YULIA E.**, postgraduate student of the Department of internal medicine, Medical University «REAVIZ», Russia, 443001, Samara, Chapaevskaya str., 227, tel. +7(846)333-54-51, e-mail: 888mf@mail.ru

**PROKHORENKO INGA O.**, D. Med. Sci., associate professor, the 1st Vice-rector for educational work, Medical University «REAVIZ», Russia, 443001, Samara, Chapaevskaya str., 227, tel. +7(846)333-54-51, e-mail: mail@reaviz.ru

**Abstract. Aim.** The effect of TES-therapy on the condition of microcirculatory blood flow was studied in patients with somatic comorbid diseases – chronic obstructive pulmonary disease (COPD) and systemic arterial hypertension (AH). **Material and methods.** Degree of microcirculation process disturbance was investigated using laser flowmetry with «LAKK-M» diagnostic complex. The following parameters were evaluated: the average perfusion value, mixed (capillary) blood saturation, arterial blood saturation, relative volume of erythrocyte fraction in the middle fingertip, the index of perfusion oxygen saturation in the microcirculation, the index of specific oxygen consumption in the tissue, the efficiency of oxygen exchange, the fluorescence indicator of oxygen consumption. TES-therapy was applied for 1.5 years in order to correct the revealed violations. **Results and discussion.** Treated patients with comorbid diseases had a reduced index of perfusion saturation in the microcirculation by an average of 9% ( $p \leq 0,05$ ), an increased oxygen consumption in tissues, which metabolism efficiency has increased, and decreased activity of glycolytic processes. There was an increase in the fluorescent indicator of oxygen consumption by 6,2, 9,8 and 9,0% ( $p_{1-3} \leq 0,05$ ), respectively, depending on the duration of the history of COPD – up to 5, 10 or 15 years. **Conclusion.** The effect of TES-therapy on microcirculatory disorders is realized through an increase in the duration of adaptation mechanisms aimed at combating hypoxia against comorbid disease, especially in case of a less than 10 year history of the disease. Increase in the microcirculatory bloodstream capacity by reducing the precapillary tonus and by opening reserve microcirculation vessels leads to systemic AH reduction in comorbid disease.

**Key words:** chronic obstructive pulmonary disease, systemic arterial hypertension, microcirculation, CES-therapy.  
**For reference:** Zarubina EG, Shaldybina YuE, Prokhorenko IO. Parametric Variation of Microcirculation affected by TES-therapy. The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine. 2018;11 (3): 20–26. **DOI:** 10.20969/VSKM.2018.11(3).20-26.

**Введение.** Опыт применения транскраниальной электростимуляции (ТЭС-терапия) насчитывает несколько десятилетий, однако в абсолютном большинстве случаев сфера ее применения ограничивается неврологической и травматологической патологией. Данных об использовании ТЭС-терапии для лечения соматических заболеваний в литературе очень мало. Вместе с тем ТЭС-терапия представляет собой электрическое воздействие на антиноцицептивные (АНС) структуры мозга через покровы черепа слабыми электрическими сигналами в виде прямоугольных импульсов тока (до 4 мА) фиксированной частоты и длительности (Лебедев В.П., 1983), что приводит к значительным физиологическим перестройкам в работе многих систем организма [1, 2]. Центральные эффекты ТЭС-терапии хорошо изучены и связаны с усиленным выделением и влиянием эндорфинов, серотонина и, возможно, других биологически активных веществ непосредственно на структуры мозга, а периферические – с действием эндорфинов, поступивших в кровь, на ткани-мишени [2]. В формировании эффектов ТЭС-терапии, особенно периферических, триггерная роль отводится  $\beta$ -эндорфинам и другим опиоидным пептидам (ОП) [1–3]. Такие лечебные эффекты ТЭС-терапии, как анальгетический и антистрессорный, нормализация вегетативного статуса, находят сейчас широкое применение в медицине, в то время как такие важные результаты воздействия, как иммуностропный, стабилизация центров сосудистой регуляции, остаются пока недостаточно востребованными в практической медицине в силу своей меньшей изученности.

**Цель исследования** – изучение влияния ТЭС-терапии на состояние микроциркуляторного кровотока у пациентов с соматической коморбидной патологией – хронической обструктивной болезнью легких (ХОБЛ) и системной артериальной гипертензией (АГ).

**Материал и методы.** Проведено сравнительное исследование параметров микроциркуляторного кровотока до и после проведения ТЭС-терапии у пациентов с коморбидной легочно-сосудистой патологией (ХОБЛ и АГ) и разной длительностью анамнеза – до 5, 10 и 15 лет соответственно.

В клиническом исследовании участвовали 66 пациентов в возрасте от 40 до 55 лет с верифицированным диагнозом ХОБЛ средней степени тяжести в сочетании с системной артериальной гипертензией. Диагноз ХОБЛ ставился в соответствии с Федеральными клиническими рекомендациями по диагностике и лечению ХОБЛ (2014) [3] Российского респираторного общества. Для определения степени повышения системной АГ использовались критерии, утвержденные ВНОК. Степень дыхательной недостаточности ставилась в соответствии с классификацией А.Г. Чучалина (2004) [3]. У всех

пациентов выраженность одышки определялась по шкале mMRC [3].

**Критерии включения:** больные с ХОБЛ средней степени тяжести и системной АГ, которая была диагностирована позднее основной патологии, давшие добровольное информированное согласие на проведение обследования.

**Критерии исключения:** пациенты с диагностированной ранее ХОБЛ системной АГ любой этиологии; сопутствующие заболевания эндокринной системы, сахарный диабет I типа, болезни почек с сопутствующей симптоматической гипертензией, сопутствующая ИБС, островоспалительные заболевания, онкологическая патология, тяжелая дыхательная и сердечная недостаточность, отсутствие добровольного информированного согласия на проведение обследования.

Исследование микроциркуляции проводилось с помощью многофункционального диагностического комплекса «ЛАКК-М» («ЛАЗМА», РФ, 2011), на базе Медицинского университета «РЕАВИЗ». Нами были изучены такие параметры, как среднее значение перфузии, сатурация смешанной (капиллярной) крови, сатурация артериальной крови, относительный объем фракции эритроцитов в коже подушечки среднего пальца правой руки, индекс перфузионной сатурации кислорода в микрокровотоке, индекс удельного потребления кислорода в ткани [4–11]. С помощью совмещения методов ЛДФ, ОТО и ЛФС были рассчитаны эффективность кислородного обмена (ЭКО), флуоресцентный показатель потребления кислорода (ФПК) и показатель шунтирования (ПШ) в относительных единицах, а также определялись частотные характеристики кровотока на периферии в нейрогенном, мышечном и дыхательном диапазонах [4, 6, 12, 13, 14, 15] до и после проведения ТЭС-терапии.

ТЭС-терапия проводилась на приборе «ТРАНС-АИР-4» на базе Самарского областного клинического госпиталя для ветеранов войн (ГБУЗ СОКГВВ).

**Этическая экспертиза.** Данное клиническое исследование проводилось в соответствии с положениями Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (World Medical Association Declaration of Helsinki) и правилами GCP. Работа одобрена местным этическим комитетом при Медицинском университете «РЕАВИЗ», протокол № 5 от 10 сентября 2015 г. Все клинические исследования были проведены при наличии добровольного информированного согласия участников.

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета прикладных программ Statistica для Windows 6.0 с применением различных методов параметрической статистики (StatSoft Inc., США). Количественные признаки проверялись на соответствие нормальному закону распределения Гаусса. Для признаков с нормальным распределением исследуемых величин значимость различий средних

Показатели микроциркуляции у пациентов различных групп

Показатель	I группа, n=17		II группа, n=20		III группа, n=29	
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
ПМ, перф. ед.	16,8±0,2	18,4±0,3*	13,5±0,5	15,7±0,3*	10,1±0,3	10,6±0,2
SO <sub>2</sub> , %	60,5±0,09	58,1±0,07*	62,9±0,07	58,3±0,06*	64,1±0,05	61,3±0,06*
SpO <sub>2</sub> , %	92,0±0,3	94,9±0,2*	82,6±0,4	86,2±0,3*	77,7±0,5	80,9±0,4*
Vr, мм <sup>3</sup>	16,8±0,3	17,6±0,2**	13,3±0,4	15,5±0,2*	11,3±0,2	15,2±0,2*
Som, усл. ед.	3,61±0,04	3,16±0,03*	4,66±0,04	3,71±0,05*	6,34±0,05	5,78±0,06*
U, усл. ед.	1,52±0,01	1,63±0,02*	1,31±0,03	1,48±0,04*	1,21±0,01	1,32±0,02*

Примечание: \*p≤0,001 по сравнению с исходным показателем этой же группы; \*\*p≤0,05 по сравнению с исходным показателем этой же группы.

оценивали с помощью критерия Стьюдента для выборок разного объема. Различия считали статистически значимыми при p<0,05.

**Результаты и их обсуждение.** Отбор пациентов осуществлялся среди пациентов г. Самары, состоящих на диспансерном наблюдении на основании анализа их амбулаторных карт. Формирование групп проводилось в соответствии с длительностью анамнеза: 1 месяц ≤ I группа < 5 лет, 5 лет ≤ II группа < 10 лет и 10 лет ≤ III группа ≤ 15 лет. Первую группу составили пациенты со стабильными ХОБЛ и АГ – 17 человек, средний возраст которых составил (41,9±3,2) года. Длительность заболевания у них не превышала 5 лет [(4,1±0,6) года]. Во вторую группу были отнесены 20 пациентов со средним возрастом (47,9±2,2) года и длительностью заболевания до 10 лет [(9,6±0,5) года]. В третью группу были отнесены пациенты 29 человек, средний возраст которых составил (53,4±2,6) года с длительностью заболевания ХОБЛ более 10 лет [(15,8±2,1) года]. Все группы были равноценны по гендерным особенностям и имели длительный анамнез (более 20 лет) курения и высокий индекс курильщика [не ниже (20,6±2,2) пачек/лет]. У всех пациентов, согласно данным их медицинских карт, отмечалась дыхательная недостаточность 2-й степени. Степень выраженности одышки по шкале mMRC составляла в среднем по группам (1,2±0,2) балла, (1,8±0,1) балла и (2,2±0,1) балла соответственно.

В ходе проведенного анализа было установлено положительное влияние ТЭС-терапии на состояние микроциркуляторных процессов у пациентов, включенных в обследование.

При исследовании системы микроциркуляции методом лазерной доплеровской флоуметрии через 1,5 года лечения были отмечены положительные изменения в функционировании микроциркуляторного русла у данной группы больных (табл. 1).

Под воздействием лечения показатели микроциркуляции у пациентов всех групп улучшились, при этом наиболее значительно у больных второй группы (табл. 2), что, по-видимому, можно объяснить тем, что именно у лиц из этой группы имелись наиболее выраженные функциональные нарушения в регуляции сосудистого тонуса, на которые и направлено регулирующее влияние ТЭС-терапии.

Таблица 2

Динамика изменения индекса перфузионной сатурации кислорода в микрокровотоке (SOM) и индекса удельного потребления кислорода (U) в ткани под воздействием ТЭС-терапии в среднем по группе (%)

Показатель	I группа, n=17, %	II группа, n=20, %	III группа, n=29, %
SOM, усл. ед.	-12,5	-20,4	-8,8
U, усл. ед.	+7,2	+13,0	+9,1

Было отмечено, что под воздействием лечения у пациентов с коморбидной патологией снижался индекс перфузионной сатурации в микрокровотоке, особенно у пациентов второй группы, что свидетельствует о том, что на фоне нормализации регуляции микрососудистого русла происходит восстановление процессов кислородного обмена, и ткани начинают в большей степени использовать кислород из крови, приводя к нормализации метаболизма тканей на периферии. Данное предположение подтверждается и увеличением индекса удельного потребления кислорода в тканях, что свидетельствует о значительном вкладе изменения сосудистого тонуса в процессы нарушения трофики тканей при ХОБЛ в сочетании с АГ. Кроме того, обращает на себя внимание и тот факт, что при увеличении длительности анамнеза у пациентов свыше 10 лет эффективность ТЭС-терапии снижается, что может говорить, по-видимому, о том, что функциональные нарушения микроциркуляции у данной категории пациентов сменяются морфологической перестройкой сосудистого русла, которая и приводит к снижению эффекта от проводимой терапии.

Нами рассчитывались в динамике лечения при помощи формул такие показатели, как эффективность кислородного обмена (ЭКО):

$$\text{ЭКО} = \text{ПМ} \times \text{U} \times \text{ФПК},$$

и флуоресцентный показатель потребления кислорода (ФПК) на основе анализа соотношения флуоресценции восстановленных пиридиннуклеотидов (НАДН) и окисленных флавопротеидов (табл. 3).

$$\text{ФПК} = \text{АНАДН} / \text{Афлавины},$$

где АНАДН – амплитуда излучения флуоресценции восстановленного кофермента никотинамидадениндинуклеотида; Афлавины – амплитуда излучения флуоресценции окисленных флавопротеидов.

Сравнительная эффективность кислородного обмена у пациентов различных групп

Показатель	I группа, n=17		II группа, n=20		III группа, n=29	
	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения	до лечения	после лечения
ФПК, отн.ед.	1,45±0,02	1,54±0,02**	1,33±0,05	1,46±0,04*	1,11±0,04	1,21±0,03*
ЭКО, отн.ед.	37,03±1,6	46,19±1,7**	23,52±2,1	33,69±2,2**	13,56±2,5	16,23±2,1*

Примечание: \* $p \leq 0,05$  по сравнению с исходным показателем той же группы; \*\* $p \leq 0,01$  по сравнению с исходным показателем той же группы.

Как видно из представленных данных, на фоне ТЭС-терапии у пациентов отмечалось улучшение эффективности кислородного обмена, более значительное у обследованных с давностью болезни не более 10 лет, в дальнейшем ее эффективность снижалась, что согласуется с данными предыдущего исследования (табл. 4).

Таблица 4

Динамика изменения эффективности кислородного обмена в среднем по группам

Показатель	I группа, n=17, %	II группа, n=20, %	III группа, n=29, %
ФПК, отн. ед.	+6,2	+9,8	+9,0
ЭКО, отн. ед.	+24,7	+43,2	+19,7

У пациентов первой группы отмечалась нормализация показателей сосудистого тонуса. У обследованных второй и третьей групп наблюдения было отмечено некоторое снижение амплитуды дыхательных колебаний, что свидетельствовало о снижении депонирования крови в венах. Возможно, это было связано с улучшением микроциркуляторных процессов в сердечной мышце и повышением его пропульсивной способности, даже на фоне бронхообструктивной патологии, что позволяло в некоторой степени снижать давление в венах и нормализовать кровоток в капиллярах, увеличивая артериовенулярный градиент давления. Кроме того, у больных сохранялось повышение амплитуды мышечных колебаний, что свидетельствовало о стабильном снижении тонуса прекапилляров и позволяло увеличить приток крови в капилляры.

Одновременно с этим отмечалась нормализация амплитуды колебаний в нейрогенном диапазоне 0,02–0,052 Гц, отражающее тенденцию к стабилизации показателя шунтирования и нормализации перфузионного давления в капиллярах. Как и в случае с предыдущими исследованиями, выраженность положительной динамики зависела от длительности заболевания и была наиболее значима при продолжительности анамнеза не более 10 лет.

В результате проведенного исследования было выявлено, что под воздействием ТЭС-терапии происходит не только увеличение потребления кислорода в тканях, но и значительно повышается эффективность его обмена, снижается активность гликолитических процессов. Это, в свою очередь, приводит к снижению амплитуды флуоресценции окисленной формы ФАД и увеличению амплитуды флуоресценции восстановленной формы НАДН как закономерный процесс восстановления антиоксидантных свойств клеток. Подтверждением сни-

жения гипоксии тканей является повышение флуоресцентного показателя потребления кислорода (ФПК) во всех группах на 6,2, 9,8 и 9,0% ( $p_{1-3} \leq 0,05$ ) соответственно. Достоверно значимые изменения в положительную сторону ( $p \leq 0,05$ ) были выявлены среди следующих показателей: показатель микроциркуляции, относительный объем фракции эритроцитов. Причем положительные изменения произошли во всех исследуемых группах у больных с ХОБЛ и АГ. Снижение показателя перфузионной сатурации кислорода в микрокровотоке (S<sub>Om</sub>) на 8–20% свидетельствовало об улучшении газообмена в тканях. Так, у пациентов первой группы с ХОБЛ и АГ этот показатель снизился на 12,5%, в то время как у больных второй группы – уже на 20,4%, при этом у обследованных из третьей группы – до 8,8%, что также подтверждало частично необратимый характер сосудистых изменений при длительном течении АГ и ХОБЛ. На этом фоне у пациентов всех групп наблюдения, особенно с давностью заболевания не более 10 лет, отмечалось повышение эффективности кислородного обмена в первой группе на 24,7%, во второй группе на 43,2% и в третьей группе на 19,7% соответственно.

Наше наблюдение в течение 1,5 года за пациентами с коморбидной патологией, представленной сочетанием ХОБЛ и АГ, продемонстрировало положительные изменения в системе их микроциркуляции. Однако у больных третьей клинической группы со стажем патологий более 10 лет эффект был менее выраженным. Предполагается, что менее заметный ожидаемый эффект от ТЭС-терапии у таких пациентов обусловлен уже имеющимися морфологическими изменениями в сосудистой стенке. Таким образом, выраженность положительной динамики зависела от длительности заболевания и была наиболее значима при продолжительности анамнеза не более 10 лет.

Анализ частотных характеристик кровотока на периферии в исследуемых группах у пациентов с коморбидной патологией ХОБЛ и АГ показал наличие положительной динамики в регуляции тонуса сосудов микроциркуляторного русла. Нормализация показателей сосудистого тонуса нами наблюдалась у пациентов первой группы, в то время как у обследованных во второй и третьей группах было отмечено некоторое снижение амплитуды дыхательных колебаний, что свидетельствовало о снижении депонирования крови в венах. Мы предполагаем, что это связано с улучшением микроциркуляторных процессов в сердечной мышце и повышении его пропульсивной способности, даже на фоне бронхообструктивной патологии, что позволяло в

некоторой степени снижать давление в венах и нормализовать кровоток в капиллярах, увеличивая артериовенулярный градиент давления. Кроме того, у больных сохранялось повышение амплитуды мышечных колебаний, что свидетельствовало о стабильном снижении тонуса прекапилляров и позволяло увеличить приток крови в капилляры. Одновременно с этим отмечалось нормализация амплитуды колебаний в нейрогенном диапазоне 0,02–0,052 Гц, отражающее тенденцию к стабилизации показателя шунтирования и нормализации перфузионного давления в капиллярах.

Наблюдаемые в ходе исследования изменения в состоянии сосудистого кровотока и связанных с ним положительных сдвигах в кислородном обмене связаны, по-видимому, с регулирующим воздействием ТЭС-терапии и, в частности, с влиянием ТЭС-терапии на обмен эндорфинов [2, 16]. Рядом исследований доказано, что выработка эндорфинов снижается при так называемых «болезнях образа жизни», являющихся в настоящее время основной причиной смертности [1, 17, 18]. К таким болезням относятся: сахарный диабет, сердечно-сосудистые заболевания, онкологические заболевания, ожирение, хронические заболевания дыхательной системы, в том числе ХОБЛ [19, 20]. Вместе с тем известно, что ТЭС-терапия имеет множество положительных воздействий на организм, среди которых анальгезирующее и противострессовое влияния, усиление иммунной защиты через стимуляцию фагоцитарной активности нейтрофилов, активацию естественных киллерных клеток и угнетение супрессоров [2, 18]. Бета-эндорфин, попадая в кровяное русло, взаимодействует с опиатными рецепторами лимфоцитов и активирует их, существенно повышая клеточный иммунитет, что может быть использовано, в частности, и у пациентов с длительно текущей ХОБЛ [1, 2, 18]. Известно, что эндорфины оказывают нормализующее влияние на работу внутренних органов, в том числе на регуляцию почечного кровотока, также способствуют нормализации сосудистого тонуса и регуляции частоты дыхания и сердцебиения на фоне гипоксии. Из-за этих свойств эндорфины иногда называют регуляторами регулируемых систем в организме. При этом ТЭС-терапия обладает кумулирующим положительным эффектом. Клинические наблюдения показали, что после каждой процедуры у пациентов увеличивался период ремиссии, а также период ремиссий, длительность которых возрастает, что подтверждает положительное влияние транскраниальной стимуляции. Похожие данные были представлены и рядом других работ, где изучалось влияние ТЭС-терапии у пациентов, имеющих другие патологические состояния [16, 17, 18, 21].

Выявленные в ходе исследования данные свидетельствуют о положительном влиянии ТЭС-терапии на процессы газообмена в микроциркуляторном звене у пациентов с коморбидной патологией ХОБЛ и АГ.

**Выводы.** Таким образом, по нашему мнению, все указанные изменения в микроциркуляции на фоне

ТЭС-терапии можно было оценивать как увеличение длительности адаптационных механизмов, направленных на борьбу с гипоксией на фоне коморбидной патологии. Кроме того, увеличение емкости микроциркуляторного русла за счет снижения тонуса прекапилляров и открытия резервных микрососудов, возможно, может способствовать и снижению системного АД, профилируя прогрессирование системной АГ. В этом же направлении, по-видимому, действует и снижение уровня гипоксии, поскольку именно гипоксия зачастую приводит к повышению сосудистого тонуса на фоне развития эндотелиальных нарушений. На основании полученных данных ТЭС-терапия может быть рекомендована для включения в комплексную терапию пациентов с указанной коморбидной патологией.

**Прозрачность исследования.** Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы несут полную ответственность за предоставление окончательной версии рукописи в печать.

**Декларация о финансовых и других взаимоотношениях.** Все авторы принимали участие в разработке концепции, дизайна исследования и в написании рукописи. Окончательная версия рукописи была одобрена всеми авторами. Авторы не получали гонорар за исследование.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Лебедев, В.П. Разработка и внедрение в клиническую практику нового метода транскраниальной электростимуляции (ТЭС-терапия) / В.П. Лебедев, А.В. Малыгин // Вестник северо-западного отделения Академии медицинских-технических наук / ред. Г.В. Анцев. – СПб.: Агентство РДК Принт, 2002. – С.134–141.
2. Devices for noninvasive transcranial electrostimulation of the brain endorphinergic system: application for improvement of human psycho-physiological status / V.P. Lebedev, A.V. Malygin, A.V. Kovalevski [et al.] // Artificial Organs. – 2002. – Vol. 26, № 3. – P.248–251.
3. Федеральные клинические рекомендации по диагностике и лечению хронической обструктивной болезни легких / А.Г. Чучалин, З.Р. Айсанов, С.Н. Авдеев [и др.] // Русский медицинский журнал. – 2014. – Т. 22, № 5. – С.331–346.
4. Лазерная доплеровская флоуметрия микроциркуляции крови: руководство для врачей / под ред. А.И. Крупаткина, В.В. Сидорова. – М.: ОАО «Издательство «Медицина», 2005. – С.125.
5. Лесных, А.В. Измерение показателя микроциркуляции крови в капиллярах методом лазерной доплеровской флоуметрии / А.В. Лесных, Е.А. Шимко // Известия Алтайского государственного университета. – 2017. – № 1 (93). – С.15–18.
6. Investigating tissue respiration and skin microhaemocirculation under adaptive changes and the synchronization of blood flow and oxygen saturation rhythms / A.V. Dunaev, V.V. Sidorov, A.I. Krupatkin [et al.] // Physiological Measurement. – 2014. – Vol. 35. – P.607–621.
7. Combined use of laser Doppler flowmetry and skin thermometry for functional diagnostics of intradermal finger vessels / E.A. Zherebtsov, A.I. Zherebtsova, A. Doronin [et al.] // J. Biomed. Opt. – 2017. – Vol. 22 (4). – P.40502.
8. Blood microcirculation disorder in patients with bronchopulmonary diseases and methods of microcirculation study / I.Iu. Korzheva, V.N. Iakovlev, R.B. Mumladze [et al.] // Ter. Arkh. – 2012. – Vol. 84 (6). – P.65–67.

9. Characterization of the non-invasive assessment of the cutaneous microcirculation by laser Doppler perfusion scanner / S. Keymel, J. Sichwardt, J. Balzer // *Microcirculation*. – 2010. – Vol. 17 (5). – P.358–366.
10. Non-invasive assessment of microvascular endothelial function by laser Doppler flowmetry in patients with essential hypertension / K. Farkas, E. Kolossváry, Z. Járai // *Atherosclerosis*. – 2004. – Vol. 173 (1). – P.97–102.
11. *Korneeva, N.V.* Microcirculatory Bed, Microcirculation, and Smoking-Associated Endothelial Dysfunction in Young Adults / N.V. Korneeva, B.Z. Sirotnin // *Bull. Exp. Biol. Med.* – 2017. – Vol. 162 (6). – P.824–828.
12. *Klester, E.B.* Arterial hypertension in patients with in combination with coronary artery disease / E.B. Klester, I.N. Shoikhet // *Ter. Arkh.* – 2008. – Vol. 80 (9). – P.13–17.
13. Endothelial dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease with concomitant hypertension / V. Kapustnik, O. Istomina // *Georgian Med. News*. – 2016. – Vol. 256. – P.29–33.
14. Функциональное состояние артериолярных и венулярных микрососудов кожи у пациентов с гипертонической болезнью / А.А. Федорович, Ш.Б. Гориева, А.Н. Рогоза [и др.] // *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. – 2014. – Т. 13, № 3 (51). – С.45–60.
15. *Roustit, M.* Assessment of endothelial and neurovascular function in human skin microcirculation / M. Roustit, J.L. Cracowski // *Trends Pharmacol. Sci.* – 2013. – Vol. 34 (7). – P.373–384.
16. Noninvasive transcranial electrostimulation of endorphin structures of the brain as a reparation activator: experimental and clinical parallels / V.P. Lebedev, O.B. Il'inskiĭ, A.B. Savchenko [et al.] // *Med. Tekh.* – 2002. – Vol. 6. – P.32–35.
17. *Малыгин, А.В.* Биотехническая резонансная система ТЭС-терапии / А.В. Малыгин // *Биотехносфера*. – 2009. – № 2. – С.13–19.
18. Транскраниальная и нейроадаптивная электростимуляция в лечении больных с гипертонической болезнью: сравнительный анализ эффективности / И.Н. Смирнова, Е.И. Люберцева, Е.Ю. Бредихина [и др.] // *CardioСоматика*. – 2017. – Т. 8, № 1. – С.70–71.
19. Артериальная гипертония у больных с хронической обструктивной болезнью легких (20-летний опыт изучения) / В.С. Задионченко, В.В. Ли, Т.В. Адашева [и др.] // *Медицинский совет*. – 2012. – № 10. – С.12–19.
20. Combination antihypertensive therapy among patients with COPD / M.A. Herrin, L.C. Feemster, K. Crothers [et al.] // *Chest*. – 2013. – Vol. 143 (5). – P.1312–1320.
21. *Gabis, L.* Immediate influence of transcranial electrostimulation on pain and beta-endorphin blood levels: an active placebo-controlled study / L. Gabis, B. Shklar, D. Geva // *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* – 2003. – Vol. 82 (2). – P.81–85.
22. physiological status. *Artificial Organs*. 2002; 26 (3): 248-251.
23. Chuchalin AG, Ajsanov ZR, Avdeev SN et al. Federal'nye klinicheskie rekomendacii po diagnostike i lecheniju hronicheskoy obstruktivnoj bolezni legkih [Federal clinical practice guideline for diagnosis and treatment of Chronic Obstructive Pulmonary Disease]. *Rossiiskij medicinskij zhurnal [Russian medical journal]*. 2014; 22 (5): 331-346.
24. Krupatkina AI, Sidorova VV ed. *Lazernaja dopplerovskaja floumetrija mikrocirkuljarii krovi; rukovodstvo dlja vrachej [Laser Doppler flowmetry of blood microcirculation; a guide for doctors]*. Moskva [Moscow]: «Izdatel'stvo «Medicina» [Publishing House "Medicine"]]. 2005: 125 p.
25. Lesnyh AV, Shimko EA. Izmerenie pokazatelja mikro-cirkuljarii krovi v kapilljarah metodom lazernoj dopplerovskoj floumetrii [Measurement of blood microcirculation in capillaries by laser Doppler flowmetry]. *Izvestija Altajskogo gosudarstvennogo universiteta [Izvestiya of Altai State University]*. 2017; 1 (93): 15-18.
26. Dunaev AV, Sidorov VV, Krupatkin AI et al. Investigating tissue respiration and skin microhaemocirculation under adaptive changes and the synchronization of blood flow and oxygen saturation rhythms. *Physiological Measurement*. 2014; 35: 607-621.
27. Zherebtsov EA, Zherebtsova AI, Doronin A et al. Combined use of laser Doppler flowmetry and skin thermometry for functional diagnostics of intradermal finger vessels. *J Biomed Opt.* 2017; 22 (4): 40502. doi: 10.1117/1.JBO.22.4.040502.
28. Korzheva IJu, Iakovlev VN, Mumladze RB, Rozikov luSh, Duvanskiĭ VA. Blood microcirculation disorder in patients with bronchopulmonary diseases and methods of microcirculation study. *Ter Arkh.* 2012; 84 (6): 65-67.
29. Keymel S, Sichwardt J, Balzer J, Stegemann E, Rassaf T, Kleinbongard P, Kelm M, Heiss C, Lauer T. Characterization of the non-invasive assessment of the cutaneous microcirculation by laser Doppler perfusion scanner. *Microcirculation*. 2010; 17 (5): 358-366. doi: 10.1111/j.1549-8719.2010.00037.x.
30. Farkas K, Kolossváry E, Járai Z, Nemcsik J, Farsang C. Non-invasive assessment of microvascular endothelial function by laser Doppler flowmetry in patients with essential hypertension. *Atherosclerosis*. 2004; 173 (1): 97-102.
31. Korneeva NV, Sirotnin BZ. Microcirculatory Bed, Microcirculation, and Smoking-Associated Endothelial Dysfunction in Young Adults. *Bull Exp Biol Med*. 2017; 162 (6): 824-828.
32. Klester EB, Shoikhet IaN. Arterial hypertension in patients with in combination with coronary artery disease. *Ter Arkh.* 2008; 80 (9): 13-17.
33. Kapustnik V, Istomina O. Endothelial dysfunction in patients with chronic obstructive pulmonary disease with concomitant hypertension. *Georgian Med News*. 2016; Vol.256-257: 29-33.
34. Fedorovich AA, Gorieva ShB, Rogoza AN et al. Funkcional'noe sostojanie arterioljarnyh i venuljarnyh mikrososudov kozhi u pacientov s gipertonicheskoy bolezni'ju [Functional state of arteriolar and venular skin microvessels in patients with essential hypertension]. *Regionarnoe krovoobrashhenie i mikrocirkuljacija [Egonic blood circulation and microcirculation]*. 2014; 13. 3 (51): 45-60.
35. Roustit M, Cracowski JL. Assessment of endothelial and neurovascular function in human skin microcirculation. *Trends Pharmacol Sci*. 2013; 34 (7): 373–384. doi: 10.1016/j.tips.2013.05.007.
36. Lebedev VP, Il'inskiĭ OB, Savchenko AB, Kolosova LI, Kovalevskii AV, Tsurul'nikov EM, Rychkova SV, Malkho-

## REFERENCES

1. Lebedev VP, Malygin AV. Razrabotka i vnedrenie v klinicheskuyu praktiku novogo metoda transkranialnoy elektrostimuljarii (TES-terapija) [Development and implementation in clinical practice a new method of transcranial electrotherapy stimulation (TES-therapy)]. *Vestnik Severo-Zapadnogo otdelenija Rossijskoy Akademii medico-tehnicheskikh nauk [The Bulletin of North-West Division of Academy of Medical and Technical Sciences]*. 2002: 134-141.
2. Lebedev VP, Malygin AV, Kovalevskii AV, Rychkova SV, Sisoev VN, Kropotov SP, Krupitskiĭ EM, Gerasimova LI, Glukhov DV, Kozlowski GP. Devices for noninvasive transcranial electrostimulation of the brain endorphinergic system: application for improvement of human psycho-

- va MV, Aleksandrov VA, Gerasimova LI, Pavlov VA. Noninvasive transcranial electrostimulation of endorphin structures of the brain as a reparation activator: experimental and clinical parallels. Med Tekh. 2002; (6): 32-35.
17. Malygin AV. Biotehnicheskaja rezonansnaja sistema TJeS-terapii [Biotechnical resonant system of TES-therapy]. Biotehnosfera [Biotechnosphere]. 2009; 2: 13-19.
18. Smirnova IN, Ljuberceva EI, Bredihina E Ju et al. Transkraniálnaja i nejroadaptivnaja jelektrostimuljacija v lechenii bol'nyh s gipertonicheskoj bolezni'ju: sravnitel'nyj analiz jeffektivnosti [Transcranial and neuroadaptive electrostimulation in the treatment of patients with essential hypertension: a comparative analysis of effectiveness]. Cardio Somatika [Cardiosomatics]. 2017; 8 (1): 70-71.
19. Zadionchenko VS, Li VV, Adasheva TV, Zherdeeva EI, Malinicheva JuV, Nesterenko OI. Arterial'naja gipertonija u bol'nyh s hronicheskoj obstruktivnoj bolezni'ju legkih (20-letnij opyt izuchenija) [Arterial hypertension in patients with chronic obstructive pulmonary disease (20 years of experience)]. Medicinskij sovet [Medical Advice]. 2012; 10: 12-19.
20. Herrin MA, Feemster LC, Crothers K, Uman JE, Bryson CL, Au DH. Combination antihypertensive therapy among patients with COPD. Chest. 2013; 143 (5): 1312-1320. doi: 10.1378/chest.12-1770.
21. Gabis L, Shklar B, Geva D. Immediate influence of transcranial electrostimulation on pain and beta-endorphin blood levels: an active placebo-controlled study. Am J Phys Med Rehabil. 2003; 82 (2): 81-85.

© Р.А. Костарева, Я.Б. Хомаева, А.И. Подъянова,  
Б.В. Головской, Т.Н. Сыромятникова, Л.В. Ермачкова, 2018  
УДК 616.124.3:616.24-036.12

DOI: 10.20969/VSKM.2018.11(3).26-31

## ПРОДОЛЬНАЯ ДЕФОРМАЦИЯ ПРАВОГО ЖЕЛУДОЧКА У БОЛЬНЫХ С ХРОНИЧЕСКОЙ ОБСТРУКТИВНОЙ БОЛЕЗНЬЮ ЛЕГКИХ С РАЗНОЙ МАССОЙ ТЕЛА

**КОСТАРЕВА РОЗА АЛЬХАСОВНА**, аспирант кафедры терапии и семейной медицины ФДПО ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, Россия, 614990, Пермь, ул. Петропавловская, 26, тел. +7-908-279-77-75, e-mail: roza-kostareva@mail.ru

**ХОМАЕВА ЯРОСЛАВА БОРИСОВНА**, докт. мед. наук, профессор, зав. кафедрой терапии и семейной медицины ФДПО ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, Россия, 614990, Пермь, ул. Петропавловская, 26, тел. (342) 217-20-80, факс: (342) 217-20-80, e-mail: fuvpgrta@mail.ru

**ПОДЪЯНОВА АННА ИЛЬИНИЧНА**, аспирант кафедры терапии и семейной медицины ФДПО ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, Россия, 614990, Пермь, ул. Петропавловская, 26, тел. (342) 217-20-80, факс: (342) 217-20-80, e-mail: podyanova00@mail.ru

**ГОЛОВСКОЙ БОРИС ВАСИЛЬЕВИЧ**, докт. мед. наук, профессор кафедры терапии и семейной медицины ФДПО ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, Россия, 614990, Пермь, ул. Петропавловская, 26, тел. (342) 217-20-80, факс: (342) 217-20-80, e-mail: fuvpgrta@mail.ru

**СЫРОМЯТНИКОВА ТАТЬЯНА НИКОЛАЕВНА**, канд. мед. наук, доцент кафедры терапии и семейной медицины ФДПО ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, Россия, 614990, Пермь, ул. Петропавловская, 26, тел. (342) 217-20-80, факс: (342) 217-20-80, e-mail: fuvpgrta@mail.ru

**ЕРМАЧКОВА ЛАРИСА ВАЛЕНТИНОВНА**, канд. мед. наук, доцент кафедры терапии и семейной медицины ФДПО ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России, Россия, 614990, Пермь, ул. Петропавловская, 26, тел. (342) 217-20-80, факс: (342) 217-20-80, e-mail: fuvpgrta@mail.ru

**Реферат. Цель исследования** – оценить продольную деформацию правого желудочка у пациентов с хронической обструктивной болезнью легких с разной массой тела. **Материал и методы.** 72 пациентам с хронической обструктивной болезнью легких [средний возраст – (64,6±1,0) года; 83,3% мужчины], которые были разделены по индексу массы тела на три группы: 1-я – больные с нормальной массой тела ( $n=31$ ); 2-я – больные с избыточным весом ( $n=21$ ); 3-я – пациенты с ожирением I-II степени ( $n=20$ ), проведена эхокардиография с определением глобальной и сегментарной систолической продольной деформации свободной стенки правого желудочка («VIVID-7», GE). Всем обследованным определяли толщину подкожного и премезентериального жира ультразвуковым методом. **Результаты и их обсуждение.** У больных с хронической обструктивной болезнью легких с увеличением индекса массы тела происходит снижение глобальной продольной деформации свободной стенки правого желудочка, а также ее региональной деформации на всех трех уровнях. При этом у пациентов во 2-й и 3-й группах снижена глобальная продольная деформация правого желудочка, а по результатам факторного анализа у обследованных лиц этих групп выявлена сильная прямая связь между глобальной продольной деформацией свободной стенки правого желудочка ( $F_1=0,81$ ) с толщиной премезентериального жира ( $F_1=0,53$ ) и индексом массы тела ( $F_1=0,50$ ). **Выводы.** Снижение глобальной продольной деформации правого желудочка у больных с хронической обструктивной болезнью легких с избыточным весом и ожирением может быть ранним маркером систолической дисфункции правого желудочка. У пациентов с хронической обструктивной болезнью легких с повышенной массой тела и ожирением ухудшение глобальной продольной систолической деформации правого желудочка ассоциировано с увеличением индекса массы тела и утолщением премезентериального жира.

**Ключевые слова:** хроническая обструктивная болезнь легких, индекс массы тела, правый желудочек, продольная деформация.

**Для ссылки:** Продольная деформация правого желудочка у больных с хронической обструктивной болезнью легких с разной массой тела / Р.А. Костарева, Я.Б. Хомаева, А.И. Подъянова [и др.] // Вестник современной клинической медицины. – 2018. – Т. 11, вып. 3. – С.26–31. DOI: 10.20969/VSKM.2018.11(3).26-31.