

COMPOSITION AND ANTIANEMIC EFFICIENCY OF CHALYBEATE WATERS IN THE SKHODNITSIAN DEPOSIT

S. V. Ivasivka, M. V. Gaydyak, M. N. Kovbasnyuk, M. S. Yaremenko

Slight-mineralized chalybeate waters of the Skhodnitsian deposit containing organic matters are distinguished by high-molecular organo-iron complexes present in waters. It is shown that such natural complex iron compounds are characterized by high biological accessibility making these mineral waters very useful for posthemorrhagic anemia due to their therapeutic action.

A. A. Bogomoletz Institute of Physiology,
Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Авдилов В. Б., Плотникова Г. Н., Петрова Г. Н. Основные бальнеологические группы минеральных вод // Курортология и физиотерапия (руководство) / Под ред. В. М. Боголюбова.— М.: Медицина, 1985.— Т. 1.— С. 116—128.
2. Бабенко Г. О. Визначення мікроелементів і металоферментів у клінічних лабораторіях.— К.: Здоров'я, 1968.— 138 с.
3. Барс Е. А., Коган С. С. Методическое руководство по исследованию органических веществ подземных вод нефтегазоносных областей.— М.: Недра, 1979.— 156 с.
4. Бахман В. И., Крапивина С. С., Вадковская А. Д., Флоренский К. П. Методика анализа минеральных вод.— М.: Изд-во МГУ, 1965.— 246 с.
5. Детерман Г. Гель-хроматография (Гель-фильтрация. Гель-проникающая хроматография. Молекулярные сита).— М.: Мир, 1970.— 252 с.
6. Иванов В. В., Невраев Г. А. Классификация подземных минеральных вод.— М.: Наука, 1964.— 168 с.
7. Крицк Е. Е., Волченкова И. И., Григорьева А. С. Координационные соединения металлов в медицине.— К.: Наук. думка, 1986.— 216 с.
8. Лечебные минеральные воды типа «Нафтуся» / Бабинец А. Е., Шестопалов В. М., Моисеева Н. П. и др.— К.: Наук. думка, 1986.— 192 с.
9. Лосева М. И., Шлагина Л. А. Сравнительная оценка эффективности действия препаратов железа при железодефицитных анемиях // Гематология и трансфузиология.— 1986.— № 6.— С. 10—13.
10. Машковский М. Д. Лекарственные средства.— М.: Медицина, 1987.— Т. 2.— 576 с.
11. Мецлер Д. Биохимия. Химические реакции в живой клетке.— М.: Мир, 1980.— Т. 1.— 407 с.
12. Мецлер Д. Биохимия. Химические реакции в живой клетке.— М.: Мир, 1980.— Т. 3.— 488 с.
13. Митрев Ю. Г., Альперин П. М. Железодефицитные анемии (достижения и проблемы) // Гематология и трансфузиология.— 1983.— № 6.— С. 3—8.
14. Серебрина А. А., Кенц В. В., Горчакова Г. А. Водолечение.— К.: Здоров'я, 1983.— 168 с.
15. Швец Ф. Фармакодинамика кроветворной системы // Фармакодинамика лекарств с экспериментальной и клинической точки зрения.— Братислава: Изд-во Словац. АН.— 1963.— Т. 2.— С. 127—170.
16. Щерба М. М. Всасывание железа // Физиология всасывания (руководство по физиологии).— Л.: Наука, 1977.— С. 223—248.
17. Layrisse M., Martinez-Torres C., Roche M. Effect of interaction of various foods on iron absorption // Amer. J. Clin. Nutr.— 1968.— 21, N 7.— P. 1175.
18. Rich J. N., Heit W., Kubanek B. An erythropoietic stimulating factor similar to erythropoietin released by macrophages after treatment with silica // Blut.— 1980.— 40, N 3.— С. 297—303.

Ин-т физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Материал поступил в редакцию 11.04.88

УДК 615.844.4:612.884:612.829.31

Е. А. Ващенко, В. В. Гаркавенко, Ю. П. Лиманский

Модуляция ноцицептивного сгибательного рефлекса электростимуляцией аурикулярных акупунктурных точек

Ранее нами установлено, что при вертеброгенных пояснично-крестцовых корешковых синдромах поражается афферентное звено сегментарных рефлекторных дуг мышц нижних конечностей, что выражается ухудше-

нием проведения импульсации по афферентным нервным волокнам [1, 2, 3]. Показано также, что электроакупунктура (ЭАП) сегментарных точек дает клинический эффект при данной патологии и модулирует сегментарный ноцицептивный сгибательный рефлекс (НСР), причем изменения рефлекса зависят от характера расстройств чувствительности [3]. Между тем для лечения рефлекторных и корешковых болевых синдромов, обусловленных остеохондрозом позвоночника, широко и эффективно применяют также электростимуляцию зон ушной раковины через введенные в них иглы — аурикулярную электроакупунктуру (АЭАП). Однако нейрофизиологические механизмы ее действия остаются недостаточно изученными. В связи с этим цель нашей работы — выявление характера действия АЭАП на проведение афферентной ноцицептивной импульсации в сегментарных рефлекторных дугах с помощью исследования ноцицептивного сгибательного рефлекса.

Методика

Исследовали НСР на обеих нижних конечностях до и после 32 сеансов АЭАП у 17 больных люмбошиалгией и поражением корешков L₅ и S₁, обусловленными остеохондрозом пояснично-крестцового отдела позвоночника. Помимо неврологического, общеклинического и рентгенологического обследования больных обследовали методами классической и стимуляционной ЭМГ для определения функционального состояния различных звеньев соответствующих сегментарных рефлекторных дуг. Детальное описание методов обследования приведено в ранее опубликованных нами работах [1, 2, 3].

Показателем НСР служил ЭМГ-ответ короткой головки двуглавой мышцы бедра (*caput breve m. biceps femoris*), который возникал при электрической ноцицептивной стимуляции дистального рецептивного поля икроножного нерва (*n. suralis*). У человека такое раздражение вызывает рефлекторные сокращения двуглавой мышцы бедра [16—18]. Известно, что афферентная часть НСР образована кожными А-дельта- и С-волокнами икроножного нерва, которые через интернейроны дорсального рога нескольких сегментов спинного мозга (L₄, L₅, S₁) связаны с мотонейронами, иннервирующими короткую головку двуглавой мышцы бедра [12, 16—19]. ЭМГ-ответ отводили bipolarно с помощью игольчатых электродов, при этом регистрировали активность отдельных мышечных волокон и их групп. Ноцицептивные раздражения наносили на кожу латерального края тыла стопы в области IV—V пальцев с помощью пары неполяризующихся хлор-серебряных электродов диаметром 8 мм при межэлектродном расстоянии 25 мм. Катод располагали проксимально. Для стимуляции использовали серию из 5 прямоугольных импульсов частотой 100—120 с^{-1} и длительностью импульса 0,2 мс. Подбирали минимальную силу раздражающего тока, при которой достаточно регуляризующийся ЭМГ-ответ. При таком раздражении у испытуемых возникали легкие переносимые болевые ощущения. Интервал между раздражениями составлял 6—15 с. ЭМГ-ответ регистрировали на фото- и магнитную ленты. Интегрирование ответов производили на анализаторе АИ-256. Для анализа использовали результаты накопления 12—30 регистраций. Чтобы исключить влияние привыкания и сенсилизации при накоплении ЭМГ-ответов, ответы на определенное число начальных стимулов не учитывали. Цифровое значение ответов определяли измерением площади под интегрированной кривой.

Для АЭАП были выбраны зоны верхней и нижней ножек противозавитка ушной раковины — зоны соматосенсорного представительства нижней конечности, пояснично-крестцовой области и поясничных спинальных сегментов [4]. В эти зоны вводили 2—3 акupунктурные иглы, которые использовали для стимуляции электрическим током. Индифферентный электрод размещали на кисти. Применили прямоугольные толчки тока длительностью 0,2 мс, частотой 3 с^{-1} . Интенсивность стимуляции подбирали индивидуально, так, чтобы она была максимальной в доболовом диапазоне. Сила тока, пропускаемого через иглы, варьировала от 1 до 5 мА, длительность стимуляции — от 15 до 20 мин.

Результаты

ЭМГ-ответы при пороговой ноцицептивной стимуляции у разных пациентов отличались по числу пиков, их амплитуде и латентным периодам, однако, у одного и того же пациента эти параметры были срав-

нительно сходными. Латентные периоды ответов, измеренные от первого стимула в серии, колебались у разных испытуемых в пределах 110—200 мс. Амплитуда пиков составляла 20—400 мкВ. ЭМГ-ответ состоял из одного-двух пиков либо группы пиковых потенциалов. Продолжительность группового разряда составляла 30—80 мс, но нередко — 200—300 мс. НСР на предъявление нескольких первых стимулов обычно был более выраженным, чем на последующие, и по числу пи-

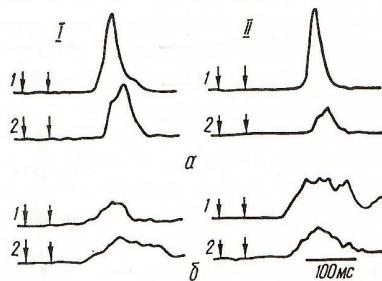


Рис. 1. Влияние аурикулярной электроакупунктуры (АЭАП) на интегрированные ноцицептивные сгибательные рефлексы (НСР):

а — НСР левой (*I*) и правой (*II*) нижних конечностей при вертеброгенной левосторонней лумбомиалигии без расстройств чувствительности (*I* — до и *2* — после проведения АЭАП); *б* — НСР левой (*I*) и правой (*II*) нижних конечностей при вертеброгенном радикулите и *S₁* слева, сопровождающемся гипальгезией (*I* — до и *2* — после проведения левосторонней АЭАП). Стрелками отмечены начало и конец стимуляции.

ков, и по их амплитуде. Стабилизация ответов происходила после 2—4 стимулов, а в некоторых случаях лишь после 6—10 стимулов.

В начале наших исследований АЭАП проводили на стороне, ипсилатеральной по отношению к локализации корешкового синдрома и боли. Такие исследования выполнены у 10 человек на 18 сеансах (I группа). После АЭАП у всех этих больных отмечены двусторонние изменения НСР. Под влиянием АЭАП могли изменяться амплитуда потенциалов, продолжительность группового разряда, а также вероятность возникновения ЭМГ-ответа. Эффекты, наблюдаемые у одного и того же испытуемого на разных сеансах АЭАП, были практически идентичными.

У четырех больных отмечали четкое торможение НСР на «пораженной» конечности, т. е. ипсилатерально, и на «здоровой» конечности, т. е. контрапатерально. У трех пациентов этой группы клинически определялась гипальгезия в дерматоме, соответствующем пораженному корешку, а у одного — расстройства чувствительности не наблюдали. На рис. 1, *a* по уменьшению (на 20 %) площади под интегральной кривой видно четкое торможение НСР «пораженной» конечности (на стороне акупунктуры). Однако на здоровой конечности торможение НСР было еще более выраженным — на 67 % (рис. 1, *a*).

У остальных шести обследованных I группы (клинически у всех определялась гипальгезия в соответствующем дерматоме) ипсилатеральная АЭАП вызывала облегчение НСР «пораженной» конечности. На здоровой конечности наблюдали облегчающий (3 человека) и тормозящий (3 человека) эффекты. На рис. 1, *b* приведены интегрированные ЭМГ-ответы одного из этих испытуемых. АЭАП ипсилатерально вызывала увеличение продолжительности группового разряда, в то время как контрапатерально — уменьшение амплитуды потенциалов, продолжительности группового разряда, а также снижение вероятности возникновения ЭМГ-ответа.

Учитывая выявленную нами значительную выраженность изменений НСР на стороне, контрапатеральной по отношению к АЭАП, последующие исследования НСР проводили после АЭАП, контрапатеральной по отношению к стороне корешкового синдрома и боли (у семи человек на 14 сеансах — II группа). Клинически у этих больных выявлялось поражение корешков *L₅* и *S₁* с гипальгезией в соответствующем дерматоме. Во всех этих исследованиях наблюдался четко выраженный облегчающий эффект АЭАП на НСР «пораженной» конечности. Он выражался увеличением числа компонентов ЭМГ-ответа и амплитуды и вероятности их появления. На здоровой стороне влияние

АЭАП могло быть облегчающим (2 человека), тормозящим (1 человек) либо его вовсе могло не быть (4 человека).

На рис. 2, а, б показаны примеры регистрации ЭМГ-ответа. Осциллограмма НСР «пораженной» конечности имела вид одиночного полифазного пикового потенциала, варьирующего по латентному периоду от 140—160 до 180—200 мс. После АЭАП, проведенной контралатерально по отношению к пораженному корешку, кривая приобрела вид двух последовательных полифазных пиковых потенциалов с латентными

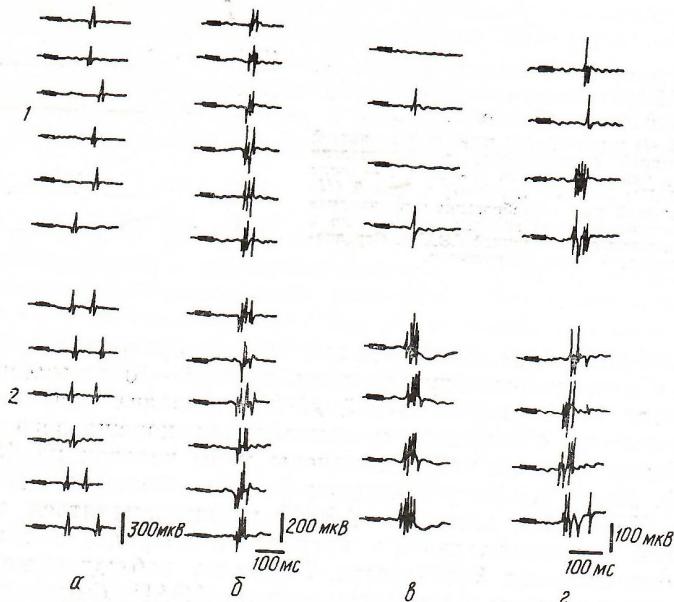


Рис. 2. Влияние аурикулярной электроакупунктуры (АЭАП) на ноцицептивный сгибательный рефлекс (НСР) левой (а, в) и правой (б, г) нижних конечностей у двух больных вертеброгенным радикулитом S_1 слева с гипальгезией (1 — до и 2 — после проведения правосторонней АЭАП). Утолщенные отрезки на осциллограммах соответствуют времени стимуляции.

периодами первого компонента 110—130 мс и второго — 170—230 мс (см. рис. 2, а). На «здоровой» конечности НСР существенно не изменился (рис. 2, б).

Четкое облегчение НСР «пораженной» конечности после контралатерально проведенной АЭАП, выражющееся повышением вероятности появления ЭМГ-ответа, а также увеличением числа пиковых потенциалов и их амплитуды, показано на рис. 2, в. На «здоровой» конечности также наблюдалось облегчение НСР, однако, оно было менее выраженным (рис. 2, г).

Следует отметить, что у всех обследованных нами больных АЭАП оказывала положительное клиническое действие. Больные отмечали ослабление болевого синдрома. Клинически наблюдались уменьшение статико-динамических, мышечно-тонических, вегетативно-сосудистых нарушений, а также тенденция к нормализации расстройств чувствительности.

Полученные нами результаты свидетельствуют о том, что изменения НСР на стороне вертебрального корешкового синдрома и боли наблюдаются после ипси- и контралатеральной АЭАП, которая оказывает облегчающее и тормозящее влияние на НСР. У 16 из 17 обследованных больных в клинической картине заболевания отмечалось расстройство чувствительности в виде гипальгезии в зоне иннервации пораженного корешка. У 13 из них АЭАП вызывала на «пораженной» конечности облегчение НСР и только у 3 — его торможение. У больного без расстройств чувствительности НСР «пораженной» конечности тормозился после обоих сеансов АЭАП. На « здоровой » конечности облег-

чающий эффект АЭАП на НСР наблюдался только у 5 больных, в остальных случаях влияние АЭАП было тормозящим (8 человек) либо его вообще не было (4 человека). Таким образом, облегчающий эффект АЭАП на НСР коррелировал с гипальгезией.

Обсуждение

Проведенные исследования показали, что электростимуляция аурикулярных точек может модулировать течение ноцицептивных сегментарных рефлексов. Эффекты, вызванные АЭАП, можно объяснить особенностями представительства афферентов от различных зон ушной раковины в структурах ствола мозга [4, 8]. Выбранные зоны противозавитка ушной раковины иннервируются ушно-височной ветвью тройничного нерва, а также промежуточным нервом и ветвями большого ушного нерва, принадлежащими шейному сплетению, тесно связанному с симпатическим стволом [4]. Показано, что афференты ушной раковины имеют мощные проекции в структуры ствола мозга. Так, электрофизиологическими исследованиями на животных обнаружено, что аурикулярная ветвь тройничного нерва имеет проекции в тригеминальные ядра [8—10]. Афферентная импульсация, поступающая по А-дельта-волокнам аурикулярной ветви тройничного нерва, возбуждает также нейроны гигантоклеточного ретикулярного ядра, которые в свою очередь могут прямо активировать антиноцицептивные системы околоvodoprovodного серого вещества и ядер шва [14]. Тригеминальные ядра также имеют проекции в ипси- и преимущественно контралатеральные структуры ретикулярной формации, особенно в гигантоклеточное ретикулярное ядро [6, 7].

Как известно, ретикулярная формация, околоводопроводное серое вещество и ядра шва тесно связаны с сегментарными центрами спинного мозга посредством ретикуло- и рафе-спинальных путей. Активация этих супрасегментарных структур вызывает сложную последовательность изменений возбудимости нейронных элементов сегментарных рефлекторных дуг (деполяризацию центральных терминалей первичных сенсорных нейронов, включая группы I_a, I_b и флексорного рефлекса, возбуждение и угнетение интернейронов и мотонейронов) [5, 10, 11, 20]. Можно полагать, что описанные изменения НСР после АЭАП могут быть обусловлены изменениями возбудимости пре- и постсинаптических элементов афферентного входа, вызванными активацией ретикулярной формации и супрасегментарных антиноцицептивных систем.

Известно также, что существуют связи нисходящих волокон антиноцицептивных систем с преганглионарными мотонейронами боковых столбов серого вещества спинного мозга, участвующими через ганглии пограничного симпатического ствола в регуляции сосудистого тонуса [7]. Это позволяет предположить, что улучшение проведения по низко- и высокопороговым афферентам после АЭАП может быть обусловлено уменьшением мышечно-тонических и гемодинамических нарушений в результате нормализации симпатического тонуса, в связи с чем создаются условия для декомпрессии корешка и восстановления синаптической передачи между терминалами первичных сенсорных нейронов и интернейронами дорсальных рогов [13, 15].

Следовательно, изменения НСР после АЭАП могут быть обусловлены изменениями возбудимости пре- и постсинаптических элементов афферентного входа в результате активации нисходящих влияний ретикулярной формации и антиноцицептивных систем ствола мозга.

Полученные результаты и анализ литературных данных позволяют считать, что облегчающие или тормозящие влияния АЭАП на течение сегментарных полисинаптических рефлексов у испытуемых с различной клинической картиной вертеброгенного корешкового синдрома и боли могут быть обусловлены индивидуальными особенностями нарушенных связей между супрасегментарными системами и нейронными элементами спинальных рефлекторных дуг.

THE MODULATION OF NOCICEPTIVE FLEXOR REFLEX
BY ELECTROSTIMULATION OF THE AURICULAR ACUPUNCTURE POINTS

E. A. Vashchenko, V. V. Garkavenko, Yu. P. Limansky

Nociceptive flexor reflex (NFR) in patients with vertebrogenic lumbosacral pain syndromes was recorded before and after the ipsi- and contralateral auricular electroacupuncture (AEAP). Changes in NFR were observed after ipsi- and contralateral AEAP, each producing facilitatory and inhibitory effects on NFR. Facilitatory influence of AEAP on NFR correlated with hypalgesia, that apparently reflected recovery of the afferent input peculiarities.

A. A. Bogomoletz Institute of Physiology,
Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, Kiev

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ващенко Е. А., Лиманский Ю. П., Мачерет Е. Л., Самосюк И. З. Клинико-нейрофизиологический анализ болевого синдрома при пояснично-крестцовом радикулите // Врачеб. дело.— 1983.— № 11.— С. 94—96.
2. Ващенко Е. А., Лиманский Ю. П. О некоторых нейрофизиологических механизмах болевого корешкового синдрома // Физиол. журн.— 1984.— 30, № 2.— С. 146—149.
3. Ващенко Е. А., Гаркавенко В. В., Лиманский Ю. П. Модуляция ноцицептивного сгибательного рефлекса при электростимуляции сегментарных акупунктурных точек // Там же.— 1988.— 34, № 5.— С. 44—49.
4. Дуринян Р. А. Атлас аурикулярной рефлексотерапии.— Ташкент: Медицина, 1982.— 64 с.
5. Костюк П. Г. Структура и функция нисходящих систем спинного мозга.— Л.: Наука, 1973.— 278 с.
6. Лиманский Ю. П. Рефлексы ствола головного мозга.— Киев: Наук. думка, 1987.— 239 с.
7. Лиманский Ю. П. Структура и функции системы тройничного нерва.— Киев: Наук. думка, 1976.— 254 с.
8. Московец О. Н., Дуринян Р. А. Представительство афферентных нервов ушной раковины в каудальном ядре тригеминальной системы // Бюл. эксперим. биологии и медицины.— 1980.— 89, № 5.— С. 520—522.
9. Московец О. Н., Решетняк В. К., Дуринян Р. А. Электроакупунктурное подавление ноцицептивных ответов в каудальном тригеминальном ядре // Там же.— 1980.— 89, № 1.— С. 7—9.
10. Московец О. Н. Электрофизиологический анализ антиноцицептивных эффектов электростимуляции ушной раковины у кошек: Автореф. дис. канд. биол. наук.— М., 1981.— 22 с.
11. Решетняк В. К., Мейзеров Е. Е., Дуринян Р. А. Рефлекторное изменение функциональной активности коры больших полушарий и центрального серого вещества при электроакупунктурном воздействии // Бюл. эксперим. биологии.— 1982.— 3, № 1.— С. 5—7.
12. Adriaensen H., Gybels J., Handwerker H. O., van Hees J. Response properties of thin myelinated (A-delta) fibers in human skin nerves // J. Neurophysiol.— 1983.— 49, N 1.— P. 111—122.
13. Casale R., Gibellini R., Rozzi M., Bonelli S. Changes in sympathetic activity during high frequency T. E. N. S. // Acup. Electro-ther. Res.— 1985.— 10, N 2.— P. 169—175.
14. Fields H. L., Basbaum A. J. Anatomy and physiology of descending pain control system // Adv. in Pain Res. and Ther.— New York: Raven press, 1979.— Vol. 3.— P. 497—440.
15. Kadekaro M., Crane A. M., Sokoloff L. Differential effects of electrical stimulation of sciatic nerve on metabolic activity in spinal cord and dorsal root ganglion in the rat // Proc. Nat. Acad. Sci. USA.— 1985.— 82, N 6.— P. 6010—6013.
16. Willer J. C. Comparative study of perceived pain and nociceptive flexion reflex in man // Pain.— 1977.— 3, N 1.— P. 69—80.
17. Willer J. C. Nociceptive flexion reflexes as a tool for pain research in man // Motor Control Mechanisms in Health and Disease.— New York: Raven press, 1983.— P. 809—827.
18. Willer J. C. Nociceptive flexion reflex as a physiological correlate of pain sensation in human // Pain Measurement in Man Neurophysiological Correlates of Pain.— Amsterdam; New York; Oxford, 1984.— P. 87—110.
19. Wresenfeld-Hallin L., Hallin R. G., Persson A. Do large diameter cutaneous afferents have a role in the transmission of nociceptive messages? // Brain Res.— 1984.— 311, N 3.— P. 375—379.
20. Takeshige Ch., Sato T., Komugi H. Role of periaqueductal central gray in acupuncturere analgesia // Acup. Electrother. Res.— 1980.— 5, N 3.— P. 323—337.

Ин-т физиологии им. А. А. Богомольца
АН УССР, Киев

Материал поступил в редакцию 17.05.88