DOI: 10.17117/na.2015.11.04.048

<http://ucom.ru/doc/na.2015.11.04.048.pdf>

Поступила (Received): 22.11.2015

Бондарь С.С. **Мониторинг микроциркуляторных нарушений органов** **грудной полости методом активной радиометрии** **с использованием радиоэлектронного** **диагностического комплекса «Аквафон»**

Bondar S.S.
Monitoring of the microcirculation of the chest cavity
by the method of active radiometry with the use
of electronic diagnostic complex "Aquaфон"

В исследовании обсуждается возможность оценки сосудистого компонента микроциркуляции методом активной радиометрии. Показана высокая чувствительность активной радиометрии к уровню альвеолярно-капиллярной проницаемости и выраженности отека легких. Метод может использоваться для оперативной оценки состояния микроциркуляции в легких

The study discusses the capability assessment of the vascular component of microcirculation by the method of active radiometry. The high sensitivity of active radiometry to the level of alveolar-capillary permeability and severity of pulmonary edema. Method can be used for rapid assessment of the microcirculation in the lungs

Ключевые слова: активная радиометрия, микроциркуляция, мониторинг

Key words: active radiometry, microcirculation, monitoring

Бондарь Станислав Станиславович
Заведующий лабораторией
Тульский государственный университет
г. Тула, ул. Смидович, 12

Bondar Stanislav Stanislavovich
Head of Laboratory
Tula state university
Tula, Smidovich st., 12

Разработка технологии оценки альвеолярно-капиллярной проницаемости является актуальной научно-практической проблемой, в виду неполноты существующих методов неинвазивной оценки микроциркуляции легких [1].

Возможности современных радиоэлектронных технологий позволили создать высокочувствительный метод регистрации низкоинтенсивных электромагнитных излучений водосодержащих сред тканей – активную радиометрию (АР) [2-5]. Результаты проведенных исследований информативности нового диагностического метода выявили его чувствительность к состоянию транскапиллярного обмена воды в тканях [6-10]. Указанные обстоятельства определяют возможность использования данного метода для оценки микроциркуляции, в частности ее сосудистого и внесосудистого звена [11-20]. Метод нашел

применение в диагностике заболеваний внутренних органов, а так же оценке функционального состояния организма [21-26].

Цель исследования – изучить возможность неинвазивной оценки сосудистого звена микроциркуляции методом активной радиометрии.

Предмет и методы исследования. Исследование проводилось на 30 крысах белых крысах обоего пола массой 200-250 г. Отек легких моделировали путем внутримышечного введения животному раствора адреналина гидрохлорида в концентрации 1 мг/мл. В ходе исследования были подобраны дозы адреналина, вызывающие у крыс тяжелый отек легких (ТОЛ), сопровождавшийся летальным исходом в течение 10 минут, и не тяжелый отек (НОЛ). При проведении исследования животное фиксировалось на спине, для моделирования летального отека использовалась доза адреналина 4 мг/кг, для не летального – 0,3 мг/кг. Выраженность отека легких определяли по легочному индексу (ЛИ). ЛИ = масса легких, г x 100/ масса тела животного, г.

Метод активной радиометрии заключается в зондировании исследуемой области организма внешним, низкоинтенсивным излучением, на частоте 65 ГГц, с одновременным приемом стимулированного излучения тканей на частоте 1 ГГц. Оценка радиосигнала тканей производится в условных единицах: за 100 условных единиц принимается уровень излучения дистиллята воды при 37 °C [3, 6, 10, 21]. Интенсивность излучения (волновая активность – ВА) регистрировалась с передней поверхности грудной клетки [21].

Статистическая обработка результатов исследования проводилась в программе Statistica 6.0. В процессе исследования рассчитывалась медиана выборки (Me), а так же 25% и 75% процентиля. Корреляционный анализ проводили с использованием коэффициента корреляции Пирсона. Межгрупповые различия оценивали с помощью теста Kruskal-Wallis.

Результаты исследования. Результаты оценки ЛИ и ВА представлены в табл.1.

Таблица 1. Изменение ЛИ и ВА в группах исследования

Группы	ЛИ, ед.			ВА, ед.		
	Me	25%	75%	Me	25%	75%
ТОЛ	15,3	13,0	18,1	1,29	1,02	1,48
НОЛ	6,4	5,2	7,3	0,46	0,34	0,74
Контроль	2,2	1,9	2,3	0,11	0,07	0,16

Анализ результатов исследования указывают на пропорциональный характер связи изменений альвеолярно-капиллярной проницаемости и ВА. Результаты межгрупповых сравнений свидетельствуют о статистически значимом характере различий ЛИ у здоровых животных, а так же у животных с ОЛ (значение статистики Kruskal-Wallis ОЛ $H(2, 25) = 18,3$; $p=0,0058$) и ВА $H(2, 25) = 18,9$; $p=0,0056$).

Линейный регрессионный анализ позволил оценить степень связи ВА и ЛИ. В процессе анализа получено регрессионное уравнение следующего вида: $ВА = -5,265 + 6,9018 * ЛИ$. Зависимость ВА и ЛИ представлена на рис.1.

Рис. 1. Зависимость ЛН и ВА

Результаты исследования свидетельствуют о тесной взаимосвязи ВА и ЛН, на что указывает величина коэффициента линейной корреляции составившего 0,989 ед. При этом величина коэффициента детерминации линейной регрессионной модели, составившая 0,979 ед., свидетельствует о том, что более 97% всей вариации ВА, выявленной в исследовании, обусловлено изменением ЛН. Адекватность регрессионной модели подтверждается нормальным распределением ее остатков (критерий Шапиро-Уилка $W=0,9$, $p=0,11$) и низким коэффициентом их корреляции ($r = 0,31$).

Таким образом, результаты исследования указывают на определяющую роль транскапиллярного обмена воды в формировании изменений интенсивности стимулированного радиоизлучения тканей грудной полости на частоте 1000 МГц. При этом способность тканей к преобразованию внешнего зондирующего электромагнитного излучения находится в зависимости от их гидратации и изменяется прямопропорционально сосудистой проницаемости.

Выводы:

1. Результаты исследования показывают чувствительность активной радиометрии к внесосудистым нарушениям микроциркуляции, позволяя количественно охарактеризовать ее изменения.
2. Выявлен сильный линейный характер связи ВА и степени альвеолярно-капиллярной проницаемости ($r=0,98$), позволяющий использовать стимулированное радиоизлучение тканей с целью определения степени нарушений альвеолярно-капиллярной проницаемости.

Список используемых источников:

1. Бецкий О.В. Пионерские работы по миллиметровой электромагнитной биологии, выполненные в ИРЭ РАН // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2003. №8. С. 11-20.
2. Петросян В.И. Резонансное излучение воды в радиодиапазоне // Письма в ЖТФ. 2005. Т. 31. Вып. 23. С. 29-33.
3. Еськов В.М. и др. Избранные технологии диагностики: Монография. Тула: ИНФРА, 2008. 296 с.
4. Терехов И.В. Транс-резонансная функциональная топография в диагностике заболеваний органов дыхания (новый метод обработки информации). Автореф. дисс. канд. мед. наук, Тула, 2007. 24с.
5. Терехов И.В. Оценка сосудистой проницаемости с помощью активной радиометрии // Аспирантский вестник Поволжья. 2009. №7-8. С.187-190.

6. Терехов И.В., Солодухин К.А., Аржников В.В. и др. Возможность использования активной СВЧ-радиометрии для оценки альвеолярно-капиллярной проницаемости в эксперименте // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2011. № 4. С. 83-86.
7. Громов М.С., Терехов И.В., Бондарь С.С. и др. Исследование состояния трансапикалярного обмена и его коррекция с помощью радиоэлектронного лечебно-диагностического комплекса «Аквафон» // Биомедицинская радиоэлектроника. 2010. № 3. С.43-48.
8. Громов М.С., Терехов И.В., Бондарь С.С. и др. Технология оценки проницаемости капилляров с помощью активной радиометрии // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т.17. № 1. С.135-137.
9. Терехов И.В., Дзюба М.А., Бондарь С.С. и др. Оценка альвеолярно-капиллярных нарушений при развитии тяжелого гемодинамического отека легких у крыс и его коррекция с помощью СВЧ излучения // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т. 7. № 2. С. 389-392.
10. Терехов И.В., Петросян В.И., Громов М.С. и др. Дифференциальная диагностика заболеваний грудной клетки с помощью Транс-резонансной функциональной топографии // Вестник медицинского института "РЕАВИЗ": реабилитация, врач и здоровье. 2013. № 3 (11). С. 18-26.
11. Аржников В.В., Лифшиц В.Б., Парфенюк В.К. и др. Интегральная оценка воспалительного процесса у больных внебольничной пневмонией методом активной радиометрии // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т.7. № 4. С. 817-822.
12. Терехов И.В., Петросян В.И., Громов М.С. и др. Технология динамической оценки воспалительного процесса с помощью активной резонансной радиометрии // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т.17. № 1. С.135-137.
13. Терехов И.В., Громов М.С., Парфенюк В.К. и др. Применение метода ТРФ-топографии в диагностике воспалительных изменений нижних отделов респираторного тракта // Саратовский научно-медицинский журнал. 2008. Т.4. № 1. С. 79-83.
14. Терехов И.В., Солодухин К.А., Никифоров В.С. и др. Использование радиоволнового зондирования водосодержащих сред для оценки функционального состояния миокарда у больных с артериальной гипертензией // Российский кардиологический журнал. 2013. №5 (103). С.40-43.
15. Лобаков А.И., Громов М.С., Дубовицкий С.А. и др. Применение транс-резонансной функциональной топографии с целью оптимизации диагностической тактики у пациентов с подозрением на острый панкреатит и его осложнения // Хирург. 2008. № 8. С. 22-33.
16. Громов М.С., Масляков В.В., Брызгунов А.В. и др. Трансрезонансная функциональная топография в оптимизации диагностики у пациентов с подозрением на острую воспалительную патологию органов брюшной полости // Анналы хирургии. 2008. №6. С. 60-64.
17. Аржников В.В., Громов М.С., Терехов И.В. Диагностика и мониторинг инфильтративных процессов в грудной полости с помощью люминесцентного излучения водосодержащих сред // Медицинский вестник МВД. 2009. № 2 (39). С. 40-46.
18. Терехов И.В., Петросян В.И., Никитина Е.Б. и др. Компьютерный анализ в ТРФ топографии для дифференциации и локализации очагов патологии в маммологии и пульмонологии // Миллиметровые волны в биологии и медицине. 2005. №1 (37). С. 56-66.
19. Терехов И.В., Парфенюк В.К. Мониторинг инфильтративных процессов нижних отделов респираторного тракта у пациентов с внебольничной пневмонией методом люминесцентного анализа в радиодиапазоне // Вестник восстановительной медицины. 2009. № 3. С. 46-50.
20. Громов М.С., Аржников В.В., Терехов И.В. Мониторинг воспалительного процесса при внебольничной пневмонии с помощью СВЧ-излучения органов грудной полости // Медицинский вестник МВД. 2010. № 5 (48). С. 16-17.
21. Громов М.С., Терехов И.В., Дзюба М.А., Аржников В.В. Использование активной резонансной СВЧ радиометрии для идентификации и мониторинга иммунно-воспалительных изменений у больных с острыми инфильтративно-воспалительными процессами нижних отделов респираторного тракта // Вестник новых медицинских технологий. 2011. Т. 18. № 1. С. 38-41.
22. Громов М.С., Терехов И.В. Динамика иммунно-воспалительного ответа в его связи с интенсивностью СВЧ-излучения органов грудной полости при внебольничной пневмонии // Казанский медицинский журнал. 2010. Т. 91. № 5. С. 611-614.
23. Громов М.С., Терехов И.В., Гладышев Ю.М. и др. Диагностика и оценка состояния процессов саногенеза у пациентов с инфекциями нижних дыхательных путей с помощью собственного радиоизлучения водосодержащих сред // Medline.ru. 2008. Т. 9. № 1. С. 255-268.
24. Громов М.С., Терехов И.В. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы и водной компоненты внутренней среды организма при внебольничной пневмонии // Профилактическая и клиническая медицина. 2009. № 3. С. 82-84.

25. Громов М.С., Аржников В.В., Терехов И.В. Возможности оценки функционального состояния организма с помощью собственного радиоизлучения нетепловой природы // Медицинский вестник МВД. 2008. № 5 (36). С. 38-43.
26. Терехов И.В., Логаткина А.В., Бондарь С.С. Функциональное состояние миокарда и его связь с состоянием водосодержащих сред органов грудной клетки при инфильтративных процессах в легких // Stredoevropsky Vestnik pro Vedu a Vyzkum. 2015. T. 51. С. 3.
27. Гаркави Л.Х., Квакина Е.Б. О критериях оценки неспецифической резистентности организма при действии различных биологически активных факторов с позиции теории адаптационных реакций // Миллиметровые волны в биологии и медицине. 1995. №6. С.11-21.

© 2015, Бондарь С.С.

Мониторинг микроциркуляторных нарушений
органов грудной полости методом активной
радиометрии с использованием
радиоэлектронного диагностического комплекса
«Аквафон»

© 2015, Bondar S.S.

Monitoring of the microcirculation of the chest
cavity by the method of active radiometry with the
use of electronic diagnostic complex "Aquaфон"