DOI: 10.17117/na.2016.06.02.397

<http://ucom.ru/doc/na.2016.06.02.397.pdf>

Поступила (Received): 24.06.2016

**Терехов И.В., Воеводин А.А.
Резонансная эмиссионная радиотомография
водосодержащих биосред, как метод
исследования живых систем**

**Terekhov I.V., Voevodin A.A.
Resonant emission radiotomography of the water-containing
biological media, as a method of research of living systems**

В работе демонстрируется возможность томографической визуализации результатов исследования водосодержащих сред методом активной радиометрии. Показана информативность радиоизлучения частотой 1 ГГц в идентификации и визуализации внутренних структур грудной полости

Ключевые слова: радиометрия, водосодержащая среда, микроволны, 1 ГГц

Терехов Игорь Владимирович

Кандидат медицинских наук, доцент
Тульский государственный университет
г. Тула, пр. Ленина, 92

Воеводин Андрей Александрович

Врач-терапевт
Российская военно-медицинская академия им. С.М. Кирова
г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, 6 Ж

The paper demonstrates the possibility of tomographic imaging study results aqueous environments by the method of active radiometry. Shows the information content of the radio frequency 1GHz to identify and visualize the internal structures of the chest cavity

Key words: radiometry, aqueous environment, the microwaves of 1 GHz

Terekhov Igor Vladimirovich

Candidate of Medical Sciences, Associate Professor
Tula state university
Tula, Lenina ave., 92

Voevodin Andrey Alexandrovich

Physician
Russian military-medical academy named S.M. Kirov
Saint-Petersburg, Akademika Lebedeva st., 6 J

В конце XX века было обнаружено явление стимуляции в водосодержащих средах слабым электромагнитным излучением (ЭМИ) крайневысокочастотного (КВЧ) диапазона (частота 65 ГГц) вторичного сверх низкоинтенсивного излучения частотой 1000 МГц. При этом, описанное явление наблюдается при мощности зондирующего излучения ≤ 10 мкВт/см² [1, 2]. За 50 лет до этого, биологическая активность была выявлена у КВЧ-излучений частотой 53,53 ГГц (длина волны 5,6 мм), 61,2 ГГц (4,9 мм), 42,20 ГГц (7,1 мм), что дало толчок к появлению медицинской технологии – КВЧ диагностики и терапии [3, 4].

Не смотря на то, что в настоящий момент продолжают дискуссии относительно природы стимулированного излучения, возникающего в водосодержащих средах под воздействием слабых внешних КВЧ-излучений резонансных

частот, обнаруженный эффект реализован в диагностической технологии – активной радиометрии [2]. На основе радиометра прямого усиления с флуктуационной чувствительностью $\sim 0,1$ °K, центральной частотой приема 1000 МГц в полосе ± 25 МГц разработан диагностирующий комплекс (регистрационное удостоверение № ФСР 2011/10939) [6]. Интенсивность стимулированного излучения водосодержащих сред регистрируется контактным способом с помощью совмещенного приемно-излучающего модуля (ПИМ) диагностического комплекса. Ряд примененных в комплексе технологических решений «ноу-хау» позволяет работать в естественных условиях техногенных помех. При этом разработанная технология основана на явлении прозрачности водосодержащих сред для внешних слабых полей резонансных частот, совпадающих с собственными частотами колебаний молекул воды и их ассоциатов [5, 6].

На основе прибора был создан ряд диагностических методик, применяемых при обследовании внутренних органов. Основой разработанных методик является принцип циркулярной регистрации радиосигнала от зондируемой области при сканировании ПИМ по кожной поверхности анатомической области [7-11]. Далее, результаты обрабатываются с помощью специализированного программного обеспечения. Таким образом, с помощью разработанного диагностирующего комплекса реализована возможность зондирования внутренней среды организма с последующей оценкой функционального состояния организма путем анализа интенсивности стимулированного излучения его водосодержащих сред [12, 13].

Исследования диагностической эффективности нового диагностического метода, получившего название активная радиометрия, так же показали эффективность метода в выявлении морфологических изменений, включая инфильтративные изменения внутренних органов различного происхождения (острые инфекционные, инфильтративные экссудативные, новообразования, хроническое воспаление при саркоидозе), характеризующихся значительным превышением интенсивности излучения водосодержащих сред, в сравнении со здоровыми лицами, деструктивные патологические процессы характеризуются снижением интенсивности излучения [14-27].

На рис. представлено томографическое изображение, полученное по результатам оценки интенсивности излучения водосодержащих сред здорового человека на диагностическом комплексе «Аквафон» и магнитно-резонансном (МР) томографе.

Рис. 1. Радиотомографическое изображение и МР-томограмма

Представленное совмещение диагностических изображений показывает потенциальную информативность активной радиометрии в исследовании внутренней среды организма. Использование алгоритмов эмиссионной томографии и специализированного программного обеспечения, разработанного на основе принципов системного подхода в среде MATLAB, позволяет получать послойные реконструкции, отражающие протекающие в грудной полости процессы [28, 29]. Вместе с тем, вычислительные алгоритмы и аппаратная реализация метода, нуждается в дальнейшей доработке, доводке и проведении экспериментальных исследований.

Список используемых источников:

1. Бецкий О.В. От редактора выпуска // Биомедицинская радиоэлектроника. 1998. №1. С. 4.
2. Бецкий О.В. Пионерские работы по миллиметровой электромагнитной биологии, выполненные в ИРЭ РАН // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2003. №8. С. 11-20.
3. Девятков Н.Д., Голант М.Б., Бецкий О.В. Миллиметровые волны и их роль в процессах жизнедеятельности. М.: Радио и связь, 1991. 169 с.
4. Бецкий О.В., Кислов В.В., Лебедева Н.Н. Миллиметровые волны и живые системы. М: Сайнс пресс, 2004. 272 с.
5. Петросян В.И. Резонансное излучение воды в радиодиапазоне // Письма в ЖТФ. 2005. Т.31, вып. 23. С. 29-33.
6. Транс-резонансная функциональная топография. Биофизическое обоснование / Петросян В.И., Громов М.С., Власкин С.В. и др. Миллиметровые волны в биологии и медицине. 2003. №1. С. 23-26.
7. Избранные технологии диагностики: Монография / В.М. Еськов и др.; под ред. А.А. Хадарцева, В.Г. Зилова, Н.А. Фудина. Тула: ООО РИФ «ИНФРА», 2008. 296 с.
8. Использование радиоволнового зондирования водосодержащих сред для оценки функционального состояния миокарда у больных с артериальной гипертензией / И.В. Терехов, К.А. Солодухин, В.С. Никифоров и др. // Российский кардиологический журнал. 2013. №5 (103). С. 40-43.
9. Исследование состояния транкапиллярного обмена и его коррекция с помощью радиоэлектронного лечебно-диагностического комплекса «Аквафон» / М.С. Громов, И.В. Терехов, С.С. Бондарь и др. // Биомедицинская радиоэлектроника. 2010. № 3. С. 43-48.
10. Возможность использования активной СВЧ-радиометрии для оценки альвеолярно-капиллярной проницаемости в эксперименте / И.В. Терехов, К.А. Солодухин, В.В. Аржников и др. // Регионарное кровообращение и микроциркуляция. 2011. № 4. С. 83-86.
11. Терехов И.В. Транс-резонансная функциональная топография в диагностике заболеваний органов дыхания (новый метод обработки информации). Автореф. дисс. канд. мед. наук. Тула, 2007. 24с.
12. 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.
13. 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. Т. 51. С. 3.
14. 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.
15. Дифференциальная диагностика заболеваний грудной клетки с помощью Транс-резонансной функциональной топографии / И.В. Терехов, В.И. Петросян, М.С. Громов и др. // Вестник медицинского института «РЕАВИЗ»: реабилитация, врач и здоровье. 2013. №3 (11). С. 18-26.
16. Идентификация и дифференциация костных новообразований методом активной радиометрии / М.Н. Незнамов, В.А. Зайцев, Н.А. Ругина и др. // Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание. 2015. №2. Публикация 2-16. URL: <http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2015-2/5172.pdf> (дата обращения: 04.06.2015). doi: 10.12737/11568.
17. Интегральная оценка воспалительного процесса у больных внебольничной пневмонией методом активной радиометрии / В.В. Аржников, В.Б. Лифшиц, В.К. Парфенюк и др. // Саратовский научно-медицинский журнал. 2011. Т.7. № 4. С. 817-822.

18. Компьютерный анализ в ТРФ топографии для дифференциации и локализации патологии в маммологии и пульмонологии / А.В. Благодаров, С.В. Власкин, М.С. Громов, С.А. Дубовицкий // Вестник новых медицинских технологий. 2006. № 3. С. 140-143.
19. Коньков А.В., Попович С.Е. Диагностическое значение прокальцитонина, С-реактивного белка и транс-резонансной функциональной топографии в течение внебольничной пневмонии // Саратовский научно-медицинский журнал. 2008. № 3. Т. 4. С. 135-138.
20. Применение метода ТРФ-топографии в диагностике воспалительных изменений нижних отделов респираторного тракта / И.В. Терехов, М.С. Громов, В.К. Парфенюк и др. // Саратовский научно-медицинский журнал. 2008. Т.4. № 1. С. 79-83.
21. Применение транс-резонансной функциональной топографии с целью оптимизации диагностической тактики у пациентов с подозрением на острый панкреатит и его осложнения / А.И. Лобаков, М.С. Громов, С.А. Дубовицкий и др. // Хирург. 2008. № 8. С. 22-33.
22. Терехов И.В. Оценка сосудистой проницаемости с помощью активной радиометрии // Аспирантский вестник Поволжья. 2009. №7-8. С.187-190.
23. Терехов И.В., Громов М.С. Характеристика системного воспалительного ответа у больных внебольничной пневмонией в динамике при помощи активной СВЧ-радиометрии // Казанский медицинский журнал. 2010. Т.91. №5. С. 611-614.
24. Терехов И.В., Парфенюк В.К. Мониторинг инфильтративных процессов нижних отделов респираторного тракта у пациентов с внебольничной пневмонией методом люминисцентного анализа в радиодиапазоне // Вестник восстановительной медицины. 2009. №3. С. 46-50.
25. Технология динамической оценки воспалительного процесса с помощью активной резонансной радиометрии / И.В. Терехов, В.И. Петросян, М.С. Громов и др. // Вестник новых медицинских технологий. 2010. Т.17. № 1. С. 135-137.
26. Технология оценки проницаемости капилляров с помощью активной радиометрии / М.С. Громов, И.В. Терехов, С.С. Бондарь и др. // Вестник новых медицинских технологий. 2009. Т.16. № 4. С. 176-177.
27. Трансрезонансная функциональная топография в оптимизации диагностики у пациентов с подозрением на острую воспалительную патологию органов брюшной полости / М.С. Громов, В.В. Масляков, А.В. Брызгунов и др. // Анналы хирургии. 2008. №6. С. 60-64.
28. Методологические подходы к разработке диагностических методик для нового медицинского диагностического метода – СВЧ/КВЧ радиометрии (ТРФ-топографии) с использованием возможностей обработки информации пакета Matlab / И.В. Терехов, М.С. Громов, В.К. Парфенюк и др. // Труды Всероссийской научной конференции «Проектирование научных и инженерных приложений в среде Matlab». СПб.: Изд-во СПб. Ун-та, 2007. С.1578-1592.
29. Системные подходы в биологии и медицине (системный анализ, управление и обработка информации) / В.И. Стародубов и др.; под ред. А.А. Хадарцева, В.М. Еськова, А.А. Яшина, К.М. Козырева. Тула: ООО РИФ «ИНФРА», 2008. 372 с.

© 2016, Терехов И.В., Воеводин А.А.

Резонансная эмиссионная радиотомография водосодержащих биосред, как метод исследования живых систем

© 2016, Terekhov I.V., Voevodin A.A.

Resonant emission radiotomography of the water-containing biological media, as a method of research of living systems