

# Development of Radiological Examination Aids for Accurate Lower Extremity Length Measurement

Hee-min Ahn<sup>1</sup>, Sang-Hyun Kim<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Radiology, Kyung-Hee University Medical Center

<sup>2</sup>Department of Radiological Science, Shin-Han University

Received: September 30, 2024. Revised: November 28, 2024. Accepted: November 30, 2024.

## ABSTRACT

The purpose of the study is to produce an auxiliary device that can measure accurate actual values during radiological examination where the length of the lower extremities is different, and to provide accurate quantitative values for establishing surgical plans. After manufacturing the device, a height and length reproducibility experiment was conducted, and a quantitative evaluation was performed using the measured values. A qualitative evaluation was conducted with 10 orthopedic residents to evaluate its usefulness. In the height reproducibility test, the existing method was statistically significant at  $p < 0.05$  in all items except the 1.0 cm experiment, and the manufactured assistive device was not statistically significant at  $p \geq 0.05$ . In the length reproducibility test,  $p < 0.05$  was found for both the existing and manufactured assistive device methods. In the qualitative evaluation, the reliability value was 0.690 and the average value ranged from  $4.30 \pm 0.94$  to  $4.90 \pm 0.31$ . In conclusion, I think that if the surgical plan is made by expressing the difference in leg length as a quantitative value by using the manufactured auxiliary device, it can greatly contribute to the completeness of the surgery.

Keywords: Length of the lower extremities, Auxiliary device, Actual values, Height reproducibility, Length reproducibility

## I. INTRODUCTION

다리 길이 차이는 전체 인구의 40~70%로 높은 비중을 차지하는 흔한 문제로써 골절, 뼈의 정상적이지 못한 성장 또는 억제와 같은 근골격계의 문제, 일상생활의 좋지 못한 자세와 습관 등을 원인으로 들 수 있다. 또한 양측 축성골격(Axial skeleton)의 불균형, 다리근육의 기능·구조적 균형의 불일치, 인대 등을 포함하는 결합조직 구조의 좌우 비대칭 등으로 인해 초래될 수 있다<sup>[1]</sup>.

하지부동(Leg length discrepancy)은 대부분은 소아마비 후유증의 경우이나 그 외에 선천성 기형, 골절 정복 부전, 골단 성장선의 손상, 구루병 및 기타 골 혹은 관절의 염증 질환으로 인한 한쪽 하지

의 단축을 일으키는 요인은 많다. 보통 길이의 차이가 크지 않을 때는 보행 시 척추측만에 의한 보상이 가능하나 임상적으로 1인치 이상 차이가 날 때 교정이 요구된다. 이에 대한 해결 중 비수술적 방법으로는 깔창 혹은 제작한 구두 등이 이용되고 있고, 수술적 방법으로는 골단선 유합술, 사지 연장술 등이 있다<sup>[2]</sup>.

하지부동의 차이로 인한 수술적 방법 수행시 정확한 하지 길이 측정은 반드시 필요하다. 주로 이용하는 하지길이 측정 방법으로는 크게 두 가지로 임상적 방법과 방사선학적 방법이 있다. 방사선학적 측정 방법은 하지전신계측(Scanogram)을 검사하거나, 선자세에서 골반전후방향(Standing Pelvis AP) 검사하여 다리 길이의 차이를 측정하게 된다. 이렇

\* Corresponding Author: Sang-Hyun Kim E-mail: snuhkim1@naver.com Tel: +82-31-870-3417 Address: Shinhan University, 95, Hoam-ro, Uijeongbu-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea, 11644

게 수술하기 전에 다리 길이의 차이를 평가한 후에 교정하기 위해 수술 전 계획을 세우게 된다. 이를 위하여 정확한 확대율을 알 수 있는 최적의 방사선 사진을 획득하여 비구컵에 대한 사이즈 측정을 먼저 하고, 하지길이 차이와 보상에 대한 교정을 위해 대퇴 스템(Stem)에 대한 사이즈 측정을 시행하게 된다<sup>[3]</sup>. Scanogram이란 한 장의 엑스선 영상에 담을 수 없는 영상 데이터를 여러 장의 사진으로 나누어 촬영하고, 한 장의 영상으로 합성시켜 관찰하는 검사방법을 말한다<sup>[4]</sup>.

과거부터 현재까지 다리 길이의 차이를 줄이기 위한 많은 방법이 보고되어 있다. 선자세 골반 전후방향 검사로 수술 전 사이즈 측정을 시행하는 방법이 있으며, 수술 중 건축의 다리와 직접 만져서 비교하는 방법, 수술 부위에 계측기구를 삽입하여 측정하는 방법, 술 중 골반 전후방 방사선 사진을 촬영하여 하지부동을 교정하는 방법 등이 있다<sup>[5]</sup>. 즉 수술 전 다리 길이의 변화를 예상하는 방법으로는 대부분 엑스선 영상에 가늠자를 이용한 측정법을 많이 이용하고 있지만 수술 후 측정된 값과는 맞지 않는 경우가 많다<sup>[6]</sup>.

이런 상황에서 엑스선 영상을 기준으로 계측된 값이 실제 환자의 특정 부위의 길이와 얼마나 다른지에 관한 연구는 부족한 상황이다. 또한 엑스선 영상에서 길이 측정에 관한 연구는 엑스선 영상을 인쇄하여 자를 이용하여 직접 측정하는 방법과 소프트웨어를 이용하여 측정된 계측 방법을 비교하는 연구가 대부분이다. 이는 정확한 물리량을 가진 사례와 비교를 하지 못하기 때문에 영상 기반으로 측정된 길이가 실제 길이인지는 의문을 품게 된다<sup>[7]</sup>.

양측 다리 길이의 차이를 알아보는 방법으로 선 상태에서 짧아진 쪽 하지의 발밑에 정해진 두께의 나무토막(Wood Block, 우드블록)을 깔고 엑스선 검사를 하여 길이의 차이를 측정할 수도 있다. 엑스선 영상으로 수술 전 하지길이 측정은 양 치골 하부를 잇는 평행선과 대퇴골 소전자의 특정지점 간의 거리의 차이로 측정하는 방법이 가장 보편적으로 사용된다<sup>[8]</sup>.

따라서 본 연구에서는 수평 측정 기구를 이용하여 방사선 영상을 획득하고, 기존에 사용하던 보조

사물을 이용한 길이 교정 방법과 자체 제작한 보조기구를 이용한 길이 교정 방법을 비교하여 보조기구의 유용성을 평가하고자 하였다.

## II. MATERIAL AND METHODS

### 1. 실험 재료

본 연구를 진행하기 위해 사용한 디지털 엑스선 검사장비(Ysio Max, Siemens Healthineers, Germany)을 사용하였으며 70 kVp, 12.5 mAs 조건으로 촬영하여 수평 측정기구의 영상을 획득하였다. 기존 방법으로 Wood block 0.5 cm, 1.0 cm, 1.5 cm, 2.0 cm, 2.5 cm, 3.0 cm, 3.5 cm, 4.0 cm를 사용하였다. 나무 재질은 합판과 원목 두 가지이었다 재질은 나무를 두께에 맞게 재단하였을 때 형태가 잘 유지될 수 있는 원목을 특성을 고려하였다. Fig. 1와 같다.



Fig. 1. Wood blocks.

자체 제작한 검사 보조기구는 30 cm 높이 기둥에 가로 17 cm, 세로 2 cm 크기의 손잡이를 거치하고 최대 높이 25 cm 거상이 가능하다. 이에 가로 11.5 cm, 세로 11.5 cm의 금속 지지대와 거상 기구의 거치대를 부착하였다. Fig. 2와 같다.

실험 대상으로는 양쪽 하지 길이 보정이 정확한지를 평가하기 위하여 총 높이 230 cm, 기본 높이 150 cm의 수평 측정기구를 제작하였다. 손잡이를 오른쪽으로 돌리면 높이가 올라가도록 설계되었고, 왼쪽으로 돌리면 높이가 내려가도록 설계되었다. Fig. 3과 같다.

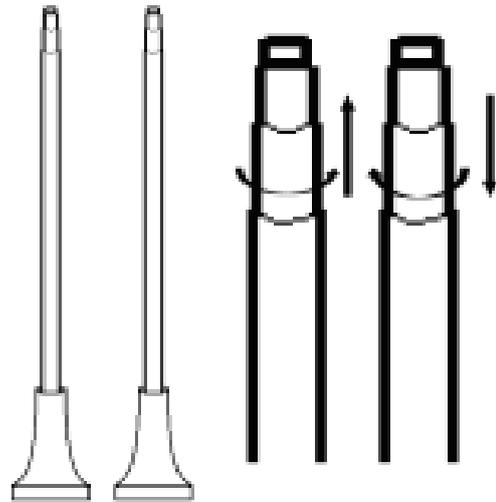
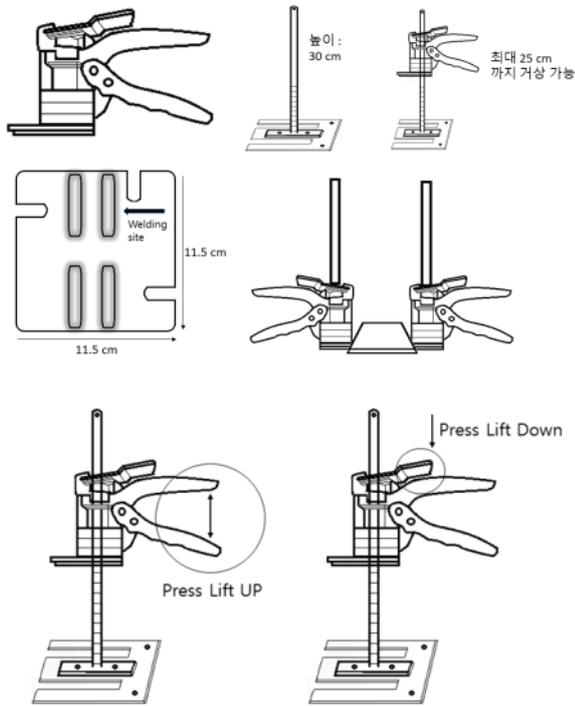


Fig. 3. Horizontal measuring instrument.

## 2. 실험 방법

### 2.1. 높이 재현성 실험

5년차 이상의 방사선사 3명이 0.5 cm, 1.0 cm, 1.5 cm, 2.0 cm, 2.5 cm, 3.0 cm, 3.5 cm, 4.0 cm 의 높이를 Wood block과 Self-made device를 이용하여 재현하는 실험을 진행하였다. Wood block 에는 두께가 명시가 되어있지 않았으며, 오로지 실험자가 만져 보고 두께를 예상하여 재현한 값의 높이를 측정하였다. Self-made device를 이용하여 측정을 진행하였을 때는 제품의 사용방식대로 거상시켰으며 거리측정기를 이용하여 높이를 확인하였고 Fig.4와 같다. 이러한 방식을 통하여 총 여덟 가지의 구간의 높이를 각 30회씩 총 90회 측정하여 높이를 재현하는 실험을 진행하였다.

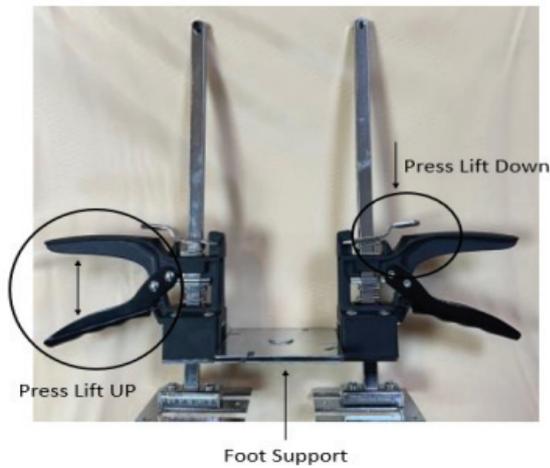


Fig. 2. Self-made device.

### 2.2. 길이 재현성 실험

일반 검사 시 영상의 확대를 고려하여 골반 측면 검사 영상에서 엉덩부위의 피부 표면까지 길이의 평균값을 이용하여 수용체(Detector)와 지지봉의 거리는 14.0 cm로 이격을 두었다. Fig. 5와 같다.



Fig. 4. Method of height reproducibility.



Fig. 5. Installation of horizontal equipment and detector.

Wood Block과 Self-made device를 이용하여 160 cm의 길이를 재현하는 실험을 진행하였다. 하지부동 환자의 다리 길이차이를 재현하고자 두 개의 수평 측정기기를 이용하여 하나는 160cm으로 고정해 두었고, 다른 하나는 159.5 cm, 159 cm, 158.5 cm, 158 cm, 157.5 cm, 157 cm, 156.5 cm, 156 cm 총 여덟 가지의 높이의 구간으로 설정해 두었다. 5년차 이상의 방사선사 3명이 준비된 Wood Block과

Self-made device를 이용하여 두 수평 측정기기의 길이가 동일해지도록 재현하는 실험을 진행하였으며, 실제 환자의 다리높이를 교정하는 상황을 만들기 위하여 두 개의 수평측정기기의 끝점을 보면서 길이를 재현하는 것이 아닌 보지 않고 오로지 손을 이용하여 두 개의 수평측정기기의 높이를 맞출 수 있도록 교육을 진행하였다. 이 때 정확한 거리 측정을 위하여 거리측정기를 이용하여 길이를 측정하였다. 이러한 방식을 통하여 총 여덟 가지의 구간의 길이를 각 30회씩 총 90회 측정하여 높이를 재현하는 실험을 진행하였다. Fig. 6과 같다.

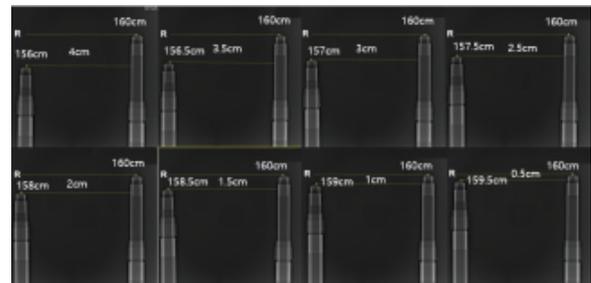


Fig. 6. Length Reproducibility Experimental Images.

### 2.3. 설문조사를 통한 정성적 평가

자체 제작 기구의 유용성을 평가하기 위하여 정성적인 평가를 진행하였다. 정성적 평가에서는 “Naver Office Form”으로 제작한 온라인 5점 리커트 척도설문지를 배포하여 진행하였고, 정형외과 전공의 10명이 참여하여 설문지 작성을 하였다. 설문지 항목으로는 편의성, 휴대성, 재현성, 안정성 등 총 10가지 문항을 이용했다.

### 3. 통계학적 검정

데이터들의 분석 및 평가를 위해 SPSS(Statistical Package for Social Science v.25) 통계 프로그램을 이용하였고 높이 재현성 실험은 일표본 T-검정(One-Sample T-test)을 이용하여 비교 및 분석하였고 길이 재현성 실험은 대응표본 T 검정(Paired T-test)을 이용하여 비교 및 분석을 진행하였다. 설문지를 이용한 정성적 평가는 빈도분석과 신뢰도 분석을 진행하였다.

### III. RESULT

#### 1. 높이 재현성 실험

2.5 cm 구간을 제외한 모든 높이에서 자체 제작한 보조기구가 Wood block을 사용한 평균값보다 재현성이 높은 것으로 측정되었다. 유의확률은 Wood block은 1.0 cm를 제외하고 모두 유의수준 0.05보다 작으므로 통계적으로 유의하였다. 자체 제작 기구는 모두 유의 확률값이 유의수준 0.05보다 크게 확인되었고 통계적으로 유의하지 않았다. Table. 1로 나타내었다.

#### 2. 길이 재현성 실험

모든 길이에서 자체 제작한 기구가 Wood block보다 평균값이 160 cm에 더 가까웠다. 유의확률 값이 모두 유의수준 0.05보다 작아 평균값이 통계적으로 유의하였다. Wood block의 표준편차는 0.49~1.39 cm의 차이였고 자체 제작 기구의 표준편차는 0.51~0.1 cm이었다.

#### 3. 자체 제작한 기구의 정성적 평가

신뢰도 분석하였고 크론바흐알파계수가 0.690이므로 좋은 수준의 신뢰도임을 알 수 있었다. 길이 재현성, 화질 향상, 세밀한 조정과 수술계획에 도움에 대한 항목이 모두 4.9로 높았으며 사용의 편리성 항목이 4.3으로 가장 낮았다.

Table 1. Result of height reproducibility experiment

Height (cm)	Wood block		Self-made device	
	Mean±SD	t(p)	Mean±SD	t(p)
0.5	0.43±0.31	-2.07(0.04)	0.5±0.03	0.00(1.00)
1.0	0.87±0.21	-5.61(0.41)	1.0±0.11	0.00(1.00)
1.5	1.28±0.25	-8.15(0.00)	1.5±0.04	0.00(1.00)
2.0	1.67±0.27	-11.00(0.00)	2.0±0.04	0.85(0.39)
2.5	2.18±0.29	-10.14(0.00)	2.4±0.24	-0.71(0.47)
3.0	2.67±0.37	-8.16(0.00)	3.0±0.06	0.76(0.44)
3.5	3.15±0.39	-8.33(0.00)	3.5±0.06	0.00(1.00)
4.0	3.60±0.43	-8.22(0.00)	4.0±0.09	0.55(0.58)

Table 2. Result of length reproducibility experiment

Length (cm)	Wood block (Mean±SD)	Self-made device (Mean±SD)	(n=90)
			t(p)
0.5	161.02±1.39	160.04±0.25	6.79(0.00)
1.0	160.27±1.11	159.95±0.10	2.64(0.01)
1.5	159.55±0.62	159.87±1.10	-2.35(0.02)
2.0	159.22±0.49	159.87±0.31	-9.98(0.00)
2.5	159.08±0.53	159.84±0.49	-9.60(0.00)
3.0	158.84±0.66	159.70±0.43	-10.12(0.00)
3.5	158.61±0.78	159.73±0.38	-12.79(0.00)
4.0	158.61±0.86	159.62±0.51	-8.70(0.00)

Table 3. Survey on the usefulness of self-made device

No.	Question	Mean ± SD
1	It was easy to use	4.30 ± 0.94
2	The portability was good	4.70 ± 0.48
3	The stability of the Self-made device was good	4.70 ± 0.67
4	The patient's stability was good while standing up	4.80 ± 0.42
5	The reproduction of length is good	4.90 ± 0.31
6	It can replace the wood block used in the ward	4.80 ± 0.42
7	If used in the General X-ray room, it is more useful than the existing method	4.80 ± 0.42
8	If the Self-made device is used, it will be possible to obtain better quality X-ray images	4.90 ± 0.31
9	It will be helpful in planning surgery because more detailed adjustments are possible than Woodblock	4.90 ± 0.31
10	If the self-made device is introduced into the hospital, it will be actively used	4.60 ± 0.84

### IV. DISCUSSION

영상의학과 검사는, 병변의 진단을 확인하는 데 필요한 경우가 많으며, 정형외과 진단에 가장 유용하게 쓰이는 방법이다. 일반적으로 이용되는 하지 길이 측정 방법으로는 크게 임상적 방법과 방사선학적 방법으로 나뉜다<sup>9)</sup>.

임상적 방법에서 Wood block의 경우에는 빠르고 쉽게 정해진 높이에 대해서 정확히 측정할 수 있

다. 하지만 0.5 cm 단위가 아닌 모든 소수점의 값들에 대한 Wood block을 제작하는 것에는 두께가 얇아질수록 나무가 휘어 보존 및 보관하기 어렵다는 한계가 있고, 여러 길이의 Wood block을 가지고 갖춰야 한다는 점으로 보았을 때 휴대성이 떨어진다는 점 그리고 0.6 cm, 1.7 cm, 2.3 cm 등과 같이 소수점에 대한 세세한 조정이 불가능하다는 단점이 있다.

방사선학적 방법에서 하지부동 환자는 Scanogram 검사 혹은 Standing AP 검사를 하여 얻은 영상으로 정해진 기준선을 측정하여 값들을 비교하고 얼마만큼 차이가 나는지 측정을 한다. 수술 전 다리 길이의 변화를 예상하는 방법으로는 대부분 엑스선 영상에 자를 이용한 측정법을 많이 사용하고 있지만 수술 후 실제로 측정한 값과는 일치하지 않는 경우가 많다<sup>[10]</sup>. 즉, 측정된 값이 실제 환자의 특정 부위의 길이와 얼마나 다른지 연구된 바가 없으며, 영상 기반으로 측정된 길이가 실제 길이와 같은지라는 의문이 제기되었다. 따라서 본 논문을 작성하며 제작하게 된 기구를 이용하여 여러 한계점과 의문점을 극복하고, 기존에 사용하였던 보조물을 이용하였을 때의 장단점을 모두 보완할 수 있도록 설계 및 제작하였다. 거상기기와 금속 지지대 그리고 거리측정기로 만든 보조기구를 통하여 검사를 진행하였을 때 얻은 실제 거상 시킨 값, 영상평가 기준에서 차이가 나는 값 등을 기존의 방식보다 더욱 정확한 정량적인 값을 제공하여 정확한 수술계획과 완벽한 수술 결과를 끌어내는 데 이바지할 수 있다고 생각한다.

본 논문에서 진행한 높이 재현성 실험과 길이 재현성 실험 그리고 설문조사 결과를 확인하여 보았을 때 기존 사용하던 몇 구간을 제외한 모든 구간에서 Wood block 방식보다 유용성이 높다는 것을 확인할 수 있었다. 기존의 가장 큰 문제점이었던 정수가 아닌 소숫점 단위까지 측정할 수 있다는 장점으로 정형외과 의사들에게 좋은 평가를 받을 수 있었다.

본 논문의 한계점으로는 첫째, 사람 대상으로 실험을 진행한 것이 아닌 주변 보조물들을 사용하여 연구를 진행하였기 때문에 정확한 수치 비교가 어

려웠다. 둘째, 확대율을 고려하지 않고 실험을 진행하였다. 대퇴골두에서 엉덩이 피부까지 길이의 평균값을 이격시켜 검사를 진행하였으나 다양한 떨어진 거리를 통하여 확대율까지 고려하여 연구를 진행한다면 더욱더 정확한 결과값을 얻을 수 있다고 생각한다. 또한 실험하면서 획득한 영상들을 보면 자체 제작 기구의 재질로 인하여 영상에 같이 구조물들이 보이는 것을 확인할 수 있었다. 추후 꾸준한 연구와 3D 프린팅을 이용하여 경도는 높지만, 투과성인 재질을 이용하여 보조기구를 제작한다면 보다 더욱 만족스러운 영상학적 결과를 획득할 수 있다고 생각한다.

## V. CONCLUSION

첫째, 높이 재현성 실험중 1.0 cm 구간을 제외한 모든 구간에서 Wood Block을 이용한 것 보다 자체 제작 보조기구를 이용하였을때의 결과값이 좋은 것을 확인할 수 있었다.

둘째, 길이 재현성 실험에서는 모든 구간에 대해서 자체제작한 보조기구의 평균값이 목표로 두었던 160 cm을 재현하는 값에 수렴하였다. 이 때 Wood Block의 표준편차는 0.49~1.39 cm 이었고, 자체 제작 기구의 표준편차는 0.51~ 0.1 cm 이었다.

셋째, 정형외과 전공의 10명을 대상으로 진행한 설문지의 평균 점수를 본다면 최소 평균값 4.30 표준편차  $\pm 0.94$ , 최대 평균값 4.90, 표준편차  $\pm 0.31$ 로 크롬바흐 알파 값은 0.690으로 신뢰도가 높다는 결과를 도출할 수 있었다.

제작한 보조기구를 함께 이용하여 다리 길이의 차이를 정량적인 값으로 나타내어 수술계획을 세운다면 보다 만족스러운 수술 결과를 끌어낼 수 있다고 생각한다.

## Acknowledgement

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구이다 (NRF-2022R1G1A1004385).

## Reference

- [1] A. R. Jo, K. H. Son, Y. R. Lee, H. M. Koo, M. J. Min, M. J. Ha, "The Effect of Functional Leg Length Inequality in Center of Pressure and Limits Of Stability", *Korea Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association*, Vol. 12, No. 4, pp. 201-207. 2014. <https://doi.org/10.21598/JKPNFA.2014.12.4.201>
- [2] H. R. Song, S. H. Jo, K. H. Koo, "Clinical Analysis of Complications of Limb Lengthening", *The Journal of the Korean Orthopaedic Association*, Vol. 27, No. 6, pp. 1579-1593, 1992.
- [3] I. H. Yang, "Leg Length Discrepancy, Neurovascular Injury", *Hip and Pelvis*, Vol. 19, No. 3, pp. 421-426, 2007.
- [4] S. H. Jang, J. E. Heo, "Effectiveness Evaluation of Scanogram Using Longbone Detector", *Journal of Radiological Science and Technology*, Vol. 43, No. 4, pp. 235-242, 2020.
- [5] J. W. Kim, Y. S. Jang, H. S. Park, J. D. Ra, J. P. Yang, J. H. Choi, S. J. Bae, "Useful Method for Minimizing Leg Length Discrepancies in Hip Arthroplasty: Use of an Intraoperative X-ray", *The Journal of the Korean Hip Society*, Vol. 23, No. 4, pp. 262-267, 2011. <http://dx.doi.org/10.5371/jkhs.2011.23.4.262>
- [6] J. O. Kim, K. B. Lee, M. S. Jeong, "The Changes of Postural Balance in Patients with Total Hip Arthroplasty", *Hip and Pelvis*, Vol. 20, No. 1, pp. 35-41, 2008. <http://dx.doi.org/10.5371/jkhs.2008.20.1.35>
- [7] Aravind S. Desai, Asteriors Dramis, Tim N. Board, "Leg length discrepancy after total hip arthroplasty: a review of literature", *Current reviews in musculoskeletal medicine*, Vol. 6, No. 4, pp. 336-341, 2013. <http://dx.doi.org/10.1007/s12178-013-9180-0>
- [8] Y. O. IM, B. Y. Park, Y. S. Kim, "Fixing Leg Length Discrepancies after Total Hip Arthroplasty", *Hip and Pelvis*, Vol. 23, No. 4, pp. 258-261, 2011. <http://dx.doi.org/10.5371/jkhs.2011.23.4.258>
- [9] P. Lecoanet, M. Vargas, J. Pallaro, T. Thelen, C. Ribes, T. Fabra, "Leg length discrepancy after total hip arthroplasty: Can leg length be satisfactorily controlled via anterior approach without a traction table? Evaluation in 56 patients with EOS 3D", *Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research*, Vol. 104, No. 8, pp. 1143-1148, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.otsr.2018.06.020>
- [10] K. W. Kim, K. Y. Han, S. I. Eo, S. H. Lee, W. D. Nam, "The Validity of the Radiographic Measurement of Acetabular Anteversion after Total Hip Replacement Arthroplasty", *Journal of the Korean Orthopaedic Association*, Vol. 39, No. 4, pp. 354-360, 2004.

## 정확한 하지 길이 측정을 위한 방사선 검사 보조기구 개발

안희민<sup>1</sup>, 김상현<sup>2,\*</sup>

<sup>1</sup>경희의료원 영상의학과

<sup>2</sup>신한대학교 방사선학과

### 요 약

하지의 길이가 차이가 나는 방사선학적 검사 시 정확한 실측값을 측정할 수 있는 보조기구를 제작하여 수술계획 수립에 정확한 정량적인 값을 제공하는 데 연구의 목적이 있다. 기구 제작 후 높이와 길이 재현성 실험을 진행 후 측정값으로 정량적인 평가를 진행하였고 정형외과 전공의 10명을 대상으로 정성적 평가를 진행하여 유용성을 평가하였다. 높이 재현성 실험에서 기존의 방법은 1.0cm 실험을 제외한 모든 항목에서  $p < 0.05$ 로 통계적으로 유의하였고 제작한 보조기구는  $p \geq 0.05$ 로 통계적으로 유의하지 않았다. 길이 재현성 실험에서 기존과 제작한 보조기구 방법 사이는  $p < 0.05$ 로 두 방법은 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 정성적 평가는 신뢰도 수치는 0.690이며  $4.30 \pm 0.94$ 에서  $4.90 \pm 0.31$ 의 범위 평균값을 도출하였다. 결론적으로 제작한 보조기구를 함께 이용하여서 하지 길이의 차이를 정량적인 값으로 나타내어 수술계획을 세운다면 수술 완성도에 높게 이바지할 수 있을 것으로 생각한다.

중심단어: 하지 길이, 실측값, 보조기구, 높이 재현성, 길이 재현성

### 연구자 정보 이력

	성명	소속	직위
(제1저자)	안희민	경희의료원 영상의학과	방사선사
(교신저자)	김상현	신한대학교 방사선학과	교수