

KQ2-1. 간 전이암이 의심되는 성인 환자에서 최초 영상 검사로 적절한 검사는 무엇인가?

권고 : 간 전이암이 의심되는 성인 환자에서 첫 영상 검사로 조영 증강 복부 CT 또는 복부 MRI를 시행하는 것이 적절하다. (권고 등급 A, 근거 수준 I)

근거 요약

간 전이암이 의심되는 환자의 영상진단에 대한 가이드라인 4개가 선택되었다 (1-4). 이 중 3개의 가이드라인에서 간 전이암이 의심되거나 전이 없음이 분명하지 않은 환자에서 CT 혹은 MRI를 시행할 것을 권고하였다 (1, 2, 4). 나머지 한 개의 가이드라인에서는 고식적 영상 검사에서 이상이 있는 경우에만 PET을 시행하도록 권고하였다 (3). 본 권고안은 위 네 가지 가이드라인을 기반으로 작성하였다.

간 전이암 평가를 위한 영상 검사로는 US, CT, MRI가 대표적인데, US의 경우 환자 및 검사자의 조건에 따라 평가능이 달라질 수 있고, CT에 비해 민감도가 낮다 (2). 연구에 따르면 US의 민감도는 53-86%, 특이도는 98%로 보고된 반면, CT의 경우는 75-83%의 민감도와 95-98%의 특이도를, MRI의 경우는 80-88%의 민감도와 93-97%의 특이도를 보이는 것으로 보고되었다 (5-9). 특히 10mm 미만 병변의 경우 US의 민감도는 20% 미만이었다 (8, 9). PET의 경우 CT에 비해 민감도가 높다는 보고가 있으나 (6), CT와 비교시 PET을 시행하는 것이 환자의 병기 설정을 유의하게 바꾸지 못한다는 보고들이 있다 (10, 11). 정확한 병기(staging)가 환자의 치료 방법 결정 및 예후 예측에 미치는 중요성 (2), 국내의 CT/MRI 보급률, 그리고 CT에서 간 외 전이의 발견이 가능하다는 점을 고려할 때 조영증강 복부 CT를 첫 영상 검사로 시행하는 것은 적절하며, 복부 CT 대신 복부 MRI를 시행할 수 있다.

권고 고려사항

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

일차 진단 검사로 CT를 사용하는 경우 진단정확도가 높은 장점이 있으나 방사선 피폭 및 조영제 부작용 등의 단점이 있다. US를 일차 진단 검사로 사용하는 경우 방사선, 조영제에 의한 위해는 없으나, 검사자의 경험과 환자 조건 등(비만도)에 의해 진단 정확도가 낮을 수 있다. 또한 US를 사용한 경우 진단을 위해 추가 검사가 필요할 수 있다는 점을 고려하여 적용하여야 하겠다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

진료지침의 국내 수용성과 적용성은 평가결과 큰 무리가 없는 것으로 판단되었다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되었다.

3. 검사별 방사선량

조영증강 복부 CT: 3 (>5~10mSv)

조영증강 복부 MRI: 0

참고문헌

1. Expert Panel on Gastrointestinal I, Kaur H, Hindman NM, Al-Refaie WB, Arif-Tiwari H, Cash BD, et al. ACR Appropriateness Criteria((R)) Suspected Liver Metastases. *J Am Coll Radiol* 2017;14:S314-S325
2. Bipat S, van Leeuwen MS, Ijzermans JN, Comans EF, Planting AS, Bossuyt PM, et al. Evidence-base guideline on management of colorectal liver metastases in the Netherlands. *Neth J Med* 2007;65:5-14
3. Chan K, Welch S, Walker-Dilks C, Raifu A, Ontario provincial Gastrointestinal Disease Site G. Evidence-based guideline recommendations on the use of positron emission tomography imaging in colorectal cancer. *Clin Oncol (R Coll Radiol)* 2012;24:232-249
4. Vogl TJ, Pereira PL, Helmberger T, Schreyer AG, Schmiegel W, Fischer S, et al. Updated S3 Guidelines - Diagnosis and Treatment of Colorectal Carcinoma: Relevance for Radiological Diagnosis and Intervention. *Rofo* 2019;191:298-310
5. Quaia E, D'Onofrio M, Palumbo A, Rossi S, Bruni S, Cova M. Comparison of contrast-enhanced ultrasonography versus baseline ultrasound and contrast-enhanced computed tomography in metastatic disease of the liver: diagnostic performance and confidence. *Eur Radiol* 2006;16:1599-1609
6. Niekel MC, Bipat S, Stoker J. Diagnostic imaging of colorectal liver metastases with CT, MR imaging, FDG PET, and/or FDG PET/CT: a meta-analysis of prospective studies including patients who have not previously undergone treatment. *Radiology* 2010;257:674-684
7. Floriani I, Torri V, Rulli E, Garavaglia D, Compagnoni A, Salvolini L, et al. Performance of imaging modalities in diagnosis of liver metastases from colorectal cancer: a systematic review and meta-analysis. *J Magn Reson Imaging* 2010;31:19-31
8. Wernecke K, Rummeny E, Bongartz G, Vassallo P, Kivelitz D, Wiesmann W, et al. Detection of hepatic masses in patients with carcinoma: comparative sensitivities of sonography, CT, and MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 1991;157:731-739
9. Ohlsson B, Tranberg KG, Lundstedt C, Ekberg H, Hederstrom E. Detection of hepatic metastases in colorectal cancer: a prospective study of laboratory and imaging methods. *Eur J Surg* 1993;159:275-281
10. Veit-Haibach P, Kuehle CA, Beyer T, Stergar H, Kuehl H, Schmidt J, et al. Diagnostic accuracy of colorectal cancer staging with whole-body PET/CT colonography. *JAMA* 2006;296:2590-2600
11. Kinner S, Antoch G, Bockisch A, Veit-Haibach P. Whole-body PET/CT-colonography: a possible new concept for colorectal cancer staging. *Abdom Imaging* 2007;32:606-612
12. Kinkel K, Lu Y, Both M, Warren RS, Thoeni RF. Detection of hepatic metastases from cancers of the gastrointestinal tract by using noninvasive imaging methods (US, CT, MR imaging, PET): a meta-analysis. *Radiology* 2002;224:748-756
13. Jeffery M, Hickey BE, Hider PN. Follow-up strategies for patients treated for

- non-metastatic colorectal cancer. *Cochrane Database Syst Rev* 2007:CD002200
14. Numminen K, Isoniemi H, Halavaara J, Tervahartiala P, Makisalo H, Laasonen L, et al. Preoperative assessment of focal liver lesions: multidetector computed tomography challenges magnetic resonance imaging. *Acta Radiol* 2005;46:9-15
 15. Soyer P, Pocard M, Boudiaf M, Abitbol M, Hamzi L, Panis Y, et al. Detection of hypovascular hepatic metastases at triple-phase helical CT: sensitivity of phases and comparison with surgical and histopathologic findings. *Radiology* 2004;231:413-420
 16. Valls C, Andia E, Sanchez A, Guma A, Figueras J, Torras J, et al. Hepatic metastases from colorectal cancer: preoperative detection and assessment of resectability with helical CT. *Radiology* 2001;218:55-60
 17. Hammerstingl R, Huppertz A, Breuer J, Balzer T, Blakeborough A, Carter R, et al. Diagnostic efficacy of gadoxetic acid (Primovist)-enhanced MRI and spiral CT for a therapeutic strategy: comparison with intraoperative and histopathologic findings in focal liver lesions. *Eur Radiol* 2008;18:457-467
 18. Kim YK, Lee MW, Lee WJ, Kim SH, Rhim H, Lim JH, et al. Diagnostic accuracy and sensitivity of diffusion-weighted and of gadoxetic acid-enhanced 3-T MR imaging alone or in combination in the detection of small liver metastasis (≤ 1.5 cm in diameter). *Invest Radiol* 2012;47:159-166
 19. Kulemann V, Schima W, Tamandl D, Kaczirek K, Gruenberger T, Wrba F, et al. Preoperative detection of colorectal liver metastases in fatty liver: MDCT or MRI? *Eur J Radiol* 2011;79:e1-6
 20. Wiering B, Krabbe PF, Jager GJ, Oyen WJ, Ruers TJ. The impact of fluor-18-deoxyglucose-positron emission tomography in the management of colorectal liver metastases. *Cancer* 2005;104:2658-2670
 21. Ruers TJ, Wiering B, van der Sijp JR, Roumen RM, de Jong KP, Comans EF, et al. Improved selection of patients for hepatic surgery of colorectal liver metastases with (18)F-FDG PET: a randomized study. *J Nucl Med* 2009;50:1036-1041
 22. Moulton CA, Gu CS, Law CH, Tandan VR, Hart R, Quan D, et al. Effect of PET before liver resection on surgical management for colorectal adenocarcinoma metastases: a randomized clinical trial. *JAMA* 2014;311:1863-1869
 23. Truant S, Huglo D, Hebbar M, Ernst O, Steinling M, Pruvot FR. Prospective evaluation of the impact of [18F]fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography of resectable colorectal liver metastases. *Br J Surg* 2005;92:362-369

KQ2-2. 원발암 치료 후 간 전이암의 발생 위험이 있는 성인환자에서 간 전이 검사로 적절한 영상 검사는 무엇인가?

권고 : 간 전이암의 발생 위험이 있는 성인 환자에서 간 전이 검사로 조영증강 복부 CT를 시행하는 것이 적절하다.(권고 등급 A, 근거 수준 D)

근거 요약

간 전이암이 의심되는 환자의 영상진단에 대한 가이드라인 4개가 선택되었다 (1-4). 이 중 2개의 가이드라인에서 치료 후 간 전이암 발생 감시 영상 검사로 초음파 검사를 1차적으로 권고하였다 (2, 4). 이러한 권고는 초음파검사의 높은 접근성 및 cost-effectiveness를 기반으로 한다 (2, 4). 그러나 초음파검사의 낮은 민감도와 특이도를 고려하여 (12), 초음파검사를 이용한 평가에 제한이 있거나 CEA 값의 증가가 있는 경우 조영증강 CT 혹은 MRI를 권고하고 있다 (2). 다른 하나의 가이드라인에서는 조영증강 CT를 우선적으로 권고하며 (1), 간 병변 검출에 대한 초음파 검사의 낮은 민감도 (53-77%) (12) 및 단면 영상 (cross-sectional imaging)을 시행했을 때 국소적 재발의 조기 발견 및 재발에 대한 근치적 절제 (대장직장암의 경우)의 기회가 증가한다는 보고를 바탕으로 한다 (13). 나머지 하나의 가이드라인에서는 PET을 치료 후 일상적 감시 검사로 권고하지 않으며, CEA의 증가가 있으면서 고식적 영상 검사에서 재발 병소가 분명하지 않은 경우에 시행하는 것을 권고하였다 (3). 간 전이암의 감시 검사로 초음파 검사 및 조영 증강 CT를 사용하는 것은 적절하다고 생각되며, 초음파검사를 이용한 평가에 제한이 있거나 간 외 동시 전이 혹은 국소 재발의 위험이 있는 환자에서는 조영 증강 CT가 선호된다. 국내에서는 초음파 검사와 조영증강 CT 사이에 의료 비용의 차이가 거의 없고, 검사의 접근성 역시 큰 차이가 없는 점을 고려할 때 조영증강 CT를 시행하는 것을 권고하는 것이 적절하다.

권고 고려사항

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

초음파검사를 치료 후 감시 검사로 사용하는 경우 높은 접근성과 cost-effectiveness의 장점이 있고 방사선 피폭이나 조영제 부작용의 우려도 적다. 그러나 검사자의 경험과 환자 조건 등(비만도)에 의해 진단 정확도가 낮을 수 있으며 작은 간 전이암, 간 외 동시 전이나 국소 재발 유무를 파악하기 어렵다. 감시 검사로 CT를 사용하는 경우 진단정확도가 높고 간 외 전이나 국소 재발을 평가할 수 있다는 장점이 있으나 방사선 피폭 및 조영제 부작용의 단점이 있음을 고려하여 적용하여야 하겠다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

진료지침의 국내 수용성과 적용성은 평가결과 큰 무리가 없는 것으로 판단되었다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되었다.

3. 검사별 방사선량

조영증강 복부 CT: 3 (>5~10mSv)

참고문헌

1. Expert Panel on Gastrointestinal I, Kaur H, Hindman NM, Al-Refaie WB, Arif-Tiwari H, Cash BD, et al. ACR Appropriateness Criteria((R)) Suspected Liver Metastases. *J Am Coll Radiol* 2017;14:S314-S325
2. Bipat S, van Leeuwen MS, Ijzermans JN, Comans EF, Planting AS, Bossuyt PM, et al. Evidence-base guideline on management of colorectal liver metastases in the Netherlands. *Neth J Med* 2007;65:5-14
3. Chan K, Welch S, Walker-Dilks C, Raifu A, Ontario provincial Gastrointestinal Disease Site G. Evidence-based guideline recommendations on the use of positron emission tomography imaging in colorectal cancer. *Clin Oncol (R Coll Radiol)* 2012;24:232-249
4. Vogl TJ, Pereira PL, Helmberger T, Schreyer AG, Schmiegel W, Fischer S, et al. Updated S3 Guidelines - Diagnosis and Treatment of Colorectal Carcinoma: Relevance for Radiological Diagnosis and Intervention. *Rofo* 2019;191:298-310
5. Quايا E, D'Onofrio M, Palumbo A, Rossi S, Bruni S, Cova M. Comparison of contrast-enhanced ultrasonography versus baseline ultrasound and contrast-enhanced computed tomography in metastatic disease of the liver: diagnostic performance and confidence. *Eur Radiol* 2006;16:1599-1609
6. Niekel MC, Bipat S, Stoker J. Diagnostic imaging of colorectal liver metastases with CT, MR imaging, FDG PET, and/or FDG PET/CT: a meta-analysis of prospective studies including patients who have not previously undergone treatment. *Radiology* 2010;257:674-684
7. Floriani I, Torri V, Rulli E, Garavaglia D, Compagnoni A, Salvolini L, et al. Performance of imaging modalities in diagnosis of liver metastases from colorectal cancer: a systematic review and meta-analysis. *J Magn Reson Imaging* 2010;31:19-31
8. Wernecke K, Rummeny E, Bongartz G, Vassallo P, Kivelitz D, Wiesmann W, et al. Detection of hepatic masses in patients with carcinoma: comparative sensitivities of sonography, CT, and MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 1991;157:731-739
9. Ohlsson B, Tranberg KG, Lundstedt C, Ekberg H, Hederstrom E. Detection of hepatic metastases in colorectal cancer: a prospective study of laboratory and imaging methods. *Eur J Surg* 1993;159:275-281
10. Veit-Haibach P, Kuehle CA, Beyer T, Stergar H, Kuehl H, Schmidt J, et al. Diagnostic accuracy of colorectal cancer staging with whole-body PET/CT colonography. *JAMA* 2006;296:2590-2600
11. Kinner S, Antoch G, Bockisch A, Veit-Haibach P. Whole-body PET/CT-colonography: a possible new concept for colorectal cancer staging. *Abdom Imaging* 2007;32:606-612
12. Kinkel K, Lu Y, Both M, Warren RS, Thoeni RF. Detection of hepatic metastases from

- cancers of the gastrointestinal tract by using noninvasive imaging methods (US, CT, MR imaging, PET): a meta-analysis. *Radiology* 2002;224:748-756
13. Jeffery M, Hickey BE, Hider PN. Follow-up strategies for patients treated for non-metastatic colorectal cancer. *Cochrane Database Syst Rev* 2007:CD002200
 14. Numminen K, Isoniemi H, Halavaara J, Tervahartiala P, Makisalo H, Laasonen L, et al. Preoperative assessment of focal liver lesions: multidetector computed tomography challenges magnetic resonance imaging. *Acta Radiol* 2005;46:9-15
 15. Soyer P, Pocard M, Boudiaf M, Abitbol M, Hamzi L, Panis Y, et al. Detection of hypovascular hepatic metastases at triple-phase helical CT: sensitivity of phases and comparison with surgical and histopathologic findings. *Radiology* 2004;231:413-420
 16. Valls C, Andia E, Sanchez A, Guma A, Figueras J, Torras J, et al. Hepatic metastases from colorectal cancer: preoperative detection and assessment of resectability with helical CT. *Radiology* 2001;218:55-60
 17. Hammerstingl R, Huppertz A, Breuer J, Balzer T, Blakeborough A, Carter R, et al. Diagnostic efficacy of gadoxetic acid (Primovist)-enhanced MRI and spiral CT for a therapeutic strategy: comparison with intraoperative and histopathologic findings in focal liver lesions. *Eur Radiol* 2008;18:457-467
 18. Kim YK, Lee MW, Lee WJ, Kim SH, Rhim H, Lim JH, et al. Diagnostic accuracy and sensitivity of diffusion-weighted and of gadoxetic acid-enhanced 3-T MR imaging alone or in combination in the detection of small liver metastasis (≤ 1.5 cm in diameter). *Invest Radiol* 2012;47:159-166
 19. Kulemann V, Schima W, Tamandl D, Kaczirek K, Gruenberger T, Wrba F, et al. Preoperative detection of colorectal liver metastases in fatty liver: MDCT or MRI? *Eur J Radiol* 2011;79:e1-6
 20. Wiering B, Krabbe PF, Jager GJ, Oyen WJ, Ruers TJ. The impact of fluor-18-deoxyglucose-positron emission tomography in the management of colorectal liver metastases. *Cancer* 2005;104:2658-2670
 21. Ruers TJ, Wiering B, van der Sijp JR, Roumen RM, de Jong KP, Comans EF, et al. Improved selection of patients for hepatic surgery of colorectal liver metastases with (18)F-FDG PET: a randomized study. *J Nucl Med* 2009;50:1036-1041
 22. Moulton CA, Gu CS, Law CH, Tandan VR, Hart R, Quan D, et al. Effect of PET before liver resection on surgical management for colorectal adenocarcinoma metastases: a randomized clinical trial. *JAMA* 2014;311:1863-1869
 23. Truant S, Huglo D, Hebbar M, Ernst O, Steinling M, Pruvot FR. Prospective evaluation of the impact of [18F]fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography of resectable colorectal liver metastases. *Br J Surg* 2005;92:362-369

KQ2-3. 간 전이암이 있는 성인환자에서 수술 전 평가를 위해 적절한 영상검사는 무엇인가?

권고 1 : 간 전이암의 수술 전 영상 평가 검사로는 MRI가 적절하며, 최적화된 CT를 사용하는 것도 적절하다. (권고 등급 A, 근거 수준 D)

권고 2 : 간 외 전이를 평가하기 위해 조영 증강 CT 외에도 FDG-PET/CT 시행을 고려할 수 있다. (권고 등급 B, 근거 수준 II)

근거 요약

간 전이암의 수술 전 평가를 위한 영상검사에 대한 가이드라인 4개가 선택되었다 (1-4). 두 개의 가이드라인에서는 간 전이암의 범위 (extent)를 평가하기 위한 검사로 조영 증강 CT 혹은 MRI를 권고하였다 (1, 2). 간 전이암의 수술 전 영상 평가는 간 전이암의 범위, 위치 (segmental distribution) 및 수술에 필요한 해부학적 정보를 제공해야 한다 (1). 초음파 검사의 경우 단독으로 전이암의 범위를 평가하기 어렵고, 해부학적 정보를 정확히 전달할 수 없어 수술 전 영상 평가로는 제한이 있다. 조영 증강 CT는 간 전이암의 범위 및 간 외 전이를 평가하는 데 유용하며 (14-16) 수술에 필요한 해부학적 정보를 제공한다. 확산 강조 영상 (diffusion weighted imaging) 혹은 간세포 특이 조영제를 사용한 MRI는 10mm 이하의 작은 간 전이암의 발견에 CT보다 민감도와 정확도가 높고 (7, 17, 18), 항암 화학 요법 이후 지방간이 있는 환자에서 CT보다 저혈관성 간 전이암의 발견에 유용하다 (19). 수술적 절제의 대상이 되는 경우는 주로 대장/직장암에서 기원한 간 전이암이며, 이러한 경우 대개 근치적 목적으로 수술을 시행하게 된다는 점을 고려하였을 때 민감도가 높은 검사를 시행하여 작은 병변을 발견할 필요가 있다. 따라서 수술 전 영상 검사로는 MRI를 권고하며, 적절한 MRI 영상을 얻기 어려운 경우 문맥기를 포함한 최적화 된 CT를 대신 사용할 수 있다.

세 개의 가이드라인에서는 간 외 전이 여부를 파악하기 위해 FDG-PET/CT를 권고하며 (2-4), 이는 FDG-PET/CT가 간 전이암 환자의 20-32%에서 치료 방침에 영향을 미쳤다는 연구 결과를 바탕으로 한다 (20, 21). 그러나 수술 전 FDG-PET/CT가 환자의 생존율 (overall survival)에 큰 영향을 미치지 못했다는 보고가 있고 (22), 최근 연구에서는 FDG-PET/CT가 환자 치료 방침을 변경한 경우가 6-8% 정도로 보고 된 점 (22, 23)을 고려하여 권고문을 작성하였다.

권고 고려사항

1. 이득과 위해 (Benefit and Harm)

수술 전 영상 검사로 MRI를 사용할 경우 간 전이암 발견의 민감도 (per-lesion sensitivity)가 높아져 정확한 수술 전 평가를 기대할 수 있다. 그러나 접근성이 낮고 고가인 단점이 있으며, 폐쇄공포증이나 인공와우 및 인공심박기 등 금기증이 있는 경우 시행할 수 없다. 문맥기를 포함한 최적화된 CT의 경우 방사선 피폭이 동반되며 연부조직 대조도가 낮아 작은 병변의 발견에 제한이 있다. 그러나 간 외 전이를 같이 평가할 수 있다는 장점이 있다.

FDG-PET/CT의 경우 간 외 전이 발견에 민감하다는 장점이 있으나 비용 및 추가적인 방사선 노출이 있음을 고려하여 적용해야 한다.

2. 국내 수용성과 적용성 (Acceptability and Applicability)

진료지침의 국내 수용성과 적용성은 평가결과 큰 무리가 없는 것으로 판단되었다. 수용성과 적용성 평가표는 부록2에 제시되었다.

3. 검사별 방사선량

조영증강 복부 CT: 3 (>5~10mSv)

조영증강 간 MRI 0

FDG-PET/CT 4 (>10mSv)

참고문헌

1. Expert Panel on Gastrointestinal I, Kaur H, Hindman NM, Al-Refaie WB, Arif-Tiwari H, Cash BD, et al. ACR Appropriateness Criteria(RR) Suspected Liver Metastases. J Am Coll Radiol 2017;14:S314-S325
2. Bipat S, van Leeuwen MS, Ijzermans JN, Comans EF, Planting AS, Bossuyt PM, et al. Evidence-base guideline on management of colorectal liver metastases in the Netherlands. Neth J Med 2007;65:5-14
3. Chan K, Welch S, Walker-Dilks C, Raifu A, Ontario provincial Gastrointestinal Disease Site G. Evidence-based guideline recommendations on the use of positron emission tomography imaging in colorectal cancer. Clin Oncol (R Coll Radiol) 2012;24:232-249
4. Vogl TJ, Pereira PL, Helmlberger T, Schreyer AG, Schmiegel W, Fischer S, et al. Updated S3 Guidelines - Diagnosis and Treatment of Colorectal Carcinoma: Relevance for Radiological Diagnosis and Intervention. Rofo 2019;191:298-310
5. Quaia E, D'Onofrio M, Palumbo A, Rossi S, Bruni S, Cova M. Comparison of contrast-enhanced ultrasonography versus baseline ultrasound and contrast-enhanced computed tomography in metastatic disease of the liver: diagnostic performance and confidence. Eur Radiol 2006;16:1599-1609
6. Niekel MC, Bipat S, Stoker J. Diagnostic imaging of colorectal liver metastases with CT, MR imaging, FDG PET, and/or FDG PET/CT: a meta-analysis of prospective studies including patients who have not previously undergone treatment. Radiology 2010;257:674-684
7. Floriani I, Torri V, Rulli E, Garavaglia D, Compagnoni A, Salvolini L, et al. Performance of imaging modalities in diagnosis of liver metastases from colorectal cancer: a systematic review and meta-analysis. J Magn Reson Imaging 2010;31:19-31
8. Wernecke K, Rummeny E, Bongartz G, Vassallo P, Kivelitz D, Wiesmann W, et al. Detection of hepatic masses in patients with carcinoma: comparative sensitivities of sonography, CT, and MR imaging. AJR Am J Roentgenol 1991;157:731-739
9. Ohlsson B, Tranberg KG, Lundstedt C, Ekberg H, Hederstrom E. Detection of hepatic metastases in colorectal cancer: a prospective study of laboratory and imaging methods. Eur J Surg 1993;159:275-281

10. Veit-Haibach P, Kuehle CA, Beyer T, Stergar H, Kuehl H, Schmidt J, et al. Diagnostic accuracy of colorectal cancer staging with whole-body PET/CT colonography. *JAMA* 2006;296:2590-2600
11. Kinner S, Antoch G, Bockisch A, Veit-Haibach P. Whole-body PET/CT-colonography: a possible new concept for colorectal cancer staging. *Abdom Imaging* 2007;32:606-612
12. Kinkel K, Lu Y, Both M, Warren RS, Thoeni RF. Detection of hepatic metastases from cancers of the gastrointestinal tract by using noninvasive imaging methods (US, CT, MR imaging, PET): a meta-analysis. *Radiology* 2002;224:748-756
13. Jeffery M, Hickey BE, Hider PN. Follow-up strategies for patients treated for non-metastatic colorectal cancer. *Cochrane Database Syst Rev* 2007:CD002200
14. Numminen K, Isoniemi H, Halavaara J, Tervahartiala P, Makisalo H, Laasonen L, et al. Preoperative assessment of focal liver lesions: multidetector computed tomography challenges magnetic resonance imaging. *Acta Radiol* 2005;46:9-15
15. Soyer P, Pocard M, Boudiaf M, Abitbol M, Hamzi L, Panis Y, et al. Detection of hypovascular hepatic metastases at triple-phase helical CT: sensitivity of phases and comparison with surgical and histopathologic findings. *Radiology* 2004;231:413-420
16. Valls C, Andia E, Sanchez A, Guma A, Figueras J, Torras J, et al. Hepatic metastases from colorectal cancer: preoperative detection and assessment of resectability with helical CT. *Radiology* 2001;218:55-60
17. Hammerstingl R, Huppertz A, Breuer J, Balzer T, Blakeborough A, Carter R, et al. Diagnostic efficacy of gadoxetic acid (Primovist)-enhanced MRI and spiral CT for a therapeutic strategy: comparison with intraoperative and histopathologic findings in focal liver lesions. *Eur Radiol* 2008;18:457-467
18. Kim YK, Lee MW, Lee WJ, Kim SH, Rhim H, Lim JH, et al. Diagnostic accuracy and sensitivity of diffusion-weighted and of gadoxetic acid-enhanced 3-T MR imaging alone or in combination in the detection of small liver metastasis (≤ 1.5 cm in diameter). *Invest Radiol* 2012;47:159-166
19. Kulemann V, Schima W, Tamandl D, Kaczirek K, Gruenberger T, Wrba F, et al. Preoperative detection of colorectal liver metastases in fatty liver: MDCT or MRI? *Eur J Radiol* 2011;79:e1-6
20. Wiering B, Krabbe PF, Jager GJ, Oyen WJ, Ruers TJ. The impact of fluor-18-deoxyglucose-positron emission tomography in the management of colorectal liver metastases. *Cancer* 2005;104:2658-2670
21. Ruers TJ, Wiering B, van der Sijp JR, Roumen RM, de Jong KP, Comans EF, et al. Improved selection of patients for hepatic surgery of colorectal liver metastases with (18)F-FDG PET: a randomized study. *J Nucl Med* 2009;50:1036-1041
22. Moulton CA, Gu CS, Law CH, Tandan VR, Hart R, Quan D, et al. Effect of PET before liver resection on surgical management for colorectal adenocarcinoma metastases: a randomized clinical trial. *JAMA* 2014;311:1863-1869

23. Truant S, Huglo D, Hebbar M, Ernst O, Steinling M, Pruvot FR. Prospective evaluation of the impact of [18F]fluoro-2-deoxy-D-glucose positron emission tomography of resectable colorectal liver metastases. *Br J Surg* 2005;92:362-369