

УДК 612.014.45+612.13

В. Н. Зарипов, Е. В. Зайкина

ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КРОВООБРАЩЕНИЯ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА ПРИ МНОГОКРАТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА НИХ ВИБРАЦИИ, СОЗДАВАЕМОЙ АППАРАТОМ «ВИТАФОН»

Представлены результаты исследований, посвященных изучению 5-дневного влияния вибрации, создаваемой вторым режимом работы аппарата «Витафон», на некоторые показатели кровообращения нижних конечностей здорового человека. Показано, что изменяются показатели центральной гемодинамики и микроциркуляции.

The results of own investigations of 5 days influence of 2 operating mode vibration created by the device «Vitaphon» are presented. Some parameters of blood circulation in the bottom finiteness of healthy man are stunted. Showed, that parameters of central gemodinamics and microcirculation are changed.

Введение

Кратковременное влияние механических колебаний на организм не ощутимо и не приводит к каким-либо последствиям [1, 13, 14]. В то же время регулярное длительное общее или локальное их воздействие вызывает негативные изменения физиологических функций. Характер проявлений воздействия механических колебаний на организм зависит в большинстве случаев от физических параметров вибрации, а именно от ее амплитуды, частоты и длительности [12]. Эффектам вибрационного воздействия меньшей длительности и интенсивности на физиологические системы также посвящено большое количество работ [2, 5, 7]. Обращает на себя внимание противоречивость результатов, полученных разными авторами.

Механические колебания являются самым доступным физическим фактором воздействия на физиологические системы организма человека. Изучение механизмов влияния вибрации показало, что она может оказывать воздействие на организм на различных уровнях организации — молекулярном, тканевом, уровне органов и системном, в том числе на уровне сердечно-сосудистой системы [3, 6, 10]. Именно поэтому в настоящее время широкое распространение получила разнообразная лечебная аппаратура, в основе работы которой заложены колебания различного диапазона частот.

Эти аппараты (по утверждению их создателей) позволяют регулировать состояние многих функциональных систем. Примером такой аппаратуры является «Витафон», выпускаемый ООО «Витафон» (г. Санкт-Петербург) [11]. Он доступен практически каждому человеку и широко рекламируется. «Витафон» контактным способом приводит к возникновению в тканях микровибрации

2 В. Н. Зарипов, Е. В. Зайкина. Изменение некоторых показателей кровообращения нижних конечностей здорового человека при многократном воздействии на них вибрации, создаваемой аппаратом «Витафон»

непрерывно меняющейся звуковой частоты, тем самым изменяя кровоснабжение тканей. Целью нашей работы стало изучение длительного воздействия вибрации, создаваемой аппаратом «Витафон», на кровообращение нижних конечностей здорового человека. Анализ изменения некоторых физиологических функций под влиянием вибрации позволит оценить целесообразность ее использования в лечебных целях. Помимо фундаментального значения эта проблема имеет и множество прикладных аспектов, затрагивающих вопросы использования «Витафона» для коррекции деятельности функциональных систем при различных видах патологии. Результаты данной работы дают возможность более близко подойти к раскрытию механизмов влияния слабых виброакустических воздействий на состояние сосудистой системы человека. Исследование проводилось на базе межвузовской лаборатории «Биомеханика» (Ивановский госпиталь ветеранов войн).

Материал и методы исследования

Исследование проводилось с использованием метода 4-канальной компьютерной реовазографии (РВГ) для сегментов «голень», «стопа» [4]. Испытуемые — группа юношей (8 человек) — подвергались 30-минутному действию вибрации, создаваемой 2-м режимом работы аппарата «Витафон», в течение 5 дней. Согласно ранее проведенным исследованиям этот режим аппарата оказывает наиболее эффективное действие на кровоток конечностей. РВГ регистрировалась до включения аппарата, спустя 5, 10, 20 и 30 мин после его отключения. 2-й режим вибрации создает циклические колебания длительностью цикла 75 с в диапазоне непрерывно меняющихся частот от 30 Гц до 15 кГц. Амплитуда колебаний 2-го режима составляет от 6,3 до 12,3 мкм. Периодическая импульсная модуляция 0,5—1,2 с. Физические характеристики аппарата были установлены кафедрой теоретической и прикладной механики Ивановского государственного энергетического университета. Полученные данные оценивались количественно, для чего использовались различные показатели, в частности:

1) реографический индекс (РИ), определяющий интенсивность кровотока, индекс асимметрии РИ, индекс РИдпс, показывающий соотношение кровотока в проксимальной и дистальной частях исследуемой конечности;

2) дикротический индекс (ДИК), зависящий от периферического сопротивления и тонуса мелких артерий, артериол (индекс тонуса);

3) диастолический индекс (ДИА) — индекс эластичности, отражающий соотношение притока и оттока, зависящий от тонуса преимущественно пост-капиллярных сосудов, мелких вен и венул;

4) время подъема анакроты (А) — время максимального систолического наполнения сосудов, зависящее от центральной гемодинамики, А1 и А2 — время быстрого и медленного наполнения. А1 определяется состоянием тонуса крупных артерий, а А2 — состоянием средних и мелких артерий;

5) время катакроты (Ткат) — длительность оттока крови, зависящая от состояния вен;

6) Q_x — время распространения пульсовой волны, определяющее тонус и эластичность сосудов;

7) $V_{ср}$ и $V_{макс}$ — соответственно средняя и максимальная скорости наполнения сосудов;

8) индекс Симонсона (ИВОсим), характеризующий состояние венозного звена сосудистой системы.

Результаты исследования обрабатывались статистически по стандартным методикам [8].

Результаты исследования и их обсуждение

При многократном использовании «Витафона» достоверные изменения индексов мы наблюдали лишь на 2-й день эксперимента. Сразу после прекращения вибровоздействия происходило достоверное повышение индекса РИдпс стопы, что свидетельствовало о смене типа кровотока исследуемой конечности с магистрального на коллатеральный компенсированный. Достоверное снижение индекса $V_{ср}$ также указывало на снижение тонуса мелких и средних артерий голени и повышение их заполненности кровью. Спустя еще 10 мин включение в процесс коллатерального кровотока стопы подтверждало достоверное повышение времени распространения пульсовой волны (индекс Q_x) и коэффициента асимметрии реографического индекса (КАРИ). Этот эффект наблюдался в течение всего оставшегося периода последствия, т. е. спустя 20 и 30 мин после выключения аппарата. По-видимому, в процесс вовлекались коллатерали не только областей, непосредственно подвергающихся вибрационному воздействию (голень), но и удаленных от виброфонов участков (стопа). На 3-й день эксперимента сразу после выключения «Витафона» мы также наблюдали достоверное изменение индексов Q_x , РИдпс, что свидетельствовало о наличии коллатерального типа кровотока в исследуемой области. Это подтверждало и достоверное снижение индекса А2 стопы. Изменениям подвергался и венозный отток, на что указывало повышение индекса Симонсона. Тем самым происходило облегчение венозного оттока. Через 10 мин вышеперечисленные эффекты сохранялись, т. к. происходило снижение индексов Q_x и А2 и дикротического индекса стопы (характеризующего сопротивление сосудов на уровне прекапилляров). Через 20 мин. после выключения аппарата из сети снижение тонуса мелких артерий сохранялось. Кроме того, мы наблюдали повышение заполненности кровью крупных сосудов, т. е. в процессе улучшения кровоснабжения нижней конечности участвовало и центральное звено гемодинамики (изменение индекса А стопы). В это время по изменению соответствующих параметров РВГ мы также отметили повышение способности артерий к растяжению и напряжению, улучшение притока крови к тканям. Об улучшении венозного оттока в этот момент свидетельствовало достоверное снижение диастолического индекса голени и повышение индекса Симонсона стопы. На 4-й день происходила интенсификация кровотока как в мелких, так и в более крупных сосудах, что подтверждалось достоверным повышением РИдпс, РИ

4 В. Н. Зарипов, Е. В. Зайкина. Изменение некоторых показателей кровообращения нижних конечностей здорового человека при многократном воздействии на них вибрации, создаваемой аппаратом «Витафон»

и V_{макс} стопы (таблица). Кроме того, происходило достоверное снижение индекса A1, что позволило сделать вывод о том, что усилилось кровенаполнение сосудов артериального звена не только мелкого, но и более крупного калибра, т. е. понижался тонус крупных артерий. Мы также наблюдали достоверное снижение базового сопротивления тела спустя 30 мин после выключения «Витафона».

Изменение параметров реовазографии при многократном воздействии 2-го режима работы аппарата «Витафон» на дистальные отделы нижних конечностей здорового человека

Индекс, область исследования	Δ от исходного уровня			
	30 с после выключения аппарата	10 мин после выключения аппарата	20 мин после выключения аппарата	30 мин после выключения аппарата
<i>2-й день эксперимента</i>				
Уср, голень	0,0543 ± 0,023	0,0099 ± 0,024	0,0057 ± 0,027	0,0186 ± 0,036
РИдпс, стопа	1,89 ± 0,79	1,44 ± 0,81	1,87 ± 0,71	1,85 ± 0,72
Qх, стопа	0,023 ± 0,02	0,13 ± 0,05	0,00002 ± 0,13	0,08 ± 0,09
КАРИ, стопа	22,00 ± 46,90	78,14 ± 31,82	83,28 ± 30,55	86,57 ± 30,19
КАРИ, голень	31,00 ± 22,92	64,86 ± 19,13	72,57 ± 23,08	54,14 ± 18,15
<i>3-й день эксперимента</i>				
Qх, стопа	0,147 ± 0,06	0,151 ± 0,06	0,081 ± 0,08	0,024 ± 0,02
A2, стопа	0,043 ± 0,017	0,044 ± 0,016	0,034 ± 0,015	0,049 ± 0,017
РИдпс, стопа	0,32 ± 0,14	0,16 ± 0,19	0,12 ± 0,41	0,21 ± 0,52
ИВОсим, стопа	207,85 ± 70,95	133,00 ± 67,42	174,00 ± 66,51	141,14 ± 51,66
ДИК, стопа	11,14 ± 6,63	33,14 ± 14,56	21,57 ± 12,73	18,57 ± 10,82
A, стопа	0,027 ± 0,019	0,036 ± 0,018	0,040 ± 0,014	0,036 ± 0,020
ДИА, голень	21,00 ± 26,07	32,57 ± 20,31	58,57 ± 19,12	59,43 ± 33,55
ДИА, стопа	42,43 ± 20,63	88,14 ± 45,41	102,43 ± 50,09	67,86 ± 21,58
<i>4-й день эксперимента</i>				
РИдпс, стопа	0,50 ± 0,19	0,13 ± 0,17	0,33 ± 0,15	0,13 ± 0,16
РИ, стопа	0,09 ± 0,04	0,05 ± 0,03	0,07 ± 0,03	0,06 ± 0,02
V _{макс} , стопа	0,093 ± 0,064	0,087 ± 0,035	0,064 ± 0,048	0,067 ± 0,041
A, голень	0,014 ± 0,014	0,004 ± 0,008	0,016 ± 0,007	0,003 ± 0,007

Примечание. Полужирным шрифтом обозначены достоверные изменения показателей РВГ на 5 %-м уровне значимости.

Можно предположить, что вибрация, создаваемая «Витафоном», оказывает непосредственное влияние на гладкомышечные клетки сосудистых стенок. В литературе существуют различные данные об их реакции на вибрационное воздействие [13]. Локальная вибростимуляция нижних конечностей человека снижает периферическое сопротивление сосудов за счет местного биофизического взаимодействия мышечных и сосудистых компонентов на уровне внутримышечных микрососудов [9]. Влияние вибрации на элементы сосудистого русла можно объяснить как ее рефлекторное действие на сосудистую стенку по типу аксон-рефлекса [9]. Предположительно, воздействие вызывает деформацию клеточных мембран гладкомышечных клеток, возникновение потенциала действия на клеточных мембранах и увеличение скорости проведения Ca^{2+} к сократительным белкам клетки, что приводит к сокращению гладкомышечных клеток. Колебания могут оказывать прямое подавляющее действие на процесс сокращения гладкомышечных клеток, вызывая увеличение степени разъединения поперечных мостиков между актиновыми и миозиновыми нитями [14].

Заключение

1. Вибрация, создаваемая 2-м режимом работы аппарата «Витафон» при его многократном использовании, изменяет показатели микроциркуляции и системной гемодинамики исследуемой области. При этом происходит улучшение как венозного оттока, так и артериального кровоснабжения голени и стопы.

2. Учитывая результаты эксперимента, можно рекомендовать курс использования «Витафона» продолжительностью не менее 2 дней (если требуется коррекция периферического кровотока) и 4 дней (в случаях увеличения кровенаполнения магистральных сосудов) с длительностью вибровоздействия не менее 30 мин.

Библиографический список

1. Артамонова В. Г., Лебедева А. Ф., Бутковская З. М. О вибрации и шуме. М., 1989. 68 с.
2. Артамонова В. Г., Плющ О. Г., Рыбалкин В. И. К вопросу о патогенезе сосудистых нарушений при вибрационной болезни // Клиника в сердечно-сосудистой патологии / С.-Петербург. сан.-гигиен. мед. ин-т. СПб., 1991. С. 8—12.
3. Биологическое действие вибрации и звука. М.: Наука, 1991. 157 с.
4. Биск Б. И. Реовазография: Учеб.-метод. пособие для студентов, врачей-интернов и практ. врачей. Иваново, 1998. 85 с.
5. Евдокимова И. А. Исследование совместного влияния низкочастотной вибрации и больших мышечных усилий на кровообращение кисти // Гигиенические аспекты охраны окружающей среды в связи интенсивным развитием основных отраслей народного хозяйства. М., 1980. С. 93—94.
6. Карпова Н. Н. Вибрация и нервная система. Л.: Медицина, 1976. 168 с.
7. Комлева Л. М., Тверская Л. В., Пен А. К. К вопросу о состоянии сердечно-сосудистой системы при воздействии локальной вибрации // Гигиенические и медико-биологические аспекты здоровья населения. Л., 1989. С. 60—62.
8. Лакин Г. Ф. Биометрия: Учеб. пособие для биолог. специальностей вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1990. 293 с.
9. Машанский В. Ф., Рабинович И. М. Медико-биологические основы вибротерапии. Л.: Знание, 1990. 15 с.
10. Охнянская Л. Г., Никифорова Н. А. К механизму действия вибрации на человека // Гигиена труда и проф. заболеваний. 1987. № 1. С. 27—30.
11. Фёдоров В. Витафон. Лечение и профилактика заболеваний. СПб.: Витанова, 2001. 350 с.
12. Bielski J., Gorski S., Owszarek L. et al. Badanie nad wpływem wibracji na stan naczyń krwionośnych układu kostno-ostnowy // Przebieg Lek. 1967. Vol. 23. № 10. P. 735—737.
13. Harris C. M., Credo C. E. The Effect of Shock and Vibration on Man // ASA Bioacoustical Committee Report. 1991. Vol. 33. № 9. P. 1—51.
14. Hata K., Takasado T., Saeki A. Mechanoenergetics of negative inotropism of ventricular wall vibration in dog heart // Amer. J. Physiol. 1997. Vol. 270. № 2. P. 583—593.