

횡파 탄성 초음파영상: 체계적 문헌고찰 및 메타분석

모 진 아^{1,2} | ¹한국보건 의료 연구원 신의료 기술 평가 사업 본부, ²인하 대학교 간호학과

Shear wave elastography: a systematic review and meta-analysis

Jin A Mo, MSN^{1,2}

¹Division for New Health Technology Assessment, National Evidence-based Healthcare Collaborating Agency, Seoul, ²Department of Nursing, Inha University, Incheon, Korea

Shear wave elastography is a novel noninvasive technique that involves application of local mechanical compression on soft tissue while using shear waves to assess tissue stiffness and acquiring strain images that show the tissue response. The objective of this review is to evaluate the safety and effectiveness of shear wave elastography. Searches were conducted of eight Korean databases including KoreaMed, National library of Korea, National Assembly Library, Korean Library Information System Network, Research Information Sharing Service, Koreanstudies Information Service System, Korea Institute of Science and Technology Information, Medical Digital Library Information System, Medline, Embase, and the Cochrane Library. From these sources, 1,604 articles were located, and total of 10 studies were included for this review. On the basis of current data, we conclude that shear wave elastography is a safe and effective tool for detecting lesions and monitoring disease severity in patients.

Key Words: Elastography imaging techniques; Systematic review

서론

1. 연구의 필요성

횡파 탄성 초음파영상은 병변 발견이 필요하거나 병변의 중증도 확인이 필요한 간질환 환자를 대상으로 초음파를 이용하여 실시간으로 영상을 확인하며 조직 강성을 정량적으로 측정하는 검사이다. 초음파는 귀로 듣지 못하는 주파수가 큰 음으로 일정한 방향으로 강하고 직진하는 성질과 부딪혀 반사하는 성질이 있어, 몸에 초음파를 쏘아 보내어 반사되

는 신호를 해석하여 몸 속의 여러 가지 기관을 영상으로 보여준다. 현재 임상에서 널리 사용하는 초음파는 손으로 눌러서 연조직의 단단함을 검사한다. 하지만, 적당한 크기의 힘을 영상면에 균일하게 가하기 어려워 시술자의 숙련도와 경험에 따라 의료결과가 달라지고 허상 등 위양성 소견을 보이는 경우가 많아, 진단에 어려움을 겪었다[1-4].

횡파 탄성 초음파영상은 연조직의 탄성 특성의 차이를 초음파기에서 가해진 힘에 대한 전단 변형률을 횡파의 음속도로 측정하여 객관적으로 병변의 경계를 확인하는 초음파 영상검사이다[3,5]. 하지만, 현재 건강보험요양급여비용 목록에는 동 검사가 등재되어 있지 않아 본 연구에서는 체계적 문헌고찰을 통하여 동 검사의 안전성 및 유효성을 평가하고자 한다.

2. 횡파 탄성 초음파영상

횡파 탄성 영상법은 1998년 Sarvazyan 등 [6]에 의해 발

Received: April 3, 2016 Accepted: April 20, 2016

Corresponding author: Jin A Mo

E-mail: mo1102@neca.re.kr

© Korean Medical Association

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.

견된 것으로 매질에 따라서 큰 차이를 나타내는 횡탄성 값을 이용하여, 가해진 힘에 대하여 전단 변형률을 측정하는 것이다. 그러나, 인체에 횡탄성을 직접 측정하는 것은 어려우므로 밀도를 알고 있는 매질의 횡파 전달속도, 즉, 횡파의 음속도를 측정하여 간접적으로 횡탄성 값을 정량적으로 계산하여 구하게 된다. 조직의 탄성도를 보여주는 탄성계수의 측정은 병변의 진행 정도에 따른 질병 정도를 관찰하는데에 유용하며, 종탄성에 비하여 병변의 구별이 용이하며, shear wave elasticity imaging 기법으로 영상 확인이 가능할 뿐 아니라, kPa로 정량화하여 수치로도 확인이 가능하다[5,7,8]. 이에 본 연구에서는 임상 전문의와 논의를 통해, shear wave elastography로 기술된 초음파영상을 대상으로 안전성과 유효성을 평가하였다. 상세한 내용은 신의료기술평가본부 홈페이지(<http://nhta.neca.re.kr>)를 통해 확인이 가능하다.

연구방법

1. 연구설계

본 연구는 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 이용하여 병변 발견이 필요하거나 병변의 중증도 확인이 필요한 간질환 환자를 대상으로 횡파 탄성 초음파영상을 시행하는 것에 대한 안전성 및 유효성을 확인하였다.

연구목적에 따른 patient-index test-comparator-outcome (PICO)는 다음과 같다. 대상환자(P)는 병변 발견이 필요하거나 병변의 중증도 확인이 필요한 간질환 환자이고, 중재검사(I)는 횡파 탄성 초음파영상이며, 참조기준 및 비교검사(C)는 조직병리학적 검사, 컴퓨터단층촬영, 초음파검사, 간섬유화검사, 도플러초음파검사이다. 마지막으로 연구결과(O)는 유효성으로 질병과의 관련성, 진단정확성, (추가)병변 발견율, 비교검사와의 상관성, 의료결과에의 영향(치료방법의 변화, 예측 가능성 등)이다.

2. 문헌검색

문헌검색은 국내와 국외 데이터베이스로 나누어 수행

하였다. 국내 데이터베이스는 KoreaMed, 국립중앙도서관, 국회도서관, 국가자료공동목록시스템, 한국교육학술정보원, 학술데이터베이스검색, 과학기술학회마을, 한국 의학논문데이터베이스를 이용하였고, 국외 데이터베이스는 Ovid-Medline, Ovid-Embase, Cochrane Library 및 국외 의료기술평가기구 홈페이지를 이용하였다. 문헌 검색일은 2014년 1월 7일이었다. 검색어는 각 데이터베이스의 특성을 고려하여 중재검사에 초점을 맞추어 검색하였으며, 검색과정에서 언어를 제한하지는 않았다. 국내 데이터베이스는 “횡파 탄성 초음파”, “shear wave elastography”, “shear elastography”에 초점을 맞추어 광범위하게 검색하였고, 이후 검색된 범위 내에서 불필요한 문헌을 수작업으로 제외하여 6편이 검색되었다. 국외 데이터베이스는 검색어를 다양하게 사용할 수 있기 때문에 선정된 PICO를 중심으로 검색어를 선정하여 “shear.mp.”, “(elastography)/OR (elastography.mp.) OR (elasticity imaging.mp.) OR (sonoelastography.mp.)”로 검색하여 인간 대상으로 수행한 문헌을 검색한 결과, 검색된 문헌은 Ovid-Medline 599편, Ovid-Embase 999편으로 총 1,604편이었다.

문헌선택은 선택 및 배제 기준에 맞춰 2명의 평가자가 독립적으로 실시하였다. 1차적으로 초록을 중심으로 선택 및 배제를 실시하고, 선택된 문헌과 이전이 있었던 문헌을 2차적으로 전문을 확인하여 선택 및 배제를 하였다. 문헌선택기준은 병변 발견이 필요하거나 중증도 확인이 필요한 간질환 환자를 대상으로 한 연구, 중재검사가 수행된 연구, 적절한 참조기준 또는 비교검사와 비교된 연구, 적절한 의료결과가 하나 이상 보고된 연구, 배제기준은 동물 실험 및 전임상 시험 연구, 원저가 아닌 연구, 논문 초록만 발표된 연구 및 증례 보고였다. 이에 따라 중복 검색된 문헌 571편(국내 4편, 국외 567편)을 제외한 1,033편을 토대로 선택 및 배제기준을 적용하여 총 10편의 문헌이 최종평가에 포함되었다(Figure 1).

3. 문헌의 질 평가

선택된 문헌의 질 평가는 영국 SIGN (Scottish Intercollegiate Guideline Network)의 ‘방법론 체크리스트 (methodology checklist)’를 이용하였다. 질 평가는 연구

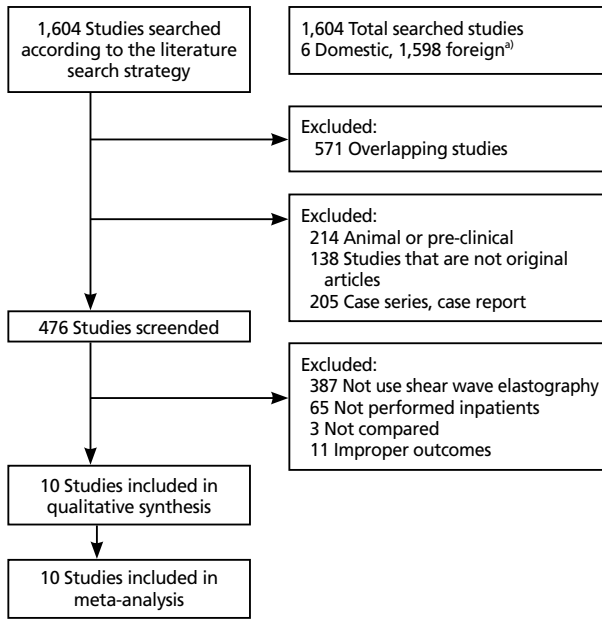


Figure 1. Flowchart of literature selection process. ^{a)}Ovid-Medline 999, Embase 599.

Table 1. SIGN criteria for assignment of levels of evidence

Levels	Description
1++	High quality meta-analyses, systematic reviews of RCTs, or RCTs with a very low risk of bias
1+	Well conducted meta-analyses, systematic reviews, or RCTs with a low risk of bias
1-	Meta-analyses, systematic reviews, or RCTs with a high risk of bias
2++	High quality systematic reviews of case control or cohort studies High quality case control or cohort studies with a very low risk of confounding or bias and a high probability that the relationship is causal
2+	Well conducted case control or cohort studies with a low risk of confounding or bias and a moderate probability that the relationship is causal
2-	Case control or cohort studies with a high risk of confounding or bias and a significant risk that the relationship is not causal
3	Non-analytic studies, e.g. case reports, case series
4	Expert opinion

SIGN, Scottish Intercollegiate Guideline Network; RCT, randomized controlled trial.

유형에 따라 필수항목을 선정하고, 질 평가 항목에 거의 모든 또는 모든 기준이 충족되는 경우 ‘++’, 몇 가지 기준만 충족된 경우 ‘+’, 거의 모두 또는 모든 기준이 충족되지 않을 때 ‘-’로 평가하였고, 질 평가 결과에 따른 근거의 수준은 Table 1과 같다. 질 평가는 2명의 평가자가 각각 독립적으로 수행하고 평가자간 이견이 있을 경우에는 논의를 통해 조정하는 것을 원칙으로 하였으나, 평가자간 이견이 없었다. 이에 따라 2++가 4편[9-12], 2+가 3편[13-15], 2-가 3편

Table 2. SIGN criteria for assignment of grades of recommendation

Levels	Description
A	At least one meta-analysis, systematic review, or randomized controlled trial rated as 1++, and directly applicable to the target population; or A body of evidence consisting principally of studies rated as 1+, directly applicable to the target population, and demonstrating overall consistency of results
B	A body of evidence including studies rated as 2++, directly applicable to the target population, and demonstrating overall consistency of results; or Extrapolated evidence from studies rated as 1++ or 1+
C	A body of evidence including studies rated as 2+, directly applicable to the target population and demonstrating overall consistency of results; Extrapolated evidence from studies rated as 2++
D	Evidence level 3 or 4; or Extrapolated evidence from studies rated as 2+

SIGN, Scottish Intercollegiate Guideline Network.

[16-18]이었다. 또한 평가에 사용된 근거의 수준에 따른 권고등급은 Table 2와 같다.

4. 자료추출

자료추출은 여러 차례에 걸쳐 수행되었다. 자료추출의 서식은 문헌에 기술된 공통된 내용과 결과에 영향을 주는 연구 대상의 특성 및 필수적으로 기술되어야 하는 유효성에 대한 자료 구분 등 평가에 필요한 모든 자료를 빠짐없이 추출하기 위하여, 기본 서식을 작성하여 임상 전문가의 확인을 거쳐 자료추출을 하였다.

자료추출 시에 사용된 용어는 대한의사협회 의학용어집 제5판을 기준으로 하였고, 자료추출 과정에서 수정을 반복하여 통일하였다. 문헌에 기술된 공통된 내용과 결과에 영향을 주는 연구대상의 특성과 함께 필수적으로 추출되어야 하는 안전성 및 유효성에 대한 자료를 추출하였다. 모든 의료 결과는 문헌상에 언급된 단위를 기준으로 언급하였다. 자료추출에 대한 내용은 2-3차례의 임상전문가 회의를 통해 확인하였다.

5. 메타분석

참조기준과 진단정확성을 제시한 문헌들 중 2×2표로 작성할 수 있는 연구들에서 얻어진 결과는 메타분석을 시행하기로 하였으며, 임상전문가와 논의의 바탕으로 질 평가 결과가 ‘-’인 문헌은 메타분석에서 제외하기로 하였으며

Table 3. Study characteristics of included studies

Author (year)	Indication	Index test	Cut-off	Reference test	Comparator	Level of evidence
Ozmen et al. (2014) [9]	Liver mass (20, 20)	Supersonic	23.62	Biopsy	—	++
Tutar et al. (2014) [10]	Cr. Liver ds. (126, 126)	Supersonic	10.6	Biopsy	TE	++
Ferraioli et al. (2012) [11]	Hepatitis C (121, 121)	Supersonic	8.7	Biopsy	TE	++
Chen et al. (2013) [12]	Liver (45, 45)	Philips healthcare	4.65	Biopsy	B-mode	++
Cha et al. (2014) [13]	Liver (19, 19)	Supersonic	6.9	Biopsy	TE	+
Leung et al. (2013) [14]	Hepatitis B (402, 402)	Supersonic	7.9	Biopsy	TE	+
Yoon et al. (2013) [15]	Liver transplantation (253, 253)	Supersonic	7.94/10.82	Biopsy	—	+
Sporea et al. (2014) [16]	Liver (383, 383)	Supersonic	7.1	Biopsy	TE	—
Yoon et al. (2013) [17]	Liver transplantation (69, 69)	supersonic	5.6	Biopsy	MRI	—
Bavu et al. (2011) [18]	Liver (108, 108)	Supersonic	9.12/13.30	Biopsy	TE	—

TE, transient elastography; MRI, magnetic resonance imaging.

Table 4. Diagnostic accuracy

Author (year)	Reference test	n	Index test				
			Cut-off	Sensitivity	Specificity	PPV	NPV
Differentiation of malignant and benign							
Ozmen et al. (2014) [9]	Biopsy	20	23.6	0.692	0.714	0.818	0.556
Diagnosis of liver fibrosis							
Tutar et al. (2014) [10]	Biopsy	76	10.6	0.921	0.940	0.959	0.887
Chen et al. (2013) [12]	Biopsy	45	4.7	1.000	0.850	0.893	1.000
Cha et al. (2014) [13]	Biopsy	19	6.9	0.571	0.600	0.800	0.333
Sporea et al. (2014) [16]	Biopsy	383	7.1	0.744	0.784	0.905	0.526
Yoon et al. (2013) [17]	Biopsy	27	5.6	1.000	0.889	0.933	1.000
Bavu et al. (2011) [18]	Biopsy	108	9.1	0.948	0.720	0.797	0.923
Pooled ($X^2=4.59$, $P=0.000$, $I^2=56.4\%$)				0.896	0.893		
Diagnosis of hepatitis							
Ferraioli et al. (2012) [11]	Biopsy	121	8.7	0.974	0.952	0.902	0.988
Leung et al. (2013) [14]	Biopsy	402	7.9	0.898	0.901	0.923	0.870
Diagnosis of rejection							
Yoon et al. (2013) [15]	Biopsy	248	7.9 (before 4 wk)	0.625	0.875	0.606	0.883
	Biopsy	—	10.8 (after 4 wk)	0.625	0.803	0.294	0.942
Diagnosis of liver cirrhosis							
Sporea et al. (2014) [16]	Biopsy	383	11.5	0.806	0.926	0.490	0.982
Bavu et al. (2011) [18]	Biopsy	108	13.3	0.933	0.204	0.159	0.950

PPV, positive predictive value; NPV, negative predictive value.

3편 이상의 문헌에서 결과를 보고한 경우에만 시행하기로 하였다. 질병과의 관련성은 Revman ver. 5.0 (Nordic Cochrane Centre, Copenhagen, Denmark)을 사용하여 분석하였고, 통합 진단정확성은 MetaDisc ver. 1.4 (Ramon y Cajal Hospital, Madrid, Spain)를 사용하여 분석하였다. 이

질성의 양은 I^2 로 분석하였으며, 50%를 기준으로 랜덤효과모형과 고정효과모형을 선택하여 통합 민감도, 통합 특이도를 분석하기로 하였다[19].

메타분석은 진단정확성(민감도, 특이도 등)에 대한 결과를 보고한 문헌을 중심으로 실시하고자 하였으며, 해당 결과는 진단 목적에 따라, 악성과 양성 구분, 간섬유증 진단, 간염 진단, 거부반응 여부, 간경변증 진단으로 구분하여 시행하였다. 하지만, 3편 이상 보고한 것은 간섬유증 진단만 있어, 간섬유증 진단에 대한 메타분석만이 가능하였다.

결과

1. 체계적 문헌고찰 및 메타분석 결과

황파 탄성 초음파영상의 안전성 및 유효성 평가에 선택된 문헌은 총 10편으로 연구유형은 모두 진단법 평가연구였다(Table 3) [9–18].

1) 안전성

황파 탄성 초음파영상은 황파 탄성 초음파를 발사 및 수신하는 탐촉자를 환자의 체외에 위치하여 병변의 영상을 스캔하고 수치를

정량적으로 보여주는 검사이므로 동 검사의 안전성은 기존 초음파검사와 유사한 것으로 평가하였다.

2) 유효성

질병과의 관련성은 대상자의 특징에 따라 구분하였다. 첫째, 양성파와 악성파를 구분하는 황파 탄성 계수의 차이는 1편

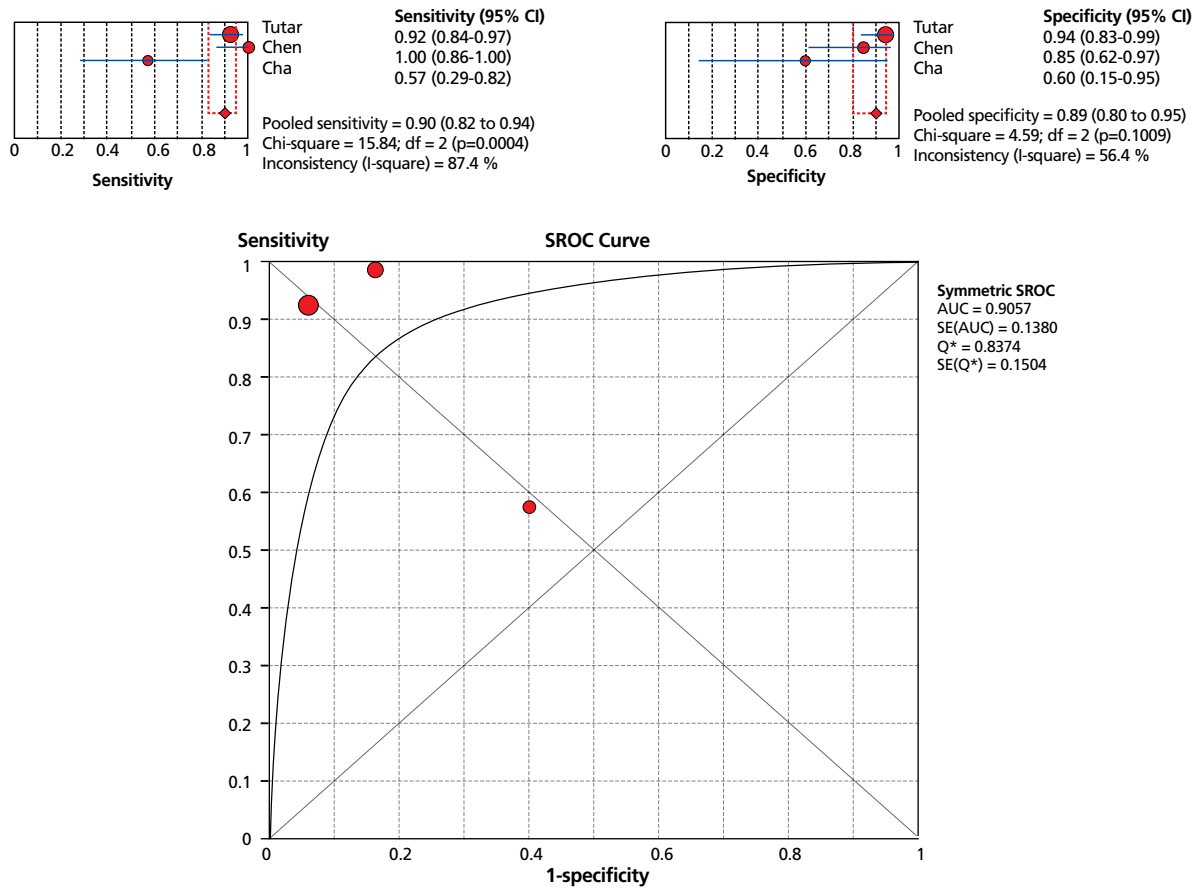


Figure 2. Pooled diagnostic accuracy. CI, Confidence Intervals; SROC, summary receiver operating characteristics; AUC, area under the curve; SE, standard error; Q, cochrane's Q.

의 연구에서 양성환자가 22.4 ± 15.8 kPa, 악성환자가 46.9 ± 31.2 kPa로 보고하였다. 둘째, 간섬유증 환자는 2편의 문헌에서 섬유증 환자는 9.9 ± 5.4 , 36.7 ± 39.7 kPa로 보고하였으며, 다른 질환은 4.6 ± 1.4 , 6.0 ± 1.5 kPa로 보고하였으나, 통계적 유의성에 대해서는 일관된 결과를 보고하지 않았다($P=0.131$, 언급 없음). 셋째, 간이식 환자의 거부반응이 나타난 시기에 따른 횡파 탄성 초음파 계수는 1편의 문헌에서 보고하였으며, 4주 이전에 거부반응이 나타난 환자의 경우, 12.3 ± 8.1 kPa로 통계적으로 유의하게 높았지만($P=0.001$), 4주 이후에 거부반응이 나타난 환자는 통계적으로 유의한 차이가 없었다($P=0.170$).

진단정확성은 목적에 따라 구분하여 확인하였다(Table 4) [9–18]. 첫째, 양성과 악성은 총 1편의 문헌에서 보고하였으며, 절단점 23.62 kPa를 기준으로 민감도 0.692, 특

이도 0.714이었다. 둘째, 간섬유증 진단을 위한 진단정확성은 총 6편의 문헌에서 보고하였으며, 절단점은 4.7–10.6 kPa였고, 통합 민감도는 0.896, 통합 특이도는 0.893이었다(Figure 2). 비교검사의 민감도는 0.934–1.000이었으며, 특이도는 0.880–1.000이었다. 셋째, 간염 진단을 위한 진단정확성은 총 2편의 문헌에서 보고하였으며, 절단점은 7.9 kPa와 8.7 kPa였고, 민감도는 각각 0.898와 0.974, 특이도는 0.901와 0.952이었다. 비교검사의 민감도 0.810과 0.895, 특이도는 0.892와 0.918이었다. 비교검사와 중재검사의 진단정확성은 통계적으로 유의한 차이가 없었다($P=0.140$). 넷째, 간이식 거부반응 확인을 위한 진단정확성은 1편의 문헌에서 보고하였으며, 민감도 0.625, 특이도 0.875이었다. 다섯째, 간경변증 진단을 위한 진단정확성은 근거수준 2'-인 2편의 문헌에서 보고하였으며, 절단점

11.5 kPa와 13.3 kPa를 기준으로 민감도 0.806과 0.933, 특이도는 0.204와 0.926으로 보고하였다.

병변 발견율은 근거수준 2-인 1편의 문헌에서 보고하였으며, 기존의 간섬유화 검사 시행 시 73.9%, 중재검사 시 79.9%였으나, 통계적 유의성은 보고하지 않았다.

기존의 간섬유화 검사와의 상관성은 총 6편의 문헌에서 보고하였으며, 간섬유증 환자를 대상으로는 $r=0.44$ to 0.83 으로 보고하였으며, 통계적으로 일관된 결과를 보고하지 않았고, 간염환자를 대상으로는 상관성 0.81에서 0.83이었으며 통계적으로 유의한 상관성을 보였다($P=0.001$).

결론

본 연구는 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 이용하여 병변 발견이 필요하거나 병변의 중증도 확인이 필요한 간질환 환자를 대상으로 횡파 탄성 초음파영상을 시행하는 것에 대해 진단정확성은 목적에 따라 구분하여 안전성 및 유효성을 평가하였다. 간섬유증 진단을 목적으로 기존 간섬유화 검사(FibroScan)보다 진단정확성이 낮긴하지만, 임상적으로 수용 가능한 수준으로 안전성 및 유효성이 있는 검사로 평가하였다(권고등급 C). 양·악성 구분, 간염 진단, 간이식 환자의 거부반응 확인, 간경변증 진단을 목적으로는 동 검사의 유효성을 평가할 문헌적 근거가 부족하여 아직은 연구가 더 필요한 단계의 기술로 평가하였다(권고등급 C, 기술분류 I).

Acknowledgement

This study was supported by research funds of the Ministry of Health and Welfare.

찾아보기말: 횡파 탄성 초음파; 체계적 문헌고찰

ORCID

Jin A Mo, <http://orcid.org/0000-0002-3529-0234>

REFERENCES

1. Forget P, Lois F, de Kock M. Goal-directed fluid management based on the pulse oximeter-derived pleth variability index reduces lactate levels and improves fluid management. *Anesth Analg* 2010;111:910-914.
2. Kwak YL. Monitoring for fluid management: dynamic guides and fluid responsiveness. *Anaesth Pain Med* 2013;8:1-8.
3. Vos JJ, Kalmar AF, Struys MM, Wietasch JK, Hendriks HG, Scheeren TW. Comparison of arterial pressure and plethysmographic waveform-based dynamic preload variables in assessing fluid responsiveness and dynamic arterial tone in patients undergoing major hepatic resection. *Br J Anaesth* 2013;110:940-946.
4. Hofer CK, Cannesson M. Monitoring fluid responsiveness. *Acta Anaesthesiol Taiwan* 2011;49:59-65.
5. Sondergaard S. Pavane for a pulse pressure variation defunct. *Crit Care* 2013;17:327.
6. Sarvazyan AP, Rudenko OV, Swanson SD, Fowlkes JB, Emelianov SY. Shear wave elasticity imaging: a new ultrasonic technology of medical diagnostics. *Ultrasound Med Biol* 1998;24:1419-1435.
7. Agro FE. Body fluid management: from physiology to therapy. New York: Springer; 2013.
8. Pinsky MR, Payen D. Functional hemodynamic monitoring. New York: Springer; 2005.
9. Ozmen E, Adaletli I, Kayadibi Y, Emre S, Kilic F, Dervisoglu S, Kurugoglu S, Senyuz OF. The impact of shear wave elastography in differentiation of hepatic hemangioma from malignant liver tumors in pediatric population. *Eur J Radiol* 2014;83:1691-1697.
10. Tutar O, Beser OF, Adaletli I, Tunc N, Gulcu D, Kantarci F, Mihmanli I, Cokugras FC, Kutlu T, Ozbay G, Erkan T. Shear wave elastography in the evaluation of liver fibrosis in children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2014;58:750-755.
11. Ferraioli G, Tinelli C, Dal Bello B, Zicchetti M, Filice G, Filice C; Liver Fibrosis Study Group. Accuracy of real-time shear wave elastography for assessing liver fibrosis in chronic hepatitis C: a pilot study. *Hepatology* 2012;56:2125-2133.
12. Chen S, Sanchez W, Callstrom MR, Gorman B, Lewis JT, Sanderson SO, Greenleaf JF, Xie H, Shi Y, Pashley M, Shamdasani V, Lachman M, Metz S. Assessment of liver viscoelasticity by using shear waves induced by ultrasound radiation force. *Radiology* 2013;266:964-970.
13. Cha SW, Jeong WK, Kim Y, Kim MY, Kim J, Kim SY, Ryu JA, Kim TY, Sohn JH, Kim YH. Nondiseased liver stiffness measured by shear wave elastography: a pilot study. *J Ultrasound Med* 2014;33:53-60.
14. Leung VY, Shen J, Wong VW, Abrigo J, Wong GL, Chim AM, Chu SH, Chan AW, Choi PC, Ahuja AT, Chan HL, Chu WC. Quantitative elastography of liver fibrosis and spleen stiffness in chronic hepatitis B carriers: comparison of shear-wave

elastography and transient elastography with liver biopsy correlation. *Radiology* 2013;269:910-918.

15. Yoon JH, Lee JY, Woo HS, Yu MH, Lee ES, Joo I, Lee KB, Yi NJ, Lee YJ, Han JK, Choi BI. Shear wave elastography in the evaluation of rejection or recurrent hepatitis after liver transplantation. *Eur Radiol* 2013;23:1729-1737.
16. Sporea I, Bota S, Gradinaru-Tascau O, Sirli R, Popescu A, Jurchis A. Which are the cut-off values of 2D-Shear Wave Elastography (2D-SWE) liver stiffness measurements predicting different stages of liver fibrosis, considering Transient Elastography (TE) as the reference method? *Eur J Radiol* 2014;83:e118-e122.
17. Yoon JH, Lee JM, Woo HS, Yu MH, Joo I, Lee ES, Sohn JY, Lee KB, Han JK, Choi BI. Staging of hepatic fibrosis: comparison of magnetic resonance elastography and shear wave elastography in the same individuals. *Korean J Radiol* 2013;14:202-212.
18. Bavu E, Gennisson JL, Couade M, Bercoff J, Mallet V, Fink M, Badel A, Vallet-Pichard A, Nalpas B, Tanter M, Pol S. Noninvasive in vivo liver fibrosis evaluation using supersonic shear imaging: a clinical study on 113 hepatitis C virus patients. *Ultrasound Med Biol* 2011;37:1361-1373.
19. Egger M, Smith GD, Phillips AN. Meta-analysis: principles and procedures. *BMJ* 1997;315:1533-1537.

Peer Reviewers' Commentary

본 논문은 간질환 환자를 대상으로 병변을 발견하거나 병변의 중증도 확인을 하는 것에 있어서 횡파 탄성 초음파영상의 안정성 및 유효성을 평가하고 있다. 총 10편의 논문을 이용하여 체계적 문헌고찰 및 메타분석을 하였고, 양-약성 구분, 간섬유증 진단, 간염 진단, 간 이식환자의 거부반응 확인, 간경변증 진단 등의 항목에서 질병과의 관련성 및 진단 정확성에 대해 정리, 비교하였다. 횡파 탄성 초음파영상은 기존 초음파 검사와 유사한 안정성을 가진 것으로 평가하였다. 유효성 측면에서는, 간섬유증 진단에 한해 임상적으로 수용 가능한 수준의 유효성이 있는 검사로 평가할 수 있지만, 그 외의 부분에서 아직까지는 검사의 유효성을 평가할 문헌적 근거가 부족하여 연구가 더 필요한 것으로 기술하고 있다. 이를 통해 횡파 탄성 초음파영상이 신의료기술로 인정되기에는 그 효과적 측면에서 의미 있는 연구가 부족하고, 앞으로 추가적인 연구가 진행되어야 한다는 점에 대해 잘 제시하고 있다고 판단된다.

[정리: 편집위원회]