

9. Морс Ф.М., Фешбах Г. Методы теоретической физики. Рипол Классик, 2013. т.
10. Walker, S.A., Boas D.A., Gratton E. Photon density waves scattered from cylindrical inhomogeneities: theory and experiments // Appl Opt. 1998. Vol. 37(10). P. 1935-1944.
11. ван де Хюлст, Г. Рассеяние света малыми частицами. М.: Изд-во иностр. литературы, 1961.
12. Maret G., Wolf P.E. Multiple light scattering from disordered media. The effect of brownian motion of scatterers // Zeitschrift fur Physik B Condensed Matter. 1987. V. 65(4). P. 409-413.
13. Diffusing wave spectroscopy / D.J. Pine [et al.] // Phys. rev. lett. 1988. Vol. 60(12). P. 1134.
14. Stephen M.J. Temporal fluctuations in wave propagation in random media // Phys. Rev., B Condens. Matter. 1988. V. 37(1). P. 1-5.
15. Базылев, Н.Б., Фомин Н.А. Количественная визуализация течений, основанная на спекл-технологиях. Минск: Беларуская навука, 2016.
16. Bonner R., Nossal R. Model for laser Doppler measurements of blood flow in tissue // Appl Opt. 1981. Vol. 20(12). С. 2097-2107.
17. Тучин В.В. Оптика биологических тканей: методы рассеяния света в медицинской диагностике. М.: Физматлит, 2013.

УДК 616.74/75-009.7: [615.814.1+615.837

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ФЛЮКТУИРУЮЩИХ ТОКОВ В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

А.П. СИВАКОВ, Л.В. ПОДСАДЧИК, С.М. МАНКЕВИЧ, Т.И. ГРЕКОВА

Белорусская медицинская академия последипломного образования

Аннотация. В данной публикации представлены результаты морфологических исследований по обоснованию применения флюктуирующих токов в электрорефлексотерапии. Определены безопасные параметры воздействия не вызывающие повреждающего действия мягких тканей в зоне расположения иглы. Проведены экспериментальные исследования по изучению влияния электроакупунктуры флюктуирующими токами на состояние кровотока нижней конечности, чувствительность кожи в зоне воздействия и ответной реакции периферического нервного проводника.

Ключевые слова: рефлексотерапия, акупунктура, флюктуирующие токи, электроакупунктура.

Abstract. In this publication we presents the results of morphological studies to substantiate the use of fluctuating currents in electroreflexotherapy. The safe parameters of exposure that do not cause the damaging action of soft tissues in the area of the needle are determined. Experimental studies have been conducted to study the effect of electroacupuncture by fluctuating currents on the state of the blood flow of the lower extremity, the sensitivity of the skin in the zone of influence and the response of the peripheral nerve conductor.

Keywords: reflexotherapy, acupuncture, electroacupuncture, fluctuating currents.

Введение

Современная клиническая акупунктура нуждается в совершенствовании и разработке новых методов лечения. Исследования последних лет показывают, что одним из перспективных путей развития современной акупунктуры является применение физических факторов, прежде всего электрических токов, в точки акупунктуры и обоснование методик их лечебного применения [2].

Теоретическая часть

Вопросы применения физических факторов в точки акупунктуры изучены недостаточно и касаются лишь отдельных видов токов. Более того, авторы ряда исследований стоят на противоположных позициях в отношении выбора параметров электровоздействия (частота, полярность, форма сигнала, сила тока). Нуждаются, конечно, в научном обосновании и новые виды электровоздействия [3]. Для исследований нами выбран флюктуирующий ток, ранее по нашим данным не использовавшийся в электроакупунктуре. Флюктуирующий ток представляет собой переменный, низкого напряжения, с хаотически изменяющейся частотой и амплитудой электрический ток. Хаотичность электрических стимулов повышает их раздражающее действие, уменьшает адаптацию тканей к электрическому воздействию и усиливает физиологическое действие тока и, в конечном итоге, способствует повышению терапевтического эффекта [1,4].

Цель данного исследования заключалась в разработке и обосновании нового метода лечения, заключающегося в одновременном воздействии на акупунктурные точки акупунктурной иглой (которая в данном случае является электродом) и флюктуирующим током - электроакупунктуры флюктуирующими токами (ЭФТ). В качестве источника флюктуирующих токов использовали серийно выпускаемый аппарат "АСБ-2-1". Изучение и обоснование метода включало морфологический, физиологический этапы исследования. Выходные параметры аппарата "АСБ-2-1" значительно превышают интенсивность воздействия, обычно используемую для электроакупунктуры.

Результаты и их обсуждение

Морфологический этап исследования проведен с целью выявления возможного повреждающего действия предлагаемого способа лечения и определения адекватных для электроакупунктуры флюктуирующими токами параметров воздействия, не вызывающих повреждения мягких тканей в области введенной иглы. Исследованию подвергались мягкие ткани в области акупунктурной иглы у 75 белых крыс. Материал для исследования подвергали гистологической обработке общепринятыми методами. Нервные волокна окрашивали методом импрегнации серебром по методу Е.И.Рассказовой. Использование исходных, неадаптированных параметров воздействия от аппарата "АСБ-2-1" вызывало выраженные морфологические изменения мягких тканей. На 3 сутки после воздействия в мышечной ткани значительно выражена фрагментация, в мышечных волокнах отмечаются исчезновение поперечной исчерченности с неравномерной окраской саркоплазмы. Отдельные мышечные волокна, располагающиеся в непосредственной близости к игле, находятся в состоянии некробиоза и некроза. Непосредственно в области введенной иглы встречаются нервные волокна, несущие реактивные признаки. Последовательное уменьшение интенсивности воздействия от аппарата "АСБ-2-1" путем изменения сопротивления на выходе и проведение дальнейших серийных морфологических исследований позволило определить безопасные, допустимые параметры воздействия для флюктуирующих токов, не вызывающие патологических изменений мягких тканей в области введенной иглы. Это дало основание для проведения дальнейших исследований.

В последующем при проведении физиологических исследований у здоровых добровольцев изучали состояние кровообращения нижних конечностей и особенности обезболивающего действия предлагаемого метода лечения. Воздействие методом электроакупунктуры флюктуирующими токами осуществляли в течении 25 мин в точках акупунктуры цзу-сан-ли (E36) и цзе-си (E41), которые располагаются в области верхней трети голени и голеностопного сустава соответственно. Здесь и далее приводятся наименования точек акупунктуры в соответствии с международной классификацией. Указанные точки по канонам традиционной медицины относятся к одному и тому же каналу, а с точки зрения классической неврологии объединены общностью иннервации - в их проекции располагаются поверхностный и глубокий малоберцовые нервы. При оценке состояния кровообращения нижних конечностей использовали метод тетраполярной реовазографии. Проведенные исследования показали фазность изменений показателей пульсового кровенаполнения. В течение первых 1-2 минут после проведения воздействия отмечена тенденция к снижению показателей пульсового кровотока, но в последующем отмечено постепенное повышение показателей выше исходного уровня, которое достигает максимума к 16-18 мин и в последующем не изменяется. Полученный эффект сохранялся в течении 120-150 мин после окончания воздействия.

На передней поверхности голени в зоне проведения флюктуоакупунктуры изучали также характер обезболивающего действия предлагаемого метода лечения до и после воздействия в точки акупунктуры E36 и E41. С этой целью исследовали чувствительность кожи к тестирующему сигналу электрического тока до и после воздействия. Оценку предполагаемых изменений чувствительности проводили на наружной поверхности голени вне проекции точек акупунктуры и классических двигательных точек. При проведении электроакупунктуры снижение чувствительности в зоне воздействия отмечалось уже на 4-5 мин воздействия и постепенно нарастало к 20 - 25 мин. Достоверное снижение чувствительности в зоне воздействия ($P < 0,05$) отмечалось в течении 120 мин после процедуры, а затем происходило постепенное возвращение показателей к исходному уровню чувствительности. У добровольцев контрольной группы проводили воздействие методом классического иглоукалывания. Достоверное изменение

показателей отмечалось только в течении 30 мин после воздействия, а затем чувствительность кожи возвращалась к исходному уровню.

Наши дальнейшие исследования были направлены на исследование ответной реакции периферических нервов до и после воздействия методом электроакупунктуры флюктуирующими токами. Исследование проводили у здоровых добровольцев в двух группах по 10 испытуемых в каждой. В первой группе воздействие осуществляли флюктуирующими токами, а во второй группе – методом классического иглоуказывания. Для воздействия были выбраны точки в области предплечья на канале перикарда расположенные в проекции срединного нерва – МС6 и МС3. Проведенное исследование показало, что электроакупунктура флюктуирующими токами способно в большей степени по сравнению классической акупунктурой изменять исходное состояние периферического нервного проводника, о чем свидетельствует снижение амплитуды потенциала действия срединного нерва после воздействия. Полученные данные могут косвенно свидетельствовать о способности электроакупунктуры флюктуирующими токами оказывать более выраженное обезболивающее действие.

Таким образом, морфологические исследования позволили установить безопасные параметры воздействия не вызывающие повреждения мягких тканей в области введения иглы. Показано, что данный метод улучшает состояние кровообращения нижних конечностей, оказывает обезболивающее (гипоальгетическое) действие. Полученные экспериментальные данные указывает на возможность использования метода электроакупунктуры флюктуирующими токами в клинической практике и подтверждают целесообразность обоснования комплексного использования акупунктуры и физических факторов.

Литература

1. Барашков Г.Н. Рефлексотерапия боли. М.: Универсимед, 1995.- С. 151-153, 217-222.
2. Гаваа Лувсан. Традиционные и современные аспекты восточной медицины. – М., АО «Московские учебники и Картолитография». – 2000. – 400с.
3. Курортология и физиотерапия (руководство) под ред. В.М. Боголюбова : в 2 томах. М.: Медицина, 1985 - С. 414-419.
4. Poentinen P.L., Salmella T.M. Analgesic effects of electroacupuncture // Am. J. Acupunct. 2014. Vol.7. № 3. P. 161-165.

УДК 621.396.6-027.31(076.5)

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ МЕДИЦИНСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В.Ф. АЛЕКСЕЕВ, Д.В. ЛИХАЧЕВСКИЙ, Г.А. ПИСКУН, А.В. АГЕЕВ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Аннотация. Рассмотрена программно-аппаратная платформа для обеспечения беспроводной передачи телеметрических данных, реализованная в системе датчиков слежения за активностью пациентов с дефектами опорно-двигательной системы. Представлены результаты моделирования на частоте 433 МГц для двух конфигураций полосковой печатной антенны датчика, что позволяет осуществить выбор наиболее оптимального варианта датчика слежения.

Ключевые слова: программно-аппаратная платформа, беспроводные системы телеметрии, опорно-двигательная система, моделирование.

Abstract. The software and hardware platform for providing wireless telemetry data transmission, implemented in the sensor monitoring system for the activity of patients with defects of the musculoskeletal system, is considered. The results of simulation at a frequency of 433 MHz for two configurations of a strip-type printed antenna of the sensor are presented, which allows the selection of the most optimal tracking sensor option.

Keywords software and hardware platform, wireless telemetry systems, musculoskeletal system, modeling.

Введение

Системы беспроводной телеметрии данных в медицинских исследованиях представляют собой большой практический интерес поскольку позволяют получать информацию от удаленных датчиков в режиме реального времени без применения специальных линий связи. Это предоставляет медицинскому персоналу огромные преимущества при наблюдении и контроле физического состояния больных, для которых, в других случаях, потребовалось бы использование токопрово-