

А. А. Семенович¹, Т. Г. Северина¹, О. Г. Зыль², Т. А. Пуна¹

ВЛИЯНИЕ ЗВУКОВЫХ ВИБРАЦИЙ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ГОЛОСА НА УРОВЕНЬ ОКСИГЕМОГЛОБИНА В АРТЕРИАЛЬНОЙ КРОВИ

*УО «Белорусский государственный медицинский университет»¹,
УЗ «32-я поликлиника г. Минска»²*

Исследовалось влияние разных способов извлечения звуков человеческого голоса на оксигенацию гемоглобина артериальной крови. Целью работы являлся выбор наиболее эффективного и удобного способа извлечения гортанных звуков для использования в некоторых ситуациях врачебной практики и при проведении тренажных артвалеологических занятий. Проведено 6 серий наблюдений с привлечением 56 испытуемых добровольцев. Оксигенация гемоглобина определялась с помощью пульсоксиметра «Оксимед R» модель JPD-55A. Датчик прибора крепился на первой фаланге указательного пальца.

Установлено, что не только пение, но и некоторые виды стонов, вызывают повышение оксигенации гемоглобина артериальной крови. Чем ниже была оксигенация гемоглобина у испытуемых в покое, тем более интенсивно проявлялось повышение сатурации гемоглобина при пении и стопах. Воздействие внешним источником звука как на область легких, так и на область гортани, не вызывало статистически значимого изменения уровня оксигенации гемоглобина.

Рассмотрены возможные пути влияния пения и стонов на сатурацию гемоглобина. Предполагается, что ряд терапевтических эффектов пения, которые отмечены в литературных источниках [1,2,3,5], в значительной мере обусловлен улучшением доставки кислорода к тканям. Сделан вывод о целесообразности использования пения и стонов в артвалеологической практике и о возможности использования стонов в комплексе врачебных мероприятий, направленных на уменьшение неблагоприятных последствий гипоксических состояний.

Ключевые слова: оксигенация гемоглобина, влияние звуковых вибраций на организм.

A. A. Semenovich, T. A. Severina, O. G. Zyl, T. A. Pupa

INFLUENCE OF THE HUMAN VOICE SOUND VIBRATIONS ON THE ARTERIAL BLOOD OXYHEMOGLOBIN LEVEL

Influence of the different ways of the human voice sounds eliciting on the arterial blood oxyhemoglobin level has been investigated. The aim of the work was to choose the most effective way of deep-throat sounds eliciting for application in some situations of the therapeutic practice and training classes in artvaleology.

Six experimental series have been conducted with participation of 56 volunteers. Hemoglobin oxygenation has been determined by "Oximed R" pulse oximeter, model O3B-55A. The device sensor was attached to the first phalanx of the index finger.

It has been established that singing as well as certain types of groaning sounds produce the elevation of the arterial blood oxyhemoglobin level. This increase was especially significant in individuals having lower initial resting values of hemoglobin oxygenation. The effect of the external sounds on the lungs or larynx area did not cause any significant changes in the hemoglobin oxygenation level.

Possible ways of singing and groaning influence on the hemoglobin saturation are considered. A number of the therapeutic effects of singing mentioned in the literature [1,2,3,5] are supposed to be caused to a large extent by the increased oxygen delivery to tissues. We came to the conclusion that singing and uttering the groaning sounds can be rationally applied as therapeutic measures aimed at decreasing hypoxic states unfavorable consequences.

Key words: hemoglobin oxygenation, sound vibrations influence on the human organism.

Возможности использования звучания человеческого голоса для лечения некоторых недугов и восстановления «нарушенной гармонии в человеческом теле» упоминается уже в трудах корифеев античной цивилизации: Пифагора, Аристотеля, Платона. Восстановление интереса к этой проблеме проявилось в период конца XVIII – начала XIX века. В частности, в России такие исследования были выполнены И. М. Сеченовым, И. М. Догелем, И. Р. Тархановым, В. М. Бехтеревым. Ими получены данные о возможности благоприятного влияния музыкальных звуковых вибраций на соматическую и вегетативную сферу организма [1, 2]. В дальнейшем интерес к такому использованию вокала и музыки нарастал, как в ряде европейских стран, так и в Америке. В США в 1950 году была основана Национальная ассоциация музыкальной терапии, контролирующая обучение и работу профессиональных музыкальных терапевтов. В Германии в 1985 г. при медицинском

факультете университета Виттен/Хердеке организован Институт музыкальной терапии. Среди представителей этого направления в России можно выделить дипломированного врача и вокалиста – С. В. Шущарджана, защитившего кандидатскую и докторскую диссертации по вокало- и музыкотерапии. Важнейшие результаты его работ изложены в монографиях [6, 7]. Под его руководством разработаны (и утверждены Министерством здравоохранения РФ) учебно-методические пособия для врачей: «Методы музыкальной терапии» (2003) и «Руководство по музыкальной терапии» (2005). В связи с этим считается, что музыкотерапия стала официальным методом лечения в России с 2003 года.

Ряд авторов [2, 3, 6], исследовавших эффективность применения в терапевтических целях пения и музыки, отмечают наличие сложностей в достижении положительных результатов от воздействия звуковых вибраций на человека. Подчеркивается необходи-

мость индивидуального подхода к каждому пациенту в выборе метода и средств работы с ним. Отмечается, что для преодоления этих трудностей необходимо изучение механизмов влияния музыки и пения на конкретные физико-химические и физиологические процессы в организме. Это и послужило одним из побудительных моментов к выполнению нашего исследования. Ранее [4] нами было установлено, наличие положительного влияния пения на оксигенацию гемоглобина в артериальной крови.

Целью настоящей работы было выявление наиболее эффективного и удобного способа извлечения гортанных звуков, который благодаря воздействию на уровень оксигенации гемоглобина, может быть применен в некоторых ситуациях врачебной практики и при проведении тренажных артвалеологических занятий.

Материал и методы

Для исследования влияния звуковых вибраций на сатурацию гемоглобина было привлечено 56 испытуемых добровольцев (26 мужчин, 30 женщины возрасте 18–79 лет). Уровень оксигенации гемоглобина определялся с помощью пульсоксиметра «Оксимед R» модель JPD-55A. Исследование явилось составной частью плана занятий кружка артвалеологии, курируемого кафедрой нормальной физиологии МГМУ. В его проведении принимали участие студенты: Бондаренко А. И., Трафимович М. В., Юхник Д. В., Кельджаев С. К., Саламбекова К. А. и др. Выполнено 6 серий наблюдений. В первой серии в качестве тест воздействия на уровень оксигенации гемоглобина в артериальной крови использовалось пение (длительностью 3–5 минут) популярных бытовых песен; во второй – пение гласного звука «О» с модуляцией его по высоте; в третьей – произвольно инициируемые стоны, производимые в течение 3–5 минут в ритме естественного дыхания, со звуком «О»; в четвертой – аналогичные по ритму стоны, базирующиеся на звуке «М». В пятой серии на испытуемых производилось воздействие внешним источником звука. Уровень сатурации гемоглобина отмечался на протяжении временных интервалов длительностью 3–5 минут: 1) до звукового воздействия, 2) при прослушивании

адажио Томазо Альбиони от источника звука (интенсивностью 60–70 дБ), находящегося на расстоянии 1 метр от испытуемого, 3) при непосредственном контакте звукового излучателя с поверхностью кожи. Для этого 2 звуковые колонки с излучающей поверхностью 10×20 см приставлялись к спинной поверхности грудной клетки испытуемых и включалось звучание адажио. В 6-й серии аналогичное звуковое воздействие производилось на область гортани, при этом звуковые излучатели (размером 4×10 см) приставлялись к поверхности кожи шеи.

Результаты и обсуждение

В первой серии наблюдений было выявлено (таблица), что во время пения уровень оксигенации гемоглобина (Hv) в артериальной крови испытуемых возрастает (на $1,7 \pm 0,2$ %, $P < 0,01$). Исходный показатель этого уровня составил $96,4 \pm 0,2$ %, а пределы колебаний от 93 до 98 %. Учитывая особенности зависимости степени сатурации Hv от величины напряжения кислорода в окружающей среде (рисунок) следует заключить, что при исходном уровне оксигенации Hv равном 96,4 %, ее возрастание на 1,7 % должно сопровождаться увеличением напряжения кислорода (pO_2) в крови не менее, чем на 15 мм рт. ст.

Такой прирост напряжения O_2 может оказать весьма существенное влияние на доставку кислорода в ткани, особенно в их локальные зоны, испытывающие гипоксию. Это заключение вытекает из учета того, что для достаточного обеспечения аэробных процессов в митохондриях, напряжение O_2 в цитоплазме должно составлять не менее 0,1 мм рт. ст. Если же рассмотреть распределение pO_2 по тканевому цилиндру, питаемому окружающими его капиллярами, то в области их венозного конца (так называемого «мертвого угла»), даже у здорового человека, уровень pO_2 приближается к критическому [5]. На этом фоне прирост pO_2 в артериальной крови на величину порядка 15 мм рт. ст. является весьма благоприятным фактором для снятия локальных участков гипоксии. Выше изложенное дает некоторые ориентиры для понимания механизма, обнаруженного рядом авторов [3, 6, 7], благоприятного влияния пения при купировании эпизодов проявления гипертонии

Таблица. Степень оксигенации Hv артериальной крови при генерации гортанных звуков и при воздействии внешнего излучателя звука на поверхность грудной клетки и кожи шеи

Название теста и номер серии	Число проб	Средний уровень % HbO ₂			Sx	P
		фон	тест	тест-фон		
Пение – серия 1	22	96,4	98,1	1,7	0,1	P < 0,01
Пение – серия 2	20	96,4	98,0	1,6	0,1	P < 0,01
Стоны – серия 3	15	96,5	97,5	1,0	0,1	P < 0,01
Стоны – серия 4	19	96,4	97,8	1,4	0,2	P < 0,01
Внешний звук – серия 5	14	96,8	97,0	0,2	0,2	P > 0,05
Внешний звук – серия 6	14	96,8	97,0	0,2	0,2	P > 0,05

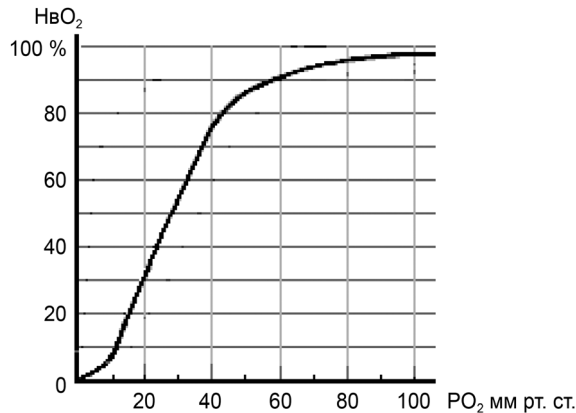


Рисунок. Зависимость степени оксигенации гемоглобина от напряжения O₂ в плазме крови (при нормальном напряжении углекислого газа и уровне температуры тела 37 °С). По вертикали – % оксигемоглобина, по горизонтали – напряжение O₂

и ряда болезненных процессов, патогенезу которых способствует наличие в организме локальных очагов гипоксии.

Выше изложенное свидетельствуют о целесообразности исследования как механизмов влияния голосовых вибраций на жизненные процессы, так и способов генерации этих вибраций, наиболее подходящих для использования в практике. Поскольку обычное, традиционное пение для ряда людей затруднительно или неприемлемо, то мы попытались использовать его упрощенные варианты. Во второй серии наблюдений испытуемые должны были петь букву «О» без использования заученных мелодий, с произвольной модуляцией звука по высоте. Результаты этой серии (таблица) оказались аналогичными данным, полученным при текстовом исполнении песен. В период пения звука «О» оксигенация Hb увеличилась на $1,6 \pm 0,2 \%$ ($P < 0,01$).

Третья и четвертая серия наблюдений проведены с целью выяснения возможности влияния звуков, генерируемых в других режимах функционирования дыхательной системы, а именно, при осуществлении стонов – естественных голосовых вибраций, проявляющихся в затруднительных и критических для организма ситуациях. Обнаружено (см. таблицу), что при произвольно инициируемых столах с использованием звука «О» уровень оксигенации гемоглобина повысился на $1,0 \pm 0,1 \%$ ($P < 0,01$), а при использовании звука «М» это повышение составило $1,4 \pm 0,2 \%$ ($P < 0,01$). Чем ниже была оксигенация гемоглобина у испытуемых в покое, тем более интенсивно проявлялось повышение сатурации гемоглобина при пении и столах.

Полученные в этих 4-х сериях данные, как и предыдущие наши работы [4], однозначно свидетельствуют о наличии влияния звучания человеческого голоса на уровень оксигенации гемоглобина в артериальной крови.

При рассмотрении механизмов такого влияния следует учесть ряд литературных данных. Как отмечается в работах [1, 6, 8], до 80 % энергии звуковых вибраций человеческого голоса поглощается внутренними органами. Пение имеет широчайший спектр влияний на физиологические процессы начиная от клеточного метаболизма, агрегации клеточных элементов крови и ее реологических свойств и кончая межнейронными взаимодействиями, контролирующими эмоциональное состояние и высшие психические процессы [1–3, 7]. Естественно, что увеличение сатурации гемоглобина при генерации гортанных звуков может быть обусловлено многими путями. Рассмотрим лишь ряд наиболее вероятных из них.

1. При фонации, в условиях сужения голосовой щели, в нижних дыхательных путях создается повышенное давление. Это способствует улучшению газообмена за счет раскрытия коллабированных участков мелких бронхов и выравнивания состава воздуха в легочных компартментах благодаря усилению коллатерального обмена газами через поры Кона и каналы Ламберта.

2. Происходит улучшение подстройки уровня вентиляции альвеол к уровню их перфузии и, соответственно, уменьшается функциональное мертвое пространство легких.

3. При генерируемых гортанью звуковых вибрациях снижается уровень шунтирования крови между системами бронхиальных и пульмональных вен.

4. Имеется благоприятное влияние непосредственного воздействия звуковых вибраций человеческого голоса на диффузию кислорода через альвеолокапиллярный барьер в легких. Насколько используется такой механизм влияния на сатурацию гемоглобина мы попытались выяснить в двух последующих сериях наблюдений.

В пятой и шестой сериях исследовалось влияние ли на оксигенацию гемоглобина воздействие звука, генерируемого не в гортани, а во внешней среде. В серии 5 излучатели звука прикладывались к коже спины на уровне легких, а в серии 6 – к коже шеи на уровне гортани. Для звукового воздействия использовано адажио композитора Томасо Альбиони. Выбор его был обусловлен тем, что при интенсивном звучании частот, характерных для человеческого голоса (в пределах малой – второй октавы музыкального звукоряда) и приятном мелодичном звучании, эта музыка (по отзывам испытуемых) не вызывает ярких эмоций, которые могли бы активировать симпатическую нервную систему и повлиять таким путем на кровоток и сатурацию гемоглобина.

Средний уровень оксигенации гемоглобина (см. таблицу) перед прослушиванием адажио составил $96,7 \pm 0,3 \%$, во время прослушивания – $96,8 \pm 0,3 \%$, при непосредственном воздействии на грудную клетку – $97,0 \pm 0,3$. При этом отмечена

лишь некоторая тенденция ($0,2 \pm 0,2$ %) к нарастанию уровня HvO_2 в артериальной крови. Не обнаружено достоверного влияния внешнего источника звука на уровень оксигенации гемоглобина и при непосредственном воздействии этого источника на кожу шеи в области гортани (серия 6). Фоновый уровень HvO_2 был равен $96,8 \pm 0,3$ % а при непосредственном звуковом воздействии – $97,0 \pm 0,3$ %. Полученные в сериях 5 и 6 данные позволяют заключить, что непосредственное влияние звука на легочную ткань не является определяющим в проявлении феномена повышения сатурации гемоглобина при пении и стогах. Видимо имеются другие, более эффективные, пути влияния голосовых вибраций на насыщение артериальной крови кислородом, для выявления которых потребуются дальнейшие исследования.

Выводы

1. В условиях генерации гортанных звуков при пении и произвольно инициируемых стогах происходит увеличение оксигенации гемоглобина артериальной крови. В этом феномене проявляется один из путей благоприятного влияния голосовых упражнений на организм, обнаруживаемого в артериологической и врачебной практике.

2. Умеренное по силе звуковое воздействие на области проекции легких и гортани, генерируемое внешним источником звука, не вызывает увеличения оксигенации гемоглобина аналогичного тому, которое происходит при гортанной генерации звуков.

Оригинальные научные публикации □

3. Производимые в ритме естественного дыхания, произвольно инициируемые стоны могут быть показаны для использования в комплексе врачебных мероприятий, направленных на уменьшение неблагоприятных последствий некоторых гипоксических состояний.

Литература

1. Бехтерев, В. М. Работа головного мозга в свете рефлексологии. – Л.: Изд. «П. П. Сойкин», 1926. – 90 с.
2. Догель, И. М. Влияние музыки на человека и животных. – 2-е испр. и пополн. изд. – Казань: Типо-литография Императорского университета, 1898. – 141 с.
3. Кэмпбелл, Д. Эффект Моцарта. – Минск: Попурри, 1999. – 320 с.
4. Семенович, А. А., Кветка, Т. А., Бондаренко А. И. Некоторые вопросы влияния пения на организм // Сигнальные механизмы регуляции физиологических функций: сб. науч. ст.; редкол. В. В. Лысак [и др.]. – Минск: РИВШ, 2007. – С. 246–258.
5. Физиология человека / под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – М.: Мир, 1986. – Т. 3. – 288 с.
6. Шушарджан, С. В. Музыкаотерапия и резервы человеческого организма. – М.: АОЗТ «Антидор», 1998. – 363 с.
7. Шушарджан, С. В. Руководство по музыкотерапии. – М.: Медицина, 2005. – 478 с.
8. Chuchardjan, S. V. Clinical music therapy. – Canada, Capilano University International Dictionary of Music Therapy, 2013. – P. 24.