



Scanprotocol rectumcarcinoom

Bijgaand protocol is een handreiking waarbij ruimte bestaat om deze in uw ziekenhuis aan te passen wanneer het beter kan of anders moet, op basis van de beschikbare apparatuur en/of expertise. De protocollen zijn zoveel mogelijk 'evidence-based' ontwikkeld en aangevuld met 'expert opinion'. Protocollen kunnen op basis van nieuw wetenschappelijk bewijs en inzichten worden geactualiseerd. Meer info: www.radiologen.nl (NVvR, 2019).

Vraagstelling

Wat is een goed en praktisch MRI-protocol voor de dagelijkse praktijk voor patiënten met de verdenking op een rectumcarcinoom?

Inleiding

Een adequate preoperatieve stadiëring bij rectumcarcinoom middels MRI is van belang voor bepaling van het beleid en voor de prognose van de patiënt. Hierbij is een adequaat MRI scan protocol van groot belang. De MRI moet zo accuraat mogelijk de TNM-classificatie en de afstand van de tumor tot de mesorectale fascia in beeld brengen. Hiervoor werd gekeken naar literatuur, praktische overwegingen en reeds bestaande internationale richtlijnen.

Zoeken en selecteren

PICO-vraagstelling(en) -> selectiecriteria literatuur ter onderbouwing scanprotocol

P: patiënt met bewezen rectumcarcinoom

I: scanprotocol MRI rectum ter stadiëring rectumcarcinoom

C: pathologische stadiëring (post-ok)

O: beleid afhankelijk van beeldvorming: stadium

Relevante uitkomstmaten

De werkgroep achtte bepaling van de TNM-classificatie en de afstand van de tumor tot de mesorectale fascia voor de besluitvorming kritieke uitkomstmaten. Hiervoor werden de volgende parameters bekeken: slice thickness, region of interest, field of view, contrastmiddelen, type sequenties, hoek van scannen en type spoel.

Zoeken en Methode

In de databases Medline (OVID), Embase en Cochrane is met zoektermen voor rectum, rectum kanker, MRI, scan protocollen, gadolinium en contrast techniek gezocht. De zoekverantwoording is weergegeven in bijlage.

De literatuurzoekactie leverde 174 treffers op. Van deze 174 treffers waren er 10 relevant voor dit scanprotocol (zie ook evidence tabel).

De literatuur, praktische overwegingen en reeds bestaande internationale richtlijnen worden verder besproken per MRI parameter. De consensus richtlijn van ESGAR van Beets-Tan et al. (Beets-Tan, 2013) werd gebruikt als internationale richtlijn.



Parameters van het MRI Protocol rectumcarcinoom

Vorbereiding patiënt

Literatuur

Er werd geen literatuur van voldoende kwaliteit gevonden.

Richtlijn ESGAR

Geen consensus over het eventuele gebruik van Buscopan (50% van het panel voor en 50% tegen), derhalve wordt gebruik van Buscopan niet geadviseerd.

Overwegingen werkgroep

Tumoren uitgaande van het rectum zijn goed zichtbaar zonder voorbereiding. In een enkel geval van voornamelijk oppervlakkige tumoren kan de zichtbaarheid van het proces sub-optimaal zijn ten gevolge van sterke fecale verontreiniging. De voordelen van introductie van rectaal contrast wegen echter niet op tegen de nadelen, te denken aan belasting voor de patiënt en nadelige beïnvloeding van de lokale anatomie van het mesorectale compartiment. Door oprekken van de wand door de gel kan betrokkenheid van de MRF overschat worden. Tevens kunnen distale mesorectale lymfklieren minder goed worden beoordeeld (Kim, 2010). Bovendien is het doel van het onderzoek niet de detectie van tumoren maar de staging waarbij het voornamelijk gaat om de detectie van invasie in het mesorectum en omliggende structuren.

Het gebruik van een antispasmodicum om bewegingsartefacten van dunne darm peristaltiek te voorkomen kan worden overwogen, maar is over het algemeen niet noodzakelijk.

De werkgroep acht derhalve voorbereiding in welke vorm dan ook niet noodzakelijk

Aanbeveling

Geen voorbereiding (Buscopan, rectaal toegediend contrast) noodzakelijk voor MRI onderzoek van rectum.

Slice thickness

Literatuur

Er werd geen literatuur van voldoende kwaliteit gevonden.

Richtlijn ESGAR

Slice thickness van 1-3 mm, met een maximum van 4 mm.

Overwegingen werkgroep

De geadviseerde slice thickness bedraagt 3 mm. Dit is nodig om eventuele tumorgroei door de rectumwand dan wel mesorectale fascia te bepalen. Ook kleinere lymfklieren < 5mm kunnen zo worden gedetecteerd.

Aanbeveling

Slice thickness van 1-3 mm, met een maximum van 4 mm



Field-of-View

Literatuur

Er werd geen literatuur van voldoende kwaliteit gevonden.

Richtlijn ESGAR

Niet vermeld.

Overwegingen werkgroep

De craniale begrenzing van het field of view (FOV) is de bovenzijde van wervelcorpus L5, de caudale begrenzing net onder de onderrand van het anale kanaal.

Aanbeveling

De craniale begrenzing van het field of view (FOV) is de bovenzijde van wervelcorpus L5, de caudale begrenzing net onder de onderrand van het anale kanaal

Toepassen van contrastmiddelen

Literatuur

Er is (vooralsnog) geen toegevoegde waarde aangetoond van het gebruik van intraveneus Gadolinium voor de stadiering van het rectumcarcinoom (Beets-Tan, 2013; Jao, 2010; Vliegen, 2006).

Richtlijn ESGAR

Het gebruik van iv contrast (al dan niet dynamisch) wordt afgeraden.

Overwegingen werkgroep

Intraveneuze contrast toediening zorgt niet voor verbetering van de stadiëring van rectum tumoren middels MRI en hoeft daarom niet opgenomen te worden in het scanprotocol (Maas, 2012).

Aanbeveling

Het gebruik van intraveneus contrast (al dan niet dynamisch) wordt niet geadviseerd.

Type sequenties

Literatuur

De sensitiviteit en specificiteit van adequate stadiering van het rectum carcinoom wordt sterk bepaald door het gebruikte scan protocol (Suzuki, 2008). De 2D T2-gewogen scan in 3 richtingen is de belangrijkste sequentie in de stadiering van het rectumcarcinoom (Beets-Tan, 2013; Kim, 2010). Diffusie gewogen imaging (DWI) laat goede resultaten zien in de detectie van het rectum carcinoom maar is geen vereiste voor een goede stadiering (Beets-Tan, 2013; Mizukami, 2011). Er wordt een minimale veldsterkte van 1.5T aangeraden (Beets-Tan, 2013). De eerste studies welke het gebruik van imaging op 3T onderzocht hebben, laten goede resultaten zien (Maas, 2012; Kim, 2008; Winter, 2007; Zhang, 2008), maar vooralsnog is stadiering op 3T niet bewezen beter dan op 1.5T (Maas, 2012).



Richtlijn ESGAR

2D T2 gewogen beelden in sagitale en axiale richting is een vereiste en T2 gewogen beelden in coronale richting worden deze geadviseerd. DWI wordt niet verplicht gesteld. Het gebruik van 3D T2 gewogen beelden en Fatsat images wordt afgeraden.

Er is geen consensus over de voorkeur voor 1.5 of 3T imaging. Minimumvereiste veldsterkte: 1T.

Overwegingen werkgroep

De 2D T2 gewogen series in 3 richtingen zijn voldoende om te differentiëren tussen (Beets-Tan, 2013) T1/ T2, T3 en T4 tumoren, (Jao, 2010) N0 / N+ status (Vliegen, 2005) eventuele betrokkenheid van de mesorectale fascia. Differentiatie tussen T1 en T2 tumoren is met geen enkele MR techniek mogelijk en klinisch niet relevant. Vet-suppressie sequenties zijn niet behulpzaam bij het afgrenzen van tumoren. Zowel tumor als lymfklieren hebben een matig hypointense signaal intensiteit. Onderdrukking van het signaal van het omgevende vet verbetert de afgrensbaarheid van deze structuren niet en draagt niet bij aan de stadiëring. Diffusie gewogen beelden worden op dit moment niet gezien als een absolute vereiste voor de primaire stadiëring van het rectum carcinoom. Uit de praktijk blijkt wel dat in bepaalde gevallen van minder goed zichtbare tumoren DWI meer zekerheid kan verschaffen over locatie en cranio-caudale uitbreiding van de tumor in de rectumwand. In additie, de toevoeging van DWI aan het scanprotocol betekent een slechts minimale verlenging van de totale scanduur. In tegenstelling tot de primaire stadiëring is er wel voor DWI een potentiële rol weggelegd bij herstadiëring na neo-adjuvante chemoradiatie en bij de follow-up na een, in onderzoeksverband, wait and see beleid.

Aanbeveling

- 2D T2 gewogen beelden in sagitale en axiale richting is een vereiste en in coronale richting worden deze geadviseerd.
- DWI is te overwegen maar geen absolute vereiste voor de primaire stagering. Voor de herstadiëring wordt DWI geadviseerd.
- Het gebruik van 3D T2 gewogen beelden en Fatsat images wordt afgeraden
- Geen consensus over de voorkeur voor 1.5 of 3T imaging. Minimum vereiste veldsterkte: 1T

Hoek van scannen

Literatuur

Geen literatuur (of van onvoldoende kwaliteit).

Richtlijn ESGAR

Afhankelijk van lokalisatie tumor: axiale scans loodrecht en coronale scans parallel aan het hoge, mid of lage rectum anguleren.

Overwegingen werkgroep

Eerst wordt het sagittale vlak gescand. Dan wordt de axiale scan gepland loodrecht op het rectum lumen ter hoogte van de tumor. Dit voorkomt partial volume effecten. Ook kan de



relatie van de tumor ten opzichte van darmwand, mesorectale fascie en omliggende organen nauwkeuriger worden bepaald. De coronale scan wordt loodrecht op de axiale scan gepland en bij distale tumoren parallel aan het anale kanaal. Dit voorkomt partial volume artefacten en verbetert accurate evaluatie van de diepte van eventuele tumor invasie en ingroei in het anale kanaal.

Aanbeveling

Afhankelijk van lokalisatie tumor: axiale scans loodrecht en coronale scans parallel aan het hoge, mid of lage rectum hoeken.

Type spoel

Literatuur

Geen literatuur (of van onvoldoende kwaliteit).

Richtlijn ESGAR

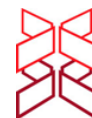
Een externe phased array spoel wordt geadviseerd, het gebruik van een endorectale spoel wordt niet aangeraden.

Overwegingen werkgroep

Endorectale coils hebben enkele beperkingen, zoals gebruik bij hoge en/of stenoserende tumoren. Daarnaast is er een beperkt field-of-view en is het semi-invasief. In de meeste gevallen heeft een endorectale spoel geen toegevoegde waarde, daarom wordt het gebruik van een externe phased-array spoel aangeraden.

Aanbeveling

Een externe phased array spoel wordt geadviseerd, het gebruik van een endorectale spoel wordt niet aangeraden.



Specificaties standaard scanprotocol

Sequence	T2 TSE Sagitaal	T2 TSE Axiaal	T2 TSE Coronaal
TR (ms)	5000	14245	14245
TE (ms)	30	130	130
TSE factor		28	28
Flip Angle (deg)	90	90	90
Matrix size	384x264	256x168	256x168
# Slices/ Thickness(mm)	28/ 3	40/ 3	40/ 3
Gap	0	0.30	0.30
Voxel size (mm)	0.31x0.31x3	0.78 / 0.78 / 3	0.78 / 0.78 / 3
Fat suppres	Nee	Nee	Nee
Contrastagent	Nee	Nee	Nee
≅Time			

Samenvatting additioneel scanprotocol

Bij een herstadierings MRI kunnen diffusie gewogen opnamen een aanvullende waarde hebben.

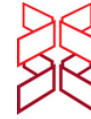
Specificaties Additioneel DWI scanprotocol (voor herstadiering)

Sequence	DWI 2 b-waarden
Orientation	
TR (ms)	2479
TE (ms)	85
TI (ms)	
Flip Angle (deg)	90
Matrix size	80 x 65
# Slices/ Thickness(mm)	20
Gap	1.01
Voxel size (mm)	1.41 / 1.42 / 5
Fat suppres	SPiR
b-values (sec/mm ²)	0 / 1000
Contrastagent	Nee
≅Time	

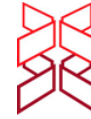


Bijlagen

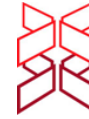
Evidence tabellen scanprotocol rectumcarcinoom						
	Reference	Study Type	Patients/ Events	Study Objective (Purpose of Study)	Study Results	Study Quality
1	Beets-Tan RGH, Lambregts DMJ et al. Magnetic resonance imaging for the clinical management of rectal cancer patients: recommendations from the 2012 European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR) consensus meeting. Eur Radiol (2013) 23:2522–2531.	Consensus meeting	-	To develop guidelines describing a standardised approach regarding the acquisition, interpretation and reporting of magnetic resonance imaging (MRI) for clinical staging and restaging of rectal cancer.	Consensus was reached for 88 % of items: recommendations regarding hardware, patient preparation, imaging sequences, angulation, criteria for MRI assessment and MRI reporting were constructed from these.	Very low
2	Jao S-Y, Yang B-Y et al. Evaluation of gadolinium-enhanced T1-weighted magnetic resonance imaging in the preoperative assessment of local staging in rectal cancer. Colorectal Dis. 2010 Nov;12(11):1139-48.	Observational-Dx	88 patients with confirmed rectal cancer	To determine whether gadolinium-enhanced T1-weighted magnetic resonance (MR) sequence is beneficial in the preoperative assessment of tumour and nodal staging in	There was no significant difference in the Az values of T2WI only, T1 + Gd image only and combined T2WI and T1 + Gd images for the prediction of tumour staging (Az of T2WI, T1 + Gd and combined MR images for reader 1, 0.80, 0.76 and 0.85; reader 2, 0.83, 0.82 and 0.87) and nodal staging (Az for reader 1, 0.73, 0.73 and 0.81; reader 2, 0.79, 0.80 and 0.83). Interobserver agreement for the prediction of tumour staging was moderate to	Very low



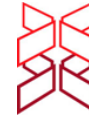
				patients with primary rectal cancer.	substantial, while only fair agreement was noted for the prediction of nodal staging.	
3	Vliegen RF1, Beets GL, Rectal cancer: MR imaging in local staging--is gadolinium-based contrast material helpful? Radiology. 2005 Jan;234(1):179-88.	Observational-Dx	83 patients with confirmed rectal cancer	To determine retrospectively whether addition of gadolinium-enhanced T1-weighted magnetic resonance (MR) sequence to T2-weighted turbo spin-echo (SE) MR imaging is valuable for preoperative assessment of T stage and circumferential resection margin in patients with primary rectal cancer.	Addition of contrast-enhanced T1-weighted to T2-weighted MR imaging did not significantly improve diagnostic accuracy for prediction of tumor penetration through rectal wall (Az of T2-weighted vs T2-weighted plus T1-weighted images for observer 1, 0.740 vs 0.764; observer 2, 0.856 vs 0.768) and tumor extension into mesorectal fascia (Az for observer 1, 0.962 vs 0.902; observer 2, 0.902 vs 0.911). Diagnostic performance (Az) of MR and interobserver agreement were high for prediction of tumor extension into mesorectal fascia (K 0.61, 0.74) but only moderate for penetration through rectal wall (K 0.47, 0.45).	Very low
4	Maas M, Lambregts DMJ et al. T-staging of rectal cancer: accuracy of 3.0 Tesla MRI compared with 1.5 Tesla. Abdom Imaging. 2012 Jun;37(3):475-81.	Observational-Dx	13 patients with confirmed rectal cancer	Magnetic resonance imaging (MRI) is not accurate in discriminating T1-2 from borderline T3 rectal tumors. Higher resolution on 3 Tesla-(3T)-MRI could improve	Seven patients had pT1-2 tumors and six had pT3 tumors. AUCs ranged from 0.66 to 0.87 at 1.5T vs. 0.52–0.82 at 3T. Mean overstaging rate was 43% at 1.5T and 57% at 3T (P = 0.23). Inter-observer agreement was 0.50–0.71 at 1.5T vs. 0.15–0.68 at 3T. Intra-observer agreement was j 0.71 at 1.5T and 0.76 at 3T.	Very low



				<p>diagnostic performance for T-staging. The aim of this study was to determine whether 3T-MRI compared with 1.5 Tesla-(1.5T)-MRI improves the accuracy for the discrimination between T1-2 and borderline T3 rectal tumors and to evaluate reproducibility.</p>		
5	<p>Kim H, Lim JS, et al. Rectal cancer: comparison of accuracy of local-regional staging with two- and three-dimensional preoperative 3-T MR imaging. <i>Radiology</i>. 2010 Feb;254(2):485-92.</p>	Observational-Dx	109 patients with confirmed rectal cancer	<p>To compare the local-regional staging accuracy of the conventional two-dimensional (2D) T2-weighted imaging protocol and of the three-dimensional (3D) T2-weighted imaging protocol for preoperative magnetic resonance (MR) imaging in rectal cancer patients.</p>	<p>T2-weighted MR was 95% accurate, 98% sensitive, and 78% specific for detection of ileal lesions. Agreement between T1- and T2-weighted images ranged from 0.77 for ileal lesions to 1.00 for colic lesions. T2-weighted MR enabled detection of 26 of 29 severe strictures, 17 of 24 enteroenteric fistulas, and all adhesions and abscesses; T1-weighted MR enabled detection of 20 of 29 severe strictures, 16 of 24 enteroenteric fistulas, and all adhesions and abscesses. Complications leading to surgery were found in 12 (20%) patients; these were assessed correctly with either T1- or T2-weighted images. T2-weighted signal intensities of the wall and mesentery correlated with biologic activity ($P \leq .001$, r of 0.774 and 0.712, respectively). Interobserver agreement was 0.642–</p>	Very low



					1.00 for T2-weighted and 0.711–1.00 for T1-weighted images.	
6	Suzuki C, Torkzad MR, et al. The importance of rectal cancer MRI protocols on interpretation accuracy. <i>World J Surg Oncol.</i> 2008 Aug 20;6:89.	Observational-Dx	37 patients with confirmed rectal cancer	To retrospectively study the effects of the imaging protocol on the staging accuracy.	Compliant rectal imaging protocols showed significantly better correlation with histopathological results regarding assessment of anterior organ involvement (sensitivity and specificity rates in compliant group were 86% and 94%, respectively vs. 50% and 33% in the noncompliant group). Compliant imaging protocols also used statistically significantly smaller voxel sizes and fewer number of MR sequences than the noncompliant protocols	Very low
7	Mizukami Y, Ueda S, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging for detecting lymph node metastasis of rectal cancer. <i>World J Surg.</i> 2011 Apr;35(4):895-9.	Observational-Dx	129 patients with confirmed rectal cancer	To study the accuracy of lymph node staging by DWI ? conventional MRI. To our knowledge, this is the first report demonstrating the efficacy of DWI for detecting nodal metastasis in patients with rectal cancer.	Fifty-nine (46%) patients had metastatic lymph nodes on histopathologic examinations. Two hundred twenty (18%) of 1,250 lymph nodes were pathologically positive for tumor metastasis. The overall patient-based sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV), and accuracy of DWI ? conventional MRI were 93, 81, 81, 93, and 87%, respectively. Corresponding values of CT were 73, 79, 74, 77, and 76%, respectively. The overall node-based sensitivity, specificity, PPV, NPV, and accuracy of DWI ? conventional MRI were 97, 81, 52, 99, and 84%, respectively. Corresponding values of CT were 86, 80, 48, 96, and 81%, respectively.	Very low



8	Kim SH, Lee JM, et al. Diagnostic accuracy of 3.0-Tesla rectal magnetic imaging in preoperative local staging of primary rectal cancer. Invest Radiol. 2008 Aug;43(8):587-93.	Observational-Dx	42 patients with confirmed rectal cancer	To evaluate the diagnostic accuracy of 3.0-T rectal magnetic resonance imaging (MRI) in the preoperative local staging of primary rectal cancer.	The diagnostic accuracy (area under the ROC curve, Az) for determining perirectal extension was for reviewer 1, 0.860 (95% confidence interval, 0.72–0.95) and for reviewer 2, 0.853 (0.71–0.94), respectively. The Az for determination of regional LN involvement was for reviewer 1, 0.902 (0.77–0.97) and for reviewer 2, 0.843 (0.70–0.94), respectively. Interobserver agreement included, respectively, good, and moderate agreement for perirectal extension, and regional LN involvement (0.662, and 0.522, respectively).	Very low
9	Winter L, Bruhn H, et al. Magnetic resonance imaging in suspected rectal cancer: determining tumor localization, stage, and sphincter-saving resectability at 3-Tesla-sustained high resolution. Acta Radiol. 2007 May;48(4):379-87.	Observational-Dx	23 patients with confirmed rectal cancer	To assess image quality and overall accuracy of 3-Tesla (3T)-sustained high-resolution magnetic resonance (MR) imaging for diagnostic preoperative workup in suspected rectal carcinoma.	In all 23 patients, MR images were of diagnostic quality, and malignancy was correctly identified in 21 patients. The accuracy for determining sphincter-saving resectability was 100% (19/19). T stage and N stage were correctly diagnosed in 95% and 91%, respectively. MRI allowed correct identification of tumor extension and its relation to surgically relevant pelvic structures including the anorectal margin and mesorectal fascia. Transverse T2-weighted fast spin-echo images compared superiorly to all other sequences for the diagnosis of mesorectal infiltration and lymph node involvement. Moreover, transverse fat-suppressed contrast-enhanced T1-weighted images were valuable for identifying tumor infiltration, while sagittal sections were useful for the detection of longitudinal tumor extension.	Very low



10	Zhang XM1, Zhang HL, et al. 3-T MRI of rectal carcinoma: preoperative diagnosis, staging, and planning of sphincter-sparing surgery. AJR Am J Roentgenol. 2008 May;190(5):1271-8.	Observational-Dx	38 patients with confirmed rectal cancer	To assess the accuracy of 3-T MRI in the preoperative diagnosis, staging, and planning of surgical management of rectal carcinoma	Rectal carcinoma was identified on MRI and confirmed histologically in all 38 patients. MRI findings were correctly predictive of T category in 35 cases (accuracy, 92.1%). In 31 (96.9%) of 32 resectable cases, sphincter-sparing surgical approaches were accurately chosen on the basis of MRI findings. Among the 11 sequences, 3D fat-suppressed dynamic contrast-enhanced MRI best delineated tumor margins. Coronal and axial T2-weighted images also well depicted tumor margins with minimal artifact. T2-weighted images were superior to unenhanced T1-weighted images	Very low
----	---	------------------	--	---	--	----------



Literatuur

- Beets-Tan RGH, Lambregts DMJ et al. Magnetic resonance imaging for the clinical management of rectal cancer patients: recommendations from the 2012 European Society of Gastrointestinal and Abdominal Radiology (ESGAR) consensus meeting. *Eur Radiol* (2013) 23:2522–2531.
- Jao S-Y, Yang B-Y et al. Evaluation of gadolinium-enhanced T1-weighted magnetic resonance imaging in the preoperative assessment of local staging in rectal cancer. *Colorectal Dis*. 2010 Nov;12(11):1139-48.
- Vliegen RF1, Beets GL, Rectal cancer: MR imaging in local staging--is gadolinium-based contrast material helpful? *Radiology*. 2005 Jan;234(1):179-88.
- Maas M, Lambregts DMJ et al. T-staging of rectal cancer: accuracy of 3.0 Tesla MRI compared with 1.5 Tesla. *Abdom Imaging*. 2012 Jun;37(3):475-81.
- Kim H, Lim JS, et al. Rectal cancer: comparison of accuracy of local-regional staging with two- and three-dimensional preoperative 3-T MR imaging. *Radiology*. 2010 Feb;254(2):485-92.
- Suzuki C, Torkzad MR, et al. The importance of rectal cancer MRI protocols on interpretation accuracy. *World J Surg Oncol*. 2008 Aug 20;6:89.
- Mizukami Y, Ueda S, et al. Diffusion-weighted magnetic resonance imaging for detecting lymph node metastasis of rectal cancer. *World J Surg*. 2011 Apr;35(4):895-9.
- Kim SH, Lee JM, et al. Diagnostic accuracy of 3.0-Tesla rectal magnetic imaging in preoperative local staging of primary rectal cancer. *Invest Radiol*. 2008 Aug;43(8):587-93.
- Winter L, Bruhn H, et al. Magnetic resonance imaging in suspected rectal cancer: determining tumor localization, stage, and sphincter-saving resectability at 3-Tesla-sustained high resolution. *Acta Radiol*. 2007 May;48(4):379-87.
- Zhang XM1, Zhang HL, et al. 3-T MRI of rectal carcinoma: preoperative diagnosis, staging, and planning of sphincter-sparing surgery. *AJR Am J Roentgenol*. 2008 May;190(5):1271-8.