복부초음파 검사 시 탐촉자 압박과 체위 변화에 따른 영상 화질 평가

곽종길[1,2] · 최남길[3,*] · 동경래[1] · 신지윤[1] · 김현수[4] · 김호성[5]

[1]광주보건대학교 방사선과, [2]KS 병원 종합검진센터, [3]동신대학교 방사선학과,
[4]신구대학교 방사선과, [5]신한대학교 방사선학과

Assessment of Image Quality according to Pressure and Position Change of Transducer during Abdominal Ultrasonography

Jong-Gil Kwak[1,2], Nam-Gil Choi[3,*], Kyung-Rae Dong[1], Ji-Yun Shin[1], Hyun-Soo Kim[4] and Ho-Seong Kim[5]

[1]*Department of Radiological Technology, Gwangju Health University, 73, Bungmun-daero 419 beon-gil, Gwangsan-gu, Gwangju 62271, 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*
[4]*Department of Radiological Technology, Shingu University, 377, Gwangmyeong-ro, Jungwon-gu, Seongnam-si, Gyeonggi-do 13174, Republic of Korea*
[5]*Department of Radiological Science, Shinhan University, 95, Hoam-ro, Uijeongbu-si, Gyeonggi-do 11644, Republic of Korea*

Abstract - SNR and CNR were evaluated to investigate the effect of reducing the stomach, duodenum, and intestinal gas artifacts through transducer compression and position changes to obtain a good image of the abdominal organs (centered on the pancreas) in abdominal ultrasonography performed after gastroscopy, abdominal ultrasound examination after colon cleansing and abdominal ultrasonography performed after simultaneous gastroscopy and colonoscopy. There was a difference between SNR and CNR according to the presence or absence of compression, but compression did not affect the ultrasound sequence and weight. There was a significant difference in the CNR in the position change but the change in the position did not affect the abdominal ultrasonography order and the weight group. The results of qualitative evaluation showed that there were differences in the clarity, internal structure, and visual range of the pancreatic head according to the pressure and the change of the position, and the order of abdominal ultrasonography and weight group were affected. In the case of obesity, abdominal ultrasonography should be performed before the endoscopy to avoid obstruction of artifacts such as gastric and intestinal gas and intestinal fluid by attenuation due to subcutaneous fat or visceral fat of the abdominal wall. In order to remove stomach and intestinal gas that may interfere with abdominal ultrasonography. Therefore, improve the quality of the images, it is considered that the pressure of the transducer and the change of the position of the examinee should be performed.

Key words : SNR, CNR, Transducer compression, Abdominal ultrasonography

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

서 론

건강검진은 여러 가지 검사를 통하여 질병을 조기에 발견하고 치료하여, 개인의 건강 증진과 더불어 삶의 질을 높일 수 있는 예방적 검사 활동이라고 할 수 있으며(Jung 2014), 질병의 조기발견 및 치료와 질병예방을 위해 수검자의 생활습관의 결과로 인한 질병을 평가하고 건강한 생활습관을 통한 건강수준을 높이는 방향을 제시하는 등 건강증진을 유도할 계기를 제공한다(Lee 2007). 건강검진의 여러 가지 다양한 프로그램은 영상의학과 영역에서도 복부초음파를 비롯하여, 흉부 X선 검사, 유방검사, 위장조영검사, 골밀도검사 등이 필수적인 검사항목으로 되어 있다. 이 중에서도 복부초음파검사는 초음파 기기의 발달과 보편화로 인하여 복부질환의 감별 진단에 있어서 기본적인 검사로 여겨지고 있으며(Kwak *et al*. 2018), 이에 따라 최근에는 일차 의료 기관과 건강검진센터에서 많이 시행되고 있다(Park *et al*. 2014). 복부초음파검사는 복부질환 여부에 대한 선별검사로 비침습적이며 반복검사가 쉽고, 검사를 받는 과정 중에 특별한 불편함이나 안전상의 문제가 없으며, 종괴의 위치와 크기 및 내부 구조를 알 수 있고, 정확한 소견의 진단 결과를 빠른 시간 내에 얻을 수 있는 장점을 가지고 있다(Lee 2007). 내시경검사는 위와 대장의 병변을 진단하고 경우에 따라서는 병변을 제거할 수 있으며, 직시 하에 병변을 정확하게 관찰하고 생검을 할 수 있다(Jung 2002). 그러나 내시경검사 후 공기 때문에 배가 더부룩하고 가스가 찰 수 있으며 가스로 인하여 복부 통증이 생길 수 있다. 건강검진 시 위·대장내시경과 복부초음파를 같은 날 실시할 경우 장 세척제 복용 때문에 복강에 있는 장 내 수분으로 인하여 복부초음파검사에 어려움이 있으며 초음파검사 전에 내시경검사를 시행한 경우 복강 내 가스로 인하여 복부 장기의 묘출에 어려움이 있다.

특히 췌장의 전면에는 위와 횡행결장 등의 소화관이 있으므로 탐촉자로 압박하여 가스를 제거하거나 소화관 자체를 압박하여 밀어낼 필요가 있다. 또 체위 변화를 하거나 호흡을 조절하여 소화관을 이동시키는 것이 중요하다(Kim 2018). 또한 피하 지방이나 내장 지방이 많은 비만 환자의 경우 초음파의 감쇄가 많아 췌장 실질 전체를 관찰하기 어려운 경우가 많으므로 비만한 피검자에서는 간과 위의 횡단상이 관찰되는 하방에 보이므로 간과 위의 가스상이 보이지 않는 아래까지 탐촉자를 이동할 필요가 있다(Kim 2018). 췌장을 포함한 복부초음파검사 시 좋은 영상을 잘 묘출하기 위해서는 탐촉자 압박, 체위 변화, 복부초음파 영상의 화질을 개선시킬 수 있는 하모닉 기법, 실시간 합성 영상기법, 반점 허상을 줄이는 기법이 이용될 수 있다(Kwak *et al*. 2018).

본 연구는 위내시경 후 시행되는 복부초음파검사, 대장내시경 전처치인 장 세척제 복용 후 시행되는 복부초음파검사, 위내시경과 대장내시경을 동시에 시행한 후 시행되는 복부초음파검사에서 복부 장기(췌장을 중심으로)의 좋은 영상을 얻기 위해 탐촉자 압박과 체위 변화를 통해 위, 십이지장, 장관 가스의 인공물을 저감시키는 효과에 대해 연구하고자 하였다.

대상 및 방법

1. 대상

2017년 8월부터 12월까지 광주광역시에 위치한 일개 종합병원 건강검진센터를 방문하여 종합검진 항목에 복부초음파와 위내시경, 복부초음파와 위·대장내시경을 동시에 시행한 20세 이상의 수검자 중 복부초음파검사 상 췌장 질환의 기왕력이 없는 350명(남성 221명, 여성 129명)을 대상으로 연구하였다. 연구 대상자 중 위암과 간암 등 국가 암 검진 대상인 40대(평균 46.7세)를 기준으로 위내시경 전 복부초음파검사를 실시한 경우를 Type 1 (18명), 위내시경검사 후 복부초음파검사를 실시한 경우를 Type 2 (18명), 대장내시경의 전처치인 장 세척제 복용 후 복부초음파검사를 한 경우를 Type 3 (18명), 위내시경과 대장내시경검사를 동시에 시행한 후 복부초음파검사를 한 경우를 Type 4 (18명)로 분류하였으며 Type 1, 2, 3, 4를 키와 몸무게를 이용하여 지방의 양을 추정하는 비만 측정인 체질량지수(Body mass index: BMI)에 따라 체중군(Weight)을 정상(BMI: 18.6~22.9), 과체중(BMI: 23~24.9), 비만(BMI: 25 이상)으로 분류하여 정상 6명, 과체중 6명, 비만 6명으로 총 18명을 하나의 Type으로 구성하였다.

2. 검사 방법

복부초음파검사는 30년 이상의 경력을 가지고 있는 영상의학과 전문의와 10년 경력을 가진 ARDMS를 소지한 sonographer에 의해 EPIQ 5G 초음파 장비를 이용하여 시행되었다. 1~5 MHz를 지원하는 볼록 탐촉자인 C5-1 탐촉자를 이용하였다. 영상(췌장을 중심으로)의 가장 좋은 화질의 기준값 비교를 위하여 복벽 내 피하지방이나 내장 지방, 복강 내 가스와 장관 내 액체 저류의 영향을 받지 않는 복부초음파 팬텀(Model: US-1B, Kyoto kagaku)의 췌장 두부를 아래의 방법으로 묘출하였다(Figs. 1, 2).

각 Type별 복부초음파검사 시 탐촉자로 췌장 두부를 아래의 3개의 검사 방법(Group)으로 스캔하였다.

Group 1은 하모닉 기법, 실시간 합성 영상기법, 반점 허상을 줄이는 기법을 모두 사용하였으며, 바로 누운 자세에서 췌장 두부를 압박을 안 한 경우(Fig. 3), Group 2는 하모닉 기법, 실시간 합성 영상기법, 반점 허상을 줄이는 기법을 모두 사용하였으며, 바로 누운 자세에서 췌장 두부를 압박을 한 경우(Fig. 4), Group 3은 하모닉 기법, 실시간 합성 영상기법, 반점 허상을 줄이는 기법을 모두 사용하였으며, 반쯤 일어나거나 앉은 자세에서 췌장 두부를 압박을 한 경우(Fig. 5)로 나누어 영상을 묘출하였다.

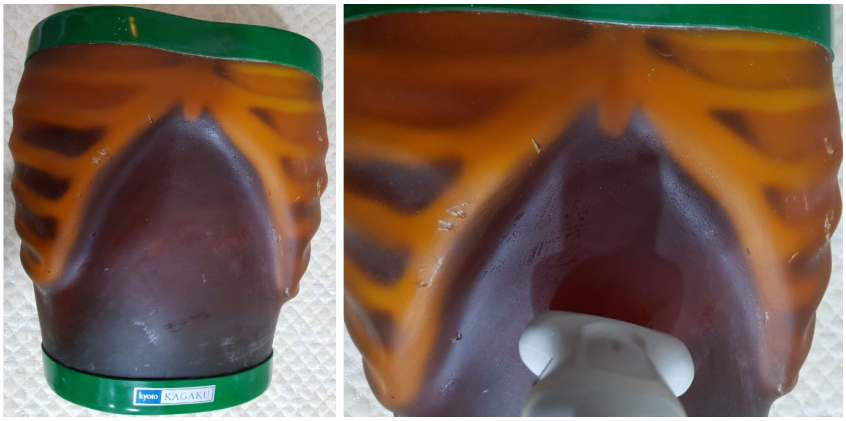

Fig. 1. Phantom of abdominal ultrasound.

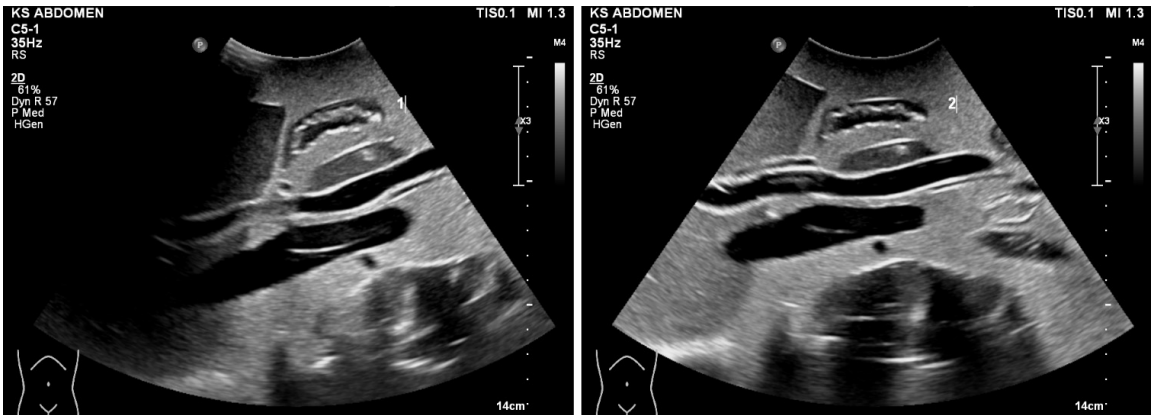

Fig. 2. Imaging of head of pancreas of abdominal ultrasound.

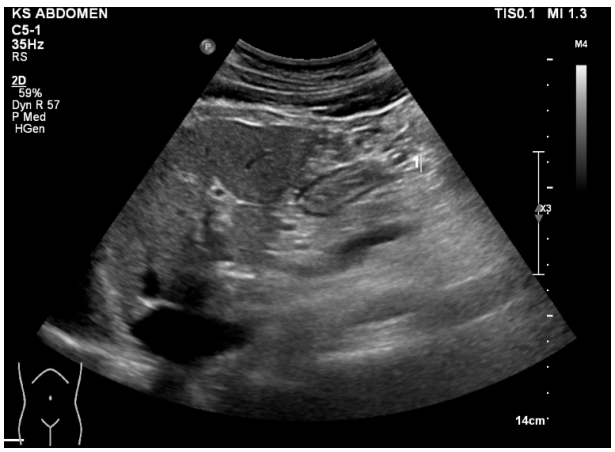

Fig. 3. Harmonic technique (+), real-time composite image technique (+), (+) Technique to reduce speckle artifact, image without compressing the pancreatic head.

Fig. 4. Harmonic technique (+), real-time composite image technique (+), (+) Technique to reduce speckle artifact, image with compressing the pancreatic head.

3. 영상측정 방법

PACS에 전송된 의료영상표준(Digital imaging and communications in medicine: DICOM) 3.0 파일을 윈도우용 수치 해석 및 프로그래밍 환경을 제공하는 소프트웨어(Image J 1.50i, National institutes of health: NIH, USA)를 사용하여 췌장 두

Fig. 5. Harmonic technique (+), real-time composite image technique (+), (+) Technique to reduce speckle artifact, image with compressing the pancreatic head sitting position.

부 영상을 분석하였다. 초음파 상 췌장 두부 부위에 4곳의 관심영역(Region of interest: ROI)을 설정하고 복강 내 가스의 영향을 가장 적게 받고 감쇄가 적은 상장간막정맥(Superior mesenteric vein: SMV)을 백그라운드(Background: BKG)로 4곳을 설정하여 영상 신호를 수치적으로 확인한 후 표준편차(Standard deviation: SD)와 평균 신호 값(Mean pixel value: MPV)을 측정하여 분석하였다(Figs. 6, 7).

4. 평가 방법

본 연구에서 정량적 화질 평가는 신호 대 잡음비(SNR)와 대조도 대 잡음비(CNR) 지표를 이용하였고 정성적 화질 평가로 췌장 두부의 선명도(Conspicuity), 내부 구조(Internal architecture), 가시 범위(Delineation range)의 지표를 기준으로 평가하였다.

정량적 영상 평가를 위해 Image J 프로그램을 이용하여 신호를 수치적으로 획득하고 기준값이 되는 복부초음파 팬텀(Phantom)의 SNR와 CNR을 Type 1, 2, 3, 4의 group, weight로 구분하여 얻은 영상을 SNR과 CNR을 비교하여 정량적 방법으로 화질 평가를 시행하였다.

정성적 평가는 췌장 두부의 선명도, 내부 구조, 가시 범위를 1명의 영상의학전문의와 1명의 sonographer의 합의에 의해 5점 리커트 척도 스케일(Likert scale)로 등급을 나누어 Type 1, 2, 3, 4를 group, weight로 구분하여 정성적 화질 평가를 시행하였다(Eqs. 1, 2).

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

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

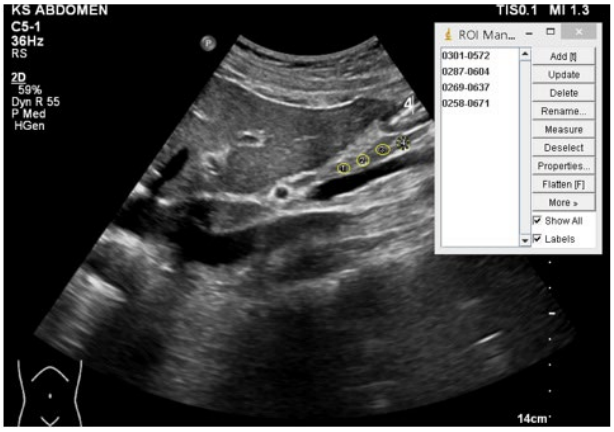

Fig. 6. ROI measurement of pancreatic head in image J program.

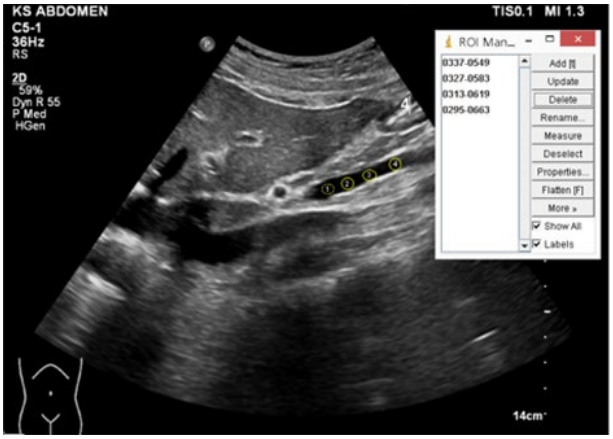

Fig. 7. Background measurement of pancreatic head in image J program.

5. 통계분석

본 연구는 각 Group별 적은 표본 수와 자료의 변동, 이상점 등을 보완하기 위하여 로버스트 분산분석(Robust Analysis of Variance)을 사용하였으며, 이는 Rfit의 raov 함수를 이용하여 수행하였고 raov 함수는 주 효과와 모든 차수의 상호 작용을 포함하여 모든 $2^{\kappa}-1$개의 가설에 대한 순위 기반 분산분석을 계산하였다. 통계 프로그램은 R 프로그램의 Rfit 패키지의 raov함수로 분석하였고 유의미한 결과에 대한 사후검정은 least significant difference (Hochberg method를 이용한 유의확률 보정)을 통해 계산되었다. 통계적 유의성은 $p<0.05$일 때 유의하다고 판정하였다.

결 과

1. 정량적 분석

1.1 압박 여부에 따른 SNR과 CNR 분석 (Group 1과 Group 2)

압박 여부에 따른 SNR 분석결과 group, type, weight, type*

Table 1. Analysis result according to with compression and without compression (SNR) (Group 1- Group 2)

	DF[1]	RD[2]	Mean RD	F	p-value
Group (method of examination)	1	93.548	93.548	66.972	0.000***
Type (Abdominal ultrasound order)	3	14.280	4.760	3.408	0.020*
Weight (normal, overweight, obesity)	2	15.077	7.539	5.397	0.006**
Group*type	3	1.642	0.547	0.392	0.759
Group*weight	2	0.139	0.070	0.050	0.951
Type*weight	6	26.939	4.490	3.214	0.006**
Group*type*weight	6	4.703	0.784	0.561	0.761

[1]Degree of freedom, [2]Reduction in dispersion *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

Table 2. Analysis result according to with compression and without compression (CNR) (Group 1- Group 2)

	DF[1]	RD[2]	Mean RD	F	p-value
Group (method of examination)	1	9.286	9.286	63.844	0.000***
Type (Abdominal ultrasound order)	3	1.051	0.350	2.409	0.070
Weight (normal, overweight, obesity)	2	1.245	0.623	4.281	0.016*
Group*type	3	0.293	0.098	0.671	0.571
Group*weight	2	0.107	0.054	0.369	0.693
Type*weight	6	1.657	0.276	1.899	0.086
Group*type*weight	6	0.700	0.117	0.802	0.571

[1]Degree of freedom, [2]Reduction in dispersion, *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

Table 3. Analysis result according to position change (SNR) (Group 2- Group 3)

	DF[1]	RD[2]	Mean RD	F	p-value
Group (method of examination)	1	6.742	6.742	3.850	0.052
Type (Abdominal ultrasound order)	3	24.361	8.120	4.636	0.004**
Weight (normal, overweight, obesity)	2	24.029	12.015	6.860	0.002**
Group*type	3	1.284	0.428	0.244	0.865
Group*weight	2	4.879	2.439	1.393	0.252
Type*weight	6	29.860	4.977	2.841	0.013*
Group*type*weight	6	4.031	0.672	0.384	0.888

[1]Degree of freedom, [2]Reduction in dispersion, *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

weight는 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났고(p<0.05), group과 type, group과 weight, group*type*weight는 통계적으로 유의미하지 않았다(p>0.05) (Table 1). 또한 압박 여부에 따른 CNR 분석결과는 group, weight는 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났고(p<0.05), type, group*type, group*weight, type*weight, group*type*weight는 통계적으로 유의미하지 않았다(p>0.05) (Table 2). Group과 type, group과 weight, group*type*weight이 통계적으로 유의미하지 않으므로(p>0.05), 압박이 초음파 유형과 체중군에 영향을 미치지 않으며 압박 여부에 따라 SNR과 CNR 값의 차이는 존재하지만, 압박 여부가 복부초음파 순서와 체중군에는 통계적으로 유의미한 영향을 미치지 않았다(p>0.05).

1. 2 체위 변화에 따른 SNR과 CNR 분석 (Group 2와 Group 3)

체위 변화에 따른 SNR 분석결과는 type, weight, type*weight가 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났으며(p<0.05), group, group과 type, group과 weight, group*type*weight는 통계적으로 유의미하지 않았다(p>0.05) (Table 3). 또한 체위 변화에 따른 CNR 분석결과는 group, type, weight, type과 weight는 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났고(p<0.05), group*type, group*weight, group*type*weight는 통계적으로 유의미하지 않았다(p>0.05) (Table 4).

체위 변화가 복부초음파검사 순서와 체중군에 영향을 미치지 않으며 체위 변화에 따라 SNR 값은 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았으나(p>0.05), CNR 값은 통계적으로 유의미한 차이를 보였다(p<0.05).

2. 정성적 분석

2.1 선명도, 내부 구조, 가시 범위를 기준으로 압박 비교

선명도 값을 기준으로 압박 여부에 따른 차이와 초음파 유

Table 4. Analysis result according to position change (CNR) (Group 2- Group 3)

	DF[1]	RD[2]	Mean RD	F	p-value
Group (method of examination)	1	1.307	1.307	5.720	0.018*
Type (Abdominal ultrasound order)	3	3.747	1.249	5.467	0.001**
Weight (normal, overweight, obesity)	2	2.633	1.316	5.761	0.004**
Group∗type	3	0.384	0.128	0.560	0.642
Group∗weight	2	0.440	0.220	0.962	0.385
Type∗weight	6	3.066	0.511	2.236	0.044*
Group∗type∗weight	6	0.923	0.154	0.674	0.671

[1]Degree of freedom, [2]Reduction in dispersion, *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

Table 5. Analysis result according to with compression and without compression (Definition) (Group 1- Group 2)

	DF[1]	RD[2]	Mean RD	F	p-value
Group (method of examination)	1	11.935	11.935	85.468	0.000***
Type (Abdominal ultrasound order)	3	9.318	3.106	22.242	0.000***
Weight (normal, overweight, obesity)	2	15.176	7.588	54.338	0.000***
work (Doctor, Sonographer)	1	1.511	1.511	10.824	0.001**
Group∗type	3	1.615	0.538	3.856	0.010*
Group∗weight	2	1.553	0.777	5.562	0.004**
Type∗weight	6	23.753	3.959	28.350	0.000***
Group∗work	1	0.594	0.594	4.257	0.040*
Type∗work	3	1.167	0.389	2.786	0.041*
Weight∗work	2	0.823	0.412	2.947	0.054
Group∗type∗weight	6	2.402	0.400	2.867	0.010*
Group∗type∗work	3	0.630	0.210	1.504	0.214
Group∗weight∗work	2	0.275	0.138	0.986	0.375
Type∗weight∗work	6	0.865	0.144	1.032	0.405
Group∗type∗weight∗work	6	0.983	0.164	1.174	0.321

[1]Degree of freedom, [2]Reduction in dispersion, *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

Table 6. Analysis result according to with compression and without compression (Internal structure) (Group 1- Group 2)

	DF[1]	RD[2]	Mean RD	F	p-value
Group (method of examination)	1	0.956	0.956	17.328	0.000***
Type (Abdominal ultrasound order)	3	16.082	5.361	97.120	0.000***
Weight (normal, overweight, obesity)	2	18.396	9.198	166.642	0.000***
Work (Doctor, Sonographer)	1	5.183	5.183	93.896	0.000***
Group∗type	3	1.237	0.412	7.470	0.000***
Group∗weight	2	0.145	0.072	1.309	0.272
Type∗weight	6	21.521	3.587	64.982	0.000***
Group∗work	1	0.593	0.593	10.737	0.001**
Type∗work	3	2.640	0.880	15.944	0.000***
Weight∗work	2	0.723	0.362	6.549	0.002**
Group∗type∗weight	6	2.069	0.345	6.248	0.000***
Group∗type∗work	3	0.482	0.161	2.910	0.035*
Group∗weight∗work	2	0.145	0.072	1.312	0.271
Type∗weight∗work	6	4.044	0.674	12.210	0.000***
Group∗type∗weight∗work	6	1.519	0.253	4.585	0.000***

[1]Degree of freedom, [2]Reduction in dispersion, *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

형, 체중군, 검사자(work)에 미치는 효과를 검증하였다. 압박 여부에 따라 선명도의 차이가 존재하였으며, 압박 여부는 체중군, work에 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤다(p<0.001). 압박 여부는 초음파 유형에 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤으며(p<0.05), group∗work, group∗weight, group∗type∗weight가 통계적으로 유의하였다(p<0.05) (Table 5). 선명도는 Group 2일 때 Group 1보다 높게 나타났다.

압박 여부에 따라 내부 구조의 차이가 존재하였으며, 압박 여부는 초음파 유형, 체중군, work에 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤다(p<0.001). 또한 group∗weight, group∗type∗

Table 7. Analysis result according to with compression and without compression (Visible range) (Group 1- Group 2)

	DF[1]	RD[2]	Mean RD	F	p-value
Group (method of examination)	1	12.291	12.291	111.522	0.000***
Type (Abdominal ultrasound order)	3	11.485	3.828	34.735	0.000***
Weight (normal, overweight, obesity)	2	21.964	10.982	99.648	0.000***
Work (Doctor, Sonographer)	1	0.586	0.586	5.316	0.022*
Group∗type	3	0.787	0.262	2.379	0.070
Group∗weight	2	0.575	0.288	2.609	0.076
Type∗weight	6	23.690	3.948	35.826	0.000***
Group*work	1	2.943	2.943	26.704	0.000***
Type∗work	3	1.228	0.409	3.715	0.012*
Weight∗work	2	0.893	0.446	4.051	0.019*
Group∗type∗weight	6	6.539	1.090	9.889	0.000***
Group∗type∗work	3	0.620	0.207	1.875	0.134
Group∗weight∗work	2	2.474	1.237	11.224	0.000***
Type∗weight∗work	6	3.941	0.657	5.960	0.000***
Group∗type∗weight∗work	6	3.072	0.512	4.646	0.000***

[1]Degree of freedom, [2]Reduction in dispersion, *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

Table 8. Analysis result according to position change (Definition) (Group 2- Group 3)

	DF[1]	RD[2]	Mean RD	F	p-value
Group (method of examination)	1	3.017	3.017	25.524	0.000***
Type (Abdominal ultrasound order)	3	18.063	6.021	50.933	0.000***
Weight (normal, overweight, obesity)	2	19.793	9.897	83.717	0.000***
Work (Doctor, Sonographer)	1	4.860	4.860	41.112	0.000***
Group∗type	3	1.695	0.565	4.779	0.003**
Group∗weight	2	1.245	0.622	5.265	0.006**
Type∗weight	6	28.954	4.826	40.821	0.000***
Group∗work	1	0.161	0.161	1.362	0.244
Type∗work	3	1.703	0.568	4.802	0.003**
Weight∗work	2	0.351	0.175	1.484	0.229
Group∗type∗weight	6	3.754	0.626	5.292	0.000***
Group∗type∗work	3	1.554	0.518	4.383	0.005**
Group∗weight∗work	2	0.656	0.328	2.773	0.065
Type∗weight∗work	6	2.378	0.396	3.352	0.003**
Group∗type∗weight∗work	6	1.604	0.267	2.262	0.038*

[1]Degree of freedom, [2]Reduction in dispersion, *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

weight, group∗type∗work, group∗weight∗work, group∗type∗weight∗work가 통계적으로 유의하였다(p<0.01) (Table 6). 내부 구조는 Group 2일 때 Group 1보다 높게 나타났다.

압박 여부에 따라 가시 범위의 차이가 존재하였으며, 압박 여부는 work에 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤다(p<0.05). Group∗type∗weight, group∗weight∗work, group∗type∗weight∗work가 통계적으로 유의하였다(p<0.001) (Table 7). 탐촉자 압박에 따른 가시 범위도 Group 2일 때 Group 1보다 높게 나타났다.

2.2 선명도 내부 구조, 가시 범위를 기준으로 체위 변화 비교

체위 변화에 따라 선명도의 차이는 존재하였으며, 체위 변화는 초음파 유형과 체중군에 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤다(p<0.001). 체위 변화는 work에 유의미한 영향을 미치지 않는다(p>0.05). Group∗weight, group∗type∗weight, group∗type∗work, group∗type∗weight∗work가 통계적으로 유의하였다(p<0.05) (Table 8).

체위 변화에 따라 내부 구조의 차이가 존재하였으며, 체위 변화는 초음파 유형과 work에 영향을 미쳤다(p<0.001). 체위 변화는 체중군에 유의미한 영향을 미치지 않는다(p>0.05). Group∗type, group∗type∗weight, group∗type∗weight∗work가 통계적으로 유의미하였다(p<0.001). 체위 변화는 group∗type∗work가 통계적으로 유의미하였다(p<0.05) (Table 9).

체위 변화에 따르는 가시 범위의 차이가 존재하였으며, 체위 변화는 초음파 유형에 영향을 미쳤다(p<0.001). 체위 변화는 group∗weight에 영향을 주지 않았으며(p>0.05), group∗type∗weight, group∗type∗work, group∗weight∗work, group∗type∗weight∗work가 유의미한 결과를 보였다(p<0.001) (Table 10). 체위 변화에 따른 선명도, 내부 구조, 가시

Table 9. Analysis result according to position change (Internal structure) (Group 2- Group 3)

	DF[1]	RD[2]	Mean RD	F	p-value
Group (method of examination)	1	0.956	0.956	17.328	0.000***
Type (Abdominal ultrasound order)	3	16.082	5.361	97.120	0.000***
Weight (normal, overweight, obesity)	2	18.396	9.198	166.642	0.000***
Work (Doctor, Sonographer)	1	5.183	5.183	93.896	0.000***
Group∗type	3	1.237	0.412	7.470	0.000***
Group∗weight	2	0.145	0.072	1.309	0.272
Type∗weight	6	21.521	3.587	64.982	0.000***
Group∗work	1	0.593	0.593	10.737	0.001**
Type∗work	3	2.640	0.880	15.944	0.000***
Weight∗work	2	0.723	0.362	6.549	0.002**
Group∗type∗weight	6	2.069	0.345	6.248	0.000***
Group∗type∗work	3	0.482	0.161	2.910	0.035*
Group∗weight∗work	2	0.145	0.072	1.312	0.271
Type∗weight∗work	6	4.044	0.674	12.210	0.000***
Group∗type∗weight∗work	6	1.519	0.253	4.585	0.000***

[1]Degree of freedom, [2]Reduction in dispersion, *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

Table 10. Analysis result according to position change (Visible range) (Group 2- Group 3)

	DF[1]	RD[2]	Mean RD	F	p-value
Group (method of examination)	1	0.956	0.956	17.328	0.000***
Type (Abdominal ultrasound order)	3	16.082	5.361	97.120	0.000***
Weight (normal, overweight, obesity)	2	18.396	9.198	166.642	0.000***
work (Doctor, Sonographer)	1	5.183	5.183	93.896	0.000***
Group∗type	3	1.237	0.412	7.470	0.000***
Group∗weight	2	0.145	0.072	1.309	0.272
Type∗weight	6	21.521	3.587	64.982	0.000***
Group∗work	1	0.593	0.593	10.737	0.001***
Type∗work	3	2.640	0.880	15.944	0.000***
Weight∗work	2	0.723	0.362	6.549	0.002***
Group∗type∗weight	6	2.069	0.345	6.248	0.000***
Group∗type∗work	3	0.482	0.161	2.910	0.035**
Group∗weight∗work	2	0.145	0.072	1.312	0.271
Type∗weight∗work	6	4.044	0.674	12.210	0.000***
Group∗type∗weight∗work	6	1.519	0.253	4.585	0.000***

[1]Degree of freedom, [2]Reduction in dispersion, *p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001

범위는 Group 3일 때 Group 2보다 높게 나타났으며, 체중이 정상일 때 Group 1, Group 2의 선명도는 높게 나타났다.

고 찰

본 연구는 건강검진 시 내시경과 복부초음파검사의 당일 검사에서 수검자 맞춤형 서비스를 위한 내시경 전·후, 대장내시경검사의 전처치인 장 세척제 복용 후, 위와 대장내시경검사를 동시에 시행한 후 시행된 복부초음파검사 영상에서 탐촉자 압박 유무, 수검자 체위 변화를 이용하여 복부초음파 영상 중 복부 장기(췌장을 중심으로)의 좋은 영상과 위, 십이지장, 장관 가스, 장관 내 액체의 인공물을 저감시키는 효과를 보기 위해 복부초음파검사 순서, 검사방법, 체중군에 따라 다르게 묘출한 영상의 SNR과 CNR을 분석하여 정량적 평가와 영상의학전문의와 sonographer로 구성된 두 명의 검사자에 의해 췌장 두부 영상의 선명도, 내부 구조, 가시 범위를 정성적으로 평가하였다. 복부초음파검사가 방사선노출의 위험이 없고, 검사 중 발생할 수 있는 부작용 발생 가능성이 낮으면서, 장기들에 대한 실시간 영상을 얻을 수 있다는 장점이 있으나 완전한 검사법은 아니다(Kwak *et al*. 2018). 검사 결과가 검사자의 능력에 지나치게 의존적이며 간 경변으로 인하여 결절화가 심하게 진행된 간에서는 검사가 매우 제한적일 수 있는 점, 비만인 환자나 초음파로 검사가 어려운 간 지붕부에 위치한 병변, 늑골이 아래까지 내려와 있거나 간이 상대적으로 위에 위치해 있는 경우, 초음파 탐촉자(Probe)로부터 멀리 있어 초음파 빔이 도달하기 힘들어 선명한 영상을 얻을 수 없는 경우 등 단점과 한계들이 있다(Jang *et al*. 2014). 특히 심한 비만 환자의 경우 피하 지방층 또는 내장 지방층이 두꺼워 초음파가 지방을 통과하는 동안 감쇄현상이 나타나 실제로 간, 담낭, 신장, 췌장, 비장 등을 비롯한 복부 장기들에 도달하

는 초음파의 양이 감소된다. 따라서 이로 인해 원하는 영상을 얻을 수 없는 경우가 발생한다(Park *et al*. 2014). 또한 복부에 공기가 차 있는 경우에 공기가 대부분의 초음파 빔을 반사하기 때문에 공기 뒤에 가려져 있는 장기들은 거의 보이지 않게 되는데 대표적인 장기가 췌장의 두부, 미부, 간의 좌엽 등이다. 최근 건강검진 시 위·대장내시경과 복부초음파를 같은 날 실시할 경우 장 세척제 복용 때문에 복강에 있는 장 내 수분으로 인하여 복부초음파검사에 어려움이 있으며 초음파검사 전에 내시경검사를 시행한 경우 복강 내 가스로 인하여 복부 장기 묘출에 어려움이 있다. 특히 췌장초음파검사는 췌장 종양이나 담관 확장, 간전이 등을 확인할 수 있고, 조영제를 사용할 필요가 없는 장점이 있지만, 검사자의 능력에 따라 정확도가 크게 좌우되고, 환자의 비만도, 장 내 공기 등에 의한 검사의 제약이 있다(Lee *et al*. 2012). 위·장관 내에 잔존하는 음식물과 공기들이 췌장(특히 체부와 미부)의 관찰을 방해한다(Park *et al*. 2014). 이를 해결하기 위한 방법으로는 탐촉자로 복벽을 기계적으로 압박하여 위 또는 십이지장, 횡행결장의 가스를 밀어내는 방법, 피검자의 자세를 바꾸어(우측 와위, 반좌위) 검사하는 방법 등이 있다(Kim 2013). 초음파검사를 할 때 탐촉자를 이용한 압박법은 흔히 사용하는 방법의 하나이다. 압박을 하면 두 가지 효과가 있다. 그중 첫째는 심부의 장기를 탐촉자에 가까이 함으로써 더 좋은 검사를 할 수 있다는 점이고, 둘째는 전복벽과 췌장 사이에 있는 위·장관 혹은 위·장관 내의 가스를 밀어버림으로써 좋은 음창(Sonic window)을 얻을 수 있다는 점이다. 또한 압박을 해서 통증이 있는지, 있으면 어떤 장기 혹은 어떤 병변 위에 있는지의 여부를 알 수가 있다. 초음파에 방해가 되는 장 내 가스를 제거하기 위해 적절하게 탐촉자를 압박하면서 sweep, tilting, rotation 등의 다양한 방법으로 탐촉자를 움직임으로써 초음파 시 사각지대를 최소화할 수 있다(Kim 2018). 또한 수검자의 체위를 변화시키는 이유는 소화관 가스를 피해 검사를 용이하게 하기 위해서다. 예를 들면 바로 누운 자세에서 췌장을 관찰하기 어려운 경우에는 피검자를 좌위(Left down decubitus position)로 하여 관찰하면 간 좌엽 외측 구역이 ‘Acoustic window’가 되어 관찰이 쉬워지며, 검사대에 양측 팔을 짚어서 반쯤 앉은(Semi erect position) 자세를 취하게 되면, 간의 좌엽이 내려오고 위의 전정부에 물이 차게 되어 췌장의 두부와 체부를 잘 관찰할 수 있게 되는 경우가 있다(Park *et al*. 2014). 또한 right side up을 하게 되면 간장이 우측 늑골 아래의 위치에서 중앙으로 옮겨오기 때문에 간장의 검사뿐만 아니고 간장을 음창으로 이용해서 뒤에 있는 췌장이나 담관 등을 더 용이하게 검사할 수가 있다. 비장과 췌장 미부는 수검자를 약간 오른쪽으로 돌려 좌측 옆구리를 살짝 들어 올린 후 등 뒤쪽으로 탐촉자를 위치시켜 보는 것이 관찰하기 용이할 때가 있다(Park *et al*. 2014). 이 뿐만 아니라 어떤 종괴가 주위의 구조물에 고정되어 있는지 아니면 떨어지는지를 보는 것도 종괴가 어느 장기에서 생겼는지, 주위의 구조물로 침범 여부를 아는 데 용이하다(Kim 2018). 본 연구의 정량적 평가에서는 압박 여부에 따라 SNR과 CNR 값의 차이는 존재하지만, 압박 유무가 복부초음파 방법과 체중군에는 유의미한 영향을 미치지 못했고, 정성적 평가에서는 압박 여부에 따라 췌장 두부 영상의 선명도, 내부 구조, 가시 범위의 차이가 존재하였으며, 초음파 유형, 체중군에서 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤으므로 정성적 평가에서 압박은 췌장 두부의 명료한 영상 묘출에 영향을 미쳤다. 초음파검사에서 췌장 관찰의 가장 큰 문제는 앞서서 언급한 대로 위·장관 내 공기의 영향이다. 이를 해결하기 위한 또 다른 방법은 피검자의 자세를 바꾸어(우측 와위, 반 좌위) 검사하는 방법 등이 있다(Park *et al*. 2014). 복부초음파검사 중 췌장은 기본적으로 앙와위에서 시행하지만, 앙와위에서 약간 우측으로 드러누워 초음파를 시행하면 십이지장에 물을 채울 수 있으므로 췌장 두부의 관찰이 용이하게 되며, 반쯤 일어나거나 앉은 자세에서 시행하면 간의 좌엽이 내려오고 위의 전정부에 물이 차게 되어 이들을 음창으로 췌장 두부 및 체부와 총담관 원위부를 잘 관찰할 수 있다고 하였다. 본 연구결과 정량적 평가에서는 체위 변화가 복부초음파 방법과 체중군에 영향을 미치지 않았다. 체위 변화에 따라 SNR 값은 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않지만, CNR 값은 유의미한 차이를 보였다. 한편 정성적 평가에서는 체위 변화에 따른 선명도, 내부 구조, 가시 범위의 차이는 존재하였으며, 초음파 유형, 체중군에서 통계적으로 유의미한 영향을 미쳤으므로 정성적 평가에서 체위 변화 또한 췌장 두부의 명료한 영상 묘출에 영향을 미쳤다.

본 연구결과에서 복부 장기 중 췌장 두부 영상의 정량적·정성적 분석결과 체중이 정상인 경우 모든 기법을 사용하고 적절한 탐촉자 압박과 복강 내 가스의 흐름에 따라 체위 변화를 한 상태에서 내시경 전·후, 장 세척제 복용 후, 위와 대장내시경검사를 동시에 시행한 후에도 모두 복부초음파검사가 가능하며, 과체중인 경우 위내시경 전과 위내시경 후에 복부초음파검사를 하는 것이 적합하다. 비만일 경우에는 내시경 전에 복부초음파검사를 하여야 위·장관 가스와 장관 내 액체 등 인공물의 방해를 피할 수 있으므로 좋은 영상을 묘출할 수 있었다. 지금까지 초음파 영상의 화질은 검사자가 육안으로 판단하였으나 객관화된 정량적·정성적 평가를 바탕으로 체중군에 따른 적절한 탐촉자 압박과 체위 변화를 이용하면, 건강검진 시 내시경과 복부초음파를 같은 날 시행할 경우 발생할 수 있는 인공물을 저감시켜 복부초음파검사 시 사각지대를 최소화할 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

건강검진 시 내시경과 복부초음파를 당일 검사한 수검자의 췌장 두부 영상을 정량적·정성적 분석을 통해 다음과 같

은 결론을 도출하였다. 압박 유무에 따른 SNR과 CNR의 차이는 존재하지만 압박이 초음파검사 순서와 체중군에 영향을 미치지 않았다. 체위 변화에서는 CNR만 유의미한 차이를 보였지만 체위 변화가 복부초음파검사 순서와 체중군에 영향을 미치지 않았다. 정성적 평가 결과는 압박 유무와 체위 변화에 따라 췌장 두부의 선명도, 내부 구조, 가시 범위의 차이가 존재하고 복부초음파검사 순서, 체중군에 영향을 미쳤다. 정량적·정성적 분석결과 체중이 정상인 경우 하모닉, 실시간 합성 영상기법, 반점 허상을 줄이는 기법을 사용하고 적절한 탐촉자 압박과 복강 내 가스와 장관 내 액체의 흐름에 따라 체위 변화를 한 상태에서 내시경 전·후, 장 세척제 복용 후, 위와 대장내시경검사를 동시에 시행한 후에도 모두 복부초음파검사가 가능하며, 과체중인 경우 위내시경 전과 위내시경 후에 복부초음파검사를 하는 것이 적합하다. 비만일 경우는 내시경 전에 복부초음파검사를 하여야 복벽의 피하 지방이나 내장 지방으로 인한 감쇄와 위·장관 가스와 장관 내 액체 등 인공물의 방해를 피할 수 있으므로 복부초음파검사에 방해가 되는 위·장 내 가스를 제거하고 영상의 질을 높이기 위해서는 탐촉자 압박과 수검자의 체위 변화를 시행해야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

Jang YS, Park NH, Park CS and Seong SO. 2014. Evaluation of the Accuracy of Abdominal Ultrasound Focusing on the Missed Lesions Based on Abdominal Computed Tomography in Health Screening. *Korean J. Radiology* 70(5):363-368.

Jung SY. 2002. Korean National Guidelines on Screening and Surveillance for Early Detection of Colorectal Cancers. *Korean J. Soc. Gastro. Endo.* **24**(6):317-320.

Jung YH. 2014. Service Quality Analysis on Group Patients -Targeting I Examination Center, Major in Health Management·Health Informatics. The Graduate School of Health & Welfare CHA University.

Kim MY. 2018. Optimal Scanning of Abdominal Ultrasonography and Trouble Shootings. Clinical and Molecular Hepatology J. Liver Week. 506-517.

Kim PN. 2013. Technics of abdominal ultrasonography. In: Asan Medical Center. editor. The newest vision of internal medicine. Seoul, Shin won books. 191-199.

Kwak JG, Choi NG and Park SE. 2018. Evaluation of Image Quality according to Pressure of Transducer during Abdominal Ultrasonography. *J. Radia. Ind.* **12**(3):199-207.

Lee MY. 2007. The study on the prevalence Rate and Developmental Factors of the Liver Diseases Diagnosed by Ultrasonography, Department of Radiological science. The Graduate School of Health Promotion Hanseo University.

Lee KN and Choi HS. 2012. Early Diagnosis of Pancreatic Diseases. *Korean J. Intern. Med.* **83**(1):56-61.

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.

Received: 21 May 2019
Revised: 10 June 2019
Revision accepted: 16 June 2019