

메트로놈을 이용한 복부 MRI 검사에 대한 연구

박호성¹ · 김재석^{1*}

A Study on Abdomen MRI Scan Using Metronome

Ho-Sung Park¹ · Jae-Seok Kim^{1*}

^{1*}Chief radiotechnologist, Department of Radiology, Ajou University, Suwon, 16499 Korea

요 약

복부 분야 MRI 검사는 호흡에 의한 인공물로 인해 최적의 영상 구현이 어렵다. 복부 MRI 검사를 받은 총 45명 (남자:여자 = 30:15) 중 호흡이 일정하지 않아 검사가 어려운 환자를 대상으로 메트로놈을 이용한 검사 방법에 대하여 연구 하였다. 메트로놈을 사용하지 않고 검사 한 영상을 A 그룹, 메트로놈을 사용하여 검사 한 영상을 B 그룹으로 나누었다. 메트로놈을 사용한 영상에서 화질 향상이 약 30% 증대 되었고, 검사시간이 약 50초 감소되었다. 복부자기공명영상(ABD MRI) 검사 시 메트로놈(Metronome)을 사용하여 검사 한 영상이 사용하지 않은 영상에 비하여 화질과 검사시간 차이가 있었다. 호흡동조가 어려운 환자의 호흡 유도 하(RTr Scan) 복부 자기 공명 영상(Abdomen MRI) 검사 시 환자의 호흡수를 조절하는 메트로놈 (Metronome) 보조기를 사용하면 더 효과적이다.

ABSTRACT

MRI scans in the abdominal area are difficult to achieve optimal images due to artificial respiration. Among 45 patients (male:female = 30:15) who underwent abdominal MRI examination, a metronome-based examination method was studied for patients whose breathing is difficult and difficult to examine. The images examined without using a metronome were divided into group A, and the images examined using a metronome were divided into group B. Image quality improvement (30%) and inspection time (approximately 50 seconds) were reduced in images using metronome. During abdominal magnetic resonance imaging (ABD MRI), the images examined using a metronome had differences in quality and examination time compared to the unused images. It is more effective to use a metronome brace that controls the patient's respiratory rate during abdominal magnetic resonance imaging under respiratory induction in patients with difficulty in respiratory-gated.

키워드 : 호흡 동조, 메트로놈, 복부 자기 공명 영상, 영상분석

Keywords : RTr, Metronome, Abdomen MRI, Image analysis

Received 22 August 2020, Revised 28 August 2020, Accepted 30 August 2020

* Corresponding Author Jae-Seok Kim(E-mail:m4f5r@naver.com, Tel:+82-31-219-5872)

Chief radiotechnologist, Department of Radiology, Ajou University Hospital, Suwon, 16499 Korea

Open Access <http://doi.org/10.6109/jkiice.2020.24.9.1138>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

자기공명영상(MRI)은 간, 췌장, 신장 등의 질환 진단 시 자주 사용되는 검사로서, 초음파 검사나 컴퓨터 단층촬영(CT)에서 간의 병변 발견 시 진단이 필요하면 추가적으로 시행한다. 최근 복부 영상 검사에는 우수한 연부 조직 대조도로 병변을 검출하고 특징화하는 MRI의 장점 때문에 복부 MRI 검사(이하 ABD MRI)가 매년 증가하고 있다.[1,2] MRI검사는 자기장과 비전리 방사선인 라디오 고주파를 이용하여 인체에 해가 없고, 컴퓨터 단층촬영에 비해 체내 연부조직의 대조도가 뛰어나며 수소 원자핵을 함유한 조직의 생화학적 특성에 관한 정보를 얻을 수 있다는 장점이 있다.[3,4] 하지만 복부 자기공명영상은 환자의 호흡에 의해 영상의 질이 저하되는 점 때문에 최근에는 호흡 유도 하 검사 (Respiratory Triggering Scan, 이하 RTr) 방법과, 호흡을 참고하는 검사 (Breath Hold Scan, 이하 BH)를 병행하여 검사하고 있다.

소프트웨어의 개발과 장비의 발전으로 아주 짧은 스캔 시간과 호흡에 의한 인공물을 억제하는 시퀀스들의 개발로 영상 개선이 이루어지고 있다. 그러나 복부 자기공명영상은 여전히 호흡에 의해 영상의 질이 상당히 저하되기 때문에 국한되어 사용하고 있는 실정이다.[5]

환자들의 호흡수는 저마다 조금씩 다르지만, 성인의 평균 호흡수는 분당 15~16회 이다. 일반적인 복부 자기공명영상 검사의 경우 촬영 시간은 30~60분 정도 소요되며 환자가 호흡 조절을 못 하거나 협조가 잘 되지 않는 경우 이보다 더 길어질 수 있기 때문에 호흡 유도 하 (Rtr) 검사는 특히 15회에서 16회의 호흡수를 꾸준히 유지하는 것이 영상의 질과 검사 시간 단축에 큰 영향을 미친다. 하지만 좁은 검사실 안에서 30분 이상 일정한 호흡을 유지하는 것은 어려운 것이 사실이다. 다양한 연구에서 호흡을 유도하는 연구는 이루어져 왔고, 정상 호흡수로의 유도만으로도 환자의 정상적인 자율신경계 활동을 돕는다는 연구 결과도 있었다[6].

본 연구는 호흡 유도 하 (RTr) 복부 자기공명영상 검사 시 규칙적인 박자를 내는 기구인 메트로놈(Metronome)을 호흡이 일정하지 못한 환자의 보조기로 사용할 수 있는가를 증명해 보고자 하였다. 나아가 호흡이 일정하지 않은 환자의 호흡 유도 하(Rtr) 검사의 화질 향상에 도움이 되는 검사 방법을 제시하고자 한다.

II. 대상 및 방법

2.1. 연구 대상

2018년 1월 1일부터 2019년 1월 31일까지 본원에서 복부 자기공명 영상 검사를 받은 환자 중 신체(Vital)와 정신(Mental)이 안정적(Stable)이고 의사소통이 가능한 환자 중 호흡이 일정하지 않아 검사가 어려운 환자를 대상으로 연구하였다.

총 45명 (남자 : 여자 = 30:15)의 환자를 대상으로 Fat-Suppressed T2W FRFSE Axial MRI Scan의 호흡 유도 하 검사(RTr) 시 자율 호흡 상태로 (Non-Metronome) 검사한 영상 (이하 A 영상), 그리고 메트로놈 (Metronome)을 사용한 검사 영상 (이하 B 영상)을 비교 연구하였다. 메트로놈 (Metronome)은 bpm (Bit Per Minute:이하 BPM) 30으로 고정하여 분당 호흡수 15회로 유도하여 검사하였다. 장비는 General Electronics (GETM)의 Signa 1.5 Tesla 장비를 사용하였다.

Scan Parameter는 Thickness 4mm, Spacing 0mm, TE80, Band Width 62.5, Matrix Size 256×256, NEX 2 FOV 40×40으로, Trigger Point 20, Trigger window는 30으로 고정하여 진행하였다.

검사가 진행되기 전 복부 자기공명영상 검사에 대한 자세한 설명을 진행하였다. 두 구간에 연령, 성별의 유의한 차이가 없었고, 검사 전 처치는 하지 않았다. 결과는 SPSS 23.0을 사용하여 통계 분석하였다.

2.2. 복부 자기공명영상의 평가

호흡 유도 하 검사 (RTr Scan)의 방법으로 얻어진 두 영상의 횡단면 복부 자기공명영상(Axial ABD MRI)평가는 인공물 출현 정도와 영상의 질적 평가를 정성적 방법으로 분석하였다.

정성분석은 영상의 명확도와 인공물의 발생 정도로 평가하였고, 2명의 영상의학과 복부 판독의가 다음의 규정에 따라 1점에서 5점까지 점수를 주었다.

점수는 '1 = 아주 나쁨, 2 = 나쁨, 3 = 중간, 4 = 좋음, 5 = 아주 좋음'으로 하였다. '아주 나쁨'은 영상의 경계가 불명확하고, 인공물이 많이 발생한 경우로 하였고, '아주 좋음'은 영상의 경계가 명확하고 인공물의 발생이 매우 적은 경우로 주관적 평가하였다.

2.3. 검사 시간 측정 (Exam Time Measurement) 비교

두 가지 영상의 검사 시간을 합산하여 그룹 A (메트로놈 미사용)와 그룹 B (메트로놈 사용)로 구분하여 통계 분석하였다.

2.4. 통계학적 분석

호흡 유도 (RTr Scan)의 방법으로 얻어진 횡단면 복부 자기공명영상(Axial ABD MRI) 검사 시 메트로놈 (Metronome) 사용 유무에 따른 두 영상(A, B) 간의 질의 차이를 정성적인 방법으로 평가하여 대응 표본 t-test 분석하였다. 또한 두 평가자 간의 측정 범주 값의 일치도를 측정하기 위해 Cohen's Kappa Test를 시행하였다. 80%~100%가 거의 일치한다는 Kappa 계수에 근거하여 평가하였다. 그리고 두 집단의 검사 시간의 차이를 평가하기 위하여 독립표본 t-test 분석하였다. 통계프로그램은 SPSS 20.0을 사용하였다.

III. 결과

3.1. 연구 대상자의 성별과 연령

연구대상자의 인구 사회학적 특성은 아래 표 1과 같이 남성이 30명, 여성이 15명이었고, 연령대 중 50대가 가장 많았다.

Table. 1 Socio-demographical Variables

Variables	Result
Age(year)	54±12.27
Male/Female	30/15

3.2. 복부 자기공명영상(ABD MRI)의 정성적 평가

3.2.1. 메트로놈 사용 유무에 따른 영상의 화질 평가 독립표본 t-test 분석

호흡 유도 하 (RTr Scan) 복부 자기공명영상(Axial ABD MRI) 검사 시 메트로놈 사용 유무에 따라 영상의 화질 정도에 차이가 있는가를 표2와 같이 분석하였다.

Table. 2 Metonome Guide On/Off - image quality

	Group	Image quality	Std	t	p value
Method	(A)	2.933	0.785	-6.484	P < .001
	(B)	4.100	0.547		

메트로놈 (Metronome) 사용 유무에 따른 복부 자기공명영상 (Axial ABD MRI)의 화질 차이를 알아보기 위하여 대응 표본 t-test 분석하였다. 분석 결과 메트로놈 사용 유무는 그림1과 같이 영상의 화질 정도에 유의미하게 영향을 주었으며, 독립표본 t score 값은 -6.484, 유의확률은 0.001이하로 분석되었다. 이는 그림 3, 4에서 보듯이 호흡 유도 하 (RTr Scan) 복부 자기공명영상의 화질 향상의 주된 변인은 환자의 평균 호흡수와 검사와의 동기화라는 것을 알 수 있었다.

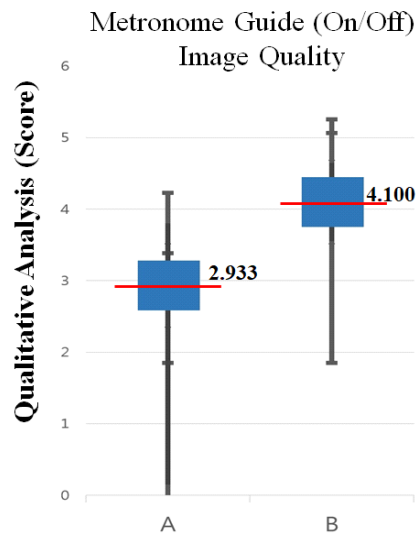


Fig. 1 Differences in image quality depending on whether or not a metronome is used

3.2.2. 메트로놈 사용 유무에 따른 검사 시간의 차이 평가 독립표본 t - test 분석

호흡 유도 하 (RTr Scan) 복부 자기공명영상 (Axial ABD MRI) 검사 시 메트로놈 사용 유무에 따라 검사시간에 차이가 있는 가를 표 3과 같이 분석하였다.

Table. 3 Metonome Guide On/Off - Exam Time

	Group	Ins. time	std	t	p
Method	(A)	485.47	76.525	2.24	P < .05*
	(B)	439.17	82.997		

메트로놈 (Metronome) 사용 유무에 따른 복부 자기공명영상 (Axial ABD MRI)의 검사 시간 차이를 알아보기 위하여 독립표본 t - test 분석하였다. 분석 결과 메트로놈 사용 유무는 그림 2와 같이 검사 시간에 유의미하

계 영향을 주었다. ($t = 2.246, p < .05$) 환자의 호흡을 메트로놈 도구를 사용하여 조절할 수 있었기 때문에 검사 시간 단축에 효과가 있는 것으로 통계 분석 되었다.

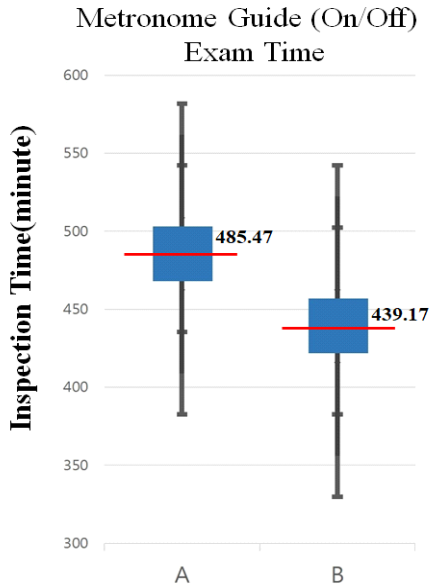


Fig. 2 Differences in examination time depending on whether or not a metronome is used

3.2.3. 두 관찰자 간의 일치도 분석

두 관찰자 간의 영상 화질 평가는 표 4와 같이 일치했다. 두 관찰자 간의 일치도는 Kappa Value 값이 0.873으로서 Landis and Koch의 해석에 따르면 Almost perfect로 완벽한 일치도를 보였다.

Table. 4 Cohen's Kappa Test Result

Parameter	Kappa Value
Image Quality	87.3%

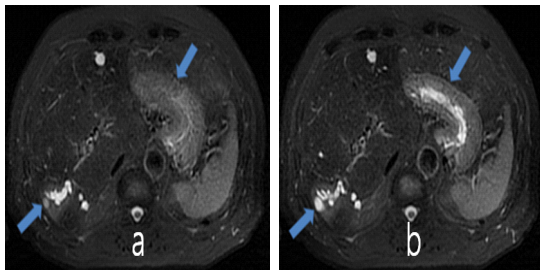


Fig. 3 Abdoment MRI image qualities (a) when a metronome is not used. gastric portion. (b) when a metronome is used. gastric portion.

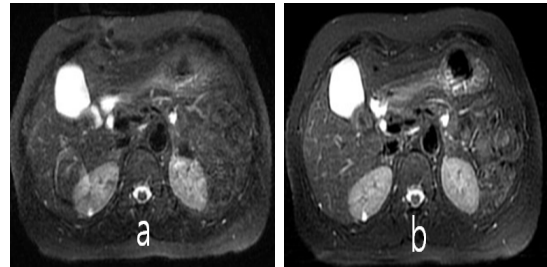


Fig. 4 Abdoment MRI image qualities (a) when a metronome is not used. gallbladder portion. (b) when a metronome is used. gallbladder portion.

IV. 고찰

최근 간병변의 발견과 양성, 악성의 감별에 T2 강조 영상이 매우 유용하다고 평가되고 있다.[7] 하지만 복부 자기공명영상(ABD MRI)은 일정하게 호흡을 유지해야 하는 중요한 변수가 존재하여 어려움이 있었다.[8]

본 연구는 호흡 유도 하 (RTr) 복부 자기공명영상(ABD MRI) 검사의 시 규칙적인 박자를 내는 기구인 메트로놈(Metronome)을 Headset으로 들려줌으로써 일정한 호흡으로 유도한 뒤 영상의 화질 향상과 검사 시간 단축 효과가 유의미 한지를 확인하였다. 분석 방법은 후향적 조사 방법(Retrospective study)과 통계학적 도구를 사용하였다.

이를 통해 호흡 유도하 (RTr) 복부 자기공명영상(ABD MRI)의 검사 방법의 기초자료를 제공하고자 본 연구를 시행 하였다.

이를 위해 메트로놈 사용유무에 따라 영상의 질 (장기들의 명확도, 병변의 구별 유무)에 영향이 있는가를 후향적으로 정성적 평가를 하였다. 분석 결과 메트로놈 사용 유무는 영상의 화질 정도에 유의미하게 영향을 주었다 ($t = -6.484, p > .001$). 연구 결과를 통하여 호흡 유도 하 (Rtr) 복부 자기공명영상 (ABD MRI)의 화질을 결정하는 가장 중요한 변인은 환자의 평균 호흡수와 검사와의 동기화라는 것을 알 수 있었고, 환자의 호흡을 메트로놈 (Metronome) 보조기를 사용하여 일정하게 동조 할 수 있었다. 또한 호흡수에 따라 Triggering된 일정한 시점에서 신호를 수집할 수 있는 움직임이 적은 영상을 얻을 수 있었다고 판단된다.

메트로놈 (Metronome) 사용 유무에 따른 복부 자기

공명영상 (Axial ABD MRI)의 검사 시간 차이를 알아보기 위하여 독립표본 t - test 분석 하였다. 분석 결과 메트로놈 사용 유무는 검사 시간에 유의미하게 영향을 주었다($t = 2.246, p < .05^*$). 이는 메트로놈 (Metronome) 보조기의 일정한 소리 자극은 검사 중에 발생하는 다양한 문제들 (검사 중 수면 현상, 과호흡)이 줄어들어 검사 시간을 단축할 수 있었다고 해석된다.

결과적으로 호흡의 일정한 동조를 하지 못하는 환자에게 메트로놈 (Metronome)을 사용하여 복부 자기공명영상 (Axial ABD MRI)검사를 하는 것은 화질 향상과 검사 시간 단축 면에서 효과적이라 볼 수 있다.

본 연구의 제한점으로는 피험자들의 수가 미비하다는 점, 다양한 시퀀스를 적용하지 못한 점과 환자의 호흡과 관련된 기왕력 변수는 변위에 두지 않았던 점을 들 수 있다. 이 중 전자의 제한점은 통계적 조사에서 두 관찰자 간 측정 범주 값에 대한 일치도를 측정하였으므로 후향적 연구에서는 세 관찰자 이상의 후향적 조사에서 Fleiss Kappa 계수를 활용하여 연구하면 더욱 신뢰성을 높일 수 있다. 이런 제한점에도 불구하고, 호흡 유도 하 (RTr Scan) T2 강조영상은 고형 악성 병변의 발견이나 병변(Disease) 대 간(Liver)의 분별력이 뛰어나 다른 영상으로 대처할 수 없기 때문에 최적의 호흡 유도 하 (RTr Scan) 검사 방법을 찾는 연구는 그 시작부터 의미가 있다고 생각한다.

향후 추가적인 연구 목표로는 뇌전도 (Electroencephalogram)파형을 통한 알파 파형은 수면과 깊은 관계가 있으므로 복부 MRI 검사를 유도하는 새로운 방향이라는 것은 제시한다.

이와 마찬가지로 여러 파형 분석을 통한 분석과 호흡 Trigger point 변경을 통한 연구도 후향적으로 진행해 보면 좋을 것으로 생각된다.

복부 자기공명영상 (Axial ABD MRI)에 대한 다양한 연구가 있고, 움직이는 장기의 병변을 보다 정확히 판독하기 위하여 다양한 시퀀스를 제시하는 연구 또한 많다. 하지만 환자의 상태는 매우 다양하고 움직임에 의한 인공물 발생에는 다양한 변인이 존재하기 때문에 본 연구의 단일 접근을 통해 완벽한 이해를 얻기란 쉽지 않다.

호흡유하 (RTr Scan) 복부 자기공명영상 (Axial ABD MRI) 검사의 방법에 대한 차후의 연구들은 이러한 점을 고려하여 다양한 변인에 대한 연구와 함께 기존에 연구된 변인들의 효과를 통합시킬 수 있는 다차원적인 연구

를 진행해 나가야 할 것이다.

자기공명 영상촬영실 (Magnetic Resonance Imaging Laboratory)에서 환자들의 만족도를 극대화하고 영상의 화질 또한 향상할 수 있었다.

V. 결 론

본 연구는 복부 자기공명영상(ABD MRI)의 호흡 유도 하 검사(RTr Scan) 시 호흡이 일정하지 않은 환자에게 메트로놈(Metronome)을 이용하여 일정한 호흡으로 유도함으로써 영상의 질 향상과 검사 시간 단축 효과에 의미가 있는가를 알아보기 위하여 시도되었다.

본 연구의 메트로놈 사용 유무에 따른 호흡 유도 하 (RTr) 복부 자기공명영상 검사의 분석 결과 호흡 동조가 어려운 환자에게 메트로놈을 사용한 경우 약 30%의 화질이 향상되었고, 검사 시간은 약 50초 단축되었다.

호흡의 일정한 동조를 하지 못하는 환자에게 메트로놈 (Metronome)을 사용하여 복부 자기공명영상 (Axial ABD MRI)검사를 하는 것은 화질 향상과 검사 시간 단축 면에서 효과적이다.

REFERENCES

- [1] K. Burnand, G. Barone, K. McHugh, and K. Cross, "Preoperative computed tomography scanning for abdominal neuroblastomas is superior to magnetic resonance imaging for safe surgical planning," *National Center for Biotechnology Information*, vol. 46, no. 12, pp. 1684-1693, Jul. 2016. doi: 10.1002/ pbc.27955. Epub 2019 Aug. 8.
- [2] C. Zhu, H. Haraldsson, F. Faraji, C. Owens, W. Gasper, S. Ahn, J. Liu, G. Laub, M.D. Hope, and D. Saloner, "Isotropic 3D black blood MRI of abdominal aortic aneurysm wall and intraluminal thrombus," *International Digital Publishing*, vol. 34 no. 1, pp. 18-25, Jan. 2016. doi: 10.1016/j.mri.2015.10.002. IDPF 2015 Oct. 22.
- [3] S. J. Cha, "Effect of bowel movement inhibitors in abdominal magnetic resonance imaging: A comparative study of conventional cinematographers," *Ph. D. dissertation*, Inje university, 1993.
- [4] Liver magnetic resonance imaging (source of medical information from Seoul National University Hospital [Internet].

Available: <http://terms.naver.com/entry.nhn?docId=927622&cid=51007&categoryId=51007>. 2020.

- [5] S. S. Korreman, “Image-guided radiotherapy and motion management in lung cancer”, *The British Institute of Radiology*, vol. 88, pp. 11-12, May. 2015.
- [6] A. M. Tinga, N. Ivan, P. J. Michel, T. T. deBack, and M. M. Louwerse, “Respiratory biofeedback does not facilitate lowering arousal in meditation through virtual reality,” Ph. D. dissertation, Tilburg University, pp. 51-59, Mar. 2019.
- [7] M. J. Kim, I. C. Im, J. S. Lee, and S.M. Kang, “The Optimum of Respiratory Phase Using the Motion Range of the Diaphragm: Focus on Respiratory Gated Radiotherapy of Lung Cancer,” *Journal of the Korean Society of Radiology*, vol. 7, no. 2, pp. 157-163, ISSN 1976-0620, Apr. 2013.
- [8] H. S. Park, and D. G. Kang, “A Study on abdominal magnetic resonance imaging using metronome,” *Journal of the Korean Society of MR Technology*, vol. 28, no. 2, pp. 11-17, Sep. 2018.



박호성(Ho-Sung Park)

2008년 신구대학교 방사선학과(학사)
2014년 차의과대학 의과학대학원(석사)
2020년 아주대학교병원 MRI실 근무
※ 관심분야 : MRI, Intervention radiology, Imaging design



김재석(Jae-Seok Kim)

2006년 대전보건대학교 방사선과(학사)
2016년 경기대학교 의학물리학과(이학석사)
2020년 아주대학교 의용공학과(공학박사)
2020년 아주대학교병원 MRI실 근무
※ 관심분야 : MRI Safety, Radiation protection, Big data