

Обзоры и лекции / Reviews and lectures

УДК 612.63/534.7

ЛЕЧЕБНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫЕ И БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ НАУЧНОЙ МУЗЫКОТЕРАПИИ В РЕШЕНИИ ПРОБЛЕМ БЕСПЛОДИЯ

Шушарджан С.В.

*Академия медицинской реабилитации, клинической психологии и
музыкотерапии, Москва, Россия*

Аннотация

Научная музыкотерапия — передовое лечебно-профилактическое направление, широко востребованное в различных областях здравоохранения, психологической помощи и социальной реабилитации, но пока недооцененное в репродуктивной медицине. Комплексные научные исследования, проводимые в течение тридцати лет, помогли глубже понять природу основных механизмов влияния музыки на нейроэндокринную систему, жизненно важные органы и клеточные структуры. На этой основе созданы уникальные по эффективности методы научной музыкотерапии и перспективные биотехнологии, возможности которых в решении проблем бесплодия и рассматриваются в данной статье.

Ключевые слова: репродуктивная медицина, бесплодие, стресс, психотерапия, алгоритмы, музыкотерапия, клеточная акустика

THERAPEUTIC, RESTORATIVE AND BIOTECHNOLOGICAL RESOURCES OF SCIENTIFIC MUSIC THERAPY IN SOLVING INFERTILITY PROBLEMS

Shushardzhan S.V.

*Academy of Medical Rehabilitation, Clinical Psychology and Music Therapy,
Moscow, Russia*

Abstract

Scientific music therapy is an advanced therapeutic and preventive direction, widely in demand in various areas of health care, psychological assistance, and social rehabilitation, but still underestimated in reproductive medicine. Complex scientific research conducted over thirty years has helped to better understand the nature of the main mechanisms of music's influence on the neuroendocrine system,

vital organs, and cellular structures. On this basis, unique and effective methods of scientific music therapy and promising biotechnologies have been created, the possibilities of which in solving infertility problems are discussed in this article.

Key words: reproductive medicine, infertility, stress, psychotherapy, algorithms, music therapy, cellular acoustics

ВВЕДЕНИЕ

Нарушение репродуктивной функции является одной из актуальных проблем современности. По данным Всемирной Организации Здравоохранения бесплодие, которое определяется, как неспособность семейной пары зачать ребенка в течение 12 месяцев при регулярной половой жизни без контрацепции, затрагивает каждого шестого человека планеты репродуктивного возраста, что резко негативно влияет на глобальную социальную и демографическую ситуацию [1].

В этой связи диагностика и лечение бесплодия является одним из приоритетных направлений репродуктивной медицины.

Известно, что в развитии данной патологии важную роль играет целый ряд факторов: анатомические, возрастные, гормональные, иммунные нарушения, а также психические расстройства.

В лечении бесплодия могут применяться хирургические и медикаментозные методы, психотерапия, а также вспомогательные репродуктивные технологии в виде искусственной инсеминации, экстракорпорального оплодотворения и пр. Выбор терапевтической стратегии и тактики диктуется этиопатогенетическими факторами, вызвавшими нарушение репродуктивной функции в каждом конкретном случае.

Так, при бесплодии, вызванном эмоциональными нарушениями, причина которых особенно часто связана со стрессами, показано применение психотерапии.

Установлено, что длительно протекающий стресс может вызывать различные нейроэндокринные расстройства: у женщин — гиперпролактинемия, нарушения регулярности менструального цикла или полное его прекращение; у мужчин — снижение уровня тестостерона и количества спермы.

В целом подобные изменения приводят к угнетению репродуктивной системы, которое проявляется снижением сексуальной активности и

бесплодием [2, 3].

Состояние неспособности к зачатию ребенка часто вызывает вторичные эмоциональные расстройства, также требующие применения методов психической коррекции, в ряду которых внимание стали привлекать возможности музыкальной терапии.

Так, в статье сотрудников лаборатории репродукции человека при университетском клиническом госпитале города Goiânia (Бразилия), отмечается, что женщины, страдающие бесплодием, часто находятся под прессом негативных переживаний, приводящих к стрессу.

Между тем, по мнению авторов, многочисленные данные литературы о том что, музыкальная терапия — это эффективное средство лечения стрессовых состояний при различных заболеваниях, является обоснованием для ее применения в качестве вспомогательного метода восстановления репродуктивной функции [4].

Выявлено, что музыкальная терапия снижает показатели тревожности, боли и повышает ощущение удовлетворенности у бесплодных женщин, проходящих экстракорпоральное оплодотворение. Более того, в таких случаях отмечена тенденция к увеличению частоты клинической беременности, но без статистической значимости, что требует дополнительных исследований с большим размером выборки [5].

Однако работ, посвященных применению музыкальной терапии именно в репродуктивной медицине, несмотря на очевидную целесообразность такого подхода, в опубликованной научной литературе крайне мало.

На наш взгляд это связано с отсутствием в западных школах четкого представления о механизмах музыкотерапии. Поэтому тематика исследований сужается в основном до изучения влияния эмпирически подобранной музыки на тревожность и качество жизни пациентов.

Между тем целебные ресурсы музыкальной терапии имеют значительно более широкие возможности, что убедительно демонстрируют достижения российской научной школы.

О РАЗВИТИИ МУЗЫКАЛЬНОЙ ТЕРАПИИ

О том, что музыка влияет на человека, по свидетельствам многочисленных исторических документов было ясно еще древним врачам. Однако, только во второй половине XX века произошла полноценная интеграция музыки и медицины, в результате которой появилась новая профессия — *музыкальная*

терапия, получившая государственное признание, вначале в США, затем в Англии и Германии [6].

В настоящее время методы музыкотерапии широко применяются в учреждениях многих стран в различных областях человеческой деятельности: психологии, клинической медицине, социальной реабилитации и пр. [6, 7, 8].

При этом в мировой системе сформировалось два основных направления музыкальной терапии: традиционное, основанное на интуитивно-эмпирическом подходе, и научно доказательное, свойственное российской школе, начало которой было положено еще в XIX веке трудами ученых И.М. Догеля, И.Р. Тарханова, В.М. Бехтерева и др. [9,10,11,12,13].

Однако комплексное развитие научной музыкотерапии началось в России в начале 1990-х годов, с клинических исследований автора данной статьи и его последователей.

С тех пор, за три десятилетия целенаправленных изысканий представителями российской школы научной музыкотерапии было произведено более 450 научных публикаций в области медицины, биофизики и психологии, в числе которых — книги, монографии, учебники. Защищены кандидатские и докторские диссертации, получено 11 патентов на изобретения.

С 2003 года, после утверждения Минздравом России пособия для врачей «Методы музыкальной терапии», данное направление получило научное признание и официальное разрешение к применению [14].

Так было установлено, что слуховое акустическое воздействие оказывает существенное влияние на деятельность головного мозга, психологический статус и физиологическое состояние жизненно важных систем.

Причем последствия для организма могут носить как **позитивный**, так и **негативный характер**, что зависит от темпо-ритмических и акустических характеристик музыки, а также от индивидуально-личностных особенностей реципиента.

Глубокое проникновение в механизмы влияния музыки на организм позволило школе научной музыкотерапии (НМТ) разработать целую линейку передовых интеллектуально-технологических продуктов:

- фундаментальную научно-теоретическую базу;
- 25 инновационных методов и технологий;
- более 50 цифровых программ музыкальной терапии;

- три аппаратно-программных комплекса,
- работа для реабилитации с опцией музыкотерапии.

Наличие в современной музыкотерапии междисциплинарной научно-теоретической базы с широким спектром методов и технологий, вызвало потребность в создании адекватных программ профессиональной подготовки специалистов.

Важным показателем международного признания научных достижений и образовательных программ школы НМТ являются многочисленные зарубежные публикации, индексируемые в системах Scopus и Web of Science, выпущенные в авторитетных издательствах Германии, Норвегии, Италии, Гонконга, Канады, Великобритании, США, в числе которых Springer Nature, Chapman and Hall/CRC и др.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ НАУЧНОЙ МУЗЫКОТЕРАПИИ В РЕПРОДУКТИВНОЙ МЕДИЦИНЕ

Основной доктриной научной музыкотерапии является **нейрогуморально-резонансная теория**, впервые давшая целостное научное представление о механизмах влияния музыки на человека [15].

Согласно данной теории музыка оказывает на организм многоуровневое воздействие, комплексно влияя на органы слуха, кожу и внутренние органы. Это вызывает ряд психосоматических реакций.

1. Органы слуха генерируют нейрогормональные реакции.
2. Воздействие звука на рецепторы кожи, включая точки акупунктуры, запускает противоболевые и физиологические реакции, в то же время, кожа, как пьезоэлектрическая мембрана, передает часть акустической энергии преобразованной в электромагнитные волны внутрь.
3. Внутренние органы реагируют изменением функциональной активности под воздействием волновых резонансных частот.

Критически важными оказались выявленные данные о закономерностях влияния музыки на нейроэндокринную систему, главного координатора жизнедеятельности организма, регулирующего функции всех органов и систем.

На основе физико-динамического анализа в ходе экспериментальных исследований было выделено три основных акустических алгоритма воздействия, независимо от жанровой принадлежности музыки. Они получили название алгоритмов-регуляторов с аббревиатурами *S*, *HR* и *T*,

т.к. каждый из них вызывает характерные изменения в состоянии нервной системы и уровне гормонов в крови [15].

S-алгоритм отличается мягкостью звучания, медленным темпом и низким уровнем акустической интенсивности. Он снижает уровень кортизола в крови (*гормона стресса*), тормозит деятельность коры головного мозга и оказывает седативное действие.

T-алгоритм характеризуется быстрым темпом, энергичным звучанием и высоким уровнем звукового давления. Данное воздействие активизирует деятельность нервной системы, одновременно повышает уровень адреналина в крови, а также уровень β -эндорфина, гормона обладающего сильнейшим обезболивающим действием.

HR-алгоритм имеет средние показатели по темпу и интенсивности звуковой интервенции. Было установлено, что при воздействиях такого рода происходит стабилизация в деятельности нервной системы, а уровень гормонов в крови при этом стремится к средним значениям нормы, что в целом благотворно влияет на организм и запускает гомеостатические механизмы восстановления.

Раскрытие акустико-физиологических законов влияния музыки на организм человека стало основой для разработки более 50 инновационных алгоритмически организованных методов и цифровых технологий музыкотерапии, которые превратились в эффективный инструмент управления жизненно важными функциями.

Рассмотрим отдельные методы, которые могут хорошо вписаться в решение задач репродуктивной медицины

1. Музыкальная аудио-психотерапия (МАПТ)

Данный метод является одним из наиболее доступных, и заключается в прослушивании специально разработанных для психотерапии музыкальных программ, записанных на CD или иные цифровые носители (рис. 2).

Перечень программ:

- №1 «Антистресс & Бессонница»*
- №2 «Легкое дыхание & Неврастения»*
- №3 «Сосудистая дистония: Гипертония & Гипотония»*
- №4 «Психическое оздоровление и развитие»*
- №5 «Депрессия & Переутомление»*
- №7 «Энергия +»*
- №8 «Терапия страха и тревоги»*

№9 «Гипертония & Нервное перенапряжение»



Рис. 1. Сессия музыкальной аудио-психотерапии

Fig. 1. Session of musical audio psychotherapy

Названия программ обозначают области применения. При этом МАПТ зарекомендовала себя в клинической практике, как простой и эффективный метод психотерапии, применяемый в лечебно-профилактических учреждениях десятков стран мира.

2. Виртуальная музыка-арт-терапия (ВМАРТ)

ВМАРТ — это набор из 8 инновационных цифровых программ для аудиовизуальной психотерапии, в котором объединены два терапевтических фактора одновременно — образцы высокохудожественной живописи (Ван Гог, К. Моне, И. Айвазовский и др.) в сопровождении музыкальных шедевров (В. Моцарт, П. Чайковский и др.). Здесь впервые применен принцип алгоритмической конгруэнтности звуковых и визуальных образов, обеспечивающий максимально высокий лечебно-восстановительный эффект.

Показания к применению: психосоматические расстройства, хронические стрессы, бессонница и переутомление, депрессивные расстройства, снижение резервных возможностей организма, эмоциональные расстройства, расстройства памяти и пр.

Синергия позитивных свойств музыки и живописи обеспечивает психологическое оздоровление, эстетическое удовольствие, познание и развитие в рамках одной технологии, которая одинаково эффективна как в работе с взрослыми, так и с детьми.

3. Мезо-Форте терапия (МФТ)

МФТ относится к высокотехнологичным методам борьбы со стрессами,

нейрореабилитации и антивозрастной терапии.

Для реализации данной технологии используется аппаратно-программный комплекс с компьютеризированным рабочим местом, аудио системой, запатентованной маской-преобразователем акустических волн и 38 алгоритмически организованными программами цифровой музыкальной терапии (рис. 2).

В МФТ впервые используются одновременные музыкально-акустические воздействия на органы слуха, рефлексогенные зоны головы и кожу [15, 16].



Рис. 2. Сессия Мезо-Форте терапии и аппаратно-программный комплекс

Fig. 2. Meso-Forte Therapy procedure and hardware-software complex

Получаемые эффекты: МФТ оптимизирует уровень гормонов в крови, стабилизирует эмоциональное состояние, разглаживает кожу, вызывает внешние и внутренние регенеративные реакции.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОЕКТЫ ДЛЯ РЕПРОДУКТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ

1. Открытие кабинетов цифровой музыка-арт-терапии в центрах репродуктивного здоровья

Эффективность использования цифровых технологий музыка-арт-терапии при лечении невротических и психосоматических расстройств, стрессовых состояний, болевых синдромов и пр., подтверждена в клинических исследованиях [15, 16, 17].

В этой связи не вызывает сомнений целесообразность открытия кабинетов цифровой музыка-арт-терапии для практического применения накопленного опыта в центрах репродуктивного здоровья (рис. 1).



Рис. 3. Кабинет цифровой музыка-арт-терапии
Fig. 3. Digital Music & Art Therapy room

Базовый перечень оборудования и программ кабинета может варьировать в зависимости от профиля конкретного учреждения.

Техническое обеспечение:

- Компьютеризированное рабочее место
- Комплект цифровой психотерапии «Музыка здоровья»
- Аппаратно-программный комплекс «Мезо-Форте»
- Набор «Виртуальной музыка-арт-терапии»
- Аудиовизуальная система

Кабинеты цифровой музыка-арт-терапии могут обеспечивать проведение высокотехнологичных услуг психологической помощи и восстановительного лечения, нацеленных на борьбу со стрессами, эмоциональными и гормональными расстройствами у лиц, страдающих бесплодием, как минимум, усиливая другие методы лечения, как максимум, полностью решая существующую проблему.

К несомненным достоинствам цифровых кабинетов относится компьютеризация оказываемых услуг, позволяющая выполнять их после краткосрочных курсов повышения квалификации широкому кругу специалистов.

2. Музыкально-акустические биотехнологии в лечении бесплодия

Во второй половине XX столетия, благодаря научно-техническому прогрессу, а также успехам научной музыкотерапии в практической

медицине, интерес к изучению влияния акустических воздействий на организм человека и биологические объекты возрос. Появились доказательства влияния музыки не только на жизненно важные органы и системы, но также на клеточные структуры.

Так родилось новое научное направление под названием *клеточная акустика*. Этот термин был предложен в 1999 году [18].

Основная цель *клеточной акустики* была определена в направлении изучения паттернов музыкально-акустических воздействий с поиском регулирующих алгоритмов для последующего их использования в медицине и биотехнологиях.

В длительной серии экспериментов (1996-2022), на разных моделях клеточных культур *in Vitro* нами было показано, что в зависимости от алгоритмов воздействия акустические сигналы в состоянии как активизировать, так и подавлять жизнедеятельность клеток [18].

Установлено, что отдельные виды музыкальных воздействий, названные генетически-аффилированными, активируют ДНК структуры и вызывают пролиферацию клеток.

Особенно плодотворными оказались биоакустические исследования, связанные с кровью, в частности, с лейкоцитами и стволовыми клетками. В 2003 году нам удалось создать программу с *регенеративным музыкально-акустическим алгоритмом*.

Прямая трансляция данной программы на кровь *in Vitro* позволила за один час увеличить общее количество лейкоцитов в 4,7 раза, нейтрофилов в 4,7 раза, лимфоцитов в 3,9 раза. Особо выраженный эффект был выявлен у незрелых гранулоцитов (ImGr), количество которых возросло в 18,3 раз ($P < 0,001$). Данный способ комплексной коррекции крови был запатентован [19].

Очевидно, что лейкоцитарная масса росла в эксперименте как за счет биоакустической активации зрелых клеток крови, так и гемопоэтических стволовых клеток, вызывая их интенсивную пролиферацию.

Данные результаты позволяют предполагать, что регенеративные акустические биотехнологии могут оказаться весьма полезными в репродуктивной медицине.

Стали появляться прямые экспериментальные подтверждения, созвучные с данным тезисом. Так исследователи из университета Монаша в Австралии для улучшения подвижности сперматозоидов применили ультразвуковые волны. Установлено, что воздействие ультразвуком частотой 40 МГц и

мощностью 800 мВт в течение 20 секунд увеличивает показатели подвижности сперматозоидов (их плавательной способности) на 266% и снижают долю неактивных сперматозоидов с 36% до всего лишь 10% [20].

В 2018 году шведские ученые показали существование в хвостовой части сперматозоида спиральной антенны, способной обеспечивать ему резонансное взаимодействие с окружающей средой для обхождения препятствий и пр. [21].

Применение генетически-аффилированных музыкальных воздействий для интенсификации пониженной репродуктивной потенции сперматозоидов может оказаться новой эффективной технологией лечения бесплодия. Для этого необходимо проведение соответствующих исследований.

ВЫВОДЫ

Научная музыкотерапия обладает эффективными, клинически доказанными лечебно-восстановительными ресурсами, а также международным признанием, подтверждением которого являются многочисленные зарубежные публикации, индексируемые в системах Scopus и Web of Science, выпущенные в авторитетных издательствах Германии, Норвегии, Италии, Гонконга, Канады, Великобритании, США, в числе которых Springer Nature, Chapman and Hall/CRC и др.

Открытые акустико-физиологические механизмы музыкальных воздействий отражают общие принципы работы сенсорных систем организма, и поэтому носят универсальный характер. Созданные на этой основе алгоритмически организованные технологии музыкально-арт-терапии имеют высокий потенциал для успешного применения в решении актуальных проблем репродуктивного здоровья.

При этом если в основе бесплодия лежат психогенные факторы, технологии научной музыкотерапии в состоянии играть роль основного, в других случаях — вспомогательного метода лечения, который, тем не менее, будет хорошо сочетаться с лекарственными, а также любыми другими способами восстановления репродуктивной функции, усиливая на выходе общие клинические результаты.

Интеграция науки, музыкального искусства и цифровых технологий открывает многообещающие перспективы для медицины вообще и репродуктивной медицины в частности, давая новую надежду на избавление от бесплодия парам, столкнувшимся с этой проблемой.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Информация об авторах:

Шушарджан Сергей Ваганович, доктор медицинских наук, профессор, ректор Академии восстановительной медицины, клинической психологии и музыкальной терапии, e-mail: medart777@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0945-7704>

Вклад авторов:

Автор подтверждает соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE.

Конфликт интересов:

Автор декларирует отсутствие других явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи

Источник финансирования:

Данное исследование не было поддержано никакими внешними источниками финансирования.

Этические утверждения:

Не применимо.

Согласие на публикацию:

Не применимо.

ADDITIONAL

Information about the authors:

Sergey V. Shushardzhan, Doc. Sci. (Med), Professor, CEO «Academy of Rehabilitation Medicine, Clinical Psychology and Music Therapy» E-mail: medart777@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0003-0945-7704>

Author's contribution:

The author confirms his authorship according to the ICMJE criteria.

Source of funding:

This study was not supported by any external sources of funding.

Disclosure:

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

Ethics Approval:

Not applicable.

Consent for Publication:

Not applicable.

Список литературы/References

1. Ресурс ВОЗ. // URL: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/infertility>. [WHO resource.// Available at: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/infertility>]. (In Russian).
2. Сапольски, Р.М. Психология стресса / Роберт Сапольски; перевод с английского под редакцией профессора Е. И. Николаевой. 3-е изд. Санкт-Петербург: Питер, 2019. - 480 с. [Sapolsky, R.M. Psychology of stress / Robert Sapolsky; translation from English edited by Professor E.I. Nikolaeva. 3rd ed. St. Petersburg: Piter, 2019. - 480 p.]. (In Russian).
3. Смелышева Л.Н., Кайгородцев А.В., Киселева М.М. и др. Влияние эмоционального стресса на показатели репродуктивной функции у студенток. *Человек. Спорт. Медицина*. 2016, Т.1, (1): 5-12. DOI: 10.14529/hsm160101 [Smelysheva L.N., Kaigorodtsev A.V., Kiseleva M.M. et al. The influence of emotional stress on reproductive function indicators in female students. *Human. Sport. Medicine*. 2016, Vol. 1 (1):5-12.]. (In Russian). DOI: 10.14529/hsm160101
4. Eliamar Aparecida de B. Fleury, Mario S. Approbato, Tatiana M. da Silva, et al. Music therapy in stress: proposal of extension to Assisted Reproduction. Federal University of the State of Goiás (UFG). Laboratory of Human Reproduction of Hospital das Clínicas -Goiânia (GO) - *Brazil JBRA Assisted Reproduction* 2014; 18(2):55-61. DOI: 10.5935/1518-0557.20140006
5. Mahmoud, M. Y., Labib, K., Sileem, S. A., et al. The impact of music therapy on anxiety and pregnancy rate among infertile women undergoing assisted reproductive technologies: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Psychosomatic Obstetrics & Gynecology*. 2021, 43 (2):205–213. DOI: <https://doi.org/10.1080/0167482X.2021.1977277>
6. Шушарджан С.В. Руководство по музыкотерапии. М., Медицина, 2005. 478 с. [Shushardzhan S.V. Guide to music therapy. Moscow, Medicina, 2005. 478 p.]. (In Russian).
7. Giordano F, Scarlata E, Baroni M, et al. Receptive music therapy to reduce stress and improve wellbeing in Italian clinical staff involved in COVID-19 pandemic: A preliminary study. *The Arts in Psychotherapy*. 2020 Sep; 70:101688. DOI: 10.1016/j.aip.2020.101688. PMID: 32834302; PMCID: PMC7361107.
8. Mitrovic, P.; Stefanovic, B.; Paladin, A.; Radovanovic, M.; Radovanovic, N.; Rajic, D.; Matic, G. Novakovic, A.; Mijic, N.; Vasiljevic, Z. The Music Therapy in hypertensive patients with acute myocardial infarction after previous coronary

artery bypass surgery. *Journal of Hypertension*. 2015 (33):134. DOI: 10.1097/01.hjh.0000467721.68263.92

9. Бехтерев В.М. Вопросы, связанные с лечением и гигиеническим значением музыки. *Обозрение психиатрии, неврологии и экспериментальной психологии*. 1916; (4): 105–124. [Bekhterev V.M. Issues related to the treatment and hygienic significance of music. 1916; (4): 105–124]. (In Russian).

10. Догель И.М. Влияние музыки и цветов спектра на нервную систему человека и животных. Казань, Типо-литография Императорского университета, 1898. 141 с. [Dogel I.M. The influence of music and the colors of the spectrum on the nervous system of humans and animals. Kazan, Tipo-litografiya Imperatorskago universiteta, 1898. 141 p.]. (In Russian).

11. Тарханов И.Р. О влиянии музыки на человеческий организм. Санкт-Петербург: тип. В. Демакова, 1893. 62 с. [Tarhanov I. R. About the influence of music on the human body. Sankt-Peterburg: tip. V. Demakova, 1893. 62 p.]. (In Russian).

12. Захарова Н.Н., Авдеев В.М. Функциональные изменения центральной нервной системы при восприятии музыки. *Журнал высшей нервной деятельности*. 1982, Т. XXXII (5): 915- 929 [Zakharova N.N., Avdeev V.M. Functional changes in the central nervous system during music perception. *Journal of Higher Nervous Activity*. 1982, V. XXXII, (5):915-929]. (In Russian).

13. Могендович М.Р., Полякова В.Б. К физиологическому анализу влияния музыки на человека. Тез. докл. 21 совещание по проблемам высшей нервной деятельности. М., 1966, 204-205 с. [Mogendovich M.R., Polyakova V.B. On the physiological analysis of the influence of music on humans. Abstract. 21st meeting on problems of higher nervous activity. Moscow, 1966, 204-205 p.] (In Russian).

14. Разумов А.Н., Шушарджан С.В. Методы музыкальной терапии (пособие для врачей). М., РНЦВМ и К МЗ РФ. 2002, 29 с. [Razumov A.N., Shushardzhan S.V. Music therapy methods (a manual for doctors). Moscow, RNCVM i K MZ RF. 2002, 29 p.]. (In Russian).

15. Shushardzhan, S.V., Petoukhov, S.V. Engineering in the scientific music therapy and acoustic biotechnologies. In: Hu Z., Petoukhov S., He M. (eds) *Advances in Artificial Systems for Medicine and Education III. AIMEE 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing*. 2020; 1126:273–282. Springer, Cham. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-030-39162-1_25

16. Shushardzhan S.V., Allik T.L., Eremina N.I. Meso-Forte — Innovative

Method for Musical-Acoustic Psychotherapy and Neurohormonal Correction with Anti-Aging Effect: Clinical Study. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022; 21 (1):79-85. DOI: <https://doi.org/10.38025/2078-1962-2022-21-1-79-85>

17. Шушарджан С.В., Еремина Н.И., Гигинейшвили Г.Р., Гилевич М.Ю., Гордеева Т.Ю. Мобильное приложение «My Energy Stream» как цифровая технология рецептивной музыкотерапии невротических расстройств, связанных со стрессом. *Традиционная медицина*. 2022; 4(70):49-54. DOI: 10.54296/18186173_2022_4_49 [Shushardzhan S.V., Eremina N.I., Gigineishvili G.R., Gilevich M.Yu., Gordeeva T.Yu. Mobile application «My Energy Stream» as a digital technology for receptive music therapy for neurotic disorders associated with stress. *Traditional Medicine*. 2022, 4(70):49-54.]. (In Russian). DOI: 10.54296/18186173_2022_4_49

18. Шушарджан С.В., Еремина Н.И. О влиянии музыкально-акустических воздействий на клеточный иммунитет и перспективах биоакустических технологий. *Медицина и Искусство*. 2023, Т.1 (3):94-107. DOI: <https://doi.org/10.60042/2949-2165-2023-1-3-94-107> [Shushardzhan S.V., Eremina N.I. Influence of musical-acoustic impacts on cellular immunity and the prospects of bioacoustic technologies // *Medicine and Art*. 2023, V.1 (3):94-107.]. (In Russian). DOI: <https://doi.org/10.60042/2949-2165-2023-1-3-94-107>

19. Шушарджан С.В., Шушарджан Р.С. Способ активизации роста лейкоцитарной массы и комплексной коррекции состава крови in Vitro: Патент №RU2518534C1 (2014). [Shushardzhan, S.V., Shushardzhan, R.S. The method of enhancing the growth of leukocyte mass and the complex correction of the blood in Vitro. Patent №RU2518534C1 (2014)]. (In Russian).

20. Vafaie, A., Raveshi, M. R., Devendran, et al. (2024). Making immotile sperm motile using high-frequency ultrasound. *Science Advances*, 10(7). DOI: <https://doi.org/10.1126/sciadv.adk2864>

21. Zabeo, D., Heumann, J.M., Schwartz C.L. et al. (2018). A luminal interrupted helix in human sperm tail microtubules. *Scientific Reports*, 8(1), 2727. DOI: 10.1038/s41598-018-21165-8.