

3. Зотин А.И., Зотин Р.С. Феноменологическая теория развития роста и старения организма. М., 1993. С. 261–266.
4. Fridovich J. The biology of oxygen radicals: The superoxides provide an important defense // Science, 1978. Vol. 201. N 4359. P. 875–880.
5. Ленинджер А. Основы биохимии. 1985. М., Т. 1. С. 259; Т. 2. С. 522.
6. Коварский Вал.А., Коварский В.А., Бережинский М.Я. и др. Энергетическое питание сельскохозяйственных животных // Сборник научных трудов ВНИИФ и БП с/х животных. Боровск, 1987. Т. 34. С. 147–154. Алиментарный фотодинамический эффект и его значение в кормлении животных.
7. Strother W.C. The roll of free radicals in leaf senescence // Geratology, 1988. Vol. 34. N 3. P. 151–156.
8. Минеральный состав кормов. ВНИИЖ. М., 1967. С. 232–233.
9. Метелица Д.И. Активация кислорода ферментными системами. М., 1982. С. 60–61; 64–65.
10. Блюменфельд Л.А. Проблемы биологической физики. М., 1977. С. 183–199.
11. Янковский О.Ю. Токсичность кислорода и биологические системы. Санкт-Петербург, 2001.

Поступила 18.06.2001

Summary

During the photo-treatment of forage the long-term photo-induced signals (PIS) of the electronic paramagnetic resonance (EPR) are observing (10^6 - 10^7 s). It is demonstrated, that during digesting of the photo-treated meal from the maize seeds the extinguishing of the PIS appears. The process is going during mixing of forage with saliva. The substantiations of alimentary safeness of meat products from birds reared with photo-treated forage, as well as terms of storage of such products, is given.

Е. К. Севидова, В. И. Здыбский*, П. С. Доронин*

ОБ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ИГЛ В ПРОЦЕССЕ ЭЛЕКТРОАКУПНКТУРЫ

*Национальный технический университет,
ул. Фрунзе, 21, г. Харьков, 61002, Украина*

**Харьковская медицинская академия последипломного образования,
ул. Корчагинцев, 58, г. Харьков, 61176, Украина*

Введение

Электроакупунктура (ЭАП) используется в практике рефлексотерапии прежде всего с целью усиления лечебного воздействия акупунктуры (АП) [1]. В связи с этим известно ее применение для достижения некоторых эффектов, невозможных при АП (например, процессы электродиагностики, диатермокоагуляции и электрообезболивания в зубных каналах) [2].

В рекомендациях по реализации метода ЭАП, как правило, указывается сила лечебного тока, длительность его наложения и полярность. По поводу влияния последнего параметра на терапевтическое воздействие сложились разноречивые мнения [3], что ограничивает внедрение ЭАП в медицинскую практику.

Одной из причин таких разногласий, на наш взгляд, может быть факт неучтенности характера химико-физических процессов, происходящих на границе электрода (иглы) и жидкой среды мышеч-

ных тканей, которые в свою очередь зависят от природы материала иглы. Из практики АП известно, что серебряная и золотая игла оказывают различное влияние на организм (седативное или стимулирующее соответственно), что принимается во внимание при рефлексотерапевтическом лечении [4].

Подтверждением влияния природы металла на характер лечебного эффекта служат также данные авторов [4, 5], использовавших в качестве объектов воздействия на акупунктурные точки (АТ) различные металлические аппликаторы - пластины, шарики (цуботерапия) и т.д.

Факт различного реагирования организма на различные виды металлов можно объяснить при допущении, что при контакте физиологическая среда вступает в реакцию с металлом, в результате чего появляются новые вещества (ионы), которые вызывают затем определенные биохимические изменения.

При ЭАП и электропунктуре (ЭП) вероятность появления новых веществ увеличивается, поскольку непрерывное протекание электрического тока по замкнутой электрической (гальванической) цепи (рис. 1) предусматривает прохождение окислительных или восстановительных (в зависимости от полярности) реакций на границе электрод (игла) – жидкая среда (физиологическая жидкость), что приводит к появлению и накоплению в приэлектродном пространстве продуктов окисления или восстановления.

В рамках настоящей работы были проведены исследования электрохимического поведения некоторых металлов, используемых в рефлексотерапии, с целью прогнозирования результатов от их химического воздействия на организм в процессах ЭАП и ЭП.

Методика исследования

Исследования проводили в физиологическом растворе (0,97% растворе NaCl), моделирующем состав межклеточной жидкости. В качестве рабочих образцов исследовали акупунктурные иглы из сплавов золота, серебра и нержавеющей стали, а также пластины из меди и платины.

Для оценки электрохимической активности использовали поляризационные зависимости J-E, которые снимали потенциодинамическим способом на потенциостате ПИ-50-1.1. Значения потенциалов приведены относительно потенциала нормального водородного электрода [6].

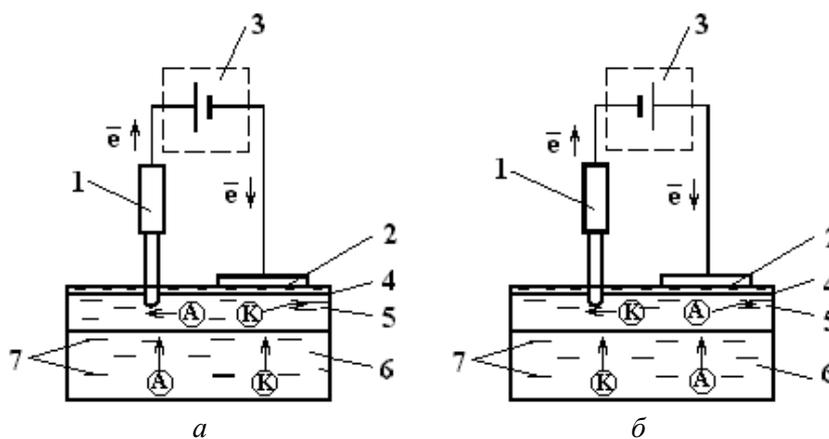


Рис. 1. Принципиальная схема прохождения тока при электропунктуре с положительно (а) и отрицательно (б) заряженным активным электродом: 1 – активный электрод; 2 – пассивный электрод; 3 – источник тока; 4 – слой физиологической жидкости на коже; 5 – кожа; 6 – мышечная ткань; 7 – межклеточная жидкость.

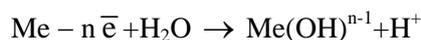
Обсуждение результатов

Анализируя представленные на рис. 2,а анодные поляризующие кривые (соответствующие варианту положительно заряженного активного электрода на рис. 1,а), можно сделать ряд заключений.

1. При одной и той же плотности* тока на различных металлах достигаются различные анодные потенциалы в физиологическом растворе. В зависимости от этого на иглах – электродах могут происходить различные окислительные реакции:

1) активное растворение (ионизация) электродного металла с последующей возможной гидратацией или гидролизацией





2) окисление анионов, в том числе ионов хлора:



3) выделение кислорода с подкислением прианодного пространства



Вероятность прохождения указанных реакций (или их комбинаций) зависит не только от природы металла иглы, но и от исходного состояния ее поверхности – степени запассивованности (покрытия окислами и другими пассивными пленками), наличия остаточных деформирующих напряжений (после волочения), существования дефектов (пор, раковин и др.)

Учитывая данные о термодинамических потенциалах рассмотренных металлов [6], можно предположить, что на электродах из меди, нержавеющей стали и серебряного сплава (соответственно кривые 1, 2, 3 на рис. 2) при плотности тока 100 мкА/см^2 проходит реакция по первому типу. На игле из золотого сплава (кривая 4, рис. 2) при идентичной плотности тока достигается потенциал реакции выделения кислорода по третьему типу, которая может происходить параллельно с реакцией окисления ионов металла скорее всего меди, входящей в состав золотого и серебряного сплавов. На платиновой игле достигается потенциал окисления Cl^- ионов, а следовательно, наряду с кислородом, на электроде может выделяться хлор.

При катодном включении иглы (отрицательной полярности) в физиологическом растворе наиболее вероятно** протекание двух типов реакций, приводящих к подщелачиванию приэлектродного пространства:

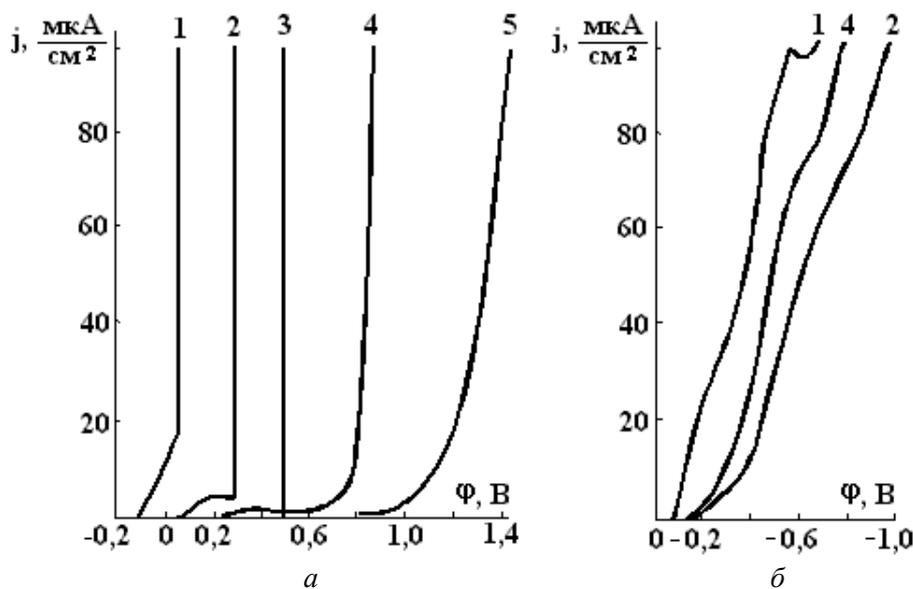
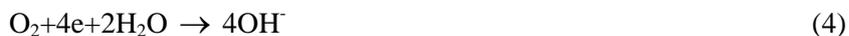
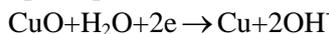
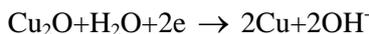


Рис. 2. Анодные (а) и катодные (б) потенциодинамические кривые в физиологическом растворе металлических материалов: 1 – Cu; 2 – 12Х18Н10Т; 3 – Ag; 4 – Au; 5 – Pt.

Материал электрода в данном случае (рис. 2, б) практически не влияет на характер и природу конечных продуктов катодных реакций, но может изменять их процентное соотношение в общем восстановительном процессе.



* Плотность тока $J = \frac{I}{S}$, где I – сила лечебного тока, мкА, S – площадь поверхности иглы, погруженной в ткань организма. $S = \pi \cdot d \cdot h$, где d – диаметр иглы, h – глубина погружения.

** На металлах, имеющих окисные пленки, не исключаются реакции восстановления окислов.

Заключение

Для конкретизации и уточнения информации о продуктах электрохимических процессов в каждом случае необходимо дополнительно провести химический анализ жидкой среды приэлектродного пространства. Но уже на данном этапе исследований корректно сделать заключение, что при использовании метода ЭАП, кроме прямого и теплового воздействия электрического тока следует учитывать фактор химического раздражения на АТ, который при анодном включении на различных материалах игл имеет различный характер. Это обстоятельство может быть рационально использовано для усиления лечебного эффекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Портнов Ф.Г.* Электропунктурная рефлексотерапия / Изд. 3-е, переработанное и дополненное. Рига, 1987.
2. *Магид Е.А., Мухин Н.А.* Атлас по фантомному курсу в терапевтической стоматологии. М., 1981.
3. *Здыбский В.И., Климович Л.В., Мельник Н.А., Доронин П.С.* Поверхностная рефлексотерапия и устройства для ее осуществления. Харьков, 1997.
4. *Лувсан Г.* Очерки методов восточной рефлексотерапии. Киев, 1986.
5. *Вельховер Е.С., Никифоров В.Г.* Основы клинической рефлексотерапии. М., 1984.
6. *Жук Н.Г.* Курс теории коррозии и защиты металлов. М., 1976.

Поступила 27.02.2001

Summary

An electrochemical study of different materials for acupuncture needles at physiological solution was made. It was shown that principal influence of the needles material on the electroacupuncture process can be observed at anodic polarization. It is explained by formation of different products of oxidizing reactions at the similar value of current density.
