

Оригинальная статья/ Original Article

УДК 7.067.4/616-003/534.7

О ВЛИЯНИИ МУЗЫКАЛЬНО-АКУСТИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА КЛЕТОЧНЫЙ ИММУНИТЕТ И ПЕРСПЕКТИВАХ БИОАКУСТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Шушарджан С.В., Еремина Н.И.

Академия медицинской реабилитации, клинической психологии и музыкотерапии, (г. Москва, Россия)

Аннотация

Данная статья отражает результаты оригинального исследования, посвященного изучению особенностей влияния музыкально-акустических сигналов на клеточный иммунитет. Эти исследования являются логическим продолжением серии экспериментов с кровью в акустическом поле *in Vitro*, начатых в 2003 году, в результате которых был выявлен и запатентован новый способ активизации роста лейкоцитарной массы и комплексной коррекции состава крови с применением *регенеративного алгоритма музыкально-акустических воздействий*. Его применение позволило только в течение одного часа увеличить количество нейтрофилов в 4,7 раз, лимфоцитов в 3,9 раза и незрелых гранулоцитов в 18,3 раз. В 2022 году было решено произвести пилотное исследование динамики показателей лимфоцитарного клеточного состава после акустических интервенций. Интерес к клеточному иммунитету объясняется его важнейшей ролью в поддержании гомеостаза, в том числе в борьбе с инфекционными и онкологическими заболеваниями. В эксперименте была использована специальная музыкально-терапевтическая программа, трансляции которой осуществлялись двумя способами: 1) прямой интервенцией через звуковые колонки на венозную кровь в пробирках (*in Vitro*) и 2) отдельно, путем рецептивного аудио воздействия. При проведении анализа полученных результатов выявлена тенденция к коррекции лимфоцитарного клеточного состава крови с усилением иммунных реакций: Т-лимфоцитов, натуральных «киллеров» и с укреплением баланса активного 4+ и цитотоксического 8+ иммунитета. К неожиданному результату следует отнести сопоставимую по значению активизацию клеточного иммунитета, которая была выявлена при обоих способах воздействий: как при прямых воздействиях звуком на кровь в

пробирках, так и при аудио прослушивании программы. Не вызывает сомнений необходимость дальнейших исследований механизмов клеточных и психофизиологических реакций на музыкально-акустические воздействия, которые станут основой для разработки эффективных методов иммунологической коррекции и регенеративных биотехнологий нового поколения, с перспективой широкого применения в различных отраслях медицины, сельского хозяйства и других сферах жизнедеятельности современного общества.

Ключевые слова: биоакустический, музыкальный, сигнал, кровь in Vitro, рецептивное аудио воздействие, влияние, гомеостаз, кровь, лимфоцитарный клеточный состав, иммунитет, коррекция, регенеративный, биотехнологии.

INFLUENCE OF MUSICAL-ACOUSTIC IMPACTS ON CELLULAR IMMUNITY AND THE PROSPECTS OF BIOACOUSTIC TECHNOLOGIES

Shushardzhan S.V., Eremina N.I.

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

Abstract

This article reflects the results of an original study on the effects of musical-acoustic signals on cellular immunity. These studies are a logical continuation of a series of experiments with blood in an acoustic field in Vitro, begun in 2003. As a result, a new method was identified and patented for activating the growth of leukocyte mass and complex correction of blood composition using a regenerative algorithm of musical-acoustic influences. Its use made it possible to increase the number of neutrophils by 4.7 times, lymphocytes by 3.9 times, and immature granulocytes by 18.3 times within just one hour. In 2022, it was decided to conduct a pilot study of the dynamics of lymphocyte cell composition after acoustic interventions. Interest in cellular immunity is explained by its critical role in maintaining homeostasis, including in the fight against infectious and oncological diseases. The experiment used a special music therapy program, the broadcast of which was carried out in two ways: 1) direct intervention through sound speakers on venous blood in test tubes (in Vitro) and 2) separately, through receptive audio influence. When analyzing the results obtained, a tendency was revealed towards

correction of the lymphocytic cellular composition of the blood with increased immune reactions: T-lymphocytes, natural «killer» cells, and strengthening the balance of active 4+ and cytotoxic 8+ immunity. An unexpected result should include activation of cellular immunity of comparable significance, which was detected with both methods of influence: direct exposure to sound in blood in test tubes and audio listening to the program. There is no doubt about the need for further research into the mechanisms of cellular and Psychophysiological reactions to musical and acoustic influences. It will become the basis for the development of effective methods of immunological correction and regenerative biotechnologies of a new generation, with subsequent widespread use in various fields of medicine, agriculture, and other spheres of society.

Key words: bioacoustic, musical, signal, blood, in Vitro, receptive audio impact, influence, blood, homeostasis, lymphocytes cellular composition, immunity, correction, regenerative, biotechnologies.

ВВЕДЕНИЕ

Известно, что применение музыки с лечебной целью осуществлялось с самых древних времен. Однако этот процесс носил чисто эмпирический характер. Первые научные исследования в данной области появились только в конце XIX века в трудах отечественных ученых Догеля И.М., Тарханова И.Р., Бехтерева В.М. и др. [1,2,3].

Во второй половине XX столетия, благодаря научно-техническому прогрессу, а также успехам музыкальной терапии в практической медицине, интерес к научному изучению влияния акустических воздействий на организм человека возрос. Появились доказательства влияния музыки не только на жизненно важные органы и системы, но также на клеточные структуры [4].

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. Так родилось новое научное направление под названием *клеточная акустика*. Этот термин был предложен в 1999 году [5].

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.

После ряда успешных экспериментов наши биоакустические исследования были сосредоточены на работе 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 [6].

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

В этой связи возник вопрос, в какой степени музыкально-акустические воздействия могут влиять на клеточный иммунитет, а также есть ли разница в эффекте при прямых воздействиях на кровь *in Vitro* и обычном прослушивании тех же самых аудио программ?

В доступной литературе ответа на эти вопросы найти не удалось, в связи с чем, и было решено провести данное экспериментальное исследование.

Цель: отработать модель сравнительной оценки влияния на клеточный состав иммунной системы прямых музыкально-акустических воздействий на кровь *in Vitro*, и аналогичных рецептивных аудио интервенций.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

В обследовании приняли участие 2 добровольца-донора, женского пола в возрасте 43 и 54 лет, без особых жалоб и видимой патологии.

Дизайн исследования. Была поставлена задача по изучению динамики лимфоцитарного клеточного состава крови в ответ на музыкально-акустические сигналы, а именно процентных соотношений субпопуляций лимфоцитов:

Т-лимфоцитов ($CD3^+CD19$), В-лимфоцитов (19^+), натуральных «киллеров» ($16^+ 56^+$), Т-хелперов ($CD3^+CD4^+CD45^+$) и цитотоксических Т-лимфоцитов (8^+).

Звуковые трансляции осуществлялись двумя способами:

а) прямой акустической интервенцией на кровь *in Vitro* (АИiV) в течение 45 минут (без присутствия доноров),

б) отдельным изолированным аудио терапевтическим воздействием (АТВ) непосредственно на добровольцев доноров.

В качестве фактора воздействия музыкально-акустическими сигналами была использована программа № 8 серии «Музыка здоровья профессора С.Шушарджана», которая транслировалась с помощью акустической системы, состоящий из ноутбука с соответствующим программным обеспечением, двух беспроводных акустических колонок и студийных наушников.

Обследование добровольцев выполнялось поочередно и в 3 этапа.

1-й этап. У каждой участницы натошак осуществлялся забор крови из локтевой вены в две пробирки: №1 и №2.

После этого пробирки с образцами крови медленно переворачивали 10 раз для перемешивания крови с антикоагулянтом, в качестве которого использовался К2ЭДТА. Хранили и транспортировали взятый материал при комнатной температуре в вертикальном положении.

Пробирка с кровью №1 была отправлена на анализ и далее использовалась в качестве контроля.

Особенности проведения анализа крови.

Оценка лимфоцитарного клеточного состава крови осуществляли методом проточной цитофлуорометрии. Подготовку клеток крови проводили по стандартной процедуре, включающей удаление эритроцитов, окрашивание флуоресцентно-конъюгированными моноклональными антителами (BD Multitest IMK Kit кат. № 340503) для анализа специфических маркеров и обработку буферным раствором использованием коммерческих реагентов для FACS (Becton Dickinson, США).

Вносили по 20 мкл реагента BD Multitest CD3/CD8/CD45/CD4 (BD Multitest IMK Kit кат. № 340503) и 20 мкл реагента BD Multitest CD3/CD16 + CD56/CD45/CD19 (BD Multitest IMK Kit кат. № 340503) в две разные пробирки.

Пробирки аккуратно вортексировали и затем инкубировали в течение 15 минут в темноте при комнатной температуре (от 20 до 25 °С). Добавляли в каждую пробирку 450 мкл однократного лизирующего раствора BD Multitest (BD FACS Lysing solution кат. № 349202). Закрытые пробирки перемешивали и инкубировали в течение 15 минут в темноте при комнатной температуре (от 20 до 25 °С).

Анализ проводили на цитофлуориметре FACS Canto II в

полуавтоматическом режиме с ручной подачей пробирки (BD FACS Canto II Flow Cytometer, BD Biosciences, США) согласно инструкциям производителя. Данные собирали с помощью программного обеспечения BD FACS Diva.

2-й этап. Пробирка с кровью № 2 вертикально устанавливалась в штатив, с обеих сторон от которого располагались акустические колонки на расстоянии 15 см.

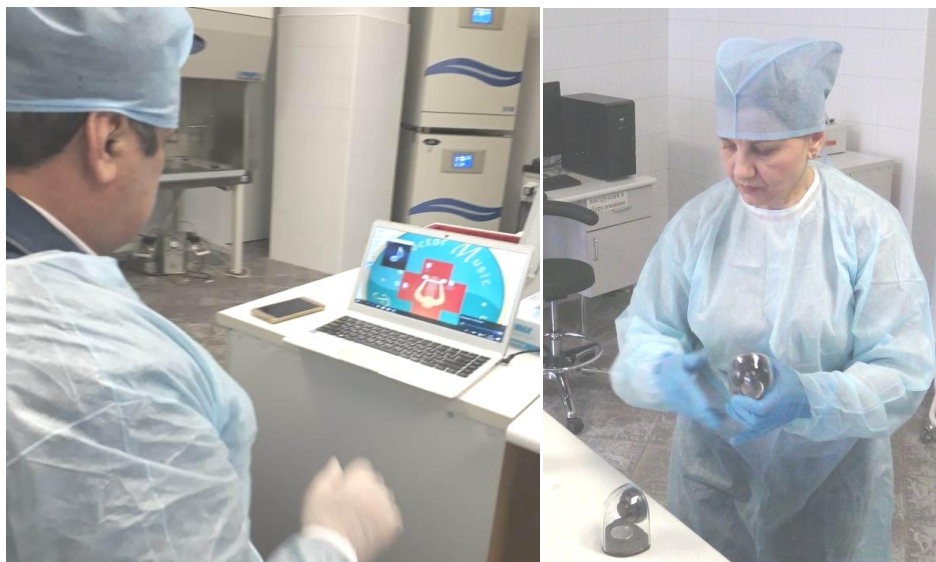


Рис. 1. Подготовка к эксперименту в лаборатории

Fig. 1. Preparing for an experiment in the laboratory

После вышеуказанной подготовки дистанционно из компьютера начиналась блютуз трансляция программы музыкальной терапии № 8.

Музыкально-акустическое воздействие на кровь в пробирке производилось в течение 45 минут с интенсивностью 55 Дб, по окончании которого «озвученная» кровь отправлялась на анализ аналогичный первому.

3-й этап. Происходил в изолированном помещении, где каждая участница обследования по отдельности в комфортном положении сидя в течение 45 минут прослушивала программу музыкальной терапии № 8 через наушники с интенсивностью 55 Дб. По окончании прослушивания кровь из локтевой вены участницы бралась повторно и по аналогичной схеме отправлялась на анализ.

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Результаты обследования всех трех проб крови каждой из участниц были занесены в специальную таблицу, для проведения сравнительного анализа (таблица 1). Динамика значений оценивалась в процентном соотношении к

значению исходного показателя по каждой субпопуляции отдельно.

Таблица 1. Динамика процентного соотношения лимфоцитов в крови в контроле, после прямой акустической интервенцией на кровь *in Vitro* (АИiV) и после аудио терапевтического воздействия (АТВ)

Table 1. Dynamics of the percentage of lymphocytes in the blood in the control, after Acoustic Intervention on blood *in Vitro* (AIiV) and after Audio Therapeutic Impact (ATI)

| Серия | Тип клеток | Норма | Лимфоциты крови (%) КОНТРОЛЬ | Лимфоциты крови (%) после АИiV | Лимфоциты крови (%) после АТВ |
|--------|--|--------|----------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Series | Cell type | Norm | Lymphocytes in blood (%) CONTROL | Lymphocytes in blood (%) After AIiV | Lymphocytes in blood (%) After ATI |
| № 1 | Т-лимфоциты (CD3⁺CD19⁺) <i>T- lymphocytes</i> | 0-80% | 66,4% | 70% | 67,6% |
| | В-лимфоциты (19⁺) <i>B- lymphocytes</i> | 6-19% | 14,6% | 18,5% | 14% |
| | Натур. «киллеры» (16⁺ 56⁺) <i>Natural «killer» cells</i> | 7-20% | 12,7% | 18,8% | 23% |
| | Т-хелперы (CD3⁺CD4⁺CD45⁺) <i>T-helpers</i> | 31-51% | 36,7% | 33% | 39,3% |
| | Цитотоксические Т-лимфоциты (8⁺) <i>Cytotoxic T- lymphocytes</i> | 19-39% | 29,6% | 41,7% | 26,1% |
| № 2 | Т-лимфоциты (CD3⁺CD19⁺) <i>T- lymphocytes</i> | 60-80% | 65,7% | 77,1% | 74,9% |
| | В-лимфоциты (19⁺) <i>B- lymphocytes</i> | 6-19% | 16,6% | 13,6% | 11% |
| | Натур. «киллеры» (16⁺ 56⁺) <i>Natural «killer» cells</i> | 7-20% | 13,0% | 11,5% | 17,7% |
| | Т-хелперы (CD3⁺CD4⁺CD45⁺) <i>T-helpers</i> | 31-51% | 35,5% | 42,7% | 31% |
| | Цитотоксические Т-лимфоциты (8⁺) <i>Cytotoxic T- lymphocytes</i> | 19-39% | 38,1% | 43,1% | 39,3% |

В соответствие с данными, указанными в таблице № 1 установлено, что исходные показатели процентного соотношения лимфоцитов в контрольных анализах обеих участниц обследования находятся в коридоре нормы.

Выявлено, что оба вида музыкально-акустических воздействий вызывали разнонаправленную динамику показателей клеточного иммунитета во всех субпопуляциях лимфоцитов, при этом по отдельным показателям установлены однонаправленные изменения.

Так в обеих сериях возросли показатели *T-лимфоцитов* ($CD3^+CD19^-$): после АИiV - в 1-й серии на 3,6%, во 2-й серии – на 11,4%,

после АТВ - в 1-й серии на 1,2%, во 2-й серии – на 9,7%

В 1-й серии наблюдалось повышение показателей *натуральных «киллеров»* ($16+ 56+$) как после АИiV на 6,1%, так и после АТВ - на 11,3%.

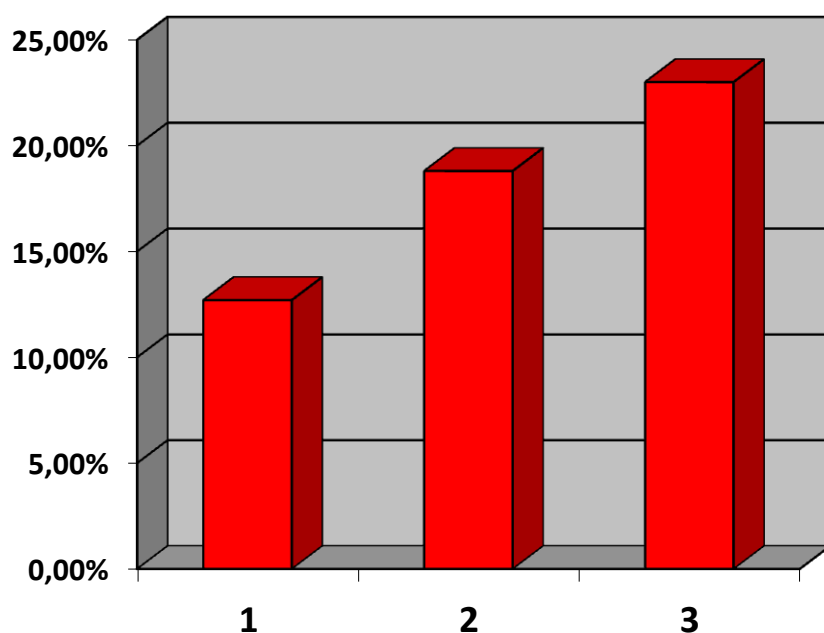


Рис. 2. Первая серия исследований. Динамика уровня натуральных клеток «киллеров» в процентах: 1 – до акустических трансляций, 2 - после акустической интервенции на кровь *in Vitro* (АИiV), 3 - после аудио терапевтического воздействия (АТВ)

Fig. 2. First series of research. Dynamics of the level of natural «killer» cells in percentage: 1 – before acoustic influence, 2 - after acoustic intervention on blood *in Vitro* (АИiV), 3 - after audio therapeutic impact (АТВ).

Во 2-й серии обследования произошло коррекционное снижение уровня В-лимфоцитов $19+$ в направлении середины коридора нормы: после АИiV - на

3%, после АТВ – 5,6%.

Характерным является факт, что подавляющее большинство изменений показателей происходило в коридоре нормы.

Только при прямых музыкально-акустических воздействиях на кровь показатели *цитотоксических Т-лимфоцитов (8+)* незначительно превысили норму, достигнув значений в 1-й серии – 41,7%, а во 2-й – 43,1% при коридоре нормы 19-39%.

При проведении рецептивной музыкально-акустической аудио интервенции только один показатель *натуральные "киллеры"(16+ 56+)* вышел за пределы коридора нормы (7-20%), достигнув значения 23%.

ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.

В целом результаты исследования выявили тенденцию к коррекции лимфоцитарного клеточного состава крови в ответ на музыкально-акустические воздействия обоих типов: с усилением иммунных реакций (Т-лимфоцитов, натуральных «киллеров») и с укреплением баланса активного 4+ и цитотоксического 8+ иммунитета.

Известно, что Т-лимфоциты (CD3+CD19) участвуют в клеточном иммунном ответе и взаимодействуют с В-лимфоцитами. Цитотоксические Т-лимфоциты (CTLs), являются одним из важнейших компонентов клеточного иммунитета, обеспечивающего защиту от опухолей, а также внутриклеточных вирусных и бактериальных патогенетических факторов. [7, 8].

Наконец, натуральные «киллеры» (16+56+) обладают способностью лизировать инфицированные и опухолевые клетки-мишени. [9].

Механизмы выявленной тенденции к усилению иммунных реакций представляются разными в зависимости от способа музыкально-акустического воздействия.

В случае аудио терапевтических воздействий срабатывает нейрогормональный механизм, который запускается через слуховую сенсорную систему, оказывая далее влияние на иммунную систему и гомеостаз [5, 6].

При прямых музыкально-акустических интервенциях на кровь *in Vitro* энергия звука воздействует на множество клеточных элементов, таких как гранулоциты, лимфоциты, гемопоэтические стволовые клетки, эритроциты, тромбоциты, а также на жидкую часть крови. Известен факт

увеличения насыщения крови кислородом при воздействии звуком *in Vitro* [10]. Эти эффекты могут способствовать усилению пролиферативной активности клеток, наряду с усиленным поступлением гемопоэтических ростовых факторов в плазму крови, вызванным акустическими полями, а также активизацией клеточных процессов за счет сложных энергетических воздействий резонансного характера.

Данные гипотетические предположения требуют, безусловно, дополнительных исследований.

ВЫВОДЫ.

1. Музыкально-акустические интервенции при трансляциях на кровь *in Vitro*, и аналогичные аудио терапевтические воздействия, вызывали сопоставимую по значениям разнонаправленную динамику показателей клеточного иммунитета во всех субпопуляциях лимфоцитов, при этом по отдельным показателям установлены одновекторные изменения. Так в 1-й серии наблюдалось повышение показателей натуральных «киллеров» (16+56+) как после АИiV на 6,1%, так и после АТВ - на 11,3%.

2. В целом выявлена тенденция к коррекции лимфоцитарного клеточного состава крови в ответ на музыкально-акустические воздействия обоих типов: с усилением иммунных реакций (Т-лимфоцитов, натуральных «киллеров») и с укреплением баланса активного 4+ и цитотоксического 8+ иммунитета.

3. Важным итогом предварительных исследований является тот факт, что активизация показателей клеточного иммунитета после музыкально-акустических воздействий в целом не выходила за пределы коридора нормы. Это дает надежду на то, что в будущих биотехнологиях удастся минимизировать побочные эффекты в виде гипериммунных состояний и аллергических реакций.

Для уточнения механизмов выявленных эффектов и набора данных для достоверной статистики необходимы дальнейшие углубленные исследования, которые впоследствии могут открыть реальные возможности, используя безопасные легко воспроизводимые музыкально-акустические воздействия, влиять на клеточный иммунный ответ, играющий важнейшую роль в борьбе с инфекционными заболеваниями и онкологией.

Разработка подобной лечебно-профилактической технологии может оказаться полезной для многих отраслей медицины и найти широкое

применение.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АКУСТИЧЕСКИХ БИОТЕХНОЛОГИЙ

В целом, основываясь на результатах наших работ предыдущих лет и данных литературы, мы видим несколько основных направлений дальнейшего развития акустических биотехнологий в медицине.

1. Разработка и клинические испытания биоакустической аутогемотерапии. Как один из вариантов продолжения начатых исследований и перевода полученных данных в практическое русло, возникла идея разработки метода переливания собственной крови, после процедуры акустической биостимуляции. Переливание собственной крови или аутогемотерапия – это известный в медицине с начала 20 века безопасный метод активации резервных возможностей организма.

От применения биоакустической аутогемотерапии можно ожидать следующие эффекты:

- ✓ Оптимизацию и омоложение клеточного состава крови
- ✓ Активизацию лейкоцитов и лимфоцитов
- ✓ Повышение иммунного потенциала и неспецифической резистентности организма
- ✓ Обновление тканей жизненно важных органов
- ✓ Запуск восстановительных и анти-эйджинговых реакций

2. Разработка и клинические испытания неинвазивной биоакустической гемостимуляции с целью повышения активности клеточного иммунитета и последующим применением по показаниям в клинике внутренних болезней.

3. Использование акустических технологий с целью оптимизации процессов лабораторного выращивания биологических тканей.

Необходимость дальше интенсивно развивать данные направления не вызывает сомнений, так как на выходе мы сможем получать прорывные лечебно-профилактические и биотехнологические продукты, с широким использованием в медицине, сельском хозяйстве и других сферах жизнедеятельности современного общества.

Такая перспектива вполне реальна, ибо мир музыки и звуков представляет собой ценность не только, как универсальный язык общения, выражения чувств и эмоций, но и как витальная физическая энергия, разумное использование которой сулит огромные медицинские, психосоциальные и

даже индустриальные выгоды.

Интеграция науки, искусства и современных технологий существенно расширила границы возможного, и мы обязаны этим воспользоваться.

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>

Еремина Наталья Ивановна, кандидат психологических наук, профессор ЕАМТ, музыкальный терапевт, клинический психолог, ведущий специалист Академии медицинской реабилитации, клинической психологии и музыкальной терапии. E-mail: medart888@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9111-4852>

Вклад авторов:

Авторы подтверждают соответствие своего авторства, согласно международным критериям ICMJE. **Шушарджан С.В.** – идея, концепция и дизайн исследования, обзор публикаций по теме статьи, сбор и анализ материала.

Еремина Н.И. – отбор и обследование пациентов, выполнение текстовой части работы.

Конфликт интересов:

Авторы декларируют 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:

Shushardzhan Sergey V., 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>

Eremina Natalya I., PhD, Music Therapist, Clinical Psychologist, Leading Specialist of the Academy of Rehabilitation Medicine, Clinical Psychology and Music Therapy, EAMT Professor. E-mail: medart888@yandex.ru, ORCID ID: <http://orcid.org/0000-0001-9111-4852>

Author's contribution:

The authors confirm their authorship according to the ICMJE criteria. **Sergey V. Shushardzhan** – an idea, concept, and design of the study; review of publications on the article topic; collection and analysis of material. **Eremina Natalya I.** – selection and examination of patients; completion of the text part of the work.

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. Бехтерев В.М. Вопросы, связанные с лечением и гигиеническим значением музыки. *Обзорение 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).

2. 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, Tipolitoografiya Imperatorskago universiteta, 1898. 141 p.] (In Russian).

3. 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).

4. 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).

5. Shushardzhan, S.V. The method of enhancing the growth of leukocyte mass and the complex correction of the blood in Vitro. Patent number 2518534. Registered in the State Register of Inventions of the Russian Federation (2014)

6. 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.

7. Степанова О.И., Баженов Д.О., Хохлова Е.В., Коган И.Ю., Соколов Д.И., Сельков С.А. Роль Различных Субпопуляций Cd8+Т-Лимфоцитов При Беременности. *Медицинская иммунология*. 2018; 20(5):621-638. <https://doi.org/10.15789/1563-0625-2018-5-621-638> [Stepanova O.I., Bazhenov D.O., Khokhlova E.V., Kogan I.Yu., Sokolov D.I., Selkov S.A. The Role Of Subpopulations Of Cd8+ T Lymphocytes In The Development Of Pregnancy. *Medical Immunology (Russia)*. 2018; 20(5):621-638. <https://doi.org/10.15789/1563-0625-2018-5-621-638>] (In Russian)

8. Bakshi R.K., Cox, M.A., Zajac A.J. (2014). Cytotoxic T Lymphocytes. In: Mackay I.R., Rose N.R., Diamond B., Davidson A. (eds). *Encyclopedia of Medical Immunology*. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-0-387-84828-0_36

9. Vivier E., Raulet D. H., Moretta A., Caligiuri M. A., Zitvogel L., Lanier L. L., Yokoyama W. M., Ugolini S. Innate or adaptive immunity? The example of natural killer cells. (англ.). *Science (New York, N.Y.)*. 2011; 331(6013):44-49. DOI:10.1126/science.1198687

10. Reid J.S. Rediscovering the Art and Science of Sound Therapy. *Green Med Info. The Science of Natural Healing*. 2022. Available at: <https://greenmedinfo.com/blog/rediscovering-art-and-science-sound-therapy>