

<원저>

초음파 조직검사에 사용되는 Biopsy Gun Needle의 재질에 따른 반사율 연구

김훈^{1,2)}·임청환¹⁾

¹⁾한서대학교 보건의료학과·²⁾한림대학교 동탄성심병원 영상의학과

A Study on the Reflectivity according to the Material of Biopsy Gun Needle Used in Ultrasound Biopsy

Hoon Kim^{1,2)}·Cheong-Hwan Lim¹⁾

¹⁾Dept. of Healthcare, Hanseo University

²⁾Dept. of Radiology, Hallym University Dongtan Sacred Heart Hospital

Abstract The examination needle used in ultrasound biopsy is a medical device used to determine whether there is an abnormality in the tissue. Typically, stainless steel is the standard material used for such needles; however, this study wanted to identify a material that could better enhance sound compared to traditional stainless steel. In this study, six types of needle materials available with the biopsy gun were inserted into pork and ultrasound images according to the curved probe and linear probe were evaluated using ultrasound equipment. The findings revealed significant improvements in ultrasound acoustic enhancement with alternative materials compared to stainless steel ($p<0.05$). The results regarding the depth of each ultrasound image using the curved probe showed that tungsten and brass had high sound enhancement ($p<0.05$), while with the linear probe, sound enhancement was high in brass, pla, aluminum, and copper ($p<0.05$). Due to these results, the previously used stainless needle showed lower ultrasound acoustic enhancement than the five types of materials being compared. Consequently, the outcomes of this study provide valuable insights for the development of new needle technologies aimed at minimizing patient risks and improving diagnostic accuracy.

Key Words: Ultrasound biopsy, Stainless steel, Stainless needle, Ultrasound image, Curved probe, Linear probe, Ultrasound acoustic enhancement

중심 단어: 초음파 생검, 스테인리스 스틸, 스테인리스 바늘, 초음파 영상, 곡선 프로브, 선형 프로브, 초음파 음향 증강

1. 서론

초음파는 방사선 피폭의 위험성이 적고 실시간 검사가 가능하다는 장점이 있으며, 인간의 생체 조직을 검사하는 기술에도 초음파검사 장비를 활용하여 의학 분야에 광범위하게 사용되고 있다[1]. 인체 내부의 조직 중에 간, 담낭, 췌장, 비장, 콩팥 등의 상복부 장기[2] 방광, 자궁, 난소, 전립선 등의 골반장 장기 외에도 갑상샘, 유방, 음낭, 근골격계, 심장 등 다양한 장기와 근육, 힘줄의 크기, 구조와 병리학적 손상을 실시간으로 단층 영상으로 가시화하는 진단 의학 영상(diagnostic imaging)

으로 현대 의학에서 가장 널리 사용되는 진단 기술 중 하나이다[3,4]. 또한, 초음파를 이용하여 경피적으로 시행되는 넓고 다양한 영역의 침습적인 시술로 초음파 유도하 중재술(ultrasound guided intervention)은 초음파 장비의 발달로 인해 초음파검사에서 미세 석회화 병변이 확인되면 조직의 이상 유무를 판별하여 의심이 발견되면 시행한다.

초음파를 이용한 중재적 시술은 다른 영상학적 검사 장비와 비교하여 실시간(real time) 시술이 가능하며, 상대적으로 비용이 저렴하고, 추가적인 방사선 노출 없이 병변 부위에 대한 여러 이미지를 얻을 수 있으며, 정상 조직과의 비교가 가능한 장

Corresponding author: Cheong-Hwan Lim, Dept. of Healthcare, Hanseo University, 46, Hanseo 1-ro, Haemi-myeon, Seosan-si, Chungcheongnam-do, 31962, Republic of Korea / Tel: +82-41-660-1056 / E-mail: lch116@hanseo.ac.kr

Received 29 February 2024; Revised 9 March 2024; Accepted 17 March 2024

Copyright ©2024 by The Korean Journal of Radiological Science and Technology

점 등으로 인해 최근 널리 사용되고 있다[5-7]. 초음파의 유도 방법은 전자 전용 탐촉자를 사용하는 방법과 천자침 유도를 장치를 부착시키는 방법, 손 기법(free hand) 세 가지가 있다[8,9].

모든 초음파 유도하 중재술에서 바늘의 삽입 방향과 초음파 빔의 방향을 직각으로 유지할 수 있는 것은 아니므로 바늘의 위치가 정적 영상에서 확실하게 잘 보이지 않는다면 천자 부위에서 바늘을 넣었다 뺐다 하면서 실시간 스캔을 하거나 소량의 마취제(lidocaine), 공기 방울(air bubble)을 주사하여 초음파 영상에서 고 에코(Hyper echoic) 하게 변하는 부분을 확인 후 바늘 끝을 찾을 수 있다. 이렇듯 초음파 유도에 있어서 가장 중요한 부분은 바늘의 위치를 정확히 해석하여, 목표지점에 위치시키는 것이다[8,10-13]. 이때 조직 생검에 사용되는 많은 생검 총(Biopsy gun)은 인체의 조직을 획득하는 데 사용되는 기구이며, 조직 검사용 바늘은 측면에 조직 채취하는 홈이 있어 바늘 굽기의 절반 정도의 조직을 전달해 내는 형태로 끝을 뾰족하게 하기 위해서 사선으로 절단되어 있다[10]. 생검 총은 얻고자 하는 조직에 삽입하여 침습적인 시술을 하게 되는데, 생검 총 바늘(Biopsy gun needle)이 인체 조직에 삽입되어 정확한 위치와 깊이가 확인되어야만 검체 채취의 성공률을 높일 수 있다[14,15].

초음파를 이용한 조직 생검에서 바늘을 경사 입사하게 되면 바늘에 의한 빔의 반사 신호는 대부분 탐촉자로 돌아오지 않고 바늘 표면에서 일어나는 산란반사에 의해 바늘은 낮은 반응성을 보여 희미하거나 두껍고, 깊이에 따른 바늘의 모습이 보이지 않는 경우도 발생한다[10,12]. 따라서 최근에는 바늘의 반향성(resonance)을 높이기 위해 바늘의 끝을 거칠게 하거나 바늘 표면에 특수한 물질을 코팅하는 등 바늘 끝의 표면을 특수 가공하고 있다[10]. 초음파검사서 조직을 획득할 때에 주로 사용되는 스테인리스 바늘(stainless needle)이 초음파 영상에서 흐리게 보이는 현상과 간헐적으로 보이지 않는 현상을 접하게 되는데 이러한 현상은 검체 획득 시 환자의 부작용 발생 확률이 높아지게 되고 중재적 시술 시 시술자의 어려움을 초래하게 된다[11,12].

따라서 본 논문에서는 초음파 영상에서 바늘의 신호를 증강하여 환자의 부작용 발생률 확률을 낮추고, 시술자의 편의성을

높이고자 현재 의료기관에서 사용되는 바늘 재질과 새로운 재질을 비교 평가해 보고자 한다.

II. 대상 및 방법

1. 연구대상

본 연구는 초음파 장비(IU22, Philips Medical System, Netherlands)와 탐촉자는 곡선 프로브(curved probe), 선형 프로브(linear probe)를 사용했으며, Fig. 1과 같다.

조직 생검용 바늘(needle) 재질은 Stainless, Brass, Copper, PLA(Polylactic acid), Aluminum, Tungsten으로 Fig. 2와 같다.

2. 연구 방법

초음파 생검의 방법에는 In-Plan approach(Lateral approach)와 Out-of-Plan approach(Coaxial approach) 방법이 있으며, 본 연구에서는 In-Plan approach 방식으로 돼지고기 안에 바늘(needle)을 삽입 후 초음파 영상에서 얻은 바늘의 깊이에 따라 영상을 획득하였다(Fig. 3). 탐촉자는 linear probe를 사용하여 4 cm, 3 cm 깊이에 따른 영상을 획득하였다(Fig. 4), curved probe를 사용하여 7 cm, 5 cm 깊이에 따른 영상을 획득하였다(Fig. 5). 현재 사용하고 있는 생검 총 바늘(Biopsy gun needle) 재질은 Stainless를 사용하였으며, 비교하고자 하는 5가지 재료는 Fig. 2와 같다. 돼지고기 안에 넣어 curved probe, linear probe를 사용하여 초음파로 바늘을 검색(scan)한 후 영상을 획득하였다.

3. 영상평가

1) Philips IU22의 자체 평가 QLAB(General imaging analysis general imaging ultrasound quantification software) Tool이 사용되었다[17,18]. 신호 측정으로 QLAB의



Fig. 1. curved probe, linear probe

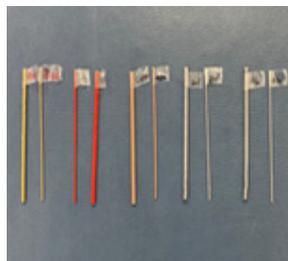


Fig. 2. Stainless, Brass, Copper, PLA, Aluminum, Tungsten

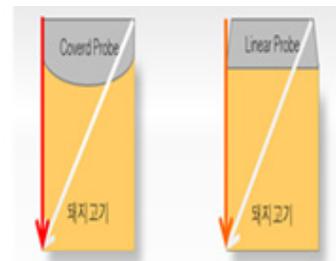


Fig. 3. Ultrasound biopsy method

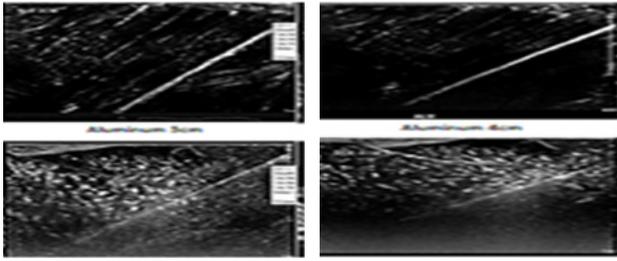


Fig. 4. Imaging at 4 cm, 3 cm depth using linear probe

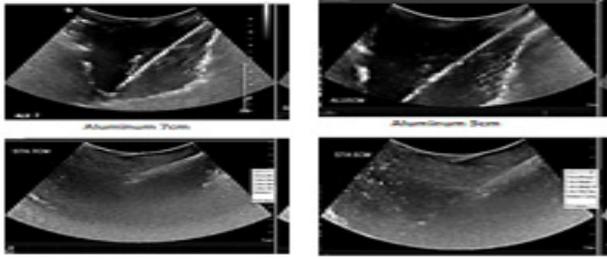


Fig. 5. Imaging at 7 cm, 5 cm depth using curved probe

강도 데이터(Intensity data)를 활용하여 초음파 영상의 바늘 끝부분에서 관심 영역(region of interest, ROI) 1mm²의 신호 강도(Signal intensity, SI)를 측정하였고, 식(1)에 의해 정리된다.

$$ROI = \frac{\text{Number of ROI Pixels}}{(\text{Total Pixels} - \text{Background Pixels})} \quad \text{식(1)}$$

2) Image J 프로그램을 사용하여 신호 대 잡음비(Signal to noise ratio, SNR)를 측정하였다[21]. SNR이 클수록 획득한 신호가 잡음보다 뚜렷한 영상을 나타내고 작을수록 영상의 질이 저하되는데, 식(2)에 의해 정리된다.

$$SNR = \frac{\text{Mean SI of ROI}}{\text{SD of Background SI}} \quad \text{식(2)}$$

3) Image J 프로그램을 사용하여 바늘(needle) 재질에 따른 평균 밝기(Average gray level, AGL)를 측정하여 평가하였다[16]. 평균 밝기 값에 대한 히스토그램 평균값은 식(3)에 의해 정리된다.

$$AGL = \sum_{i=0}^{L-1} z_i p(z_i) \quad \text{식(3)}$$

4. 영상분석

통계 분석은 SPSS Ver. 22.0(IBM Co, Chicago, USA)을 이용하였으며 재질에 따른 초음파 영상을 평가하기 위해 일원 배치 분산분석(One-way anova)을 실시하였다. 신뢰구간 95%로 설정하여 유의확률 0.05 미만인 경우를 통계적으로 유의성이 있는 값으로 판단하였다.

1) Philips QLAB 관심 영역(region of interest, ROI)

Philips 장비의 QLAB Tool을 활용하여 ROI에 대한 바늘 끝에서 신호강도(signal intensity, SI)를 측정하는 방법은 Fig. 6과 같다.

2) Image J 관심 영역(region of interest, ROI)의 SNR

Image J를 실행하여 관심 영역에 대한 100 pixel을 설정한 후 바늘 끝과 주변 3곳의 배경에서 표준편차(Standard deviation of background) SI의 평균값을 측정하여 SNR을 분석한 방법은 Fig. 7과 같다.

3) Image J 명도(brightness)

Image J Ver. 54i(NIH Co, USA)를 이용하여 AGL의 명도를 측정하여 분석한 방법은 Fig. 8과 같다.

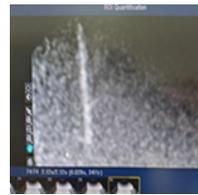


Fig. 6. QLAB Signal intensity

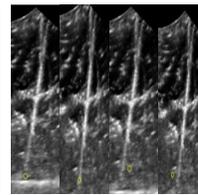


Fig. 7. Image J SNR

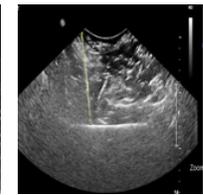


Fig. 8. Image J brightness measurement

III. 결과

초음파를 이용한 조직검사에서 In-Plan approach procedure로 6가지 바늘 재료, curved probe와 linear probe를 사용하여 영상(image)을 획득한 후 각각 깊이에 따른 영상 결과 값을 획득하였다. 분석 방법에 따른 결과는 다음과 같다.

1. QLAB 프로그램 분석

1) Curved probe SI

Curved probe 7 cm에서 측정된 데이터 값의 분석 결과, 의료기관에서 사용하는 Stainless 재질과 비교하여 Tungsten 재질에서 42.524로 SI가 가장 높게 분석되었으며, 통계적으로 유의한 상관성으로 나타났다($p < 0.05$), (Table 1).

Curved probe 5 cm에서 측정된 데이터 값의 분석 결과, 모든 재질에서 Stainless 재질보다 높은 SI로 분석되었다. Tungsten 재질에서 40.518로 가장 높았으며, 통계적으로 유의한 상관성으로 나타났다($p < 0.05$), (Table 2).

Table 1. SI of the image acquired at a depth of 7 cm with the curved probe of QLAB analysis

Division	Mean±SD	Min	Max	F	p	Duncan
Brass ^a	8,184±1,287	6,586	9,782	38,735	〈.001***	a〈b, c〈c, d〈d, e〈f
Stainless ^b	14,686±1,005	13,438	15,934			
Copper ^c	20,124±6,453	12,13	28,154			
Aluminum ^d	25,132±3,626	20,63	29,634			
PLA ^e	28,642±2,471	25,574	31,709			
Tungsten ^f	42,524±6,860	34,006	51,041			

p〈.05, **p〈.01, ***p〈.001

Table 2. SI of the image acquired at a depth of 5 cm with the curved probe of QLAB analysis

Division	Mean±SD	Min	Max	F	p	Duncan
Brass ^a	17,410±6,387	11,679	25,091	28,498	〈.001***	a, b〈e〈c, d, f
Stainless ^b	16,436±3,840	12,785	20,757			
Copper ^c	37,336±5,419	28,487	42,265			
Aluminum ^d	37,352±4,726	30,743	42,191			
PLA ^e	29,842±3,385	26,098	35,075			
Tungsten ^f	40,518±1,414	38,673	41,593			

p〈.05, **p〈.01, ***p〈.001

2) Linear probe SI

Linear probe 4 cm에서 측정된 데이터 값의 분석 결과, 의료기관에서 사용하는 Stainless 재질과 비교하여 모든 재질에

서 SI가 높았으며, 특히, Tungsten 재질에서 14.614로 가장 높게 분석되었으나, 통계적으로 유의한 상관성으로 나타나지는 않았다(p〉0.05), (Table 3).

Table 3. SI of the image acquired at a depth of 4 cm with the linear probe of QLAB analysis

Division	Mean±SD	Min	Max	F	p	Duncan
Brass ^a	14,412±7,023	8,872	26,221	2,422	0,065	n/a
Stainless ^b	7,766±1,202	6,094	9,077			
Copper ^c	13,868±3,701	9,072	18,863			
Aluminum ^d	10,228±2,702	7,803	13,272			
PLA ^e	11,072±3,734	6,436	15,108			
Tungsten ^f	14,614±2,934	10,21	17,677			

p〈.05, **p〈.01, ***p〈.001

Table 4. SI of the image acquired at a depth of 3 cm with the linear probe of QLAB analysis

Division	Mean±SD	Min	Max	Welch	p	Duncan
Brass ^a	28,748±5,706	20,522	33,103	4,580	.004**	b〈a, c, d, e, f
Stainless ^b	15,360±1,245	13,584	17,095			
Copper ^c	26,490±9,030	13,647	36,432			
Aluminum ^d	22,862±6,181	14,546	30,537			
PLA ^e	29,062±2,839	26,106	33,627			
Tungsten ^f	24,668±2,674	21,257	28,288			

p〈.05, **p〈.01, ***p〈.001

Linear probe 3 cm에서는 측정된 데이터 값의 분석 결과, 모든 재질에서 Stainless 재질보다 높은 신호 강도(signal intensity, SI)로 분석되었다. PLA(Polylactic Acid) 재질에서 29.062로 가장 높았으며, 통계적으로 유의한 상관성으로 나타났다($p < 0.05$), (Table 4).

2. Image J 프로그램 분석

1) Curved probe SNR

Curved probe 7 cm에서 측정된 데이터 값의 분석 결과, 의료기관에서 사용하는 Stainless 재질과 비교하여 Brass 재질에서 35.737로 SNR이 가장 높게 분석되었으며, 통계적으로

유의한 상관성으로 나타났다($p < 0.05$), (Table 5).

Curved probe 5 cm에서 측정된 데이터 값의 분석 결과, 모든 재질에서 Stainless 재질보다 높은 SNR로 분석되었다. Brass 재질에서 40.449로 SNR이 가장 높게 분석되었으며, 통계적으로 유의한 상관성으로 나타났다($p < 0.05$), (Table 6).

2) Linear probe SNR

Linear probe 4 cm에서 측정된 데이터 값의 분석 결과, Brass 재질은 21.070, Aluminum 재질은 21.244로 SNR이 가장 높게 분석되었으며, 통계적으로 유의한 상관성으로 나타나지 않았다($p > 0.05$), (Table 7).

Table 5. SNR of the image acquired at a depth of 7 cm with the curved probe of Image J analysis

Division	Mean±SD	Min	Max	F	p	Duncan
Brass ^a	35.737±15.573	22.444	54.031	3.837	.011*	b, c, d, e, f(a, e, f)
Stainless ^b	16.793±3.080	11.779	19.775			
Copper ^c	17.302±5.6169	10.419	25.882			
Aluminum ^d	18.213±5.633	13.545	27.897			
Pla ^e	25.485±6.062	20.658	35.535			
Tungsten ^f	29.281±10.665	17.629	39.016			

$p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Table 6. SNR of the image acquired at a depth of 5 cm with the curved probe of Image J analysis

Division	Mean±SD	Min	Max	F	p	Duncan
Brass ^a	40.449±12.424	27.038	54.175	2.810	.039*	b, c, d, e(c, d, e, f(a, c, f)
Stainless ^b	19.513±4.443	12.935	23.662			
Copper ^c	30.731±13.722	18.128	48.252			
Aluminum ^d	26.626±8.436	17.231	39.262			
Pla ^e	26.760±8.074	17.324	38.651			
Tungsten ^f	33.942±6.988	24.336	42.542			

$p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Table 7. SNR of the image acquired at a depth of 4 cm with the linear probe of Image J analysis

Division	Mean±SD	Min	Max	F	p	Duncan
Brass ^a	21.070±5.984	14.239	23.684	.964	.459	n/a
Stainless ^b	16.621±5.243	9.562	22.903			
Copper ^c	15.033±3.844	9.645	17.916			
Aluminum ^d	21.244±9.560	11.819	36.987			
PLA ^e	16.564±7.245	10.159	25.449			
Tungsten ^f	14.505±6.968	8.432	23.449			

$p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Table 8. SNR of the image acquired at a depth of 3 cm with the linear probe of Image J analysis

Division	Mean±SD	Min	Max	F	ρ	Duncan
Brass ^a	27.816±4.154	22.617	33.321	3.331	.02 [*]	b, c, d, f<c, d, e, f<a, d, e, f
Stainless ^b	14.625±4.321	10.111	21.477			
Copper ^c	18.062±3.805	13.308	23.330			
Aluminum ^d	20.795±9.134	11.799	34.244			
PLA ^e	23.873±5.213	18.378	30.529			
Tungsten ^f	21.124±5.131	16.398	27.774			

$p<.05$, ^{**} $p<.01$, ^{***} $p<.001$

Linear probe 3 cm에서 측정된 데이터 값의 분석 결과, Brass 재질에서 27.816으로 SNR이 가장 높게 분석되었으며, 통계적으로 유의한 상관성으로 나타났다($p<0.05$), (Table 8).

3) Curved probe brightness

Curved probe 7 cm에서 측정된 데이터 값의 분석 결과, 의료기관에서 사용하는 Stainless 재질과 비교하여 Tungsten 재질에서 155.69로 명도가 가장 높게 분석되었으며, 통계적으로 유의한 상관성으로 나타났다($p<0.05$), (Table 9).

Curved probe 5 cm에서 측정된 데이터 값의 분석 결과, 의료기관에서 사용하는 Stainless 재질과 비교하여 Tungsten 재질에서 137.48로 명도가 가장 높게 분석되었으며, 통계적으로

유의한 상관성으로 나타났다($p<0.05$), (Table 10).

4) Linear probe brightness

Linear probe 4 cm에서 측정된 데이터 값의 분석 결과, 의료기관에서 사용하는 Stainless 재질과 비교하여 Aluminum 재질에서 110.25로 명도가 가장 높게 분석되었으며, 통계적으로 유의한 상관성으로 나타났다($p<0.05$), (Table 11).

Linear probe 3 cm에서 측정된 데이터 값의 분석 결과, 의료기관에서 사용하는 Stainless 재질과 비교하여 Aluminum 재질에서 142.14로 명도가 가장 높게 분석되었으며, 통계적으로 유의한 상관성으로 나타났다($p<0.05$), (Table 12).

Table 9. Brightness of the image acquired at a depth of 7 cm with the Curved Probe of Image J analysis

Division	Mean±SD	Min	Max	F	ρ	Duncan
Brass ^a	114.09±14.975	88.253	124.76	36.603	<.001 ^{***}	b<c, e<a, e<d<f
Stainless ^b	72.73±12.801	54.052	83.254			
Copper ^c	97.83±8.409	89.928	109.43			
Aluminum ^d	140.69±14.847	119.103	153.624			
PLA ^e	108.55±3.242	105.349	113.909			
Tungsten ^f	155.69±6.164	147.403	164.031			

$p<.05$, ^{**} $p<.01$, ^{***} $p<.001$

Table 10. Brightness of the image acquired at a depth of 5 cm with the Curved Probe of Image J analysis

Division	Mean±SD	Min	Max	F	ρ	Duncan
Brass ^a	88.14±22.107	57.755	119.831	9.411	<0.001 ^{***}	a, b, e<c, d, f
Stainless ^b	93.52±4.485	87.786	99.675			
Copper ^c	121.79±12.697	105.901	137.373			
Aluminum ^d	120.58±6.167	112.242	125.612			
PLA ^e	99.72±15.698	80.16	122.375			
Tungsten ^f	137.48±15.225	123.339	159.657			

$p<.05$, ^{**} $p<.01$, ^{***} $p<.001$

Table 11. Brightness of the image acquired at a depth of 4 cm with the Linear Probe of Image J analysis

Division	Mean±SD	Min	Max	F	p	Duncan
Brassa	79.36±21,542	50.862	111,476	4.570	.005**	a, b, e, f(a, b, c, f(c, d
Stainlessb	77.75±14,967	57.838	94,373			
Copperc	92.29±12,959	72.307	107.42			
Aluminumd	110.25±13,764	96.768	127,618			
PLAe	63.39±16,897	51.089	91,697			
Tungstenf	76±19,487	52.313	98,191			

p<.05, **p<.01, ***p<.001

Table 12. Brightness of the image acquired at a depth of 3 cm with the Linear Probe of Image J analysis

Division	Mean±SD	Min	Max	F	p	Duncan
Brassa	128.6±20,643	102.93	152,583	4.880	.003**	b, e(a, b, c, f(a, c, d, f
Stainlessb	113.99±10,529	99,822	127,259			
Copperc	126.36±10,378	118,338	133,065			
Aluminumd	142.14±27,591	119,725	190,311			
PLAe	95.91±4,632	91,007	101,748			
Tungstenf	122.28±7,901	113,571	132,358			

p<.05, **p<.01, ***p<.001

IV. 고찰

인체의 질환이나 신생물의 조직검사를 시행하는 경우에 전산 화단층촬영(computed tomography; CT), 초음파(ultrasound), 유방촬영(mammography) 검사 등 다양한 장비를 사용하여 검사를 진행하고 있다. 그 중, CT를 이용한 조직 검사의 경우 일반적으로 가장 많이 접할 수 있는 CT 유도하 폐 병소의 생검 중에서 보면, 자동총 생검과 미세바늘 흡입 생검의 경우 진단 정확도와 합병증 발생빈도가 자동화된 총 생검이 미세바늘 흡인 생검의 검체 획득보다 더 높은 진단 비율을 달성할 수 있다 [13,19]. 따라서 CT 지도하에 폐 병변 진단을 위해서는 자동총 생검이 미세바늘 흡인 생검보다 효과적인 절차이다.

초음파를 사용한 자동총 생검은 CT 자동총 생검과 같이 많이 시행하는 방법이며, CT와 다르게 방사선이 발생하지 않아 피폭선량이 없다는 것이 차이점이다[4].

초음파를 사용한 조직검사에서 생검 총(biopsy gun)이 조직에 삽입되어 초음파 영상에서 정확한 위치를 보여줌으로써 정확한 검체 획득을 실현한다. 하지만, 초음파 바늘의 위치 점을 기능하는데 육안으로 보이지 않는 경우가 발생하게 된다. 이러한 결과는, 검체를 정확하게 표적(target) 할 수 있는 확률이 떨어짐을 의미한다[7,16]. 따라서 본 연구는 초음파 영상에서 보이는 생검 총 바늘의 음향 증강이 더 잘 되는 재질 연구의 필요성을 제시하며, 현재 의료기관에서 사용하는 생검 총(biopsy

gun) 재질인 Stainless와 비교하고자 하는 바늘(needle) 재질 5종류(Brass, Copper, PLA(polylactic acid), Aluminum, Tungsten)를 사용하여 실험을 진행하였다. 현재 사용 중인 Stainless 재질은 가공이 편리하고, 가격이 싸거나 손쉽게 구할 수 있는 장점의 재료라 선택하고는 있지만[19,22], 인체 조직 검사를 시행하고 있는 현실은 최고의 재질 선택이라 판단하기에는 다소 어려운 점이 있다.

따라서, 본 논문에서 최적의 재료를 찾기 위해 다음과 같은 연구 방법을 제시하였다. 먼저, Philips 장비에서 제공하는 QLAB 신호 강도 분석과 두 번째로, Image J 프로그램으로 SNR 분석이다. 마지막으로, Image J를 이용하여 바늘의 명도를 probe 종류별과 깊이에 따라 분석하였다. 이는 윤정현[17,18], 이상화[19] 논문을 참고하였다. 이보삼[20]의 논문을 참고하여 프로브 종류에 따른 깊이별 영상을 분석하였다.

기존 Stainless의 실험 연구 결과에 따르면, 조직 검체의 음향 증강은 5가지 비교 재료에 비해 낮게 나타났다. 반면, 비교 실험한 5가지 종류의 재질은 기존 Stainless보다 음향 증강이 향상되는 결과를 얻었다. 초음파(ultrasound) 조직검사 시 제품화된 자동총 생검 바늘과 새로운 바늘의 재질에 대한 영상 평가는 curved probe에서 Tungsten과 Brass의 재질이 가장 음향 증강이 높게 나타났다. linear probe는 Brass, PLA(Polylactic acid), Aluminum, Copper에서 음향 증강이 높게 나타났다. Algorithm Parameters에 대한 빔 투과 깊이 연구[20]는 영상

의 평가만을 논하였지만[21], 본 연구는 투과 깊이에 따른 영상 뿐만 아니라 바늘(needle)의 시각적(visual) 면에 중점을 두고자 하였다.

본 연구의 제한점은 실제 상용화되어 사용되는 자동총 생검 바늘처럼 제작하지 않았지만, 가장 비슷하게 제작하기 위해 3D 프린팅을 이용하여 제작하였다. 재질은 5종류의 재료를 가지고 바늘을 제작하여 연구하였고, 현재 의료기관에서 사용하고 있는 Stainless 제품과 3D 프린팅 생산 제품을 비교한 결과 다소 정교하지 못한 점에 아쉬움이 있다. 그러므로 향후 상용화된 바늘과 가장 유사하고 정교한 바늘의 개발이 조직 생검(Tissue biopsy)의 검체 획득 시 본 연구에서 다루지 못한 제한적인 요소들을 해결하여 적용한다면, 시술자의 질적 성장과 환자 모두 편익이 증대될 것으로 사료된다. 이에 본 논문을 참고하여 전향적 연구를 진행하고 있으며, 이러한 연구 결과는 국민 건강과 국가적 보건 향상에 기여할 것으로 판단된다.

V. 결론

인체 조직 검사에 사용되는 생검 총(Biopsy gun)을 이용하여 현재 사용되는 제품화된 생검 총 재질인 Stainless와 비교 연구하고자 하는 5가지 바늘 재료를 이용하여 실험한 결과이다. QLAB 분석의 프로브별 깊이에서 신호 강도가 가장 우수한 재질은 curved probe에서는 7 cm와 5 cm에서 모두 Tungsten으로 나타났고, linear probe 4 cm는 Brass, 3 cm는 Brass와 PLA(Polylactic acid)가 높게 나타났다. Image J 분석에서 SNR이 가장 우수한 재질은 curved probe에서는 7 cm와 5 cm에서 모두 Brass로 나타났고, linear probe에서 4 cm는 Brass와 Aluminum이 가장 높게 나타났고, 3 cm에서는 Brass가 높게 나타났고, Image J 분석에서 밝기가 가장 우수한 재질은 curved probe는 7 cm와 5 cm에서 모두 Tungsten으로 나타났고, linear probe도 4 cm와 3 cm에서는 모두 Aluminum이 높게 나타났고.

이에 본 연구 결과처럼 새로운 재질의 음향 증강 결과를 활용하여 생검 총 바늘(biopsy gun needle)의 재질 개발에 기여할 것이며, 환자의 조직검사 진행에서 발생하는 다양한 부작용(side effect)이 낮아질 수 있을 것으로 사료된다. 동시에 검체 획득과정 중 시술자의 질적 성장을 높여 수준 높은 의료를 행할 수 있을 것으로 판단되며, 새로운 재질의 연구는 국민의 보건 향상에 이바지할 것이다.

REFERENCES

- [1] Shim HS. Ultrasound imaging. Seoul: Hanmi Medical Press; 2016, pp. 139–149.
- [2] Choi BI. Upper abdominal ultrasound diagnostics. Seoul: ilchokak Press; 2015, pp. 140–152.
- [3] SHim HS. Atlas ultrasound imaging. Seoul: Hanmi Medical Press; 2021, pp. 58–101.
- [4] Zagzebski JA. Essentials of ultrasound physics. United Kingdom: Mosby Press; 1996, pp. 10–102.
- [5] Walker TG. Diagnostic imaging: Interventional procedures. Salt Lake City: Amirsys Press; 2013, pp. 10–50.
- [6] Kim CS, Kang SS, Kim JH. Evaluation of quantitative image quality using frequency and parameters in the ultrasound image. Journal of the Korean Society of Radiology. 2016;10(4):247–53. DOI: <https://doi.org/10.7742/jksr.2016.10.4.247>
- [7] Lee JS, Kim CS. Application of computer aided diagnosis a using texture feature analysis algorithm in breast us image. Journal of The Korea Academia Industrial Cooperation Society. 2015;16(1):507–15. DOI: <https://doi.org/10.5762/KAIS.2015.16.1.507>
- [8] Han DH, Seo YL, Choi CS, et al. A Steerable guiding device: The new method in ultrasound guidance. Investigative Radiology. 2022;37(11):626–31. DOI: <https://doi.org/10.1097/01.RLI.0000031074.37936.D9>
- [9] Bradley MJ. An in vitro study to understand successful free hand ultrasound guided intervention. Pubmed. 2021;56(6):495–8. DOI: <http://doi.org/10.1053/drad.2000.0579>
- [10] Park YH. The analysis of artifact by needle in ultrasound guided biopsy [master's thesis]. Seoul: Korea University; 2005.
- [11] Kim MS, Lee WH. Usefulness of US guide core needle biopsy for pathologic diagnosis of breast lesion with microcalcification: Comparison of stereotactic vacuum assisted biopsys. KSMC. 2011;2(1):77–82.
- [12] Nichols K, Wright LB, Spencer T, Culp WC. Change in Ultrasonographic echogenicity and visibility of needles with changes in angles of insonation. Journal of Vascular and Interventional Radiology. 2003;14(12):1553–7. DOI: <https://doi.org/10.1097/>

- 01,RVI.0000099527,299
- [13] Bisceglia M, Matalon TA, Siver B. The pump manoeuvre: An atraumatic adjust to enhance ultrasound needle tip localization. *Radiology*. 1990;176(3):867-8. DOI: <https://doi.org/10.1148/radiology/radiology.176.3.2202015>
- [14] Choi MS, Song JN. Usefulness of X-ray guided biopsy and ultrasound guided biopsy in breast microcalcification biopsy. *The Korean Society of Radiology*. 2016;10(3):200-6. DOI: <https://doi.org/10.7742/jksr.2016.10.3.201>
- [15] Gupta S. New techniques in image guide percutaneous biopsy. *Cardiovasc Intervent Radial*. 2004;(2):91-104. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00270-003-0056-3>
- [16] Lee JS, Kim CS. Image analysis of diffuse liver disease using computer aided diagnosis in the liver US image. *Journal of the Korean Society of Radiology*. 2015;9(4):227-34. DOI: <https://doi.org/10.7742/jksr.2015.9.4.227>
- [17] Yoon JH. Quantitative evaluation of vascularity using 2-d power doppler ultrasonography may not identify malignancy of the thyroid. *Ultrasound in Medicine*. 2015;41(11):2873-83. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2015.07.009>
- [18] Nam SJ, Yoo J, Lee HS, Kim EK, Moon HJ, Yoon JH, et al. Quantitative evaluation for differentiating malignant and benign thyroid nodules using histogram analysis of grayscale sonograms. *Journal of Ultrasound in Medicine*. 2016;35(4):775-82. DOI: <https://doi.org/10.7863/ultra.15.05055>
- [19] Lee SH. A study on the quantitative evaluation method of image improvement using brightness change and structural similarity between medical images [master's thesis]. Seoul: Korea University; 2022.
- [20] Lee BS, Lim HS. Evaluation of depth penetration by changing image parameters USING phantom on ultrasound. *Krta*. 2004;30(1):77-89. DOI: <https://koreascience.kr/article/JAKO200473605816983>
- [21] Jang HW. From the PACS SNR comparison of raw image and compression image [master's thesis]. Seoul: Korea University; 2004.
- [22] Kim JH, Shin EH. Spatial dose distribution for c-arm examination within operation room using monte carlo method. *Journal of Radiological Science and Technology*. 2021;44(3):205-10. DOI: <https://doi.org/10.17946/JRST.2021.44.3.205>
- [23] Jeong KH, Jung DK, Seo JM. A study on the measurement linearity of hotoluminescent dosimeter. *Journal of the Korean Society of Radiology*. 2021;15(6):841-7. DOI: <https://doi.org/10.7742/jksr.2021.15.6.841>

구분	성명	소속	직위
제1저자	김 훈	한서대학교 보건의료학과 / 한림대학교 동탄성심병원	박사 대학원생 / 방사선사
교신저자	임창환	한서대학교 보건의료학과	교수