

УДК 616-073.756.8

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В РОССИИ

Лукьянёнок П.И.

*ФГБУ «НИИ кардиологии СО РАМН», Лаборатория магнитно-резонансной томографии,
Томск, Lukans@yandex.ru*

В статье обсуждаются исторические аспекты магнитно-резонансной томографии, преимущественно начального этапа её развития в России. Описан вклад отечественных ученых в дело развития МРТ в целом, последовательность становления специалистов этого профиля, с момента создания первой лаборатории во Всесоюзном кардиологическом центре РАМН СССР, а затем в Сибири (1984-2012 гг.). Подчеркивается роль, незаслуженно забытых, с точки зрения автора отечественных ученых в этой области, а также производителей низкопольных систем МРТ.

Ключевые слова: история МРТ, низкопольные магнитно-резонансные МРТ, вклад отечественных ученых, развитие в России.

HISTORICAL ASPECTS MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN RUSSIA

Lukyanenok P.I.

*Research Institute of Cardiology, Laboratory of Magnetic Resonance Imaging,
Tomsk, Lukans@yandex.ru*

This article discusses historical aspects of magnetic resonance imaging, mainly the initial phase of its development in Russia. Describe the contribution made by domestic scholars in the development of MRI in General, the sequence of formation of specialists in this area, since the creation of the first laboratory at the All-Union Center of Cardiology ACADEMY of MEDICAL SCIENCES of the USSR, and then in Siberia (1984-2012). Stresses the role of unjustly forgotten, from the point of view of the author of the domestic scientists in this field, as well as producers of low-floor MRI systems.

Keywords: The history of MRI uses magnetic resonance MRI, the contribution of the domestic scientists, development in Russia

Магнитно-резонансная томография (МРТ), прочно вошедшая в клиническую практику с конца прошлого века, продолжает развиваться и активно использоваться в медицине и смежных областях, а по прогнозам специалистов на рубеже текущего столетия будет одним из самых перспективных, быстроразвивающихся и самое главное – востребованных клиницистами исследований. Именно поэтому появление данного метода томографии мы ставим сегодня в один ряд с открытием лучей рентгена [14, 20, 23, 24].

Новизна и диагностическая значимость данного направления в медицине подчеркиваются в обзорах посвященных этому вопросу, при этом приводятся в основном работы зарубежных авторов; вклад же отечественных ученых, который был сделан ими на этапах становления и развития магнитно-резонансной томографии игнорируется вообще. Хочется надеется, что данная работа сможет восполнить существующий в этом пробел и, хотя бы частично, отразить важный период становления МР-томографии в России в целом.

Такому положению способствовало быстрое заполнение рынка аппаратами зару-

бежных фирм, в производстве которых отечественная промышленность явно отставала. Именно это привело к замалчиваемой картине вклада отечественных ученых в проблему МРТ, забвению, а теперь уже, видимо, и отрицанию важности нашей науки этого направления во время существования бывшего СССР. Этот тезис большей частью касается исторических аспектов МРТ, истоков её развития и требует некоторых пояснений.

В 1945 году две группы физиков, работающих независимо друг от друга – Ричард Пурселл, Тори и Паунд в Гарвардском университете, а Феликс Блох, Хансен и Паккард – в Станфордском, впервые успешно наблюдали явление ядерно-магнитного резонанса в твердых телах и жидкостях. В своих классических экспериментах они использовали парафин и воду как целевые объекты для наблюдения явления ядерного магнитного резонанса. Мир по заслугам оценил их вклад в этой области – за свои работы они были удостоены Нобелевской премии в 1952г. [33].

За открытием феномена ядерно-магнитного резонанса быстро последовали исследования в области химического сдвига, что

послужило толчком для развития аналитического метода, с успехом используемого сейчас во всех областях химии – спектроскопии высокого разрешения, вот уже более 60 лет применяемой для структурного анализа химических соединений и исследования механизмов реакций. Метод дает детальную информацию о строении макромолекул в растворе, динамических свойствах пептидов, белков, нуклеиновых кислот, мембран и других важнейших структур организма [11]. За исследования в области спектроскопии высокого разрешения мир отметил Эрнста Ричарда также Нобелевской премией [17].

За рубежом принято считать, что потенциальное использование явления ядерно-магнитного резонанса на живых биологических тканях было впервые предложено Дамадианом в 1971 г., когда оказалось, что неопластические ткани имеют времена релаксации больше, чем нормальная ткань. Дамадиан полагал, что удлинение времени релаксации T-1 происходит за счет дезорганизации внутриклеточной структуры воды [26, 27]. Однако аналогичные работы были проведены в бывшем Союзе ещё задолго до исследования Дамадиана. Так, в 1968 г. различия в состояниях воды между опухолевой и здоровой тканью по временам релаксации было обнаружено Э.Л. Андроникошвили и Г.М. Мревлишвили [1]. Лишь три года спустя в работах американского исследователя появились описания – зойматограммы – фиксирующие положение опухолей в органах подопытных мышей.

Пионером в получении магнитно-резонансных изображений принято считать Лаутербурга [8,9]. До него Габиллярд [28] предложил метод измерения градиентов неоднородностей магнитного поля в двух ампулах наполненных водой и помещенных в магнитное поле. Если поле однородно, то резонансная частота естественно должна быть одной и той же для обеих ампул. А вот при наличии небольшого градиента поля – дополнительного магнитного поля приложенного к основному – резонансная частота, которая пропорциональна напряженности поля будет для каждой ампулы своей. Метод измерения градиентов в том и состоял, что зная расстояние между ампулами и измеряя соответствующие им резонансные частоты, исследователь легко получал значения напряженности в различных точках пространства.

Отсюда оставался один шаг до того, чтобы зная напряженность поля в разных точках, измерить расстояние между ампулами, помещенными в произвольные места полости магнита. Исходя из этого, Лаутербургу удалось получить первые изображения с использованием метода реконструкции по проекциям, за что в последствии, в 2003 г. он также был удостоен Нобелевской премии [26]. Разработанный им метод получения изображения по проекциям он назвал зойматографией (от греческого, зойматография – то, что связывает, упряжка). Этот термин отражает идею получения изображения внутренних частей объекта с помощью линейных градиентов магнитного поля.

В 1974 г. Гарровой [29], используя линейно меняющиеся в пространстве градиенты магнитного поля, получил картину распределения плотности протонов на поперечном срезе исследуемого участка. Первоначально размеры магнита позволяли исследовать лишь фаланги пальцев. Само же исследование основывалось на медленном и недостаточно точном построении изображения при большой толщине среза. С разработкой методик быстрого сканирования, было получено изображение срезов органов брюшной полости, для построения изображения которых требовалось уже вместо 4-8 часов – 40-50 мин. [28].

В 1977 г. были опубликованы трансформационные магнитно-резонансные изображения с использованием метода планарных точек. Время получения изображения составило 4-4,5 часа. Быстрое развитие теории МРТ привело к созданию новых подходов в реконструкции и способов получения изображения, чему предшествовало огромное количество работ Hinshaw W.S [30]. Это позволило магнитному резонансу за короткий период своего существования пройти путь от несовершенных систем, используемых в опытах Лаутербургом, до эхо-планарных методов и объемной реконструкции со сверхпроводящими магнитами [32].

Основным достоинством быстрого сканирования явилось улучшение контрастности изображения в случаях, когда объект был в движении. В дальнейших работах получили срезы толщиной до 9 мм, а разрешающая способность достигла 2,5 мм, при этом для построения изображения стало требоваться менее минуты.

Особенно хочется отметить тот факт, что хотя первые томографы, основанные на

явлении ядерно-магнитного резонанса, были созданы за рубежом, идея получения такого изображения принадлежит нашему соотечественнику, выпускнику военной инженерной академии им. А.Ф. Можайского – В.А. Иванову. Изобретение, предложенное им в 1960 г. было основано именно на явлении магнитного резонанса и, по мнению автора, должно было использоваться в медицине. Оно обозначалось как «Способ определения внутреннего строения материальных объектов», причем преимущественно биологических, и соотносилось с интроскопией – т.е. наблюдением внутреннего строения материальных объектов без нарушения их целостности. При этом в цели изобретения заявлялось получение объемной картины внутреннего строения материальных объектов при исключении радиации, а также выявление распределения по объему различных видов атомов. В заявке отмечалось, что предлагаемый способ вращения тела в неоднородном магнитном поле позволяет получить распределение ядер в любых плоскостях большинства из химических элементов. Причем, это распределение может быть в различных участках исследуемых биологических объектов, а сам метод является безвредным в биологическом отношении для живых организмов. Было даже получено авторское свидетельство (рис. 1).



Рис. 1. Авторское свидетельство, «Способ определения внутреннего строения материальных объектов» выданное Иванову В.А. Государственным комитетом СССР по делам изобретений и открытий в марте 1960 г.

Однако из-за своей новизны и отсутствия прототипов в отечественной практи-

ке, метод не нашел своевременной поддержки в научной среде, и лишь спустя двадцать лет стало ясно, что Изобретение, на которое В.А. Иванов подал заявку в 1960 г., могло стать первым шагом в создании МР-томографа в России [7, 9].

Только через 13 лет идея внутривидения была подхвачена американскими учеными Лаутербуром и Дамаданом, назвавшими её «новой эрой в медицине» и появился журнал с изображением на обложке среза мыши [31, 32].

Новый метод открывал перед клиницистами великолепные перспективы и, как предполагалось, внесет существенную лепту в диагностику таких заболеваний как инфаркт миокарда, объёмные поражения практически всех внутренних органов, включая опухоли спинного и головного мозга. По этой причине, несмотря на высокую стоимость оборудования, используемого в магнитно-резонансной томографии, уже в 1980 г. одна из английских фирм звукозаписи приняла решение о финансировании выпуска первых ЯМР-томографов [9]. В 1982 г. над этой идеей по созданию работало уже десяток научных групп, к концу 1992 г. в мире насчитывалось 6000 ЯМР-томографов (большинство в США и Японии), а к началу 1996 г. в мире работало примерно 10 000 томографов [8, 14].

В нашей же стране практические результаты по МР-томографии были получены в 1982 г., в 1983 г. – на базе НИИ кабельной промышленности, где работала группа инженеров (проф. Рубашов И.Б., Крутских В.И., Кнорин Э.Н.) создавалась первая отечественная установка и была сделана первая ЯМР-томограмма вначале маслины, а затем и головного мозга человека [5, 6, 18].

Примерно в этот же период времени ведутся активные переговоры с представителями Западно – германской фирмой “Bruker”, выступающими тогда лидерами в производстве томографов для спектроскопии высокого разрешения, по приобретению низкочастотного томографа. Представителями фирмы выступали господин Уве Айххоф и госпожа Барбара Айххоф, отлично владеющими русским языком и лично способствующими скорейшему внедрению метода. Следует признать вклад этих людей в развитие не только спектроскопии высокого разрешения, но и в продвижении магнитно-резонансной томографии в России [15]. Деловое сотрудничество привело к тому, что

уже в 1984 г. первый магнитно-резонансный томограф серийного образца для исследования всего тела человека был установлен во Всесоюзном кардиологическом научном центре в Москве. Это был резистивный томограф Tomikon BMT-1100 закрытого типа, с возбуждающей катушкой до 60 см и напряженностью магнитного поля 0,235 тесла, водяным охлаждением и неплохим набором программного обеспечения, позволяющим получать изображения по основным последовательностям, включая эхопланарный метод, метод спин-эхо и инверсию – восстановления. На представленных ниже снимках, зафиксирован момент монтажа первого томографа в кардиоцентре в Мо-

ске (рис. 2) и его внешний вид (рис. 3), а также одно из первых изображений почек у больного с гипернефромой, полученном на данном томографе, (рис. 4). В тот период времени были определенные сложности с оцифровкой изображения и фактически единственным путем регистрации изображений был перенос их на рентгеновскую пленку. Поначалу использовали прямое фотографирование с экрана дисплея с использованием фотоаппаратуры, либо регистрацию с помощью поляроидной камеры, что приводило к значимой потере качества снимка. Так на рис. 4 показано изображение, полученное путем фотографирования с экрана дисплея поляроидной камерой.



Рис. 2. Монтаж первого магнитно-резонансного томографа фирмы "Brucker" во Всесоюзном кардиологическом центре, г. Москвы. На снимке (слева направо) инженер фирмы Thomas Rosswag, аспирант Лукьянёнок П.И. и инженер Акимов А.Н. во время сборки первого томографа (за стеклянной дверью)



Рис. 3. Внешний вид первого магнитно-резонансного томографа Tomikon BMT 1100 для всего тела

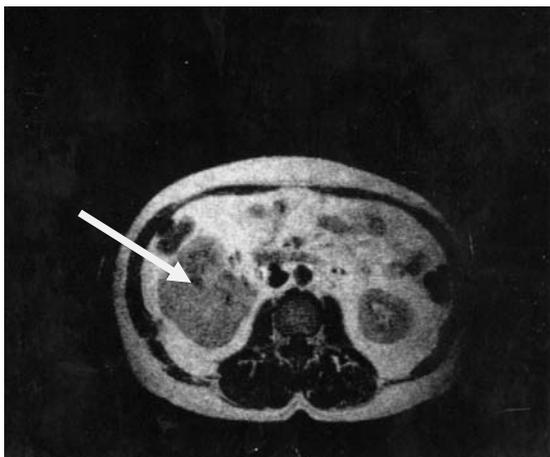


Рис. 4. Одно из первых изображений с гипернефромой правой почки, полученным на данном томографе (опухоль отмечена стрелкой) и первые сотрудники сформированной в ВКНЦ АМН СССР лаборатории ЯМР-томографии (слева направо: Дёмин Н.В., Лукьянёнок П.И., Федина И.Д., Беличенко О.И., Пустовитова Т.С. за обсуждением одной из первых томограмм головного мозга)

Быстрому внедрению метода томографии на базе кардиологического центра способствовала удачная расстановка кадров, внимание администрации к этому вопросу со стороны директора ВКНЦ АМН СССР – Академика Чазова Е.И., хорошо подобранный руководством весь коллектив лаборатории ЯМР-томографии, руководимый тогда проф. Ю.Н. Беленковым. Проявленный интерес к новому методу исследования со стороны профессоров, руководителей отделения артериальных гипертензий Арабидзе Г.Г., директора НИИ кардиологии им. А.Л. Мясникова – Академика Шхвацабая И.К. способствовали появлению первых клинических работ, посвященных МРТ именно при гипертензии, в связи с чем, здесь были успешно выполнены и защищены первые в СССР и в странах Восточной Европы кандидатская (П.И. Лукьянёнок – «Магнитно-резонансная томография в диагностике почечных артериальных гипертензий», М., 1986) и докторская (О.И. Беличенко – «Клиническое применение магнитно-резонансной томографии в диагностике и оценке эффективности лечения у больных артериальной гипертензией», М. 1990) диссертации. Консультантами и руководителями в обоих случаях были проф. Г.Г. Арабидзе и Ю.Н. Беленков [12].

Первый серийный образец, успешно используемый в течение ряда лет, был в последующем заменен более совершенной моделью, но именно он сыграл ведущую роль в становлении магнитно-резонансной

томографии, как метода исследования в России. Более того, Всесоюзный кардиологический центр, на базе которого проходило совершенствование и внедрение метода в практическое здравоохранение, стал “кузницей” кадров по МР-томографии. Здесь проходила аспирантура и выделялись рабочие места по подготовке специалистов в области МРТ для других лечебных учреждений, существующих в то время союзных республик, издавались первые статьи, монографии по МРТ и методические рекомендации [4, 22]. По данным сайта томографии РКНПК МЗСР РФ всего в отделе уже защищено 9 докторских и более 60 кандидатских диссертаций, звание профессоров получили Ю.Н. Беленков, С.К. Терновой, О.И. Беличенко, В.Е. Сеницын, ставшие в последующем член. корреспондентами РАМН, а потом Академиками РАМН и РАЕН. Необходимо отметить, что появлению МР-томографии в нашей стране предшествовала большая организационная работа и целый ряд инициатив исходящих от Академика Чазова Е.И. по созданию диагностических центров, профессоров Беленкова Ю.Н., Тернового С.К., Арабидзе Г.Г., возглавлявших тогда данное направление в полном объеме.

Два года спустя аналогичный томограф, но с несколько меньшей разрешающей способностью устанавливается в онкологическом центре г. Москвы, затем в НИИ неврологии. Далее идет настоящая экспансия зарубежных фирм производителей томогра-

фов на российский рынок с демонстрацией своей продукции. К несомненному лидеру того времени, фирме Bruker, чей первый магнитно-резонансный томограф был установлен в Германии в 1983 г. [15], присоединяется General Electric, Siemens, Philips, Picker, Toshiba, Fonar и др. В 1988 г. в Новосибирске, в Институте химии и кинетики горения, профессором Р.З. Сагдеевым, была выдвинута идея по организации первого в Академии наук СССР Томографического центра. Безусловно, данная идея зарождалась не на пустом месте – ей предшествовали определенные успехи ученого в области проблем химической физики, молекулярного магнетизма и магнитно-резонансной спектроскопии; за цикл работ «Магнитно-спиновые эффекты в химических реакциях» Р.З. Сагдееву с коллегами была присуждена Ленинская премия (1986 г.). Созданный под эгидой института Томографический центр впоследствии был преобразован в Международный Томографический Центр, учредителями которого выступили Президиум СО РАН, Институт химии и кинетики горения, руководители АО «Дирекция строительства Международного томографического центра». Тесные контакты с фирмой «Брукер-спектроскопин» способствовали введению данной фирмы в состав учредителей. В 1996 г. Международный томографический центр был зарегистрирован как некоммерческая организация в формате партнёрства (МТЦ – СО РАН – фирма «Брукер-Спектроскопин») и уже с таким названием внесена в Единый регистр предприятий всех форм собственности [10].

Созданный по инициативе Академика РАН Р.З. Сагдеева Международный Томографический Центр в Новосибирске, имеющий в своем составе не только медицинский отдел с томографией, возглавляемый проф. Летягиным А.Ю., но и большую сервисную инженерную группу и ряд структурных лабораторий, способствовал расширению продаваемых образцов и появлению новых центров фирмы Bruker в Казанском Республиканском медицинском диагностическом центре, Центральной клинической больнице Медицинского отдела РАН, Ростове-на-Дону. Определенные успехи в работе медицинского отдела томографии, возглавляемым проф. А.Ю. Летягиным с 1995 по 2011 гг., уже были достигнуты в первые годы. Из этого отдела выходят также первые подготовленные кадры в области луче-

вой диагностики, способствующие развитию МРТ в Новосибирске, защищаются по лучевой диагностике кандидатские, (Дизендорф Е.В., Коростышевская А.М., (1999), Курбатов В.П. (2000), Зудин В.В. (2005), Автаева М.В., Тулупов А.А. (2006), Берген Т.А. (2009) и др.), а потом и докторские диссертации (Коростышевская А.М., 2010; Тулупов А.А., 2011).

К 1995 г. отечественная промышленность уже выпускала «Образ» – магнитно-резонансный томограф, использующий низкие магнитные поля. Последний послужил прототипом для появления в последующем более качественного, также низкочастотного магнита – «Элипса» и «Диамат», созданного на НПФ «Аз» и отвечающего на тот момент высоким современным требованиям. Именно этой, отечественной фирме, сконцентрировавшей свои усилия на создании низкочастотных образцов техники, принадлежало почти 2/3 отечественного парка аппаратуры этого класса [2, 3, 25]. Особенно заметным интерес специалистов в области МРТ проявлялся к низкочастотным магнитно-резонансным системам с момента создания открытых систем конфигурации – целой серии приборов типа «Magnetom Open» фирмы Siemens, позволяющим решать на низкочастотных аппаратах большинство клинических задач и заметно потеснившим в тот момент из-за ценовой политики сверхпроводящие системы. В 1994-1995 гг. Минздравом РФ централизованно была проведена закупка нескольких приборов этой серии, быстро запущенных в Старом Осколе, Уфе, Кемерово, Томске, Иркутске, Якутске, Омске, Санкт-Петербурге. По оценкам специалистов на период 2000 г. в российских клиниках функционировало уже более 150 МРТ-томографов различных фирм и число их неуклонно возрастало [2, 17, 25]. С 2000 г. ежегодно в странах ближнего зарубежья и России закупается порядка 130-150 томографов в год и уже на сегодняшний день их общее число, включающее рентгеновские, день приближается к 1500, а по некоторым данным к 2000 аппаратам, причем значимо пока преобладают рентгеновские изделия. Среди российских городов лидером в этом отношении можно назвать Томск, где концентрация магнитно-резонансных томографов достигла предполагаемого международного стандарта (один МРТ – на 100000 населения и даже превзошла его в два раза, если соотносить только с населением г. Том-

ска (560 тыс.). Количественное соотношение установленных МРТ систем на плотность населения в мире, из расчёта на 1 млн жителей в США составляет – 35; Японии – 46; Германии – 27; России – по Москве – 3,2; Центральному федеральному округу – 3,2; Южному ФО – 1,4 [19]. Город Томск в этом отношении занимает одно из лидирующих мест в России, чему способствовало наличие в Томске заранее подготовленных кадров по МР-томографии, давно функционирующей КТ-томографии, а также лаборатории радионуклидных методов диагностики. Сыграло и определенную роль наличие диссертационного совета по специальности «Лучевая диагностика, Лучевая терапия», существующая возможность подготовки кадров и защиты диссертаций. В Томске, на сегодняшний день функционирует 10 магнитно-резонансных томографов, причем большинство из них – сверхпроводящие системы, т.е., один магнитно-резонансный томограф на 56 тыс. населения. Эти данные приближаются к международному стандарту, если их соотнести с населением области – (в Томской области – 1,07 млн. жителей, по данным Госстата – 2015 г.). Однако, это не говорит о доступности данного вида помощи. Если в самом городе эту проблему можно считать решенной, то с учетом рассредоточенного проживания населения и отдаленности районов – она требует внимания и приближения услуги к пациенту. Выход из этой ситуации некоторые специалисты видят в приобретении низкопольных систем для районных больниц, причем отечественных производителей. Совершенно очевидно, что модернизация низкопольных систем посредством совершенствования программного обеспечения, технических характеристик и, особенно экономические соображения, могут определять перспективность их развития на ближайшие годы в России. Не подлежит сомнению, что такие преимущества МР-томографии, как высокая диагностическая эффективность и предоставление информации, которую не могут дать другие методы исследования, а также отсутствие вредности обеспечивают методу все более широкое распространение. Максимальный прирост в аппаратах ЯМР-томографии в 21 веке стало одной из характерных черт цивилизации, что мы и наблюдаем в настоящий момент. Исходя из этих соображений, ставится вопрос о наиболее рациональном оснащении именно низко-

польной аппаратурой лечебных учреждений отдаленных районов [3, 13].

В мировой практике вначале был взят акцент на пропаганду и производство томографов с высокой и средней интенсивностью магнитного поля. Между тем 90% задач, которые ставятся клиницистами, могут быть решены с помощью гораздо более дешевых как по закупочной стоимости, так и по эксплуатации, низкопольных МР-томографов. Фирма АЗ также видит перспективу в оснащении ими районных больниц [2,3,18]. В 1997-2000 гг. после испытания в военно-медицинских учреждениях Главного военно-медицинского управления Министерства обороны РФ томографов «Элипс» и «Диамат», было принято решение о комплектации ими военных окружных госпиталей и поликлиник Центрального подчинения. В 2007-2009 гг. в ряд госпиталей были поставлены томографы «Элипс» и «Аз -300» уже с напряженностью поля 0,31 Тл. В 2010 г. фирма «Аз» зарегистрировала новый аппарат «Аз-360» на постоянном магните -0,38 и 0,4 Тл, способный решать большинство клинических задач. Это позволило отнести данную организацию к уполномоченным Министерством здравоохранения РФ на проведение приемочных технических испытаний МР-томографов на территории России [2].

Безусловно, заслуживают внимания и другие отечественные разработки в этом направлении. Уже упомянутый выше проф. Крутских В.И., активно начинавший в НИИ кабельной промышленности в Москве первые разработки по созданию МРТ, на протяжении ряда лет выдвигает идею выпуска магнитно-резонансных томографов с низкими магнитными полями. Со слов разработчика, приводимые им томограммы, т.е., изображения, полученные на сверхпроводящих и низкопольных сканерах, анатомически малоразличимы даже для специалистов в плане оценки анатомии. Созданный на их базе томограф «Юнитом», явился результатом практически 30-летних исследований в этой области, причем имеющим ряд оригинальных решений защищенных патентами. Практически, со слов автора – это первый в мире полностью цифровой томограф, позволяющий регистрировать и обрабатывать информацию около 1 млрд бит в секунду в реальном масштабе времени. Выдвигаемая автором и другими исследователями идея «Народного томографа» может послужить

реальной вехой в организации обеспечения отечественной аппаратурой высокого класса [18,19]. Нужно отметить, что данная идея уже нашла свое отражение в научных кругах поддержана целым рядом ведущих ученых и в качестве проекта Академии наук России выдвинута для формируемой федеральной целевой программы Минпромторга РФ «Развитие фармацевтической и медицинской промышленности Российской Федерации на период до 2020 года и дальнейшую перспективу».

В истории развития отечественной магнитно-резонансной томографии были и, вероятно, еще остаются нюансы, связанные с закупочными компаниями в отношении зарубежных томографов. По материалам средств массовой печати, производители низкочастотных томографов считают, что система закупок томографов в 2007-2010 гг. с наличием «откатов» при поставке оборудования, нанесла определенный вред делу развития низкочастотной томографии в России. В октябре 2010 г. генеральный прокурор РФ Юрий Чайка озвучивал статистику по проверке закупок томографов в России. В результате на тот период было возбуждено 33 уголовных дела, а 41 материал был направлен на доследственные мероприятия с высокой перспективой возбуждения уголовных дел, а ущерб причиненный федеральному бюджету в ходе закупочной компании составил более 3 млрд. рублей [16]. В этой связи был введен определенный учет и анализ госзакупок, и уже по сообщению управления экономической безопасностью МВД на май 2012 года было возбуждено 136 уголовных дел, [<http://pasm.ru/archive/23192>].

В этой связи заслуживает внимание анализ нынешней ситуации с закупками высокотехнологичного медицинского оборудования, сделанный за 2012 год [21]. В работе отмечается, что данные закупки осуществлялись уже после ряда скандалов и соответственно принятия дополнительных мер. Намечалась тенденция к улучшению ситуации с закупками относительно 2010 года, т.е. до преобразования. Удалось значительно снизить цены контрактов относительно их уровня в 2008-2010 годах. Заказчики стали устанавливать дополнительные требования на монтаж, наладку, пуск оборудования, гарантию, гарантийное обслуживание оборудования, обучение персонала даже в тех случаях, когда начальная (максимальная) цена контракта не превышает 50 миллионов

рублей. Данные требования включаются не в обязательном порядке, а при расчете начальной (максимальной) цены контракта ещё допускаются нарушения порядка, установленного Постановлением о госзакупках [21]. Остается надеется, что меры, принятые по совершенствованию закупочной компании, поспособствуют импортозамещению и помогут выходу на рынок продукции отечественных производителей.

Подводя итог выше изложенному, мы вынуждены сегодня констатировать, что как всегда отстали в реализации своей же идеи, поскольку у истоков томографии и внутривидения стояли сами. Совершенно очевидно, что в то время, как явление магнитного резонанса более фундаментально излагалась в работах зарубежных авторов, а отечественные работы были более редки, практическое преломление к медицине предлагалось нами. Факт, на наш взгляд, практически не отраженный зарубежной печати не должен забываться сегодня, или тем более, специально умалчиваться. Сложившаяся экономическая ситуация вполне может дать толчок к внедрению низкочастотной томографии, хотя полностью заместить данный рынок из-за отсутствия сверхпроводящих аналогов вряд ли возможно в ближайшей перспективе.

Список литературы

1. Андроникозвили Э.А., Мревлишвили Г.М. Доклады АН СССР. – 1968. – Т. 183. – Вып. 2. – С. 463.
2. Архангельский В.А., Спорыш В.И., Кнорин Э.А., Фоментков С.А., Божко О.В., Чуроев В.В., Шотемор Ш.Ш. «Диамэг» – новый магнитно-резонансный томограф фирмы «Аз» // Вестник рентгенологии и радиологии. – 2000. – № 3. – С. 57-59.
3. Архангельский В.А., Шотемор Ш.Ш. О развитии низкочастотной МР-томографии в Российской Федерации: материалы VI научно-практической конференции «Магнитно-резонансная томография в медицинской практике» (Москва, 12 апреля 2000 г.). – М., 2000. – С. 6-7.
4. Беленков Ю.Н., Беличенко О.И., Пустовитова Т.С., Федина И.Д., Лукьяненко П.И., Кнорин Э.А., Демин Н.В. Исследование методом ЯМР-томографии состояния центральной нервной системы у больных артериальной гипертонией // Бюлл. ВКНЦ АМН СССР. – 1984. – № 2. – С. 6-9.
5. Беленков Ю.Н., Рубашов И.Б., Крутских В.И., Кнорин Э.А. Опыт применения ЯМР-томографии // Тер. Архив. – 1984. – № 2. – С. 108-110.
6. Беличенко О.И. Клиническое применение магнитно-резонансной томографии в диагностике и оценке эффективности лечения у больных артериальной гипертонией: дис. ... д-ра мед. наук. – М., 1990. – 453 с.
7. Иванов В.А. Авторское свидетельство №112266 от 21.03.1960 г. «Способ определения внутреннего строения материальных объектов».
8. Клиническое применение магнитно-резонансной томографии. – URL: http://medicinakieva.at.ua/publ/magnitno_rezonansnaja_tomografija/1-1-0-13
9. Константинова С. // Изобретатель и рационализатор. – 1985. – № 6. – С. 28-29.

10. Куперштох Н.А. История международного томографического центра СО РАМН // *Философия науки*. – 2008. – №1(36). – С. 169-178.
11. Лебедев Я.С. Спектроскопия ЭПР высокого разрешения и возможность её применения в биологии: в кн. *Магнитный резонанс в биологии и медицине*. – М.: Медицина, 1977. – 330 с.
12. Люди нашего тысячелетия. Медицина. – М.: Новая линия, 2008. – С. 16-17; 24-25.
13. Магнитно-резонансная томография. – URL: <http://vademec.ru/magazines/article1380.html>
14. Магнитный резонанс в медицине: основной учебник Европейского Форума по магнитному резонансу / под редакцией проф. Ринка П.А., изд. 3-е. – 1995. – С. 2.
15. От редакции. Интервью с главой представительства Bruker в странах СНГ доктором Уве Айххоффом // *Компьютерные технологии в медицине*. – 1998. – № 1. – С. 50-51.
16. Полина Удовиченко. Томографы подорожали преступно? // *Газета «Речь»*, 19.10.2010. – URL: <http://www.35media.ru/articles/2010/10/19/tomografy-podorozhali-prestupno>
17. Ринк П.А. Магнитный резонанс в медицине. – М.: Гео-тар-Мед, 2003.
18. Российские магнитно-резонансные томографы. История компании научно-производственная фирма «Аз». – URL: <http://www.sdelanounas.ru/blogs/4290>
19. Рынок услуг МРТ. – URL: <http://mrtprofi.ru/otkrytie-centra-mrt/>
20. Сеницын В.Е., Терновой С.К. Магнитно-резонансная томография в новом столетии. // *Радиология – практика*. – 2005. – №4. – С. 23-29.
21. Система госзакупок высокотехнологического медицинского оборудования / Астахова М. – М., 2013. – С. 30-45.
22. Терновой С.К., Арабидзе Г.Г., Беличенко О.И., Абрамова Н.Н., Шария М.А., Шапкина Л.С., Арабидзе Гр.Г. Магнитно-резонансная томография и её новые методики в диагностике различных форм артериальной гипертензии: учебное пособие. – М.: РКНПК МЗ РФ, МГСМУ, 2001. – 55 с.
23. Терновой С.К., Сеницын В.Е. Развитие магнитно-резонансной томографии на рубеже 20 века // *Компьютерные технологии в медицине*. – 1998. – № 1. – С. 21-25.
24. Терновой С.К., Сеницын С.Е. Развитие компьютерной и магнитно-резонансной томографии в России // *Комп. технологии в медицине*. – 1997. – №.3. – С. 16-18.
25. Ясинская Д.В. Рынок магнитно-резонансных томографов в России // *Компьютерные технологии в медицине*. – 1998. – №.1. – С. 32-34.
26. Damadian R. Tumor detection by nuclear magnetic resonance // *Science*. – 1971. – V. 171. – P. 1153-1161.
27. Damadian R., Goldsmith M., Minkoff I. NMR in cancer. Fonar image of the live human body // *Physiol. Chem. Phys.* – 1977. – V. 9. – P. 97-100.
28. Gabillard R.M. A steady state transient technique in nuclear resonance // *Phys. Rev.* – 1952. – V. 85. – P. 694-695.
29. Garroway A.N., Grannell P.K., Mansfield P. Image formation in NMR by a selective irradiative process // *J.Phys.C.* – 1977. – V. 7. – P. 457-462.
30. Hinshow W.S. Image formation by nuclear magnetic resonance the sensitive point method // *J. Appl. Phys.* – 1976. – V. 47. – P. 3709-3721.
31. Lauterbur P.C. Image formation by induced local interaction. Examples employing nuclear magnetic resonance // *Nature*. – 1973. – V. 242. – P. 190-191.
32. Lauterbur P.C. NMR in medicine // *J. Med.Syst.* – 1982. – Vol. 6. – № 6. – P. 591-597.
33. Sipponen J.T., Sipponen R.E., Siluva A. // Nuclear magnetic resonance (NMR) imaging of intracerebral hemorrhage in the acute and resolving phases // *J. Comput. Assist. Tomogr.* – 1983. – Vol. 7. – № 6. – P. 954-959.