

Р.Ф. АКБЕРОВ, И.Х. ЯМИНОВ, Р.Р. САФИУЛЛИН, Е.В. ПУЗАКИН

616-073.756.8.831-006

Казанская государственная медицинская академия
Медико-санитарная часть ОАО «Татнефть», г. Альметьевск

Диагностика опухолей головного мозга: возможности магнитно-резонансной томографии

Акберов Ренат Фазылович

доктор медицинских наук, профессор кафедры лучевой диагностики
421126, г. Казань, ул. Фатыха Амирхана, д. 8а, кв. 53, тел. (843) 236-92-40

На основании опыта десятилетнего использования МР-томографа 0,2 Тл и сопоставления полученных результатов с данными РКТ обоснована высокая эффективность его применения в диагностике опухолей головного мозга.

Ключевые слова: магнитно-резонансная томография, опухоли головного мозга, диагностика.

R.F. AKBEROV, I.H. YAMINOV, R.R. SAFIULLIN, E.V. PUZAKIN

Kazan State Medical Academy

Medical-sanitary hospital of public corporation «Tatneft», Almetjevsk

Diagnosis of brain tumors: opportunities of magnetic resonance imaging

Based on a decade of experience using MRI 0.2 T and compare these results with CT proved high efficiency of its use in the diagnosis of brain tumors.

Keywords: magnetic resonance tomography, brain tumours, diagnostics.

Согласно эпидемиологическим данным, частота первичных опухолей головного мозга (ОГМ) составляет 2% от всех случаев злокачественных новообразований у взрослых, заболеваемость — 8 на 100 000 [19, 21, 22]. Частота ОГМ в Республике Татарстан составляет 5,3 на 100 000 населения [3]. В возрастной группе до 65 лет церебральные глиомы занимают 5-е место среди причин смертности от злокачественных новообразований [7-11, 13]. У детей ОГМ занимают второе место среди всех злокачественных новообразований, что составляет 15-25% и являются самыми частыми солидными опухолями. В 40% случаев они представлены нефробластомами, в 25% — медуллобластомами, реже выявляются герминогенные опухоли и краниофарингиомы. Пятилетняя выживаемость детей с ОГМ выше, чем у взрослых, и составляет 59% в Великобритании и 72% в США [22]. В основу современной классификации ОГМ, принятой ВОЗ в 2000 году, положен морфологический принцип. Кроме того, выделяют 4 степени злокачественности ОГМ. Однако критерии злокачественности разработаны не для всех типов опухолей [19]. Средняя выживаемость при астроцитомах (АСЦ) — 7 лет, при анапластических астроцитомах (АН АСЦ) — 1-1,5 года, а при

глиобластомах — от 9 до 11 месяцев [19]. Средняя продолжительность жизни больных со злокачественными глиомами составляет 11,5 месяцев, с метастазами — 5,8 месяцев [4, 9]. Брахитерапия позволяет улучшить выживаемость пациентов с неоперабельными ОГМ. Смертность при краниотомиах по поводу злокачественных глиом и метастазов достигает 5%, а при стереотаксических вмешательствах — 1%. ПЭТ с ¹¹С-бутиратом натрия, ¹¹С-метионином, ¹⁸F-ФДГ способствует дифференциации добро- и злокачественных ОГМ и неопухолевых, сосудистых образований [12, 17]. Стереотаксическое высокочастотное облучение приводит к апоптозу опухолевых клеток, облитерации сосудов, питающих ОГМ [5, 26].

Клинически манифестные менингиомы составляют 13-25% от всех первичных ОГМ. В зависимости от степени злокачественности выделяют собственно менингиомы (I степень), атипичные менингиомы (II степень), анапластические менингиомы (III степень) и менингиосаркомы (IV степень).

Широкое внедрение в клиническую практику РКТ, РКТ с контрастным усилением (РКТ с КУ), МРТ, МРТ с динамическим контрастным усилением (МРТ с ДКУ), МР-ангиографии значительно повысили частоту выявляемости ОГМ [1-3, 7-9,



11, 13, 15, 16, 17, 19-20]. Необходимо отметить, что данные нейровизуализации не позволяют точно судить о морфологии опухоли, поэтому большое значение для определения тактики лечения и прогноза имеет стереотаксическая биопсия под контролем УЗ-наведения, под контролем РКТ, МРТ, ПЭТ. Однако не все лечебные учреждения имеют в своем арсенале высокотехнологичное, дорогостоящее, нейровизуализирующее оборудование. Изучение возможностей менее дорогостоящих МР-томографов 0,2-0,4 Тл в диагностике патологии головного мозга имеет большое практическое и экономическое значение. В литературе имеются лишь немногочисленные сообщения о возможностях МР-томографов с низким и средним полями в диагностике ОГМ [6, 10, 14, 15, 17]. МР-томографы среднего поля остаются наиболее используемыми в нашей стране по экономическим причинам, а их возможности в диагностике опухолей головного и спинного мозга остаются недостаточно изученными.

Важнейшей социально-экономической задачей современного здравоохранения является ранняя диагностика различных заболеваний. В решении этой проблемы особое место отводится лучевым методам диагностики. Общемировой тенденцией лучевой диагностики является снижение лучевой нагрузки при обследовании больных. Одним из основных путей решения этой проблемы является использование МР-томографов. Лимитирующим фактором в решении этой проблемы является дороговизна оборудования и эксплуатации высокопольных МР-томографов.

Целью нашего исследования было детальное изучение возможностей низкопольного МР-томографа с напряженностью магнитного поля 0,2 Тл **Siemens Magnetom open** (Германия) в диагностике опухолей головного мозга и сравнить результаты исследования с данными РКТ.

За период с 2000 по 2009 год было проведено следующее количество исследований головного мозга:

| Годы | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Всего исследований | 864 | 1186 | 1466 | 1388 | 1484 | 1443 | 1134 | 1959 | 2065 | 1581 |

Из числа данных исследований выявлены объемные образования головного мозга:

| Годы | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------------------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Объемные образования | 69 8% | 98 8,3% | 82 5,6% | 64 4,6% | 77 5,2% | 64 4,4% | 46 4,1% | 63 3,2% | 64 3,1% | 51 3,2% |

Выявлено: объемных образований — 678 случаев (4,7%). Из этого числа количество мужчин составляет 359 человек (53,0%), женщин — 319 человек (47,0%). Возраст пациентов от 3 до 83 лет. Средний возраст пациента 43 года. Средний возраст мужчин и женщин по нозологическим формам различен. Например, менингиомы преобладают в возрасте 40-60 лет, встречаются чаще у женщин; метастазы — в возрасте 45-75 лет, одинаково как у мужчин, так и у женщин; нейроэпителиальные — в возрасте от 3 до 50 лет, чаще у мужчин.

Из нозологических форм среди выявленных во время обследования объемных образований головного мозга встречались следующие:

внутричерепные:

1) нейроэпителиальные (астроцитомы, олигодендроглиомы, эпендимомы, опухоли сосудистых сплетений);

2) метастазы;

опухоли мозговых оболочек:

1) опухоли из менингеальных оболочек;

2) неменингеальные опухоли;

3) опухоли неустановленного происхождения.

| Нозологические формы | Абсолютное число | % |
|--|------------------|----|
| Нейроэпителиальные | 349 | 49 |
| Метастазы | 156 | 23 |
| Опухоли мозговых оболочек (менингиомы) | 183 | 28 |

Методы исследования. Всем пациентам была проведена МРТ головного мозга. При проведении МРТ головного мозга использовалась фирменная программа томографа.

Используемые последовательности MSME и MSSE для получения T2 и T1 взвешенных изображений (ВИ) применяли у всех обследованных больных. У пациентов с тяжелым состоянием эти методики заменяли градиентными последовательностями (GEFI, RARE, RACE, TRAR). Исследования с получением РД-ВК при ОГМ приводились лишь в случаях отека мозга и кровоизлияний. Исследования головного мозга проводились в аксиальной, сагиттальной и коронарной проекциях. Динамическое контрастирование с магнестомом и омнисканом проведено у больных ОГМ.

Анапластические астроцитомы (АН АСЦ) занимают промежуточное положение между доброкачественными АСЦ и глиобластомами (ГБ), чаще всего локализовались в лобной [20] и височной долях [15]. На МРТ АН АСЦ визуализировались как образования с гетерогенным МР-сигналом на T1 и T2 ВИ. В центральных отделах опухоли в 4 случаях выявлялись очаги кистозного перерождения. Перитуморозный отек в виде повышенного МР сигнала характерной формы в виде расходящихся лучей диагностирован в 12 случаях. Для АН АСЦ характерно интенсивное накопление контраста.

Глиобластома (40 случаев) — наиболее злокачественная из всех глиальных ОГМ. Характеризуется быстрым нарастанием клинической симптоматики из-за нарастания внутричерепного давления и появления симптомов вклинивания мозга. На МРТ выявляется значительная гетерогенность опухоли: на T1 ВИ — образование со смешанным гипо- изоинтенсивным МР-сигналом и центральным некрозом; на T2 ВИ — гипо-, изо- гиперинтенсивные сигналы от стромы ГБ, некроза, кист и кровоизлияний. Обширный **mass-эффект**. **ГБ часто (32) распространяется на другое полушарие.**

Для доброкачественных диффузных АСЦ на КТ наиболее характерна зона пониженной плотности, не имеющая четких границ с окружающим мозговым веществом. КТ с внутривенным введением ультрависта не приводит к повышению плотности опухоли. Часто (48 случаев) наблюдались петрефикаты в виде мелких и более крупных очагов, что согласуется с данными Castillo M., Scattiff J.H., Boulchiu T.W., 1992. При озлокачествлении астроцитом внутри доброкачественной опухоли (2 случая) определяются зоны накопления контрастного вещества.

При КТ АН АСЦ характеризовались неомогенной опухолью со смешанной плотностью. После введения контраста значительно усиливалась гетерогенность опухоли. Участки повышенной плотности часто имели вид колец и полуколец, внутри которых определялись участки низкой плотности — кисты, что согласуется с данными других авторов [7, 11, 15, 17, 19, 20].



На КТ плотность ГБ гетерогенна — центральная зона представляет собой некроз и имеет низкую плотность, петрефикаты отмечены в 3 случаях, кровоизлияния в опухоль — в 4. Опухоль, как правило, окружена перифокальным отеком. На КТ с КУ — контрастирование выглядит в виде кольца с неоднородным внутренним контуром. Глиосаркома была выявлена в 2 случаях. На КТ опухоль была схожа с менингиомой, окруженной перифокальным отеком. При КТ с КУ выявлялось неоднородное кольцевидное усиление опухоли. На основе МР характеристик ГС невозможно дифференцировать от ГБ. На КТ пилоцитарная астроцитома выглядит как округлое или овальное образование, хорошо отграниченное и имеющее гипо- или изоденсивные характеристики. На КТ более четко выявляются петрефикаты, опухоль солидного строения выглядит гомогенно.

По нашим данным, наиболее характерными МР — диагностическими критериями доброкачественных глиом явились: четкость контуров, невыраженность или отсутствие «mass-эффекта», отсутствие перитуморозного отека, наличие кист, медленное и полифокальное накопление контраста. Наибольшей чувствительностью (100%) обладают критерии отсутствия «mass-эффекта» и перифокального отека. Далее отмечается способность опухоли к медленному накоплению контраста (90%). Исследования показали, что фибриллярные и протоплазматические астроцитомы (70) на аксиальных Т2 ВИ давали умеренно гиперинтенсивные сигналы и выглядели гипоинтенсивными на коронарных Т1 ВИ. Пилоцитарные астроцитомы (20), как правило, локализовались в белом веществе, близко к стенкам желудочков и не распространялись на смежные доли мозга. На аксиальных Т2 ВИ и коронарных Т1 ВИ опухоль была изоинтенсивной по отношению к структуре мозга и зачастую сопровождалась наличием в ней кисты, гиперинтенсивной в Т2 ВИ и изоинтенсивной в Т1 ВИ. Кальцинаты выявлены в 3 случаях. Олигодендроглиомы выявлены у 17 больных и локализовались преимущественно в лобной и височной долях. В 4 наблюдениях опухоли больших размеров вызывали смещение срединных структур и сопровождалась перитуморозным отеком. Структура опухолей была неоднородной за счет наличия кальцинатов.

При динамическом МР-контрастировании доброкачественных глиом чаще всего (90%) наблюдалось отсутствие или позднее и слабое полифокальное накопление контраста. В 9 случаях наблюдалось слабое периферическое накопление контрастного вещества или его отсутствие.

Как правило, по мере малигнизации глиом меняется однородность их структуры за счет отеков некроза, кровоизлияний, поэтому МР-сигналы от этих опухолей были в наших исследованиях гетерогенными. Постоянным критерием МР-диагностики АН АСЦ и ГБ является неоднородность их структуры, нечеткость контуров и выраженный «mass-эффект» и перифокальный отек. Контрастирование в большинстве случаев было полифокальным, в меньшей степени периферическим, и проходило быстрее, чем при доброкачественных глиомах.

Эпендимома диагностирована в 2 случаях. Процесс локализовался в лобной доле у беременных женщин в возрасте 27 лет. На нативной КТ выявлялось образование больших размеров с перифокальным отеком, выраженным «mass-эффектом». Опухоль имеет умеренно повышенную плотность с участками ее понижения (за счет кист).

Метастазы в головной мозг диагностированы у 156 больных в возрасте старше 60 лет (85 мужчин, 71 женщина). Основные источники метастазов были:

- рак легких;
- рак молочной железы;

- рак почки;
- рак щитовидной железы.

Наиболее часто (80%) диагностированы солитарные метастазы, реже (18%) — множественные. В структуре метастазов встречаются зоны некрозов, кровоизлияний. Для большинства метастазов характерен перифокальный отек. На КТ большинство метастазов имели низкую плотность, лишь в случаях наличия геморрагических, кальцинированных и высоко протеиновых включений имели повышенную плотность. На РКТ с КУ наблюдалось кольцевидное усиление («эффект короны»), что объясняется наличием некроза или кисты в центре опухоли и обильной васкуляризацией его периферии. МРТ с ДКУ является более информативным, чем РКТ, в диагностике метастазов в головной мозг. Метастазы лучше визуализируются на Т2 ВИ. Метастазы необходимо дифференцировать со злокачественными глиомами, абсцессами, гранулемами, паразитарными кистами, менингиомами, невриномами 8-й пары.

Менингиомы больших полушарий. Среди 183 больных конвекситальными менингиомами 117 локализовались в височной доле, 28 — в лобной, 28 — в теменных, 10 — в затылочной доле.

Наиболее значимые МРТ-признаки менингиом: четкие контуры, однородность структуры, выраженный «mass-эффект», наличие или отсутствие перифокального отека, накопление контраста до 3-4 мин., гомогенное контрастирование. Как правило, на МРТ менингиомы имели четкие контуры и в Т1 и Т2 ВИ давали гомогенно-изоинтенсивные МР-сигналы. Выраженный гиперинтенсивный в Т1 ВИ перитуморозный отек, неоднородность сигналов от опухоли (за исключением гипоинтенсивных кальцинатов) встречались при больших размерах опухоли и при ее малигнизации (морфоподтверждение в 4 случаях). Значительное смещение срединных структур наблюдалось при опухолях больших размеров. В 8 наблюдениях опухоль была тесно связана с прилежащими костями, а твердая оболочка была уплотнена, что согласуется с данными других авторов [6-9]. При МРТ с КУ в связи с богатой васкуляризацией менингиомы во всех случаях в течение первых секунд отмечалось быстрое и гомогенное накопление контраста в опухоли (интенсивность сигнала — $275 \pm 2,3\%$). Высокой специфичностью (98%), чувствительностью (98%), точностью обладали КТ с КУ.

Аденомы гипофиза. Краниофарингиомы

За период с 2000 по 2009 год проведено 607 обследований пациентов по поводу заболеваний гипофиза, из них мужчин — 257 человек (42,47%), женщин — 350 (57,6%). Возраст пациентов в пределах от 6 до 77 лет. Средний возраст пациента — 46 лет. Из числа выявленных заболеваний большую часть составили аномалии гипофиза, а именно «пустое» турецкое седло (378 случаев, 62,2%) и аденомы (микро- и макроаденомы) — 229 случаев (37,8%).

Количество больных с заболеваниями гипофиза среди обследованных пациентов.

| Годы | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|----------------------|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Заболевания гипофиза | 26, 3% | 45, 3,8% | 67, 4,6% | 68, 4,9% | 82, 5,5% | 60, 4,2% | 48, 4,2% | 62, 3,2% | 80, 3,9% | 69, 4,4% |

У больных с макроаденомами гипофиза, особенно с супраселлярным ростом в проекции турецкого седла, выявлялось овальное или округлое образование, гиперинтенсивное на аксиальных Т1 ВИ. Появление неоднородных сигналов свя-

зывалось с присутствием в опухоли участков некроза, кровоизлияний или кист (20-30%). Макроаденомы гипофиза обычно слабо и гомогенно контрастировались в среднем через 4-6 минут, с пиком насыщения $82\% \pm 3.9$. Микроаденомы, выявленные у 32 больных, локализовались чаще в передних отделах гипофиза в виде очажков гиперинтенсивных в аксиальных T2 ВИ на фоне изоинтенсивной ткани железы. При МРТ с КУ выявлялись все микроаденомы, с усилением сигнала через 4-6 минут от начала контрастирования.

Краниофарингиомы выявлены у 17 мужчин и 19 женщин в возрасте от 9 до 29 лет. Во всех случаях выявлено супра- и параселлярное распространение новообразования. Нечеткие контуры (91%), неоднородная структура (100%), периферическое контрастирование (77%). На МРТ краниофарингиомы визуализируются в виде кистозных образований неоднородной структуры. Опухоль чаще всего имеет мелкокамерное строение и характерный пестрый вид. Присутствие гипоинтенсивных в T1 и T2 ВИ кальцинатов наблюдалось в 8 случаях. Кистозное содержимое опухоли выглядит гиперинтенсивным в T2 ВИ и гипоинтенсивным на T1 ВИ в коронарных и сагиттальных срезах. Краниофарингиомы четко выявлялись на краниограммах и линейных томограммах черепа.

Выводы

1. МР-томограф Siemens Magnetom (Германия) напряженностью магнитного поля 0,2 Тл, позволяет в $90 \pm 3\%$ диагностировать первичные опухоли головного мозга, провести дифференциацию добро- и злокачественных новообразований, изучить особенности кровотока опухолей, установить наличие или отсутствие перитуморозного отека, степень смещения срединных структур головного мозга.
2. МР-томография на томографах с напряженностью магнитного поля 0,2 Тл — высокоэффективный метод диагностики метастазов в головной мозг, макро- и микроаденом гипофиза, краниофарингом.
3. МР-томографы напряженностью магнитного поля 0,2 Тл могут эксплуатироваться в ЦРБ, городских клинических больницах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Акберов Р.Ф., Михайлов И.М., Чернова Г.Г. Магнитная резонансная томография в комплексном обследовании при эпилепсии у детей // Вестн. рентгенол. и радиологии, 1995. — № 4. — С. 22-23.
2. Акберова С.Р., Михайлов М.К., Акберов Р.Ф. Рентгеновская компьютерная томография в дифференциальной диагностике сосудистых поражений и опухолей головного мозга // Вестн. рентгенол. и радиологии, 1996. — № 1. — С. 24-25.
3. Алексеев А.Г., Данилов В.И. Первичные опухоли центральной нервной системы в РТ // Вопросы нейрохирургии, 2006. — № 3. — С. 34-40
4. Бенцион Д.Л., Гвоздев П.Б., Сакович В.П. и др. Первый опыт интерстициальной брахитерапии при первичных и метастатических опухолях головного мозга // Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н.Н. Бурденко: Научно-практический журнал, 2006. — № 18. — С. 73-79.
5. Голанов А.В., Коновалов А.Н., Корниенко В.Н., Ильялов С.Р. и др. Первоначальный опыт применения ГАММА-НОЖА для радиологического лечения внутримозговых новообразований // Вопросы нейрохирургии, 2007. — № 1. — С. 3-10.
6. Ибатуллин М.М. Магнитно-резонансная диагностика опухолей и многоочаговых поражений головного мозга на томографах среднего поля // Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. — СПб, 2002.
7. Коновалов А.Н., Корниенко В.Н. Компьютерная томография в нейрохирургической клинике. — М.: Медицина, 1985.

8. Коновалов А.Н., Корниенко В.Н., Пронин И.Н. Магнитно-резонансная томография в нейрохирургии. — М.: Видар, 1997.

9. Коновалов А.Н., Потапов А.А., Лошаков В.А., Олешин В.Е. и др. Стандарты, опции и рекомендации в лечении глиальных опухолей мозга у взрослых // Вопросы нейрохирургии, 2006. — № 2. — С. 3-11.

10. Корниенко В.Н., Пронин И.Н., Туркин А.М., Фадеева Л.М. Контрастное усиление опухолей головного и спинного мозга при МР-томографии со сверхнизкой напряженностью магнитного поля // Вопросы нейрохирургии, 1993. — № 4. — С. 13-16.

11. Корниенко В.Н., Пронин И.Н. Gd DTPA в диагностике метастатических поражений головного мозга // Вестник рентгенологии и радиологии, 1994. — № 5. — С. 5-10.

12. Костеников Н.А., Фадеев Н.П., Тютин Л.А. Сравнительная оценка диагностических возможностей ПЭТ с ^{18}F -ФДГ и ^{23}Na -бутиратом натрия при обследовании больных с объемными образованиями головного мозга и нарушениями мозгового кровообращения (результаты полуколичественной оценки данных) // Вестник рентгенологии и радиологии, 2002. — № 4. — С. 4.

13. Пронин И.Н., Корниенко В.Н., Подопригора А.Е. и др. Комплексная МР-диагностика абсцессов головного мозга // Вопр. Нейрохир., 2002. — № 1. — С. 7-11.

14. Сахапова Л.Р., Габидуллин Д.Д., Хабилов Р.А., Шигабутдинова Т.Н., Алтунбаев Р.А. Возможности низкополевой томографии в диагностике заболеваний головного мозга и позвоночника (по опыту работы томографа «ТМР-0.06-КФТИ» в клинике КГМУ) // Матер. ежегодной науч.-практич. конф. Инновации РАН. — 2010. — Казань.

15. Синецын В.Е., Корниенко В.Н. Применение омнискана при МР-исследовании ЦНС // Вестн. рентген. и радиол., 1996. — № 4. — С. 5-9.

16. Скворцова Т.Ю., Бродская З.Л., Рудас М.С. Позитронно-эмиссионная томография в диагностике продолженного роста опухолей головного мозга // Журнал «Вопросы нейрохирургии» имени Н.Н. Бурденко. — 2005. — № 2. — С. 3-7.

17. Труфанов Г.Е., Рамишвили Т.Е., Дергунова Н.И., Бойков И.В. Совмещенное позитронно-эмиссионная и компьютерная томография (ПЭТ-КТ) в диагностике опухолей головного мозга // СПб: ЭЛБИ-СПб, 2005. — 94 с.

18. Bone I. Neuro-oncology I. Bone G.N. Fuller J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry. 2004. Vol. 75, Suppl. 2. P. 1.

19. Collins VP. Brain tumours: classification and genes. J Neurol Neurosurg Psychiatry. Jun 2004; 75 Suppl 2: ii2-11.

20. Gerrard G. and Franks K. Overview of the diagnosis and management of brain, spine, and meningeal metastases. Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry 2004; 75 Suppl 2: ii37-42.

21. Grant R. (2004) Overview: Brain tumour diagnosis and management / Royal College of Physicians guidelines. Journal of Neurology, Neurosurgery, and Psychiatry 75 Suppl. 2: ii18-ii23.

22. McKinney P.A. Brain tumors incidents, survival and aetiology // Neurol Neurosurg Psychiatry. — 2004. 75 Suppl. 2: ii12-ii17.

23. Rampling, R. The present and future management of malignant brain tumors: surgery, radiotherapy, chemotherapy R. Rampling, A. James, V. Papanastassiou J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry. 2004. Vol. 75, Suppl. 2. P. 24-30.

24. Russel E.J., Gerema G., Johnson C. Multiple cerebrale metastases: defectability with Gd-DTPA — enhanced MR// Radiol 1997. — Vol 165. — P. 609-617.

25. Spoto G.P., Press G.A., Hesselink J.R., Solomon M. Intracranial ependymoma and subependymoma: MR manifestations // AJNR Am J Neuroradiol. Jan-Feb 1990; 11(1): 83-91.

26. Stupp R., Baumert B. Promises and controversies in the management of low-grade glioma // Ann. Oncol. — 2003. — Vol. 14. — P. 1695-1696.

27. Whittle I.R. The dilemma of low grade glioma I.R. Whittle J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry. 2004. — Vol. 75. — Suppl. 2. P. 31-36.