

Handwritten signature



003474232

На правах рукописи

ЯКОВЛЕВ

Сергей Александрович

**РОЛЬ ДИНАМИЧЕСКОЙ КОНТРАСТНОЙ МРТ
В КОМПЛЕКСНОЙ ЛУЧЕВОЙ ДИАГНОСТИКЕ И
ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКЕ
ОБЪЕМНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ГОЛОВНОГО МОЗГА,
РАСПОЛОЖЕННЫХ ПО СРЕДНЕЙ ЛИНИИ.**

(14.00.19 – лучевая диагностика, лучевая терапия)

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук.**

25 ИЮН 2009

**Санкт-Петербург
2009**

Работа выполнена в ФГУ Российский научный центр радиологии и хирургических технологий Росмедтехнологий

Научный руководитель:

доктор медицинский наук, профессор Поздняков А.В.

Официальные оппоненты:

доктор медицинский наук, профессор Савелло В.Е.

доктор медицинский наук Семенов И.И.

Ведущее учреждение:

Российская Военно-медицинская академия, г. Санкт-Петербург

Защита диссертации состоится «22» июля 2009 г. в 12⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 208.116.01 при ФГУ «Российский научный центр радиологии и хирургических технологий Росмедтехнологий» (189646, Санкт-Петербург, п. Песочный, ул. Ленинградская, д. 70)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГУ Российский научный центр радиологии и хирургических технологий Росмедтехнологий

Автореферат разослан «___» _____ 2009 г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета
доктор медицинский наук

В.Ф.Мус

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Группа опухолей головного мозга, расположенных по средней линии, объединяет в себе объемные образования хиазмально-селлярной и шицеальной областей, серповидного отростка, мозолистого тела, III и IV желудочков, а также ствола мозга и отличается большим разнообразием. Среди всех заболеваний головного мозга опухоли составляют 4-4,5%, при этом в 13-29% интракраниальные новообразования располагаются по средней линии (Гайдар Б.В. и соавт., 2002; Никифоров Б.М., Мацко Д.Е., 2003). Результаты секционных исследований свидетельствуют о более частой встречаемости этих образований по сравнению с их прижизненной диагностикой, что объясняется малосимптомным течением некоторых нозологических форм (Улитин А.Ю., 1997; Гайдар Б.В. и соавт., 2002).

Магнитно-резонансная томография (МРТ) продолжает оставаться ведущим методом лучевой диагностики опухолей головного мозга (Тютин Л.А. и соавт., 1993; Корниенко В.Н., Пронин И.Н., 2007; Дергунова Н.И., 2004; Newton H.V., Jolesz F.A., 2007). Использование этого метода позволяет получить достаточно полную информацию о локализации, размерах, структуре, распространенности патологического процесса, однако в некоторых случаях не может ответить на вопросы о типе злокачественности опухоли, степени ее васкуляризации и истинном характере инвазии окружающих структур (Корниенко В.Н. и соавт., 1997; Холин А.В., 1999). Между тем, именно эти аспекты определяют возможность дифференциальной диагностики объемных образований и обуславливают выбор метода лечения и объема оперативного вмешательства.

В качестве уточняющей методики при МР-диагностике различных объемных образований головного мозга давно и широко применяется внутривенное контрастное усиление с использованием соединений гадолиния (Черемисин В.М. и соавт., 1994; Ринк П.А., Синицын В.Е., 1995; Колесникова Н.О., 1998). Эффект усиления интенсивности МР-сигнала от опухолей связан с нарушением проницаемости гемато-энцефалического барьера (Ю.Н.Беленков и соавт., 1996; Rosen B.R. et al., 1991). Установлено, что наиболее выраженное усиление МР-сигнала после введения контрастного вещества наблюдается обычно у более злокачественных новообразований (Пронин И.Н., 1998; Величко О.Б., 2001; Joo Y.G. et al., 1995; Sugahara T. et al., 1999). Кроме того, на постконтрастных изображениях лучше дифференцируются особенности структуры опухолей, отдельно визуализируются солидный, кистозный компоненты, граница опухолевого узла и перитуморозного отека (Корниенко В.Н. и соавт., 1997; Ахадов Т.А., 2003).

Одним из наиболее перспективных направлений развития МРТ, требующим дальнейшей разработки, является метод динамической контрастной МРТ с болюсным введением контрастного вещества (Корниенко В.Н. и соавт., 1997; Ибатуллин М.М., 2002; Torheim G., Rinck P.A., 1999; Jackson A. et al., 2005; Chen J. et al., 2008; Fayed N. et al., 2008). По мнению ряда авторов, динамическая контрастная МРТ обладает несомненными преимуществами перед обычной контрастной МРТ, т.к. при использовании этой методики исследователи имеют

возможность оценить не только факт накопления контрастного вещества в опухолевом узле, но и динамику этого процесса с определением количественных временных параметров накопления. Это позволяет получить важную дополнительную информацию и является опорным пунктом при проведении дифференциальной диагностики объемных образований (Пронин И.Н. и соавт., 1995; Колесникова Н.О., 1996; Величко О.Б., 2001; Law M. et al., 2004; Jackson A. et al., 2005; Haris M. et al., 2008). Вместе с тем, роль метода динамической МР-томографии в диагностике опухолевых заболеваний головного мозга остается малоизученной. В литературе встречаются единичные работы, выполненные в этом направлении. Они преимущественно основаны на небольшом количественном материале и не предоставляют исчерпывающую информацию по отдельным нозологическим формам (Joo Y.G. et al. 1995; Rijpkema M. et al, 2001; Gao R. et al. 2001; Rand T. et al, 2002; Provenzale J.M. et al, 2002). Кроме того, встречаются противоречивые мнения относительно чувствительности и специфичности метода динамической контрастной МРТ (Колесникова Н.О., 1996; Tabarin A. et al, 1998). Следует также отметить, что в литературе практически отсутствуют данные о возможностях динамической контрастной МРТ в комплексной лучевой диагностике срединно-расположенных объемных образований головного мозга. Недостаточно изучен вопрос о значимости этого метода в проведении дифференциальной диагностики внутри данной группы заболеваний. Не существует единого мнения и о методике проведения динамической контрастной МРТ. Все вышесказанное определяет актуальность данной проблемы и необходимость дальнейших исследований в этой области.

Цель исследования: определить роль динамической контрастной магнитно-резонансной томографии в комплексной лучевой диагностике и дифференциальной диагностике объемных образований головного мозга, расположенных по средней линии.

Задачи исследования:

1. Уточнить и систематизировать лучевую семиотику различных видов срединно-расположенных объемных образований головного мозга в условиях естественной и искусственной контрастности.
2. Разработать оптимальную методику динамической контрастной МРТ при объемных образованиях головного мозга, расположенных по средней линии.
3. Определить основные параметры, влияющие на результат динамической контрастной МРТ, а также разработать критерии оценки полученных данных.
4. Оценить эффективность динамической контрастной МРТ в дифференциальной диагностике объемных образований головного мозга, расположенных по средней линии.

Научная новизна. Работа является первым обобщающим трудом, посвященным целенаправленному изучению возможностей динамической контрастной МРТ при срединно-расположенных объемных образованиях головного мозга. Разработана оптимальная методика динамической контрастной

МРТ при объемных образованиях головного мозга, расположенных по средней линии. Впервые определены возможности динамической контрастной МРТ в дифференциальной диагностике объемных образований головного мозга, расположенных по средней линии. Изучены возможности определения степени злокачественности объемных образований головного мозга по динамике накопления и выведения контрастного препарата. Определены дифференциально-диагностические признаки динамической контрастной МРТ при объемных образованиях пинеальной области и опухолях хиазмально-селлярной области с кистозным компонентом.

Практическая значимость. Полученные данные будут способствовать повышению эффективности диагностики и лечения срединно-расположенных опухолей головного мозга. Выделенные основные признаки и определенные диагностические критерии динамической контрастной МРТ при объемных образованиях головного мозга могут быть использованы в диагностике новообразований хиазмально-селлярной и пинеальной областей, III желудочка и мозолистого тела, а также менингиом срединной локализации. Изучение возможностей определения степени злокачественности объемных образований головного мозга по динамике накопления и выведения контрастного препарата позволит оказывать влияние на выбор методов лечения и прогноз заболевания.

Положения, выносимые на защиту:

1. Динамическая контрастная МРТ является высокоинформативной методикой диагностики срединно-расположенных объемных образований головного мозга, позволяющей изучить динамику процессов накопления и выведения контрастного вещества в опухолях.

2. Основное влияние на качество и результат проведения динамической контрастной МРТ оказывают: импульсная последовательность, плоскость сканирования, время сканирования, параметр ROI, калибровка шкалы, отражающей интенсивность МР-сигнала на графике.

3. Основными критериями оценки динамической контрастной МРТ в диагностике срединно-расположенных опухолей головного мозга являются: тип кривой накопления и выведения контрастного препарата, время достижения пика и степень максимального контрастирования.

4. Применение динамической контрастной МРТ позволяет провести дифференциальную диагностику срединно-расположенных объемных образований головного мозга и, по возможности, высказаться о степени злокачественности на основании выявленных различий динамики накопления и выведения контрастного вещества в опухоли.

Апробация и внедрение результатов работы. Основные этапы и результаты исследования доложены и обсуждены на научно-практической конференции молодых ученых «Современные технологии диагностики и лечения злокачественных опухолей» (Санкт-Петербург, ЦНИРРИ, 15-16 июня 2005), на VII всероссийского научном форуме «Радиология 2006» (Москва, 25-28 апреля

2006 г), на научно-практической конференции молодых ученых «Актуальные вопросы клинической и экспериментальной медицины» (Санкт-Петербург, МАПО, 19 мая 2006 г.), на научно-практической конференции с международным участием, посвященной 60-летию Архангельского областного онкологического диспансера «Оптимизация лечебно-диагностической тактики при онкологических заболеваниях» (Архангельск, 7-8 июня 2006 г.), на IV съезде нейрохирургов России (Москва, 18-22 июня 2006 г), на научно-практической конференции молодых ученых «Современные технологии диагностики и лечения в клинической медицине» (Санкт-Петербург, ЦНИРРИ, 19 октября 2006); на Невском радиологическом форуме «Новые горизонты» (Санкт-Петербург, 7-10 апреля 2007).

Результаты проведенной работы внедрены в практическую и научно-исследовательскую деятельность отдела лучевой диагностики ФГУ Российского научного центра радиологии и хирургических технологий Росмедтехнологий и кабинета магнитно-резонансной томографии городской многопрофильной больницы №2 города Санкт-Петербурга.

По теме диссертации опубликованы 22 печатные работы, в том числе 4 статьи в центральных рецензируемых журналах и 1 патент на изобретение.

Объем и структура диссертации: диссертация состоит из введения, обзора литературы, 3 глав собственных исследований, заключения, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Список литературы включает 176 источников (66 отечественных и 110 зарубежных). Текст диссертации изложен на 189 страницах машинописного текста. Работа содержит 87 рисунков и 26 таблиц.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИАЛА И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Всего было обследовано 111 пациентов с различными типами срединно-расположенных объемных образований головного мозга в возрасте от 19 до 75 лет (женщин - 69 (62,2%), мужчин - 42 (37,8%)). Наибольшее количество больных составляли женщины в возрасте от 51 до 60 лет (20,7%).

Первично выявленных объемных образований было 106 (95,5%), в 5 случаях (4,5%) имели место рецидивы опухолей. Верификация осуществлялась в процессе оперативного вмешательства с последующим гистологическим заключением (94 случая). При отсутствии оперативного вмешательства, верификация осуществлялась в процессе комплексного клинико-лучевого обследования и динамического наблюдения (17 случаев).

Среди 111 пациентов объемные образования хиазмально-селлярной области были выявлены у 50 (45,04%), пинеальной области – у 19 (17,12%), области III желудочка и мозолистого тела – у 13 (11,71%) и менингиомы – у 29 (26,13%). Данные о распределении объемных образований по гистологическим типам представлены в таблице 1.

Таблица 1

Распределение объемных образований в зависимости от гистологического типа

Гистологический тип	Количество (n = 111)	
	Абс.	%
Макроаденомы гипофиза	36	32,44
Менингиомы срединной локализации	29	26,13
Краниофарингиомы	12	10,81
Кисты шишковидной железы	11	9,91
Глиальные опухоли мозолистого тела III-IV ст. злокачественности.	7	6,31
Пинеоцитомы	3	2,7
Эпендимомы III желудочка	2	1,8
Коллоидные кисты III желудочка	2	1,8
Липомы мозолистого тела	2	1,8
Пинеобластомы	2	1,8
Герминомы	2	1,8
Кисты кармана Ратке	2	1,8
Астроцитомы пинеальной области I ст. злокачественности	1	0,9
ВСЕГО:	111	100

Комплексное лучевое обследование пациентов с объемными образованиями головного мозга, расположенными по средней линии, включало сочетание различных методик нейровизуализации. Данные о характеристике и объеме лучевого исследования больных представлены в таблице 2.

Таблица 2

Характеристика и объем лучевого исследования.

Методы лучевой диагностики	Количество	
	Абс.	%
Магнитно-резонансная томография	111	100%
Магнитно-резонансная томография + контрастное усиление	81	72,97%
Магнитно-резонансная томография + динамическое контрастное усиление	60	54,05%
Магнитно-резонансная ангиография	36	32,43%
Рентгеновская компьютерная томография	35	31,53%
Обзорная рентгенография черепа	10	9,00%
Позитронная эмиссионная томография	2	1,80%

Как следует из таблицы, всем пациентам была проведена рутинная МРТ, а 60 пациентам (54,05%) была выполнена динамическая контрастная МРТ.

Магнитно-резонансная томография выполнялась на аппаратах Magnetom Vision 1,5T и Magnetom Impact 1,0T (Siemens, Германия). На томографе Magnetom Vision было обследовано 35 больных (в том числе 18 с динамическим контрастированием), на Magnetom Impact – 76 больных (в том числе 42 с динамическим контрастированием) с использованием стандартных радиочастотных приемных катушек для МР-томографии головного мозга.

В качестве препаратов для искусственного контрастирования применялись парамагнетики: Магневист (в 71 случае) фирмы Schering и Омнискан (в 10

случаях) фирмы Nusomed в дозировке 0,2 мл/кг веса тела пациента. Для динамического контрастирования магневист применялся в 53 случаях (88,3%), а омнискан в 7 случаях (11,7%).

Динамическая контрастная МРТ включала следующие обязательные этапы: полипроекционная преконтрастная МРТ головного мозга, динамическое сканирование в оптимальной плоскости, получение полипроекционных постконтрастных изображений и постпроцессинг. По сериям преконтрастных изображений выбиралась наиболее информативная плоскость сканирования и позиционировались срезы, таким образом, что они захватывали только выделенную область, проходя непосредственно через новообразование. Количество срезов для динамического исследования составляло от 5 до 9. Введение контрастного вещества производилось после прохождения первой из 20 серий импульсных последовательностей болюсно (со скоростью около 2 мл/сек). Вслед за парамагнетиком внутривенно вводился физиологический раствор в объеме 10,0 мл. – для полного опорожнения катетера. Общее время прохождения серий коротких импульсных последовательностей составляло 10 мин. Изображения, полученные при коротких импульсных последовательностях, служили для построения кривых, отражающих динамику накопления и выведения контрастного вещества в опухоли. Построение данных кривых осуществлялось на этапе постпроцессинговой обработки с помощью стандартной функции Mean Curve. Результатом постпроцессинговой обработки были графики зависимости «интенсивность сигнала – время» в интересующих точках изображения (в каждом случае использовались 3-4 точки). После окончания коротких импульсных последовательностей выполнялась отсроченная МРТ с использованием стандартных программ получения T1 ВИ. Постконтрастные изображения служили для уточнения детальной анатомической информации о распределении парамагнитного вещества в объемном образовании, а также для поиска дополнительных участков патологического усиления интенсивности МР-сигнала во всем объеме головного мозга.

Для расчета степени максимального контрастирования использовалась следующая формула: $C_{\max} = (IS_{\text{пк}} - IS_{\text{дк}} / IS_{\text{дк}}) \times 100\%$,

где C_{\max} – степень максимального контрастирования в процентах по отношению к исходной интенсивности сигнала (отражает то, насколько повысилась интенсивность сигнала).

$IS_{\text{пк}}$ – максимальная интенсивность сигнала от опухоли после контрастирования,

$IS_{\text{дк}}$ – интенсивность сигнала от опухоли до контрастирования.

При анализе полученных результатов оценивались 3 группы показателей:

1) при динамической контрастной МРТ – количественные показатели: степень максимального контрастирования, время достижения пика контрастирования и тип кривой накопления и выведения контрастного вещества.

Кроме этого: 2) при проведении рутинной МРТ – качественные показатели: локализация, количество, формы, интенсивность сигнала, структура, контуры, соотношение с окружающими структурами. 3) при контрастной МРТ –

дополнительные качественные показатели: наличие контрастного усиления, характер контрастного усиления.

Статистическая обработка полученных результатов.

Использовались стандартные методики статистического анализа. Статистический анализ данных включал расчет средних значений (средних арифметических), стандартных ошибок (ошибок средних), а также показателей рассеяния вариант (среднеквадратичных отклонений). Критерием статистической достоверности получаемых выводов считалась величина $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Оптимизация методики динамической контрастной МРТ.

Из всего количества обследованных больных с различными гистологическими типами срединно-расположенных опухолей головного мозга МРТ-исследование с динамическим контрастным усилением было выполнено 60 пациентам (54%) по специально разработанной методике. Гистологическая структура выявленных при этом объемных образований представлена в таблице 3.

Таблица 3

Гистологическая структура объемных образований,
выявленных при проведении динамической контрастной МРТ.

Гистологическая структура	Количество	
	Абс.	%
Макroadеномы гипофиза	22	36,67%
Менингиомы срединной и срединно-базальной локализации	18	30%
Краниофарингиомы	7	11,67%
Глиальные опухоли мозолистого тела III-IV ст. злокачественности	4	6,67%
Кисты шишковидной железы	2	3,33%
Пинеоцитомы	2	3,33%
Коллоидные кисты III желудочка	2	3,33%
Пинеобластомы	2	3,33%
Астроцитомы пинеальной области	1	1,67%
ВСЕГО:	60	100

Как видно из таблицы наибольшее количество среди выявленных опухолей составили макроаденомы гипофиза (36,67%) и менингиомы (30%).

Существенное место в исследовании было отведено оптимизации методики динамической контрастной МРТ. Были выделены следующие основные параметры, влияющие на результат этой методики:

1. используемая импульсная последовательность.
2. время сканирования.
3. плоскость сканирования.
4. ROI - область интереса (точка) в структуре образования, по которой строится график интенсивность сигнала - время.
5. калибровка шкалы, отражающей интенсивность МР-сигнала на графике.

Выбор импульсной последовательности определялся, прежде всего, видом МР-томографа. Аппараты Magnetom Vision и Magnetom Impact имеют различную

напряженность магнитного поля (1,5 и 1,0 Т), вследствие чего скорость исследования на аппарате Magnetom Vision значительно превышает таковую на аппарате Magnetom Impact. Поэтому для оптимизации методики динамической контрастной МРТ были выбраны основные технические параметры, позволяющие обследовать пациентов с одинаковым временем сканирования, одинаковой матрицей получения изображения и выбором равноценных по диагностическому значению импульсных последовательностей.

Первоначальное использование импульсной последовательности T1 turbo se на аппарате Magnetom Impact не позволило получить хорошее пространственное и временное разрешение объемных образований при динамической контрастной МРТ, вследствие чего снижалось качество визуализации опухоли, встречались трудности в выборе ROI, что, в свою очередь, влияло на качество графика накопления и выведения контрастного вещества. В то же время при использовании импульсной последовательности T1 turbo se на аппарате Magnetom Vision таких сложностей не встречалось. Поэтому при отработке методики динамической контрастной МРТ для аппарата Magnetom Impact, исходя из таких показателей как: единая матрица (256), толщина среза (3-5 мм) и время одного сканирования (30 сек), была выбрана импульсная последовательность T1 turbo flash, что позволило получить равноценные результаты на аппаратах обоих типов, пригодные для количественной и качественной обработки полученных данных. Характеристика импульсных последовательностей на аппаратах Magnetom Vision и Magnetom Impact представлены в таблице 4.

Таблица 4

Параметры коротких импульсных последовательностей, используемых при проведении динамической контрастной МРТ.

Параметры.	Magnetom Vision 1,5T	Magnetom Impact 1,0T
Радиочастотная катушка (Coil).	Head.	Head/Neck.
Импульсная последовательность.	T1_turbo_se	T1_turbo_flash
TR	600	11,0 ms
TE	12	4,2 ms
Matrix	132x256	187x256
FOV	260	250 mm
Flip angle.	180	15 deg
Dist. Factor	0,00	0,00
Slice Thickness	3	5 mm
No. Slices	9	5
No. Acq.	1	2
No. Meas.	20	20
Pixel Size	1,48x1,02	1,34x0,98 mm
Время:	30 сек. x 20	29 сек. x 20

Как видно из таблицы, выбор импульсной последовательности T1 turbo flash позволил получить на аппарате Magnetom Impact изображения, аналогичные получаемым на аппарате Magnetom Vision по своему пространственному и временному разрешению.

Применение при этом 20 повторений соответствует динамическому сканированию в общей сложности в течение 10 минут, что можно считать

оптимальным, поскольку такой период времени позволяет, в большинстве случаев, оценить фазы накопления и выведения контрастного вещества в опухолях.

Таким образом, экспериментальное изучение особенностей динамической контрастной МРТ позволило достигнуть единого времени сканирования и единой матрицы получения изображений, единого пространственного разрешения с размером пикселя около 1 мм. при параметрах $TR = 600$ мс, $TE = 12$ мс. на аппарате Magnetom Vision и $TR = 11$ мс, $TE = 4,2$ мс. на аппарате Magnetom Impact.

Для определения оптимальной плоскости сканирования при динамической контрастной МРТ мы основывались на анатомическом положении и геометрической форме объемного образования с учетом особенностей направления роста опухолевого узла. В каждом случае динамическое сканирование осуществлялось только в той проекции, которая предоставляла наиболее полную визуализацию объемного образования и различных его компонентов. При локализации объемных образований в хиазмально-селлярной области динамическая контрастная МРТ преимущественно выполнялась с ориентацией срезов во фронтальной плоскости, при объемных образованиях пинеальной области, мозолистого тела и III желудочка, а также при большинстве менингиом выбиралась аксиальная проекция. Реже всего использовалось сканирование в сагиттальной плоскости.

Также был проанализирован выбор объема ROI для построения кривых накопления и выведения контрастного вещества в опухоли. В любом участке изображения можно выбрать от 1 до 4 точек и получить данные об интенсивности сигнала в каждой из точек в определенные моменты времени. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что при достаточно гомогенной структуре образования площадь выделенного участка не оказывает существенного влияния на характер выстраиваемой кривой. В то же время, при выборе области интереса следует избегать одновременного выделения различных компонентов опухоли, т. к. это неизбежно приведет к суммации показателей интенсивности сигнала и усреднению кривой контрастирования. Оптимальным в нашем исследовании мы считали получение графика и таблицы распределения величин интенсивности сигнала в трех различных точках солидного компонента опухоли, так как именно он несет в себе свойства гистологического типа опухоли.

Для наглядного представления результатов динамической контрастной МРТ в виде графического изображения была изучена калибровка шкалы интенсивности сигнала. Одна и та же кривая отношения «интенсивность сигнала – время», может быть представлена в различных вариантах в зависимости от выбранной калибровки оси Y, отражающей интенсивность МР-сигнала в условных единицах. Неудачным оказалось использование одних и тех же параметров калибровки шкалы для всех изучаемых нами объемных образований головного мозга. Разная степень максимального контрастирования исследуемых объектов приводит, по нашим данным, к ухудшению интерпретации полученных результатов, особенно при опухолях с низким накоплением контрастного

вещества. Визуальная оценка графика наиболее удобна при выборе шкалы, максимально близкой к диапазону изменения интенсивности сигнала от области интереса в каждом отдельно взятом случае.

Также нами были изучены способы анализа данных, полученных при динамической контрастной МРТ. Для оценки результатов исследования, по нашему мнению, необходимо определять следующие основные показатели: тип кривой накопления и выведения контрастного вещества, время достижения пика контрастирования и степень максимального контрастирования опухоли.

Все кривые накопления и выведения контрастного препарата были разделены на 3 основные группы, которые представлены на рисунке 1.

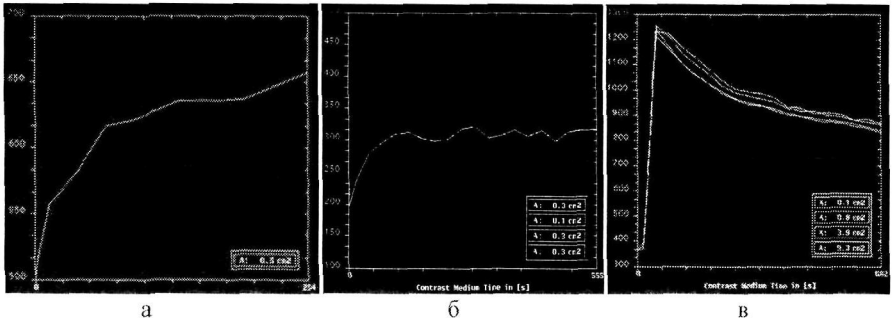


Рис. 1. Основные типы кривых накопления и выведения контрастного вещества.

а - I тип кривой – постепенное линейное нарастание интенсивности сигнала в течение длительного периода времени (более 3 мин.); б - II тип кривой – линейное нарастание интенсивности сигнала в течение первых 1-2 минут после введения контрастного вещества с последующей продолжительной фазой плато; в - III тип кривой – интенсивность сигнала после достижения пика на 2-3-й минуте начинает снижаться, отражая процесс быстрого вымывания контрастного вещества.

Отнесение кривой контрастирования опухоли к тому или иному типу, как показало дальнейшее исследование, имеет большое значение при проведении дифференциальной диагностики различных объемных образований. Также по графическому изображению зависимости «интенсивность сигнала – время» наиболее удобно определять время достижения пика контрастирования. Степень максимального контрастирования определяется в результате математических вычислений по формуле, приведенной выше.

Таким образом, на основе изучения особенностей проведения динамического контрастирования и способов анализа полученных данных у 60 пациентов нами была проведена оптимизация методики динамической контрастной МРТ для аппаратов различных классов (Magnetom Vision 1,5T и Magnetom Impact 1,0T) и универсализация способов анализа результатов исследования.

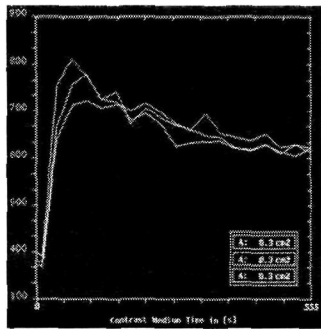
Диагностические возможности динамической контрастной МРТ изучались нами при локализации объемных образований в хиазмально-селлярной области, пинеальной области, в области III желудочка и мозолистого тела и при менингеальных опухолях срединной и срединно-базальной локализации.

Сравнительный анализ при динамической контрастной МРТ кист кармана Ратке, кист шишковидной железы и коллоидных кист III желудочка не проводился в связи с ясностью картины изменений при рутинной МРТ. Определенные трудности в дифференциально-диагностическом плане составляли краниофарингиомы и макроаденомы гипофиза с кистозным компонентом и опухоли pineальной области.

Динамическая контрастная МРТ при объемных образованиях хиазмально-селлярной области. Было обследовано 50 пациентов с различными типами объемных образований хиазмально-селлярной области: макроаденомы гипофиза (36), краниофарингиомы (12), кисты кармана Ратке (2). Из них в 29 случаях (58%) была выполнена динамическая контрастная МРТ. При этом объемных образований с кистозным компонентом было 8.

Анализ результатов динамического контрастирования макроаденом гипофиза ($n = 22$) и краниофарингиом ($n = 7$, из них 5 - кистозных) показал различные типы кривых накопления контрастного вещества.

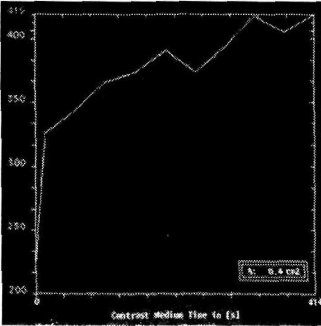
Среднее время достижения пика контрастирования при макроаденомах гипофиза составило $72,8 \pm 10,54$ сек, степень максимального контрастирования достигала 95%. В 21 (95,5%) случае из 22 кривая контрастирования при макроаденомах гипофиза относилась к III типу ($p < 0,05$), с быстрым достижением пика контрастирования и последующей фазой выведения контрастного вещества (рис. 2). При этом в 3 случаях (13,6%) значительное снижение интенсивности сигнала после достижения пика начиналось не сразу, а через 1,5-2,5 минуты в



течение которых на графике отмечалось подобие плато с минимальным понижением интенсивности сигнала. В гигантских аденомах гипофиза, на фоне выраженной гетерогенности структуры, отмечалось соответствующее различие кривых накопления и выведения контрастного вещества. Наиболее близким типом кривой контрастирования в этих случаях был III тип.

Рис. 2. Кривые накопления и выведения контрастного вещества при макроаденоме, III тип.

При краниофарингиомах динамическая контрастная МРТ демонстрировала совершенно иной, чем при макроаденомах гипофиза, характер контрастирования. Кривая накопления и выведения контрастного вещества, полученная от солидного компонента или стенок краниофарингиом, во всех случаях относилась к I типу ($p < 0,05$). Этот тип кривой характеризовался постепенным повышением интенсивности сигнала с достижением пика только во второй половине или к концу сканирования (рис. 3). В 57% случаев пик контрастирования краниофарингиом фиксировался на 6-7 минуте. В 43% случаев максимальное контрастирование достигалось только к 10 минуте. При этом фаза плато отсутствовала. Средние значения максимального контрастирования при



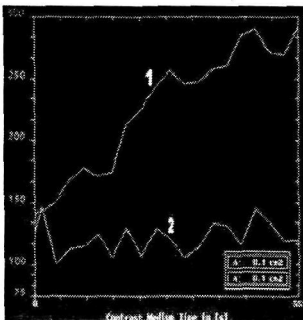
краниофарингиомах составили $65 \pm 23,45\%$. Для кистозных краниофарингиом был характерен периферический тип накопления контрастного вещества. Однако показатели динамической контрастной МРТ при кистозных и солидных краниофарингиомах принципиально не различались.

Рис. 3. Кривая накопления и выведения контрастного вещества при краниофарингиоме, I тип.

Таким образом, макроаденомы гипофиза и краниофарингиомы характеризуются достоверными различиями показателей динамической контрастной МРТ. Оценка кривых накопления и выведения контрастного вещества при различных типах объемных образований хиазмально-селлярной области позволяет уточнить характер изменений и провести дифференциальную диагностику краниофарингиом и макроаденом гипофиза, в том числе, с кистозным компонентом.

Динамическая контрастная МРТ при объемных образованиях пинеальной области. Было обследовано 19 пациентов с объемными образованиями пинеальной области: пинеоцитомы (3), пинеобластомы (2), герминомы (2), кисты шишковидной железы (11), астроцитомы пинеальной области (1). В 7 случаях нами выполнялась динамическая контрастная МРТ: при пинеоцитомах (2), пинеобластомах (2), доброкачественной атроцитоме пинеальной области и при пинеальных кистах (2).

Проведение комплексного лучевого обследования больных с объемными образованиями пинеальной области показало, что дифференциальная диагностика данной группы объемных образований очень сложна. В большинстве случаев удается отдифференцировать лишь доброкачественные кисты шишковидной железы. Опухоли пинеальной области могут при одинаковой локализации и схожей томографической картине иметь принципиально различную гистологическую структуру, степень злокачественности и, соответственно, тактику лечения.



Характерным типом кривой накопления и выведения контрастного вещества при пинеоцитомах был I тип – с постепенным повышением интенсивности МР-сигнала (рис. 4). Пик контрастирования достигался к 8-10 минуте (541 ± 12 сек), а степень максимального контрастирования в среднем составила $85 \pm 15\%$.

Рис. 4. Кривая накопления и выведения контрастного вещества при пинеоцитоме. Цифрами обозначены: 1 – стенка опухоли, 2 – кистозный компонент.

Характер кривых накопления и выведения контрастного вещества при пинеобластомах приближается к III типу (рис. 5). Пик контрастирования при этом достигается на 2-3 минуте (140 ± 10 сек), а затем интенсивность МР-сигнала волнообразно снижалась. Степень максимального контрастирования при пинеобластомах в среднем составила $64 \pm 11\%$. Наличие множественных пиков («пилообразный» характер кривой), по-видимому, может рассматриваться как дополнительный признак, указывающий на гетерогенность структуры и злокачественность опухоли.

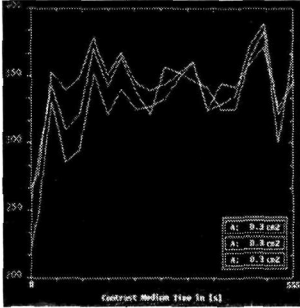


Рис. 5. Кривые накопления и выведения контрастного вещества при пинеобластоме.

Для астроцитомы I степени злокачественности с локализацией в пинеальной области характерным оказалось горизонтальное расположение кривой контрастирования, вследствие чего время достижения пика практически не фиксируется, а саму кривую нельзя отнести ни к одному из трех основных типов кривых накопления и выведения контрастного вещества (рис. 6). Степень максимального контрастирования, определяемая в количественном эквиваленте, в этом случае не превышала 15-20%.

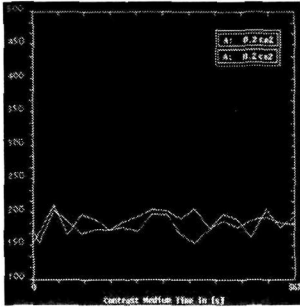


Рис. 6. Кривые накопления и выведения контрастного вещества при астроцитоме пинеальной области.

Таким образом, контрастирование пинеоцитом характеризуется I типом кривой накопления и выведения контрастного вещества, тогда как при пинеобластомах график контрастирования относится к III типу с пилообразным характером, что может быть использовано в дифференциальной диагностике объемных образований пинеальной области.

Динамическая контрастная МРТ при объемных образованиях III желудочка и мозолистого тела. Основное количество больных составляли пациенты с объемными образованиями мозолистого тела III-IV ст. злокачественности (7). Реже встречались эпендимомы III желудочка (2), коллоидные кисты III желудочка (2) и липомы мозолистого тела (2). У всех пациентов были выявлены типичные МРТ-признаки, которые не представляли диагностической сложности в постановке диагноза. Тем не менее, в ряде случаев выполнялась динамическая контрастная МРТ для уточнения динамики процессов накопления и выведения контрастного вещества.

Злокачественные глиальные опухоли мозолистого тела при динамической контрастной МРТ ($n = 4$) определялись как объемные образования с неоднородным характером контрастирования. Они имели III тип кривой накопления и выведения контрастного вещества ($p < 0,05$), высокие показатели

максимальной контрастности - от 60% до 150% ($M \pm \sigma = 120 \pm 44,15$), а также признак «пилообразности» кривой контрастирования (рис. 7). Среднее время достижения пика контрастирования при этих опухолях составило $187,5 \pm 39,6$ сек.

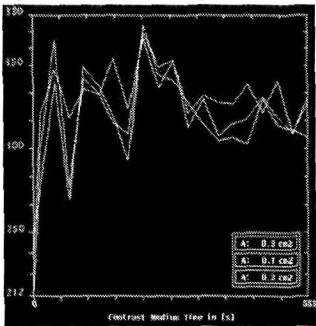


Рис. 7. Кривые накопления и выведения контрастного вещества при анапластической астроцитоме мозолистого тела.

Таким образом, злокачественные глиальные опухоли в целом характеризуются быстрым и интенсивным накоплением контрастного вещества, без длительного его удержания в опухолевой ткани.

Динамическая контрастная МРТ при менингеальных опухолях. Было обследовано 29 больных с впервые выявленными менингеальными опухолями головного мозга срединной и срединно-базальной локализации: менингиомы серповидного отростка (14), менингиомы ольфакторной ямки (9), менингиомы намета мозжечка (3), менингиомы бугорка турецкого седла (2), менингиома ската (1).

С целью изучения динамики процессов накопления и выведения контрастного вещества в менингеальных опухолях динамическая контрастная МРТ была выполнена 18 пациентам (62%). Было выявлено характерное для большинства менингиом быстрое достижение пика контрастирования, который в 17 случаях (94,44%) фиксировался в пределах 1-2 минут.

При типических менингиомах ($n = 15$) в 93,3% случаев в результате построения графика зависимости «интенсивность сигнала – время» определялся II тип кривой с длительным сохранением повышенной интенсивности МР-сигнала (рис. 8). Продолжительность фазы плато составляла от 5 до 9 минут. Средний показатель максимального контрастирования составил $108,8 \pm 22,17\%$.

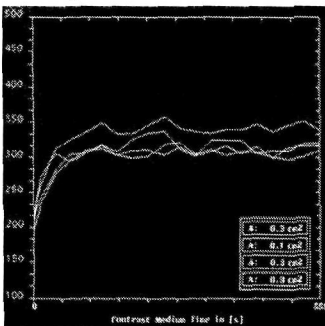


Рис. 8. Кривые накопления и выведения контрастного вещества при типической менингиоме.

Менингиомы злокачественного характера (2 атипические, 1 анапластическая) имели фазу плато продолжительностью менее 3 минут и тенденцию к понижению интенсивности сигнала после достижения пика накопления КВ. Характер кривой накопления и выведения контрастного вещества при этих опухолях приближался к III типу аналогично другим злокачественным новообразованиям (рис. 9). Показатели максимального контрастирования при атипических и анапластических менингиомах составили соответственно 161 и 148%.

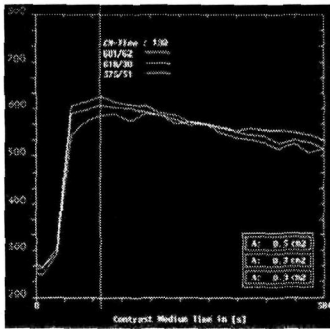


Рис. 9. Кривые накопления и выведения контрастного вещества при анапластической менингиоме.

Таким образом, атипические и анапластические менингиомы характеризуются более высокой степенью максимального контрастирования, менее выраженной фазой плато и тенденцией к быстрому выведению контрастного вещества.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что выявленные сдвиги накопления и выведения контрастного вещества при объемных образованиях головного мозга, обусловлены, главным образом, степенью васкуляризации и нарушения гематоэнцефалического барьера. Степень злокачественности объемных образований коррелирует со скоростью захвата контрастного вещества опухолевыми клетками, что нашло подтверждение в работах некоторых авторов. В нашем исследовании для подобного типа изменений был характерен III тип кривой накопления и выведения контрастного вещества. Также анализ полученных результатов показал, что аналогичный тип кривой определялся при кровообращении гипофиза, что, по-видимому, обусловлено особенностями кровоснабжения гипофиза, в частности изначальным отсутствием в нём гематоэнцефалического барьера и присутствием богатой собственной капиллярной сети. Для других доброкачественных объемных образований характерен I тип кривых контрастирования, а для менингеальных опухолей - преимущественно II тип. В случае совпадения показателей максимальной контрастности при менингиомах и глиальных опухолях проводить дифференциальную диагностику необходимо опираясь на типы кривых. Часть кривых, преимущественно относящихся к III типу, имеют отличительную особенность, связанную с появлением дополнительных пиков контрастирования – так называемый «пилообразный» характер кривых. В основе таких проявлений, по-видимому, лежит выраженное нарушение целостности гемато-энцефалического барьера и резкое возрастание интенсивности процессов накопления и выведения контрастного вещества в опухоли, что характерно для более злокачественных опухолей. В нашем исследовании пилообразный характер кривых отмечался у пинеобластом, анапластических астроцитом и глиобластом, а также в отдельных случаях анапластических менингиом. В таблице 5 суммированы данные о результатах проведения динамической контрастной МРТ при разных гистологических типах срединно-расположенных опухолей головного мозга.

Таблица 5

Сводная таблица семиотики срединно-расположенных объемных образований головного мозга при выполнении рутинной, контрастно-усиленной и динамической контрастной МРТ.

Признак	Вид опухоли								
	Макроаденомы гипофиза	Краниофарингиомы	Пилоцитомы	Пилобластомы	Доброкачественные астроцитомы	Злокачественные астроцитомы и глиобластомы	Униформные менингиомы	Атипичские менингиомы	Коллоидные кисты III желудочка
Наличие контрастного усиления	+	+	+	+	±	+	+	+	-
Преимущественный тип контрастного усиления	узловой (p < 0,1)	периферический (p < 0,1)	периферический (p < 0,05)	узловой (p < 0,05)	узловой (p < 0,05)	узловой (p < 0,05)	узловой (p < 0,05)	узловой (p < 0,05)	-
Наиболее характерный тип кривой контрастирования	III (p < 0,05)	I (p < 0,05)	I (p < 0,05)	III* (p < 0,05)	-	III* (p < 0,05)	II (p < 0,05)	III (p < 0,05)	-
Наличие выраженной фазы плато	-	-	-	-	-	-	+	±	-
Время достижения пика контрастирования (M±σ)	72±10 сек.	464±97 сек.	541±12 сек.	140±10 сек.	-	187±39 сек.	106±31 сек.	57±2 сек.	-
Степень максимального контрастирования (M±σ)	95±26%	65±23%	85±15%	64±11%	15%	120±44%	108±22%	161±6%	-

Примечание: * - кривые накопления и выведения контрастного вещества с «пилообразным» характером.

Результаты динамической контрастной МРТ с болюсным введением КВ и последующим динамическим сканированием (60 больных) позволяют высказаться о том, что это исследование является высокоэффективным методом диагностики объемных образований, расположенных по средней линии. Данная методика позволяет провести разграничение между опухолями по степени их злокачественности на основе характеристик кривых накопления и выведения контрастного вещества с учетом достоверных отличий ($p < 0,05$). Данные об информативности МРТ, МРТ с контрастным усилением и динамической контрастной МРТ представлены в таблице 6.

Таблица 6.

Сравнение информативности различных методик МРТ в диагностике объемных образований головного мозга, расположенных по средней линии.

Признак	МРТ	МРТ + контрастирование	МРТ + динамическое контрастирование
Чувствительность	100%	100%	100%
Специфичность	87,38%	90,1%	93,3%
Точность	93,69%	95,1%	96,7%

ВЫВОДЫ:

1. Динамическая контрастная МРТ является высоко информативным методом диагностики и дифференциальной диагностики объемных образований головного мозга, расположенных по средней линии и может с одинаковой эффективностью выполняться на МР-томографах с высокой и средней напряженностью магнитного поля. Она позволяет проводить дифференциальную диагностику различных гистологических типов срединно-расположенных опухолей на основе достоверных различий динамики накопления и выведения контрастного вещества в опухоли.
2. Эффект динамической контрастной МРТ определяется адекватным выбором МР-техники, максимальной стандартизацией и оптимизацией методики. Основными параметрами динамической контрастной МРТ, влияющими на результат исследования являются: импульсные последовательности, плоскость сканирования, время сканирования, параметр ROI, калибровка шкалы, отражающей интенсивность МР-сигнала на графике. Оптимальной продолжительностью динамического сканирования является 10 минут с последующим получением стандартных постконтрастных T1 В1 для визуализации опухоли с высоким пространственным разрешением и поиска дополнительных участков патологического накопления контрастного вещества во всем объеме головного мозга.
3. Основными критериями оценки динамической контрастной МРТ в диагностике срединно-расположенных опухолей головного мозга являются:

тип кривой накопления и выведения контрастного препарата, время достижения пика и степень максимального контрастирования. Основные типы кривых накопления и выведения контрастного вещества характеризуются следующими признаками: I тип кривой – постепенное линейное нарастание интенсивности сигнала в течение длительного периода времени (более 3 мин.), II тип кривой – линейное нарастание интенсивности сигнала в течение первых 1-2 минут после введения контрастного вещества с последующей продолжительной фазой плато, III тип кривой – интенсивность сигнала после достижения пика на 2-3-й минуте начинает снижаться, отражая процесс быстрого вымывания контрастного вещества.

4. Доброкачественные объемные образования головного, расположенные по средней линии, такие как краниофарингиомы и пинеоцитомы характеризуются постепенным длительным накоплением контрастного вещества (I тип кривой) и степенью максимального контрастирования, как правило, не более 85%. Высокодифференцированные астроцитомы отличаются низкой степенью максимального контрастирования (до 15%). Злокачественные опухоли, такие как глиобластомы, низкодифференцированные астроцитомы, атипические и анапластические менингиомы, пинеобластомы при динамическом контрастировании характеризуются быстрым усилением интенсивности сигнала с последующим преобладанием фазы выведения контрастного вещества (III тип кривой), степенью максимального контрастирования от 64% до 161%. Дополнительным критерием злокачественности можно считать «пилообразный» характер кривой контрастирования, обусловленный быстрым чередованием процессов накопления и выведения контрастного вещества в опухоли при неполноценном гематоэнцефалическом барьере. III тип кривых контрастирования наблюдается также при макроаденомах гипофиза, что обусловлено особенностями его кровоснабжения. Для типических менингиом характерно наличие продолжительной фазы плато (II тип кривой). Неопухолевые объемные образования, такие как кисты шишковидной железы, кисты кармана Ратке и коллоидные кисты III желудочка не характеризуются усилением интенсивности сигнала после введения контрастного вещества.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ:

1. Динамическая контрастная МРТ должна включать четыре обязательных этапа: полипроекционная преконтрастная МРТ головного мозга, динамическое сканирование в одной плоскости, получение полипроекционных постконтрастных изображений и постпроцессинг. Оптимальной импульсной последовательностью для проведения динамического сканирования на высокопольном МР-томографе Magnetom Vision является T1 turbo se с параметрами TR = 600 мс., TE = 12 мс., толщиной среза = 3 мм., временем одного сканирования = 30 сек. Оптимальной импульсной последовательностью для проведения динамического сканирования на МР-томографе Magnetom Impact является T1 turbo flash с параметрами TR = 11 мс., TE = 4,2 мс., толщиной среза = 5 мм, временем одного сканирования = 29 сек.

2. При проведении динамического сканирования позиционирование срезов осуществляется на основе преконтрастных томограмм и выполняется только в одной, наиболее информативной плоскости, с учетом анатомического положения и геометрической формы объемного образования, в зависимости от преимущественного направления его роста.
3. Обработка полученных данных (постпроцессинг) включает, наряду с визуальным анализом пре- и постконтрастных изображений, построение кривых накопления и выведения контрастного вещества в опухоли. Эти кривые должны быть построены от трех-четырех точек изображения, выбираемых произвольно в гомогенных участках солидного компонента или стенках опухоли. Калибровку шкалы изменения интенсивности сигнала на графике необходимо устанавливать в диапазоне, наиболее приближенном к границам минимального и максимального значения интенсивности сигнала в каждом конкретном случае.
4. При анализе результатов динамической контрастной МРТ необходимо определять: тип кривой накопления и выведения контрастного препарата, степень максимального контрастирования (C_{\max}), время достижения пика контрастирования.
5. Динамическая контрастная МРТ должна выполняться как дополнительное исследование в тех случаях, когда проведение дифференциальной диагностики срединно-расположенных объемных образований головного мозга с помощью рутинных методов лучевой диагностики невозможно.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Магнитно-резонансная томография в диагностике заболеваний головного мозга (по данным ЦНИРРИ) (соавт.: Поздняков А.В., Панфиленко А.Ф., Тютин Л.А.) // Невский радиологический форум «Наука – клинике» 9-12 апреля 2005. Материалы форума, - Санкт-Петербург, 2005, с. 207.
2. Магнитно-резонансная томография в диагностике аденом гипофиза (соавт.: Карельская Е.А.) // Актуальные вопросы клинической и экспериментальной медицины. Материалы научно-практической конференции молодых ученых, СПб МАПО, 13 мая 2005 г. Санкт-Петербург, 2005, с. 491-492.
3. Магнитно-резонансная томография в диагностике объемных образований головного мозга, расположенных по средней линии (соавт.: Карельская Е.А.) // Актуальные вопросы клинической и экспериментальной медицины. Материалы научно-практической конференции молодых ученых, СПб МАПО, 13 мая 2005 г. Санкт-Петербург, 2005, с. 492-494.
4. Магнитно-резонансная томография в диагностике первичных нейроэпителиальных опухолей головного мозга (соавт.: Карельская Е.А.) // Современные технологии диагностики и лечения злокачественных опухолей. Материалы конференции молодых ученых, Санкт-Петербург, ЦНИРРИ, 15-16 июня 2005, с.12-13.
5. МРТ в оценке продолженного роста и рецидивирования объемных образований головного мозга в послеоперационном периоде (соавт.: Карельская Е.А.) // Современные технологии диагностики и лечения злокачественных опухолей. Материалы конференции молодых ученых, Санкт-Петербург, ЦНИРРИ, 15-16 июня 2005, с.14.
6. Возможности динамической контрастной МРТ в дифференциальной диагностике опухолей головного мозга и прогнозировании результатов их хирургического лечения (соавт.: Поздняков А.В., Тютин Л.А., Панфиленко А.Ф.) // Радиология 2006. Материалы VII всероссийского научного форума, Москва, 25-28 апреля 2006, с.275.
7. Дифференциальная диагностика опухолей головного мозга с помощью динамической контрастной магнитно-резонансной томографии // Актуальные вопросы клинической и экспериментальной медицины. Материалы научно-практической конференции молодых ученых, СПб МАПО, 19 мая 2006 г. Санкт-Петербург, 2006, с. 295-296.
8. Роль МРТ в диагностике, определении тактики лечения и выборе оперативного доступа при аденомах гипофиза (соавт.: Акопян О.Р.) // Актуальные вопросы клинической и экспериментальной медицины. Материалы научно-практической конференции молодых ученых, СПб МАПО, 19 мая 2006 г. Санкт-Петербург, 2006, с. 317-318.
9. Возможности динамической контрастной магнитно-резонансной томографии в дифференциальной диагностике опухолей головного мозга (соавт.: Панфиленко А.Ф., Карельская Е.А.) // Труды городской многопрофильной больницы №2, выпуск V, Санкт-Петербург, 2006, с. 228-229.

10. К вопросу о методике динамической контрастной МРТ (соавт.: Панфиленко А.Ф.) // Труды городской многопрофильной больницы №2, выпуск V, Санкт-Петербург, 2006, с. 234-236.
11. Пути оптимизации методики контрастного усиления при МРТ диагностике опухолей головного мозга (соавт.: Поздняков А.В., Панфиленко А.Ф., Тютин Л.А.) // Оптимизация лечебно-диагностической тактики при онкологических заболеваниях. Материалы научно-практической конференции с международным участием, посвященной 60-летию Архангельского областного онкологического диспансера, 7-8 июня 2006, с.428-429.
12. Возможности дифференциальной диагностики опухолей головного мозга с помощью динамической контрастной МРТ (соавт.: Тютин Л.А., Поздняков А.В., Панфиленко А.Ф.) // IV съезд нейрохирургов России. Материалы съезда, Москва, 18-22 июня 2006, с.240-241.
13. Методологические аспекты и дифференциально-диагностические возможности динамической контрастной МРТ при опухолях хиазмально-селлярной области. // Современные технологии диагностики и лечения в клинической медицине. Материалы научной конференции молодых ученых, ЦНИРРИ, 19 октября 2006 г. Санкт-Петербург, 2006, с. 28-29.
14. Роль МРТ в диагностике и планировании нейрохирургических вмешательств при объемных образованиях головного мозга срединной и базальной локализации. // Современные технологии диагностики и лечения в клинической медицине. Материалы научной конференции молодых ученых, ЦНИРРИ, 19 октября 2006 г. Санкт-Петербург, 2006, с. 29-30.
15. Возможности динамической контрастной магнитно-резонансной томографии в нейроонкологии (соавт.: Поздняков А.В., Панфиленко А.Ф., Тютин Л.А.) // Нейроиммунология. - Том IV, №3-4, 2006 – с. 25-30.
16. Оценка динамики накопления и выведения контрастного вещества опухолями головного мозга при МРТ с динамическим контрастированием (соавт.: Поздняков А.В., Панфиленко А.Ф., Тютин Л.А., Грантынь В.А.) // Невский радиологический форум «Новые горизонты» 7-10 апреля 2007. Материалы форума. - Санкт-Петербург, 2007, с. 60-61.
17. Динамическая контрастная магнитно-резонансная томография в комплексной лучевой диагностике опухолей головного мозга (соавт. Панфиленко А.Ф., Поздняков А.В., Тютин Л.А.) // Вестник психотерапии. – 2007. - №24 (29) – с. 122-131.
18. Рутинная и динамическая контрастная МРТ в дифференциальной диагностике объемных образований хиазмально-селлярной области (соавт. Поздняков А.В., Тютин Л.А., Карлова Н.А., Панфиленко А.Ф.) // Вестник СПбГМА им. И.И.Мечникова. – 2007. - №4. – с. 113-119.
19. Динамическая контрастная МРТ в лучевой диагностике объемных образований головного мозга срединной локализации (соавт. Поздняков А.В., Панфиленко А.Ф., Карлова Н.А., Тютин Л.А., Грантынь В.А.) // Сибирский медицинский журнал. – Том 23, №1 – 2008 (выпуск 2). – с. 92-96.

20. Диагностическая значимость динамической контрастной магнитно-резонансной томографии при опухолях головного мозга (соавт. Панфиленко А.Ф., Поздняков А.В., Тютин Л.А.) // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. – 2008. - №2. – с. 29-33.
21. Метод динамической контрастной магнитно-резонансной томографии при опухолях головного мозга (соавт. Панфиленко А.Ф., Поздняков А.В., Тютин Л.А.) // Вестник российской Военно-медицинской академии. – 2008. - №3 (23), приложение 2, часть I. – с. 250.
22. Патент РФ №2352246 от 20.04.2009 А61В 5/055 на изобретение «Способ диагностики кистозных опухолей хиазмально-селлярной области» (соавт. Поздняков А.В., Панфиленко А.Ф., Тютин Л.А.)

Подписано в печать «25» мая 2009 г. Формат 60x84/16

Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 1,5. Тираж 100 экз. Заказ № 745

Типография «Восстания – 1»

191036, Санкт-Петербург, Восстания, 1.