

Original article

전신 뼈 검사에서 의료용 신체 고정구의 유용성 평가

심동오 · 정우영 · 류재광 · 박철홍 · 김윤재
서울아산병원 핵의학과

Evaluating the Usability of Medical Body Wrap in Whole Body Bone Scan

Dong-Oh Shim, Woo-Young Jung, Jae-Kwang Ryu, Cheol-Hong Park and Yoon-Jae Kim
Department of Nuclear Medicine, Asan Medical Center, Seoul, Korea

*Corresponding Author : Dong-Oh Shim, Department of Nuclear Medicine Asan Medical Center, 388-1 Pungnap-2 dong, Songpa-gu, Seoul, 05505, Republic of Korea, Tel : +82-2-3010-5421, E-mail : sdo@amc.seoul.kr

ABSTRACT

Purpose: When performing nuclear medicine examinations, body wraps or plastic supports are used to support and immobilize the patient's upper extremities to prevent patient safety accidents. However, the existing plastic supports compromised patient and staff safety, including finger entrapment and falls. Moreover, the body wrap provided by manufacturers compromised image quality such as upper extremities cutoff during whole body bone scan. Therefore, a new design of body wrap was developed to improve the issue, and this study aims to evaluate the usability of this medical body wrap. **Materials and Methods:** To evaluate the usability of the newly designed medical body wrap, a quality assessment of whole body bone scan images and a user satisfaction survey were conducted. Adult patients (male:female=129:152, age: 60.3 ± 12.4 years, BMI: 24.0 ± 4.2) aged 16 years or older who underwent a whole body bone scan during two periods: June to July 2022 (before improvement, n=139) and June to July 2023 (after improvement, n=142) were randomly selected for image quality evaluation. Five radiotechnologists visually evaluated the posterior view of the whole body bone image, including the left and right elbow (2 points), arm (2 points), whether the hand is extended (2 points), whether the hand is included (2 points), and the number of visible fingers (10 points), with a total of 18 points, which were converted to 100 points and analyzed for difference before and after improvement using an independent sample t-test. The user satisfaction questionnaire was evaluated using a 5-point Likert scale among 16 radiotechnologists from three general hospitals who experienced the new body wrap. **Results:** The image quality assessment was 82.0 ± 13.8 before the improvement and 89.3 ± 10.1 after the improvement, an average of 7.3 points higher, with a statistically significant difference ($t=5.02$, $p<0.01$). The user satisfaction survey showed an overall satisfaction rating of 4.1 ± 0.8 for ease of use, 3.8 ± 0.7 for scan preparation time, 3.9 ± 0.7 for patient safety, 3.8 ± 1.2 for scan accuracy, and 4.2 ± 0.7 for recommendation (87.5% questionnaire response rate). **Conclusion:** The developed body wrap showed higher image quality and user satisfaction compared to the old method. Considering these results, it is deemed that the new body wrap may be more useful than existing methods.

Key words: Body Wrap, Body Immobilization, Bone Scan

서론

전신 뼈 검사(Whole body bone scan)는 골수염과 골절, 방사선 치료의 예후 평가 및 악성 종양 전이의 조기 발견 등 뼈 병변에 대해 높은 민감도를 가진 검사이며[1], 주요 핵의학 검사 중 하나이다. 전신 뼈 검사라 함은 ^{99m}Tc 을 표지한 polyphosphonate를 환자에게 정맥주사한 2~6시간 후에 감마카메라를 이용하여 머리 끝에서 발끝까지 주사(Scanning)하는 검사를 언급하며[2], 국소 평면 영상(spot-view), 삼상골 영상(3-phase), 단층촬영(SPECT) 영상을 함께 획득하는 경우도 있다[2,3]. 전신 뼈 검사 시행 시 환자의 팔과 손을 지지하고 고정하기 위하여 Body wrap, 플라스틱 지지대 또는 장비 자체에 설치된 지지대 등 다양한 방법이 사용되고 있으며(Fig. 1), 이를 통해 환자 안전사고를 예방하고 있다. 그러나 기존 플라스틱 지지대는 환자가 테이블에 오르내리거나 이동할 때 낙상 발생 위험이 있고, 이를 삽입 또는 제거하는 과정에서 환자 및 직원 안전을 저해하는 요소들이 잠재되어 있다. 또한 전신 뼈 검사 후 같은 장비에서 즉시 사위상(Oblique view) 또는 SPECT검사를 추가적으로 시행할 때[4] 플라스틱 지지대를 제거해야 하는 번거로움이 있으며 이는 검사업무 효율을 저하시키는 원인이 된다. 기존 신체 고정구는 팔과 손을 적절하게 지지하지 못하는 형태로 되어 있어 전신 뼈 검사 시 팔과 손이 관심 영역(Field of View, FOV)에서 벗어나는 등 영상 품질을 저하시키는 문제가 있다(Fig. 2). 이러한 단점들을 보완하기 위해 다음과 같이 개선하였다. 먼저, 플라스틱 지지대를 대체할 수 있는 형태로 Body wrap의 디자인을 변경하였으며(Fig. 3-(a)), 둘째, 검사 테이블과 환자의 신체 간의 간격을 유지하기 위해 지지대를 삽입하여 테이블 이동 시 환자의 팔이 검사 테이블 바닥에 부딪히거나 끌리는 것을 방지하였다(Fig. 3-(b)). 셋째, 소독이 용이한 소재의 재질을 사용하여 개발하였다. 본 연구는 핵의학 영상 검사 시 새롭게 개발된 의료용 신체 고정구 적용에 대한 유용성을 평가하고자 한다.

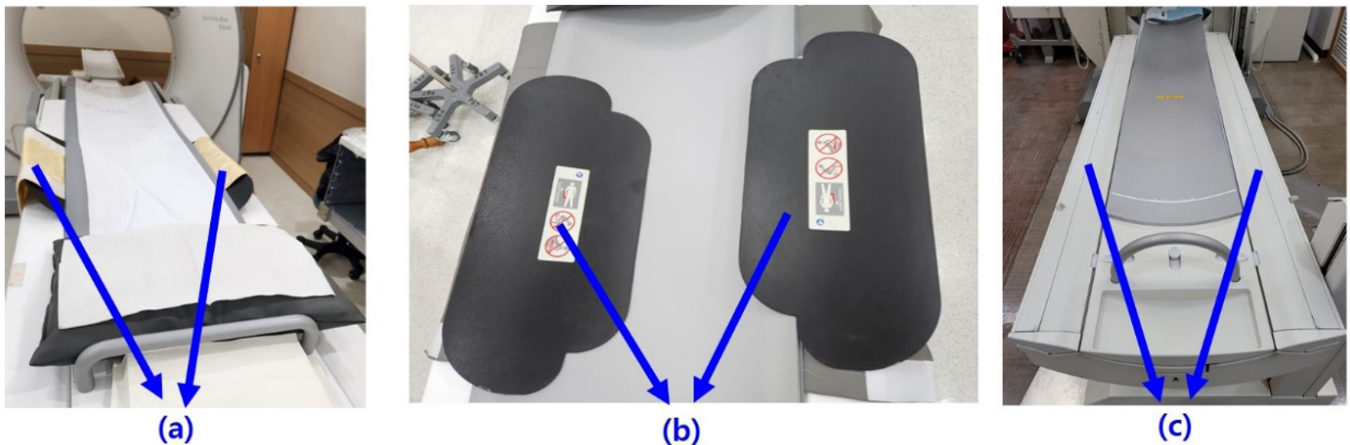


Fig. 1. Medical body fixation devices for whole body bone scan include body wrap (a), plastic supports (b), supports into gamma camera (c).

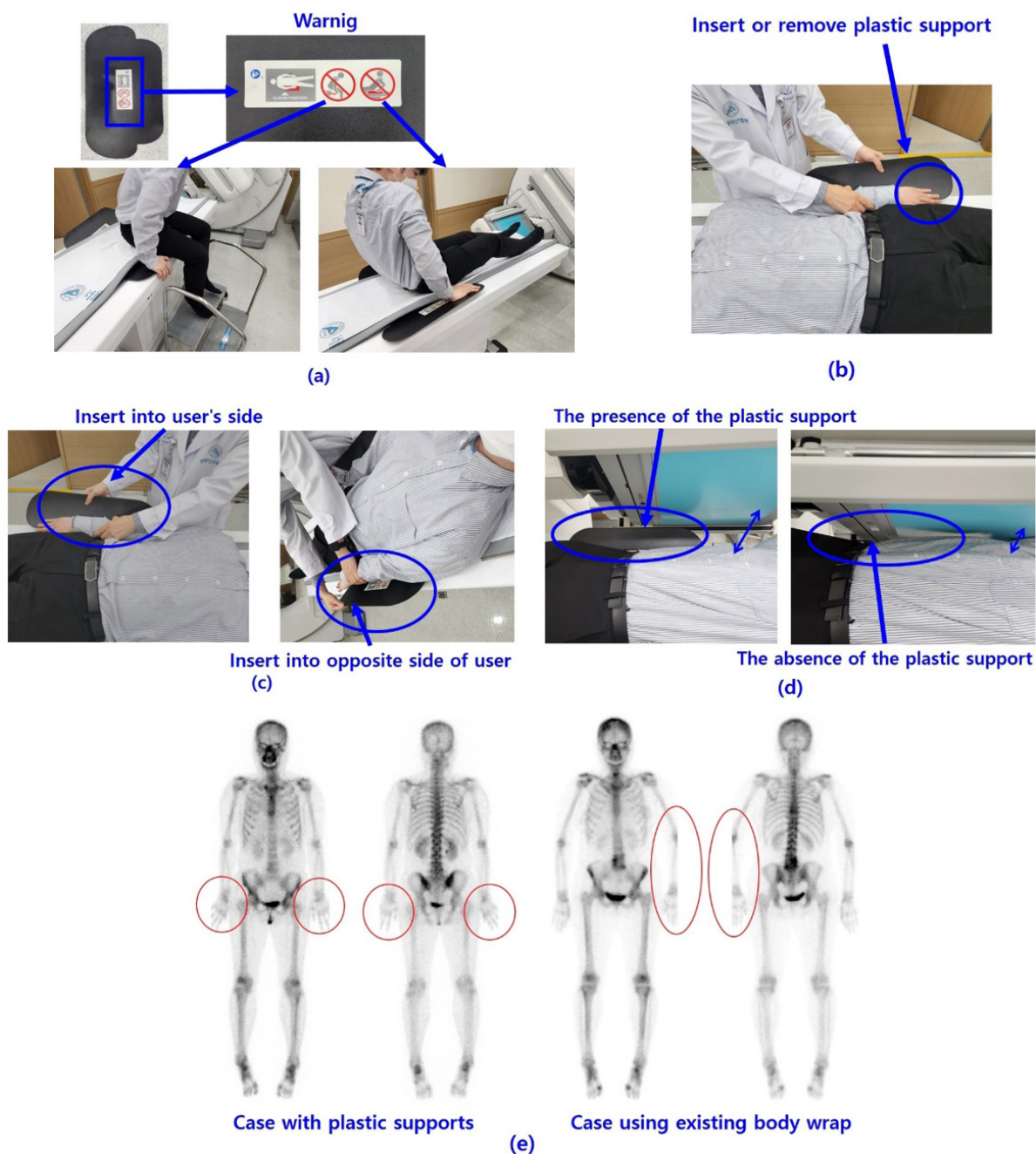


Fig. 2. When using existing plastic supports, issues such as the risk of falling (a), patient safety incident, staff safety incident (finger entrapment) (b), and decreased work efficiency arise (c). The presence or absence of plastic supports can lead to problems such as patients being far from the detector, resolution issues, and touch pad errors (d). Using existing medical body fixation devices, these are instances of whole body bone scans where the upper extremities and hands are excluded from the field of view (e).

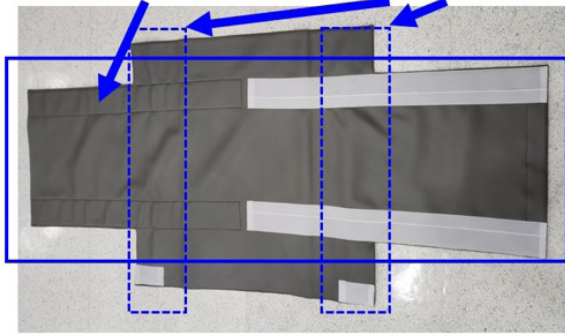
Existing body wrap + plastic supports**Hand support****(Functions as existing plastic support stand)****(a)****(b)**

Fig. 3. Design modification was implemented to accommodate the replacement of existing body wrap and plastic supports (Design applicant: Asan Foundation, application number: 30-2023-0002998, application date: 2023-01-26). Following whole body imaging, there is no need to remove the plastic supports for oblique view or SPECT additional examinations (a). We inserted supports to prevent the patient's arms from dragging on the table during movement due to the absence of plastic supports and utilized materials that are easy to disinfect (b).

대상 및 방법

개발된 의료용 신체 고정구의 유용성을 평가하기 위해 아래와 같은 방법으로 전신 뼈 영상의 질 평가, 케이스 리뷰(case review), 사용자 만족도 조사를 시행하였다.

1. 전신 뼈 영상의 질 평가

1개 종합병원에 설치된 핵의학과SIEMENS장비(Intevo, EvoExcel, Symbia.E)에서 전신 뼈 검사를 시행한 만 16세 이상 성인 환자 (남: 여=129:152명, 나이: 60.3 ± 12.4 세, BMI: 24.0 ± 4.2) 281명을 대상으로 하였으며, 2022년 6월부터 7월까지(개선 전, n=139), 2023년 6월부터 7월까지(개선 후, n=142) 두 기간 동안의 환자를 무작위 선정하였다. 5명의 방사선사가 전신 뼈 영상(Posterior view)의 좌 우 팔꿈치(2점), 팔(2점), 손 펴짐 여부(2점), 손 포함 여부(2점), 손가락 보이는 개수(10점) 총 5가지(총점 18점)를 육안 평가하여 100 점으로 환산한 후 독립 표본 t-검정으로 개선 전과 후의 차이를 SPSS Ver. 28을 이용하여 분석하였다(Fig. 4).

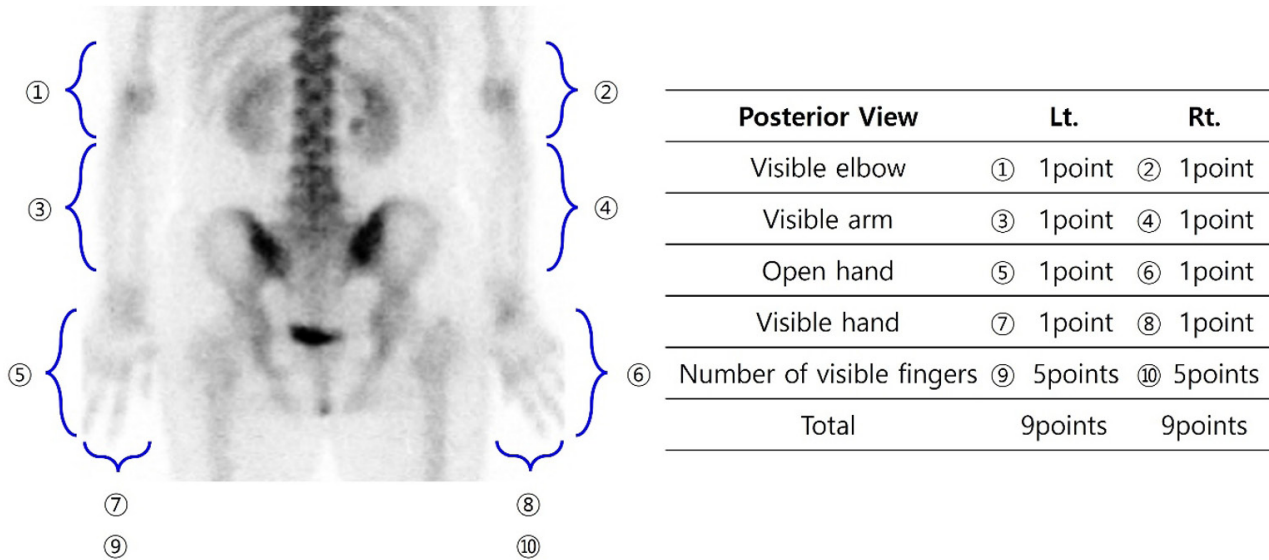


Fig. 4. This shows a detailed descriptions of the quality evaluation criteria for whole body bone images conducted in this study.

2. 동일 환자에서 전신 뼈 영상의 개선 전과 후의 케이스 비교

2022년 기존 신체 고정 방법을 사용한 환자들 중 영상의 품질이 떨어진 3개의 케이스를 추적하고, 이후 2023년에 개발된 의료용 신체 고정구를 도입하여 검사한 영상과 비교하였다.

3. 사용자 만족도 조사

사용자 만족도 설문 기간은 2023년 8월 25일부터 31일까지 7일간 네이버 폼을 통한 온라인 조사를 시행하였고, 개발된 의료용 신체 고정구의 사용 경험이 있는 3개 종합병원의 방사선사 16명을 대상으로 5점 리커트 척도를 이용하여 총 6개 항목으로 평가하였으며, 제품 사용 시 장 단점, 기타 개선이 필요한 부분에 대하여 개방형으로 설문하였다(Table 1).

Table 1. Details of the user satisfaction survey.

1. 사용 편의성	1-1. 기존 방법(플라스틱 지지대, Body wrap)에 비해 사용하는 과정이 단순했다. 1-2. 기존 방법에 비해 Whole Body Bone Scan 검사는 편리했다. 1-3. 기존 방법에 비해 Bone Static 추가 검사는 편리했다. 1-4. Whole Body Bone Scan 이 외에 다른 검사(Renal, Lung 등)는 기존 방법보다 편리했다.
2. 검사 준비시간	2-1. 기존 방법에 비해 Whole Body Bone Scan의 준비 시간이 줄었다. 2-2. 기존 방법에 비해 Static 추가 검사 시 준비 시간이 줄었다. 2-3. Whole Body Bone Scan 이 외에 다른 검사(Renal, Lung 등)는 기존 방법보다 준비 시간이 줄었다.
3. 안전 사고	3-1. 기존 방법에 비해 환자 안전사고가 감소할 것이다. 3-2. 기존 방법에 비해 환자 케어에 도움을 준다. 3-3 기존 방법에 비해 직원 안전사고가 감소할 것이다. 3-4. 제품 오염 시 기존 body wrap에 비해 소독하기 좋은 재질이다.
4. 검사 정확도	4-1. Whole Body Bone Scan의 검사 시 기존 방법보다 바른 자세를 유도했다. 4-2. Bone 사위 영상(Oblique view) 검사 시 기존 방법에 비해 Detector 밀착이 용이했다.
5. 사용 추천	5-1. 앞으로도 계속 사용하고 싶다. 5-2. 다른 사람(병원)에게도 사용할 것을 추천한다.
6. 본 제품에 대하여 전반적으로 만족한다.	
7. 본 제품 사용 시 사용자가 생각하는 장점이나 단점에 대해 자유롭게 작성해주시요.	
8. 향후 개선이 필요한 점이 있으면 자유롭게 작성해주시요.	

결과

1. 전신 뼈 영상의 질 평가 결과

영상의 질 평가 결과, 개선 전은 82.0 ± 13.8 점, 개선 후는 89.3 ± 10.1 점으로 평균 7.3점 더 높게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이가 있었다($t=5.02, p<0.01$)(Fig. 5, Table 2). 평가 부위를 세분화하여 살펴보면, 좌측 팔꿈치(①), 좌측 팔 포함(③), 우측 손 펴짐 여부(⑥), 좌우 손 포함(⑦, ⑧), 좌우 손가락(⑨, ⑩)의 경우에는 개선 후가 더 높았으며, 통계적으로도 유의미하였다. 다른 부위들도 개선 후 영상이 높게 평가되었으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다(Table 3).

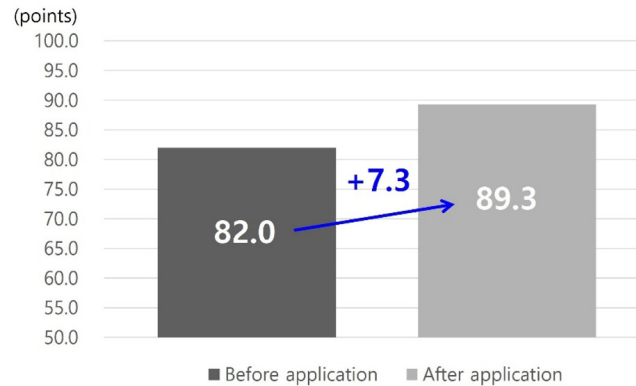


Fig. 5. The quality evaluation of the images revealed that the score was 82.0 points before improvement and 89.3 points after improvement, showing an average increase of 7.3 points. This difference was statistically significant ($t=5.02, p<0.01$).

Table 2. The quality evaluation results of whole body bone images.

New body wrap	N	Mean $\pm$ SD	t
Before application	137	82.0 ± 13.8	5.02*
After application	142	89.3 ± 10.1	

* $p<0.01$

Table 3. The results of the analysis of differences by evaluated area.

	New body wrap	N	Mean $\pm$ SD	t
① Lt. elbow (1 point)	Before application	137	0.97 ± 0.17	2.06**
	After application	142	1.00 ± 0.00	
② Rt. elbow (1 point)	Before application	137	0.98 ± 0.15	0.49
	After application	142	0.99 ± 0.12	
③ Lt. arm (1 point)	Before application	137	0.93 ± 0.25	1.84***
	After application	142	0.98 ± 0.14	
④ Rt. arm (1 point)	Before application	137	0.94 ± 0.24	0.91
	After application	142	0.96 ± 0.19	
⑤ Open Lt. hand (1 point)	Before application	137	0.83 ± 0.38	1.33
	After application	142	0.89 ± 0.32	
⑥ Open Rt. hand (1 point)	Before application	137	0.77 ± 0.42	3.33*
	After application	142	0.92 ± 0.28	
⑦ Lt. hand (1 point)	Before application	137	0.73 ± 0.44	3.84*
	After application	142	0.91 ± 0.29	
⑧ Rt. hand (1 point)	Before application	137	0.70 ± 0.46	4.15*
	After application	142	0.89 ± 0.31	
⑨ Lt. finger. (5 points)	Before application	137	3.99 ± 0.85	3.04*
	After application	142	4.28 ± 0.74	
⑩ Rt. fingers (5 points)	Before application	137	3.91 ± 0.83	3.88*
	After application	142	4.26 ± 0.69	

* $p<0.01$, ** $p<0.05$, *** $p<0.10$

2. 동일 환자에서 전신 뼈 영상의 개선 전과 후의 케이스 비교

첫 번째 케이스에서는 왼쪽 팔과 손을 충분히 고정하지 못하여 FOV를 벗어난 경우였으나, 개발된 의료용 신체 고정구를 적용함으로써 팔과 손이 모두 포함되었다(Fig. 6-(a)). 두 번째는 환자의 오른쪽 팔꿈치가 불편하여 FOV를 벗어났으나, 적용 후에는 양쪽 팔이 모두 FOV에 포함된 케이스이다(Fig. 6-(b)). 세 번째 케이스는 체중이 100kg 이상인 환자로, 양쪽 팔이 FOV에 완전히 포함되지 않았으나, 적용 후에는 양쪽 팔이 모두 잘 보임을 확인할 수 있었다(Fig. 6-(c)).

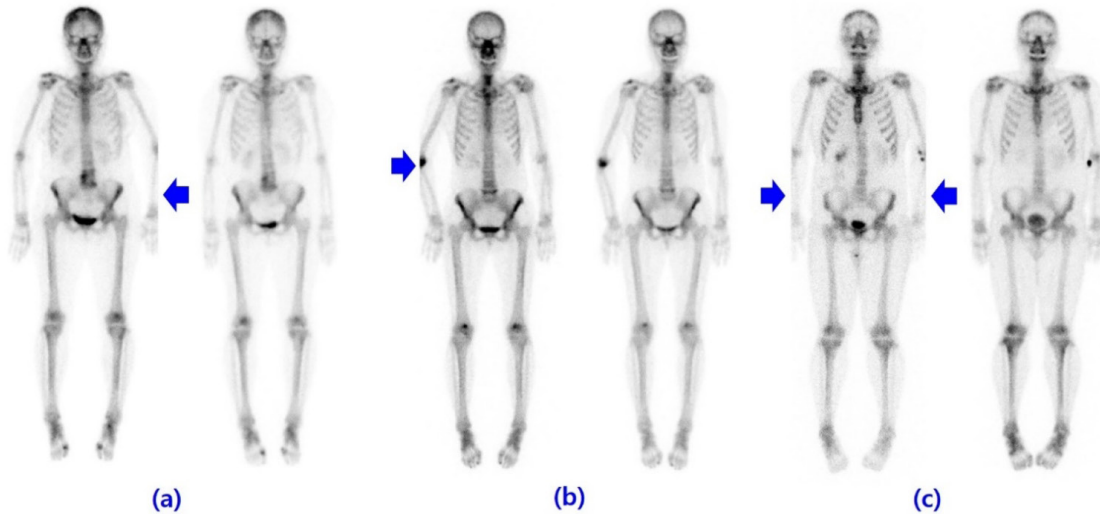


Fig. 5. These are images comparing whole body bone scans of the same patient before and after the application of the newly designed medical body wrap. The Lt. arm and Lt. hand are out of FOV (a). The Rt. elbow is out of FOV (b). Both arms and hands are out of FOV (c). The image quality of these parts improved after applying the new body wrap.

3. 사용자 만족도 결과

설문지 응답률은 87.5%였으며(미응답2명), 조사 대상의 인구학적 특성은 남자 8명, 여자 6명, 30세미만 7명, 30세이상 7명이었으며, 경력5년이하인 사용자가 8명, 10년이상 경력을 가진 사용자는 6명이었다.

사용자 만족도 조사 결과 분석에서 사용 편의성 4.1 ± 0.6 점, 검사 준비 시간 3.8 ± 0.7 점, 환자 안전 3.9 ± 0.7 점, 검사 정확도 3.8 ± 1.2 점, 사용 추천 4.2 ± 0.7 점이었고, 전반적인 만족도는 4.1 ± 0.8 점이었다(Table 4).

Table 4. The results of user satisfaction.

설문 항목	만족도 점수
사용 편의성	4.1 ± 0.6
검사 준비시간	3.8 ± 0.7
환자 안전	3.9 ± 0.7
검사 정확도	3.8 ± 1.2
사용 추천	4.2 ± 0.7
전반적인 만족도	4.1 ± 0.8

고찰

신체 고정구의 종류에 관계없이 검사 시 환자의 올바른 자세 유지가 가장 중요하다. 특히, 이번에 개발된 신체 고정구는 사용 방법이 미숙할 경우 기존 방법과 동일하게 영상 품질이 저하될 수 있다. 또한 순간 주사 검사 시 팔을 지지하는 과정에서 사용자가 불편함을 느끼는 등 일부 부정적 의견도 있었다. 그러나 이러한 문제는 사용 방법을 최적화하고 공유함으로써 개선될 수 있을 것으로 생각된다. 이러한 결과를 종합해 볼 때, 새롭게 개발된 의료용 신체 고정구는 기존 방법보다 더 빠르고 편리하며 고품질의 영상을 얻을 수 있을 것으로 기대된다. 더불어 국소 평면 영상(spot-view), 삼상골 영상(3-phase), 단층촬영(SPECT), 그리고 PET영상 등 검사 시 필요한 신체 부위별 고정구를 개발하여 상용화한다면 핵의학 영상 검사 시 보다 표준화된 영상을 획득할 수 있을 것으로 사료된다.

그러나 본 연구에서는 몇 가지 제한점이 있었다. 전신 뼈 영상의 질 평가는 평가자의 주관적인 판단과 육안 평가에 의존했으며, 타사 장비에서 얻은 데이터를 활용하지 못했다. 또한 사용자 만족도는 구조화되지 않은 설문지를 사용하여 신뢰도와 타당도를 검증하지 않았으며, 온라인 설문 조사 방법에 따른 오차 보정도 이루어지지 않았다. 이러한 한계를 극복하기 위해 더 구체적이고 체계적인 방법론과 도구를 사용한다면 후행연구에서는 보다 신뢰할 만한 결과를 얻을 수 있을 것이라고 예상된다.

결론

개발된 의료용 신체 고정구는 기존 방법보다 영상의 질적 평가와 사용자 만족도 모두 높게 나타났으며, 업무 효율성 증대, 환자 및 직원 안전사고 방지, 전신 뼈 영상의 질 향상 등 다양한 장점이 있는 것으로 파악되었다. 이러한 결과를 고려하면, 이 신체 고정구는 전신 뼈 영상 검사 시 기존 방법에 비해 더 유용할 것이라고 판단된다.

REFERENCES

1. Kwon OJ, Heo J, Lee HW, Kim JY, Bak MS, Roo DO, Kang CG, Kim JS. Study on image quality assessment in whole body bone scan. Korean J Nucl Med Technol. 2016;19(1):20-36. Retrieved from <https://www.koreascience.or.kr/article/JAKO201528638840540.page>
2. Kang KW. KOH's nuclear medicine. 4th ed. Seoul: Korea Medical Book Publishing Company; 2019. p. 699.
3. Bartel TB, Kuruva M, Gnanasegaran G, Beheshti M, Cohen EJ, Weissman AF, et al. SNMMI procedure standard for bone scintigraphy 4.0. J Nucl Med Technol. 2018;46(4):398-404. Retrieved from <https://tech.snmjournals.org/content/46/4/398.long>
4. Kim DS, Park JW, Choi JM, Shim DO, Kim HS, Lee YH. Building the process for reducing whole-body bone scan errors and its effect. Korean J Nucl Med Technol. 2017;21(1):76-82. Retrieved from <https://scienceon.kisti.re.kr/commons/util/originalView.do?cn=JAKO201733348349725&oCn=JAKO201733348349725&dbt=JAKO&journal=NJOU00291726>