

<원저>

초음파골밀도측정기 정도관리 방안제시를 위한 한국 초음파골밀도 사용현황 조사

정윤지¹⁾·김미정²⁾·이승열²⁾·이태희²⁾·성열훈¹⁾

¹⁾청주대학교 보건의료대학원 방사선학과, ²⁾식품의약품안전처 의료기기연구과

Survey on Usage of Korean Quantitative Ultrasound for Proposing Quantitative Ultrasound Quality Control Guideline

Jeong Yoon-Ji¹⁾·Kim Mi-Jeong²⁾·Lee Seung-Youl²⁾·Lee Tae-Hee²⁾·Seoung Youl-Hun¹⁾

¹⁾Department of Radiological Science, Graduate School of Health Sciences, Cheongju University

²⁾Ministry of Food and Drug Safety, Medical Device Research Division

Abstract This study was investigated quantitative ultrasound (QUS) usage in Korea for the QUS quality control guidelines. A total of 344 questionnaires collected from July 24th to August 25th 2017 were analyzed. Questionnaires were created through user interviews, expert group advice, literature review and field observation. As a result of the general characteristics of quantitative ultrasound holding amounted to 81.98% of clinic and 6.69% of hospitals. The main user was radiological technologists as 31.39%. The contact methods of the gel pad (balloon) were the most used at 56.68% and the scan region was 91.9% of calcaneus. The quantitative ultrasound quality control cycle was 67.37% when the abnormality was found in the equipment, and 63.66% when the accuracy control was implemented according to the manual. The phantoms of QUS were 34.30% of the manufacturer's own phantoms. User of QUS had never received education for quality control of quantitative ultrasound as 62.20%. This study was expected to be useful when creating detailed quality control guidelines in the future, as well as guidelines for the quality control of Korea's standard quantitative ultrasound.

Key Words : Quantitative Ultrasound, Quality Control, Korea, Bone Densitometry

중심 단어 : 정량적 초음파, 정도관리, 한국, 골밀도검사

1. 서 론

골다공증은 낮은 골밀도와 미세구조이상으로 골절의 위험성을 예상할 수 있는 골격계 질환이라고 세계보건기구(world health organization; WHO)에서 정의하고 있다 [1]. 골다공증으로 인한 골절은 높은 이환율과 사망률을 초래하고 삶의 질을 저하시키며 의료비용의 급격한 증가를 가져온다. 선진국에서는 기대 수명이 점차 증가함에 따라 골다공증과 그에 따른 취약성 골절은 50세 이상의 노인에게 있어 주요 건강 문제가 될 것이며 골다공증 환자 관리를 위

한 사회 경제적 수요가 증가할 것이라고 보고하고 있다 [2,3]. 또한 골다공증은 연령이 증가함에 따라 유병률이 증가하지만 골절이 일어나기 전까지는 증상이 없으므로 평소에 골량의 변화를 측정하여 초기에 예방하는 것이 매우 중요하다. 이러한 골다공증은 단위 부피 또는 단위면적 당 뼈의 질량을 측정할 골밀도(bone mineral density; BMD)를 평가하여 예측할 수 있다[4].

골밀도 검사법은 정량적 골밀도측정법(bone densitometry), 방사선흡수법(radiographic absorptiometry; RA), 이중에너지 방사선흡수계측법(dual energy X-ray absorptiometry;

DXA), 정량적 자기공명법(quantitative magnetic resonance; QMR), 정량적 초음파법(quantitative ultrasound; QUS), 정량적 전산화단층촬영(quantitative computed tomography; QCT) 등이 있다[5]. 이 중 표준 골밀도 측정법으로 DXA가 일반적으로 널리 사용되고 있다. X선을 이용한 진단 방법은 방사선피폭문제와 더불어 높은 비용과 장비의 크기가 크기 때문에 소규모 의료기관에서 손쉽게 사용하기 어려운 단점이 있다[6]. 그러나 QUS는 상대적으로 다른 검사에 비해 신속하고 비용이 저렴하며 이동이 가능하기 때문에 공간사용 효율이 우수하다. 특히 가장 큰 장점은 방사선 피폭이 없는 비침습적인 검사로 여성, 남성, 어린이, 신생아 및 조산아를 포함한 모든 집단에 적용될 수 있다[7]. 오랜 기간에 걸쳐 서서히 진행되는 골다공증의 예방을 위해 최근에는 성장기부터 골밀도 관리의 필요성이 대두되고 있다[8]. 따라서 QUS는 골다공증 진단을 위한 효과적인 선별 도구(screening test)로서 점점 관심을 가져왔다.

하지만 QUS는 DXA와 거의 유사한 골절 위험성 예측과 입증되어 있는 장점에도 불구하고, 골다공증 검사 및 식별에 사용하는 것에 여전히 재현성과 정확성 측면에서 논란이 되고 있다[9]. 골밀도 검사는 일반적인 영상학적 검사와 달리 정량적인 수치를 이용하는 검사로 측정 데이터에 대한 정확성과 재현성이 매우 중요하기 때문에 엑스선골밀도측정기의 경우에는 이를 신뢰할 수 있는 기술문서 작성을 위한 가이드라인 개발 연구 등 연구가 활발히 진행되고 있다[10]. 그러나 국내 초음파골밀도측정기는 다른 골밀도측정기의 정도관리와 달리 정도관리 기본 요소인 안전, 장비의 교정, 장비의 성능유지, 측정과정의 모니터링, 기본교육 그리고 기간 별 수시 정도 관리에 대한 항목 및 규정이 명확하게 지정되어 있지 않다[11]. 특히 이를 위해서는 국내 초음파골밀도 측정장비 사용에 대한 현황 조사가 선행이 되어야 하지만 2005년 4개 병원에서 실시한 초음파골밀도 측정장비의 성능평가 연구가 유일한 선행연구로서 매우 미미한 실정이다[12].

따라서 본 연구에서는 전국 단위로 초음파골밀도 사용과 정도관리 현황을 단순 기술적 통계로 조사하여 현 수준을 파악하고 초음파골밀도측정기 정도관리 방안을 제시하고자 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 조사대상 및 방법

조사대상은 건강보험심사평가원에 초음파골밀도 측정기

를 신고한 전국 5,266개의 의료기관을 대상으로 하였다. 이중 무작위로 2342곳을 선별하여 2017년 7월 24일부터 8월 25일까지 설문조사를 실시하였다. 설문지의 배포 및 회수 방법은 직접 방문조사, Fax, 우편, 전자메일 등을 통해 수행하였다. 이때 회수된 응답지 중 DXA에 대한 응답 8건과 반송 27건을 제외한 유효 응답건 수는 총 344건이었다.

2. 설문문항 개발

설문문항 개발은 Fig. 1과 같은 과정으로 진행하였다. 초음파골밀도측정기의 원리 및 사용방법, 정도관리방법에 관한 기존의 연구와 문헌들을 고찰하였다. 문헌 고찰을 통하여 이론적배경과 초음파골밀도 측정기의 정도관리 방법의 현재 수준을 조사하였다. 전문가 인터뷰를 바탕으로 설문지를 개발하고 다시 이론적 배경을 검토하고 전문가 인터뷰를 반복하여 최종 설문지를 완성하였다.

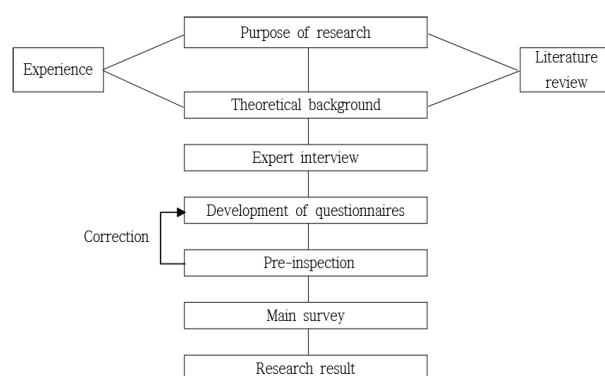


Fig. 1 Process of questionnaire development

3. 설문문항 내용

설문문항은 초음파골밀도 검사자 특성, 의료기관 종별 분류 및 주간시행 평균 건수, 초음파골밀도측정기 방식 및 측정부위, 초음파골밀도측정기 정도관리 시행 및 팬텀보유 현황, 초음파골밀도측정기 정도관리 주기 및 기록보관, 초음파골밀도측정기 정도관리 교육여부, 초음파골밀도측정기 일일 및 주간 정도관리 항목별 빈도, 초음파골밀도 측정 신뢰도 등의 문항으로 구성되었다.

4. 통계적 분석

수집된 자료의 통계처리는 SPSS 프로그램 (SPSS 24.0 for Windows, SPSS, Chicago, IL USA)을 이용하여 연구 대상의 일반적 특성과 초음파골밀도 사용 및 정도관리 현황에 대하여 기술통계 및 빈도분석을 실시하였다.

III. 결 과

1. 일반적 특성

1) 초음파골밀도 검사자 특성

초음파골밀도 검사자에 대한 특성은 Table 1과 같이 검사자의 직종은 방사선사가 31.39%로 가장 많았고, 의사 24.7%, 간호조무사 19.18%, 간호사 12.20%, 물리치료사 2.32%순으로 나타났다. 성별은 여자가 44.48%로 남자 43.31%보다 많았고, 평균연령은 여자 38.2±8.8세, 남자 47.7±9.9세로 나타났다.

2) 의료기관 종별 분류 및 주간시행 평균 건수

본 설문조사에 의한 의료기관 종별에 따른 초음파골밀도 측정기 분포는 Table 2와 같다. 의원급에서 81.98%로 대부분을 차지하였고, 병원급에서 6.69%, 요양병원에서 5.81%, 종합병원에서 1.74%, 상급종합병원과 한방병원에서는 각각 0.29% 순으로 보유하고 있었다. 이들의 주간 초음파골밀도

검사 평균 건수는 2.87회이었다.

2. 초음파골밀도측정기 사용현황

1) 초음파골밀도측정기 방식 및 측정부위

Table 3은 초음파골밀도측정기의 사용현황에 대한 표이다. 측정방식은 껌패드와 별론 접촉방식이 56.68%로 가장 많이 사용되고, 직접 접촉방식이 32.84%로 뒤를 이었다. 측정부위는 발뒤꿈치(종골)가 전체의 91.9%차지했다.

2) 초음파골밀도측정기 정도관리 시행 및 팬텀보유 현황

초음파골밀도측정기 정도관리에 대한 응답은 Table 4와 같다. 초음파골밀도측정기의 정도관리를 매뉴얼대로 시행하고 있는 경우는 전체의 63.66%이며, 초음파골밀도측정기의 정도관리를 위한 팬텀보유에 대한 응답은 잘 모르는 경우가 41.27%로 대부분이며 팬텀이 있는 경우에는 제조사 자체팬텀이 34.30%로 가장 많았다.

Table 1 General characteristics of the subjects

	Territory	N(344)	%(100.0)
Occupation	Radiological technologists	108	31.39
	Doctor	85	24.70
	Practical nurse	66	19.18
	Nurse	42	12.20
	Undecided	13	3.77
	Medical technologist	8	2.32
	Physical therapist	2	0.58
	non-response	20	5.81
	Gender(Age)	Female 38,20±8,83	153
Male 47,66±9,93		149	43.31
Non-response		42	12.21

Table 2 The Current state in using quantitative ultrasound by types of medical institutions in Korea

	N(344)	%(100.0)
Clinic	282	81.98
Hospital	23	6.69
Convalescent hospital	20	5.81
General hospital	6	1.74
Tertiary medical center	1	0.29
Korean Herb Medicine Hospital	1	0.29
Non-response	11	3.20

Table 3 Usage status of quantitative ultrasound

	Territory	N(344)	%(100.0)
Type of measurement	Gel-padded and balloon	195	56.68
	Direct contact	113	32.84
	Water bath	10	2.90
	Ect	2	0.58
	Non-response	24	6.97
Scan region	Calcaneus	316	91.86
	Wrist (radius & ulna)	3	0.87
	Finger	6	1.74
	Ect	4	1.16
	Non-response	15	4.36

Table 4 Trial state of quality control

	Territory	N(344)	%(100.0)
Trial state of quality control	Perform it based on the manual	219	63.66
	Manual does not exist	50	14.53
	Enforce only part of the manual	41	11.91
	A manual exists, but it is not implemented	19	5.52
	Add quality control items to manual and implement	2	0.58
	Non-response	13	3.77
Presence of quality control phantom	Do not know	142	41.27
	Manufacturer's own production phantom	118	34.30
	It did not exist from the beginning	53	15.40
	Go astray	13	3.77
	Individual purchase	5	1.45
	Non-response	13	3.77

3) 초음파골밀도측정기 정도관리 주기 및 기록보관

Table 5는 정도관리 주기에 대한 응답이며 장비에 이상 징후 발견 시에 정도관리를 하는 경우가 67.37%로 가장 많았고, 1년을 주기로 하는 경우는 11.22%, 6개월 10.16%, 정도관리를 하지 않는 경우가 9.09%, 3개월 1.60%, 1개월 0.53% 순이었다. 정도관리 기록은 40.98%만이 보관하지 않고 있었으며, 4년 이상 30.0%, 2년~3년 미만 8.1%, 3년~4년 미만 7.6%, 1년 미만 3.8%, 1년~2년 미만 3.5%이었다.

4) 초음파골밀도측정기 정도관리 교육

초음파골밀도측정기 정도관리에 대한 교육여부는 Table 6과 같다. 교육받은 적이 없다는 응답이 전체의 62.20%이고, 교육받은 적이 있다는 응답은 36.33%이며 무응답은 1.45%이다.

5) 초음파골밀도측정기 정도관리 일일 및 주간 항목별 빈도

일일 정도관리 항목과 일일 정도관리 항목에 대한 빈도분석 결과는 Table 7에서 보여 진다. 일일 정도관리로 가장 많은 응답 수를 나타낸 것은 장비의 외관청소였으며 검사실 청소유무, 장비의 전선 이상 유무, 케이블 플러그 이상 유무를 확인, 검사지 출력 프린터기 작동 확인 등 외적으로 점검 가능한 것들이었다. 장비의 기능과 관련된 항목들은 교정, 팬텀을 이용한 측정 등이 뒤를 이었다. 하지만 초음파 골밀도 측정기 장비성능유지를 위해 국제골밀도학회(the international society for clinical densitometry; ISCD)에서 권고한 사항인 검사실의 온도 습도 체크는 하위권에 머물렀다. 또한 수조 방식의 초음파골밀도측정기에서 측정의 정확성을 확보하기 위하여 일일 정도관리로 수조방식의 물 온도를 체크하는 것은 중요하다. 하지만 물 온도를 체크하고 있다는 응답은 0.75%

Table 5 Quality control cycle and storage of quality control records

Territory		N(187)	%(100.0)
Quality control cycle	When abnormality is found in equipment	126	67.37
	Every year	21	11.22
	Every 6 months	19	10.16
	N/A	17	9.09
	Every 3 months	3	1.60
	Every month	1	0.53
Storage of quality control records	Do not keep quality control record	141	40.98
	Over 4 years	103	29.94
	2 years - less than 3 years	28	8.13
	3 years - less than 4 years	26	7.55
	Less than 1 year	13	3.77
	1 year - less than 2 years	12	3.48
	Non-response	21	6.10

Table 6 Presence or absence of ultrasound quality control education

	N(317)	%(100.0)
Educated	125	36.33
Uneducated	214	62.20
Non-response	5	1.45

Table 7 Quality control items at daily of QUS

Territory	%(100.0)
Cleaning the outside of the equipment	9.74
Laboratory cleaning check	9.74
Check the failure of the electric wire of equipment	7.19
Check cable plug failure	6.81
Operation of printer machine to output test paper	6.00
Calibration	5.79
Secure power supply stability	5.73
Gel pad (balloon) cleanliness	5.41
Gel pad (balloon) Outline defect check	4.43
Accuracy of measurement site	4.27
Check gel pad (balloon) compression imperfections	3.67
Measurement using a phantom	3.57
Cleaning the probe	3.51
Check for equipment alarm failure	3.51
Check that there are liquids and chemical substances around equipment	3.40
Equipment horizontal measurement	2.48
Check whether there is an electrical product that generates vibration around the equipment	2.38
Check that the console screen functions	2.27
Check if there is a product that generates strong magnetic field around equipment	2.16
Check laboratory temperature	2.11
Check water bath type drain	2.05
Check operation of gel storage warmer	1.51
Check the humidity of the laboratory	1.40
Check water bath type temperature	0.75

에 그쳤다. 수조방식의 초음파골밀도측정기를 사용하는 의료기관이 전체의 2.9%인 것을 감안하여도 낮은 수준이었다.

주간 정도관리 항목과 주간 정도관리의 항목별 빈도분석 결과는 Table 8이다. 일일 정도관리와 마찬가지로 주간정도 관리에서 가장 많이 시행하고 있는 것은 장비의 외관청소였으며, 교정(calibration)이 그 뒤를 이었다. 장비의 전선 이상 유무, 검사실 청소유무, 케이블 플러그 이상 유무 등 전체적인 응답 수는 일일 정도관리와 비슷한 양상을 보였다.

3. 초음파골밀도 측정 신뢰도

1) 검사자의 초음파골밀도 측정 결과 신뢰도

초음파골밀도 검사의 측정 결과의 신뢰여부는 Table 9와 같이 신뢰한다는 응답이 68.02%, 신뢰하지 않는다는 응답이 26.45%였다.

2) 초음파골밀도 측정 결과 불 신뢰 원인

Table 10은 측정결과를 신뢰하지 않는다는 응답자 중 신뢰하지 않는 이유에 대한 결과이다. 검사마다 다른 결과로 인해 신뢰하지 않는 경우가 44.91%이고, 초음파 자체를 신뢰하지 않는 경우가 16.94%였으며, 검사 자세의 불안정성과 교정의 불안정성 등을 이유로 초음파골밀도 측정기의 측정결과를 신뢰하지 않고 있었다.

Table 8 Quality control items at weekly of QUS

Territory	%(100.0)
Cleaning the outside of the equipment	11.10
Calibration	7.68
Check the failure of the electric wire of equipment	6.84
Laboratory cleaning check	6.84
Check cable plug failure	6.05
Gel pad (balloon) cleanliness	5.95
Secure power supply stability	5.55
Operation of printer machine to output test paper	5.50
Check for equipment alarm failure	4.71
Gel pad (balloon) Outline defect check	4.51
Check gel pad (balloon) compression imperfections	4.06
Cleaning the probe	3.47
Equipment horizontal measurement	3.27
Accuracy of measurement site	3.22
Measurement using a phantom	3.07
Check that there are liquids and chemical substances around equipment	2.92
Check if there is a product that generates strong magnetic field around equipment	2.68
Check whether there is an electrical product that generates vibration around the equipment	2.33
Check that the console screen functions	2.23
Check laboratory temperature	2.13
Check water bath type drain	2.13
Check the humidity of the laboratory	1.59
Check operation of gel storage warmer	1.54
Check water bath type temperature	0.64

Table 9 Confidence of exam result in the quantitative ultrasound

Territory	N(344)	%(100.0)
Trust	234	68.02
Distrust	91	26.45
Non-response	19	5.52

Table 10 Reasons for distrust to quantitative ultrasound results

Territory	N(118)	%(100.0)
Results vary with each scan	53	44.91
Distrust of Ultrasound	20	16.94
Instability of patients position	18	15.25
Instability of calibration	16	13.55
A defect in the skin	8	6.77
Ect	3	2.54

Ⅳ. 고 찰

우리나라 국민의 관심 진료행위에 따르면 연간 골밀도 검사를 시행한 환자 수는 2012년 약 130만 명에서 2016년 약 150만 명으로 증가되었다[13]. 이는 골밀도 검사가 국민의 관심을 끌고 있으며 골다공증의 조기발견을 위해 골밀도 검사의 수요가 증가되고 있음을 보여준다. 정량적 골밀도 검사를 위한 장비로 QUS는 휴대가능하며 검사시간이 짧고 피폭이 없다는 입증된 장점에도 불구하고[14], 다른 검사와 달리 정도관리 항목과 기준의 부재로 인해 정도관리를 통한 의료 장비 및 측정품질 확보에 어려움이 있다. 장비의 정확도와 정밀도를 유지 관리하는 것이 QUS의 효과적인 사용에 가장 중요하며, 품질 보증 및 품질 관리 프로그램이 지속적으로 필요하다[15].

따라서 본 연구에서는 초음파골밀도측정기의 정도관리 방안을 제시하기 위해서 국내 초음파골밀도측정기 사용 의료기관을 대상으로 사용현황을 조사하였다. 그 결과, 우선적으로 고려해야 할 사항은 초음파골밀도 측정기보유율이 81.98%로 가장 많은 의원에서 손쉽게 접근할 수 있는 정도관리 방안을 마련하는 것이다. 일반적으로 의원에서는 부족한 인력과 전문적인 정도관리를 하기 위한 환경조성이 어렵기 때문에 육안 평가 위주의 일일 정도관리 체크리스트 개발과 전문가용 정도관리 방안의 개발이 필요하다. 본 설문조사에서도 장비의 외관청소와 검사실 청소유무, 장비의 전선 이상 유무, 케이블 플러그 이상 유무를 확인, 검사지 출력 프린터기 작동 확인 등 외적으로 점검 가능한 것들을 선호하였다. 그러나 전문적인 정도관리를 위해서는 팬텀을 이용한 교정과 초음파 전파속도에 영향을 주는 수조방식의 물 온도에 대한 정밀한 점검 등이 추가되어야 한다. 본 연구에서 발견되는 장비 정도관리 문제점은 장비의 정기적인 관리가 미흡하였고 정도관리 기록 또한 부실하다는 것이다. 이는 초음파골밀도 측정기를 운영하는 데에 필요한 기본적인 초음파 특성에 대한 교육의 부재라고 판단된다.

국제골밀도학회(the international society for clinical

densitometry; ISCD)에 의하면 정기적인 품질관리를 하여 장비 성능 및 안정성을 모니터링 하는 것이 측정 품질을 좋게 하기 위한 전제조건이며 검사자의 인식을 높이기 위한 교육이 중요하다고 언급하고 있다[16]. 따라서 초음파골밀도 검사자를 위한 초음파 골밀도 측정 방법 및 정도관리 교육 콘텐츠 개발이 필요하다. 본 연구에서도 초음파골밀도 검사자들 스스로도 약 27% 정도가 결과를 신뢰하고 있지 않았으며, 초음파골밀도의 정도관리 교육을 약 62%가 받은 적 없다고 응답하여 이를 뒷받침해주고 있다. 또한 초음파골밀도측정기 정도관리 주기는 매일 시행하여야 한다고 권고하고 있지만[17], 국내의 주간 평균 검사 수가 2.87회인 점을 감안하였을 때 골밀도 검사가 있을 시에 검사 전 정도관리를 시행하는 것을 권고한다. X선을 이용한 골밀도장비와 초음파골밀도측정기 등 정량적 평가를 통해 골다공증을 진단하는 경우 X선과 초음파에 대한 전문적인 지식을 가지고 있는 전문 인력의 해석이 필요하다. 그럼에도 불구하고 본 조사에 의하면 약 55% 정도만이 방사선사와 의사들이 초음파 검사를 수행하고 있었다. 더 나아가 개별측정의 부정확성이 부정확한 진단으로 이어질 수 있기에 훈련된 방사선사의 전문적인 평가가 뒷받침되어야 한다. 다른 골밀도측정법과 마찬가지로 정확도를 얻기 위해서는 해부학적으로 일관된 뼈의 영역을 측정해야 하지만 환자 재배치 시에 뒤꿈치가 변형기와 평행하지 않거나 올바르게 조정되지 않을 때 정확도는 달라진다. 정확도에 대한 정도관리 테스트는 환자의 정확한 위치제어 및 문서화가 가능하고, 정도관리 타당성을 평가하기 위해 특히 중요하다. 그러한 이유로 미국 국제 초음파 골밀도협회에서는 실시하는 검사자의 인증제 제도를 실시하고 있다. 예를 들면 1회 평가 시 15-30명의 수검자를 2회 또는 3회 측정함으로써 측정의 차이를 비교하여 정밀도가 허용범위를 벗어날 경우에는 검사자의 훈련을 재개하고 적절한 방법을 검토하여 검사자의 능력을 신뢰성 있게 확보하고 있으며 이러한 인증제도의 국내 실시가 필요하다고 판단된다. 마지막으로 정도관리 프로그램 중 가장 중요한 구성 요소는 표준 팬텀을 이용하여 평가하는 것이다[18]. 하지만

조사 결과 팬텀의 보유율이 35.7%로 매우 낮았고, 주기적인 정도관리도 미흡하였다. 최근에는 3D 프린팅 기술을 이용하여 초음파 전파매질의 특성을 연구한 사례가 있었다[19]. 이러한 신기술을 이용하여 손쉽게 구할 수 있으며 범용성으로 사용할 수 있는 초음파골밀도측정용 표준 팬텀의 개발이 시급하다고 판단된다. 본 연구는 국내 최초로 초음파골밀도 측정기 사용현황을 조사한 연구로 초음파골밀도 측정의 효율적인 업무수행과 나아가 국내 의료기기 정도관리에 이바지하기를 기대한다.

V. 결 론

본 연구에서 전국의 초음파골밀도측정기 사용현황을 분석한 결과, 다음과 같은 시사점을 도출하였다.

첫째, 81.98%로 가장 많이 사용하는 1차 병원에서 손쉽게 접근할 수 있는 정도관리 방안 도출이 필요하다.

둘째, 초음파 정도관리 교육을 받은 적이 있는 응답은 36.33%에 불과하여 초음파골밀도에 대한 근본적인 교육이 부족하였다. 따라서 초음파골밀도 측정방법과 초음파골밀도 측정기 정도관리에 대한 교육 콘텐츠 개발이 필요하다.

셋째, 초음파골밀도 측정 결과를 신뢰하지 않는 이유로 검사마다 상이한 결과가 44.91%를 차지하였기 때문에 검사에 대한 신뢰성 확보를 위하여 우리나라에서도 국제골밀도학회에서 실시하는 검사자의 인증제와 같은 제도가 필요하다.

넷째, 제조사 자체팬텀을 제외하고는 전체의 65.70%가 팬텀이 없었기 때문에 범용적으로 사용할 수 있는 표준 초음파골밀도 측정용 팬텀 개발이 시급하다.

감사의 글

본 연구는 2017년도 식품의약품안전처의 연구개발비(17171MFDS371)로 수행되었으며 이에 감사드립니다.

REFERENCES

- [1] Kanis JA, Burlet N, Cooper C, Delmas PD, Reginster JY, Borgstrom F, et al. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporosis International*. 2008;19(4):399-428.
- [2] Albanese CV, De Terlizzi F, Passariello R. Quantitative ultrasound of the phalanges and DXA of the lumbar spine and proximal femur in evaluating the risk of osteoporotic vertebral fracture in postmenopausal women. *Radiologia medica*. 2011; 116(1):92-101.
- [3] Ensrud KE, Thompson DE, Cauley JA, Nevitt MC, Kado DM, Hochberg MC, et al. Prevalent vertebral deformities predict mortality and hospitalization in older women with low bone mass. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2000; 48(3):241-49.
- [4] Gluer C. Quantitative Ultrasound Techniques for the Assessment of Osteoporosis: Expert Agreement on Current Status. *Journal of Bone and Mineral Research*. 1997;12(8):101-7
- [5] Chung HY. Osteoporosis diagnosis and treatment 2007. *Journal of the Korea endocrine society*. 2008; 23(2):76-108.
- [6] Holi MS, Radhakrishnan S, Swaranamani S, Ayavelan NA. Quantitative ultrasound technique for the assessment of osteoporosis and prediction of fracture risk. *J Pure Appl Ultrason*. 2005; 27(2):55-60.
- [7] Pisani P, Renna MD, Conversano F, Casciaro E, Muratore M, Quarta E. Screening and early diagnosis of osteoporosis through X-ray and ultrasound based techniques. *World J Radiol*. 2013;5(11): 398-410.
- [8] Lee WJ. Sex Differences in Bone Marrow Density Measured by Quantitative Ultrasonometry: For 20 year old college student. *J. Radiological Science & Technology*. 2017;40(3):401-405.
- [9] Pais R, Campean R, Simon S, Bolosiu CR, Muntean L, Bolosiu HD. Accuracy of Quantitative Ultrasound Parameters in the Diagnosis of Osteoporosis. *Central European Journal of Medicine*. 2010; 5(4):478-485.
- [10] Lee SY, Kim JR, Kim ER, Lee JH, Lee CH, Park CW. A Study on Development of Guideline on Writing Technical Document for Electrical Medical Devices : Bone Absorptiometric X-ray System. *Journal of Radiological Science and Technology*. 2016;39(2):263-271.
- [11] Choi JI, Na DG, Kim HH, Shin YM, Ahn KJ, Lee JY. Quality Control of Medical Imaging. *J Korean*

- Radiol Soc. 2004; 50(5):317-331.
- [12] Yang SO. Study on Quality Assessment of Quantitative Ultrasound and Korean Female Normative Data. Ministry of Food and Drug Safety. 2005
- [13] Healthcare Bigdata Hub, <http://opendata.hira.or.kr/>
- [14] Kim JH, Prevalence and Factors associated with Osteoporosis using Quantitative Ultrasound Measurements in Women Farmers. Osteoporosis. 2014; 12(2):43-52.
- [15] Hans D, Krieg MA. The clinical use of quantitative ultrasound (QUS) in the detection and management of osteoporosis. IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control. 2008;55(7): 1529-1538.
- [16] Krieg MA, Barkmann R, Gonnelli S, Stewart A, Bauer DC, Barquero LDR, et al. Quantitative Ultrasound in the Management of Osteoporosis: The 2007 ISCD Official Positions. Journal of Clinical Densitometry. 2008;11(1):168-187.
- [17] Njeh CF, Hans D, Li J, Fan B, Fuerst T, et al, Comparison of Six Calcaneal Quantitative Ultrasound Devices: Precision and Hip Fracture Discrimination. Osteoporosis International. 2000; 11(12):1051-1062.
- [18] Kim HS, Dong KR, Ryu YH. Accurate Quality Control Method of Bone Mineral Density Measurement Focus on Dual Energy X-ray Absorptiometry. Journal of The Korean Radiological Technologists Association. 2009; 32(4):361-370.
- [19] Seoung YH, Effects on Changes of the Speed of Sound and the Broadband Ultrasound Attenuation on the Medium's Infilling in Additive Manufacturing Method of 3D Printing. J. Radiological Science & Technology. 2018; 41(1):53-60.