

УДК 612.172: 534.133.6

ВЛИЯНИЕ НИЗКИХ ЧАСТОТ НА СОКРАТИТЕЛЬНУЮ СПОСОБНОСТЬ МИОКАРДА**Рослякова Е.М., Бисерова А.Г., Байжанова Н.С., Игибаева А.С., Алипбекова А.С.***Казахский национальный медицинский университет им. С.Д. Асфендиярова, Алматы,
e-mail: fizi-57@mail.ru*

Проведено исследование влияние низких частот (инфразвукового диапазона) на сократительную способность миокарда. Экспериментальная часть работы проводилась на лягушках, производилась графическая регистрация работы сердца до и после воздействия инфразвука в диапазоне от 1 до 17 Гц. Обнаружены изменения ряда физиологических свойств сердечной мышцы. Выявлены отрицательные эффекты: инотропный, тонотропный, хронотропный. Данные изменения имеют частотно-зависимый характер. Выявляется четкая зависимость между изменением физиологических свойств сердечной мышцы и частотой инфразвукового воздействия. Так особенно выраженные изменения сократительной способности миокарда наблюдались при частоте 7, 9 и 11 Гц. Возможно, инфразвук оказывает влияние на механизмы мембранного уровня регуляции сердечной деятельности, изменяя ионную проницаемость, что отражается на сократительной способности миокарда

Ключевые слова: низкочастотные колебания, миокард, сокращение**EFFECT OF LOW FREQUENCY ON MYOCARDIAL CONTRACTILITY****Roslyakova E.M., Biserova A.G., Baizhanova N.S., Igibayeva A.S., Alipbekova A.S.***Kazakh National Medical University n.a. S.D. Asfendiyarov, Almaty,
e-mail: fizi-57@mail.ru*

A study of the effect of low frequency (infrasound range) on myocardial contractility. The experimental part of the work carried out on frogs, made the graphic registration of the heart before and after exposure to infrasound in the range of 1 to 17 Hz. Detected changes in a number of physiological properties of the cardiac muscle. Revealed negative effects inotropic, tonotropy, chronotropic. These changes have a frequency-dependent manner. Revealed a strong correlation between the change in the physiological properties of the heart muscle and the frequency of infrasound exposure. It is particularly pronounced changes in myocardial contractility were observed at a frequency of 7, 9 and 11 Hz. Perhaps infrasound affects the mechanisms of membrane levels of cardiac activity regulation by changing the ion permeability, which affects the contractility of the myocardium

Keywords: low-frequency vibrations, the myocardium, reducing

Инфразвуковой фон нашей планеты все время меняется, за счет постоянного обмена энергий между различными явлениями природы (землетрясения, извержения вулканов, грозовые разряды, лесные пожары, магнитные бури). Можно полагать, что постоянный инфразвуковой фон в среднем характеризуется уровнем звукового давления порядка 0,001–0,0035 Па (35 дБ) в частотном диапазоне 0,02 – 1,0 Гц [7]. В последнее время Всемирная организация здравоохранения обозначает проблему звукового и электромагнитного загрязнения Земли как одну из наиболее актуальных для выживания человечества. В начале третьего тысячелетия выяснилось, что глобальный фон электромагнитных, низкочастотных и сверхчастотных излучений превысил уровень естественного геомагнитного поля Земли в миллионы раз. Возрастающий удельный вес низкочастотных составляющих в окружающей среде последние годы все больше вызывает настороженную тревогу ученых. По мимо природного, в настоящее время инфразвук все чаще является фактором техногенного происхождения. Доказано, что инфразвуковые волны оказывают выра-

женное неблагоприятное действие на организм, особенно на нейроэндокринную, сердечно-сосудистую, центральную нервную и другие системы, влияет на кохлеовестибулярный аппарат, работоспособность, психоэмоциональную сферу. а так же действует на клеточные структуры различных органов и тканей. Исследования последних лет показали, что шум инфразвукового диапазона оказывает негативное влияние на миокард и его сосуды.

Однако имеющиеся в литературе материалы не дают полного представления ни о характере специфического действия инфразвука на организм, ни о механизмах вызывающих изменения. Вместе с тем довольно широко инфразвук начинает использоваться в качестве лечения (например, приборы ИФС-1, используемые для лечения патологий дыхательной, эндокринной и других систем). Естественно возникает вопрос – правомерно ли такое использование инфразвука? Возможно – да, при определенной силе и экспозиции.

В наших предыдущих работах [2] было показано, что инфразвук оказывает тормозящее действие на работу сердца, особенно

этот эффект ярко выражен при воздействии инфразвука частотой в 7 Гц, частота сердечных сокращений снижается на $20,5 \pm 3,0\%$. Настоящая работа выполнена с целью более детального изучения воздействия инфразвука на физиологические функции сердца.

Материалы и методы исследования

Для проведения исследований была использована лабораторная инфразвуковая установка, состоящая из генератора колебаний и динамика. Излучатель инфразвука диафрагмального типа позволяет создать инфразвуковое поле в частотном диапазоне от 0,5 до 19 Гц. Эксперименты проводились на лягушках вида *Rana Radibunda* в осенне – зимний период, которые лягушки подвергались воздействию инфразвука частотой 1,3,5,...17 Гц, экспозицией в 1 минуту с записью регистрации механограммы работы сердца до и после воздействия инфразвука. Обследовано 55 сердец лягушек и сделано порядка 70 графических регистраций работы сердца в норме и при воздействии инфразвука.

Результаты исследования и их обсуждение

В результате на полученных механограммах выявлено, что инфразвук вызывает отрицательный хронотропный эффект практически во всех экспериментах. Помимо урежения сердечного ритма наблюдается еще и отрицательный инотропный эффект различной степени выраженности в зависимости от частоты инфразвукового воздействия, а так же в некоторых случаях отрицательный тонотропный эффект. Изменение силы сердечных сокращений наблюдается при воздействии инфразвука даже крайними частотами (уменьшается на 8,3%; 24%; 29,8%; 21,3% и 25,3% при действии частотами 1,3,5,13,15 Гц соответственно), но частоты 7, 9, 11 Гц оказывают наиболее угнетающее действие на сократительную способность миокарда (на 49,5%; 37,5% и 34,8% соответственно). Однако частота инфразвука 17 Гц, уменьшая частоту сердечных сокращений, не оказывает достоверного влияния на силу сокращений. Оценка общих результатов действия инфразвука на сердце, выявляет, что сила сокращений страдает в большей степени, чем частота. Так ритм сокращений сердца при частоте инфразвука 7, 9, 11 Гц уменьшается на 33%; 17,5% и 10,3% соответственно. Было так же установлено, что изменение частоты сердечных сокращений при действии инфразвука – это процесс обратимый (ЧСС восстанавливается, как правило, через 15–30 минут), а возвращения силы сокращений миокарда до исходного уровня не происходило, даже при инфразвуковом воздействии крайними частотами (1,3,15 и 17 Гц).

Как известно, приспособление деятельности сердца к изменяющимся услови-

ям и потребностям организма происходит при помощи ряда регуляторных механизмов. К внутрисердечным регуляторным механизмам относятся внутриклеточные, регуляция межклеточных взаимодействий и нервные механизмы, т.е. внутрисердечные периферические рефлексы. Внесердечные механизмы представлены экстракардиальными нервами и гуморальными механизмами регуляции. Таким образом, как частота, так и сила сердечных сокращений при действии инфразвука может меняться в результате влияния фактора на любой уровень регуляции деятельности сердца. Так инотропные влияния на сердце обусловлены «законом сердца» (Франка – Старлинга), т.е. пропорциональны степени исходной длины его мышечных волокон, что может быть обеспечено только при сохранении целостности всех гистологических характеристик сердечной мышцы (миофибриллярной структуры (МФС), саркоплазматического ретикулума, Т-тубулярной системы, митохондрий и других органелл).

При этом ряд авторов [1, 3, 5] показывает, что даже однократное действие инфразвука экспозицией от 3 часов и более, частотой от 2– до 16 Гц и уровнем звукового давления от 90 до 145 дБ вызывают различные ультраструктурные изменения в миокарде. а конкретно – это развитие очаговой ишемии и как следствие, повреждение миофибриллярного аппарата в виде тотального сокращения отдельных миокардиоцитов, контрактуры миофибрилл или их лизиса, нарушение структуры митохондрий в виде просветления матрикса и редукции кист, либо резкое уплотнение митохондрий, а так же исчезновение саркоплазматического ретикулума, разрушение части миофиламентов и изменения со стороны других органоидов клеток и, в частности, Т-системы. Эти процессы в большинстве случаев обратимы [2,6], но, тем не менее, в ряде миокардиоцитов среди восстановленных митохондрий могут наблюдаться элементы с наличием аномальных крист, что может приводить к гибели части поврежденных миокардиоцитов, что, несомненно, оказывает значительное влияние на функциональные способности сердца и, в частности, на сократительную функцию миокарда.

Достоверно точно утверждать, что инфразвук однократной минутной экспозицией может вызывать столь глубокие ультраструктурные изменения в миокарде, вплоть до декомпенсации кардиомиоцитов, нельзя. Поэтому мы можем предположить, что в наших экспериментах кратковременное действие инфразвука оказывает влияние на более тонкие механизмы мембранного уровня

регуляции сердечной деятельности. Возможно, инфразвук меняет проницаемость для ионов, что отражается на сократительной способности миокарда. Таким образом, инфразвук вызывает отрицательные хронотропные, инотропные и тонотропные эффекты и насколько они специфичны, предстоит выяснить дальнейшими экспериментами.

Список литературы

1. Алексеев С.В., Глинчиков В.В., Усенко В.Р. // Ишемия миокарда крыс при действии инфразвука. // Гигиена труда и проф. заболевания – 1983. – № 8. – С. 34–37.
2. Недомерков Ю.Н., Цысарь А.И., Лях В.Е., Мальшев Э.Н. Экспериментальное изучение сочетанного воздействия шума, инфразвука и вибрации на организм человека. // Медицина труда и проблемы экологии на железнодорожном транспорте: сб. науч. тр. ВНИИ ж.-д. гигиены / Под ред. Ю.Н. Коршунова. – М., 1989. – Вып. 2. – С. 78–82.
3. Нехорошев А.С., Глинчиков В.В. Реакция кардиомиоцитов на воздействие инфразвука // Медико-биологические проблемы современного производства: Сборник научных трудов ЛСГМИ, 1990. – С.75–80.
4. Рослякова Е.М., Соколов А.Д., Автоматия сердечной мышцы при действии инфразвука // Российский физиологический журнал им. Сеченова. – 2004 – Т. 90 – № 8. – С. 450–451.
5. Стрелюхина Н.А., Дунаева Е.В., Нурбаев С.К. Патоморфогенез комбинированного воздействия инфразвука и низкочастотного шума (экспериментально-морфологическое исследование) // Гигиена, эпидемиология и иммунология. – 1999. – № 1 – с. 115–119.
6. Стрелюхина Н.А., Нурбаев С.К., Назина Е.В. Морфологические изменения во внутренних органах при комбинированном воздействии низкочастотного шума и инфразвука // Рук. депон. в КазгосИНТИ. 07.01.97. – 9 с.
7. Delyukov A., Didyk L. The effects of extra-low-frequency atmospheric pressure oscillations on human mental activity // Int. J. Biometeorol, 1999. – Vol.43. – P.31–37.