

УДК 612.014.45+619.164

К. А. Панчулазян

Физиологическое действие энергетически эквивалентных уровней акустического шума

(Представлено академиком М. А. Давтяном 7/V 2005)

Согласно некоторым исследованиям, посвященным экспериментальному обоснованию гипотезы "равных энергий" (ГРЭ), энергетически эквивалентные уровни звука эквивалентны по биологическому воздействию [1-4]. Спорным остается вопрос о параметре эквивалентности q , представляющем число децибел, на которое следует менять уровень шума при каждом изменении длительности воздействия в два раза для обеспечения одинакового биологического эффекта. Знание величины q , которая по разным источникам варьирует от 3 до 10 и более [1-6], необходимо как при исследовании фундаментального соотношения "доза шума - биологический эффект", так и в расчетах для физиологического обоснования энергетически эквивалентных акустических раздражителей; определения суммарной дозы шума, полученной человеком за смену и трудовую деятельность; установления санитарных норм; преобразования различных по величине уровней непостоянного шума в рамках данной экспозиции в энергетически эквивалентный уровень постоянного шума [1-6].

В литературе критерии дозой оценки шума (равные дозы различных шумов вызывают одинаковый биологический эффект) сформулированы исключительно с точки зрения воздействия шума на слуховой анализатор. На производстве и в быту все большее распространение получает дозовый подход [2,5,6].

В настоящей работе рассматривается критерий энергетической эквивалентности суммарной шумовой нагрузки с учетом воздействия на организм в целом. Исследовано качественно-количественное соотношение "доза шума - биологический эффект" при воздействии постоянным широкополосным шумом энергетически эквивалентных уровней в соответствии с ГРЭ, определен интегральный показатель ответной реакции организма - сдвига объема потребляемого кислорода (СОПК) на энергетически эквивалентные уровни акустического раздражителя, проверена справедливость ГРЭ на уровне неспецифического интегрального индикатора реактивности организма на акустический раздражитель, а также обоснованность применения параметра эквивалентности, равного трем.

Для этих целей нами была использована модифицированная установка закрытого типа системы Шатерникова (рис. 1).

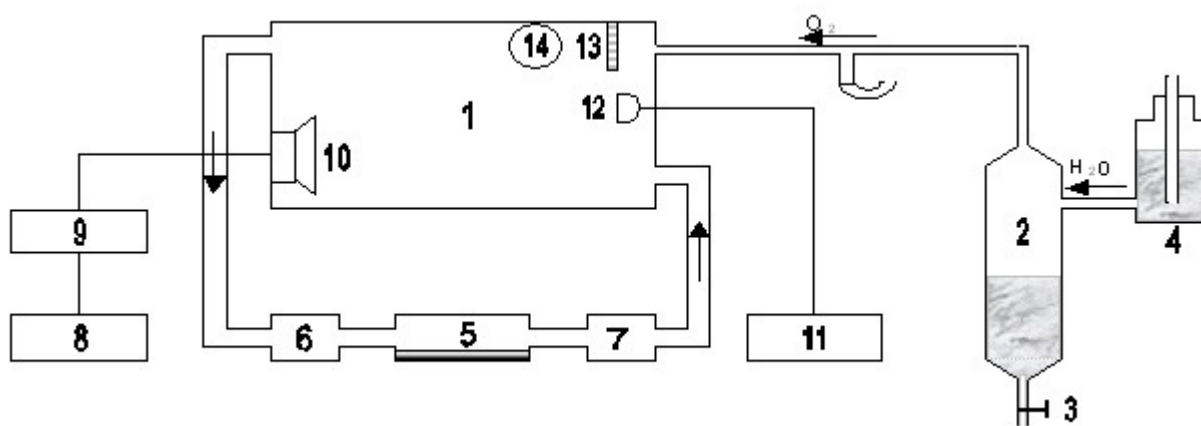


Рис.1. Модифицированная установка системы Шатерникова: 1- герметичная камера; 2 - бюрета с кислородом; 3 - кран для слива воды; 4 - сосуд с водой; 5 - воздуходувка с натронным поглотителем; 6, 7 - глушители шума; 8 - генератор шума; 9 - усилитель мощности; 10 - громкоговоритель; 11 - шумомер; 12 - измерительный микрофон; 13 - термометр; 14 - барометр.

В основе методики лежит принцип Крога [7]. Опыты проводили на 4 половозрелых здоровых кошках-самцах массой 3.0-3.2 кг, в условиях хронического эксперимента. Кошек кормили один раз в сутки в одно и то же время. Каждое животное натошак в течение суток подвергали одноразовому интермиттирующему озвучиванию без фиксации и применения наркоза, что позволило проводить исследование в нормальных условиях при температуре 20°C и атмосферном давлении 685-688 мм рт.ст. Шумовая нагрузка обеспечивалась генератором шума Г2-47. В качестве звукового раздражителя использовали постоянный широкополосный шум. Во всех опытах тестировали СОПК. Временный СОПК у каждой кошки регистрировали по флуктуации объема вдыхаемого кислорода на фоне "собственного" контроля при действии шумами энергетически эквивалентных уровней. Каждой триаде заданных уровней белого шума предшествовала контрольная серия. СОПК регистрировали через 15, 30 и 60 мин после озвучивания. На каждой кошке было поставлено 12 серий испытаний (включая 3 контрольные) по 7-9 опытов в каждой с параметрами шума 96, 99 и 102; 79, 82 и 85; 62, 65 и 68 дБА и экспозициями соответственно 60, 30 и 15 мин. Исследование проводили с ориентацией на равенство $q = 3$. В каждом опыте в динамике измеряли массу животного, температуру внутри камеры, атмосферное давление, уровень белого шума, объем вдыхаемого животным кислорода. Во избежание неравномерного распределения кислорода, поступающего в камеру, была использована воздуходувка малой мощности, обеспечивающая равномерное перемещение воздуха в камере. Совмещенный с воздуходувкой натронный поглотитель предназначался для поглощения выделяемого животным углекислого газа. Воздуходувка с натронным поглотителем помещалась вне герметичной камеры и создавала незначительный акустический фон, воспринимаемый в камере на уровне не более 50 дБА, что исключало возможность влияния побочного фактора на динамику эксперимента, поскольку при разнице между двумя уровнями шума менее 10 дБ вторым источником пренебрегают; низший предел шума составлял 62 дБА. Кислород поступал в камеру из мерной бюреты пассивно, вследствие периодически наступающего в камере разрежения в результате фиксации углекислого газа натронной известью и всасывающей силы легких животного.

Сравнительный анализ результатов экспериментов, приведенных к нормальным условиям (760 мм рт. ст. и 0⁰С), и их статистическая обработка по критерию Стьюдента обнаружили в девяти градациях акустического шума экспериментально обоснованные достоверные результаты ($p < 0.001$), согласно которым все три пары (96 дБА/30 мин - 99 дБА/15 мин, 79 дБА/30 мин - 82 дБА/15 мин, 62 дБА/30 мин - 65 дБА/15 мин) и три триады (96 дБА/60 мин - 99 дБА/30 мин - 102 дБА/15 мин, 79 дБА/60 мин - 82 дБА/30 мин - 85 дБА/15 мин, 62 дБА/60 мин - 65 дБА/30 мин - 68 дБА/15 мин) энергетически эквивалентных доз акустического шума не вызывают ожидаемого согласно ГРЭ при коэффициенте эквивалентности $q = 3$ достоверного биологически эквивалентного СОПК.

На отсутствие кумулятивного эффекта от ежедневного одноразового дозированного озвучивания указывают адаптированные поведенческие реакции животных и идентичность результатов при повторном применении акустической нагрузки.

Полученные результаты свидетельствуют о необоснованности применения гипотетического равенства $q = 3$ на обширном диапазоне от 62 до 102 дБА, поскольку энергетически эквивалентные уровни акустического шума не являются эквивалентными по оказываемому на организм биологическому действию.

Таким образом, установлено, что величина шага в 3 дБА с последовательным сокращением экспозиции шума вдвое, принятая в действующих нормативных стандартах предельно допустимых уровней шумов, не может быть использована в качестве коэффициента эквивалентности q . Не подтверждается качественно-количественное соотношение "доза шума - биологический эффект". Энергетически эквивалентные уровни шума не являются эквивалентными по оказываемому на организм биологическому действию. Постоянный широкополосный шум уровнем 79 дБА/30 мин и выше угнетающе действует на организм, вызывая интенсификацию обмена веществ пропорционально экспозиции и уровню акустического раздражителя. Экспозиция воздействующего на организм шума является довлеющим фактором по сравнению с его уровнем. Предположение о математическом равенстве средних значений энергий, обуславливающих равенство физиологических сдвигов функциональных систем организма, недостаточно обосновано и нуждается в дальнейшей экспериментальной проверке.

Акустический научный центр МЗ РА

Литература

1. *Miller J. D., Watson C. S., Covell W. P.* - Acta Otolaryngol. Suppl. V. 176. P. 91. 1963.
2. *Ward W. D., Nelson D. A.* In: Occupational hearing loss. Robinson D. W. Ed. London - New York. Academic Press. 1971. P. 225-231.
3. *Borg E., Engström B.* - J. Acoust. Soc. Amer. 1989. V. 83. P. 1776-1782.
4. *Hamernik R. P., Patterson J. H.* - J. Acoust. Soc. Amer. 1987. V. 81. P. 1118-1129.
5. *Мармышева Л. Н., Овакимов В. Г., Денисов Э. И., Суворов Г. А.* - Гигиена труда. 1980. N 7. P. 3-7.
6. *Bohn B. A., Rabbitt K. B.* - Hear. Res. 1983. N 11. P. 41-53.
7. *Сыркина П. Е.* В кн.: Газовый анализ в медицинской практике. М. 1956. С. 138.

Կ. Ա. Պանչուլազյան

**Ակուստիկ աղմուկի էներգետիկորեն էկվիվալենտ մակարդակների ֆիզիոլոգիական
ազդեցությունը**

Հետազոտված են էներգետիկորեն էկվիվալենտ մակարդակների հաստատուն լայնաշերտ աղմուկի ներգործության առկայությամբ «աղմուկի չափաբաժին - կենսաբանական էֆեկտի» որակական-քանակական հարաբերությունները՝ հավասար էներգիաների հիպոթեզին (ՀԷՀ) համապատասխան:

Որոշված է ակուստիկ էներգետիկական էկվիվալենտ մակարդակների պատասխան ռեակցիայի ինտեգրալային ցուցանիշը:

Ցույց է տրված, որ այն դեպքում, երբ էկվիվալենտի ցուցանիշը հավասար է 3-ի, ՀԷՀ չի հաստատվում:

K. A. Panchulazyan

Physiological Action of Energetically Equivalent Levels of Acoustic Noise

The qualitative-quantitative correlations of “noise dose - biological effect” during the influence of energetically equivalent levels in accordance with the equal-energy hypothesis (EEH) have been investigated.

The integral index of the responsive reaction of the organism to energetically equivalent levels of acoustic irritation has been determined.

It has been shown that the EEH is not confirmed in case of an equivalence index of 3.