Journal of the Korea Convergence Society
Vol. 8. No. 5, pp. 79-85, 2017 https://doi.org/10.15207/JKCS.2017.8.5.079

초음파를 이용한 간 섬유화 스캔 검사의 융합 탄성도 측정 평가

김민정[1], 한만석[2*], 장재욱[1]
[1]강원대학교 대학원 보건의료과학과, [2]강원대학교 방사선학과

Evaluation of convergence Elasticity of Liver Fibroscan used measurement with Ultrasonography

Min-Jeong Kim[1], Man-Seok Han[2*], Jae-Uk Jang[1]
[1]Health Medical Science, Graduate School, Kangwon National University
[2]Radiological Science, Kangwon National University

요 약 본 연구는 만성 B형 바이러스성 감염 환자의 간 기능 혈액 검사 수치와 간 섬유화 스캔 검사(FibroScan®)의 비교 분석을 통한 간 섬유화 스캔 검사의 임상적, 기기적 융합 유용성을 평가하고자 하였다. 2015년 7월 1일부터 2016년 2월 28일까지 대전시 B내과에 내원한 만성 B형 바이러스성 감염 환자 75명의 간 섬유화 스캔 검사 결과와 간 기능 혈액검사 수치를 분석 하고 ROC곡선을 작성하였다. 알라닌 아미노전이요소, 아스파르테이트 아미노전이요소 수치가 각각 0.572, 0.502로 섬유화 수치와 가장 높은 상관관계를 보였다(p<0.000). 감마지티피, 총 빌리루빈, 알칼리성 인산분해효소 수치도 비교적 유의한 상관관계를 보였으나 알파태아단백과 총 단백정량은 통계적으로 유의하지 않았다. 또한 알부민(-0.449)과 혈소판치(-0.373)도 섬유화 수치와 상관관계가 없었다(p<0.000). 간 섬유화 정도가 높은 등급일수록 ROC 곡선의 정확도가 증가하였으며 F4의 간 경변 단계에서 가장 큰 AUROC값을 나타냈다. 따라서 간 섬유화 스캔 검사는 만성 간질환 환자의 간 기능 수치인 알라닌 아미노전이요소, 아스파르테이트 아미노전이요소 수치와 유의한 상관관계를 보여 간의 염증 검사 및 만성 간질환 진단에 매우 유용한 것으로 판단된다.

• 주제어 : 간 섬유화 스캔검사(초음파), 간 기능 혈액검사, 감마지티피, 알파태아단백, 총 빌리루빈

Abstract The purpose of this research was to evaluate the clinical and the instrument of convergence utility of transient elastography (FibroScan®:electromagnetic wave) in diagnosing and treating liver ailments through a comparison and an analysis between liver function blood test and transient elastography (FibroScan®) in patients with chronic hepatitis B virus infection. Of all the patients with chronic hepatitis B virus infection who visited clinic B in Daejeon City between July 1, 2015, and February 28, 2016, 75 who underwent a FibroScan® test were selected for this study. Their laboratory and liver function test results were compared for a correlation analysis before constructing an ROC (Receiver Operation Characteristic) curve. Aspartate aminotransferase (AST) and alanine aminotransferase (ALT) levels were 0.572 and 0.502, respectively, and showed highest correlation with fibrosis score, with statistical significance (p<0.000). Gamma glutamyltranspeptidase, total bilirubin, and alkaline phosphatase levels also showed relatively significant correlations in this order of sequence, while -fetoprotein and total protein levels did not show any statistically significant values. Albumin (−0.449) and platelet levels (−0.373) showed negative correlations with each other and no correlation with fibrosis score (p < 0.000). As liver fibrosis worsened, the accuracy of the ROC curve increased. At the F4 stage, which is the cirrhotic stage, the largest area under the curve was observed .FibroScan® showed significant correlation with the ALT (serum glutamic pyruvic transaminase) and AST (serum glutamic oxaloacetic transaminase) levels in the liver function test, which is a routine test for patients with chronic liver ailments. This implies that fibrosis correlates with liver inflammation severity.

• Key Words : FibroScan®(electromagnetic wave), liver function blood test, Gamma glutamyltranspe, α-fetoprotein, total bilirubin

1. 서론

간은 혈액에서 노폐물과 독성물질을 제거하고, 단백질, 탄수화물, 지방을 대사시키는 신체에서 가장 중요한 장기중의 하나이다. 장기간 바이러스 감염이나 알코올에 의해 간세포가 파괴되면 섬유화가 진행되어 간세포가 굳어지고 간에 다양한 크기의 재생결절들이 생기는 간 경변으로 진행하게 된다. 인체 내 장기의 경화는 세포내 Ca2+의 농도를 조절하는 역할을 하는 카할 간질세포(interstitial cells of Cajal)의 이상 작용으로 근육의 경화가 발생할 수 있으며, 이러한 경화는 복합적인 질병의 원인이 되기도 한다[1].

간 경변이 진행되면 정상 간으로의 회복이 어려우며 심해질 경우 복수나 정맥류 출혈, 간성혼수 등의 합병증을 유발하기도 하며 또한 발병원인과 관계없이 간암으로 진행될 위험성이 매우 높다[2]. 이러한 만성 간 질환은 완치를 기대하기 어렵고 증상을 조절하는 정도의 장기적인 치료와 관리가 요구된다[3]. 따라서 모든 간질환 환자를 대상으로 간 섬유화를 진단하는 것은 간질환을 진단하고 치료하는데 있어서 임상적으로 큰 의미가 있다.

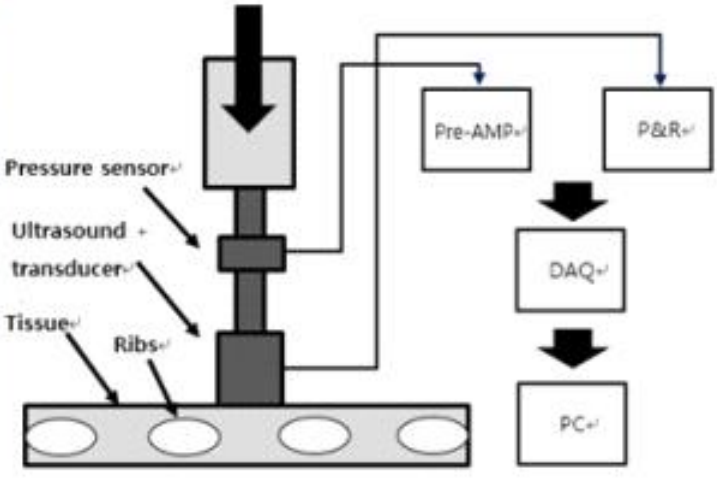
이러한 간 섬유화의 정도를 진단하는 방법은 여러 가지가 있는데 현재는 간 조직검사를 통해 증명하는 것이 표준 검사법으로 여겨지고 있다. 하지만 조직검사는 침습적인 검사방법으로 환자의 고통, 감염과 합병증 유발, 샘플의 오류, 등의 여러 단점을 가지고 있다. 즉, 간 조직생검은 침습적인 방법으로서 통증이 동반 될 뿐 아니라 드물게는 생명을 위협하는 심각한 합병증이 발생할 수 있어 상당수의 환자가 검사를 기피하는 경우가 있다[4].

초음파 진단장비는 비 전리방사선을 사용하는 비 침습적 검사방법으로 CT, MRI와 같은 진단영상장비에 비하여 장치가 비교적 간단하며 실시간 영상진단이 가능한 장점이 있다[5,6].

간 섬유화 스캔 검사(FibroScan®, EchoSens, Paris, France)는 이러한 초음파의 원리를 이용한 최신 융 복합적인 검사 방법으로 순간 탄성 측정법을 이용해 간의 탄성도를 측정하여 간 섬유화의 유무 및 진행 정도를 진단한다[7]. 이는 비 침습적인 검사이므로 환자에게 통증이나 심각한 합병증을 유발할 위험이 없고 검사의 재현성이 높을 뿐 아니라 조직검사보다 넓은 부위의 간 실질을 평가할 수 있어 간 섬유화 정도 평가에 매우 유용하다고 인정받고 있다[8,9].

FibroScan® 검사는 진동자와 초음파 변환기로 이루어진 탐촉자를 간 부위 갈비뼈 사이에 대어 진동을 주고 측정하며, 결과는 탄력 파동의 속도를 측정함으로써 간 섬유화의 정도를 압력의 단위 kilo Pascal(kPa)로 표현하여 나타낸다. 간 섬유화나 지방간이 진행된 간 일수록 수치가 높게 나타나게 된다[10].

최근 진행된 연구에서는 ELF(Enhanced Liver Fibrosis), ARFI(acoustic radiation force impulse)와 결합한 비교 연구에서 FibroScan® 검사의 유용성이 보고되었고, 만성 C형 바이러스성 감염 환자들에서의 지방간의 평가에 대한 FibroScan® 검사의 유효성 등이 보고되



고 있다[11,12]. 그러나 서구와 간질환의 분포나 체 질량 지수가 다른 국내에서도 FibroScan® 검사의 유용성에 관한 다양한 연구들이 필요하다. 국내에서는 B형 또는 C형 바이러스성 감염 환자들 또는 알코올성 간질환, 비알콜성 지방간염 환자들에서의 간 탄력도 측정의 유용성을 간 조직 검사가 시행된 환자와 비교하여 보고된 연구들이 있으나[13], 간 조직 검사를 시행하지 않은 만성 바이러스성 감염 환자들 사이에서 일반적으로 시행하는 LFT(Liver Function Test) 혈액 검사와의 비교를 통해 FibroScan® 검사가 일반적인 만성 간질환 진단의 변별 검사로써 유용성이 있을지, 간 기능 혈액 검사와는 어떤 상관관계를 가질지를 주목하고자 이 연구를 시작하였다.

따라서 본 연구는 만성 B형 바이러스성 감염 환자의 간 기능 혈액 검사 수치와 FibroScan® 검사의 비교 및 분석을 통해 간질환을 진단하고 치료하는데 있어서 FibroScan® 검사가 가지는 임상적 유용성을 평가하고자 하였다.

2. 대상 및 방법

2.1 대상

2015년 7월 1일부터 2016년 2월 28일까지 대전시 B내과에 내원한 만성 B형 바이러스성 감염 환자 중 FibroScan® 검사와 간 기능 혈액검사를 시행한 환자 75명을 대상으로 하였다. 만성 B형 간질환 환자는 HBsAg이 6개월 이상 양성이었다.

대상 환자의 연령, 나이, 간 기능 혈액검사, FibroScan® 검사를 통해 측정한 간의 탄력도 등을 조사하였다. 혈액검사는 FibroScan® 검사를 실시한 시점에서 2개월 내의 검사 결과를 참조하였다. FibroScan® 검사의 역치 값은 국내 연구 논문 등을 참조하여 제조업체에서 제시한 역치 값을 기준으로 하였다[1].

2.2 연구방법

FibroScan® 검사와 간 기능 혈액검사(LFT)를 시행한 환자 57명의 Total protein, Albumin, AST(aspartate aminotransferase,), ALT(alanine aminotransferase), ALP(alkaline phosphatase), Total bilirubin, GGT(gamma (γ) -glutamyl transferase), Plateletcount, α-Fetoprotein, Fibrosis Score의 결과 값을 수집하였다. 본 연구를 위하여 환자에게 추가 검사를 실시하지 않았으며, 모든 검사는 기존에 실시된 결과를 사용하여 분석하였다. FibroScan® 검사는 저주파수의 탄성파를 주사하는 피스톤에 초음파 변환기가 더해진 것이다[Fig. 1]. 조직을 통과하는 탄성파의 속도(V_s)를 (1)의 식을 통하여 초음파 영상을 통하여 측정한다.

$$V_S = \frac{Dz}{Dt} \tag{1}$$

(V_s=전달속도, Dz= 깊이, Dt=시간)

$$\text{Stiffness} = E \propto V_s^2 \tag{2}$$

(E=Elasticity, V_s=전달속도)

측정한 속도를 이용하여 탄성파가 통과하는 조직의 탄력도(Stiffness)를 (2)의 식을 이용해 계산하는 원리이다. 물질의 탄성도는 식(3)에 의해 구한다.

압력인가 전신호를 $r_1(t)$,후 신호 $r_2(t)$에서 $t= t_0$때의 상호 상관 함수는 식(4)와 같다.

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \tag{3}$$

(σ=Stress, ε= Strain, E=Elasticity)

$$R(t_o, t_o + r) = \frac{1}{T}\int_{t_0 - \frac{T}{2}}^{t_o + \frac{T}{2}} r_1^*(t) r_2(t+r)\,dt \tag{4}$$

R=Correlation function,

* = Complex conjugation

탄력도는 질량을 면적으로 나눈 압력의 단위인 kPa로 표현되며, 섬유화가 진행된 간일수록 더 높은 수치로 나타난다.

FibroScan® 검사 방법으로는 바로 누운 상태의 환자의 오른쪽 팔꿈치를 최대한 위쪽으로 끌어당겨 오른 늑골이 최대한 이완 되게끔 자세를 취해주고 간의 우엽 측면, 정 중앙 부분에 탐촉자를 위치시켰으며, 최소 10회 이상 반복 측정하여 얻어진 중앙값을 사용하였다. 환자 당 평균 검사시간은 5분 미만이었다.

간 섬유화의 정도는 B병원의 cut-off 기준에 따라 F0-F1(섬유화 없음), F2(의미 있는 간 섬유화), F3(섬유성 격막) 및 F4(간경변증)의 4단계로 구분하였다.

2.3 통계

LFT(Total protein, Albumin, AST, ALT, ALP, Total bilirubin, GGT, Plateletcount, α-Fetoprotein)혈액검사 각각의 수치 별로 간 탄력도 수치와의 상관관계 분석은 Pearson 상관계수로 표시하였다. 통계 분석은 SPSS 20.0 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA)을 사용하였고, 각 통계의 유의 수준 P값은 0.05미만으로 정의 하였다. 가장 상관계수가 높았던 AST, ALT치는 4단계의 간 섬유화 등급에 따라서 진단의 정확도 혹은 유사관계를 알아보기 위해 각각의 단계에서 ROC 곡선을 작성하였다.

3. 결과

3.1 대상 환자의 임상 특성

총 75명의 환자들의 평균 연령은 47.4±11.7세였으며, 남자 52명 여자 23명이었다. 혈청생화학검사에서 총 단백정량은 정상 참고치 범위의 경우 5.8~8.1 g/dL 이며, 대상 환자들의 평균 수치는 7.4±0.4 g/dL 이었다. 알부민의 정상 참고치 범위는 3.1~5.2g/dL 이며, 대상 환자들의 평균 수치는 4.4±0.3 g/dL 이었다. AST와 ALT치의 정상 참고치 범위는 7~38 IU/L, 4~43 IU/L 이며, 얻어진 평균값은 각각 67.7±152.8 IU/L, 82.2±219.3 U/L 이었다. ALP 값의 정상 참고치 범위는 39~117 IU/L 이며, 대상 환자들의 평균 수치는 76.0±23.8 IU/L 이었다. 총 빌리루빈의 정상 참고치 범위는 0.2~1.4 mg/dL 이며, 대상 환자들의 평균 수치는 1.9±8.1 mg/dL 이었다. 감마지티피의 정상 참고치 범위는 남성은 12~73 IU/L, 여성은 8~48 IU/L 이며 대상 환자들의 평균 수치는 59.6±71.2 IU/L 이었다. 혈소판수의 정상 참고치 범위는 150~450 x10^3/uL 이며, 대상 환자들의 평균 수치는 176.9±63.0 x10^3/uL 이었다. α-Fetoprotein(알파태아단백)의 정상 참고치 범위는 0~9 ng/mL 이며, 대상 환자들의 평균 수치는 45.8±345.5 ng/mL 이었다. Fibrosis score의 평균 수치는 11.1±6.5 kPa 이었으며 정상 수치의 범위는 제조업체에서 제시한 기준 역치 값에 따라 만성 B형 바이러스성 감염 환자의 경우 7.0 kPa 수치 이하를 섬유화 없음(F1)으로 진단하고 있다<Table 1>.

<Table 1> Characteristics of Patients

Characteristics	Included (n=57)
Sex (M:F)	52:23
Age (years)	47.4±11.7
Total protein	7.4±0.4
Albumin (g/dL)	4.4±0.3
AST (IU/L)	67.7±152.8
ALT (U/L)	82.2±219.3
ALP (IU/L)	76.0±23.8
Total bilirubin	1.9±8.1
GGT (U/L)	59.6±71.2
Plateletcount	176.9±63.0
α-Fetoprotein (ng/mL)	45.8±345.5
Fibrosis score (kPa)	11.1±6.5

Results are given as average ± SD or n (%).

FibroScan® 검사로 얻어진 대상 환자의 간 섬유화 단계에 따른 분포를 살펴보면, 간 섬유화가 없거나 격막이 없는 섬유증인 1단계(F0-F1)는 18명으로 24.0%였고, 의미가 있는 중등도 이상의 간 섬유화 단계인 2단계(F2)는 10명으로 13.3%, 중증의 심한 섬유화 단계인 3단계(F3)는 24명으로 32%, 마지막으로 간 경변 단계인 4단계(F4)는 23명으로 30.7%의 분포를 보였다<Table 2>.

<Table 2> Liver Stiffness Values According to Diagnostic Standard

Fibrosis	All Patients (n=57)	Stiffness (kPa)
F0-F1	18(24.0%)	≤7.7
F2	10(13.3%)	7.8
F3	24(32.0%)	8.2
F4	23(30.7%)	11.6

Results are given as mean ± SD

3.2 섬유화 스캔 검사와 LFT혈액검사의 상관관계

FibroScan® 검사로 측정한 대상 환자의 간 탄력도는 3.2에서 38.5 kPa까지 측정되었고 평균치는 10.8 kPa, 표준편차는 6.5였으며, 각 단계에 따른 간 탄력도의 평균은 F1 ,F2 ,F3 ,F4 이었다.

FibroScan® 검사로 측정하여 얻은 Fibrosis score와 LFT 혈액검사와의 상관관계는 Pearson상관계수가 총 단백정량은 0.161 ($p<0.230$), 알부민은 -0.449 ($p<0.000$), AST는 0.572 ($p<0.000$), ALT는 0.502 ($p<0.000$), ALP는 0.338 ($p<0.010$), 총 빌리루빈은 0.454 ($p<0.000$), 감마지

티피는 0.483 (p<0.000), 혈소판치는 -0.373 (p<0.004), 알파태아단백은 0.223 (p<0.096) 으로 나타났다. 이 중 AST와 ALT치가 각각 0.572, 0.502로 Fibrosis score와 가장 높은 상관관계를 보였고 통계적으로도 유의하였다 (p<0.000). 감마지티피, 총 빌리루빈, ALP도 순서대로 비교적 유의한 상관관계를 보였으며, 알파태아단백과 총단백정량은 통계적으로 유의한 값을 얻지 못했다.

알부민(-0.449)과 혈소판치(-0.373)는 음의 상관계수를 보여 Fibrosis score와 상관관계가 없음(p<0.000)을 알 수 있었다<Table 3>.

<Table 3> Correlations between Fibrosis score and Liver Function blood Test

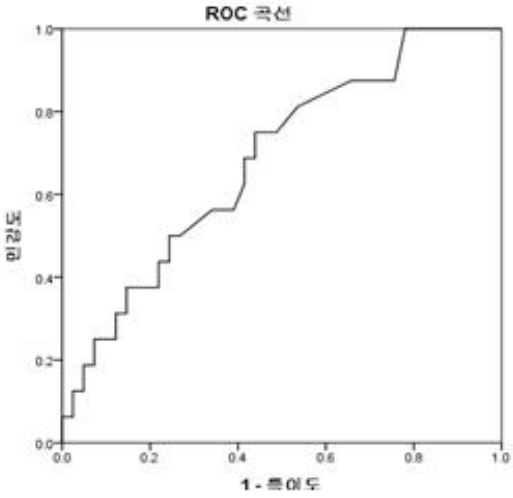
	All Patients	
	r	*P* Value
Total protein	0.161	< 0.230
Albumin	-0.449	< 0.000
AST	0.572	< 0.000
ALT	0.502	< 0.000
ALP	0.338	< 0.010
Total bilirubin	0.454	< 0.000
GGT	0.483	< 0.000
Plateletcount	-0.373	< 0.004
α Fetoprotein	0.223	< 0.096

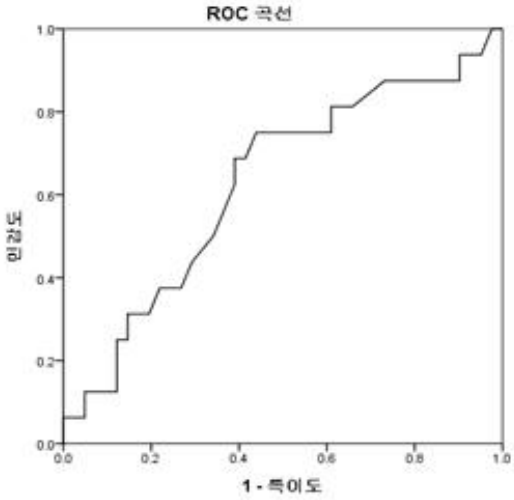
3.3 AST, ALT치와 간 섬유화의 등급에 따른 관계

Fibrosis score와 가장 높은 상관관계를 보인 AST와 ALT치를 간 섬유화 등급에 따라서 각각의 ROC곡선을 구해 진단의 정확도를 예측해보았다. ROC곡선이 대체적으로 정확도가 떨어지는 양상을 보였지만 F3단계에서 ALT의 AUROC값 0.449(<0.083)와 F4 단계에서의 ALT, AST치 각각의 AUROC값인 0.682(<0.034), 0.627(<0.138) 모두 통계적으로 유의한 정확도를 나타냈다. 따라서 ROC곡선을 통해 간 섬유화 정도가 높은 등급 일수록 진단의 정확도가 높아짐을 알 수 있었고 간 경변 단계인 F4 단계에서 가장 높은 정확도를 보였다<Fig. 2, Table 3>.

<Table 4> Area Under a Curve for AST, ALT for different Fibrosis cut-off value

		AUC	95% C.I for AUC (Lower bound, Upper bound)	p-value
F0-F1	AST	0.375	(0.222, 0.529)	0.112
	ALT	0.426	(0.264, 0.588)	0.372
F2	AST	0.485	(0.289, 0.681)	0.882
	ALT	0.515	(0.254, 0.777)	0.910
F3	AST	0.474	(0.338, 0.610)	0.716
	ALT	0.449	(0.287, 0.612)	0.083
F4	AST	0.682	(0.533, 0.831)	0.034
	ALT	0.627	(0.464, 0.791)	0.138





4. 고찰

FibroScan® 검사는 초음파를 이용한 최신의 융 복합적인 비 침습적 진단 검사 방법으로, 검사와 동시에 진단이 가능한 실시간 검사 방법이다. 또한 만성 간질환을 가진 환자 중에서는 의미 있는 간 섬유화의 존재를 예측함으로써 항바이러스의 약물의 시작 여부의 판단에 큰 도움을 줄 수 있고, 간경변증을 예측함으로써 간암의 발생 위험을 인지하고 방지하는데 도움을 주는 검사이다. 그동안 진단 유용성에 대한 많은 보고가 있었지만 서구와 체 질량 및 간질환의 원인 분포가 다른 국내에서도 우리나라만의 간 섬유화 진단에 대한 간 탄력도 측정의 유용성에 대한 연구가 많이 필요한 실정이다[14,15].

간 조직검사와의 비교를 통한 유용성 검증에 대한 FibroScan® 연구는 국내에서도 비교적 많은 보고가 있었고 따라서 본 연구에서는 만성 간질환 환자들이 기본적으로 시행하는 혈액검사와의 비교를 통해서 만성 간질환을 진단하고 치료하는데 있어서 간 섬유화 스캔 검사가 가지는 의의와 유용성에 대해 알아보고자 하였다.

만성 간질환 환자의 LFT(Total protein, Albumin, AST, ALT, ALP, Total bilirubin, GGT, Plateletcount), 혈청태아단백 검사와 FibroScan® 검사를 통해 얻은 Fibrosis score의 상관관계 분석을 통해서 AST, ALT치와 Fibrosis score 가 유의한 상관관계가 있음을 알 수 있었고, 그 정도는 Fibrosis 등급이 높을수록 더 정확했다. AST, ALT는 간세포 내에 존재하는 효소로 간세포 괴사의 정도를 반영하는 검사로 널리 사용되고 있다[16]. 이는 섬유화 외에 혈청 ALT치가 간 탄력도 측정에 영향을 미친다는 연구결과에 상응하는 결과로 섬유화 격막의 염증 상태가 간의 탄력도 측정, 즉 FibroScan® 검사와 유의한 상관관계가 있으며 FibroScan® 검사에 영향을 미치는 요인으로 작용 할 수 있다고 판단된다[17].

하지만 본 연구는 만성 B형 바이러스 환자만을 대상으로 한 연구이기 때문에 그 외에 만성 C형 바이러스 감염, 알코올성 간질환, 지방간 등 다양한 병인을 가진 간질환 환자를 대상으로 한 유용성 검증이 필요하며, 간 섬유화 측정에 영향을 미치는 인자에 대한 연구 및 한국인의 체형에 맞는 cut-off 값에 대한 연구는 앞으로도 지속적으로 연구해야 할 과제이다.

5. 결론

본 연구는 간의 섬유화를 진단하는 장비인 FibroScan® 검사의 융·복합적인 유용성에 대해 알아보고자 하였다. 만성 간질환 환자의 간 섬유화 수치와 간 기능 혈액검사 수치를 비교 분석한 결과, 간세포의 괴사 정도를 반영하는 수치인 AST, ALT 수치에서 유의한 상관관계를 나타내었고, 이는 간 섬유화 정도가 높은 등급일수록 정확도가 증가하였다. 따라서 FibroScan® 검사는 섬유화 뿐만 아니라, 간의 염증 검사 및 만성 간질환 진단에 매우 유용한 것으로 판단된다. 향후 지속적인 연구를 실시한다면 만성 간 질환을 진단하고 치료하는데 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

REFERENCES

[1] T. S. Ki, et al., “Thickening of the Gastric Wall on Transabdominal Sonography: A Sign of Gastric Cancer”, Journal of Clinical Ultrasound Vol. 36, No. 8, pp. 462-466, 2007.

[2] Y. S. Seo and E. S. Do, “Affecting factors of the Drinking Behavior of Liver Cirrhosis Patients The Aspects of Convergence of Drinking Behavior and Disease-related of factors.”, Journal of Digital Convergence Vol. 13, No. 7, pp. 249-258, 2015.

[3] E. S. Do, S. M. Lee and Y. S. Seo, “Related Factors of Quality of Life in Middle-male with Chronic Liver Disease.”, Journal of Digital Convergence Vol. 13, No. 2, pp. 267-277, 2015.

[4] H .K. Jeong, et al., "Changes in Liver Stiffness after Acute or Chronic Liver Injury due to Viral Hepatitis?", Korean J Gastroenterol Vol. 54, No. 3, pp. 155-161, 2009.

[5] H. N, Lee, C. H, Lim, and H. R, Jung. "Realationship of Colorectal Polyps and Fatty Liver Disease Diagnosed by Ultrasonography.", Journal of Digital Convergence Vol. 12, No. 3, pp. 345-352, 2014.

[6] O. S. Lee, M. K, Kim, and S. H, Ha. "Interactive image segmentation for ultrasound vascular imaging.", Journal of the Korea Convergence Society Vol. 3, No. 4, pp. 15-21, 2012.

[7] K. S, Jung and S.U. Kim, “Clinical applications of transient elastography.”, Clinical and molecular hepatology Vol. 18, No. 2, pp. 163-173, 2012.
[8] N. Ganne-Carrie, et al., "Accuracy of liver stiffness measurement for the diagnosis of cirrhosis in patients with chronic liver diseases.", Hepatolpgy Vol. 44, No. 6, pp. 1511-1517, 2006.
[9] F. Kazemi, et al., "Liver stiffness measurement selects patients with cirrhosis at risk of bearing large oesophageal varices.", J Hepatol Vol. 45, No. 2, pp. 230-235, 2006.
[10] L. Sandrin, et al., “Transient elastography: a new noninvasive method for assessment of hepatic fibrosis.”, Ultrasound in medicine & biology Vol. 29, No. 12, pp. 1705-1713, 2003.
[11] G. Crespo, et al., “ARFI, FibroScan®, ELF, and their combinations in the assessment of liver fibrosis: A prospective study.”, Journal of hepatology Vol. 57, No. 2, pp. 281-287, 2012.
[12] M. Sasso, et al., “Novel controlled attenuation parameter for noninvasive assessment of steatosis using Fibroscan®: validation in chronic hepatitis C.”, Journal of viral hepatitis Vol. 19, No. 4, pp. 244-253, 2012.
[13] J. Foucher, et al., “Diagnosis of cirrhosis by transient elastography (FibroScan): a prospective study.” Gut Vol. 55, No. 3, pp. 403-408, 2006.
[14] U. Arena, et al., “Acute viral hepatitis increases liver stiffness values measured by transient elastography.”, Hepatology Vol. 47, No. 2, pp. 380-384, 2008.
[15] A. Sagir, et al., “Transient elastography is unreliable for detection of cirrhosis in patients with acute liver damage.”, Hepatology Vol. 47, No. 2, pp. 592-595, 2008.
[16] J. W, Shin and N. H, Park. "Clinical Application of Non-invasive Diagnostic Tests for Liver Fibrosis.", Korean J Gastroenterol Vol. 68, No. 1, pp. 4-9, 2016.
[17] B. Coco, et al., “Transient elastography: a new surrogate marker of liver fibrosis influenced by major changes of transaminases.”, Journal of viral hepatitis Vol. 14, No. 5, pp. 360-369, 2007.

저자소개

김 민 정(Min-Jeong Kim) [정회원]

- 2015년 2월 : 대전보건대학교 방사선학과(방사선학사)
- 2015년 3월 ~ 2017. 2월 : 강원대학교 대학원 보건의료과학과(석사수료)

<관심분야> : 초음파영상학, 골밀도

한 만 석(Man-Seok Han)

- 2003년 2월 : 고려대학교 의공학과 (공학석사)
- 2012년 2월 : 충남대학교 의공학과 (공학박사)
- 1997년 7월 ~ 2012년 2월 : 충남대학교병원 영상의학과 근무
- 2012년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 방사선학과교수

<관심분야> : 자기공명영상학, 방사선영상학, 골밀도

장 재 욱(Jae-Uk Jang)

- 2012년 2월 : 대전보건대학교 방사선학과(방사선학사)
- 20014년 3월 : 충남대학교 의공학과 (공학석사)
- 2014년 3월 ~ 2017년 2월 : 강원대학교 대학원 보건의료과학과(박사수료)
- 2009년 12월 ~ 현재 : 충남대학교병원 방사선종양학과

<관심분야> : 방사선치료, 방사선물리, 의학물리, 방사선계측