Journal of Radiation Industry 12(3) : 199~207(2018)

복부초음파 검사 시 탐촉자 압박에 따른 영상 화질 평가

곽 종 길[1,2] · 박 신 의[3] · 최 남 길[3,*]

[1]동신대학교 보건의료학과, [2]KS 병원 종합건진센터, [3]동신대학교 방사선학과

Evaluation of Image Quality according to Pressure of Transducer during Abdominal Ultrasonography

Jong-Gil Kwak[1,2], Shin-Eui Park[3] and Nam-Gil Choi[3,*]

[1]*Department of Public Health and Medicine, Dongshin University Graduate School, 185, Geonjae-ro, Naju-si, Jeollanam-do 58245, Republic of Korea*
[2]*Comprehensive medical examination center, KS Hospital, 220, Wangbeodeul-ro, Gwangsan-gu, Gwangju 62248, Republic of Korea*
[3]*Department of Radiological Science, Dongshin University, 185, Geonjae-ro, Naju-si, Jeollanam-do 58245, Republic of Korea*

Abstract - Abdominal ultrasound images with or without compression of the transducers, before and after endoscopy, were evaluate SNR and CNR which showing good images of abdominal organs (centered on the pancreas) and the effect of reducing stomach, duodenum, and intestinal gas artifacts. Statistical analysis was performed using the non-parametric krukal-Wallis test comparisons between the presence or absence of compression and before and after endoscopy. The structural model of the triple batch method with the different number of experimenters was used for expected factors that will affect the response value (with or without compression, SNR or CNR, group). Between difference before and after endoscopy and SNR, CNR intergroup interactions were statistically significant. Scheffe's post test was used to compare the mean difference between groups, the response value of overweight was higher than that of the control group (phantom), and there was no difference between the other groups in the control group. CNR and SNR and intergroup interactions are similar to intergroup effect of overweight (NO) before endoscopy in responses to CNR and SNR were significant differences and other patients showed similar results to phantom. Before and after endoscopy of with or without compression, there was no difference between before and after endoscopy. The SNR and CNR values were higher than those of compression stress. Therefore it would considered necessary to apply pressure to improve the quality of the abdominal ultrasound image.

Key words : Abdominal ultrasound, SNR, CNR, Compression

서 론

현대인들은 질병의 조기 발견과 예방을 위해 자신의 건강 상태를 확인하고, 예방과 치료를 위해 적극적으로 건강검진을 시행하고 있다. 그러나 바쁜 현대인은 건강검진을 위해 많은 시간을 할애하기가 쉽지 않다. 특히 내시경 검사와 복부초음파 검사의 경우 많은 시간이 소요된다. 대부분의 의료기관에서는 복부초음파 검사를 한 후 위내시경 검사를

* Corresponding author: Nam-Gil Choi, Tel. +82-61-330-3575, Fax. +82-61-330-3309, E-mail. crs723@hanmail.net

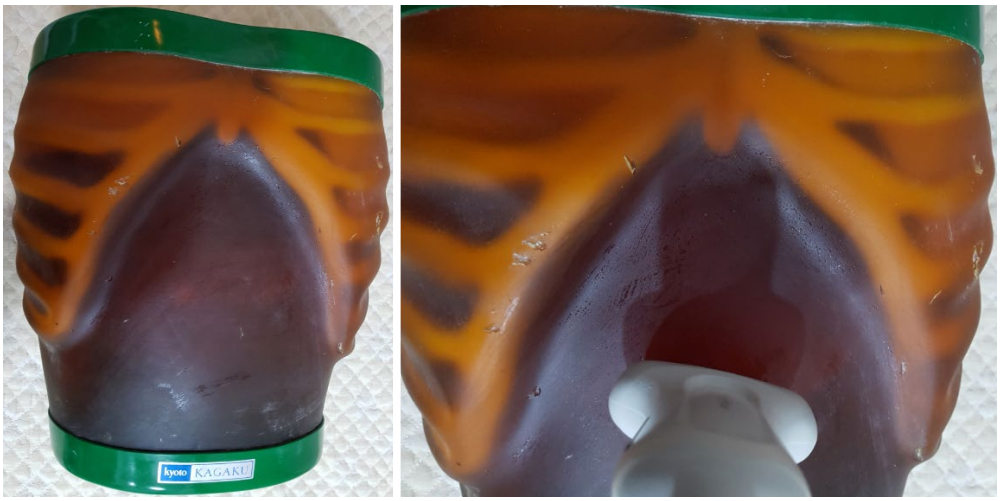

Fig. 1. Phantom of abdominal ultrasound.

하고 있으나 최근에는 건강검진 시 대기 시간을 단축시키기 위해 내시경 검사 후 초음파 검사를 시행하는 경우도 종종 있다. 초음파 검사 전에 내시경 검사를 시행한 경우 위내시경 검사 도중 공기 주입으로 인한 복부 불편감이 있을 수 있다(Lee 1984). 또한 복강 내 가스로 인하여 복부 장기의 묘출에 어려움이 있다. 특히 췌장은 후 복막강에 존재하여 소화관 가스의 영향을 받기 쉬우므로 초음파 검사로 가장 관찰하기 어려운 장기이다(Kim 2012). 복부초음파 검사는 초음파 기기의 발달과 보편화로 인하여 복부 질환의 감별 진단에 있어서 기본적인 검사로 여겨지고 있으며, 이에 따라 최근에는 일차 의료 기관과 건강검진센터에서 많이 시행되고 있다(Park *et al*. 2014). 위내시경은 내시경을 식도부터 위, 십이지장까지 삽입하여 식도, 위에 나타날 수 있는 질환을 진단하는 가장 기본적인 검사방법으로 위내시경을 통해 식도염, 위궤양, 십이지장궤양, 위암 등을 진단하고, 이상 소견이 보이면 조직 검사를 진행하여 더 정확한 진단을 하게 되며, 필요에 따라 치료를 진행할 수 있는 소화기 검사법이지만 위내시경 검사 후 공기 때문에 배가 더부룩하고 가스가 찰 수 있으며 가스로 인하여 복부 통증이 생길 수 있다(Chung *et al*. 1989). 건강검진 프로그램에서 복부초음파 검사는 방사선노출의 위험성이 없고, 검사 중 발생할 수 있는 부작용 발생의 가능성이 낮으면서, 장기들에 대한 실시간의 영상을 얻을 수 있다는 장점이 있는 검사임은 명확한 사실이나 복부에 공기가 차 있는 경우 공기가 대부분의 초음파 빔을 반사하기 때문에 공기 뒤에 가려져 있는 장기들인 췌장, 간 좌엽 등은 거의 보이지 않게 되는 한계점을 가진 완전 무결한 완벽한 검사법은 아니다(Park *et al*. 2014). 그러므로 초음파 검사 전에 위내시경 검사를 시행한 경우 복강 내 가스로 인하여 복부 장기의 묘출에 어려움이 있다. 특히 췌장은 전체적으로 위장의 뒤에 위치하고 있고 췌장의 두부는 십이지장에 둘러싸여 있으며 췌장의 미부는 위장의 fundus와 high to mild body와 colon의 뒤쪽에 위치하고 있어 제대로 관찰하는 것이 어려울 때가 많다(Worrell *et al*. 1990). 복부초음파 검사 시 췌장 영상을 잘 묘출하기 위해서는 탐촉자 압박, 체위 변경, 췌장 영상의 화질을 개선시킬 수 있는 여러 기법들이 이용될 수 있다.

본 연구는 내시경 검사 전 시행된 복부초음파 검사 영상과 내시경 검사 후 시행된 복부초음파 영상 중 복부 장기(췌장을 중심으로)의 좋은 영상을 얻기 위해 탐촉자를 압박하여 위, 십이지장, 장관 가스의 인공물을 저감시키는 효과에 대해 연구하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2017년 7월부터 2017년 12월까지 K 종합병원 건강검진센터를 방문하여 종합검진 항목에 복부초음파와 위내시경을 동시에 시행한 20세 이상의 수진자 중 복부초음파 검사 상 췌장 질환의 기왕력이 없는 197명(여성 71명),(남성 126명)을 전향적으로 조사하였다. 40대를 기준으로 위내시경 검사 전 복부초음파 검사를 한 경우를 A군으로 18명, 내시경 검사 후 복부초음파 검사를 한 경우를 B군으로 18명을 대상으로 하였다.

2. 검사 방법

복부초음파 검사는 30년 이상의 경력을 가지고 있는 영상의학과 전문의와 10년 경력을 가진 ARDMS를 소지한 Sonographer에 의해 EPIQ 5G 초음파 장비(Philips

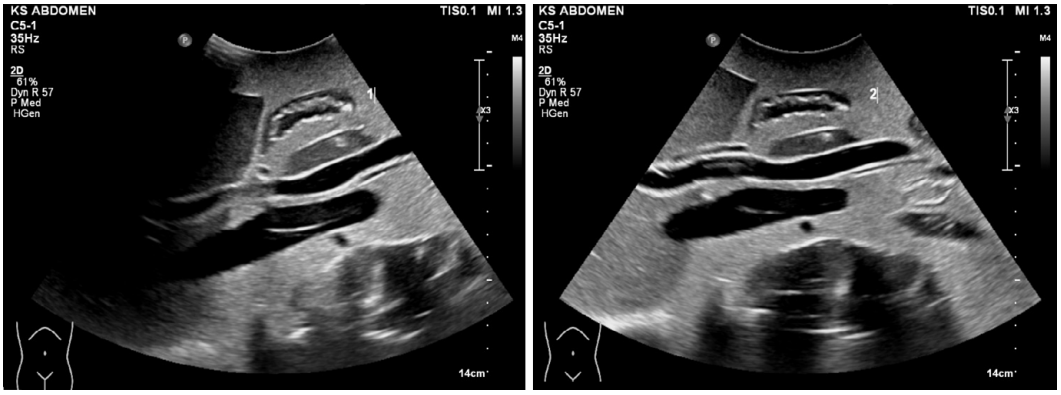

Fig. 2. Imaging of head of pancreas of abdominal ultrasound.

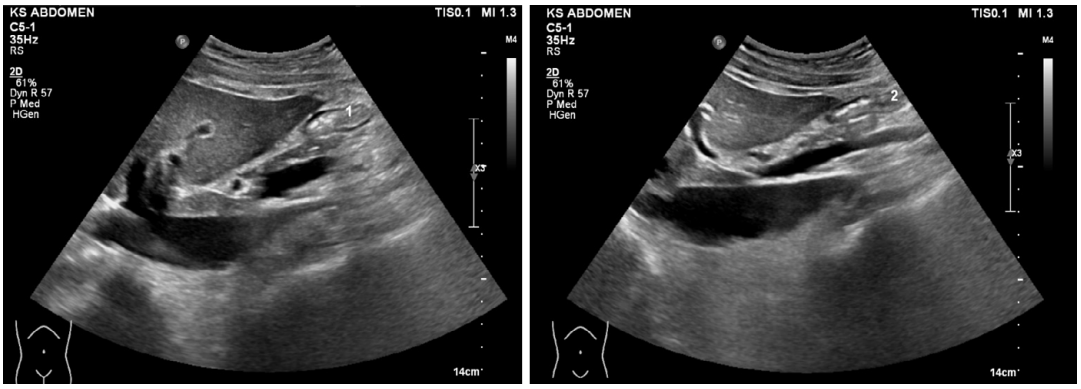

Fig. 3. Imaging of head of pancreas of A group (normal).

Fig. 4. Imaging of head of pancreas of A group (overweight).

healthcare, Eindhoven, the Netherland)를 이용하여 시행되었다. 1~5 MHz를 지원하는 볼록 탐촉자인 C5-1 탐촉자를 이용하였다. 위내시경 전 복부초음파를 실시한 경우를 A군(18명), 위내시경 검사 후 복부초음파 검사를 실시한 경우를 B군(18명)으로 구분하여 각 군을 BMI에 따라 정상, 과체중, 비만으로 분류하였다. 복부초음파 영상(췌장을 중심으로)의 가장 좋은 화질의 기준 값을 비교하기 위하여 복부초음파 팬텀(phantom)의 췌장 두부와 복부초음파 검사 후 위내시경 검사를 실시한 경우인 A군, 위내시경 검사 후 복부초음파 검사를 실시한 경우인 B군의 췌장 두부 영상을 아래의 방법으로 묘출하였다(Figs. 1, 2).

A군과 B군 모두 하모닉 기법, 실시간 합성 영상기법, 반점 허상을 줄이는 기법을 사용하였으며, 바로 누운 자세(supine)에서 췌장 두부를 압박(compression) 하지 않은 경

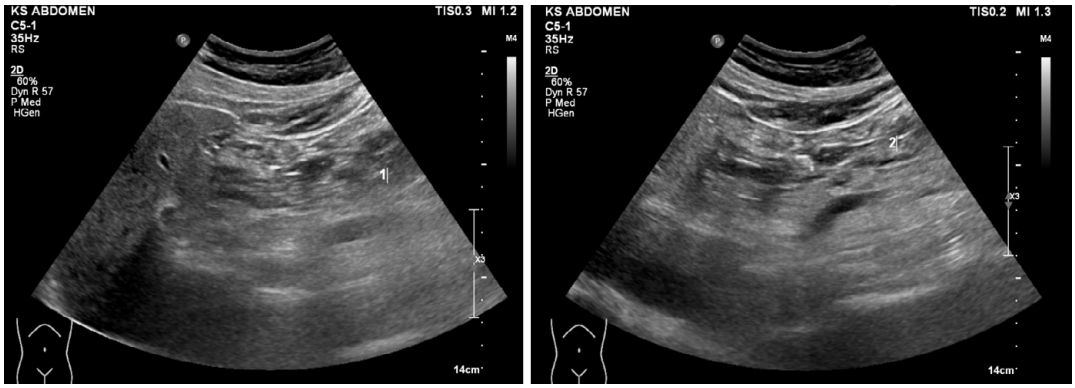

Fig. 5. Imaging of head of pancreas of A group (obesity).

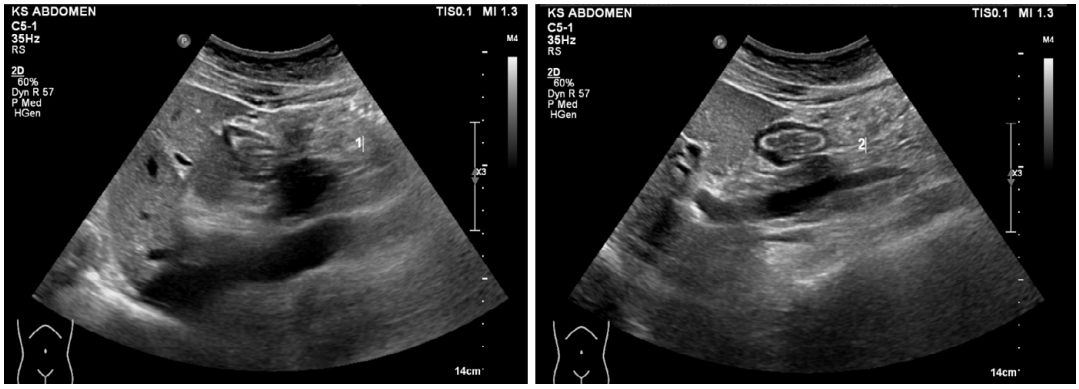

Fig. 6. Imaging of head of pancreas of B group (normal).

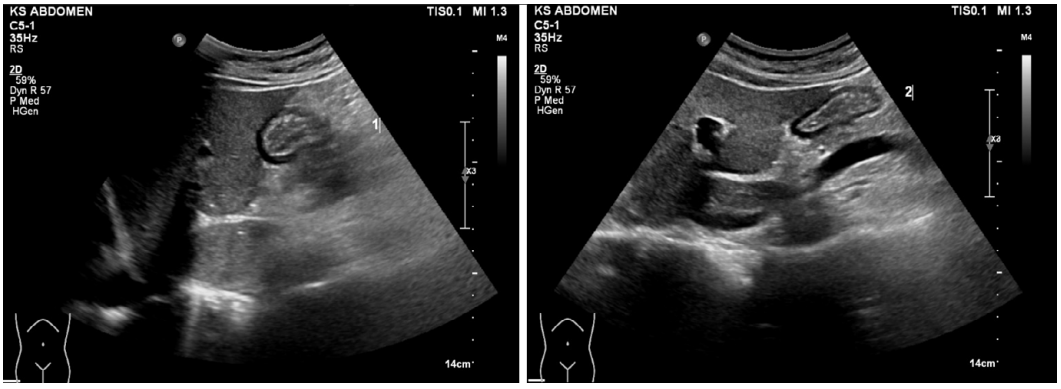

Fig. 7. Imaging of head of pancreas of B group (overweight).

우와 췌장 두부를 압박(compression) 한 경우로 나누어 췌장 두부 영상을 종단스캔(longitudinal scan)으로 묘출하였다(Figs. 3-8).

3. 영상측정 방법

PACS에 전송된 의료영상표준(DICOM, digital imaging and communications in medicine) 3.0 파일을 윈도우용 수치 해석 및 프로그래밍 환경을 제공하는 소프트웨어(Image J 1.50i, National Institutes of Health (NIH), USA)를 사용하여 췌장 두부 영상을 분석하였다. 초음파상 췌장 두부 부위에 4곳의 관심영역(ROI)을 설정하고 초음파 영상에서 조직이 액체로 차있는 부위가 있을 경우 액체는 초음파가 비교적 잘 통과하여 주위의 조직보다 음의 감쇄가 적으므로 상

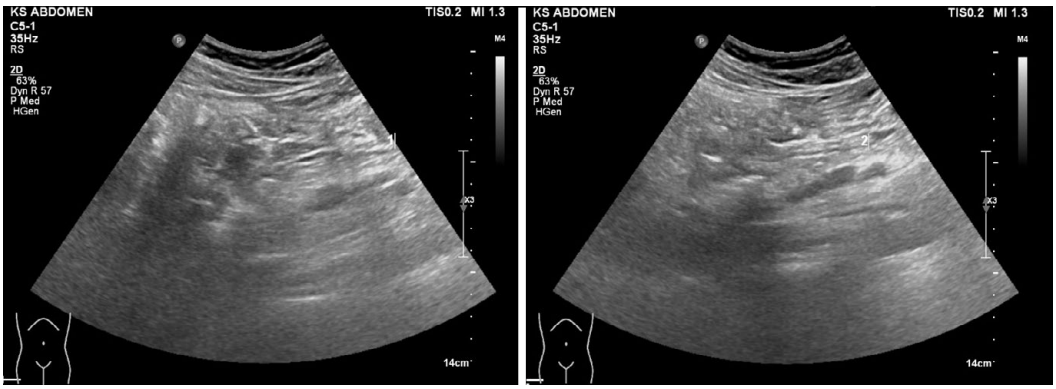

Fig. 8. Imaging of head of pancreas of B group (obesity).

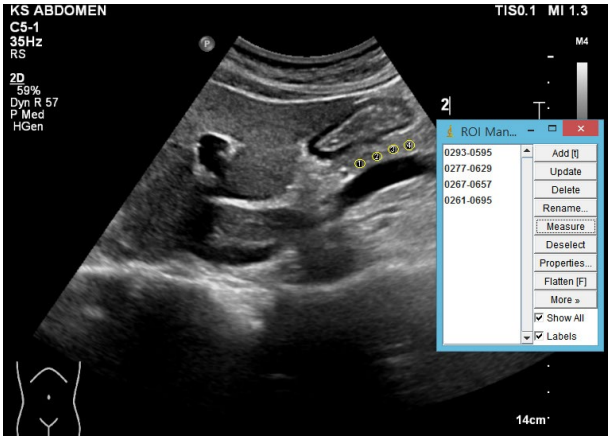

Fig. 9. ROI measurement of pancreatic head in image J program.

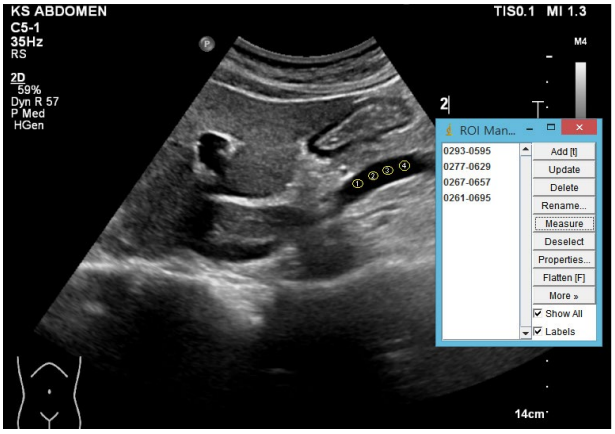

Fig. 10. Background measurement of pancreatic head in image J program.

장간막정맥(SMV)을 백그라운드(Back Ground)로 4곳을 설정하여 영상 신호를 수치적으로 확인한 후 표준편차(SD, standard deviation)와 평균 신호 값(MPV, mean pixel value)을 측정하였다(Figs. 9, 10).

4. 평가 방법

본 연구에서는 정량적 영상 평가를 위한 지표를 알아보기 위해 Image J 프로그램을 이용하여 신호를 수치적으로 획득하였다. 측정값을 바탕으로 다음과 같은 식을 이용하여 신호 대 잡음비(Signal to Noise Ratio: SNR)와 대조도 대 잡음비(Contrast to Noise Ratio: CNR)를 측정하였다(Kong *et al*. 2017). 기준 값이 되는 복부초음파 인체팬텀의 SNR과 CNR을 비교하여 A, B군의 영상을 정량적 방법으로 화질 평가를 하였다(Eqs. 1, 2).

$$SNR = \frac{Background\ SI_{Avg} - ROI\ SI_{Avg}}{ROI\ SD} \quad \text{(Eq. 1)}$$

$$CNR = \left| \frac{Background\ SI_{Avg} - ROI\ SI_{Avg}}{\sqrt{Background\ SD^2 + ROI\ SD^2}} \right| \quad \text{(Eq. 2)}$$

5. 통계분석

통계분석은 압박 유무와 내시경 전후에 대한 비교는 비모수 통계분석인 krukal-Wallis test를 실시하였으며, 반응치에 영향을 주리라 기대되는 인자가 3개(압박유무, SNR 또는 CNR, 그룹)로 실험자의 수가 동일하지 않은 삼원배치법의 구조모형이다. 연구를 통해 어떤 인자가 화질평가에 영향을 많이 받는지 알고자 한다. 연구대상자의 수가 다른 삼원배치법의 구조모형은 아래와 같다(Eq. 3).

$$y_{ijk} = \mu + a_i + b_j + c_k + ab_{ij} + bc_{jk} + ac_{ik} + abc_{ijk} + e_{ijk}, \quad \text{(Eq. 3)}$$

여기서 a_i는 압박유무, b_j는 SNR, CNR, c_k는 그룹(Phantom, 내시경 전 정상, 내시경 전 과체중, 내시경 전 비만)이고 e_{ijk}는 실험오차이며 독립적으로 평균이 0이고 분산이 σ^2인 정규분포를 따른다. 삼원배치법의 구조모형은 각 인자의 주

Table 1. Comparison of SNR and CNR before and after endoscopy with or without compression

Classification	Endoscopy	SNR Mean ± SD	Mean rank	p
Non-compression	Before	6.20 ± 3.38	11.00	0.592
	After	6.48 ± 5.09	10.25	
Compression	Before	8.01 ± 2.80	15.25	
	After	8.90 ± 6.59	13.50	
Classification	Endoscopy	CNR Mean ± SD	Mean rank	p
Non-compression	Before	0.37 ± 0.34	9.17	0.509
	After	0.65 ± 0.74	12.0	
Compression	Before	0.71 ± 0.48	14.92	
	After	0.99 ± 1.26	13.92	

Table 2. Before endoscopic Robust ANOVA table

	DF	RD	Mean RD	F	p
Type 1 (PS, NP)	1	27.028	27.028	39.239	0.000
Type 2 (CNR, SNR)	1	188.783	188.783	274.074	0.000
Group (phantom, etc)	3	97.316	32.439	47.094	0.000
Type 1:type 2	1	7.880	7.880	11.440	0.001
Type 1:group	3	5.250	1.750	2.540	0.064
Type 2:group	3	39.299	13.100	19.018	0.000
Type 1:type 2:group	3	0.667	0.222	0.323	0.809

효과와 교호작용 효과의 유의성에 관심이 있다. 분석을 위해 사용된 환자 자료가 충분하지 않아 로버스트 비모수검정을 통해 압박유무(type 1), 종류(SNR, CNR), 그리고 그룹(phantom, 내시경 전 정상, 내시경 전 과체중, 내시경 전 비만) 간 차이를 검정하였다. 분석은 R 프로그램의 "Rfit" 팩키지의 raov 함수가 이용되었으며, 로버스트 비모수검정은 Hocking과 Hettmansperger & McKean가 제시한 알고리즘이 사용되었다(Hocking 1985; Hettmansperger and McKean 2011).

결 과

압박 유무에 대한 내시경 전후의 비교는 Table 1과 같이 내시경 전후의 차이는 보이지 않고 통계적으로 Mean Rank 값이 압박 무보다 압박 유의 SNR과 CNR 값이 높게 나타났으나 통계적으로는 유의하지 않았다($p > 0.05$).

내시경 전 분석결과는 Table 2와 같이 주 효과인 압박유무(압박 유: PS, 압박 무: NP), SNR, CNR여부, 그룹 간 통계적으로 유의미한 차이가 존재한다. Fig. 11에서 확인되듯이 압박이 있는 환자의 반응치가 압박이 없는 환자의 반응치보다 높았다. SNR 그룹이 CNR 그룹보다 높았다. Scheffe의 사후 검정을 통해 그룹 간 평균 차이를 비교한 결과 phantom

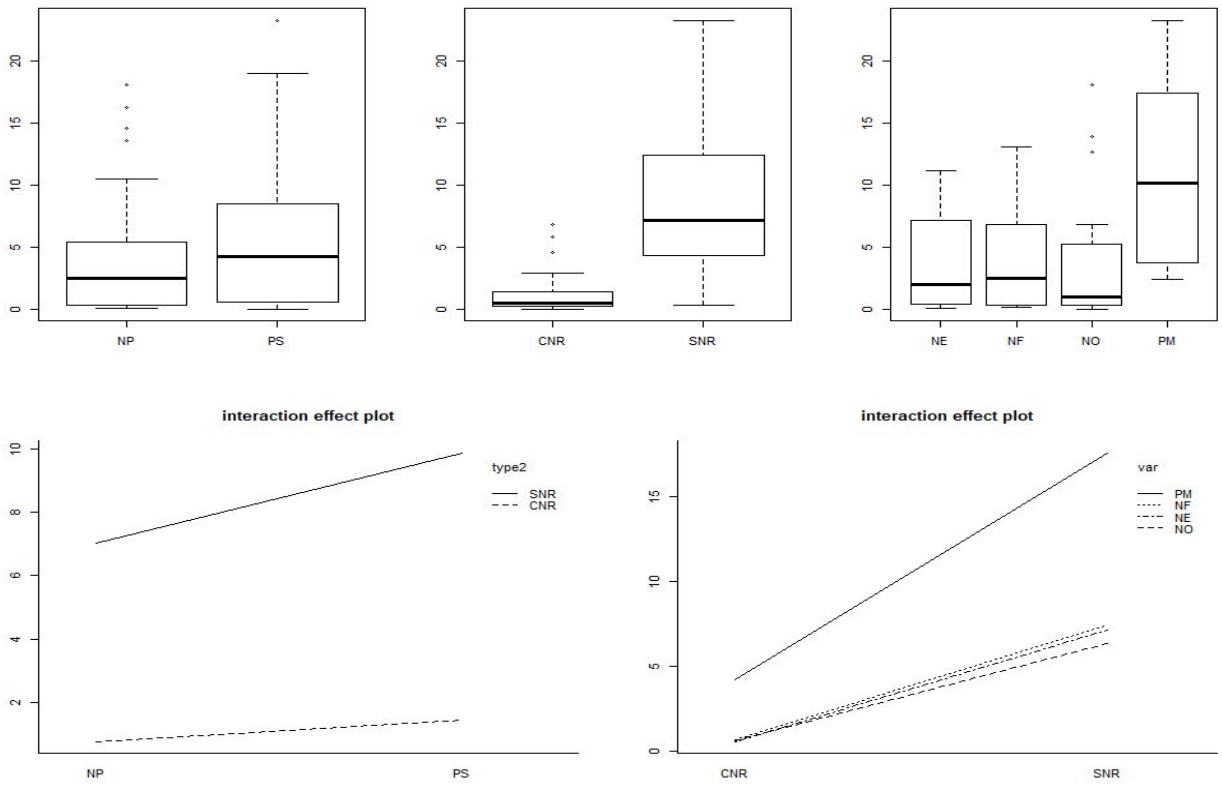

Fig. 11. Before endoscopic Robust ANOVA.

의 반응치가 높았고, NE (내시경 전 정상), NF (내시경 전 비만), NO (내시경 전 과체중) 간에는 반응치의 차이가 없었다. 압박여부와 CNR, SNR 간에는 교호작용이 존재하며 압박여부는 CNR에 비해 SNR일 때 반응치에 영향을 받는다. CNR과 SNR과 그룹 간에도 교호작용이 존재하며, SNR과 CNR여부가 대조군인 phantom에 비해 내시경 전 정상, 내시경 전 비만, 내시경 전 과체중 환자의 반응의 차이가 낮았다.

내시경 전과 후의 처리 간 차이가 압박유무, SNR, CNR 여부, 그리고 그룹 간 차이가 있는지 로버스트 비모수검정을 실시한 결과는 Table 3과 Fig. 12이다. 내시경 후 Robust ANOVA table은 내시경 전과 동일한 결과가 제시되어 본 연구에서 생략하였다. 그룹 간 내시경 전과 후 차이와 CNR, SNR에 따른 그룹 간 교호작용이 통계적으로 유의미 하였다 (group $F=5.446$, $p=0.002$; type 2: 그룹 $F=4.381$, $p=0.007$). Scheffe의 사후 검정을 통해 그룹 간 평균 차이를 비교한 결과 과체중의 반응치가 대조군 (phantom)에 비해 반응치가 높았고 다른 집단은 대조군과 차이가 없었다. CNR과 SNR과 그룹 간 교호작용도 그룹 간 효과와 유사하게 내시경 전 과체중 (NO)에서 CNR과 SNR에 따른 반응치에 많은 차이를 보이며, 다른 환자는 phantom과 비슷한 결과를 보여준다.

Table 3. After endoscopy - Before endoscopic Robust ANOVA table

	DF	RD	Mean RD	F	p-value
Type 1 (PS, NP)	1	0.779	0.779	1.054	0.308
Type 2 (CNR, SNR)	1	0.978	0.978	1.323	0.254
Group (phantom, etc)	3	12.120	4.040	5.466	0.002
Type 1:type 2	1	0.677	0.677	0.916	0.342
Type 1:group	3	5.353	1.784	2.414	0.074
Type 2:group	3	9.715	3.238	4.381	0.007
Type 1:type 2:group	3	2.822	0.941	1.272	0.291

고 찰

본 연구는 내시경 검사 전 시행된 복부초음파 검사 영상과 내시경 검사 후 시행된 복부초음파 영상 중 췌장을 중심으로 탐촉자를 압박하여 위, 십이지장, 장관 가스의 인공물을 저감 효과를 정량적으로 분석, 비교하고자 하였다. 초

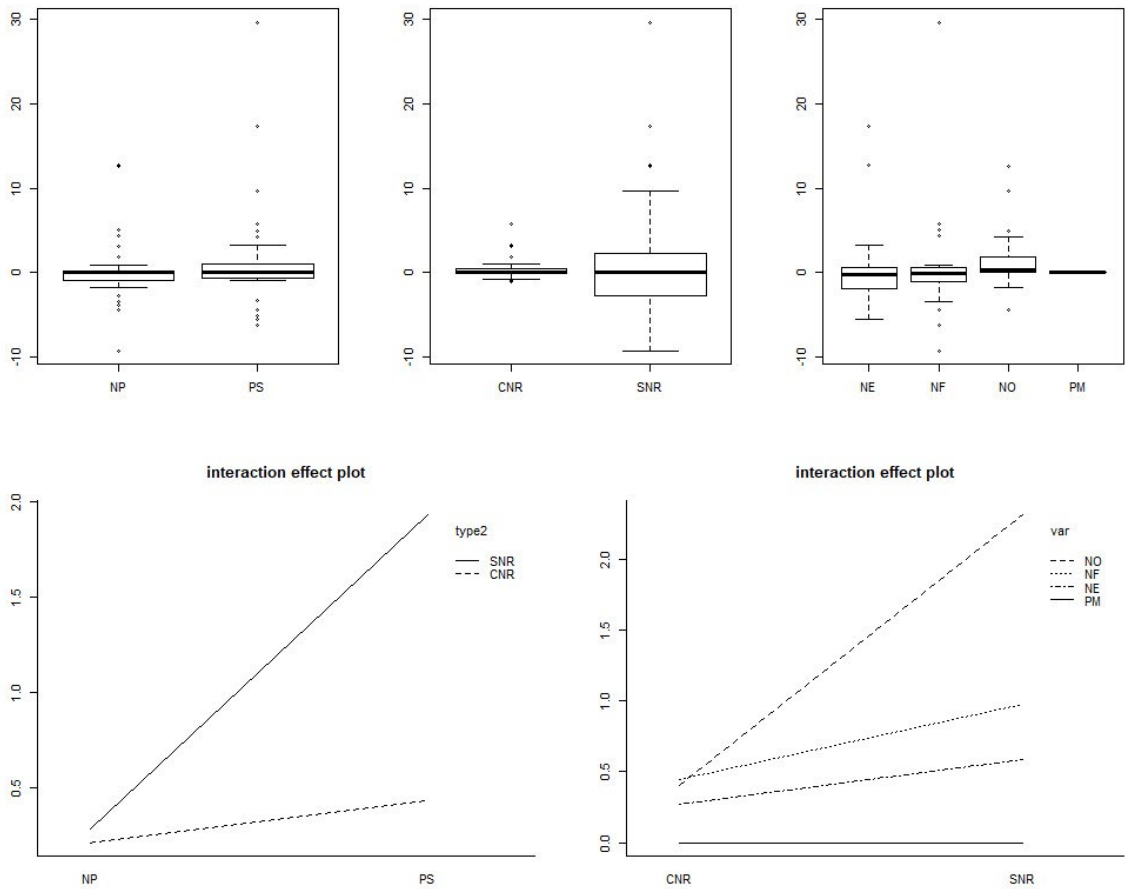

Fig. 12. After endoscopy - Before endoscopic Robust ANOVA.

음파 검사는 그 기기의 발달과 보편화로 이제는 복부 질환의 진단에 있어서 검사로 인정이 될 만큼 가장 널리 이용하는 방법으로 자리 잡고 있다. 이는 검사를 위해서 복잡한 전처치가 필요치 않으며 검사 중에 발생할지도 모르는 위험성이나 고통에 대한 부담감이나 거부감이 없고, 일차적인 검사로서 질병의 발견을 위한 예민도가 뛰어나고, 병변의 발견 시 감별진단을 위해 다음 단계의 검사방향을 결정하는데 많은 정보를 얻을 수 있는 장점을 갖고 있기 때문에 여러 가지 복부 질환에 대한 선별검사로서 널리 이용되고 있다(Fikri *et al*. 2011). 위내시경 검사는 입으로 내시경 기구를 삽입하여 식도, 위, 십이지장을 관찰하면서 염증이나 종양 등을 진단하는 검사방법이다. 위내시경 검사는 검사의 목적뿐만 아니라 이상이 있는 부위를 바로 조직검사 할 수 있으며, 병변의 절제도 가능하고 출혈이 있을시 지혈도 가능하여 치료적 목적으로도 시행할 수 있으나 위내시경 검사 도중 공기 주입으로 인한 복부 불편감이 있을 수 있다(Kim *et al*. 1992). 복부초음파 검사에서 췌장의 경우 마르고 장과 위장에 gas가 많지 않은 경우 췌장 전체를 관찰할 수 있으나 그렇지 않은 경우가 더 많다. 췌장은 후복막강에 존재하여 소화관 가스의 영향을 받기 쉬우므로 초음파로 가장 관찰이 어려운 장기이다. 체부는 비교적 관찰이 쉽지만 두부는 위와 십이지장, 미부는 위의 가스 영향으로 관찰이 어려운 경우가 많다(Kim 2012). 특히 췌장은 복부초음파만으로 완벽하게 이상 여부를 확인하기 어려우며 장에 가스가 차 있거나 복부비만이 심각한 수검자의 경우는 더욱더 복부초음파상 췌장을 검사하기 어렵다. 복부초음파 검사 시 췌장 영상을 잘 묘출하기 위해서는 췌장의 전면에는 위와 횡행결장 등의 소화관이 있으므로 탐촉자로 압박하여 가스를 제거하거나 소화관 자체를 압박하여 밀어낼 필요가 있다. 또한 비교적 비만한 피검자에서는 간과 위의 횡단상이 관찰되는 하방에 보이므로 간과 위의 가스 상이 보이지 않는 아래까지 탐촉자를 이동할 필요가 있다(Whittingham 2007). 초음파 검사를 시행할 때 탐촉자를 이용한 압박은 흔히 사용되는 방법 중에 하나이다. 압박을 하면 두 가지 효과가 나타나는데, 첫 번째는, 심부의 장기를 트랜스듀서에 가까이 함으로써 좀 더 좋은 검사를 할 수 있고 두 번째로 탐촉자가 췌장 사이에 있는 위 장관 혹은 위 장관 내의 공기를 밀어냄으로써 좋은 영상을 얻을 수 있다(Feldman *et al*. 2009). 복부초음파 검사 시 췌장 영상을 잘 묘출하기 위해서는 탐촉자 압박 외에 체위 변경, 췌장 영상의 화질을 개선시킬 수 있는 여러 기법인 하모닉 기법, 실시간 합성 영상 기법, 반점(Speckle) 허상을 줄이는 기법이 이용될 수 있다. 췌장을 관찰하지 위한 피검자의 기본자세는 앙와위(supine)이다. 하지만 앙와위에서 췌장을 관찰하기 어려운 경우에는 피검자에게 검사대에 양측 팔을 짚어서 반쯤 앉은(semi erect, sitting) 자세를 취하게 하면, 간의 좌엽이 내려오고 위의 전정부에 물이 차게 되어 췌장의 두부와 체부를 잘 관찰할 수 있다(Park *et al*. 2014). 국내에서 이루어진 한 연구에 의하면 상복부초음파 검사에 있어서 췌장은 기본적으로 검사해야 할 장기이나, 위장관의 공기로 인해 제한적인 정보만을 얻을 때가 많다. 또 복벽의 두꺼운 지방층에 의해서도 신호대 잡음비가 낮아지고 반향 인공물이 증가되어 화질이 불량해지는 경우가 췌장의 경우에 특히 심하다. 이런 이유들로 인해 췌장의 초음파 검사는 불완전한 검사가 되는 경우가 많은데, 조직 하모닉 영상이 이런 취약점을 어느 정도 해결함으로써 고전적 초음파 영상에 비해 우수한 화질을 보일 수 있을 것을 생각되고 조직 하모닉 영상이 기본 영상에 비해 췌장의 선명도, 췌장의 내부구조, 검사 가능한 췌장의 가시 범위에 있어서 모두 의미 있게 우월한 결과를 얻었다고 하였다. 특히 측면엽(side lobe)에서 발생되는 측면엽 인공물(side lobe artifact)이 감소되어 신호대잡음비가 증가되고 체벽에 의해 생기는 반향 인공물(reverbration artifact)의 발생이 감소되어 영상의 선명도가 증가되는 것으로 알려져 있다(Hangiandreou 2003). 실시간 합성 영상 기법은 트랜스 듀서 어레이의 전자 빔 조정을 사용하여 서로 다른 시야각에서 몇 가지(3~9가지) 중첩 스캔을 신속하게 획득하는 초음파 기술이다. 이러한 단일 각도 스캔은 평균화되어 이후의 각 스캔마다 실시간으로 업데이트되는 다중 각도 복합 이미지를 형성한다(Entrekin *et al*. 2001). 또한 각도 생성 및 스펙 클 노이즈 생성물이 감소하고 곡선 및 불규칙한 경계가 있는 구조가 더 쉽게 시각화 되고 대조도, 해상도가 개선되며 경계는 더 선명해지고 노이즈는 줄어드는 경과를 얻어 조직 마진이 더 잘 식별된다. 실제 조직 정보가 강화되고 무작위 인공물(artifact)이 제거되어 췌장 두부 영상 묘출에서 더 우수한 이미지를 얻을 수 있다(Philips 2001). 반점(Speckle) 허상을 줄이는 기법은 픽셀에서 작동하는 이미지 처리 기술로 영상의 작은 반점을 줄이고, 흐릿흐릿 해지고 불분명한 영상의 noise를 제거해서 화질을 개선한다(Philips 2018).

초음파 검사는 위·장내 가스, 환자의 체형 및 호흡조절 등의 환자 요인에 의하여 좋은 영상을 얻는데 제한을 받게 되므로 검사 시 탐촉자 압박, 체위 변경, 영상의 화질을 개선시킬 수 있는 여러 기법, 다양한 스캔법을 적용하여 좋은 영상을 얻기 위해 노력해야 한다. 복부초음파 검사에 방해가 되는 위·장내 가스를 제거하기 위해 적절하게 탐촉자를 압박하여야 하며 다양한 방법으로 탐촉자를 움직임으로써 복부초음파 검사 시 사각지대를 최소화 할 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

내시경 검사 전과 후 시행된 복부초음파 검사 영상에서

탐촉자를 압박 유무에 따른 복부초음파 영상 중 복부 장기(췌장을 중심으로)의 좋은 영상과 위, 십이지장, 장관 가스의 인공물을 저감시키는 효과를 보기 위해 SNR과 CNR을 평가하였다. 그룹 간 내시경 전과 후 차이와 SNR, CNR에 따른 그룹 간 교호작용이 통계적으로 유의미 하였다. Scheffe의 사후 검정을 통해 그룹 간 평균 차이를 비교하였을 때 과체중의 반응치가 대조군(phantom)에 비해 반응치가 높았고 다른 집단은 대조군과 차이가 없었다. CNR과 SNR과 그룹간 교호작용도 그룹 간 효과와 유사하게 내시경 전 과체중(NO)에서 CNR과 SNR에 따른 반응치에 많은 차이를 보이며, 다른 환자는 phantom과 비슷한 결과를 보여준다. 그리고 압박 유무에 대한 내시경 전후의 비교에서는 내시경 전후에서는 차이를 보이지 않았고, 압박 무보다 압박 유의 SNR과 CNR 값이 높게 나타나므로 복부초음파 검사에 방해가 되는 위 · 장내 가스를 제거하고 영상의 질을 높이기 위해서는 압박을 시행해야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

Chung JB, Chung DK, Kim DY, Han KH, Moon YM, Kang JK, Park IS, Choi HJ, Lee JT and Yoo HS. 1989. Percutaneous fine needle aspiration biopsy of pancreatic cancer guided by ultrasonography. *Korean J. Intern. Med.* **4**(2): 125-129.

Entrekin RR, Porter BA, Sillesen HH, Wong AD, Cooperberg PL and Fix CH. 2001. Real-time spatial compound imaging: Application to breast, vascular, and musculoskeletal ultrasound. *Semin. Ultrasound CT. MR.* **22**(1):50-64.

Feldman MK, Katyal S and Blackwood MS. 2009. US artifacts. *Radiographics* **29**(4):1179-1189.

Fikri MA, Ashraf FH and Peter C. 2011. Clinical ultrasound physics. *J. Emerg. Trauma Shock* **4**(4):501-503.

Hangiandreou NJ. 2003. AAPM/RSNA physics tutorial for residents. Topics in US: B-mode US: Basic concepts and new technology. *Radiographics* **23**(4):1019-1033.

Hettmansperger TP and McKean JW. 2011, Robust Nonparametric Statistical Methods, 2nd ed., Chapman-Hall, New York.

Hocking RR. 1985. The Analysis of Linear Models, Monterey, California.

Kim IB. 2012. Abdominal Ultrasound Basic Method. *Korean J. Med.* **83**(2):161-169.

Kim WH, Hahm KB, Moon YM, Kang JK, Park IS and Choi HJ. 1992. Gastric varices: diagnosis with duplex Doppler ultrasonography-a case report. *Yonsei Med. J.* **33**(2):189-193.

Kong CG, Choi NG, Jung MY, Song JN, Kim W and Han JB. 2017, Image Quality Evaluation of CsI:Tl and Gd2O2S Detectors in the Indirect-Conversion DR System. *J. Korean Soc. Radiol.* **11**(1):27-35.

Lee WR. 1984. Pancreatic ultrasonography. *Clin. Gastroenterol.* **13** (3):763-789.

Park SE, Lee SH, Lee DJ, Kim KM, Park SB, Kim BT, Joo NS, Cho DY, Kim KN, Kim JH, Park YK, Lee JU and Lee DR. 2014. Abdominal Ultrasonography: Procedure and Training. *Korean J. Fam. Pract.* **4**(1):28-37.

Philips. 2001. Global image sharpness study, Philips-Ultrasound Scientifica, Inc.

Philips. 2018. Sono CT-XREX Technology, Philips-Ultrasound.

Whittingham TA. 2007. Medical diagnostic applications and sources. *Prog. Biophys. Mol. Biol.* **93**(1-3):84-110.

Worrell JA, Drolshagen LF, Kelly TC, Hunton DW, Durmon GR and Fleischer AC. 1990. Graded compression ultrasound in the diagnosis of appendicitis. A comparison of diagnostic criteria. *J. Ultrasound Med.* **9**(3):145-150.

Received: 25 June 2018
Revised: 10 July 2018
Revision accepted: 19 July 2018