

# Навигация и интраоперационный мониторинг при выполнении радиочастотной абляции

Томенко К.Н., к.м.н., врач-рентгенолог ГБУЗ СО СООД, г. Екатеринбург  
Гребенев Е.А., к.м.н., заведующий отделом лучевой диагностики ГБУЗ СО СООД, г. Екатеринбург

## Radiofrequency ablation in metastatic liver's growths treatment

Tomenko K.N., Grebenev E. A.

### Резюме

Радиочастотная абляция, являясь малоинвазивным методом локальной деструкции опухолей, все шире внедряется в онкологию, при этом многие частные вопросы ее применения остаются не раскрытыми. Мы проанализировали результаты чрезкожной и интраоперационной радиочастотной абляции у 238 пациентов с метастазами КРР в печень – всего 344 очага. Оценены возможности и обозначены ограничения визуализации во время позиционирования электрода в опухоли и мониторинга формирования зоны деструкции в ходе выполнения вмешательства при одиночных и множественных опухолях различной локализации.

**Ключевые слова:** колоректальный рак, метастазы в печень, радиочастотная абляция

### Summary

Radiofrequency ablation, as the invasive method of local destruction of tumors, is increasingly being implemented in oncology, many private affairs of its application remain open. We analyzed the results of percutaneous and intraoperative radiofrequency ablation in 238 patients with metastatic CRC in the liver - only 344 fire. Assessing the feasibility and the restriction of visualization during positioning of the electrode in the tumor and monitoring the formation of the zone of destruction in the course of the intervention with single and multiple tumors of different localization.

**Key words:** colorectal cancer, metastases in the liver, radiofrequency ablation

### Введение

Радиочастотная абляция (РЧА), как малоинвазивный метод локальной деструкции опухолей, получил в настоящее время достаточно широкое распространение. Чаще всего она используется при лечении метастатического колоректального рака, о чем говорит значительный опыт отечественных и зарубежных исследователей [1, 6, 7]. Кроме того, опубликованные данные о РЧА новообразований почек, легких, костных метастазов говорят о ее высокой эффективности. Активные исследования проводятся также в плане изучения применения РЧА при опухолевой патологии молочной, щитовидной и паращитовидных желез, предстательной железы, мягких тканей, остеонд остеом, надпочечников, забрюшинных лимфоузлов и др. [3, 4, 13, 14, 17].

А. Siperstein, E. Berber и другие авторы указывают, что от радиочастотной абляции можно ожидать результатов лечения, в ряде случаев сопоставимых с хирургическим, если она выполнена методически правильно и соблюдены все принципы выполнения радикального вмешательства. Как отмечают боль-

шинство исследователей, основными факторами, определяющими успешность РЧА, является техника пункции и мониторинг процесса формирования зоны деструкции [2, 6, 12].

Несмотря на достаточно большое количество публикаций, дискуссионным остается вопрос о наиболее предпочтительном методе навигации при установке электрода, а также интраоперационном мониторинге непосредственно во время выполнения вмешательства.

Используя тонкие электроды (1,5-2 мм), можно достигнуть необходимой для образования некроза температуры в радиусе до 3-5 см. Очевидно, что успех вмешательства во многом определяется оптимальным расположением электрода в опухоли, которая должна целиком находиться в планируемой зоне формирования коагуляционного некроза, в пределах здоровых тканей. Традиционной и наиболее распространенной является ультразвуковая навигация. Относительная простота, доступность и низкая стоимость обусловили ее широкое распространение среди интервенционных радиологов. Однако в последние годы многие исследователи предпочитают визуализацию с использованием компьютерной томографии, особенно при сканировании в режиме реального времени. Визуализация кончика электрода с захватом на один срез выше и ниже позволяет осуществлять точное его позиционирование в опухоли. Использование пункционных адаптеров, по мнению ряда авторов, повышает точность позиционирования электрода под ультразвукографическим контролем. Тем не менее, сторон-

---

Ответственный за ведение переписки -  
Томенко Константин Николаевич  
356-15-65  
knt@pochta.ru



Рис.1. Вторая минута РЧА.



Рис.2. Двенадцатая минута РЧА.

ники метода «свободной руки» не считают его более предпочтительным. Кроме того, в литературе описывается применение навигационных систем для усовершенствования техники пункций при РЧА, основанных как на построении 3D-изображений при УЗИ, так и на совмещении технологий УЗИ и КТ [1, 2, 8, 11, 13, 15].

Мониторинг за процессом РЧА может осуществляться с помощью УЗИ, КТ или МРТ. Пространственная оценка формирования зоны некроза непосредственно во время выполнения процедуры дает представление о полноте прогревания тканей и безопасности в плане повреждения окружающих структур. Чаще всего, как уже указывалось, используется УЗ-мониторинг. Однако, этот метод имеет ограничения из-за выделения газовых микропузырьков, регистрируемых при ультразвукографии в виде растущей гиперэхогенной структуры в области работающего электрода. Этому явлению в литературе присвоено много названий "ультразвуковое облако", "газовая вуаль", "снегопад" и др. Для более адекватной РЧА, ее также выполняют под контролем КТ или МРТ-мониторингом, несколько раз во время абляции повторяя сканирование зоны интереса. Компьютерная томография не обладает описанными ограничениями, что, конечно, является неоспоримым преимуществом. МРТ обладает высокой чувствительностью и специфичностью при дифференциальной диагностике воспали-

тельных, некротических и рубцовых изменений печени, а также резидуальных и рецидивных опухолях, что позднее было подтверждено и для мониторинга при выполнении радиочастотной абляции [16, 18]. Усовершенствование оборудования, прежде всего появление низкопольных (0,2-0,3Тл) открытых МР-томографов, МР-совместимых электродов и быстрых последовательностей позволило осуществлять не только мониторинг за процессом РЧА, но и контролировать позиционирование электрода в режиме реального времени. Кроме того, появившаяся недавно возможность независимого контроля температуры в любой точке очага в ходе вмешательства, по мнению некоторых авторов, делает МРТ самым полноценным на сегодняшний день способом мониторингирования РЧА [8, 11, 16].

## Материалы и методы

За период с 04.2006 по 04.2010 года в Свердловском областном онкологическом диспансере радиочастотная абляция с использованием аппарата Cool-Tip выполнена 238 пациентам. Из них мужчин – 98, женщин – 140, средний возраст  $57 \pm 7,5$  лет. Всего воздействию подвергнуты 344 очага, из них метастазы в печень – 303, первичные и метастатические опухоли почек – 27, новообразования молочной железы – 11, метастазы в кости – 2, метастаз в надпочечник – 1. Все процедуры выполнялись под ультразвуковым контролем, у 175 больных чрезкожно и у 63 – интраоперационно. Количество удаляемых за один сеанс очагов варьировало от 1 до 5; количество аппликаций на один очаг не превышало 5; длительность воздействия составляла 4-17 мин. Обязательными на дооперационном этапе были удовлетворительная УЗ-визуализация метастазов, которая в ряде случаев также дополнялась компьютерной томографией с контрастным усилением, и определение возможности обработки всех очагов в печени.

Навигация во время выполнения пункции очага и позиционирование электрода осуществлялись с помощью ультразвукографии. При этом оценивалась как безопасность проведения электрода, так и отсутствие жизненно важных структур (печеночных и портальных вен, желчных протоков, полых органов и др.) в зоне предполагаемого термического повреждения во время проведения абляции. Также осуществлялся обязательный ультразвукографический мониторинг за формированием зоны деструкции в ходе выполнения вмешательства. Оценивалась как полнота абляции в пределах здоровых тканей, так и отсутствие повреждения жизненно важных структур. После окончания абляции при наличии данных за остаточную опухоль, не подвергнувшуюся термическому воздействию, производилась перестановка электрода в очаге и повторное радиочастотное воздействие.

## Результаты и обсуждение

При динамическом сканировании во время выполнении РЧА ультразвуковая картина характеризуется постепенным формированием гиперэхогенной зоны вокруг рабочей части электрода в связи с интенсивными процессами парообразования в зоне воздействия (рис.1).

Указанная зона постепенно увеличивается в размерах, приобретает близкую к сферической форму, и визуализация собственно очага ухудшается за счет эффекта ослабления ультразвуковой волны дистальнее газ-содержащей зоны (рис.2).

Образующаяся после окончания РЧА зона деструкции определяется при ультразвукографии как интенсивно гиперэхогенное достаточно четко отграниченное образование, дающее «хвост». Именно ее появление необходимо учитывать при планировании абляции нескольких очагов, особенно расположенных на разной глубине (рис. 3).

В ряде случаев, после абляции первого очага, удовлетворительная визуализация кончика электрода и его позиционирование для обработки последующих очагов были затруднены. Это обстоятельство иногда служило препятствием для одномоментной РЧА нескольких имеющихся, например, в печени, очагов. По прошествии нескольких дней, когда восстанавливались условия для удовлетворительной визуализации, выполнялись повторные сеансы РЧА с обработкой оставшихся очагов. В то же время, во всех случаях при выполнении абляции опухолей почек, формирующаяся гиперэхогенная зона уже на 5-6 минуте полностью закрывала собой очаг и прилежащие участки нормальной паренхимы почки, что делало невозможной дальнейшую оценку хода РЧА и ее полноты.

Интраоперационная РЧА также проводилась под УЗИ-контролем. Несомненно, интраоперационное сканирование обладает большей разрешающей способностью, чем стандартное обследование, и позволяет визуализировать очаги размером от нескольких миллиметров. Тем не менее, в ряде случаев мы вынуждены были отказаться от выполнения РЧА во время операции в пользу чрезкожной РЧА – корректная установка электрода в поддиафрагмальные сегменты печени представлялась достаточно затруднительной. Чрезкожная РЧА в этом плане, на наш взгляд, может оказаться даже предпочтительнее, так, пациент может быть повернут на столе в удобное для оператора положение, он может свободно управлять дыханием в момент позиционирования электрода и проведение пункции возможно как через переднюю брюшную стенку, так и через межреберье. Интраоперационный УЗИ-мониторинг давал исчерпывающее, на наш взгляд, представление о ходе абляции – визуализируемая зона парообразования, увеличивающаяся в размерах с течением времени, отображалась достаточно четко, при этом хорошо дифференцировались участки опухоли уже подвергнутые термическому воздействию и еще нет. Артефакты от зоны парообразо-



Рис.3. Контрольное исследование после окончания абляции.

вания могли быть в значительной степени нивелированы изменением положения датчика и, соответственно, ультразвукового окна.

Улучшение результатов локального лечения опухолей, помимо тщательного отбора больных, возможно, по нашему мнению, прежде всего, за счет совершенствования техники проведения самого вмешательства. Ультразвуковой метод навигации с успехом может использоваться для выполнения чрезкожной и интраоперационной радиочастотной абляции. Соответствующая квалификация и опыт специалиста, выполняющего вмешательство, развитое пространственное мышление и координация позволяют обеспечить главное – точное позиционирование электрода в очаге. В то же время ультразвукографический мониторинг формирования зоны деструкции и полноты некроза опухолевых узлов имеет ограничения, что диктует необходимость использования дополнительных методов визуализации. Использование всего арсенала визуализирующих методик для оптимальной установки электрода, интраоперационного мониторинга и последующей оценки полноты абляции после окончания воздействия, может обеспечить полный некроз опухоли и отсутствие местного прогрессирования в дальнейшем. ■

## Литература:

1. de Baere T. Midterm local efficacy and survival after radiofrequency ablation of lung tumors with minimum follow-up of 1 year: prospective evaluation de Baere T, Palussiere J, Auperin A. et al Radiology. – 2006 vol.240. – №2 – P.587–96.
2. Berber E. Local recurrence after laparoscopic radiofrequency ablation of liver tumors: an analysis of 1032 tumors. Berber E, Siperstein A. Ann Surg Oncol. – 2008. – vol.15. – №10. – P. – 2757–64.
3. Breen DJ. Management of renal tumors by image-guided radiofrequency ablation: experience in 105 tumors. Breen DJ, Rutherford EE. et al Cardiovasc Intervent Radiol. – 2007. – vol.30. – №5. – P.936–42.
4. Brook AL. CT-guided radiofrequency ablation in the palliative treatment of recurrent advanced head and neck malignancies. Brook AL, Gold MLM, Miller TS. et al J Vasc Interv Radiol. – 2008. – vol.19. – №5. – P.725–35.
5. Carey RI. First prize: direct real-time temperature monitoring for laparoscopic and CT-guided radiofrequency ablation of renal tumors between 3 and 5 cm. Carey RL, Leveillee RJ. J Endourol. – 2007. – vol.21. – №8 – P.807–13.
6. Garrean S. Radiofrequency ablation of primary and metastatic liver tumors: a critical review of the literature. Garrean S, Hering J, Saied A, et al Am J Surg. – 2008. – vol.195. – №4 – P.508–20.
7. Gupta A. General anesthesia and contrast-enhanced computed tomography to optimize renal percutaneous radiofrequency ablation: multi-institutional intermediate-term results. Gupta A, Raman JD, Leveillee RJ, et al Endourol. – 2009. – №23(7). – P.1099–105.
8. Jaesung Hong. Image-guided abdominal surgery by

- integration of MRI and ultrasound Jaesung Hong, Konishi K., Nakashima H., et al World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering. - 2006. - Part 30. - vol 14. - P.4169-70.
9. de Jong M.C. Rates and patterns of recurrence following curative intent surgery for colorectal liver metastasis: an international multi-institutional analysis of 1669 patients de Jong M.C., Pulitano C., Ribero D., et al Ann Surg. - 2009. - №250(3) - P.440-8.
  10. Kemeny N. Management of liver metastases from colorectal cancer. Oncology (Williston Park). - 2006. - vol 20. - 10. - P.1161-76.
  11. Lencioni R. Percutaneous radiofrequency thermal ablation of liver malignancies: techniques, indication, imaging's findings, and clinical results Lencioni R., Cioni D., Bartolozzi C. Abdom Imaging. - 2001. - vol 26. - P.345-360.
  12. Lencioni R. Percutaneous radiofrequency ablation of hepatic colorectal metastases: technique, indications, results, and new promises Lencioni R., Crocetti L., Cioni D. et al Invest Radiol. - 2005. - vol39. - №11. - P.689-97.
  13. Mayo-Smith W.W. Adrenal neoplasms: CT-guided radiofrequency ablation—preliminary results. Mayo-Smith W.W., Dupuy DE. Radiology. - 2004. - №231. - P.225-30.
  14. Mylona S. Percutaneous radiofrequency ablation of renal cell carcinomas in patients with solitary kidney: 6 years experience. Mylona S, Kokkinaki A, Pomoni M, et al. Eur J Radiol. - 2009. - vol69. - №2. - P.351-6.
  15. Okuma T. Frequency and risk factors of various complications after computed tomography-guided radiofrequency ablation of lung tumors Okuma T, Matsuoka T, Yamamoto A, et al Cardiovasc Intervent Radiol. - 2008. - vol31. - №1. - P.122-30.
  16. Pereira P. Image guided RFA of the liver: CT MRI? Pereira P, Claussen C. Journal de Radiologie. - vol 90. - Issue 10. - October 2009. - P.1346-1358.
  17. Rybak L. D. Chondroblastoma: radiofrequency ablation—alternative to surgical resection in selected cases. Rybak L.D., Rosenthal D.I., Wittig J.C. Radiology. - 2009. - №251(2). -P.599-604.
  18. Zagoria R.J. Oncologic efficacy of CT-guided percutaneous radiofrequency ablation of renal cell carcinomas Zagoria R.J., Traver MA. et al AJR Am J Roentgenol. - 2007. - №189(2). - P.429-36.