

ФАРМАКОЛОГИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ НЕБЛАГОПРИЯТНОГО ДЕЙСТВИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ

УДК 615.2

© **О. В. Торкунова, П. Д. Шабанов**

ФГБУ «Научно-исследовательский институт экспериментальной медицины» СЗО РАМН, Санкт-Петербург

Ключевые слова:

низкочастотный шум; физиологические механизмы действия; фармакологические шумопротекторы.

Резюме

Обзор, посвященный фармакологической защите от воздействий низкочастотного шума на организм. Рассмотрены физиологические, биофизические и биохимические основы действия низкочастотного шума на организм человека и животных. Приведен большой фактический материал по анализу действия разных фармакологических средств, оцениваемых в качестве потенциальных шумопротекторов. Этот перечень включает препараты из классов психостимуляторов, ноотропов, антиоксидантов, антигипоксантов, витаминов, анальгетиков, нестероидных противовоспалительных средств, антидепрессантов, аденоблокаторов, спазмолитиков и ряда других. Препараты разделены на две группы: патогенетического и симптоматического действия. Анализ эффективности действия фармакологических препаратов разных групп на изменение функционирования организма возникающее в результате воздействия импульсных низкочастотных шумов, показывает, что наиболее перспективны в качестве шумопротекторов фармакологические средства, воздействующие на основные звенья патогенеза.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из наиболее распространенных антропогенных факторов окружающей среды, влияющих на состояние здоровья населения, является шум. Особое место в спектральной составляющей шума занимает низкочастотный шум (НШ). Прогресс в развитии современной техники, транспортных средств, сопровождающийся увеличением мощности оборудования и повышением рабочих скоростей выполнения технологических операций, создают объективные предпосылки для увеличения доли низкочастотных составляющих в спектрах шумов. Этому способствуют и инженерно-технические меры борьбы с шумами, основанные на методах звукоизоляции и звукопоглощения, которые приводят к тому, что спектры шумов на рабочих местах становятся более низкочастотными, т.к. эти мероприятия эффективны на средних и высоких частотах. НШ имеет свойство распространяться на огромные

расстояния от источников его образования вследствие большой длины волны и незначительного поглощения в атмосфере. Это обуславливает неблагоприятное воздействие НШ на людей [3, 9, 20].

В многочисленных отечественных и зарубежных исследованиях показаны обусловленные воздействием НШ структурно-функциональные изменения во многих органах и системах организма, приводящих к острым и хроническим заболеваниям [19]. Тем не менее до настоящего времени механизмы формирования данной патологии изучены недостаточно, что сдерживает решение проблемы неблагоприятного воздействия НШ, в частности затрудняет поиск фармакологических средств для профилактики и коррекции последствий воздействия НШ. Применение фармакологических средств тем более актуально, что в силу известных физических особенностей распространения низкочастотного акустического шума в материалах, защита техническими (физическими) средствами малоэффективна и финансово затратна. Основной мерой защиты является гигиеническое нормирование времени пребывания человека в зоне действия НШ [39].

ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ШУМОВ

Известно, что при воздействии акустических колебаний с частотой ниже 20 Гц с интенсивностью в пределах 80–120 Гц у человека и животных развивается многофазовая ответная реакция организма. Эта реакция проходит через ряд функциональных и морфологических этапов и затрагивает многие системы организма. В отличие от средне- и высокочастотного шума, который оказывает влияние на организм человека преимущественно через слуховой анализатор, низкочастотный шум, кроме того, действует еще и на другие сенсорные системы (вестибулярную, проприоцептивную), а также непосредственно на клетки, ткани и органы, проникая в диапазоне до 100 Гц практически без искажения по амплитуде и спектральному составу. Шум инфразвукового и низкочастотного спектра оказывает неблагоприятное действие на центральную и периферическую нервную систему, сердечно-сосудистую, дыхатель-

ную, пищеварительную системы, железы внутренней секреции, органы зрения и слуха, и другие органы и системы организма, вызывая множество патологических состояний: нейросенсорную тугоухость, астеновегетативный синдром, астенодепрессивный синдром, нейрциркуляторную (вегетососудистую) дистонию, дисциркуляторную энцефалопатию, гипертоническую болезнь, ишемическую болезнь сердца, очаговую и диффузную эмфизему легких [3, 8, 16, 21, 23, 37, 40].

Воздействие НШ на слуховой и вестибулярный анализаторы и механорецепторы сопровождается возникновением нервной импульсации, которая поступает в различные отделы головного мозга, приводя к нарушению корково-подкорковых взаимоотношений и активации ретикулярной формации и таламических отделов головного мозга. По данным некоторых авторов, воздействие низкочастотного шума отрицательно влияет преимущественно (и в первую очередь) на высшую нервную деятельность [14, 32, 36]. Накоплено немало сведений о нарушениях деятельности ряда висцеральных систем (пищеварительной, дыхательной, сердечно-сосудистой и т. д.) при действии НШ [37], и дополнительно некоторые авторы указывают, что начальной фазой является ответная реакция преимущественно вегетативного отдела нервной системы, а начальным звеном механизма взаимодействия акустических колебаний и организма человека и животных является прямое действие акустических колебаний на механорецепторы [17, 37, 41].

БИОФИЗИЧЕСКИЕ И БИОХИМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ДЕЙСТВИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ШУМОВ

Подтверждением нейрогуморального пути формирования реакций при действии НШ являются морфофункциональные нарушения в различных отделах эндокринной системы, изменение уровня гормонов (катехоламины, глюкокортикоиды и др.) в крови, надпочечниках и холинергической медиации. Существуют сведения о нарушении нейромедиаторных взаимоотношений в различных структурах головного мозга, а также об истощении основных нейромедиаторных систем коры и гипоталамуса и активацией тормозной стриопалидарной системы [3, 7, 21]. В результате гормональной перестройки в ответ на воздействие НШ в организме может происходить изменение белкового метаболизма, окислительно-восстановительных процессов. Общим и местным действием катехоламинов некоторые авторы объясняют гемодинамические реакции и микроциркуляторные нарушения в органах и тканях [8].

Широкое распространение получила и резонансная теория действия НШ, которая основана на учете совпадения частот НШ с собственной частотой резонансных колебаний того или иного органа, что

вызывает сильное раздражение рецепторного аппарата, поэтому ведущее место в ней отводится интeро- и проприорецепции [7, 8].

В последние годы предложена денатурационная теория раздражения, согласно которой ведущее место в механизме неблагоприятного действия НШ на организм принадлежит денатурационным изменениям белков. Следствием считают повышение активности протекания процессов свободнорадикального окисления в плазме и клетках крови и снижение активности их антиоксидантной системы, изменение структуры липопротеидного комплекса мембран клеток, изменение активности мембрансвязанных ферментов [15].

ПОИСК ФАРМАКОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ШУМОВ

Одним из способов защиты в условиях воздействия низкочастотных акустических колебаний является поиск фармакологических средств, обеспечивающих профилактику или коррекцию неблагоприятных последствий воздействия. В открытой литературе имеется незначительное число публикаций на эту тему [2, 4, 6, 22, 41].

Первые исследования в этом направлении были проведены в конце 1980-х– начале 1990-х годов. Частью исследователей применялись лекарственные препараты, действие которых направлено на предотвращение угнетения функций ЦНС, формирования астено-депрессивных состояний и тем самым способствующие сохранению работоспособности человека (пирацетам, пикамилон, церебрамин (ноотропы), бемитил (актопротектор), пирроксан (альфа-адреноблокатор), сиднокарб (психостимулятор), аурорикс (ингибитор MAO), этимизол (аналептик), никошпан (спазмолитик, вазодилататор), адаптоген женьшень) [2, 28, 31, 43]. Другими исследователями применялись средства, направленные на защиту клеточных мембран и препятствующие нарушению микроциркуляции (антигипоксанты и антиоксиданты: аскорбиновая кислота, триовит, унитиол, токоферол, липоевая кислота, аскорутин, викасол, феноксан, олифен, мексидол, корректоры микроциркуляции пармидин, нимодипин, гливенол и дицинон) [2, 10, 11, 25, 33, 38, 42, 15]. Кроме того, для коррекции возникающих патологических реакций применялись анальгин, задитен, диклофенак натрия, аллопуринол, глюконат цинка, селенит натрия, мочевиная кислота, этанол [15]. В части работ были применены комбинации медикаментов, включающие в себя препараты разных групп [2].

Было показано, что пирацетам и пирроксан повышают субъективную самооценку самочувствия добровольцев, находившихся в камере динамического давления при воздействии НШ с УЗД 150 дБ, частотой 6 Гц и временем воздействия 3 мин. Также предварительный прием пирроксана возвращал

к норме показатели сердечного ритма [43]. Психологическое обследование лиц, принимавших аурорикс, показало, что препарат оказывал положительное влияние на функциональное состояние ЦНС (возвращение уровня тревожности к норме, эффективности переработки информации, особенностей внимания и памяти) [2].

Актопротектор бемитил исследовали при оценке состояния физической работоспособности и спонтанной двигательной активности крыс, подвергавшихся воздействию НШ (УЗД 150 дБ) [5]. Установлено, что профилактическое введение животным бемитила обеспечивало сохранение физической работоспособности и стимулировало поведенческую активность подопытных крыс в тесте «открытого поля».

В связи с тем, что НШ вызывали выраженное торможение в ЦНС, была изучена эффективность средств, относящихся к психостимуляторам, — этимизола, сиднокарба и бемитила [22, 29, 41, 44]. Однако однократное введение симптоматических средств в исследованных дозах не оказало положительного влияния на поведенческие реакции крыс через 30 минут после воздействия НШ высоких уровней и не предотвращало развитие торможения. Известно, что данные фармакологические средства стимулируют выброс нейромедиаторов из депо и тем самым повышают умственную и физическую работоспособность. В то же время показано, что в результате воздействия НШ происходит истощение основных нейромедиаторных систем, и у психостимуляторов просто отсутствует субстрат (депо биогенных аминов), с помощью которого они бы стимулировали деятельность. Неэффективность психостимуляторов косвенно подтверждает установленные нейрохимические патофизиологические закономерности неблагоприятного действия НШ на ЦНС.

Отдельно была изучена профилактическая эффективность ноотропов (пирацетама и пикамилона). Результаты исследования продемонстрировали, что однократное применение пикамилона оказывает положительное влияние на врожденное поведение и лишь частично сохраняет условнорефлекторную деятельность крыс после воздействия НШ. Этот факт, очевидно, связан с тем, что, с одной стороны, однократное введение ноотропов недостаточно для эффективной экстренной профилактики состояний, возникающих после воздействия НШ, так как требуется накопление данных препаратов в нейронах. С другой стороны, ноотропные средства влияют на накопление макроэргов и улучшают тканевое дыхание, однако оптимизация метаболизма клетки (нейрона) хотя и является положительным, но недостаточным средством для профилактики нарушений трудоспособности.

Данные об усилении внутриклеточных процессов свободнорадикального окисления, изменении

активности моноаминоксидазы и ацетилхолинэстеразы в гомогенатах головного мозга крыс и кошек, изменении концентрации биогенных аминов в различных мозговых структурах подопытных животных после воздействия НШ побудили изучить эффективность антиоксидантов и ингибиторов моноаминоксидазы, влияющих на основные звенья патогенеза [12, 13].

Также эффективен оказался и антидепрессант аурорикс (моклобемид), относящийся к группе ингибиторов MAO. Посредством применения аурорикса показано, что при снижении активности катаболизма норадреналина, но главным образом серотонина, возможна нормализация протекания интегративных психических процессов, профилактика торможения в ЦНС [34, 45]. Это подтверждает наличие опосредующего механизма, реализующего поведенческие эффекты — истощение основных нейромедиаторных систем в результате воздействия НШ.

Таким образом, исследование эффективности профилактического действия фармакологических препаратов разных групп на изменение ряда функций ЦНС, возникающее в результате воздействия импульсных НШ, показало, что лишь фармакологические средства, воздействующие на основные звенья патогенеза и не имеющие побочных седативных эффектов, предотвращали угнетение поведенческих реакций.

Поскольку доказано, что под влиянием шума в тканях организма наблюдается активация процессов перекисного окисления липидов, обуславливающая повреждение биомембран и высвобождение факторов свертывания крови, некоторыми исследователями были предприняты попытки коррекции отклонений гемостаза по воздействию шума ноотропами и антиоксидантами [4]. Профилактическое введение животным церебрамина, гливенола, унитиола, аскорбиновой кислоты и альфа-токоферола при однократном и хроническом воздействии шума приводило к восстановлению противосвертывающей активности крови.

При изучении эффективности аскорбиновой кислоты было обнаружено уменьшение количества кровоизлияний в легких крыс после воздействия НШ [10, 11].

Антиоксидант феноксан восстанавливал активность супероксиддисмутазы, уменьшал возросшее кровенаполнение сосудов, приводил к нормализации обмена гистамина в легочной ткани и норадреналина в гипоталамусе у крыс. Близкой активностью по указанным показателям обладал задитен. Анальгин предупреждал развитие кровоизлияний в легких [15].

Из фармакологических средств, предотвращающих развитие основных механизмов патогенеза, было исследовано протективное действие антигипоксанта и мембраностабилизирующего средства олифена (гипоксена), получившего признание при

лечении ряда патологических состояний [26, 30, 35]. Предполагалось, что положительный мембранопротективный эффект непременно скажется на повышении эффективности оперантной деятельности и спонтанной двигательной активности крыс. Олифен способствовал снижению содержания воды и крови в легких, уровня гистамина в тканях легких и уменьшению содержания норадреналина и серотонина в гипоталамусе. В экспериментах на крысах при воздействии НШ обнаружено, что введение олифена предупреждало снижение физической работоспособности крыс, оцениваемой по методике «плавание в водном бассейне». В то же время олифен крайне негативно влиял на эффективность оперантной деятельности экспериментальных животных и на врожденное и приобретенное поведение в целом [15]. Известно, что олифен, являясь антигипоксантом, улучшает микроциркуляцию и метаболизм клетки, а данные механизмы не являются первичными и доминирующими в формировании признаков острого нарушения функций ЦНС в ранние сроки после воздействия НШ. Поэтому авторами сделан вывод, что олифен в определенных условиях может обладать и побочным седативным эффектом, что также препятствует использованию данного препарата как средства профилактики снижения трудоспособности при воздействии НШ.

Для профилактики снижения физической работоспособности у животных, подвергшихся воздействию низкочастотного шума, использовали антигипоксант мексидол [18]. Показано, что длительность плавания (методика «плавание до утопления») экспериментальных животных, получавших мексидол, была значимо больше, чем у экспериментальных животных, получавших физиологический раствор.

Применение пармидина, бемитила, анальгина обеспечивало сохранение физической работоспособности крыс, оцениваемой по методике «плавание в водном бассейне» [15].

Также была изучена эффективность комплекса: олифен (антигипоксант, обладающий также антирадикальной активностью), феноксан (антиоксидант) и задитен (антиаллергический препарат, основное действие которого проявляется в торможении выброса биогенных аминов из тучных клеток). Проведенные эксперименты показали, что исследованные медикаментозные средства в большинстве случаев оказывают сдерживающее влияние на развитие неблагоприятных последствий влияния механоакустических колебаний на головной мозг и легкие крыс [15].

Доказано положительное профилактическое и лечебное влияние дицинона и диклофенака натрия в условиях инфразвукового воздействия [24].

Показано, что сбалансированный комплекс антиоксидантов и блокаторов кальциевых каналов (униол, аскорбиновая кислота, альфа-токоферола ацетат, аллопуринол, нимодипин, глюконат цинка, селенит натрия, мочевиная кислота, этанол) предот-

вращал развитие торможения в ЦНС и способствовал сохранению дееспособности после воздействия НШ. Следовательно, механизм защиты нейрона от свободных радикалов при непосредственном влиянии акустического фактора на клетку, является одним из ведущих способов предупреждения развития торможения в ЦНС [1, 27, 15].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, анализ литературы показывает, что поиск фармакологических средств для предотвращения негативных эффектов НШ проводится по двум основным направлениям: поиск препаратов, влияющих на основные звенья патогенеза, и поиск симптоматических средств, позволяющих откорректировать основные неблагоприятные эффекты НШ. Препараты применяются как профилактически, так и для устранения (либо ослабления) патологических состояний в разных по длительности (острое или хроническое) воздействия НШ условиях, исследовательские работы проводятся с разными целями (гигиеническими или экспериментальными), что затрудняет обобщение информации по данному вопросу.

Представленные исследования свидетельствуют о возможности профилактики и коррекции неблагоприятных эффектов воздействия НШ. Результаты экспериментальных работ на мембранном, клеточном, тканевом и органном уровне показали, что ряд фармакологических препаратов при введении экспериментальным животным устраняют либо ослабляют патологические реакции и функциональные расстройства, обусловленные воздействием НШ. Обнаружена неэффективность психостимуляторов для восстановления работоспособности операторов, что подтверждает теорию о вызываемом НШ повышенном расходе нейромедиаторов. Отдельно указывается на положительный эффект длительного применения ноотропов и антидепрессантов (не имеющих побочных седативных эффектов) для восстановления уровня физической и умственной работоспособности. Применение антиоксидантов положительно сказывается на общей физической работоспособности и нивелирует отдельные неблагоприятные эффекты НШ (восстанавливает нормальную свертываемость крови и нарушенную микроциркуляцию в тканях, приводит к нормализации баланса некоторых нейромедиаторов в гипоталамусе и предотвращает развитие торможения в ЦНС).

Таким образом, исследование эффективности действия фармакологических препаратов разных групп на изменение функционирования организма, возникающее в результате воздействия импульсных НШ, показывает, что наиболее перспективны для дальнейшего исследования фармакологические средства, воздействующие на основные звенья патогенеза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абидова С. С., Овчинников И. В. Эффективность альфа-токоферола при анестезии фторатаном // Эксперим. и клинич. фармакология. — 1996. — Т. 59, № 4. — С. 3–4.
2. Ажимова И. Ф., Гусаров Д. В., Мороз М. П. и др. Фармакологическая коррекция и профилактика нарушений работоспособности человека, подвергавшихся воздействию акустических колебаний // Актуальные проблемы и перспективы развития военной медицины: науч. тр. НИИИЦ (МБЗ) ГНИИИВМ МО РФ / Под ред. Н. Н. Плужникова, СПб. — 2002. — Т. 3. — С. 3–12.
3. Алексеев С. В., Хаймович М. Л., Кадыскина Е. Н., Суворов Г. А. Производственный шум. — Л.: Медицина, 1991. — 134 с.
4. Андросов Н. С., Вобликов И. В., Воробьева Р. Л., Родионов Г. Г. Фармакологическая профилактика и коррекция в эксперименте нарушений свертывающей системы крови, возникающих при воздействии шума // Актуальные проблемы и перспективы развития военной медицины: науч. тр. НИИИЦ (МБЗ) ГНИИИВМ МО РФ / Под ред. Н. Н. Плужникова. — СПб., 2003. — Т. 4. — С. 3–9.
5. Андросов Н. С., Иванченко А. В., Коновалова Л. И. и др. Бемитил как корректор утомления при физической нагрузке в условиях воздействия низкочастотного шума // От materia medica к современным медицинским технологиям: матер. конф. — СПб., 1998. — С. 10.
6. Ахметзянов И. М., Андросов Н. С., Вобликов И. В. и др. Фармакотерапевтическая коррекция отклонений гемостаза при воздействии шума // Казанский мед. журнал. — 2005. — Т. 86. — № 1. — С. 62.
7. Ахметзянов И. М., Вобликов И. В., Ломов О. П. и др. Неспецифическое действие шума на организм. — СПб., 2003. — 218 с.
8. Ахметзянов И. М., Гребеньков С. В., Ломов О. П. Шум и инфразвук. Гигиенические аспекты. — СПб.: Бип, 2002. — 100 с.
9. Ахметзянов И. М., Зинкин В. Н., Петреев И. В., Драган С. П. Гигиеническая оценка сочетанного воздействия шума и инфразвука на организм военнослужащих // Вестн. Рос. воен.-мед. академии. — 2011. — Т. 332. — № 11. — С. 44–50.
10. Вельская М. Л., Кузьменко В. Г., Нехорошева М. А., Тарутина А. П. Сравнительная оценка некоторых современных комплексов терапии вибрационно-шумовой болезни // Гигиена труда и проф. заболевания. — 1974. — № 12. — С. 21–24.
11. Вельская М. Л., Нехорошева М. А., Коновалова С. И., Кухтина Г. В. и др. Сравнительная оценка различных методов лечения горнорабочих с вибрационно-шумовой патологией // Гигиена труда и проф. заболевания. — 1984. — № 10. — С. 16–19.
12. Вобликов И. В., Родионов Г. Г. Влияние шума средней интенсивности на свободнорадикальные процессы в клетках крови // Свободнорадикальные процессы и антиоксиданты в развитии и функциях нервной системы: от плода к старению: матер. междунар. научн. конф. — СПб., 2001. — 68 с.
13. Воробьева Р. Л. и др. Влияние акустических колебаний на некоторые показатели состояния обмена веществ у артиллеристов // Проблемы диагностики дозологических состояний в профилактической и клинической медицине: матер. науч.-практич. конф. — М., 2003. — 169 с.
14. Габович Р. Д., Шутенко О. И., Кречковский Е. А. Влияние инфразвука на процессы биоэнергетики, ультраструктурную организацию и некоторые процессы регуляции // Гигиена труда и проф. заболевания. 1979. — № 3. — С. 9–15.
15. Гусаров Д. В., Коваленко И. Ю., Родионов Г. Г., Селезнёв А. Б., Изотов В. В., Кирюхина Л. Д., Божедомова Э. Р., Шубина А. А. Комплексная оценка формирования «шумовой» патологии и принципы ее диагностики и экспертизы // Вестн. Рос. воен.-мед. академии. — 2011. — № 2. — С. 222–229.
16. Денисов Э. И., Чесалин П. В. Неспецифические эффекты воздействия шума // Гигиена и санитария. — 2007. — № 6. — С. 54–55.
17. Жуков А. Н., Иванников А. Н., Ларгионов А. С., Нюний В. Н., Павлов В. И., Фрейман В. Я. Определение аномально-активной зоны вредного действия основных шумов в жилых и административных помещениях // Проблемы акустической экологии. — Л.: Стройиздат, 1990. — С. 13–21.
18. Зинкин В. Н., Андросов Н. С., Богданов Г. Н. и др. Влияние мексидола на изменение фазового, обусловленных способности животных в условиях воздействия шума // От materia medica к современным медицинским технологиям: матер. конф. — СПб., 1998. — С. 62.
19. Зинкин В. Н., Богомолов А. В., Драган С. П., Ахметзянов И. М. Анализ рисков здоровью, обусловленных сочетанным действием шума и инфразвука // Пробл. анализа риска. — 2011. — Т. 8. — № 4. — С. 82–92.
20. Зинкин В. Н., Богомолов А. В., Драган С. П., Ахметзянов И. М. Кумулятивные медико-экологические эффекты сочетанного действия шума и инфразвука // Экология и промышленность России. — 2012. — № 3. — С. 46–49.
21. Измеров Н. Ф., Суворов Г. А., Прокопенко Л. В. Человек и шум. — М.: Гэотар-мед, 2001. — 384 с.
22. Киричек Л. Т., Бобков Ю. Г. Действие бемитила на состояние систем саморегуляции при кратковременной иммобилизации // Фармакол. и токсикол. — 1991. — Т. 54, № 6. — С. 42–44.
23. Коваленко И. Ю., Гусаров Д. В., Селезнёв А. Б., Мороз М. П., Божедомова Э. Р., Изотов В. В. Патология нервной системы у лиц, подвергающихся воздействию высокоинтенсивного импульсного низкочастотного шума в процессе военно-профессиональной деятельности // Вест. Рос. воен.-мед. академии. — 2010. — № 3. — С. 155–158.
24. Косачева Т. И. Клиническая и морфофункциональная оценка органа зрения при сочетанном воздействии инфразвука и шума (Клинико-экспериментальное исследование): Автореф. дис... канд. мед. наук. — СПб., 1999. — 21 с.
25. Левин А. И., Артамонова В. Г. Лечение профессиональных заболеваний. — М.: Медицина, 1984. — 188 с.
26. Лекарственные препараты ОАО «Химфармкомбинат «Акрихин». — М., 1997–1998. — 302 с.
27. Лепяхин В. К., Ивлева А. Я., Удотова С. А. Эффекты антагонистов кальция при ишемических расстройствах мозгового кровообращения // Итоги науки и техники. Сер.: Фармакология. Химиотерапевтические средства. — М., 1991. — Т. 26. — С. 134–145.
28. Лечение вибрационной болезни от воздействия локальной вибрации допегитом, никошпаном и ультразвуком // Метод. рекомендации. — Л.: ЛНИГТ и ПЗ, 1983. — 7 с.
29. Ломов Б. Ф. Деятельность человека-оператора в системах «человек-машина» // Вестн. АН СССР. — 1975. — № 1. — С. 51–60.
30. Ломтадзе Д. М., Цорин И. Б., Чиркова Е. Ю., Чичканов Г. Г. Защитное действие на миокард некоторых антигипоксантов в условиях острой окклюзии и последующей реперфузии коронарной артерии // Фармакол. и токсикол. — 1990. — Т. 53, № 2. — С. 31–34.
31. Лосева М. И., Сухаревская Т. М., Пахомова А. М., Сутормин В. А., Диккер В. Е. Коррекция нарушения микроциркуляции при вибрационной болезни // Гигиена труда и проф. заболевания. — 1984. — № 10. — С. 19–22.

32. Маркова Т.Ф., Добржанская А.К. К вопросу о воздействии производственного шума на деятельность центральной нервной системы по данным ЭЭГ // Социально-гигиенические аспекты борьбы с шумом и вибрацией. — Мытищи, 1972. — С. 43–45.
33. Мелкоян М.М. Действие альфа-токоферолацетата на ферменты антирадикальной защиты клетки белых крыс при акустическом стрессе // Биол. журн. Армении. — 1984. — Т. 37, № 7. — С. 586–594.
34. Моралев С.Н., Нестеров В.П., Ягодина О.В. Структура и механизм действия ингибиторов ферментов метаболизма нейромедиаторов // Нейрохимия. — 1996. — Т. 13, № 3. — С. 168–178.
35. Мухин Е.И. Структурные, функциональные и нейрохимические основы сложных форм поведения. — М.: Медицина, 1990. — 240 с.
36. Реутов О.В. Изменения оперативной деятельности коры головного мозга и концентрации внимания при воздействии инфразвука // Актуальные вопросы профилактики и неблагоприятного воздействия шума и вибрации: сб. тезисов. — М., 1981. — С. 116–117.
37. Свидовый В.И. Инфразвук как фактор окружающей и производственной среды. — СПб.: Бип, 2002. — 140 с.
38. Свидовый В.И., Глинчиков В.В., Реакция нервной системы на воздействие инфразвука // Гигиена труда и проф. заболевания. — 1991. — № 6. — С. 37–38.
39. Симухин В.В. Исследование влияния импульсного шума в целях гигиенического нормирования // Вестн. Рос. воен.-мед. академии. — 2011. — Т. 332, № 12. — С. 42–43.
40. Симухин В.В. Медико-биологические эффекты воздействия импульсных шумов сверхвысокой интенсивности // Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезвычайных ситуациях. — 2012. — № 4. — С. 69–73.
41. Смирнов А.В. Опыт и перспективы применения бемитила — препарата из нового фармакологического класса актопротекторов // Новые лек. препараты. — 1991. — Вып. 7–9. — С. 33–42.
42. Соболева Н.П., Дейнеко В.Г. Ближайшие и отдаленные результаты лечения вибрационной патологии шахтеров-угольщиков гипербарической оксигенацией // Гигиена труда и проф. заболевания. — 1987. — № 5. — С. 57–60.
43. Фрайман Б.Я. Способ защиты человека и животных от действия низкочастотных акустических колебаний и инфразвука. — Патент РФ № 2086235 от 10.08.1997.
44. Шустов Е.Б. Повышение устойчивости к экстремальным воздействиям при астении: Автореф. дис... д-ра мед. наук. — СПб., 1996. — 38 с.
45. Яковлев В.А. Сравнительная эффективность аурорикаса и амитриптилина при лечении депрессий // Воен.-мед. журн. — 1997. — № 4. — С. 37–38.
46. Fraiman B.J., Faustov A.S., Ivannikov A.N., Pavlov V.I. Phase Features of Man and Animals Reaction to Infrasound Effect // 2nd Int. Congr. on Recent Developments in Air- and Structure-Borne Sound and Vibration Held. — Auburn University, Alabama, USA, 1992. — Vol. 2. — P. 811–814.

PHARMACOLOGICAL CORRECTION OF EXTREME EFFECTS OF INFRASOUND ACOUSTIC VIBRATIONS

O. V. Torkunova, P. D. Shabanov

◆ **Summary:** Review devoted the problem of pharmacological defence from infrasound exposure to the organism. The physiological, biophysical and biochemical bases of infrasound action on the organism both of men and animals are presented in the paper. The big practical material on pharmacological drugs action assessed as sound-protectors was analysed. The drugs list includes psychostimulants, nootropics, antioxidants, antihypoxants, vitamins, analgetics, nonsteroid anti-inflammatory drugs, analeptics, adrenoblockers, smasmolytics etc. All drugs divided into two groups: pathogenic and symptomatic type of action. The analysis of efficacy of pharmacological drugs action on the organism functioning changes due to infrasound exposure showed that the most perspective as sound-protectors were the drugs acting on the main pathogenetic chains.

◆ **Key words:** infrasound; physiological mechanisms of action; pharmacological sound-protectors.

◆ Информация об авторах

Торкунова Ольга Владимировна — к.м.н., аспирант отдела нейрофармакологии им. С.В. Аничкова. ФГБУ «Научно-исследовательский институт экспериментальной медицины» СЗО РАМН. 197376, Санкт-Петербург, ул. Акад. Павлова, 12.

Torkunova Olga Vladimirovna — Post-graduated Student, Anichkov Dept. of NeuroPharmacology. Institute of Experimental Medicine, NWB RAMS. 197376, St. Petersburg, Acad. Pavlov St., 12, Russia.

Шабанов Петр Дмитриевич — д.м.н., профессор, заведующий кафедрой фармакологии. Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова. Санкт-Петербург, 194044, ул. Акад. Лебедева, 6; заведующий отделом нейрофармакологии им. С.В. Аничкова. ФГБУ «Научно-исследовательский институт экспериментальной медицины» СЗО РАМН. 197376, Санкт-Петербург, ул. Акад. Павлова, 12. E-mail: pdshabanov@mail.ru.

Shabanov Petr Dmitriyevich — Dr. Med. Sci. (Pharmacology), Professor and Head, Dept. of Pharmacology, S.M. Kirov Military Medical Academy, 6, Acad. Lebedev St., St. Petersburg, 194044; Anichkov Dept. of NeuroPharmacology, Institute of Experimental Medicine, NWB RAMS. 12, Acad. Pavlov St., St. Petersburg, 197376, Russia. E-mail: pdshabanov@mail.ru