

М. Дымникова

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МУЗЫКИ И ДОЛГОЛЕТИЕ

Ассоциация музыкальных психологов и психотерапевтов, 119602 Москва, ул. Акад. Анохина, 38; e-mail: dnmw@bk.ru

В статье представлен обзор результатов исследований влияния музыки на функцию различных физиологических систем организма, включая нервную, сердечно-сосудистую и эндокринную, а также по эффекту воздействия музыки Моцарта и позднего, зрелого барокко. Особое внимание уделено сведениям о влиянии различных видов музыки (классической, джазовой, рок-музыки), характера и степени музыкальной активности (слушатели, любители, профессиональные исполнители) на когнитивные и поведенческие функции, состояние здоровья, продолжительность жизни и долголетие. Обсуждаются возможные механизмы влияния музыки на организм, обусловленные структурными акустическими и историко-культурологическими особенностями музыки разных эпох и стилей. Описаны структурные и акустические свойства музыки, определяющие её лечебный эффект, при сравнении с влиянием в этих аспектах рока и классики. Рассмотрены также перспективы применения музыки для лечения и профилактики ассоциированных с возрастом заболеваний.

Ключевые слова: физиология музыки, долголетие, средний возраст смерти, музыкальная активность, физиологически лечебная музыка, эффект Моцарта

Физиологические ритмы в музыке

Зависимость между организмом человека и музыкой определена механизмом физиологического воздействия последней, приравняваемым к эффекту резонанса, вибрации [52]. Исследования С. D. Maranto [87] выявили, что метр, ритм и темп вызывают физиологическое переживание музыки, которое ведет к синхронизации биологических ритмов организма человека, таких как ритмы дыхания, сердцебиения, АД и мозговых волн, с музыкальным ритмом. Мышечная и сосудистая система реагируют на ритм, нервная система реагирует на высоту и на тональность (гармонию). Слушание музыки в медленных темпах, в которых ритмическая пульсация проходит со скоростью около 60 уд/мин, соответствует ритму спокойного сердцебиения.

Музыка, где в одну минуту укладывается шесть четырехтактных фраз, может синхронизировать сердечно-сосудистые ритмы независимо от модуляции дыхания [53]. Прослушивание музыки с медленными темпами сопровождается снижением АД, замедлением пульса и пропорции между низкочастотными и высокочастотными факторами сменности скорости работы сердца [22]. Ритм и темп музыки «heavy metal» и «techno» способствуют развитию аритмии и сердечно-сосудистых нарушений [31]. Музыка Баха является безопасным, дешевым и легким способом преодоления бессонницы: 45 мин слушания перед отходом ко сну обеспечивает надежный ночной отдых и засыпание благодаря расслаблению мышц и отвлечению от мыслей [59]. Психофизиологические исследования D. Gamon и A. Bragdon [27] выявили, что музыка позднего барокко способствует увеличению выделения дофамина в мозге, повышает эффективность памяти, способствует лучшей межполушарной синхронизации и повышению α -ритмов на ЭЭГ головного мозга. Ее медленные части наполнены звуками высоких частот и ритмами от 60 уд/мин — то есть идеальными ритмами работы человеческого сердца во время отдыха, когда синхронизируется работа тела и разума.

Прослушивание музыки в стиле зрелого барокко во время учебы улучшает память, запоминание новых иностранных слов и стихов. В исследовании N. Mammarella и соавт. [85] было показано, что прослушивание цикла «Времена года» Вивальди оказывало положительное влияние на выполнение когнитивных задач пожилыми людьми: запоминание рабочей памятью было лучше после прослушивания этой музыки, чем в условиях тишины или белого шума. Положительное влияние музыки Вивальди было отмечено также при решении задач автобиографической памяти у пожилых пациентов с болезнью Альцгеймера [68, 118]. Музыка может менять ЭЭГ-состояние головного мозга, что прослеживается на протяжении ее звучания, после чего её действие затихает [80]. Умственное состоя-

ние α признано оптимальным для эффективного процесса обучения при повышенной умственной концентрации внимания, оно доминирует в музыке зрелого барокко и Моцарта [93]. Это состояние естественной аутосинхронизации организмом обоих полушарий и глубокого расслабления, в диапазоне 8–12 либо 13 Гц, имеет место в течение нескольких минут обычно дважды в сутки: рано утром при пробуждении и вечером при засыпании, а также в состояниях глубокого чувственного сосредоточения или задумчивости. Оно значительно увеличивает концентрацию внимания и умственное восприятие новой информации, имеет несколько уровней умственной активности, такие как память (ускоренное усвоение и запоминание нового материала), творчество с вдохновением, позитивное мышление, отдых и покой.

Медицинские аспекты «эффекта Моцарта»

Представление о физиологическом воздействии музыки Моцарта («эффекте Моцарта») было сформулировано D. Campbell [35, 74]. Этот феномен был впервые подтвержден на клиническом уровне в 1993 г. как на пожилых людях с временным повышением когнитивной деятельности при прослушивании музыки Моцарта, так и на пациентах с диагнозом умеренных когнитивных нарушений MCI (*mild cognitive impairment*) при их исследовании батареями нейропсихологических тестов [33]. Опубликованы результаты клинических наблюдений, свидетельствующие о влиянии музыки Моцарта на состояние нервной системы, на динамику течения депрессий, болезней Альцгеймера и Паркинсона [63], на сенсомоторную и сердечно-сосудистую активность [81], улучшение памяти и концентрацию внимания, которые были интерпретированы как подтверждение существования «эффекта Моцарта». Исследования N. Jausovec и соавт. [70] подтвердили, что при прослушивании музыки Моцарта перед и после выполнения когнитивных задач повышается умственная активность, в том числе и в процессе обучения, по показаниям ЭЭГ происходят активация и синхронизация α - и γ -мозговых волн. Такой эффект часто наблюдается у музыкантов, что обуславливает повышение физиологической умственной бодрости [24, 25].

F. Rauscher и H. N. Li [103] наблюдали развитие новых нейронов у лиц, слушающих сонату ре-мажор для двух фортепиано Моцарта (KV 448), и обнаружили молекулярную основу «эффекта Моцарта». Пациенты, слушавшие эту музыку, бы-

стрее и вернее выполняли когнитивные задачи на запоминание, которые требовали понимания и пространственного воображения, в отличие от лиц, выполнявших задачи в тишине и не слушавших музыку. В группе пациентов, слушавших музыку, были отмечены ускорение химических и физических процессов в структурах нервных клеток, повышенная активация гипоталамуса [79, 92, 107], отвечающего на нейрофизиологическом уровне за функции обучения и памяти, и снижение синдромов когнитивного старения [17]. Магнитно-резонансные томографические исследования, выполненные на музыкантах и немужыкантах при прослушивании ими сонаты Моцарта и пьесы «К Элизе» Бетховена, выявили значительные различия в мозговой активности в областях лобной, затылочной коры и мозжечка, что было интерпретировано как свидетельство существования «эффекта Моцарта» [26].

Представляют интерес также результаты медицинского сравнительного исследования M. Bodner [72] о влиянии на показатели ЭЭГ и ЭКГ при прослушивании музыки Моцарта — сонаты ре-мажор для двух фортепиано (KV 448) продолжительностью 8,19 мин и музыки хэви-метал «Fear of The Dark» группы «Iron Maiden» продолжительностью 7,3 мин в наушниках с максимальным диапазоном громкости около 60 дБ.

Измерения были проведены в лежачем положении на молодых здоровых лицах без наличия диабета, психических заболеваний, алкогольной либо наркотической зависимости, не принимающих постоянно фармацевтические лекарства и не курящих. Обследуемые хорошо выспались в день исследования и не употребляли крепкий чай, алкоголь либо кофе накануне. Не было выявлено значимых изменений средних показателей сердцебиения и АД перед и после слушания двух видов музыки. В то же время, были выявлены существенные различия параметров α -ритма на ЭЭГ мозга перед и во время слушания музыки Моцарта, а также после ее окончания. Нейропсихологические изменения во время слушания музыки Моцарта были замечены также в ЭЭГ-исследованиях. Наблюдали значительное сокращение эпилептиформной деятельности у пациентов с выявленными клиническими припадками [64–66, 82, 83], в том числе у пациентов в состоянии комы [112], чего не было выявлено во время воспроизведения музыки Гайдна, Листа, Шопена, Бетховена и Вагнера. A. Tomatis [119] выяснил, что музыкальные звуки с частотой 5000–8000 Гц способны оказывать лечебное воздействие и активизировать умственную бодрость.

В то же время, произведения Моцарта насыщены звуками высокой частоты, которые укрепляют микроскопические мышцы среднего уха, что приводит к улучшению слуха и речи. Музыка Моцарта в наибольшей степени содержит высокочастотные звуки, оказывающие лечебное воздействие и стимулирующие мозг: для нее характерно перетекание звуков «громко—тихо» в тридцатисекундном диапазоне, что соответствует характеру биотоков и биоритмам головного мозга. Резонанс в коре головного мозга вызывают регулярные 20–30-секундные секвенции медленных произведений Моцарта, приближенные к временному периоду прохождения ЭЭГ-мозговых волн и повторяющиеся у Моцарта чаще, чем в другой музыке [93]. Противоположные эффекты были получены после прослушивания музыки Альбини и Филипа Гласса [54].

Музыка и продолжительность жизни

Г. М. Жаринов и В. Н. Анисимов [7] проанализировали биографические данные о возрасте смерти среди 8 775 музыкантов — представителей разных специализаций и о долгожительстве музыкантов разных направлений и специальностей, отдельно мужчин и женщин, полученных на основе электронной версии «Большой русской биографической энциклопедии» [4]. Анализ показал, что меньше других жили рок-музыканты — у мужчин средний возраст смерти (СВС) составил 45 лет ($n=421$), у женщин — 37,7 года ($n=37$). В другом исследовании СВС среди 1 489 рок-музыкантов и исполнителей поп-музыки, достигших популярности между 1956 и 2006 г., были получены близкие результаты — 45,2 года в Северной Америке и 39,6 года в странах Европейского союза [21].

Выявлены также существенные различия в характере распределения СВС у рок-музыкантов и музыкантов классических жанров. Для музыкантов-классиков этот показатель оказался близким к норме — на уровне 73 лет, зато для рок-музыкантов он составил 27 лет. Таким образом, в независимых исследованиях получено доказательство, что профессиональные музыканты — исполнители классической музыки — живут значительно дольше, чем рок-музыканты и даже джазовые музыканты [114].

Анализ двусторонней статистической значимости различия средних показателей СВС между полами для одинакового вида музыкальной деятельности не выявил влияния фактора пола как

дифференцирующего коэффициента СВС для профессиональных музыкантов, вообще, и в зависимости от инструмента, в частности. Тем самым, пол, как биологический фактор, не обуславливает предрасположенность для долголетия у профессиональных музыкантов по признакам выбора музыкального инструмента или вида исполняемой музыки. Наиболее высокие статистические значения различий для полов, на уровне $p < 0,0001$, получены между рок-музыкантами (мужчины = 0,45; $n=421$; женщины = 0,377; $n=37$;) и тремя группами профессиональных исполнителей классической музыки: скрипачи (мужчины = 0,7; $n=753$; женщины = 0,774; $n=47$), пианисты (мужчины = 0,686; $n=924$; женщины = 0,74; $n=231$) и классические певцы (мужчины = 0,676; $n=769$; женщины = 0,718; $n=582$). Таким образом, выявлено три вида профессиональной музыкальной деятельности, являющихся наиболее благоприятными для долголетия человека (в противоположность рок-музыкантам), которые могут быть отправной точкой для дальнейших клинических исследований по определению и выявлению динамики физиологических функций и геронтологических изменений в организме человека, обеспечивающих ускоренное ухудшение здоровья или его длительное сохранение.

Когнитивная музыкотерапия

В музыкотерапии принято считать, что прослушивание классической музыки (как и ее воспроизведение) у здоровых людей и у больных с деменцией оказывает одинаковое умеренно-положительное действие на когнитивные функции [121]. Классическая музыка является полезной для улучшения когнитивного состояния лиц с деменцией. Выделено четыре доминирующих группы симптомов деменции, на которые положительно влияет музыка: слуховая и вербальная память [37, 50], языковые функции [20, 98, 99, 116], эмоции и настроение [95], неврозы и депрессия [102]. Слушание музыки как комплексный процесс активирует одновременно функции обоих полушарий. По мнению нейропсихологов L. Cuddy и J. Duffin [42], оно требует интеграции различных компонентов, в том числе высоты, ритма, тембра, динамики, нотного языка на основе звуковых высот, также визуальных, кинестетических и эмоциональных образов. Это активизирует связь между сведениями за поведением и неврологическими

процессами головного мозга на уровне межполушарного воздействия.

В ранних стадиях слуховой обработки музыки (как и в процессе игры на музыкальном инструменте) формируется полушарная специализация. Правая область слуховой коры специализируется на высотном анализе и визуальной записи нотного письма [39, 49, 60, 104, 105], левая область слуховой коры — в быстроте звучания. Это объясняет, почему в выполнении сложных музыкальных задач участвуют оба полушария, и эти одновременные корковые реакции частично интегрируют измененные и здоровые области мозга, что приводит к реабилитации и восстановлению познавательных процессов мозга, пораженного деменцией, во взаимозаменяемых субстратах мозга. Звуковые стимулы, воспринятые ухом во время слушания музыки, трансформируются в нейронные импульсы в слуховой нервной системе, формируют синхронизацию нейронных импульсов в мозговой коре, выравнивая их частоту, что корректирует память и внимание [45, 75], уменьшает мышечное напряжение и синдромы усталости, дополнительно улучшает координацию движений. В межполушарной синхронизации возникает объединение анализа (левое полушарие) и синтеза (правое полушарие) в обработке информации [96]. Таким образом, ослабленные компоненты могут быть поддержаны и усилены за счет процессов активации здоровых областей в интеграционном межполушарном воздействии. Дополнительно подкорковые структуры избавлены от прогрессирующего разрушения корковой ткани, тем самым они выполняют коррекционную и реабилитационную роль во время прослушивания музыки. Таким образом, сложность музыки, как информационного материала, вносит вклад в сохранение памяти на нейронном функциональном уровне и в развитие стратегий запоминания [34, 41]. Она не только поддерживает комплексные умения при деменции, но и формирует мост для реабилитации речи и языковых нарушений пожилого возраста.

Музыка часто воспринимается через инкультурацию, а не через формальное обучение, минуя музыкальную теорию, правила и умственную обработку прослушанного материала. Эти качества музыки объясняют ее важность в когнитивном, социальном, культурном, эмоциональном и коммуникативном контексте старения личности. Таким образом, классическая музыка, как средство комплексного воздействия на мозговые процессы, облегчает их сохранность и является доступным

комплексом упражнений, слухового когнитивного тренинга в профилактике деменции.

Еще одна закономерность влияния классической музыки — диссоциация между характером декларативной и процедурной памяти, наблюдаемая в анамнезе [29]. При некоторых видах деменции у музыкантов пожилого возраста хорошо сохранившаяся процедурная память и двигательные моторные навыки были отмечены наряду с нарушениями декларативной, семантической памяти — то есть они поддаются реабилитации при длительной музыкотерапии [55]. Таким образом, классическая музыка стимулирует разные виды памяти и оказывает поддерживающее когнитивную функцию влияние у лиц с деменцией, а также выполняет профилактическую роль в уменьшении и сдерживании старческих возрастных изменений в области когнитивной сферы человека. Полученные в последние годы нейропсихологические данные свидетельствуют о существенном воздействии музыкальной деятельности на человеческий мозг и качество жизни от раннего детства до поздней старости [47, 84, 97, 113], а также на билатеральную реорганизацию коры [57], на синхронную полушарную активацию, на белое вещество [111]. Это ведет к улучшению развития сенсомоторных функций у молодых музыкантов-инструменталистов [51, 88, 101, 123, 124]. Раннее музыкальное развитие способствует также более раннему развитию моторных и когнитивных функций [40, 76, 100], в том числе вербальной памяти [62]. В поисках связи между инструментальной музыкальной деятельностью и когнитивным долголетием проведено нейропсихологическое тестирование 70 пожилых людей 60—83 лет, разделенных на три группы: нем музыкантов, лиц с низким (<10 лет) и высоким (≥ 10 лет) уровнем музыкальной активности. Пожилые люди с высоким уровнем музыкальной активности показали лучшие результаты по невербальной памяти и исполнительным функциям. Корреляционный анализ подтвердил, что длительная музыкальная активность на протяжении жизни ведет к сохранности когнитивной зрелости в пожилом возрасте по невербальной памяти и исполнительным функциям [18].

Музыкальная активность, включая игру на инструменте и слушание музыки, стимулирует различные когнитивные функции и, в то же время, может влиять на нейропластичность мозга, которая позволяет компенсировать старческое ухудшение когнитивных функций [91, 122]. Продолжительная музыкальная активность улучшает также когни-

тивный интеллект [109], сохраняет когнитивную зрелость и эластичность в пожилом возрасте [110] и снижает возможное развитие нейродегенеративного процесса при болезни Альцгеймера [71]. Исполнение музыки в домашних условиях, на работе или в школе может создать динамичный баланс между более логичным левым и более интуитивным правым полушариями мозга. У исполнителей инструментальной классической музыки ментальное старение и возрастное снижение когнитивных способностей замедляется пропорционально интенсивности их занятий музыкой [28, 56, 120].

Было установлено, что у музыкантов по сравнению с немусыкантами повышен уровень мелатонина [61]. Мелатонин является основным регулятором суточных ритмов в восстановлении цикла сна [32], он замедляет процессы старения и увеличивает продолжительность жизни [106], регулирует деятельность эндокринной системы и АД. Он также оказывает отчетливое стимулирующее действие на иммунитет, в том числе противоопухолевый [36, 89], обладает антиоксидантным эффектом [117], способствует нормализации функций пищеварительного тракта, оказывает омолаживающий эффект [3]. Имеются наблюдения, свидетельствующие, что мелатонин устраняет отдельные виды головной боли [43], улучшает психическое состояние и настроение [23], способствует укреплению костей, обуславливает регуляцию массы тела и может снижать долю жира в организме в комбинации с кальцием [19]. Таким образом, у профессиональных музыкантов-исполнителей классической музыки дольше сохраняются когнитивные способности [115], а также физиологические ресурсы, обеспечивающие долголетие.

Лечебная музыка: физиологические механизмы

Музыка разных направлений, благодаря ритму и звуку, способна оказывать неоднозначное влияние на все живые организмы, в том числе и на человека [6]. Как свидетельствуют клинические наблюдения, наиболее благотворное влияние на человека оказывает классическая музыка: она успокаивает, снимает мышечное напряжение, тонизирует, способствует снижению тревожности [9]. Термин «лечебная классика» касается периода «золотого века классики» [38] и объединяет музыку от Баха и Вивальди [30] — эпохи позднего барокко (от 1710 г.) — с музыкой, созданной композиторами, которых называют «старыми

классиками» — до 1790 г. Он включает эпоху раннего классицизма и окончания жизни Моцарта, как венского классика, с периодом раннего творчества Бетховена, как позднего классика. В плане теории музыки и музыкальной медицины, музыка Баха выросла на идеальной гармонической почве, где голоса зависимы от скорости сердцебиения и дыхания [73]. В установлении темпа биологические ритмы учитывались в музыке до начала XIX в. — момента изобретения Джаном Малзелом метронома, впервые использованного Бетховеном для математически-просчитанного обозначения темпа. В эпохе барокко и раннего классицизма темп обозначался словами, итальянскими терминами и отражал субъективное понимание скорости каждым исполнителем по опыту его ритмов — сердцебиения или дыхания [48].

Классическую музыку от стилей других музыкальных эпох отличает исключительная натуральность звука, который производится механическим путем, без электронного, синтезированного звучания. Также музыка позднего барокко и раннего классицизма построена на классической гармонии, где тональность является организующим фактором [86].

Ярким примером этого стал цикл прелюдий и фуг Баха «Хорошо темперированный клавир», где при наличии полифонии и сложной эволюционирующей формы сохранено чувство слухового комфорта и ладового строения. Это цикл мажорных и минорных прелюдий и фуг для всех 12 хроматических звуков, составляющих музыкальный алфавит [78].

В равномерно темперированном музыкальном строе каждая октава делится на математически равные интервалы — на 12 полутонов. Это позволяет транспонировать (переносить) темы в отдаленные тональности, на произвольный интервал вверх или вниз, с сохранением консонанса — то есть нераздражающего, стройного для уха звучания, причем мелодия в новой тональности симметрична мелодии в исходной тональности. Каждый звук состоит из основного тона и его 15 гармонических обертонов, что образует натуральный звукоряд [8], в котором можно математически вычислить частоты для каждого отдельного музыкального тона, а частоты последовательных тонов натурального звукоряда образуют арифметическую прогрессию [1]. Натуральный звукоряд образован всеми 16 звуками, частота которых кратна частоте основного первичного нижнего тона. Частоты колебаний гармонических обертонов основного тона

соответствуют частотам колебаний его равных частей [5]. Обертоны являются акустическими призвуками, входящими в спектр музыкального звука, в котором высота обертонов выше основного тона. Наличие обертонов обусловлено физическим акустическим колебанием музыкального звука. Десять начальных обертонов сливаются друг с другом в акустически чистое единство. Остальные прослушиваются плохо или не прослушиваются вовсе [15]. Тональность является производным от ладовой системы, где центральное место занимает тоника (первый главный из семи звуков гаммы, вычлененной из 12 полутонов хроматической октавы). Остальные шесть звуков гаммы косвенно связаны с тоникой, подчинены ей, а пять не вошедших в гамму звуков являются для каждой конкретной тональности чужими (диссонантными, раздражающими слух) [67]. Родственность тональностей определяется числом общих звуков — чем их больше, тем тональности ближе друг к другу. Степень родства тональностей обуславливает возможность и характер модуляций, то есть перехода из тональности в тональность и из лада в лад — мажор (радостное звучание) в минор (грустное звучание). В музыке барокко важны консонансы [16], они проявляются в аккордах, выстраиваемых по схеме тональной функциональности.

Модуляции, переход к другим тональностям, в музыке барокко происходят по квартам или квинтам как наиболее чистым интервалам, на что тоже повлияла тональная функциональность [10]. Мелодия в музыке барокко и раннего классицизма направлена на развитие и продолжительна, ритм тяготеет к временной регулярности, музыкальная фраза — к симметричности. Звуковая динамика произведений барокко и раннего классицизма уравновешена — после фрагмента громкого звучания осуществляется переход к тихому фрагменту.

Композиторы эпохи барокко использовали такие музыкальные инструменты, как клавесин, арфа (щипковый инструмент), орган, струнные инструменты. Клавесин является клавишным инструментом с системой струн и молоточками, причем плавное увеличение или уменьшение громкости на нем невозможно, так что исполнения почти всегда были одинаковыми, а эффекты *crescendo* и *diminuendo* — то есть динамического увеличения или уменьшения громкости — исключались [77]. Именно этот недостаток клавесина впоследствии, в период соперничества его с фортепиано, оказался решающим: рояль вытеснил клавесин. Однако для физиологии человека отсутствие *crescendo* и *dimin-*

uendo и наличие стабильной монотонной динамической звучности, как это проявляется в большинстве пьес барокко, написанных для арфы, является ключевым.

Изобретение фортепиано (рояля) с частотным нижним диапазоном до субконтроктавы с частотой 16,352 Гц и верхним диапазоном *си* пятой октавы с частотой 7902,1 Гц привело к тому, что стали широко использовать *crescendo* и *diminuendo* и музыка потеряла равномерность динамики, что было характерным для эпохи барокко. Фортепиано является клавишным, струнным и ударным инструментом с диапазоном $7\frac{1}{3}$ октавы и 88 полутоновыми клавишами, изобретённым итальянским мастером Бартоломео Кристофори в процессе создания молоточкового механизма для динамического усовершенствования клавесина около 1709 г. Поиски динамических возможностей объясняют суть названия — *forte* (громко) и *piano* (тихо), что и дало начало музыке с дифференцированным диапазоном громкости. Фортепиано обычно не входит в состав оркестра, а выступает в качестве сольного инструмента или солирующего в инструментальных концертах.

Ориентироваться на фортепиано, а не на клавесин, композиторы начали на 50 лет позже, во времена Гайдна и Моцарта [2]. Музыка раннего классицизма свойственна квадратность четырехтактных музыкальных фраз, в которых один голос имеет мелодию, а другие являются аккомпанирующими, гармонически соотношенными с мелодией. В связи с появлением фортепиано музыка раннего классицизма оказалась наполнена динамическими изменениями *crescendo* и *diminuendo* в диапазоне 2–3 тактов, и это циклично происходило на протяжении всей музыкальной пьесы. Музыка тональная и лишённая диссонансов (раздражительных созвучий) увеличивает уровень катехоламинов и серотонина, которые способствуют повышению умственной активности. Музыка, сыгранная на струнных инструментах по объему частот в пределах 5–8 кГц, также стимулирует мозговые ритмы, отвечающие за умственную активность головного мозга [90].

Симметричное строение фраз и выровненная ритмика, а также повторяемость и сходность мотивов способствуют выравниванию функциональных ритмов в организме слушателя. Малая громкость, регулярная ритмическая пульсация и повторяемость структур способствуют синхронизации ритмов организма с пульсацией звуковых структур музыки.

Пьесы эпохи позднего барокко и раннего классицизма могут также индуцировать состояние успокоения и психофизиологической эйфории [46, 108].

Динамически струнные инструменты имеют не-большой диапазон — в среднем 30–35 дБ, деревянные и медные духовые — в среднем 35–45 дБ, ударные — до 80 дБ. В эпоху «лечебной музыки» использовали диапазон только первой группы. Для разных типов оркестров динамические диапазоны существенно различаются — от 40 до 70 дБ. Струнные оркестры, исполняющие музыку позднего барокко, Вивальди и Баха, со струнными и легкими духовыми инструментами высоких акустических частотностей, а также музыку раннего классицизма — Моцарта, имели камерный звук в нижних областях децибел динамического диапазона. Для сравнения: частотный диапазон большого симфонического оркестра поздних эпох составляет 30–16 000 Гц. Для слушателей в зале средний уровень обычно составляет 70–90 дБ. В то же время, внутри оркестра уровни звукового давления могут быть значительно выше: в одном метре от медных инструментов уровень может достигать 130 дБ, внутри струнной группы — до 90–100 дБ. Но уже в современных джаз- и рок-ансамблях звуковое давление на сцене может быть на уровне болевых порогов (до 140 дБ), средний уровень поп-музыки достигает около 130 дБ [58]. Работа на таких звуковых уровнях должна быть строго ограничена по времени и способствует отдаленным физиологическим нарушениям здоровья человека.

Рок-музыка зародилась во второй половине XX в., в 60–70-е гг., она оказывает негативное влияние на человека, в частности, вызывает агрессию и агрессивные действия, способствует возникновению депрессивных состояний, ослабляет самоконтроль, формирует социальную отчужденность [11]. Ансамбль рок-музыки генерирует звук в 110 дБ, что может оказывать негативное воздействие на слух — у этих музыкантов он снижен на частоте 4 000 Гц [13]. Данному воздействию подвергаются как исполнители, так и слушатели в зависимости от расстояния до играющих инструментов, их модальности, акустических характеристик помещения и т. п. Под влиянием громкозвучающей музыки объективно регистрируется сначала временное, а затем постоянное смещение слуховых порогов, которое, в итоге, трансформируется в профессиональную тугоухость. Одновременно часто создается ситуация, когда эмоционально-

смысловое содержание исполняемого музыкального произведения субъективно нивелирует негативное шумовое воздействие. На этом основано использование функциональной музыки как одного из средств защиты работающих на заводах от негативного воздействия производственного шума [12].

Неврологи М. Янишевски и Т. Натансон [69, 94] при исследовании изменений в записи ЭКГ и АД под воздействием музыки выявили, что во время прослушивания музыки позднего барокко снижается АД, замедляется сердцебиение и изменяются показатели ЭКГ.

Зато во время прослушивания современной рок-музыки увеличивается ЧСС и повышается АД. Данные о влиянии музыкальных произведений различных стилей на течение заболеваний внутренних органов приводит кардиолог В. М. Успенский [14] на базе технологии информационных механизмов сердца по пути информационного анализа электрокардиологических сигналов и диагностических систем для диагностики заболеваний внутренних органов. При этом были использованы произведения классической музыки: первая часть «Лунной сонаты» Бетховена, «Маленькой ночной серенады» Моцарта, второй сонаты Шопена, а из современной музыки использованы фрагменты музыкальных стилей — джаза, тяжелого рока, нойз и поп-музыки. Результаты экспериментального исследования подтвердили широко известный факт положительного влияния на здоровье человека классических музыкальных произведений. Музыкальные произведения стилей джаз, тяжелый рок, нойз, в подавляющем большинстве случаев, оказали негативное влияние на здоровье. В период прослушивания тяжелого рока появились информационные программы гипертонической болезни, ИБС и хронического гастрита.

Структура лечебной музыки

Имеющиеся в литературе научные данные и частично рассмотренные в обзоре научные медицинские и психологические материалы позволяют полагать, что физиологически нейтральная или лечебная музыка характеризуется наличием следующих шести структурных и акустических качеств:

- 1 — эта музыка извлечена на струнных инструментах либо духовых инструментах с высокими акустическими звуковыми частотами;
- 2 — она упорядочена: в высотной организации звуков, в темперации, в ладовой определенности —

минорные и мажорные тональности; в ней преобладают консонантные (чистозвучащие) гармонии и не раздражающие ухо модуляционные переходы;

3 — в ней наличествует или полифоническая связь между голосами или гомофонная — мелодия с организованным по функциям цифрованного баса аккомпанементом;

4 — она имеет равномерные членения мелодических фраз на четырех- или восьмитактные периоды;

5 — ее темпы (агогика) отвечают физиологическим ритмам человеческих органов и систем — таких как ЧСС, овуляторный цикл, ритмы секреции гормонов, выделения внутренних жидкостей, ритмы мозговых волн на ЭЭГ, циклы дыхания в состоянии покоя и умеренной физической активности, ритмы шагомеров и оптимальной скорости ходьбы, — в которых один музыкальный такт по скорости звучания музыки соответствует ровной долевой пропорции физиологических ритмов человека (в этом темпе обычно написаны вторые медленные части инструментальных концертов эпохи барокко и раннего классицизма);

6 — она имеет динамически выровненную звучность в нижнем реестре громкости с диапазоном до 50 дБ и временные краткие динамические изменения с малыми разницами (небольшое деликатное усиление или уменьшение звучания), входящими в этот диапазон динамической громкости и не вытекающими за его пределы.

Для физиологии человека ключевыми являются семь базовых параметров музыки: тембр звука (окраска), характер артикуляция (способ извлечения звука), мелодика, гармония, ритм, динамика и агогика. Пьесы композиторов, отдаленных от золотого периода лечебной классики эпох — например, Бетховена, Шуберта, Шумана, Мендельсона, Брамса, Чайковского, Рахманинова, Мусоргского, Верди, Глинки, Дворжака, — имеют единичные пьесы, соответствующие описанным выше критериям. Для примера можно сослаться на публикацию, в которой сообщалось об эффективности применения неврологом Б. Дугласом во время общей анестезии при хирургических операциях «Claire de lune» К. Дебюсси и «Лунной сонаты» Л. Бетховена [44], что свидетельствует о том, что лечебная музыка создавалась также в более поздние времена. Очевидно, необходимы дополнительные как экспериментальные, так и клинические исследования в этой еще малоизученной, но многообещающей области физиологии и медици-

ны с привлечением специалистов-музыковедов и музыкантов-исполнителей.

Автор выражает глубокую признательность профессорам В.Н. Анисимову, Г.М. Жаринову и Н.А. Маркарян за ценные критические советы, замечания и рекомендации, высказанные ими при подготовке статьи к печати.

Литература

1. Алдошина И.А., Приттс Р. Музыкальная акустика: Учеб. для вузов. СПб.: Композитор, 2006.
2. Алексеев А. История фортепианного искусства. М.: Музыка, 1962.
3. Анисимов В.Н. Эпифиз, биоритмы и старение организма // Успехи физиол. наук. 2008. Т. 39. № 4. С. 40–65.
4. Большая русская биографическая энциклопедия. М.: Бизнессофт (ИДДК), 2004.
5. Волконский А.М. Основы темперации. М.: Композитор, 1998.
6. Дворецкий Л.И. Музыка и медицина. Размышления врача о музыке и музыкантах. М.: МЕДпресс-информ, 2014.
7. Жаринов Г.М., Анисимов В.Н. Музыка и долголетие // Успехи геронтол. 2014. Т. 27. № 2. С. 284–290.
8. Зубов А.Ю. Натуральный звукояд // В кн.: Большая российская энциклопедия. М.: Изд. БРЭ, 2013. Т. 22. С. 135.
9. Леер Е.И., Зверева С.В. Особенности влияния музыки разных направлений на физиологические характеристики активности сердца юношей и девушек 14–16 лет // Молодой ученый. 2013. № 1. С. 310–318.
10. Ливанова Т.Н. История западноевропейской музыки до 1789 года: Учеб. (в 2-х т.). Т. 1. М.: Музыка, 1983.
11. Новицкая Л.П. Влияние различных музыкальных жанров на психическое состояние человека // Психол. журн. 1984. Т. 5. № 6. С. 79–86.
12. Рыжов А.Я., Сурсимова О.Ю. О биосоциальной значимости музыкальных акустических частот. Аналитический обзор // Вестн. ТвГУ. (Серия «Биология и экология»). 2008. Вып. 8. С. 54–60.
13. Тарасов Д.И., Валентинов В.Б. Я слышу // В кн.: Искусство быть здоровым. М.: Сов. Россия, 1989.
14. Успенский В.М. Оценка эффективности музыкальной терапии с помощью диагностики на основе информационной функции сердца // Музыкальная психол. и психотер. 2011. № 6. С. 118–123.
15. Холопов Ю.Н. Ступени и функции, или как правильно определять гармонию // В сб.: Гармония: проблемы науки и методики. Ростов н/Д.: РГК, 2002. Вып. 1. С. 106–121.
16. Шерман Н. С. Формирование равномерно-темперированного строя. М.: Музыка, 1964.
17. Arancio O., Chao M.V. Neurotrophins, synaptic plasticity and dementia // Curr. Opin. Neurobiol. 2007. Vol. 17 (3). P. 325–330.
18. Bangert M., Peschel T., Schlaug G. et al. Shared networks for auditory and motor processing in professional pianists: Evidence from fMRI conjunction // Neuroimage. 2006. Vol. 30 (3). P. 917–926.
19. Barrenetxe J., Delagrang P., Martínez J. Physiological and metabolic functions of melatonin // J. Physiol. Biochem. 2004. Vol. 60 (1). P. 61–72.
20. Barwick J., Valentine E., West R. et al. Relations between reading and musical abilities // Brit. J. Educat. Psychol. 1989. Vol. 59 (Pt 2). P. 253–257.
21. Bellis M.A., Hughes K., Sharples O. et al. Dying to be famous: retrospective cohort study of rock and pop star mortality and its association with adverse childhood experiences // BMJ Open. 2012. Vol. 2(6). Pii: e002089.

22. Bernardi L., Porta C., Sleight P. Cardiovascular, cerebrovascular, and respiratory changes induced by different types of music in musicians and non-musicians: the importance of silence // *Heart*. 2006. Vol. 92. P. 445–452.
23. Bhattacharya J. Is internal timing key to mental health? // *ScienceMag*. (AAAS). 2007. № 317. P. 1488–1490.
24. Bhattacharya J., Petsche H., Pereda E. Long-range synchrony in the γ band: role in music perception // *J. Neurosci*. 2001. Vol. 21. P. 6329–6337.
25. Bhattacharya J., Petsche H., Feldmann U. et al. EEG γ -band phase synchronization between posterior and frontal cortex during mental rotation in humans // *Neurosci. Lett*. 2001. № 311. P. 29–32.
26. Bodner M., Muftuler L.T., Nalcioglu O. et al. fMRI study relevant to the Mozart effect: brain areas involved in spatial-temporal reasoning // *Neurolog. Res*. 2001. Vol. 23. P. 683–690.
27. Bragdon A.D., Gamon D. Building mental muscle: conditioning exercises for the six intelligence zones / Ed.: Amazon, Allen D. Bragdon Publishers, Inc., 2003.
28. Brodsky W. Rationale behind investigating positive aging among symphony orchestra musicians: A call for a new area of empirical study // *Musicae Scientiae*. 2011. Vol. 15. № 1. P. 3–15.
29. Brottons M., Koger S. The impact of music therapy on language functioning in dementia // *J. Music Ther*. 2000. Vol. 37. P. 183–195.
30. Bukofzer M.F. Music in the baroque era: from Monteverdi to Bach. New York.: W.W. Norton and Company, Inc., 1947.
31. Burns J., Labbé E., Williams K. et al. Perceived and physiological indicators of relaxation: as different as Mozart and Alice in chains // *Appl. Psychophysiol. Biofeedback*. 1999. Vol. 24. P. 197–202.
32. Buscemi N., Vandermeer B., Pandya R. et al. Melatonin for treatment of sleep disorders. Evidence Report // *Technol. Ass*. 2004. № 108. (Review).
33. Cacciafesta M., Ettore E., Amici A. et al. New frontiers of cognitive rehabilitation in geriatric age: the Mozart Effect (ME) // *Arch. Geront. Geriat*. 2010. Vol. 51. Iss. 3. P. 79–82.
34. Calvert S.L., Billingsley R.L. Young children's recitation and comprehension of information presented by songs // *J. appl. Dev. Psychol*. 1998. Vol. 19. P. 97–108.
35. Campbell D. The Mozart effect, tapping the power of music to heal the body, strengthen the mind and unlock the creative spirit. Ed.: New York, Harper Collins Publishers, 1997.
36. Carrillo-Vico A., Guerrero J., Lardone P. et al. A review of the multiple actions of melatonin on the immune system // *Endocrine*. 2005. Vol. 27 (2). P. 189–200.
37. Chan A.S., Ho Y.C., Cheung M.C. Music training improves verbal memory // *Nature*. 1998. Vol. 396 (6707). P. 128.
38. *Classical, The Oxford Dictionary of Music*. Eds.: T. Rutherford-Johnson, M. Kennedy, J. Kennedy. Oxford: Oxford University Press, 2013.
39. Costa-Giomi E. The effects of three years of piano instruction on children's cognitive development // *J. Res. Music Educ*. 1999. Vol. 47 (3). P. 198–212.
40. Costa-Giomi E., Gilmour R., Siddell J. et al. Absolute pitch, early musical instruction, and spatial abilities // *Ann. N.Y. Acad. Sci*. 2001. Vol. 930. P. 394–396.
41. Cross I. Music and cognitive evolution // In: R. Dunbar, L. Barrett (eds.). *Oxford handbook of evolutionary psychology*. Ed.: Oxford: Oxford University Press, 2007. P. 449–667.
42. Cuddy L., Duffin J. Music, memory and Alzheimer's disease: Is music recognition spared in dementia, and how can it be assessed? // *Med. Hypotheses*. 2005. Vol. 64. P. 229–235.
43. Dodick D., Capobianco D. Treatment and management of cluster headache // *Curr. Pain. Headache. Rep*. 2001. Vol. 5 (1). P. 83–91.
44. Douglas B.L. Use of wire recorder in anesthesia // *Curr. Res. Anesth. Analg*. 1953. Vol. 32. (1). P. 71–72.
45. Drake C., Jones M. R., Baruch C. The development of rhythmic attending in auditory sequences: attunement, referent period, focal attending // *Cognition*. 2000. Vol. 77. P. 251–288.
46. Dritsas T. Music medicine. Texts and comments on the therapeutic potential of music // *Athens. Info Hlth*. 2003. P. 24–34.
47. Elbert T., Pantev C., Wienbruch C. et al. Increased cortical representation of the fingers of the left hand in string players // *Science*. 1995. Vol. 270 (5234). P. 305–307.
48. Epstein D. *Shaping Time: Music, the Brain, and Performance*. ed.: New York: Schirmer Books, 1995.
49. Forgeard M., Winner E., Norton A. et al. Practicing a musical instrument in childhood is associated with enhanced verbal ability and nonverbal reasoning // *PLOS One*. 2008. Vol. 3 (10). e3566.
50. Fujioka T., Ross B., Kakigi R. et al. One year of musical training affects development of auditory cortical-evoked fields in young children // *Brain*. 2006. Vol. 129 (Pt 10). P. 2593–2608.
51. Fujioka T., Trainor L.J., Ross B. et al. Musical training enhances automatic encoding of melodic contour and interval structure // *J. Cogn. Neurosci*. 2004. Vol. 16 (6). P. 1010–1021.
52. Galińska E. *Muzyka w terapii. Psychologiczne i fizjologiczne mechanizmy jej działania*. (W:) Człowiek — muzyka — psychologia. Książka dedykowana Profesor Marii Manturzewskiej. Warszawa.: Akademia Muzyczna im. Fryderyka Chopina, 2000. S. 472–486.
53. Grewe O., Nagel F., Kopiez R. et al. How does music arouse "chills"? Investigating strong emotions, combining psychological, physiological, and psychoacoustical methods // *Ann. N.Y. Acad. Sci*. 2005. Vol. 1060. P. 446–449.
54. Gumbel P. The power of Mozart // *Time magazine*. 2006 (January 16). P. 48–50.
55. Gunther W., Guinta R., Klages U. et al. Findings of electroencephalographic brain mapping in mild to moderate dementia of the Alzheimer type during resting, motor, and music perception conditions // *Psychiat. Res. Neuroimaging*. 1993. Vol. 50. P. 163–176.
56. Hanna-Pladdy B., Gajewski B. Recent and past musical activity predicts cognitive aging variability: direct comparison with general lifestyle activities // *Front. Human. Neurosci*. 2012. Vol. 6. Article 198. <http://dx.doi.org/10.3389/fnhum.2012.00198>.
57. Hanna-Pladdy B., MacKay A. The relation between instrumental musical activity and cognitive aging // *Neuropsychology*. 2011. Vol. 25. № 3. P. 378–386.
58. Hanson D.R., Feam R.W. Hearing acuity in young people exposed to pop music and other noise // *The Lancet*. 1975. P. 203–205.
59. Harmat L., Taka'cs J., Bo'dizs R. Music improves sleep quality in students // *J. Adv. Nurs*. 2008. Vol. 62 (3). P. 327–335.
60. Hassler M., Birbaumer N., Feil A. Musical talent and visuospatial abilities: A longitudinal study // *Psychol. Music*. 1985. Vol. 13 (2). P. 99–113.
61. Hessler M. Music medicine. A neurobiological approach // *Neuroendocr. Lett*. 2000. Vol. 21. P. 101–106.
62. Ho Y.C., Cheung M.C., Chan A.S. Music training improves verbal but not visual memory: Cross-sectional and longitudinal explorations in children // *Neuropsychology*. 2003. Vol. 17 (3). P. 439–450.
63. Hughes J.R. Review: The Mozart effect // *Epilepsy Behav*. 2001. Vol. 2. P. 396–417.
64. Hughes J.R., Fino J.J. The Mozart effect: distinctive aspects of the music — a clue to brain coding? // *Clin. Electroencephalography*. 2000. Vol. 31. № 1. P. 94–103.
65. Hughes J.R., Fino J.J., Melyn M.A. Is there a chronic change of the "Mozart effect" on epileptiform activity? A case study // *Clin. Electroencephalography*. 1999. Vol. 30 (2). P. 44–45.
66. Hughes J.R., Daaboul Y., Fino J.J. et al. The «Mozart effect» on epileptiform activity // *Clin. Electroencephalography*. 1998. Vol. 29. P. 109–119.

67. Hyer B. *Tonality* // The Cambridge history of Western music theory. Ed.: New York, Cambridge University Press, 2002. P. 726–752.
68. Irish M., Cunningham C.J., Walsh J.B. et al. Investigating the enhancing effect of music on autobiographical memory in mild Alzheimer's disease // *Dementia Geriatr. Cognitive Dis.* 2006. Vol. 22. P. 108–120.
69. Janiszewski M. *Muzykoterapia aktywna*. Warszawa-Łódź.: Wydawnictwo Naukowe PWN, 1993.
70. Jausovec N., Jausovec K., Gerlic I. The influence of Mozart's music on brain activity in the process of learning // *Clin. Neurophysiol.* 2006. Vol. 117. P. 2703–2714.
71. Johansson B.B. Music, age, performance, and excellence: a neuroscientific approach // *Psychomusicology.* 2002. Vol. 18. P. 46–58.
72. Kalinowska A., Kułakowska A., Kułak W. et al. Effects of classical and heavy metal music on the cardiovascular system and brain activity in healthy students. Preliminary report // *Neurol. dziecięca.* 2013. Vol.22. № 44. P. 17–22.
73. Katz A. Challenge to musical tradition — a new concept of tonality / Ed.: Alfred A. Knopf., reprinted by Katz Press, 2007. P. 444.
74. Kershner J.R. Evaluation of the Tomatis Listening Program // *Canad. J. Special Education.* 1986. Vol. 2. P. 1–32.
75. Kilgour A.R., Jakobson L.S., Cuddy L.L. Music training and rate of presentation as mediators of text and song recall // *Memory Cogn.* 2000. Vol. 28. P. 700–710.
76. Koelsch S., Fritz T., Schulze K. et al. Adults and children processing music: An fMRI study // *Neuroimage.* 2005. Vol. 25 (4). P. 1068–1076.
77. Kottick E.L. *A history of the harpsichord*. Bloomington, Indiana University Press, 2003.
78. Ledbetter D. *Bach's Well-Tempered Clavier: The 48 Preludes and Fugues*. Ed.: New Haven and London: Yale University Press, 2002.
79. Lee E., Son H. Adult hippocampal neurogenesis and related neurotrophic factors // *BMB Rep.* 2009. Vol. 42(5). P. 239–244.
80. Leeds J. *The power of sound: how to manage your personal soundscape for a vital, productive and healthy life*. Rochester, Healing, Arts Press, 2001.
81. Lemmer B. Effects of music composed by Mozart and Ligeti on blood pressure and heart rate circadian rhythms in normotensive and hypertensive rats // *Chronobiol. Int.* 2008. Vol. 25. P. 971–986.
82. Lin L.C., Lee W.T., Wu H.C. et al. Mozart K.448 and epileptiform discharges: effect of ratio of lower to higher harmonics // *Epilepsy Res.* 2010. Vol. 89 (2–3). P. 238–245.
83. Lin L.C., Lee W.T., Wu H.C. et al. The long-term effect of listening to Mozart K.448 decreases epileptiform discharges in children with epilepsy // *Epilepsy Behav.* 2011. Vol. 21(4). P. 420–424.
84. Lotze M., Scheler G., Tan H.R. et al. The musician's brain: Functional imaging of amateurs and professionals during performance and imagery // *Neuroimage.* 2003. Vol. 20 (3). P. 1817–1829.
85. Mammarella N., Beth Fairfield B., Cornoldi C. Does music enhance cognitive performance in healthy older adults? The Vivaldi effect // *Aging Clin. Exp. Res.* 2013. Vol.19. Iss. 5. P. 394–399.
86. Marty J. P. *The tempo indications of Mozart*. New Haven and London, Yale University Press, 1988. xvi. 279.
87. Matera A. *Muzykoterapia. Muzyka w medycynie i edukacji: poradnik dla lekarzy, muzykoterapeutów, nauczycieli, wychowawców, studentów kierunków pedagogicznych: materiały do prowadzenia zajęć terapeutycznych*. Leszno. wyd.: Centrum Technik Nauki Metronom, 2002.
88. Meister I., Krings T., Foltys H. et al. Effects of long-term practice and task complexity in musicians and nonmusicians performing simple and complex motor tasks: Implications for cortical motor organization // *Human Brain Mapping.* 2005. Vol. 25 (3). P. 345–352.
89. Mills E., Wu P., Seely D. et al. Melatonin in the treatment of cancer: a systematic review of randomized controlled trials and meta-analysis // *J. Pineal Res.* 2005. Vol. 39 (4). P. 360.
90. Mockel M., Rucker L., Stork T. et al. Immediate physiological responses of healthy volunteers to different types of music: cardiovascular, hormonal and mental changes // *Europ. J. Physiol. Occup. Physiol.* 1994. Vol. 68. P. 451–459.
91. Monaghan P., Metcalfe N.B., Ruxton G.D. Does practice shape the brain? // *Nature.* 1998. Vol. 394 (6692). P. 434.
92. Monteggia L.M., Barrot M., Powell C.M. et al. Essential role of brain-derived neurotrophic factor in adult hippocampal function // *Proc. nat. Acad. Sci. USA.* 2004. Vol. 101(29). P. 10827–10832.
93. *Mozart effect*. *Segen's Medical Dictionary*, ed.: Joe Segen. Philadelphia: Farlex, Inc. 2011. <http://medical-dictionary.thefreedictionary.com/Mozart+effect>.
94. Natanson T. *Wstęp do nauki o muzykoterapii*. Wyd.: Zakład Narodowy Imienia Ossolińskich, Wrocław (17), 1979.
95. Omar R., Hailstone J.C., Warren J.E. et al. The cognitive organization of music knowledge: A clinical analysis // *Brain.* 2010. Vol. 133. P. 1200–1213.
96. Palisca C.V. Baroque. In: S.Sadie and J.Tyrrell. *The new grove dictionary of music and musicians* (Vol. 2). London: Macmillan, 2001. P. 749–756.
97. Pantev C., Oostenveld R., Engelien A. et al. Increased auditory cortical representation in musicians // *Nature.* 1998. Vol. 392 (6678). P. 811–814.
98. Patel A.D. Language, music, syntax and the brain // *Nature Neurosci.* 2003. Vol. 6 (7). P. 674–681.
99. Patel A.D., Iversen J.R. The linguistic benefits of musical abilities // *Trends Cognitive Sci.* 2007. Vol. 11 (9). P. 369–372.
100. Penhune V., Watanabe D., Savion-Lemieux T. The effect of early musical training on adult motor performance: Evidence for a sensitive period in motor learning // *Ann. N.Y.Acad. Sci.* 2005. Vol. 1060. P. 265–268.
101. Peretz I., Zatorre R.J. Brain organization for music processing // *Ann. Rev. Psychol.* 2005. Vol. 56. P. 89–114.
102. Raglio A., Bellelli G., Traficante D. et al. Efficacy of music therapy in the treatment of behavioral and psychiatric symptoms of dementia // *Alzheimer Dis. Ass. Dis.* 2008. Vol. 22. P. 158–162.
103. Rauscher F., Shaw G.K. Listening to Mozart enhances spatial-temporal reasoning: towards a neurophysiological basis // *Neurosci. Lett.* 1995. Vol. 185. P. 44–47.
104. Rauscher F.H., Zupan M.A. Classroom keyboard instruction improves kindergarten children's spatial-temporal performance: A field experiment // *Early Childhood Res. Quart.* 2000. Vol. 15 (2). P. 215–228.
105. Rauscher F.H., Shaw G.L., Levine L.J. et al. Music training causes long-term enhancement of preschool children's spatial-temporal reasoning // *Neurol. Res.* 1997. Vol. 19 (1). P. 2–8.
106. Reiter R.J., Acuna-Castroviejo D., Tan D.X. et al. Free radical-mediated molecular damage. Mechanisms for the protective actions of melatonin in the central nervous system // *Ann. N.Y.Acad. Sci.* 2001. Vol. 939. P. 200–215.
107. Rossi C., Angelucci A., Costantin L. et al. Brain-derived neurotrophic factor (BDNF) is required for the enhancement of hippocampal neurogenesis following environmental enrichment // *Europ. J. Neurosci.* 2006. Vol. 24 (7). P. 1850–1856.
108. Sakalak I. *Musical vitamins. Elements of music medicine and music psychology*. Athens: Fagotto Publ., 2004. P. 201–248.
109. Schellenberg E.G. Music lessons enhance IQ // *Psychol. Sci.* 2004. Vol. 15 (8). P. 511–514.
110. Schellenberg E.G., Peretz I. Music, language and cognition: Unresolved issues // *Trends Cognitive Sci.* 2008. Vol. 12 (2). P. 45–46.

111. *Schmithorst V.J., Wilke M.* Differences in white matter architecture between musicians and non-musicians: A diffusion tensor imaging study // *Neurosci. Lett.* 2002. Vol. 321 (1–2). P. 57–60.
112. *Shaw G.L.* The Mozart effect // *Epilepsy Behav.* 2001. Vol. 2. P. 611–613.
113. *Sloboda J.A.* Individual differences in music performance // *Trends Cognitive Sci.* 2000. Vol. 4. P. 397–403.
114. *Spencer F.J.* Premature death in jazz musicians: fact or fiction? // *Amer. J. publ. Hlth.* 1991. Vol. 81. P. 804–805.
115. *Staud R.* Survival in academy award-winning actors and actresses // *Ann. intern. Med.* 2003. Vol. 138. P. 77–78.
116. *Tallal P., Gaab N.* Dynamic auditory processing, musical experience and language development // *Trends Neurosci.* 2006. Vol. 29 (7). P. 382–390.
117. *Tan D.X.* Melatonin: a potent, endogenous hydroxyl radical scavenger // *Endocr. J.* 1993. Vol. (1). P. 57–60.
118. *Thompson R.G., Moulin C.J.A., Hayre S. et al.* Music enhances category fluency in healthy older adults and Alzheimer's disease patients // *Exp. Aging Res.* 2005. Vol. 31. P. 91–99.
119. *Tomatis A.* *The Conscious Ear.* New York: Station Hill Press, 1991.
120. *Wan C. Y., Schlaug G.* Music making as a tool for promoting brain plasticity across the life span // *Neuroscientist.* 2010. Vol. 16. P. 566–577.
121. *Witzke J., Rhone R. A., Backhaus D. et al.* How sweet the sound – Research evidence for the use of music in Alzheimers dementia // *J. Geront. Nurs.* 2008. Vol. 34. P. 45–52.
122. *Zatorre R.J., McGill J.* Music, the food of neuroscience? // *Nature.* 2005. Vol. 434 (7031). P. 312–315.
123. *Zatorre R.J., Belin P., Penhune V.B.* Structure and function of auditory cortex: Music and speech // *Trends Cognitive Sci.* 2002. Vol. 6 (1). P. 37–46.
124. *Zatorre R.J., Chen J.L., Penhune V.B.* When the brain plays music: Auditory-motor interactions in music perception and production // *Nature Rev. Neurosci.* 2007. Vol. 8 (7). P. 547–558.

Adv. geront. 2015. Vol. 28. № 4. P. 645–655

M. Dymnikowa

PHYSIOLOGICAL ASPECTS OF MUSIC AND LONGEVITY

Association of Musical Psychologists and Psychotherapists, 38, ul. Akad. Anokhina, Moscow 119602;
e-mail: dmwl@bk.ru

The article provides an overview of the results of studies on the effect of music on the function of various physiological systems of the organism including the nervous, cardiovascular and endocrine systems, also on the effect of Mozart's music and the later mature Baroque music. Particular attention is paid to information on the influence of different kinds of music (classical, jazz and rock), of the nature and of the degree of musical activity (listeners, amateurs and professional performers) on cognitive and behavioral function, on health status, life expectancy and longevity. Structural acoustical attributes of music defining its treatment effect, are described with the comparison of aspects of rock music and of classical music. The article also considers the prospects for using of music in the treatment and prevention of age-associated diseases.

Key words: *physiology of music, longevity, the mean age of death, musical activity, physiologically therapeutic music, Mozart effect*