

## ВОЗМОЖНОСТИ ВЫСОКОПОЛЬНОЙ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ УЗЛОВЫХ ОБРАЗОВАНИЙ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ

Е.Е. Бобер<sup>1</sup>, И.Г. Фролова<sup>1</sup>, Е.Л. Чойнзонов<sup>1,2</sup>, Н.Ю. Быстрова<sup>1</sup>,  
М.Р. Мухамедов<sup>1,2</sup>, М.В. Авдеенко<sup>1</sup>

ФГБУ «НИИ онкологии» СО РАМН, г. Томск<sup>1</sup>,  
ГБОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Томск<sup>2</sup>  
634028, г. Томск, ул. Савиных, 12/1, e-mail: FrolovaIG@oncology.tomsk.ru<sup>1</sup>

Проанализированы данные высокопольной магнитно-резонансной томографии, которая выполнялась в предоперационном периоде пациентам с узловыми образованиями щитовидной железы. В исследование были включены 33 пациента с доброкачественными образованиями, 18 пациентов с верифицированным раком щитовидной железы. Проведен анализ диагностической ценности высокопольной МРТ, выявлены дифференциально-диагностические критерии узловых образований щитовидной железы при проведении МРТ с динамическим контрастированием.

Ключевые слова: МРТ, узловые образования щитовидной железы, рак щитовидной железы.

### ROLE OF HIGH-FIELD MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN DETECTION OF NODULAR LESIONS OF THE THYROID

E.E. Bober<sup>1</sup>, I.G. Frolova<sup>1</sup>, E.L. Choinzonov<sup>1,2</sup>, N.Yu. Bystrova<sup>1</sup>, M.R. Mukhamedov<sup>1,2</sup>, M.V. Avdeenko<sup>1</sup>

Cancer Research Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Medical Sciences, Tomsk<sup>1</sup>

Siberian State Medical University, Tomsk<sup>2</sup>

12/1-Savinykh Street, 634028-Tomsk, Russia,

e-mail: FrolovaIG@oncology.tomsk.ru<sup>1</sup>

The aim of the study was to evaluate the high-field magnetic resonance imaging (MRI) findings in patients with nodular lesions of the thyroid before surgery. The study included 33 patients with benign lesions and 18 patients with histologically-verified thyroid cancer. The diagnostic value of high-field MRI was analyzed and differential-diagnostic criteria of thyroid nodules were determined in dynamic contrast-enhanced MRI.

Key words: MRI, nodular lesions of the thyroid, thyroid cancer.

Заболевания щитовидной железы занимают доминирующее место среди эндокринопатий, и их уровень сохраняет устойчивую тенденцию к росту. Этот тренд имеет многофакторный характер: ухудшение экологической ситуации, демографические сдвиги, связанные с увеличением числа лиц пожилого и старческого возраста, улучшение качества диагностики. Клиническая значимость нодулярной патологии щитовидной железы определяется высокой распространенностью рака в выявленных узловых образованиях, который встречается, по данным разных авторов, в 4–10 % случаев. Злокачественные опухоли щитовидной железы в среднем составляют 1–1,5 % в общей структуре онкологической патологии. Рак щитовидной железы регистрируется у мужчин в 0,6–5,0 случаях на 100 тыс. населения, у женщин – в 1,2–16 [4, 8, 10].

Одной из важных задач в планировании лечебных мероприятий на дооперационном этапе является поиск признаков, позволяющих провести дифференциальную диагностику между доброкачественными узловыми образованиями и раком щитовидной железы, что, в свою очередь ведет, к определению рациональности и радикальности объема хирургического вмешательства. В настоящее время по информативности и доступности ультразвуковое исследование (УЗИ) занимает ведущее место как самостоятельный метод первичной диагностики заболеваний щитовидной железы. Метод неинвазивен, обладает высокой разрешающей способностью, дает возможность оценить размеры, структуру опухолевого узла, исследовать кровоток (ультразвуковая доплерография) [5, 8].

Однако до сих пор нет абсолютных достоверных ультразвуковых признаков доброкачественных или злокачественных образований щитовидной железы. В отношении доброкачественных узлов или аденом сонография является методом, достаточным для верификации диагноза. Иначе обстоит дело с диагностикой злокачественных опухолей. Ультразвуковая картина при злокачественной опухоли, как правило, разнообразна, узел может иметь различную экзогенность и структуру, поэтому становится важным использование новых технологий для повышения точности в дифференциальной диагностике узловых образований щитовидной железы [3, 5, 9, 12]. Важным дополнением сонографии, существенно повышающим ее информативность, является тонкоигольная пункционная аспирационная биопсия (ТПАБ) щитовидной железы, но результативность цитологического заключения при пункции щитовидной железы колеблется в пределах 58,2–82 % [3, 5, 7, 12].

Диагностическая ценность магнитно-резонансной томографии (МРТ) применительно к патологии щитовидной железы остается противоречивой и недостаточно изученной. Компьютерная томография (КТ) щитовидной железы из-за наличия в этой области структур, близких по плотности друг другу, хуже дифференцирует анатомические элементы. Следует отметить тот факт, что контрастное усиление при КТ может несколько улучшить результаты, которые и в этом случае уступают по информативности МРТ. Несмотря на то, что возможности МРТ в выявлении узловых образований в щитовидной железе приближаются к УЗИ, из-за сложности и дороговизны МРТ-исследование не находит широкого применения. Некоторые исследователи отрицают необходимость применения МРТ в верификации тиреоидной патологии, другие указывают на возможность получения достоверных данных о морфологическом строении узлов щитовидной железы и высокую эффективность дифференциальной диагностики доброкачественных очагов и рака щитовидной железы [2, 11, 13–15]. По данным ряда отечественных и зарубежных авторов, к магнитно-резонансной томографии следует прибегать, когда другие лучевые методы не дают удовлетворяющей информации. В настоящее время показанием для МРТ щитовидной железы является наличие узловых образований, особенно при их загрудинном расположении [1, 6, 9]. Таким образом, в

литературе отсутствует единое мнение о роли МРТ в уточняющей и дифференциальной диагностике заболеваний щитовидной железы.

**Целью исследования** явилось изучение возможностей высокопольной магнитно-резонансной томографии в дифференциальной диагностике узловых образований щитовидной железы.

#### **Материал и методы**

Проведено комплексное обследование 51 пациента с узловыми образованиями щитовидной железы, находившихся на лечении в клинике ФГБУ «НИИ онкологии» СО РАМН. У 33 пациентов морфологически верифицированы доброкачественные образования, у 18 пациентов – рак щитовидной железы ( $T_{1-4}N_{0-3}M_0$ ). Среди заболевших были преимущественно лица женского пола (47 человек). Возраст больных колебался в пределах от 27 до 68 лет, средний возраст составил  $52,4 \pm 1,3$  года.

Алгоритм обследования включал осмотр и пальпацию щитовидной железы и шейных лимфатических узлов, ультразвуковое исследование щитовидной железы с последующей тонкоигольной аспирационной биопсией под ультразвуковым контролем, магнитно-резонансную томографию щитовидной железы. Все пациенты были обследованы на 1,5Т МР-томографе «Magnetom Essenza» (Siemens, Германия). Зона исследования начиналась от области околушных слюнных желез до уровня бифуркации трахеи. Протокол исследования включал получение T1 взвешанных изображений (ВИ), T2 ВИ, методику подавления сигнала от жира, DWI с толщиной срезов 3 мм. Первоначально выполнялась серия изображений в коронарной плоскости (которая проходила по максимальному длиннику щитовидной железы) с подавлением сигнала от жира. Далее выполнялись сканы в аксиальной и сагиттальной проекциях в T1, T2 и DWI изображениях. При необходимости протокол исследования дополнялся серией аксиальных сканов с подавлением сигнала от жира (для оценки лимфатических узлов).

Магнитно-резонансная томография с динамическим контрастированием выполнялась в аксиальной проекции с получением T1 ВИ в последовательности VIBE 3D. На первом этапе выполняли одну преконтрастную серию T1 ВИ в аксиальной проекции. С помощью автоматического инъектора болюсно вводили парамагнетик в стандартной дозе 0,2 мл/кг с последующим введением

30 мл физиологического раствора. После введения парамагнетика получали серию сканов T1 ВИ в аксиальной проекции, выполненных с теми же техническими параметрами, которые сравнивали с аналогичными изображениями до введения контраста.

В завершение исследования осуществляли постпроцессорный анализ в виде математической обработки полученных изображений с методикой цифровой субтракции и построением графиков захвата и выведения контрастного вещества, с помощью которых оценивали степень накопления и динамику прохождения контрастного вещества в узловых образованиях, а также в неизменной паренхиме щитовидной железы для проведения сравнительного анализа.

### Результаты и обсуждение

Визуальный анализ МР-томограмм включал выявление узлового образования в щитовидной железе, оценку формы, размеров, контуров образований; характеристику структуры на T1 ВИ и T2 ВИ, взаимосвязь образования с окружающими органами (трахеей, пищеводом, магистральными кровеносными сосудами шеи), анализ захвата и выведения контрастного вещества в выявленных образованиях с помощью постпроцессорной обработки полученных данных.

При проведении МРТ щитовидной железы выявлены следующие семиотические особенности: размеры всех выявленных узловых образований

колебались от 8 мм до 83 мм, средний размер образований –  $23 \pm 6$  мм. Узловые образования как локализовались в одной из долей, так и носили полинодозный характер, с одно- или двусторонней локализацией.

При узловом зобе образования в 64,3 % случаев имели четкие и ровные контуры, в 46,4 % прослеживалась капсула (таблица). Структура узловых образований была преимущественно неоднородной, что зависело от соотношения тканевых элементов и коллоида в структуре узла. Кистозно-коллоидные образования имели гиперинтенсивный сигнал на T1 и T2 ВИ, что было обусловлено белковой природой коллоида. Кистозно-солидные узлы имели гетерогенный сигнал преимущественно на T2 ВИ с наличием глыбчатых гиперинтенсивных включений, при этом на T1 ВИ выявлялись преимущественно гипоинтенсивные включения. Отмечена зависимость МР-картины от размеров узлов. Так, в узловых образованиях, имеющих размеры более 30 мм (14,2 %), отмечена выраженная гетерогенная структура, что было обусловлено их кистозной перестройкой, а также наличием фиброзных перегородок в узлах и участков обызвествления (которые имели сниженный МР-сигнал). Строма узлового образования, имеющая изоинтенсивный сигнал, была хорошо васкуляризирована и накапливала парамагнетик, участки кистозной перестройки не накапливали парамагнетик.

Таблица

### Частота встречаемости МР-признаков узловых образований щитовидной железы

МР-признаки		Узловой зоб (n=28)	Аденома (n=5)	Рак (n=18)	ХАТ (n=8)
Наличие капсулы	Присутствует	13 (46,4 %)	5 (100 %)	-	-
	Отсутствует	15 (53,6 %)	-	18 (100 %)	-
Интенсивность сигнала на T1 ВИ	Гипоинтенсивный однородный	3 (10,8 %)	-	3 (16,6 %)	3 (37,6 %)
	Гиперинтенсивный однородный	2 (7,1 %)	1 (20 %)	-	-
	Неоднородный	23 (82,1 %)	4 (80 %)	15 (83,4 %)	5 (62,6 %)
Характер включений на T1 ВИ	Глыбчатые гиперинтенсивные	12 (42,9 %)	4 (80 %)	5 (27,8 %)	5 (62,6 %)
	Глыбчатые гипоинтенсивные	18 (64,3 %)	3 (60 %)	4 (22,2 %)	-
	Линейные гипоинтенсивные	8 (28,6 %)	2 (40 %)	13 (72,2 %)	5 (62,6 %)
Интенсивность сигнала на T2 ВИ	Гипоинтенсивный однородный	-	-	4 (22,2 %)	-
	Гиперинтенсивный однородный	5 (17,9 %)	-	-	-
	Неоднородный	23 (82,1 %)	5 (100 %)	15 (77,8 %)	8 (100 %)
Характер включений на T2 ВИ	Глыбчатые гиперинтенсивные	17 (60,8 %)	5 (100 %)	3 (16,8 %)	8 (100 %)
	Глыбчатые гипоинтенсивные	14 (50 %)	1 (20 %)	5 (27,8 %)	-
	Линейные гипоинтенсивные	8 (28,6 %)	2 (40 %)	8 (44,4 %)	8 (100 %)

Примечание: ХАТ – хронический аутоиммунный тиреозит.

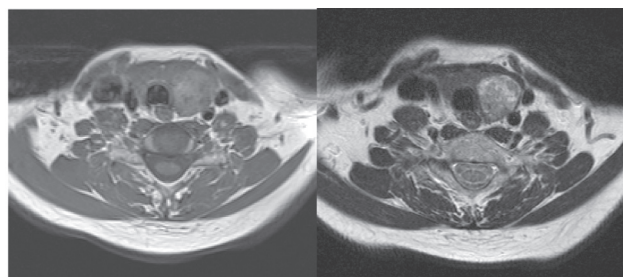


Рис. 1. МР-томограммы аденомы щитовидной железы. В левой доле щитовидной железы определяется узловое образование с четкими, ровными контурами, имеющее капсулу. Образование имеет неоднородный МР-сигнал, с наличием гипо- и гиперинтенсивных глыбчатых включений на Т1 ВИ и Т2 ВИ.  
Примечание: А) Т1 ВИ (аксиальный срез);  
Б) Т2 ВИ (аксиальный срез)

Аденомы (9,8 %) визуализировались в виде гетерогенных узлов с неоднородным сигналом на Т1 и Т2 ВИ, с преимущественным наличием глыбчатых гиперинтенсивных включений как на Т1, так и на Т2 ВИ (рис. 1). При введении парамагнетика аденомы накапливали контрастное вещество достаточно однородно, контуры оставались четкими, инфильтрации окружающих структур выявлено не было.

В 15,7 % случаев узловые образования визуализировались на фоне диффузных изменений щитовидной железы по типу хронического аутоиммунного тиреоидита. Паренхима щитовидной железы имела неоднородный МР-сигнал как на Т1, так и на Т2 ВИ, с наличием во всех случаях линейных гипоинтенсивных включений, а также мелких (1–2 мм) глыбчатых гиперинтенсивных включений на Т2 ВИ (62,2 %), с наличием множественных как истинных, так и ложных узловых образований от 0,5 мм до 15 мм, которые имели нечеткие контуры. При введении контрастного вещества паренхима железы интенсивно накапливала парамагнетик, и на этом фоне достоверно выявить истинные узловые образования было сложно.

При злокачественных опухолях (рис. 2) в 83,4 % случаев узлы имели нечеткие и неровные контуры, при этом в 27,7 % случаев отмечалась инвазия в окружающие органы (клетчатка, трахея, сосудистые структуры). Структура образований имела неоднородный МР-сигнал, что было обусловлено различными морфологическими характеристиками. Гиперинтенсивные участки на Т2 ВИ были обу-

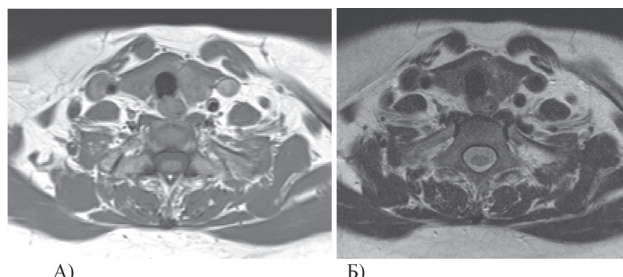


Рис. 2. МР-томограммы рака щитовидной железы. В левой доле щитовидной железы определяется узловое образование, с нечеткими, неровными контурами. Образование имеет неоднородный МР-сигнал, с наличием гипоинтенсивных включений линейного и глыбчатого характера на Т1 ВИ (а) и глыбчатых гиперинтенсивных и линейных гипоинтенсивных включений на Т2 ВИ (б). Примечание: А) Т1 ВИ (аксиальный срез);  
Б) Т2 ВИ (аксиальный срез)

словлены накоплением белковых элементов (таких как коллоид, амилоид) и слабой выраженностью фиброза. Линейные гипоинтенсивные участки на Т1 ВИ (72,2 %) и Т2 ВИ соответствовали фиброзным включениям, а мелкие (2–3 мм) участки сниженного МР-сигнала на Т1 и Т2 ВИ соответствовали участкам обызвествления – 22,2 % и 27,8 % соответственно. При введении парамагнетика отмечалось его неоднородное накопление. В 6,1 % случаев опухольная инфильтрация распространялась на стенки окружающих сосудов (внутреннюю яремную вену, общую сонную артерию), что характеризовалось выраженной нечеткостью контуров между образованием и прилегающей стенкой сосуда, а в ряде случаев сужением просвета сосуда. Инфильтрация стенки трахеи зарегистрирована в 4 %.

В алгоритм обследования была включена оценка лимфатических узлов шеи, начиная от уровня околоушных лимфатических узлов и заканчивая уровнем паратрахеальной группы. При МРТ в 16,3 % случаев визуализировались лимфатические узлы размером от 5 мм до 10–12 мм, овальной формы. В 10,2 % были выявлены увеличенные лимфатические узлы размерами более 15 мм. Как правило, это были узлы на стороне поражения, в 4 % поражение лимфатических узлов носило двусторонний характер.

Необходимо отметить, что при низко расположенной щитовидной железе, анатомических особенностях строения шеи, а также при наличии патологического процесса в щитовидной железе, распространяющегося загрудинно, МРТ имела



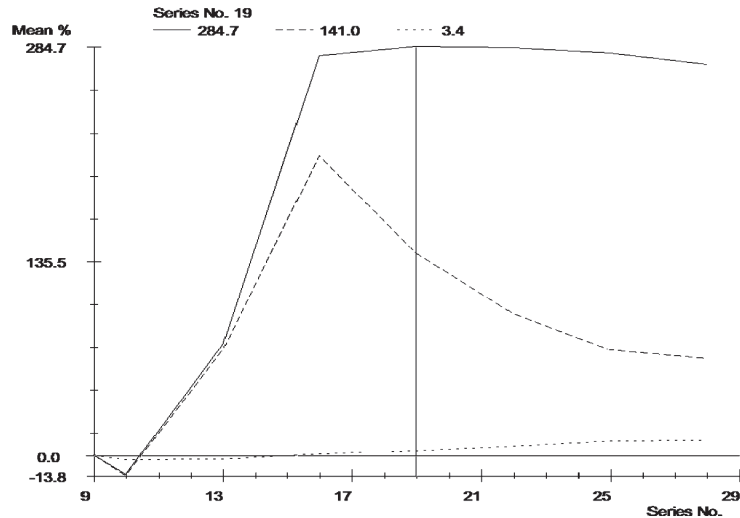


Рис. 3. Динамическое контрастное усиление при узловом зобе.

Определяется усиление интенсивности сигнала с последующим плато и постепенным пологим снижением.

Примечание: \_\_\_\_\_ интенсивность усиления сигнала при узловом зобе;  
 ----- интенсивность усиления сигнала в неизменной паренхиме щитовидной железы;  
 ..... интенсивность усиления сигнала в кивательной мышце

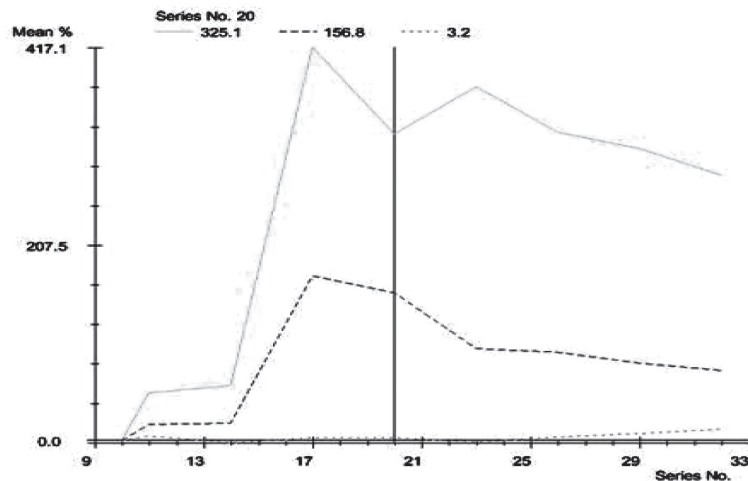


Рис. 4. Динамическое контрастное усиление при раке щитовидной железы. Определяется раннее интенсивное усиление сигнала, с формированием острого пика с последующим быстрым вымыванием. Примечание:

\_\_\_\_\_ интенсивность усиления сигнала при раке щитовидной железы;  
 ----- интенсивность усиления сигнала в неизменной паренхиме щитовидной железы;  
 ..... интенсивность усиления сигнала в кивательной мышце

несомненное преимущество перед УЗИ в выявлении истинных границ опухоли, распространения образования на окружающие структуры (сосуды, пищевод, клетчатку шеи, трахею), а также в выявлении паратрахеальных лимфатических узлов, не всегда визуализированных при ультразвуковом исследовании.

При анализе параметров динамического МР-сканирования основными критериями оценки в дифференциальной диагностике узловых образований щитовидной железы явились: тип кривой накопления и выведения контрастного препарата, время достижения пика и степень максимального контрастирования. Так, для доброкачественных

образований (рис. 3.) в щитовидной железе преобладали процессы усиления интенсивности сигнала в течение 14–23 сек (постепенный захват контрастного вещества) с формированием пологого пика и/или с последующим постепенным пологим снижением и плато (медленное выведение контрастного вещества). При аутоиммунном тиреоидите чаще наблюдалось раннее интенсивное усиление сигнала во всех измеряемых областях паренхимы щитовидной железы с последующим быстрым вымыванием, тем самым отражая повышенную васкуляризацию щитовидной железы при тиреоидите. При злокачественных новообразованиях (рис. 4) чаще наблюдалось раннее интенсивное усиление сигнала, с формированием острого пика на 12–17 сек (быстрое накопление), после достижения – фаза выведения контрастного вещества, отражая процесс быстрого его вымывания.

#### Заключение

Включение МРТ в алгоритм обследования больных с узловыми образованиями щитовидной железы позволяет получить дополнительную информацию о структуре узловых образований, траси щитовидной железы, отвечает на вопрос о распространенности патологического процесса. Дифференциально-диагностическими критериями доброкачественных и злокачественных образований могут служить оценка контуров, структуры, характера включений, оценка параметров накопления контрастного вещества. Для узлового зоба характерны четкие и ровные контуры, гетерогенная структура на T1 и T2 ВИ, наличие как гипоинтенсивных, так и гиперинтенсивных включений. Аденомы имели гетерогенную структуру как на T1, так и на T2 ВИ, с гиперинтенсивными включениями глыбчатого характера на T1 и T2 ВИ, всегда прослеживалась капсула. При анализе кривых «интенсивность сигнала – время» выявлено, что для доброкачественных образований (в том числе и аденом) в щитовидной железе преобладали процессы усиления интенсивности сигнала с последующим постепенным пологим снижением и наличием плато.

При раке щитовидной железы опухоль имела нечеткие, неровные контуры, неоднородность сигнала была обусловлена преимущественно

гипоинтенсивными включениями как линейного, так и глыбчатого характера на T2 ВИ. При распространении за пределы капсулы отмечался инфильтративный характер роста с вовлечением в патологический процесс окружающих структур. Злокачественные опухоли щитовидной железы при динамическом контрастировании характеризовались наличием раннего усиления интенсивности сигнала с формированием более раннего острого пика (в сравнении с доброкачественными образованиями), с последующим преобладанием фазы выведения контрастного вещества.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ахадов Т.А., Колокаси́дис И.В., Снугирева Р.Я. Магнитно-резонансная томография в исследовании щитовидной железы // Вестник рентгенологии и радиологии. 2000. № 4. С.43–46.
2. Бояджан Г.Г., Тарджиманова Л.М. Магнитно-резонансная томография в дифференциальной диагностике узловых образований щитовидной железы // Материалы Всероссийского научного форума «Радиология 2005». М., 2005. С. 50–52.
3. Ваганова Г.Р., Михайлов И.М., Хамзина Ф.Т. Допплерография в диагностике аутоиммунного тиреоидита // Ультразвуковая и функциональная диагностика. 2006. № 3. С. 77–84.
4. Валдина Е.А. Заболевания щитовидной железы. СПб.: Питер, 2005. 368 с.
5. Евтюхина А.Н. Комплексная лучевая диагностика очагового поражения щитовидной железы: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. СПб., 2009. 19 с.
6. Колокаси́дис И.В., Ахадов Т.А., Снугирева Р.Я. Магнитно-резонансная томография в диагностике заболеваний щитовидной железы // Медицинская визуализация. 1999. № 1. С. 11–15.
7. Кондратьева Т.Т., Павловская А.И., Врублевская Е.А. Морфологическая диагностика узловых образований щитовидной железы // Практическая онкология. 2007. Т. 8, № 1. С. 9–16.
8. Мерабишвили В.М. Онкологическая служба в Санкт-Петербурге и районах города в 2005 г. СПб., 2006. 123 с.
9. Пинский С.Б., Калинин А.П., Белобородов В.А. Диагностика заболеваний щитовидной железы / Под ред. А.П. Калинина. М.: Медицина, 2005. 192 с.
10. Чиссов В.И., Старинский В.В. Злокачественные новообразования в России в 2008 году. М., 2010. 256 с.
11. Aydin H., Kızılgöz V., Tatar I. et al. The role of proton MR spectroscopy and apparent diffusion coefficient values in the diagnosis of malignant thyroid nodules: preliminary results // Clin. Imaging. 2012. Vol. 36 (4). P. 323–333.
12. Bonavita J.A. Sonographic patterns of benign thyroid nodules // AJR. 2012. Vol. 198 (1). P. 102–103.
13. Bozgeyik Z., Coskun S., Dagli A.F. et al. Diffusion-weighted MR imaging of thyroid nodules // Neuroradiology. 2012. Vol. 51 (3). P.193–198.
14. Erdem G., Erdem T., Muammer H. et al. Diffusion-weighted images differentiate benign from malignant thyroid nodules // J. Magn. Reson. Imaging 2009. Vol. 31 (1). P. 94–100.
15. Kusunoki T., Murata K., Nishida S. et al. Histopathological findings of human thyroid tumors and dynamic MRI // Auris Nasus Larynx. 2002. Vol. 29 (4). P. 357–360.

Поступила 4.02.13