



## Влияние аквафитнеса в пресной воде у пациентов с гипертонической болезнью на микроциркуляцию

<sup>1</sup>Лобанов А.А., <sup>1</sup>Андронов С.В., <sup>1</sup>Барашков Г.Н., <sup>1</sup>Митрошкина Е.Е., <sup>1</sup>Фесюн А.Д., <sup>1</sup>Рачин А.П., <sup>1</sup>Еремушкин М.А., <sup>2</sup>Ло Ин, <sup>3</sup>Сидоров В.В., <sup>4</sup>Богданова Е.Н., <sup>1</sup>Зайцев А.Р., <sup>1</sup>Никитина А.М., <sup>1</sup>Гришечкина И.А., <sup>1</sup>Яковлев М.Ю., <sup>1</sup>Вороненко А.Г., <sup>1</sup>Жарков А.И., <sup>1</sup>Кончугова Т.В., <sup>1</sup>Саморуков А.Е.

<sup>1</sup>Национальный медицинский центр реабилитации и курортологии, Москва, Россия

<sup>2</sup>Гуандунский университет иностранных языков и внешней торговли, Гуанчжоу, Китай

<sup>3</sup>Научно-производственное предприятие «ЛАЗМА», Москва, Россия

<sup>4</sup>Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Архангельск, Россия

### Резюме

Ходьба (Aquatic Physiotherapy) в воде является простым, легко воспроизводимым и доступным методом. Теплая вода бассейна снижает периферическое сосудистое сопротивление.

**Цель исследования.** Изучить влияние дозированной физической нагрузки в пресной воде на микроциркуляцию у лиц с артериальной гипертензией при наружном применении.

**Материалы и методы.** В исследование было включено 14 пациентов (7 мужчин, 7 женщин) в возрасте от 18 до 70 лет, с артериальной гипертензией 1 степени. Воздействие заключалось в проведении курса аквафитнеса в виде ходьбы в пресной воде. Длительность процедуры 30 минут, курс лечения 10 процедур, температура воды в бассейне (30–32°C). До начала и после окончания исследования проводили контроль результатов, включающий измерение показателей микроциркуляции методом лазерной доплеровской флоуметрии.

**Результаты.** У пациентов, получающих аквафитнес в пресной воде, выявлено достоверное уменьшение, на 25,0% от исходного, артериоло-веноулярного шунтирования ( $p=0,004$ ) и повышение показателя мышечного компонента регуляции микроциркуляции ( $p<0,05$ ), что свидетельствует об улучшении микроциркуляции под воздействием аквафитнеса. Выявлена оптимальная продолжительность тренировки в пресной воде равная пяти дням, по истечении которых, показатели, характеризующие микроциркуляцию, остаются на уровне плато, существенно не изменялись. Достоверно чаще положительный эффект от аквафитнеса достигался в группе пациентов, имеющих нарушения микроциркуляции по типу венозного застоя ( $\chi^2=10,6$ ;  $p<0,001$ ).

**Заключение.** Проведение лазерной доплеровской флоуметрии позволяет провести отбор пациентов с гипертонической болезнью наиболее нуждающихся в аквафитнесе.

**Ключевые слова:** вода, профилактика, клеточный метаболизм, микроциркуляция, лазерная флоуметрия, артериальная гипертензия, санаторно-курортное лечение

**Источник финансирования:** Работа выполнена в рамках Государственного задания НИР № А ААА-А18–118022890045–6, НИР №24.11–20–21, НИР 24.22–20–21

**Конфликт интересов:** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Для цитирования:** Лобанов А.А., Андронов С.В., Барашков Г.Н., Митрошкина Е.Е., Фесюн А.Д., Рачин А.П., Еремушкин М.А., Ло Ин, Сидоров В.В., Богданова Е.Н., Зайцев А.Р., Никитина А.М., Гришечкина И.А., Яковлев М.Ю., Вороненко А.Г., Жарков А.И., Кончугова Т.В., Саморуков А.Е. Влияние аквафитнеса в пресной воде у пациентов с гипертонической болезнью на микроциркуляцию. Вестник восстановительной медицины. 2020; 6 (100): 25–32. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-100-6-25-32>

**Для корреспонденции:** Лобанов Андрей Александрович, e-mail: [alobanov89@gmail.com](mailto:alobanov89@gmail.com)

**Статья получена:** 02.11.2020 **Статья принята к печати:** 25.11.2020 **Опубликована онлайн:** 01.12.2020

## The Effect of Aqua-trainings are in Fresh Water in Patients with Hypertension on the Microcirculation

<sup>1</sup>Lobanov A.A., <sup>1</sup>Andronov S.V., <sup>1</sup>Barashkov G.N., <sup>1</sup>Mitroshkina E.E., <sup>1</sup>Fesyun A.D., <sup>1</sup>Rachin A.P., <sup>1</sup>Eremushkin M.A., <sup>2</sup>Lo Ying, <sup>3</sup>Sidorov V.V., <sup>4</sup>Bogdanova E.N., <sup>1</sup>Zaitsev A.R., <sup>1</sup>Nikitina A.M., <sup>1</sup>Grishechkina I.A., <sup>1</sup>Yakovlev M.Yu., <sup>1</sup>Voronenko A.G., <sup>1</sup>Zharkov A.I., <sup>1</sup>Konchugova T.V., <sup>1</sup>Samorukov A.E.

<sup>1</sup>National Medical Center of Rehabilitation and Balneology, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup>Guangdong University of Foreign Studies South China Business College, Guangdong, China.

<sup>3</sup>“LAZMA”, Moscow, Russian Federation

<sup>4</sup>Northern Arctic Federal University, Arkhangelsk, Russian Federation

### Abstract

Walking in water (Aquatic Physiotherapy) is a simple, reproducible and affordable method. Warm pool water reduces peripheral vascular resistance.

**Purpose of the study** was to assess the effect of dosed physical activity in a fresh water on the microcirculation of patients with arterial hypertension (AH) when applied externally.

**Materials and methods.** The study included 14 subjects (7 men, 7 women) aged 18 to 70, with AH stage I. The patients were administered aqua training course in the form of walking in a fresh water for the 30 minutes duration, the course of treatment included 10 procedures, the water temperature in the pool was 30–32°C. Before and after the end of the intervention, several parameters were monitored, including the assessment of microcirculation using laser Doppler flowmetry.

**Results:** In patients receiving aquatraining in a fresh water, there was a significant decrease of arterio-venular bypass grafting by 25.0% from the initial (Wilcoxon T-test = 310.0;  $p = 0.004$ ) and an increase in the muscle component of microcirculation regulation (Wilcoxon T-test = 399.0;  $p < 0.05$ ), which indicates an improvement in microcirculation under the influence of aquatraining. The optimal duration of training in fresh water was found to be equal to five days, after which the indicators characterizing microcirculation remain at the plateau level, without significantly changing. Significantly more often, the positive effect of aquatraining was achieved in the group of patients with microcirculation disorders of the type of venous stasis ( $\chi^2 = 10.6$ ;  $p < 0.001$ ).

**Conclusion.** Laser Doppler flowmetry screening may be useful method to select patients with AH in a greatest need of aquatic training.

**Keywords:** water, spa treatment, prevention, cell metabolism, microcirculation, arterial hypertension, laser fluorimetry

**Acknowledgments:** The work was performed within the framework of the State Assignment Research Work No. A AAA-A18–118022890045–6, Research Work No. 24.11–20–21, Research Work No. 24.22–20–21

**Conflict of interest:** The authors declare no apparent or potential conflicts of interest related to the publication of this article.

**For citation:** Lobanov A.A., Andronov S.V., Barashkov G.N., Mitroshkina E.E., Fesyun A.D., Rachin A.P., Eremushkin M.A., Lo Ying, Sidorov V.V., Bogdanova E.N., Zaitsev A.R., Nikitina A.M., Grishchikina I.A., Yakovlev M.Yu., Voronenko A.G., Zharkov A.I., Konchugova T.V., Samorukov A.E. The effect of Aqua-trainings are in Fresh Water in Patients with Hypertension on the Microcirculation. Bulletin of Rehabilitation Medicine. 2020; 6 (100): 25–32. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-100-6-25-32>

**For correspondence:** Andrey A. Lobanov, e-mail: alobanov89@gmail.com

**Received:** Nov 02, 2020

**Accepted:** Nov 25, 2020

**Published online:** Dec 01, 2020

Ходьба (Aquatic Physiotherapy) в воде является простым, легко воспроизводимым и доступным методом [1]. Плотность воды примерно в 775 раз больше плотности воздуха, что позволяет гибко дозировать физическую нагрузку и нагружать мышцы, мало задействованные при ходьбе на воздухе [2].

При погружении тела человека в вертикальном состоянии в воду на него действуют сила плавучести (выталкивающая сила воды), гидростатическое давление и при движении – сила сопротивления и турбулентность, возникающая за движущим телом.

Эффекты антигравитационного воздействия снижают поток информации с проприорецепторов, разгружают деятельность сердечной мышцы, улучшают венозный возврат и повышают тонус венозной и лимфатической систем. Теплая вода бассейна обеспечивает миорелаксирующее и антиспастическое действие, снижает периферическое сосудистое сопротивление [3]. Погружение в воду приводит к облегчению работы диафрагмы и активации кровообращения [4].

Хорошо изучено воздействие аквафитнеса на показатели центральной гемодинамики, вместе с тем тканевое кровообращение изучено значительно меньше. У пациентов с гипертонической болезнью, при схожих показателях центральной гемодинамики, варианты нарушений микроциркуляции могут в значительной мере различаться, что требует различных подходов к терапии [5, 4].

Мониторирование микроциркуляторной функции в клинике было ограничено как из-за небольшого числа безопасных методов исследования, так и из-за сложности в интерпретации данных [6, 7]. Лазерная доплеровская флоуметрия, осуществляемая с помощью портативных (носимых) анализаторов, позволяет оценить изменения микроциркуляции, выделить типы реакции микроциркуляторного русла [8, 9, 14]. С помощью данного метода можно исследовать такие звенья гемомикроциркуляторного русла, как артериолы, терминальные артериолы, капилляры, посткапиллярные вены и артериоло-венулярные анастомозы [10–12].

Для эффективной терапии гипертонической болезни необходима индивидуализация подбора методов реабили-

литации с учетом клинко-патологического фенотипа нарушений микроциркуляции [13]. Проведение лазерной доплеровской флоуметрии позволит отобрать пациентов, наиболее нуждающихся в аквафитнесе. Пациенты с типами нарушений микроциркуляции плохо поддающиеся лечению должны получать другие методы лечения, более соответствующие их клинко-патологическому фенотипу, что позволит повысить эффективность лечения и рационально использовать ресурсы.

### Материалы и методы

Исследование проведено на базе ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии» Минздрава России. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании.

**Цель:** изучить влияние дозированной физической нагрузки в пресной воде на микроциркуляцию у лиц с артериальной гипертензией (АГ) при наружном применении.

**Объект исследования:** Добровольцы, страдающие артериальной гипертензией 1 стадии 1–2 степени. Численность 14 человек.

**Воздействие:** Наружное применение в виде аквафитнеса.

**Экспозиция:** 30 минут.

**Метод контроля:** Лазерная флоуметрия с помощью двух анализаторов лазерных микроциркуляции крови портативных «ЛАЗМА-ПФ». Анализаторы «ЛАЗМА ПФ» были установлены на третьих пальцах правой и левой рук. Обеспечивался одновременный контроль изменения параметров микроциркуляции справа и слева.

**Точки контроля:** «первая» до процедуры, «вторая» спустя 15 минут после окончания воздействия процедуры.

### Распределение в группы

Все пациенты получали 1 раз в сутки, в одно и то же время процедуру аквафитнеса в минеральной воде. В исследовании участвовало 14 пациентов, у каждого из которых было 2 точки контроля.

### Контроль этического комитета

Исследование выполнено в соответствии с этическими принципами Хельсинкской декларации, в соответствии с применяемыми российскими законами и нормативными актами. Перед началом проведения этого исследования, основные документы исследования (в том числе, протокол и форма информированного согласия), были рассмотрены и одобрены в установленном порядке Локальным этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ РК» Минздрава России. Этический комитет не вносил поправки к протоколу и одобрил рекламную информацию, используемую для набора пациентов в исследование, в соответствии с локальными регуляциями. Исследование проводилось под контролем этического комитета.

### Критерии включения

Добровольцы, пациенты с АГ I-II стадии, 1–2 степени, в возрасте 18–70 лет, не имеющие на момент начала исследования острых заболеваний и хронических заболеваний в стадии обострения, изъявившие желание участвовать в исследовании, подписавшие добровольное информированное согласие и согласие на обработку персональных данных.

### Критерии не включения пациентов в исследование:

- острый коронарный синдром;
- стентирование менее полугода назад;
- аортокоронарное шунтирование менее полугода назад;
- ОИМ, перенесенный менее полугода назад;
- ОНМК, перенесенное менее полугода назад;
- стенокардия напряжения 3–4 функционального класса;
- ФВЛЖ < 45%;
- аневризма аорты;
- значимые нарушения ритма сердца (пароксизмальная желудочковая и наджелудочковая тахикардия, мерцательная аритмия), атриовентрикулярная блокада II–III степени;
- все заболевания в острой стадии, хронические заболевания в стадии обострения;
- острые инфекционные заболевания до окончания срока изоляции;
- все венерические заболевания в острой или различной форме;
- психические заболевания, показанные для стационарного лечения; эпилепсия;
- все болезни крови в острой стадии и стадии обострения;
- злокачественные новообразования;
- эхинококк любой локализации;
- часто повторяющиеся и обильные кровотечения;
- рецидивирующий тромбофлебит;
- тромбоемболическая болезнь;
- выраженный болевой синдром при поражении нервных корешков, сплетений, нервных стволов; нарушения функции тазовых органов;
- активность воспалительного процесса при заболевании суставов выше II степени;
- ХПН (скорость клубочковой фильтрации < 30);
- аденома предстательной железы;
- полипы шейки матки, эндометрия; кисты яичников; миома матки и генитальный эндометриоз;
- кормящие и беременные женщины. Лица, не допускающиеся к участию в доклинических и клинических исследованиях, согласно 61 ФЗ ст. 43. п. 6.

### Критерии исключения пациентов из исследования:

- отказ пациента продолжать исследование;
- потеря связи с пациентом (переезд, смена места жительства, контактных данных);
- ухудшение самочувствия и отрицательная динамика клико-лабораторных показателей.

В исследование было включено 14 пациентов с АГ, медиана возраста составила 52 [34; 65] лет. Воздействие заключалось в проведении курса аквааэробики в виде ходьбы в пресной воде. Длительность процедуры 30 минут, курс лечения 10 процедур, температура воды в бассейне (30–32 °С). Методика включала: ходьбу обычным шагом в воде 10 минут, ходьба с высоко поднятыми коленями 5 минут, ходьба с опорой (плавательная доска) 5 минут, ходьба со специальным упорами для рук (вариант с вовлечением мышц верхних конечностей и корпуса) 5 минут. До начала и после окончания исследования проводили контроль результатов, включающий: измерение показателей микроциркуляции, используя два анализатора «ЛАЗМА ПФ» (ООО НПП ЛАЗМА, Россия) (регистрационное удостоверение Росздравнадзора № РЗН 2018/7853 от 26.11.2018 г). Для оценки состояния микроциркуляции крови применяли следующие характеристики перфузии ткани кровью: среднее арифметическое значение показателя микроциркуляции (Мпм), среднее значение нутритивного и шунтирующего кровотока (Мнутр. и Мшунт), а также показатели регуляции микрокровотока [14–15].

Для оценки достоверности различий между группами качественных переменных использован критерий  $\chi^2$ . При анализе количественных переменных был проведен тест Shapiro-Wilk's (W) (нормальность распределения). Представление результатов при аномальном распределении – в формате Me [Q<sub>25</sub>-Q<sub>75</sub>]. Оценка достоверности различий количественных переменных изучаемых групп была проведена методами Фридмана, ANOVA и парных сравнений Т Вилкоксона. Предварительная обработка и анализ временных рядов проводился методом ARIMA. Статистический анализ полученных результатов исследований выполнен с помощью пакета программ Statistica for Windows, v. 8.0 (StatSoft Inc., США) и Microsoft Excel (Microsoft, США). Достоверность различий считалась установленной при  $p < 0,05$ .

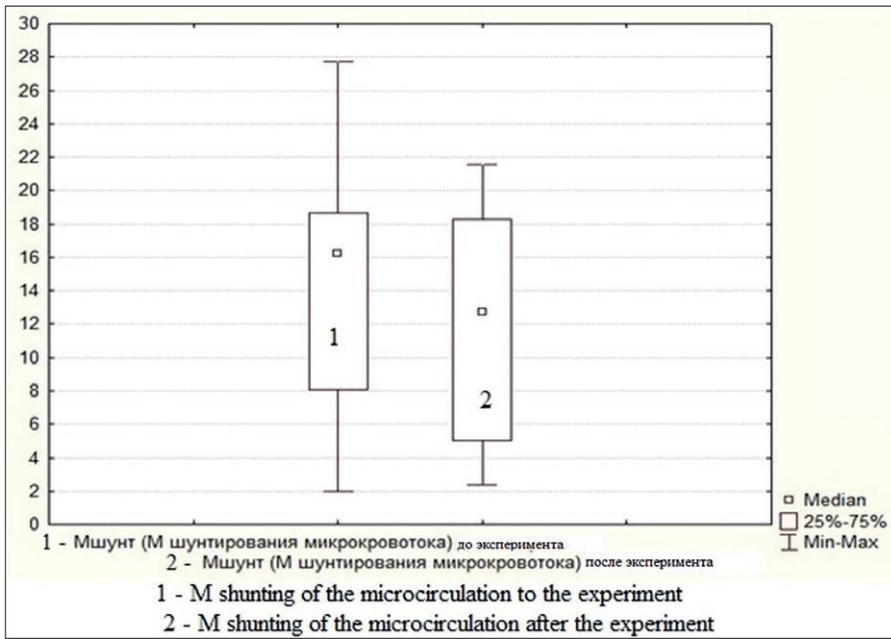
### Полученные результаты

У пациентов, получающих аквааэробики в пресной воде, выявлено достоверное уменьшение, на 25,0% от исходного, артериоло-веноулярного шунтирования (Wilcoxon T-test=310,0;  $p=0,004$ ) и повышение показателя мышечного компонента регуляции микрокровотока (Wilcoxon T-test=399,0;  $p < 0,05$ ), что свидетельствует об улучшении микроциркуляции под воздействием аквааэробик (рис. 1–2).

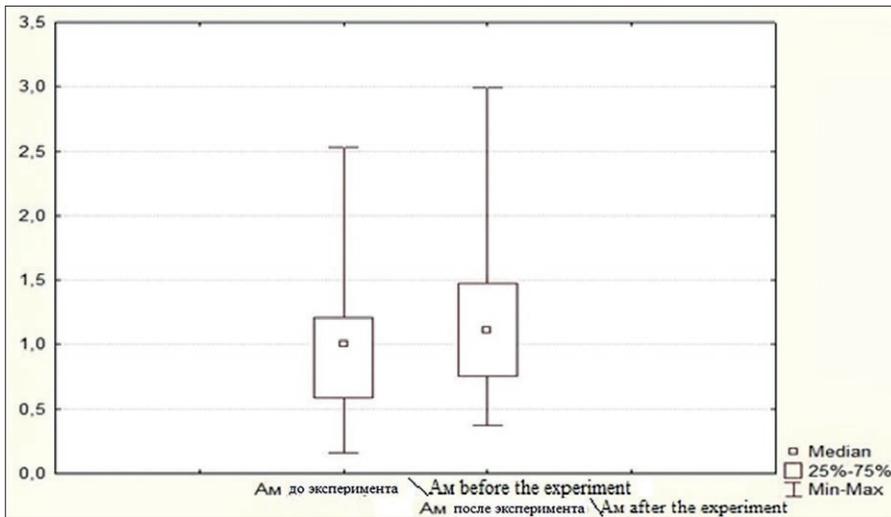
В результате анализа ARIMA временного тренда показателя микроциркуляции и нутритивного компонента микрокровотока, после воздействия курса аквааэробик, выявлена оптимальная продолжительность тренировок в пресной воде равная пяти дням, по истечении которых микроциркуляция снижается и остаётся на уровне плато на протяжении всего курса воздействия (рис. 3–4).

Достоверно чаще положительный эффект от аквааэробик достигался в группе пациентов, имеющих нарушения микроциркуляции по типу венозного застоя ( $\chi^2=10,6$ ;  $p < 0,001$ ) (рис. 5).

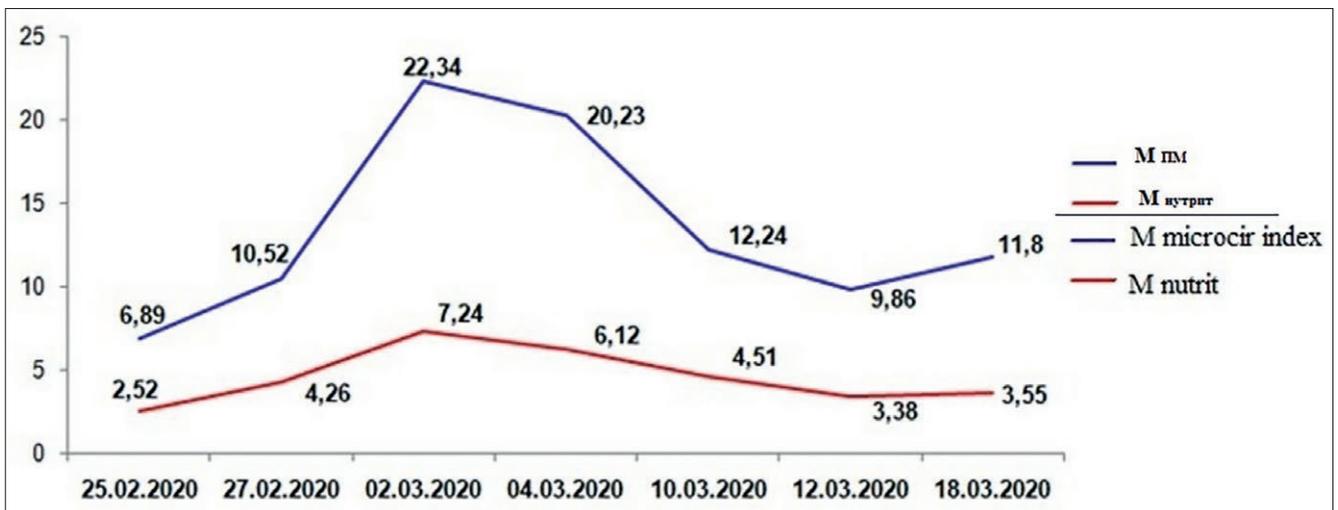
На эффективность аквааэробик влиял только клинико-патолофизиологический тип нарушений микроцирку-



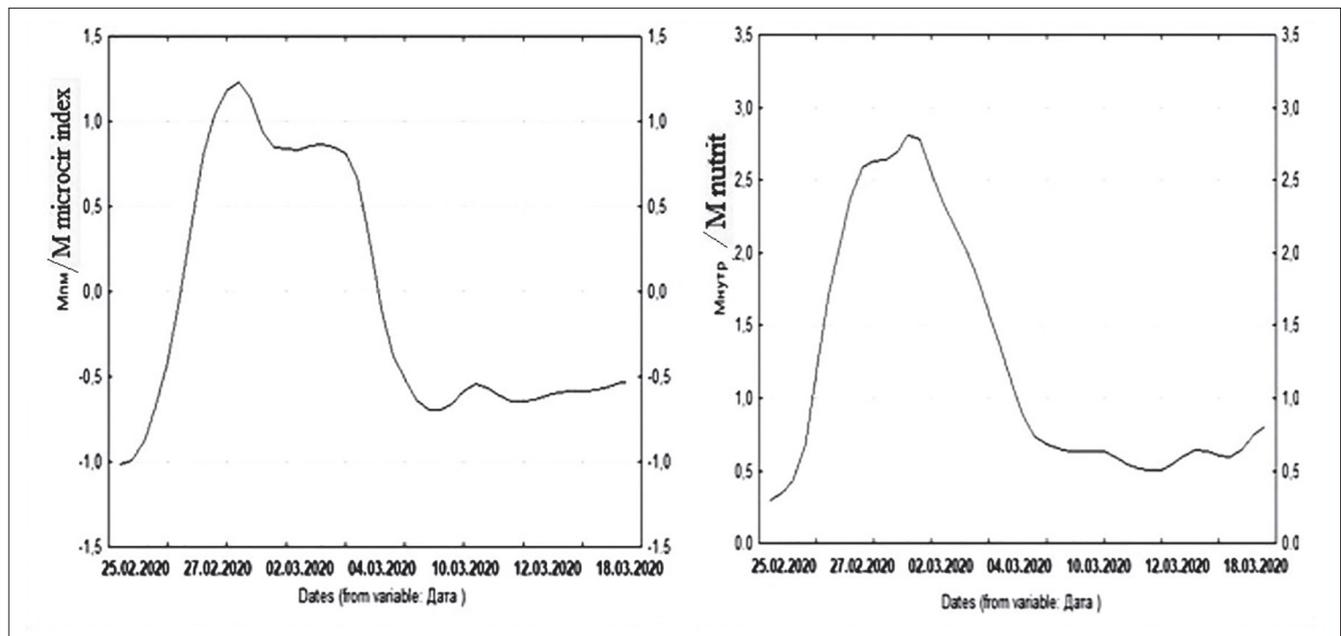
**Рис. 1.** Среднее значение показателя шунтирования микрокровотока до и после воздействия (n-14)  
**Fig. 1.** The average value of the indicator shunting of the microcirculation before and after exposure (n-14)



**Рис. 2.** Значение показателя мышечного компонента регуляции микрокровотока до и после воздействия (n-14)  
**Fig. 2.** The value of the index of the muscle component of microblood flow regulation before and after exposure (n-14)

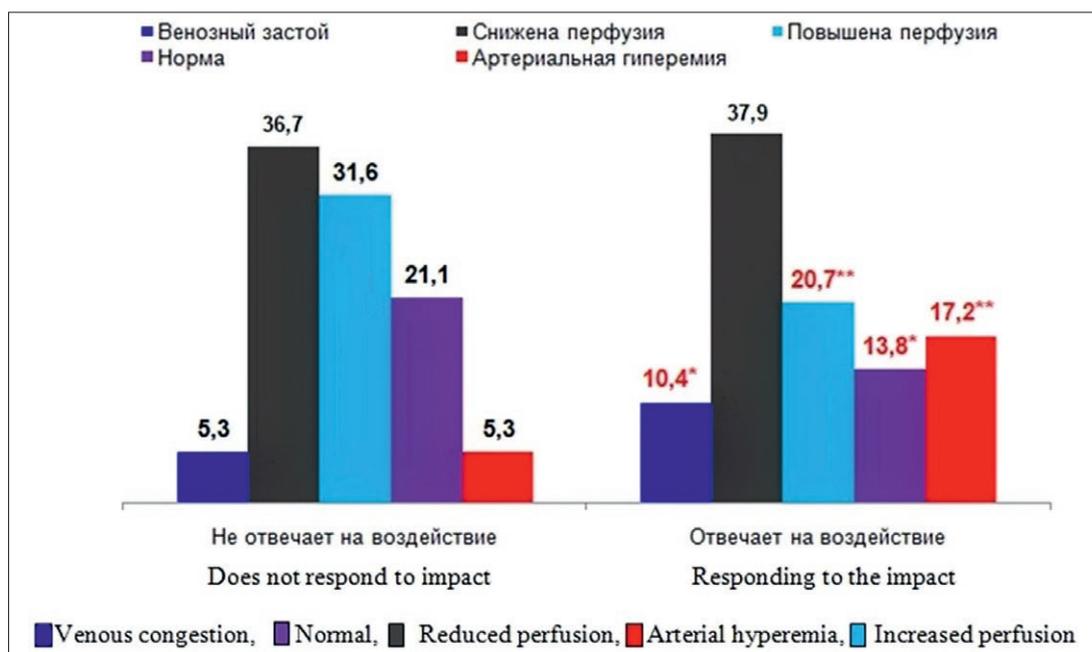


**Рис. 3.** Динамика значений показателя микроциркуляции и нутритивного компонента микрокровотока после воздействия (n-14)  
**Fig. 3.** Dynamics of the values of the microcirculation index and the nutritive component of the microcirculation after exposure (n-14)



**Рис. 4.** Динамика значений показателя микроциркуляции и нутритивного компонента микрокровотока после воздействия (n-14)

**Fig. 4.** Dynamics of the values of the microcirculation index and the nutritive component of the microcirculation after exposure (n-14)



**Рис. 5.** Доля ответов на воздействие показателя микроциркуляции основных типовых нарушений периферического кровообращения (n-14)

**Fig. 5** The proportion of responses to the impact of the microcirculation index of the main typical disorders of peripheral blood circulation (n-14)

ляции. На эффективность аквааэробных тренировок не влиял пол и возраст, так как отсутствовали достоверные отличия по показателям микроциркуляции между участниками молодой возрастной подгруппы и пожилыми ( $\chi^2=1,3$ ;  $p=0,3$ ), а также отсутствовали отличия между группой мужчин и женщин ( $\chi^2=3,3$ ;  $p=0,07$ ).

**Заключение**

1. У пациентов, получающих аквааэробные тренировки в пресной воде, выявлено достоверное уменьшение, на 25,0% от исходного, артериоло-венулярного шунтирования (Wilcoxon T-test=310,0;  $p=0,004$ ) и повышение показателя мышечно-

го компонента регуляции микрокровотока (Wilcoxon T-test=399,0;  $p<0,05$ ), что свидетельствует об улучшении микроциркуляции под воздействием аквааэробных тренировок;

2. Выявлена оптимальная продолжительность тренировки в пресной воде равная пяти дням, по истечении которых, показатели, характеризующие микроциркуляцию, остаются на уровне плато, существенно не изменяясь;
3. Достоверно чаще положительный эффект от аквааэробных тренировок достигался в группе пациентов, имеющих нарушения микроциркуляции по типу венозного застоя ( $\chi^2=10,6$ ;  $p<0,001$ ).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барашков Г.Н., Львова Н.В., Персиянова-Дуброва А.Л., Крикорова С.А., Тупицина Ю.Ю., Бадалов Н.Г., Поважная Е.Л. Мировые тенденции в развитии медицинских СПА. Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2012; Т. 89 (1): 34–37.
2. Torres-Ronda L., I del Alcazar X.S. The properties of water and their applications for training. *Journal of Human Kinetics*. 2014; (44): 237–248. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0129>
3. Улащик В.С., Лукомский И.В. Общая физиотерапия. Учебник. Книжный Дом. 2008: 512 с.
4. Фесюн А.Д., Лобанов А.А., Рачин А.П., Яковлев М.Ю., Андронов С.В., Кончугова Т.В., Гильмутдинова И.Р., Барашков Г.Н., Митрошкина Е.Е., Богданова Е.Н., Лебедев Я.О., Никитина А.М. Вызовы и подходы к медицинской реабилитации пациентов, перенесших осложнения Covid-19. *Вестник восстановительной медицины*. 2020; 97 (3): 3–13. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-97-3-3-13>
5. Бадалов Н.Г., Барашков Г.Н., Персиянова-Дуброва А.Л. Терренкуры и физическая тренировка ходьбой. Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2016; 15 (6): 317–322. <https://doi.org/10.18821/1681-3456-2016-15-6-317-322>
6. Поленов С.А. Основы микроциркуляции. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2008; (1): 5–19.
7. Козлов В.И., Азизов Г.А., Гурова О.А., Литвин Ф.Б. Лазерная доплеровская флоуметрия в оценке состояния и расстройств микроциркуляции крови. Методическое пособие для врачей. М. Изд-во РУДН. 2012: 32 с.
8. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Функциональная диагностика состояния микроциркуляторно-тканевых систем. Колебания, информация, нелинейность. Руководство для врачей. М. 2013: 496 с.
9. Dynnyk O.B., Marunchyn N.A., Mostovy S.Ye. Endothelial dysfunction in clinical practice: the role of laser Doppler flowmetry (literature review). *International Journal of Endocrinology*. 2019; (15): 358–362. <https://doi.org/10.22141/2224-0721.15.4.2019.174826>
10. Klonizakis M., Manning G., Lingam K. et al. Effects of diabetes on the cutaneous microcirculation of the feet in patients with intermittent claudication. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*. 2015; V.61 (3): 439–444.
11. Kabbani M., Rotter R., Busche M. et al. Impact of diabetes and peripheral arterial occlusive disease on the functional microcirculation at the plantar foot. *Plastic Reconstructive Surgery-Global Open*. 2013; V.1 (7): 48 p.
12. Heikal A.A. Intracellular coenzymes as natural biomarkers for metabolic activities and mitochondrial anomalies. *Biomarkers in Medicine*. 2010; V.4 (2): 241–263.
13. Королев А.И., Федорович А.А., Горшков А.Ю., Драпкина О.М. Микроциркуляторное русло кожи при эссенциальной артериальной гипертензии. Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2020; 19 (2): 4–10. <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2020-19-2-4-10>
14. Сидоров В.В. Новый подход к диагностике динамики лечения. Совместный анализ результатов инструментального контроля тканевых изменений с применением лазерных технологий в кабинете врача и в домашних условиях. Материалы Международной научно-практической конференции «Трансляционная медицина». 15–17 декабря 2017 г. М. 2017: 688 с. <http://myconfs.ru/medic/materials/manager/view/688>
15. Федорович А.А. Микрососудистое русло кожи человека как объект исследования. Регионарное кровообращение и микроциркуляция 2017; 16 (4): 11–26. <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2017-16-4-11-26>

REFERENCES

1. Barashkov G.N., L'vova N.V., Persyanova-Dubrova A.L., Krikorova S.A., Tupitsina Iu.Iu., Badalov N.G., Povazhnaia E.L. Mirovye tendencii v razvitiu medicinskih SPA [Global tendencies in the development of medical spa.] *Voprosy kurortologii, fizioterapii, i lechebnoi fizicheskoi kultury*. 2012; (1): 34–37 (In Russ.).
2. Torres-Ronda L., I del Alcazar X.S. The properties of water and their applications for training. *Journal of Human Kinetics*. 2014; (44): 237–248. <https://doi.org/10.2478/hukin-2014-0129>
3. Ulashchik V.S., Lukomsky I.V. Obshchaya fizioterapiya. Uchebnik [General physical therapy. Textbook]. Knizhnyy dom. 2008: 512 p. (In Russ.).
4. Fesyun A.D., Lobanov A.A., Rachin A.P., Yakovlev M.Yu., Andronov S.V., Konchugova T.V., Gilmutdinova I.R., Barashkov G.N., Mitroshkina E.E., Bogdanova E.N., Lebedev Ya.O., Nikitina A.M. Vizovi i podxodi k medicinskoj reabilitacii pacientov, perenesshix oslogneniya Covid-19 [Challenges and approaches to medical rehabilitation of patients with Covid-19 complications] *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2020; 97 (3): 3–13. <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2020-97-3-3-13> (In Russ.).
5. Badalov N.G., Barashkov G.N., Persyanova-Dubrova A.L. Terrenkury i fizicheskaya trenirovka hod'boj [Terrenkurs and physical training by walking]. *Fizioterapiya, bal'neologiya i reabilitaciya*. 2016; 15 (6): 317–322. <https://doi.org/10.18821/1681-3456-2016-15-6-317-322> (In Russ.).
6. Polenov S.A. Osnovy mikroциркуляcii [Basics of microcirculation] *Regional hemodynamics and microcirculation*. 2008; 7 (1): 5–19 (In Russ.).
7. Kozlov V.I., Azizov G.A., Gurova O.A., Litvin F.B. Lazernaja dopplerovskaja floumetrija v ocenke sostojanija i rasstrojstv mikroциркуляcii krovi. Metodicheskoe posobie dlya vrachej [Laser Doppler flowmetry in assessing the state and disorders of blood microcirculation. Methodological manual for physicians]. Moscow. 2012; (32) (In Russ.).
8. Krupatkin A.I., Sidorov V.V. Funktsional'naya diagnostika sostoyaniya mikroциркуляторно-тканевыkh sistem: kolebaniya, informatsiya, nelineynost'. Ru-kovodstvo dlya vrachej [Functional diagnostics of the state of microcirculatory and tissue systems. Fluctuations, information, non-linearity. Guidelines for doctors]. Moscow. LIBROKOM. 2013: 496 p. (In Russ.).
9. Dynnyk O.B., Marunchyn N.A., Mostovy S.Ye. Endothelial dysfunction in clinical practice: the role of laser Doppler flowmetry (literature review). *International Journal of Endocrinology*. 2019; (15): 358–362. <https://doi.org/10.22141/2224-0721.15.4.2019.174826>
10. Klonizakis M., Manning G., Lingam K. et al. Effects of diabetes on the cutaneous microcirculation of the feet in patients with intermittent claudication. *Clinical Hemorheology and Microcirculation*. 2015; V.61 (3): 439–444.
11. Kabbani M., Rotter R., Busche M. et al. Impact of diabetes and peripheral arterial occlusive disease on the functional microcirculation at the plantar foot. *Plastic Reconstructive Surgery-Global Open*. 2013; V.1 (7): 48 p.
12. Heikal A.A. Intracellular coenzymes as natural biomarkers for metabolic activities and mitochondrial anomalies. *Biomarkers in Medicine*. 2010; V.4 (2): 241–263.
13. Korolev A.I., Fedorovich A.A., Gorshkov A.Yu., Drapkina O.M. Mikroциркуляторное русло kozhi pri essencial'noj arterial'noj gipertenzii [Microcirculation of the skin with essential arterial hypertension]. *Regional blood circulation and microcirculation*. 2020; 19 (2): 4–10. <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2020-19-2-4-10> (In Russ.).
14. Sidorov V.V. [New approach to diagnostics of treatment dynamics. Joint analysis of the results of instrumental control of tissue changes using laser technologies in the doctor's office and at home.] *Novii podxod k diagnostike dinamiki lecheniya. Sovmestnii analiz rezultatov instrumental'nogo kontrolya iz-merenii s primeneniem lazernix texnologii v kabinete vracha i v domashnix usloviyax* [The International scientific and practical Conference "Translational medicine". 2017 December 15–17] M. 2017: 688 p. <http://myconfs.ru/medic/materials/manager/view/688>
15. Fedorovich A.A. Mikrososudistoe ruslo kozhi cheloveka kak ob'ekt issledovaniya [Microcirculation of the human skin as an object of research]. *Regional blood circulation and microcirculation*. 2017; 16 (4): 11–26. <https://doi.org/10.24884/1682-6655-2017-16-4-11-26> (In Russ.).

**Информация об авторах:**

**Лобанов Андрей Александрович**, доктор медицинских наук, заведующий Лабораторией изучения механизмов действия физических факторов, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, e-mail: alobanov89@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-6615-733X>

**Андронов Сергей Васильевич**, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник Лаборатории изучения механизмов действия физических факторов, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, e-mail: sergius198010@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-5616-5897>

**Барашков Глеб Николаевич**, кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела физиотерапии и рефлексотерапии, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, e-mail: BarashkovGN@nmicrk.ru

**Митрошкина Елена Евгеньевна**, заведующий отделением физиотерапии № 2, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России

**Фесюн Анатолий Дмитриевич**, доктор медицинских наук, и. о. директора, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, e-mail: fad68@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-3097-8889>

**Рачин Андрей Петрович**, доктор медицинских наук, профессор, заместитель директора по научной работе, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, e-mail: andrey\_ratchin@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4266-0050>

**Еремушкин Михаил Анатольевич**, доктор медицинских наук, профессор, заместитель главного врача по организационно-методической работе, заведующий отделом ортопедии, биомеханики, кинезитерапии и мануальной терапии, главный научный сотрудник, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, e-mail: medmassage@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-3452-870>

**Ло Ин**, кандидат филологических наук, научный сотрудник Арктического и Антарктического исследовательского центра Гуандунского Университета иностранных исследований, Южно-китайский бизнес-колледж, e-mail: luoying777@vip.163.com

**Сидоров Виктор Васильевич**, кандидат технических наук, генеральный директор Научно-производственного предприятия «ЛАЗМА», e-mail: victor.v.sidorov@gmail.com

**Богданова Елена Николаевна**, кандидат экономических наук, кандидат филологических наук, доцент кафедр экономики и управления, Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова, e-mail: elena.bogdanova@gmail.com, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9610-4709>

**Зайцев Андрей Романович**, научный сотрудник Лаборатории изучения механизмов действия физических факторов, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, e-mail: peloid.lab@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0642-4069>

**Никитина Анфиса Михайловна**, кандидат медицинских наук, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Лаборатории изучения механизмов действия физических факторов, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, e-mail: fisa1313@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9895-5048>

**Гришечкина Ирина Александровна**, кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник Лаборатории изучения механизмов действия физических факторов, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, e-mail: iz1978@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4384-2860>

**Яковлев Максим Юрьевич**, кандидат медицинских наук, доцент кафедры общественного здоровья, управления в здравоохранении и экспертизы временной нетрудоспособности, руководитель Центра организации медицинской реабилитации, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, e-mail: masdat@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9996-6176>

**Вороненко Александр Григорьевич**, кандидат педагогических наук, ведущий специалист научно-организационного отдела, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, e-mail: voronenkos@mail.ru

**Жарков Алексей Игоревич**, сотрудник Центра испытаний и экспертизы природных лечебных ресурсов, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, e-mail: ZharkovAI@nmicrk.ru

**Кончугова Татьяна Венедиктовна**, доктор медицинских наук, профессор, заведующий отделом физиотерапии и рефлексотерапии, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, e-mail: umc-rnc@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>

**Саморуков Алексей Егорович**, доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела ортопедии, биомеханики, кинезитерапии и мануальной терапии, Национальный медицинский исследовательский центр реабилитации и курортологии Минздрава России, e-mail: SamorukovAE@nmicrk.ru

**Участие авторов:** Лобанов А.А., Фесюн А.Д., Рачин А.П., Еремушкин М.А., Сидоров В.В., Богданова Е.Н., Зайцев А.Р., Никитина А.М., Гришечкина И.А., Яковлев М.Ю., Вороненко А.Г., Жарков А.И., Кончугова Т.В., Саморуков А.Е. – подбор пациентов, разработка программы их обследования, контроль тестирования пациентов, обработка данных, подготовка публикации; Андронов С.В. – разработка программы их обследования, контроль тестирования пациентов, обработка данных, подготовка публикации; Ло Ин – разработка программы их обследования, обработка данных, подготовка публикации; Барашков Г.Н., Митрошкина Е.Е. – тестирование здоровых испытуемых и пациентов, разработка программы их обследования, контроль тестирования пациентов, обработка данных, подготовка публикации.

**Information about the authors:**

**Andrey A. Lobanov**, Dr. Sci. (Med.), Head of the Laboratory for Studying the Mechanisms of Action of Physical Factors, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, e-mail: alobanov89@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-6615-733X>

**Sergei V. Andronov**, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher of the Laboratory for Studying the Mechanisms of Action of Physical Factors, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, e-mail: sergius198010@mail.ru, ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-5616-5897>

**Gleb N. Barashkov**, Cand. Sci. (Med.), Leading Researcher of the Department of Physiotherapy and Reflexology, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, e-mail: glebarra@gmail.com

**Elena E. Mitroshkina**, Cand. Sci. (Med.), Head of Physiotherapy Department № 2, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology

**Anatoliy D. Fesyun**, Dr. Sci. (Med.), Acting Director of National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, e-mail: fad68@yandex.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-3097-8889>

**Andrey P. Rachin**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Science Director, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, e-mail: andrey\_rachin@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-4266-0050>

**Mikhail A. Eremushkin**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Deputy Chief Physician for Organizational and Methodological Work, Head of Orthopedics, Biomechanics, Kinesiotherapy and Manual Therapy Department, Chief Researcher, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, e-mail: EremushkinMA@nmicrk.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3452-8706>

**Luo Ying**, Cand. Sci. (Phil.), researcher at the Arctic and Antarctic Research Center, Guangdong University of Foreign Studies South China Business College, e-mail: luoying777@vip.163.com

**Viktor V. Sidorov**, Cand. Sci. (Tech.), General Director of the Scientific and Production Enterprise "LAZMA", e-mail: victor.v.sidorov@gmail.com

**Elena N. Bogdanova**, Cand. Sci. (Phil.), Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor of the Department of Economics and Management, Northern Arctic Federal University, e-mail: elena.bogdanova@gmail.com, ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9610-4709>

**Zaycev Andrey R.**, researcher of the Laboratory for Studying the Mechanisms of Action of Physical Factors, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, e-mail: peloid.lab@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0642-4069>

**Anfisa M. Nikitina**, Cand. Sci. (Med.), Cand. Sci. (Econ.), Senior Researcher of the Laboratory for Studying the Mechanisms of Action of Physical Factors, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, e-mail: fisa1313@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9895-5048>

**Irina A. Grishechkina**, Cand. Sci. (Med.), Senior Researcher of the Laboratory for Studying the Mechanisms of Action of Physical Factors, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, e-mail: iz1978@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-4384-2860>

**Maksim Yu. Yakovlev**, Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Public Health, Healthcare Management and Examination of Temporary Disability, Head of Medical Rehabilitation Center, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, e-mail: masdat@mail.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0002-9996-6176>

**Alexander G. Voronenko**, Cand. Sci. (Ped.), Senior Specialist of the Scientific and Organizational Department, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, e-mail: voronenkos@mail.ru

**Alexey I. Zharkov**, employee of the Center for Testing and Expertise of Natural Medicinal Resources, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, e-mail: zharkovai@nmicrk.ru

**Tatiana V. Konchugova**, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of Department of Physiotherapy and Reflexology, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, e-mail: umc-rnc@mail.ru, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0991-8988>

**Alexey E. Samorukov**, Dr. Sci. (Med.), Leading Researcher of Orthopedics, Biomechanics, Kinesiotherapy and Manual Therapy Department, National Medical Research Center of Rehabilitation and Balneology, e-mail: SamorukovAE@nmicrk.ru

**Contribution:** Lobanov A.A., Fesyun A.D., Rachin A.P., Eremushkin M.A., Sidorov V.V., Bogdanova E.N., Zaitsev A.R., Nikitina A.M., Grishechkina I.A., Yakovlev M.Yu., Voronenko A.G., Zharkov A.I., Konchugova T.V., Samorukov A.E. – selection of patients, development of their examination program, control of patient testing, data processing, publication preparation; Andronov S.V. – development of the program of their examination, control of testing of patients, data processing, preparation of the publication; Lo Ying – development of their survey program, data processing, publication preparation; Barashkov G.N., Mitroshkina E.E. – Testing of healthy subjects and patients, development of a program for their examination, monitoring of patient testing, data processing, preparation of a publication.

