

МРТ В ДИАГНОСТИКЕ И ОЦЕНКЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ САРКОМ МЯГКИХ ТКАНЕЙ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)

Е.Е. Бобер¹, И.Г. Фролова¹, О.В. Котова¹, С.А. Величко¹, Е.Л. Чойнзонов^{1,2},
Ю.И. Тюкалов¹

Томский НИИ онкологии, г. Томск¹

ГБОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Томск²
634009, г. Томск, пер. Кооперативный, 5, e-mail: FrolovaIG@oncology.tomsk.ru¹

Аннотация

В обзоре литературы представлены данные о современных возможностях магнитно-резонансной томографии (МРТ) в комплексной диагностике сарком мягких тканей на догоспитальном этапе и на этапах комбинированного лечения. Представлены результаты использования МРТ в оценке местного распространения опухоли, а также диагностических возможностях диффузионно-взвешенной МРТ и МРТ с динамическим контрастированием в оценке эффективности предоперационного лечения.

Ключевые слова: саркомы мягких тканей, магнитно-резонансная томография.

Саркомы мягких тканей (СМТ) относятся к сравнительно редким новообразованиям, составляя около 1 % в общей структуры злокачественных опухолей. Они встречаются преимущественно у пациентов в возрасте 40–70 лет, однако СМТ могут развиваться в любом периоде жизни, в том числе и у детей. В России СМТ составляют 0,7 % среди всех злокачественных опухолей [1, 6, 9]. Эти злокачественные новообразования исходят из мезенхимальной ткани, наиболее частой областью поражения является нижняя конечность, особенно бедро, реже – туловище, верхняя конечность, забрюшинное пространство, область головы и шеи.

Диагностика СМТ на догоспитальном этапе связана с рядом трудностей и часто сопровождается неправильной тактикой или ошибками в ведении больных [8] (длительное клиническое наблюдение пациентов под масками других диагнозов (абсцесс, гематома и т. д.), назначение физиотерапевтических процедур, нерадикально выполненное оперативное вмешательство), что приводит к несвоевременной постановке диагноза и отсроченному поступлению пациентов в специализированные стационары. Адекватная диагностика предопределяет дальнейшую тактику лечения, радикальность оперативного вмешательства и дальнейший прогноз заболевания. Однако до сих пор удельный вес органосохраняющих операций ниже, нежели калечащих вмешательств, приводящих к инвалидизации и снижению качества жизни больных [30]. Кроме того, диагностические ошибки, влекущие несвоевременное

начало лечения, снижают показатели отдаленной выживаемости, а также значительно ограничивают возможности как хирургического, так и системного противоопухолевого воздействия [16].

В зависимости от поставленных задач для диагностики патологических процессов в мягких тканях используется весь арсенал лучевых диагностических методов: рентгенография, УЗИ, КТ, МРТ, радионуклидные методы исследования [3, 4, 7, 25, 27, 37]. Широко используемое ультразвуковое исследование является достаточно информативным, наименее трудоемким, безопасным и экономичным. Такая рекомендация тем более оправдана, что в последнее время все большее число медицинских учреждений оснащается высококачественной эхографической аппаратурой. Непременным условием следует считать использование линейных высокочастотных датчиков (от 5 до 11 МГц), желательно на аппаратах, имеющих доплерографическую программу и эластографию [19, 20, 29]. Метод неинвазивен, обладает высокой разрешающей способностью, дает возможность оценить размеры, структуру опухолевого узла и его васкуляризацию. Компрессия тканей датчиком позволяет в определенной степени оценить их плотность, более точно устанавливаемую с помощью эластографии. Главным признаком, на основании которого можно предположить СМТ, считается наличие в мышечном слое узлового гипэхогенного неоднородного узлового образования [5, 12, 20]. Стандартное УЗИ позволяет оценить состояние окружающих тканей, в том числе прилежащих

костных структур. Небольшие рецидивные узлы после удаления СМТ, практически не визуализируемые при рентгенологическом исследовании на фоне мышц и послеоперационных изменений, достаточно четко определяются при эхографии. При небольших размерах образования данные УЗИ (с учетом морфологического заключения) оказываются достаточными для планирования лечебной тактики, включая оперативное вмешательство. Эхографический контроль считается одним из наиболее эффективных при выполнении чрескожной биопсии, при этом, особенно с использованием эластографии, имеется возможность выбрать наиболее плотный участок вне зон распада и некроза [15]. Также высока диагностическая эффективность УЗИ в оценке состояния регионарных лимфатических узлов.

Включение компьютерной томографии в алгоритм обследования расширяет возможности диагностики СМТ, особенно при локализации патологического процесса в толще большого объема мышечной массы (бедро, ягодицы, плечевой пояс), а также при невозможности выведения пальпируемого образования в краеобразующую зону. Основными КТ-признаками злокачественности являются: увеличение объема мягких тканей, повышение плотности прилежащей клетчатки, вовлечение в процесс нескольких групп мышц, инвазия кости, смещение мышечных жировых прослоек [5, 12, 13]. Однако тот факт, что злокачественные опухоли имеют плотность, близкую к плотности мышц, определение истинных размеров новообразования при КТ, даже в случае использования внутривенного контрастирования, затруднительно, поскольку контрастирование редко повышает плотность мягкотканых опухолей (менее 10 %). Достаточно четко границы опухолевого образования при КТ можно выявить при условии, что его коэффициент поглощения отличается от здоровой ткани на 10–15 единиц Хаунсфилда [28]. Преимущество КТ определяется в выявлении отдаленных метастазов в грудной и брюшной полости и лимфатических узлах. При этом имеются известные недостатки метода, такие как большая лучевая нагрузка и существующие противопоказания к использованию контрастных препаратов, которые в ряде случаев ограничивают возможности метода.

Магнитно-резонансная томография (МРТ) обладает целым рядом преимуществ перед другими методами лучевой диагностики: высокий межтканевой контраст и высокая пространственная разрешающая способность, исследование объекта в трех взаимоперпендикулярных плоскостях, отсутствие цито-, гепато-, нефротоксического и других отрицательных эффектов от введения контрастных препаратов, неинвазивность, отсутствие ионизирующего излучения и лучевой дозовой нагрузки [14, 32, 34]. Внедрение в медицинскую практику высокопольных аппаратов (1,5–3 Т) с возможно-

стью получения томограмм высокого разрешения, с толщиной срезов 1–2 мм, позволило выявлять мельчайшие структурные изменения [18, 37, 41]. Высокая тканевая контрастность позволяет дифференцировать различные тканевые структуры даже при незначительном различии в их плотности. В наиболее совершенных моделях томографов может подключаться большое количество радиочастотных катушек, охватывающих все тело человека, что дает возможность за короткое время выполнять МРТ всего тела или МР-ангиографию всей сосудистой системы. Таким образом, имеется возможность визуализации патологических процессов, локализующихся в мягких тканях конечностей, брюшной и грудной стенок, области головы и шеи [15, 21].

В настоящее время МРТ считается наиболее эффективным уточняющим методом в диагностике первичных и рецидивных сарком мягких тканей, оценке эффективности лучевой и химиотерапии, а также при последующем наблюдении за больными [11, 36, 39, 40]. При этом имеется возможность морфологической детализации опухоли – определения кистозного компонента, участков кровоизлияния, жировых включений, зон распада, даже при минимально выраженных изменениях [31]. Метод обладает большим дифференциально-диагностическим спектром получения изображений за счет изменения протоколов исследования: импульсной последовательности, времени релаксации, построения многоплоскостных проекций [14]. При МРТ возможно выявить не только саму опухоль, но также предположительно определить ее гистотип, оценить взаимоотношение с окружающими анатомическими структурами и органами. В связи с высокой разрешающей способностью (до 1 мм) имеется возможность визуализировать капсулу или псевдокапсулу новообразования. В случае кисты визуализируется ее тонкая стенка, а полипозиционность исследования позволяет оценить ее очертания. При наличии участков распада граница полости нечеткая, контуры ее «рваные», форма неправильная, иногда прослеживаются за теки и свищевые карманы. Нечеткость контуров образования свидетельствует об инфильтративном росте, высокая разрешающая способность метода позволяет с большой долей достоверности определить глубину инвазии в окружающие структуры, а также в стенки сосудов. В случае интрамурального расположения опухоли имеется возможность уточнения характера вовлечения мышечных волокон (расслоение либо инвазия).

Быстрый темп роста опухоли с инфильтрацией окружающих структур зачастую сопровождается развитием перитуморального отека, который может привести к погрешности при замерах опухоли в большую сторону за счет суммации размеров опухолевой ткани и зоны отека. Существующие на сегодняшний день импульсные последовательности не позволяют достоверно дифференциро-

вать эти состояния. В этом случае используется внутривенное контрастирование. Хорошо васкуляризированные опухоли с большим количеством собственных сосудов обладают, как правило, хаотичной архитектоникой. Высокий сигнал от опухоли позволяет четко визуализировать ее на фоне гипоинтенсивной зоны отека. Таким образом, при планировании органосохраняющей операции предпочтительнее МР-диагностика с контрастированием, обеспечивающим более точное определение границ новообразования [15, 18].

На основании МРТ оценки структуры опухоли и характеристики ее контуров удается почти в 90 % случаев дифференцировать доброкачественный и злокачественный процесс, при этом имеется возможность определить соотношение новообразования с сосудисто-нервными пучками и другими структурами, в ряде случаев без использования ангиографии. Следует отметить, что используемые при МРТ внутривенные контрастные препараты отличаются низкой токсичностью, редкими побочными эффектами, небольшой дозой введения. Кроме того, МР-сигнал в диапазонах, используемых в практической медицине, безвреден для пациентов, следовательно, метод может многократно использоваться для диагностики, оценки результатов лечения и последующего мониторинга. К недостаткам МРТ следует отнести длительность получения информации, высокую чувствительность к двигательным артефактам, противопоказания к исследованию пациентов, находящихся на аппаратном поддержании жизненно важных функций (кардиостимуляторы, аппараты ИВЛ, дозаторы лекарственных веществ). Ценность метода крайне низка в выявлении кальцинатов, из-за незначительного содержания молекул воды они имеют гипоинтенсивный МР-сигнал на T1 и T2 ВИ, что не позволяет дифференцировать их от плотных участков фиброза, обладающих аналогичными сигнальными характеристиками. По этой же причине имеются определенные сложности при широком прилегании опухоли к костным структурам. Появление реактивного отека надкостницы может свидетельствовать о заинтересованности кости, однако при более глубоком повреждении кортикального слоя дефект далеко не всегда заметен и требует рентгенологического контроля (рентгенография, КТ) [15].

По данным ряда авторов [33, 38, 43], при комплексной оценке важнейших МРТ-критериев исследования опухоли (размеры, контуры, гомогенность, интенсивность сигнала) можно предположить малигнизацию в 82–96 % случаев. Наряду с высокой чувствительностью МРТ при диагностической оценке опухолей мягких тканей, ее специфичность сравнительно низкая. Приблизительный гистологический диагноз может быть установлен в 25–50 %. Одним из важнейших критериев дифференциальной диагностики опухоли

является оценка ее кровоснабжения, МРТ является высокоинформативным методом выявления васкуляризации опухоли, характера и типа новообразованных сосудов [17].

МРТ имеет высокие перспективы в оценке эффективности предоперационного лечения СМТ [9, 46]. Показано, что определение интенсивности накопления контрастного препарата может являться показателем эффективности проведенной химиотерапии. В ряде случаев размеры СМТ остаются стабильными, однако на постконтрастных изображениях опухолевая ткань накапливает контрастный препарат с меньшей интенсивностью, чем до начала лечения, что может свидетельствовать о его эффективности [15]. Магнитно-резонансная томография с динамическим контрастированием (МРТ-ДК) продемонстрировала высокую точность в оценке эффективности лечения [10, 26]. Данная методика позволяет косвенно оценивать характер васкуляризации в различных участках новообразования, что коррелирует с наличием жизнеспособных опухолевых структур при патоморфологическом исследовании [45]. МРТ-ДК предусматривает применение ультрабыстрых протоколов сразу же после болюсного внутривенного введения контраста, что позволяет проследить его распределение в капиллярном русле и межклеточном пространстве. Физиологические основы динамического контрастирования определяются характером кровоснабжения опухоли и зависят от количества сосудов, сопротивляемости и проницаемости стенки капилляров, а также от объема и состава межклеточного пространства [23]. Использование методики МРТ-ДК в оценке эффективности лечения сарком позволило достигнуть показателя точности в разделении групп больных, ответивших и не ответивших на проведенное лечение, равного 87,5–100 % [24, 44]. Ложноположительные результаты были обусловлены небольшими участками сохраняющейся жизнеспособной опухолевой ткани, размерами менее 3 мм², которые диффузно распределены по всему объему новообразования и могли не определяться ввиду ограничения разрешающей способности методики. Причиной ложноотрицательных результатов являлись участки незрелой васкуляризованной грануляционной ткани, которая могла быть принята за остаточную опухоль, при проведении исследования в ранние сроки после завершения химиотерапии (ХТ) [44].

Диффузионно-взвешенная МРТ (ДВ-МРТ) также является высокоинформативной методикой в оценке эффективности предоперационной ХТ. Отмечено, что ограниченная диффузия характерна для опухолевой ткани с высокой клеточностью, ограничивающей движение молекул воды, поэтому ДВ-МРТ позволяет косвенно судить о клеточном составе ткани и целостности клеточных мембран [42]. Появление в опухоли зон некроза по данным

ДВ-МРТ характеризуется участками с повышенной подвижностью молекул воды, которые отличаются более высокими значениями измеряемого коэффициента диффузии (ИКД), что контрастирует с зонами резидуальной опухолевой ткани с высокой клеточностью и ограниченной диффузией, а следовательно, низкими показателями ИКД [35]. Динамика ИКД в процессе лечения коррелирует с изменением объема опухоли в процессе лечения, при этом в группе пациентов, ответивших на предоперационную терапию, отмечают заметное повышение значения ИКД за счет появляющихся и увеличивающихся зон некроза [9, 10, 22, 42].

Высокая себестоимость, сложность и длительность процедуры МРТ не позволяют широко использовать ее в качестве первичной диагностики, но метод следует считать наиболее эффективным при дифференциально-диагностических затруд-

нениях, при планировании оперативного вмешательства и оценке эффективности проводимого лечения [15].

Таким образом, своевременная и адекватная диагностика СМТ является залогом правильной тактики лечения с использованием органосохраняющих методик. Вопросы диагностической тактики постоянно совершенствуются в связи с появлением новых методов медицинской визуализации, в связи с чем необходимо отметить целесообразность применения МРТ, которая обладает достаточной диагностической эффективностью в определении взаимоотношения опухоли с окружающими анатомическими структурами. Остается открытым вопрос о роли и месте МРТ в алгоритме дифференциальной диагностики СМТ, а также в оценке проводимого химиолучевого лечения и выявления рецидивов заболевания.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев М.Д., Мень Т.Х. Заболеваемость саркомами мягких тканей в России // Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2013. № 3. С. 3–9.
2. Блудов А.Б., Замогильная Я.А., Неред А.С., Кочергина Н.В., Бохан Б.Ю., Мачак Г.Н., Феденко А.А., Анурова О.А., Засна О.А. Основы методики контрастной МРТ в оценке эффективности предоперационной химиотерапии у больных с саркомами костей и мягких тканей // Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2011. № 4. С. 41–50.
3. Буров Д.А., Бохан Б.Б., Феденко А.А., Хайленко В.А., Алиев М.Д. Ошибки диагностики сарком мягких тканей // Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2009. № 1. С. 48–52.
4. Веснин А.Г. Лучевая диагностика опухолей мягких тканей // Практическая онкология. 2004. Т. 5, № 4. С. 243–249.
5. Веснин А.Г., Семенов И.И. Атлас лучевой диагностики опухолей опорно-двигательного аппарата. Часть 2: Опухоли мягких тканей. СПб., 2003. 128 с.
6. Давыдов М.И., Аксель Е.М. Статистика злокачественных новообразований в России и странах СНГ в 2012 году. М., 2014. 226 с.
7. Джужа Д.А. Диагностическая эффективность в онкологии позитронной эмиссионной томографии с 18F-фтордезоксиглюкозой // Онкология. 2010. Т. 12, № 3. С. 296–303.
8. Ефремов А.А., Семилазов В.В., Гафтон Г.И. Сложности догоспитальной диагностики и особенности клинической картины сарком мягких тканей конечностей у взрослых // Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова. 2010. Т. XVII, № 3. С. 42–47.
9. Замогильная Я.А., Алиев М.Д. Оценка эффективности предоперационной терапии с помощью лучевой диагностики у больных саркомами мягких тканей // Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2013. № 2. С. 3–10.
10. Замогильная Я.А., Кочергина Н.В., Бохан Б.Ю., Анурова О.А., Блудов А.Б., Неред А.С. Первый опыт использования динамической контрастной МРТ в оценке эффективности предоперационной химиотерапии у больного саркомой мягких тканей // Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2011. № 2. С. 78–82.
11. Замогильная Я.А. Современные методы лучевой диагностики в оценке эффекта предоперационной химиотерапии у больных с саркомами мягких тканей конечностей: Автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 2014. 25 с.
12. Кочергина Н.В. Лучевая диагностика опухолей и опухолеподобных поражений костей и мягких тканей. М., 2005. 152 с.
13. Лучевая диагностика / Под ред. Г.Е. Труфанова. М., 2012. 493 с.
14. Магнитный резонанс в медицине / Под ред. П.А. Ринк. М., 2003. 248 с.
15. Семенов И.И., Зайцев А.Н., Крживицкий П.И., Пономарева А.И. Методы диагностики и оценки степени распространения процесса при саркомах мягких тканей // Практическая онкология. 2013. Т. 14, № 2 (54). С. 87–96.
16. Тепляков В.В., Бухаров А.В., Урлова А.Н., Карпенко В.Ю., Державин В.А., Мыслевцев И.В., Яковлева Е.С. Ошибки в диагностике и лечении сарком мягких тканей // Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2012. № 1. С. 29–35.
17. Тодуа Ф.И., Кахадзе С.Д., Гачечиладзе Д.Г. Возможности комплексного ультразвукового исследования и магнитно-резонансной томографии в дифференциальной диагностике сарком мягких тканей: корреляция с гистологическими данными // Медицинская визуализация. 2006. № 4. С. 85–90.
18. Baheti A.D., Tirumani S.H., Rosenthal M.H., Howard S.A., Shingare A.B., Ramaiya N.H., Jagannathan J.P. Myxoid soft-tissue neoplasms: comprehensive update of the taxonomy and MRI features // Am. J. Roentgenol. 2015. Vol. 204 (2). P. 374–385. doi: 10.2214/AJR.14.12888.
19. Bramer J.A., Gubler F.M., Maas M., Bras H., de Kraker J., van der Eijken J.W., Schaap G.R. Colour Doppler ultrasound predicts chemotherapy response, but not survival in paediatric osteosarcoma // Pediatr. Radiol. 2004. Vol. 34 (8). P. 614–619.
20. Chiou H.J., Chou Y.H., Chiu S.Y., Wang H.K., Chen W.M., Chen T.H., Chang C.Y. Differentiation of benign and malignant superficial soft-tissue masses using grayscale and color Doppler ultrasonography // J. Chin. Med. Assoc. 2009. Vol. 72 (6). P. 307–315. doi: 10.1016/S1726-4901(09)70377-6.
21. Diagnostic Imaging Head and Neck / H.R. Harnsberger. Canada «Amirsys», 2011. 1206 p.
22. Einarsson H., Karlsson M., Wejde J., Bauer H.C. Diffusion-weighted MRI of soft tissue tumors // Eur. Radiol. 2004. Vol. 14 (6). P. 959–963.
23. Erlemann R. Dynamic gadolinium-enhanced MR imaging to monitor tumor response to chemotherapy // Radiology. 1993. Vol. 186 (3). P. 904–905.
24. Erlemann R., Sciuk J., Wuisman P., Bene D., Edel G., Ritter J., Peters P.E. Dynamic MR tomography in diagnosis of inflammatory and tumorous spaceoccupying growths of the musculoskeletal system // Rofo. 1992. Vol. 156 (4). P. 353–359.
25. Erlemann R., Sciuk J., Bosse A., Ritter J., Kusnier-Glaz C.R., Peters P.E., Wuisman P. Response of osteosarcoma and Ewing sarcoma to preoperative chemotherapy: assessment with dynamic and static MR imaging and skeletal scintigraphy // Radiology. 1990. Vol. 175 (3). P. 791–796.
26. Hayes C., Padhani A.R., Leach M.O. Assessing changes in tumor vascular function using dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging // NMR Biomed. 2002. Vol. 15 (2). P. 154–163.
27. Hicks R.J. Functional imaging techniques for evaluation of sarcomas // Cancer Imaging. 2005. Vol. 5 (1). P. 58–65.
28. Jagaru A., Masamed R., Chawla S.P., Menendez L.R., Fedenko A., Conti P.S. F-18 FDG PET and PET/CT evaluation of response to chemotherapy in bone and soft tissue sarcomas // Clin. Nucl. Med. 2008. Vol. 33 (1). P. 8–13.
29. Jamadar D.A., Robertson B.L., Jacobson J.A., Girish G., Sabb B.J., Jiang Y., Morag Y. Musculoskeletal sonography: important imaging pitfalls // Am. J. Roentgenol. 2010. Vol. 194 (1). P. 216–225. doi: 10.2214/AJR.09.2712.
30. Kaste S.C., Hill A., Conley L., Shidler T.J., Rao B.N., Neel M.M. Magnetic resonance imaging after incomplete resection of soft tissue sarcoma // Clin. Orthop. Relat. Res. 2002. Vol. 397. P. 204–211.
31. Kind M., Stock N., Coindre J. M. Histology and imaging of soft tissue sarcomas // Eur. J. Radiol. 2009. Vol. 72 (1). P. 6–15. doi: 10.1016/j.ejrad.2009.05.023.

32. Knapp E.L., Kransdorf M.J., Letson G.D. Diagnostic imaging update: soft tissue sarcomas // *Cancer Control*. 2005. Vol. 12 (1). P. 22–26.
33. Kransdorf M.J., Murphey M.D. Radiologic evaluation of soft-tissue masses: a current perspective // *Am. J. Roentgenol.* 2000. Vol. 175 (3). P. 575–587.
34. Lauer S., Gardner J.M. Soft tissue sarcomas – new approaches to diagnosis and classification // *Curr. Probl. Cancer*. 2013. Vol. 37 (2). P. 45–61. doi: 10.1016/j.cuprocancer.2013.03.001.
35. Le Bihan D., Turner R., Douek P., Patronas N. Diffusion MR imaging: clinical applications // *Am. J. Roentgenol.* 1992. Vol. 159 (3). P. 591–599.
36. Lucas D.R., Kshirsagar M.P., Biermann J.S., Hamre M.R., Thomas D.G., Schuetze S.M., Baker L.H. Histologic alterations from neoadjuvant chemotherapy in high-grade extremity soft tissue sarcoma: clinicopathological correlation // *Oncologist*. 2008. Vol. 13 (4). P. 451–458. doi: 10.1634/theoncologist.2007-0220.
37. Manoso M.W. Infiltrative MRI pattern and incomplete initial surgery compromise local control of myxofibrosarcoma // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2006. Vol. 450. P. 89–94.
38. Murphey M.D., Senchak L.T., Mambalam P.K., Logie C.L., Klassen-Fischer M.K., Kransdorf M.J. From the radiologic pathology archives: ewing sarcoma family of tumors: radiologic-pathologic correlation // *Radiographics*. 2013. Vol. 33 (3). P. 803–831. doi: 10.1148/rg.333135005.
39. Roberge D., Skamene T., Nahal A., Turcotte R.E., Powell T., Freeman C. Radiological and pathological response following pre-operative radiotherapy for soft-tissue sarcoma // *Radiother. Oncol.* 2010. Vol. 97 (3). P. 404–407. doi: 10.1016/j.radonc.2010.10.007.
40. Schuetze S.M., Rubin B.P., Vernon C., Hawkins D.S., Bruckner J.D., Conrad E.U. 3rd, Eary J.F. Use of positron emission tomography in localized soft tissue sarcoma treated with neoadjuvant chemotherapy // *Cancer*. 2005. Vol. 103 (2). P. 339–348.
41. Scoggins C.R., Pisters P.W. Diagnosis and management of soft tissue sarcomas // *Adv. Surg.* 2008. Vol. 42. P. 219–228.
42. Stacchiotti S., Collini P., Messina A., Morosi C., Barisella M., Bertulli R., Piovesan C., Dileo P., Torri V., Gronchi A., Casali P.G. High-grade soft tissue sarcomas: tumor response assessment – pilot study to assess the correlation between radiologic and pathologic response by using RECIST and Choi criteria // *Radiology*. 2009. Vol. 251 (2). P. 447–456. doi: 10.1148/radiol.2512081403.
43. Todua F., Kakhadze S., Lashkhi K. Magnetic resonance imaging of soft tissue tumors: Correlation with histologic findings // *Eur. Radiol.* 2003. Vol. 13. ECR 2003 / C-0761.
44. Verstraete K.L., Bloem J.L. Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging. Imaging of soft tissue tumors / Ed. A.M. De Schepper. Springer, 2006. P. 73–92.
45. Verstraete K.L., van der Woude H.J., Hogendoorn P.C., De-Deene Y., Kunnen M., Bloem J.L. Dynamic contrast-enhanced MR imaging of musculoskeletal tumors: basic principles and clinical applications // *J. Magn. Reson. Imaging*. 1996. Vol. 6 (2). P. 311–321.
46. Wang X., Jacobs M., Fayad L. Therapeutic Response in Musculoskeletal Soft Tissue Sarcomas: Evaluation by Magnetic Resonance Imaging // *NMR Biomed.* 2011. Vol. 24 (6). P. 750–763. doi: 10.1002/nbm.1731.

Поступила 16.06.15.
Принята в печать 10.11.15.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Бобер Екатерина Евгеньевна, кандидат медицинских наук, младший научный сотрудник отделения лучевой диагностики, Томский НИИ онкологии (г. Томск, Российская Федерация). E-mail: katerina.tomsk85@mail.ru. SPIN-код: 1600-6450.

Фролова Ирина Георгиевна, доктор медицинских наук, профессор, заведующая отделением лучевой диагностики, Томский НИИ онкологии (г. Томск), Российская Федерация. E-mail: FrolovaIG@oncology.tomsk.ru. SPIN-код автора в РИНЦ: 9800-9777.

Котова Ольга Викторовна, младший научный сотрудник отделения лучевой диагностики, Томский НИИ онкологии (г. Томск, Российская Федерация). E-mail olga-kot79765@yandex.ru. SPIN-код: 9058-9343.

Величко Светлана Андреевна, доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отделения лучевой диагностики, Томский НИИ онкологии (г. Томск, Российская Федерация). E-mail: clinica@oncology.tomsk.ru. SPIN-код: 3424-1996.

Чойнзонов Евгений Лхамцэренович, академик РАН, доктор медицинских наук, профессор, директор Томского НИИ онкологии; заведующий кафедрой онкологии ГБОУ ВПО «Сибирский государственный медицинский университет (г. Томск, Российская Федерация). E-mail: nii@oncology.tomsk.ru. SPIN-код: 2240-8730.

Тюкалов Юрий Иванович, кандидат медицинских наук, главный врач клиники Томского НИИ онкологии (г. Томск, Российская Федерация). E-mail: clinica@oncology.tomsk.ru. SPIN-код: 4237-0505.

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие финансовой поддержки / конфликта интересов, о котором необходимо сообщить

MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN DIAGNOSIS AND ASSESSMENT OF TREATMENT RESPONSE IN SOFT TISSUE SARCOMA (REVIEW OF LITERATURE)

E.E. Bober¹, I.G. Frolova¹, O.V. Kotova¹, S.A. Velichko¹, E.L. Choinzonov^{1,2}, Yu.I. Tyukalov¹

Tomsk Cancer Research Institute, Tomsk¹

Siberian State Medical University, Tomsk²

5, Kooperatyvny Street, 634009-Tomsk, Russia, e-mail: FrolovaIG@oncology.tomsk.ru¹

Abstract

The review presents the diagnostic value of magnetic resonance imaging (MRI) in the diagnosis of soft tissue sarcoma in the pre-hospital period and during combined modality treatment was studied. Findings of using MRI in the assessment of local tumor extent and diffusion-weighted MRI and dynamic contrast-enhanced MRI in the estimation of the effectiveness of preoperative treatment were presented.

Key words: soft tissue sarcoma, ultrasound examination, magnetic resonance imaging.

REFERENCES

1. Aliev M.D., Men T.Kh. Incidence of soft tissue sarcomas in Russia // Bone and soft tissue sarcomas and skin tumors. 2013. № 3. P. 3–9. [in Russian]
2. Bludov A.B., Zamogilnaya Ya.A., Nered A.S., Kochergina N.V., Bohjan B.Ju., Machak G.N., Fedenko A.A., Anurova O.A., Zaspas O.A. The contrast-enhanced MRI technique to assess response to preoperative chemotherapy in patients with bone and soft tissue sarcomas // Bone and soft tissue sarcomas and skin tumors. 2011. № 4. P. 41–50. [in Russian]
3. Burov D.A., Bokhyan B.B., Fedenko A.A., Hajlenko V.A., Aliev M.D. Diagnostic errors for soft tissue sarcomas // Bone and soft tissue sarcomas and skin tumors. 2009. № 1. P. 48–52. [in Russian]
4. Vesnin A.G. Diagnostic imaging of soft tissue tumors // Practical oncology. 2004. Vol. 5 (4). P. 243–249. [in Russian]
5. Vesnin A.G., Semenov I.I. Atlas of diagnostic imaging of tumors of the locomotor system. Part 2: Soft tissue tumors. SPb., 2003. 128 p. [in Russian]
6. Davydov M.I., Aksel E.M. Cancer statistics in Russia and CIS countries in 2012. M., 2014. 226 p. [in Russian]
7. Dzhuha D.A. Diagnostic efficacy of positron emission tomography with 18F-fluorodesoxyglucose // Oncology. 2010. Vol. 12 (3). P. 296–303. [in Russian]
8. Efremov A.A., Semiglazov V.V., Gafton G.I. Difficulties in pre-hospital diagnosis and clinical signs of extremity soft tissue sarcomas in adults // Uchenye zapiski SpbGMU im. akad. I.P. Pavlova. 2010. Vol. XVII (3). P. 42–47. [in Russian]
9. Zamogilnaya Ya.A., Aliev M.D. Assessment of the efficacy of preoperative therapy using imaging techniques in patients with soft tissue sarcomas // Bone and soft tissue sarcomas and skin tumors. 2013. № 2. P. 3–10. [in Russian]
10. Zamogilnaya Ya.A., Kochergina N.V., Bokhyan B.Yu., Anurova O.A., Bludov A.B., Nered A.S. The first experience of using dynamic contrast-enhanced MRI in the assessment of response to preoperative chemotherapy in a patient with soft tissue sarcoma // Bone and soft tissue sarcomas and skin tumors. 2011. № 2. P. 78–82. [in Russian]
11. Zamogilnaya Ya.A. Current imaging techniques in the assessment of preoperative chemotherapy response in patients with extremity soft tissue sarcomas: Author's PhD thesis. M., 2014. 25 p. [in Russian]
12. Kochergina N.V. Diagnostic imaging of tumors and tumor-like lesions of the bones and soft tissues. M., 2005. 152 p. [in Russian]
13. Diagnostic imaging / Ed. by G.E. Trufanov. M., 2012. 493 p. [in Russian]
14. Magnetic resonance in medicine / Ed. by P.A. Rink. M., 2003. 248 p. [in Russian]
15. Semenov I.I., Zaitsev A.N., Krzhivitsky P.I., Ponomareva A.I. Diagnostic imaging methods to evaluate the extent of soft tissue sarcoma involvement // Practical oncology. 2013. Vol. 14, № 2 (54). P. 87–96. [in Russian]
16. Teplyakov V.V., Bukharov A.V., Urlova A.N., Karpenko V.Ju., Derzhavin V.A., Myslevcev I.V., Jakovleva E.S. Errors in diagnosis and treatment of soft tissue sarcomas // Bones and soft tissues sarcomas and skin tumors. 2012. № 1. P. 29–35. [in Russian]
17. Todua F.I., Kakhadze S.D., Gachechiladze D.G. Role of ultrasound and magnetic resonance tomography in differential diagnosis of soft tissue sarcomas: correlation with histological findings // Medical visualization. 2006. № 4. P. 85–90. [in Russian]
18. Baheti A.D., Tirumani S.H., Rosenthal M.H., Howard S.A., Shinagare A.B., Ramaia N.H., Jagannathan J.P. Myxoid soft-tissue neoplasms: comprehensive update of the taxonomy and MRI features // Am. J. Roentgenol. 2015. Vol. 204 (2). P. 374–385. doi: 10.2214/AJR.14.12888.
19. Bramer J.A., Gubler F.M., Maas M., Bras H., de Kraker J., van der Eijken J.W., Schaap G.R. Colour Doppler ultrasound predicts chemotherapy response, but not survival in paediatric osteosarcoma // Pediatr. Radiol. 2004. Vol. 34 (8). P. 614–619.
20. Chiou H.J., Chou Y.H., Chiu S.Y., Wang H.K., Chen W.M., Chen T.H., Chang C.Y. Differentiation of benign and malignant superficial soft-tissue masses using grayscale and color Doppler ultrasonography // J. Chin. Med. Assoc. 2009. Vol. 72 (6). P. 307–315. doi: 10.1016/S1726-4901(09)70377-6.
21. Diagnostic Imaging Head and Neck / H.R. Harnsberger. Canada «Amirsys», 2011. 1206 p.
22. Einarsson H., Karlsson M., Wejde J., Bauer H.C. Diffusion-weighted MRI of soft tissue tumors // Eur. Radiol. 2004. Vol. 14 (6). P. 959–963.
23. Erlemann R. Dynamic gadolinium-enhanced MR imaging to monitor tumor response to chemotherapy // Radiology. 1993. Vol. 186 (3). P. 904–905.
24. Erlemann R., Sciuk J., Wuisman P., Bene D., Edel G., Ritter J., Peters P.E. Dynamic MR tomography in diagnosis of inflammatory and tumorous spaceoccupying growths of the musculoskeletal system // Rofo. 1992. Vol. 156 (4). P. 353–359.
25. Erlemann R., Sciuk J., Bosse A., Ritter J., Kusnier-Glaz C.R., Peters P.E., Wuisman P. Response of osteosarcoma and Ewing sarcoma to preoperative chemotherapy: assessment with dynamic and static MR imaging and skeletal scintigraphy // Radiology. 1990. Vol. 175 (3). P. 791–796.
26. Hayes C., Padhani A.R., Leach M.O. Assessing changes in tumor vascular function using dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging // NMR Biomed. 2002. Vol. 15 (2). P. 154–163.
27. Hicks R.J. Functional imaging techniques for evaluation of sarcomas // Cancer Imaging. 2005. Vol. 5 (1). P. 58–65.
28. Iagaru A., Masamed R., Chawla S.P., Menendez L.R., Fedenko A., Conti P.S. F-18 FDG PET and PET/CT evaluation of response to chemotherapy in bone and soft tissue sarcomas // Clin. Nucl. Med. 2008. Vol. 33 (1). P. 8–13.
29. Jamadar D.A., Robertson B.L., Jacobson J.A., Girish G., Sabb B.J., Jiang Y., Morag Y. Musculoskeletal sonography: important imaging pitfalls // Am. J. Roentgenol. 2010. Vol. 194 (1). P. 216–225. doi: 10.2214/AJR.09.2712.
30. Kaste S.C., Hill A., Conley L., Shidler T.J., Rao B.N., Neel M.M. Magnetic resonance imaging after incomplete resection of soft tissue sarcoma // Clin. Orthop. Relat. Res. 2002. Vol. 397. P. 204–211.
31. Kind M., Stock N., Coindre J. M. Histology and imaging of soft tissue sarcomas // Eur. J. Radiol. 2009. Vol. 72 (1). P. 6–15. doi: 10.1016/j.ejrad.2009.05.023.
32. Knapp E.L., Kransdorf M.J., Letson G.D. Diagnostic imaging update: soft tissue sarcomas // Cancer Control. 2005. Vol. 12 (1). P. 22–26.
33. Kransdorf M.J., Murphey M.D. Radiologic evaluation of soft-tissue masses: a current perspective // Am. J. Roentgenol. 2000. Vol. 175 (3). P. 575–587.
34. Lauer S., Gardner J.M. Soft tissue sarcomas – new approaches to diagnosis and classification // Curr. Probl. Cancer. 2013. Vol. 37 (2). P. 45–61. doi: 10.1016/j.cuprprobcan.2013.03.001.
35. Le Bihan D., Turner R., Douek P., Patronas N. Diffusion MR imaging: clinical applications // Am. J. Roentgenol. 1992. Vol. 159 (3). P. 591–599.
36. Lucas D.R., Kshirsagar M.P., Biermann J.S., Hamre M.R., Thomas D.G., Schuetz S.M., Baker L.H. Histologic alterations from neoadjuvant chemotherapy in high-grade extremity soft tissue sarcoma: clinicopathological correlation // Oncologist. 2008. Vol. 13 (4). P. 451–458. doi: 10.1634/theoncologist.2007-0220.
37. Manos M.W. Infiltrative MRI pattern and incomplete initial surgery compromise local control of myxofibrosarcoma // Clin. Orthop. Relat. Res. 2006. Vol. 450. P. 89–94.
38. Murphey M.D., Senchak L.T., Mambalam P.K., Logie C.I., Klassen-Fischer M.K., Kransdorf M.J. From the radiologic pathology archives: ewing sarcoma family of tumors: radiologic-pathologic correlation // Radiographics. 2013. Vol. 33 (3). P. 803–831. doi: 10.1148/rgr.333135005.
39. Roberge D., Skamene T., Nahal A., Turcotte R.E., Powell T., Freeman C. Radiological and pathological response following pre-operative radiotherapy for soft-tissue sarcoma // Radiother. Oncol. 2010. Vol. 97 (3). P. 404–407. doi: 10.1016/j.radonc.2010.10.007.
40. Schuetz S.M., Rubin B.P., Vernon C., Hawkins D.S., Bruckner J.D., Conrad E.U. 3rd, Eary J.F. Use of positron emission tomography in localized soft tissue sarcoma treated with neoadjuvant chemotherapy // Cancer. 2005. Vol. 103 (2). P. 339–348.
41. Scoggins C.R., Pisters P.W. Diagnosis and management of soft tissue sarcomas // Adv. Surg. 2008. Vol. 42. P. 219–228.
42. Stacchiotti S., Collini P., Messina A., Morosi C., Barisella M., Bertulli R., Piovesan C., Dileo P., Torri V., Gronchi A., Casali P.G. High-grade soft tissue sarcomas: tumor response assessment – pilot study to assess the correlation between radiologic and pathologic response by using RECIST and Choi criteria // Radiology. 2009. Vol. 251 (2). P. 447–456. doi: 10.1148/radiol.2512081403.
43. Todua F., Kakhadze S., Lashkhi K. Magnetic resonance imaging of soft tissue tumors: Correlation with histologic findings // Eur. Radiol. 2003. Vol. 13. ECR 2003 / C-0761.
44. Verstraete K.L., Bloem J.L. Dynamic contrast-enhanced magnetic resonance imaging. Imaging of soft tissue tumors / Ed. A.M. De Schepper. Springer, 2006. P. 73–92.
45. Verstraete K.L., van der Woude H.J., Hogendoorn P.C., De-Deene Y., Kunnen M., Bloem J.L. Dynamic contrast-enhanced MR imaging of musculoskeletal tumors: basic principles and clinical applications // J. Magn. Reson. Imaging. 1996. Vol. 6 (2). P. 311–321.
46. Wang X., Jacobs M., Fayad L. Therapeutic Response in Musculoskeletal Soft Tissue Sarcomas: Evaluation by Magnetic Resonance Imaging // NMR Biomed. 2011. Vol. 24 (6). P. 750–763. doi: 10.1002/nbm.1731.

Received 16.06.15.

Accepted 10.11.15.

ABOUT THE AUTHORS

Bober Ekaterina E., MD, PhD, Researcher, Diagnostic Imaging Department, Tomsk Cancer Research Institute (Tomsk, Russian Federation). E-mail: katerina.tomsk85@mail.ru. SPIN-code: 1600-6450.

Frolova Irina G., MD, DSc, Professor, Head of the Diagnostic Imaging Department, Tomsk Cancer Research Institute (Tomsk, Russian Federation). E-mail: FrolovaIG@oncology.tomsk.ru. SPIN-code: 9800-9777.

Kotova Olga V., Junior Researcher, Diagnostic Imaging Department, Tomsk Cancer Research Institute (Tomsk, Russian Federation). E-mail olga-kot79765@yandex.ru. SPIN-code: 9058-9343.

Velichko Svetlana A., MD, DSc, Professor, Principal Researcher, Imaging Department, Tomsk Cancer Research Institute (Tomsk, Russian Federation). E-mail: clinica@oncology.tomsk.ru. SPIN-code: 3424-1996.

Choynzonov Evgeny L., MD, DSc, Academician of RAS, Professor, Director of the Tomsk Cancer Research Institute; Head of the Department of Oncology, Siberian State Medical University (Tomsk, Russian Federation). E-mail: nii@oncology.tomsk.ru. SPIN-code: 2240-8730.

Tyukalov Yuri I., MD, PhD, Medical Director, Tomsk Cancer Research Institute (Tomsk, Russian Federation). E-mail: clinica@oncology.tomsk.ru. SPIN-code: 4237-0505.