

УДК 577.35

**ВЛИЯНИЕ НЕЙРОАКУСТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ  
НА МЕТАБОЛИЗМ КОЖИ****<sup>1,2</sup>Шаов М.Т., <sup>1,2</sup>Аккизов А.Ю., <sup>1,2</sup>Пшикова О.В., <sup>2</sup>Хашхожева Д.А., <sup>1</sup>Курданов Х.А.**

<sup>1</sup>ФГБУН ГНЦ РФ Институт медико-биологических проблем РАН,  
Центр медико-экологических исследований, Нальчик, e-mail: shaov\_mt@mail.ru,  
akkizov@mail.ru, olgapshikova@mail.ru, kurdanov@yandex.ru;

<sup>2</sup>ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»,  
Нальчик, e-mail: dianaadamovna@mail.ru

В статье приведены результаты экспериментального исследования действия нейроакустических сигналов «Нейротон-1» и «Нейротон-2» на динамику показателей интенсивности метаболизма в коже человека. Исследование проведено на 32 добровольцах, с использованием современного анализатора медленной электрической активности «АМЕА», позволяющего регистрировать уровень постоянного потенциала кожи. Испытуемые в течение пяти минут подвергались воздействию нейроакустических сигналов. Оценивалось два параметра: амплитуда постоянного потенциала кожи и стабильность постоянного потенциала кожи. В результате проведенного исследования было установлено, что под воздействием нейроакустических сигналов уровень постоянного потенциала кожи, как показателя интенсивности ее метаболизма, снижался и стабилизировался. Нейроакустические сигналы являются эффективным способом управления метаболизмом организма человека через его адаптационные сдвиги и стабилизацию его протекания.

Ключевые слова: гипоксия, акустическая стимуляция, церебральный метаболизм

**INFLUENCE OF NEUROACOUSTIC SIGNALS ON THE SKIN METABOLISM****<sup>1,2</sup>Shaov M.T., <sup>1,2</sup>Akkizov A.U., <sup>1,2</sup>Pshikova O.V., <sup>2</sup>Khashkhozheva D.A., <sup>1</sup>Kurdanov H.A.**

<sup>1</sup>Scientific Center of Russian Federation – Institute for Bio-medical Problems  
of the Russian Academy of Sciences, Center of medico-ecological researches, Nalchik,  
e-mail: shaov\_mt@mail.ru, akkizov@mail.ru, olgapshikova@mail.ru, kurdanov@yandex.ru;

<sup>2</sup>Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov, Nalchik,  
e-mail: dianaadamovna@mail.ru

In article results of research of action of neuroacoustic signals of «Neyroton-1» and «Neyroton-2» on dynamics of parameters of a metabolism of skin of the person are considered. At 38 volunteers by means of the modern analyzer of slow electric activity of «AMEA» the level of constant potential of skin was registered. Volunteers listened to neuroacoustic signals within 5 minutes. Two parameters are investigated: amplitude and constancy of level of constant potential of skin. Conclusions are drawn: action of neuroacoustic signals leads to reduction and stabilization of level of constant potential of skin. Therefore these signals are an effective method of management of a human body metabolism.

Keywords: hypoxia, acoustic stimulation, cerebral metabolism

Нейроакустические сигналы (НАС) – это акустические стимулы, полученные путем преобразования импульсной электрической активности нейронов сенсорной зоны коры головного мозга животных (точнее – белых крыс линии «Вистар»), адаптированных к гипобарической гипоксии. Термин «нейроакустический сигнал» (предложен проф. М.Т. Шаовым) подчеркивает то, что данный вид акустической стимуляции модулирован живой клеткой – нейроном.

Ранее были выделены две разновидности НАС: 1) «Нейротон-1» («Н-1») – непрерывная и ритмичная низкочастотная акустическая стимуляция (диапазон: 8-10 Гц); 2) «Нейротон-2» («Н-2») – прерывистая и аритмичная (т.н. «пачечная») высокочастотная акустическая стимуляция (диапазон: 10-12 Гц). В экспериментах на животных показано, что под дистанционным воздействи-

ем НАС возрастает внутримышечное напряжение кислорода, что указывает на усиление транспорта кислорода к тканям и его утилизации в них [7, 8]. То есть, указанные НАС эффективно защищают животный организм от тканевой гипоксии.

Верный спутник процессов старения – хроническая тканевая гипоксия, является важным фактором, снижающим интенсивность метаболизма в животном организме [2, 3]. Старение кожи также характеризуется падением интенсивности метаболизма в ее клетках [1].

Тканевой гипоксии стареющей кожи логично противопоставить воздействие НАС, повышающее тканевое напряжение кислорода. Причем принцип «чем больше, тем лучше» здесь неприемлем, так как, доказано, что гипероксия, ведет к повреждению клеток и тканей [8]. Именно нормализация кисло-

родного режима, т.е. адекватное потребностям и биологическому возрасту организма потребление кислорода, может замедлить процессы старения клеток и тканей.

### Цель исследования

Целью исследования была экспериментальная проверка следующей гипотезы: воздействие НАС на организм человека вызывает реакции адаптации к гипоксии и как следствие – повышение интенсивности тканевого метаболизма. Это, в свою очередь, отражается на динамике показателя метаболизма кожи – уровне постоянного потенциала кожи (УПК).

### Материалы и методы исследования

Исследование было проведено на 32 здоровых девушках-добровольцах (возраст –  $19,8 \pm 0,11$  лет, рост –  $166,8 \pm 1,23$  см, вес –  $57,3 \pm 1,30$  кг). Критериями отбора было отсутствие перенесенных челюстно-лицевых операций, кожных заболеваний, а также других уловимых признаков патологии кожи лица и шеи. Работа была проведена с соблюдением требований биоэтики, предъявляемым к подобным исследованиям.

Испытуемые были разделены на три группы. Добровольцы двух групп подвергались однократному воздействию НАС «Н-1» и «Н-2», соответственно. Стимуляция оказывалась дистанционно (на расстоянии 50 см) в течение пяти минут, посредством мультимедийной активной акустической системы «SVEN-280» (выходная мощность каждой колонки – 2,5 Вт; диапазон: 100-20000 Гц) подключенной к медиаплееру «Samsung YP-U5». Интенсивность стимуляции составляла 40 дБ. Параллельно, исследуемые параметры регистрировались у группы добровольцев, которые не подвергались ни одному из перечисленных воздействий (контроль).

Регистрация УПК производилась с помощью анализатора медленной электрической активности «АМЕА». Перед каждым измерением проверялась исправность оборудования, а также производилась его калибровка. Оценивались два параметра УПК: амплитуда и стабильность.

Амплитуда УПК (аУПК) отражает величину сосудистых потенциалов кожи, которые обратно пропорциональны рН крови. Усиление интенсивности метаболизма приводит к ацидозу крови из-за накопления в ней кислых продуктов обмена веществ. Сосудистые потенциалы при этом растут, что отражается в росте аУПК. Таким образом, по аУПК можно оценивать интенсивность метаболизма: чем больше аУПК, тем интенсивнее метаболизм, и наоборот [6].

Параметры регистрировались в следующем режиме: фон (5 мин), опыт (5 мин), последствие (5 мин). С учетом времени установки электродов «АМЕА», заполнения протоколов и т.п., продолжительность каждого опыта составляла примерно 20-25 минут. Регистрация параметров производилась с интервалом в 12 секунд, поэтому по каждому испытуемому было получено 75 значений УПК. Таким образом, всего было произведено 2400 измерений УПК.

Исследуемые параметры регистрировались в изолированной лаборатории с приглушенным, рассеянным освещением. Во время регистрации пара-

метров была исключена возможность возникновения световых, посторонних звуковых и других раздражителей. Температура воздуха в помещении была в пределах  $19-23$  °С, а относительная влажность – 60-70%. Регистрация параметров начиналась через 5-7 минут после прихода испытуемого в лабораторию. Запись УПК длилась 15 минут, в течение которых испытуемый не совершал произвольных движений, а также не имел возможности видеть дисплей «АМЕА» с показаниями.

Положение тела во время опыта было следующим: доброволец сидел за столом, откинувшись на спинку стула; ноги были согнуты в коленях под прямым углом; правая рука, на которой был укреплен электрод «АМЕА», была вытянута вперед и лежала на столе, на уровне груди. Электроды «АМЕА» были укреплены в отведении: активный (красный) – в области подподбородочного треугольника (trigonum submentale), а пассивный (синий) – на внутренней стороне запястья правой руки.

Результаты исследования были статистически обработаны. Различия между сравниваемыми параметрами оценивали по t-критерию Стьюдента для уровня вероятности безошибочных прогнозов – 0,95.

### Результаты исследования и их обсуждение

Кожа является органом, эмбрионально и физиологически тесно связанным с нервной системой, и участвующим в приеме и передаче информации. Ранее было установлено, что сенсорная стимуляция повышает интенсивность метаболизма в нервных центрах, принимающих участие в передаче и обработке информации [6]. Поэтому можно было ожидать, что под воздействием НАС интенсивность метаболизма в коже возрастет.

Действительно, у части испытуемых опытных групп («Н-1» – 7 чел., «Н-2» – 5 чел.), наблюдалось возрастание аУПК как в период опыта, так и в период последствия (испытуемые с реакцией «↑» аУПК). Причем повышение аУПК было более выражено в группе «Н-2», чем в «Н-1» (таблица). Амплитуда УПК в группе «Н-2» в период опыта росла в 2,8, а в период последствия – в 1,4 раза быстрее, чем в «Н-1». Таким образом, НАС «Н-2» быстрее и более выражено усиливал интенсивность метаболизма у испытуемых, чем НАС «Н-1». Это согласуется с данными, что НАС «Н-2» способствует у человека смещению вегетативного равновесия в сторону симпатикотонии [7].

У другой части испытуемых опытных групп («Н-1» – 5 чел., «Н-2» – 5 чел.), наоборот, наблюдалось снижение аУПК как в период опыта, так и в период последствия. Причем понижение аУПК было более выражено в группе «Н-1», чем в «Н-2». Уместно отметить, что незначительное уменьшение аУПК наблюдалось на протяжении всего опыта и в контрольной группе. Вероятно, это

объясняется приспособительными реакциями со стороны различных систем органов (прежде всего – сердечнососудистой системы) на гравитационное перераспределение крови в организме при смене позы тела испытуемого с положения «стоя» на «сидя» [4]. Т.е. испытуемый во время регистрации успокаивался, расслаблялся, а интенсивность метаболизма – снижалась. Под воздействием НАС (у испытуемых с реакцией «↓» аУПК) практически прекращалось падение интенсивности метаболизма, и она сохранялась на том уровне, которого достигла к моменту воздействия НАС. Причем НАС «Н-2» эффективнее препятствовал естественному падению интенсивности метаболизма, чем НАС «Н-1».

Таким образом, динамика аУПК под воздействием НАС у добровольцев опытных групп была разнонаправленной. Поэтому испытуемых условно можно разделить по характеру динамики интенсивности метаболизма под воздействием НАС на три группы:

1. Активно-компетентная группа. Испытуемые этой группы реагировали на НАС усилением интенсивности метаболизма в исследуемом участке ткани. Причем этот эффект НАС был длительным (не менее 5 минут).

2. Пассивно-компетентная группа. У испытуемых этой группы под воздействием НАС естественное падение интенсивности метаболизма останавливалось в момент начала действия НАС. Этот эффект также был длительным (не менее 5 минут).

3. Индиферентная группа. Картина динамики интенсивности метаболизма у этих испытуемых была такая же как и у добровольцев контрольной группы: метаболизм на протяжении всего опыта снижался. Определить вызвано ли это специфическим воздействием НАС или невосприимчивостью к ним организма испытуемого не представляется возможным без дополнительных исследований.

Результаты настоящего исследования согласуются с данными исследованиями динамики уровня постоянных потенциалов (УПП) мозга при звуковой стимуляции (продолжительность – 20 мин, интенсивность – 90 дБ), которая сопровождалась разнонаправленными изменениями УПП. Динамика амплитуды УПП была незначительной (в пределах нескольких милливольт), поэтому при статистическом анализе достоверных сдвигов выявлено не было [5]. Однако направление динамики УПП имеет любопытную закономерность: сдвиги УПП при звуковой стимуляции связаны отрицательной корреляцией с исходным уровнем этого параметра. Разнонаправленная динамика УПП, по-видимому, является результиру-

ющей усиления двух параметров: 1) интенсивности метаболизма, приводящего к ацидозу мозга, и 2) мозгового кровотока, вымывающего кислые продукты обмена. В зависимости от преобладания того или иного параметра происходит либо позитивный, либо негативный сдвиг УПП [9].

На основании этих исследований можно предложить следующий гипотетический механизм указанной выше зависимости.

Исходно высокая интенсивность метаболизма в коже сопряжена с накоплением кислых продуктов обмена веществ. При этом кислотно-щелочное равновесие (КЩР) в коже смещено в сторону ацидоза, о чем свидетельствует высокое значение фонового аУПК.

Доказано, что при акустической стимуляции кроликов в коре их головного мозга увеличивается концентрация внеклеточного калия, который играет триггерную роль в усилении мозгового кровотока [10]. Учитывая тесную эмбрионально-физиологическую связь между нервной и покровной системами, можно допустить, сопряженность высокой интенсивности метаболизма в коже с накоплением внеклеточного калия. Тогда при исходно высоких значениях аУПК, и при повышенной концентрации внеклеточного калия небольшое усиление интенсивности метаболизма при невысокой акустической нагрузке, сопровождающееся дополнительным выходом ионов калия во внеклеточную среду, вызывает усиление кожного кровотока, который вымывает кислые продукты обмена веществ. Это приводит к снижению аУПК (таблица, реакция «↓» аУПК) и нормализации КЩР в коже. Наоборот, при низких исходных значениях аУПК и концентрации внеклеточного калия, увеличение кожного кровотока при небольшой акустической нагрузке оказывается недостаточным для вымывания избытка кислых продуктов обмена веществ. Это ведет к смещению КЩР в сторону ацидоза, что отражается в повышении аУПК (таблица, реакция «↓» аУПК).

Таким образом, под воздействием НАС в коже испытуемых наблюдается небольшое усиление интенсивности метаболизма и регионарного кровообращения. Изменения КЩР и соответственно УПК, незначительны и определяются результирующей двух процессов: накопления и вымывания кислых продуктов обмена. В тех случаях, когда избыток углекислоты и молочной кислоты накапливается в коже, то происходит сдвиг КЩР в сторону тканевого ацидоза. Когда же эти продукты обмена вымываются усиленным кожным кровотоком, тогда КЩР сдвигается в сторону тканевого алкалоза.

## Динамика значений аУПК (мВ) под воздействием НАС

Группа, Период опыта	Контроль (n = 10)	«Нейротон-1»		«Нейротон-2»	
		реакция «↓» аУПК (n = 5)	реакция «↑» аУПК (n = 7)	реакция «↓» аУПК (n = 5)	реакция «↑» аУПК (n = 5)
Фон	11,6 ± 1,50	17,8 ± 2,91	10,5 ± 2,93	21,7 ± 2,15	12,8 ± 4,87
Опыт	11,4 ± 1,45	12,8 ± 1,94	11,1 ± 3,45	19,2 ± 2,44	14,5 ± 4,76
Последствие	11,3 ± 1,58	12,1 ± 1,64	12,1 ± 3,21	18,6 ± 2,38	15,9 ± 4,9

В описанном механизме можно наблюдать стремление системы, регулирующей УПК, к достижению значения, при котором действие возмущающих факторов было бы сведено к минимуму. При этом известно, что регуляция КЦР в организме не зависит от вида сенсорной нагрузки, а определяется только направлением динамики интенсивности метаболизма и фоновым уровнем КЦР. Можно предположить, что слабое возмущающее воздействие НАС может активировать систему регуляции УПК по принципу отрицательной обратной связи, что приводит к нормализации КЦР в коже [6].

Под воздействием НАС интенсивность метаболизма у большей части испытуемых незначительно меняется. Направление сдвигов интенсивности метаболизма определяется фоновым значением его показателя – амплитуды УПК. Направление динамики интенсивности метаболизма в коже обратно пропорционально фоновому значению амплитуды уровня постоянного потенциала кожи.

### Заключение

Итак, под влиянием НАС в опытных группах амплитуда постоянного потенциала кожи снижалась, а его флуктуации стабилизировались на новом уровне. То есть, под воздействием испытуемых факторов доминирует реакция стабилизации интенсивности метаболических процессов в коже. НАС – это возможный способ управления метаболизмом организма через его адаптационные сдвиги и стабилизацию. Такой эффект согласуется с данными о нормализации, стабилизации тканевого  $pO_2$  (а, сле-

довательно, и метаболизма) под действием НАС. В целом, все изложенные факты подтверждают метаболическую теорию регуляции регионарного кровообращения, от которого зависят интенсивность и стабильность метаболизма.

### Список литературы

1. Завенян Г.Г. Возрастные изменения кожи и их коррекция оротовой кислотой: Автореф. дис. канд. мед. наук. – М., 1987. – 20 с.
2. Коркушко О.В., Иванов Л.А. Гипоксия и старение. – Киев: Наукова думка, 1980. – 276 с.
3. Лэмб М.Дж. Биология старения: науч. изд. / М.Дж. Лэмб; пер. с англ. Л.К. Обуховой, под ред. Н.М. Эмануэля. – М.: Мир, 1980. – 206 с.
4. Москаленко Н.П., Глезер М.Г. Ортогнатическая проба в практической работе врача-кардиолога // Кардиология. – 1979. – № 11. – С. 112.
5. Связь электрических реакций головного мозга с процессами перекисного окисления липидов при патологическом старении / В.Ф. Фокин [и др.] // Бюллетень экспериментальной биологии. – 1989. – Т. 54. – № 6. – С. 682-684.
6. Фокин В.Ф., Пономарева Н.В. Энергетическая физиология мозга. – М.: Антидор, 2003. – 288 с.
7. Хашхожева Д.А. Управление физиологическими функциями организма человека в условиях горной экологии с помощью «голоса нейрона» – электроакустических импульсов нервной клетки / Д.А. Хашхожева, М.Т. Шаов, О.В. Пшикова // Проблемы региональной экологии. – 2008. – № 4. – С. 205-209.
8. Шаов М.Т. Динамика напряжения кислорода и биоэлектрической активности мышечной ткани под влиянием нейроакустических сигналов, модулированных импульсно-гипоксическими адаптациями / М.Т. Шаов, О.В. Пшикова, Д.А. Хашхожева // Научные труды I съезда физиологов СНГ. – 2005. – Т. 1. – С. 168-169.
9. Шахнович А.Р. О гуморальном механизме регулирования адекватного кровоснабжения ткани головного мозга // Труды IV Тбилисского симпозиума по мозговому кровообращению. – 1980. – С. 79-83.
10. Watanabe K. Exchange steady potential by sensory stimulation, convulsive and sleep state // Fukushima Med. J. 1977. Vol. 27, № 5. P. 263-274.