

초음파와 단순방사선 측정법을 이용한 한국인의 정상 Heel-Pad 두께의 제측

중앙대학교 의과대학 방사선과학교실

정 봉 린 · 김 양 수 · 김 건 상

— Abstract —

Measurements of Heel Pad Thickness in Normal Koreans by Ultrasound and Conventional X-ray

Bong Lin Chung, M.D., Yang Su Kim, M.D., Kun Sang Kim, M.D.

Department of Radiology, College of Medicine, Chung-Ang University

The measurement of heel pad thickness (HPT) has never been done by ultrasound in healthy Koreans. To establish normal standard value of HPT in Koreans, 87 healthy volunteers were examined using 10MHZ high resolutional ultrasound. As a control, measurements of HPT were done in 46 healthy volunteers on conventional X-Ray.

The results are as follows;

1. In ultrasonic measurement cases, the mean value of right HPT is $15.8 \pm 1.9\text{mm}$ and the mean value of left HPT is $15.4 \pm 2.0\text{mm}$. In X-Ray measurement cases, the mean value of right HPT is $19.9 \pm 2.17\text{mm}$ and the mean value of left HPT is $19.8 \pm 2.28\text{mm}$.
2. Maximum value of HPT is 20.8mm in ultrasonic measurement cases, 23mm in X-Ray measurement cases.
3. The value of HPT is well correlated with weight, height both in ultrasound and in X-Ray measurements ($p < 0.05$). Correlation between the value of HPT and age is not evident (correlation coefficients = -0.18 , -0.15). There is no significant difference between left and right foot ($p < 0.05$), and male and female ($p < 0.05$).
4. The results can be considered that there is no significant difference in normal standard value of HPT between Koreans and white, and that upper limit of normal in Koreans is 23mm by conventional X-Ray.

I. 서 론

Heel-Pad의 두께는(이하 HPT) 말단비대증을 포함한 몇가지 질환에서 증가되며 이 소견은 절대적은 아니지만, 진단적인 증후로 사용될 뿐만 아니라 말단비대

이 논문은 1987년 6월 30일에 접수하여 1987년 7월 24일에 채택되었음.

증의 치료후 경과를 추적하는데 유용하다^{1,2)}. 지금까지는 발의 단순 측면방사선 촬영상에서 HPT를 측정했는데 촬영시 방사선과의 각도나 연부조직 등의 압박에 따라 측정상 오차가 발생하기 쉬운 단점이 있다^{2,3)}. 초음파는 방사선 촬영에서는 피할 수 없는 확대가 없을 뿐 아니라 시행하기가 간단하여 HPT의 분석에 효과적인 대안을 제공한다^{3,4)}.

초음파에 의한 HPT의 측정에 관한 보고가 드물고

특히 국내에서는 어떤 방법에 의해서도 정상인의 HPT 제측에 관한 보고가 없었다. 이에 저자들은 정상한국인의 HPT를 측정하여 백인통계와 비교 관찰하고 초음파의 정확성 장단점등을 알아보고자 초음파를 이용하여 정상인 HPT를 제측하고 초음파와 단순 방사선사진을 이용한 측정치의 차이를 비교 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 대상 및 방법

1. 대 상

1986년 1월부터 1986년 8월까지 중앙대학교 의과대학 부속병원 방사선과에서 87명의 건강한 지원자를 대상으로 전향성 조사를 했으며 87명 중 남자는 61명, 여자는 26명이며 전체 및 남녀별 연령, 신장, 체중은 Table 1과 같다. 또 1985년 3월부터 1985년 8월까지 시행한 발 또는 발목의 단순 방사선 전, 측면상에서 임상기록이 유용했던 46예를 대상으로 후향성 조사를 시행했고, 우측 발은 33예로서 남자 22명, 여자 11명이었으며 좌측 발은 26예로서 남자 14명, 여자 12명이었다. 전체 및 남녀별 연령, 신장, 체중의 분포는 Table 2와 같다.

2. 방 법

사용한 초음파기기는 미국 Picker사의 10 MHz Microview이다. 초음파 검사시 환자의 자세는 엎드린 다음 슬관절을 구부리고 발바닥이 천정을 향하게 한 다음 종단스캔에서 얻은 영상에서 피부에서 종골까지의 최단거리를 측정치로 하였다 (Fig. 1). 단순 방사선 사진은 Kho 등²⁾의 방법을 사용하여 종골의 전후 돌기를 잇는 선과 직각이 되게 수직선을 그어 종골의 가장 하향 점과 피부사이의 연부조직의 거리를 측정치로 하였다 (Fig. 2).

III. 결 과

1. 초음파를 사용한 HPT는 우측 발이 15.8 ± 1.9 ($11.6 \sim 20.6$) mm, 좌측 발은 15.4 ± 2.0 ($11.3 \sim 20.0$) mm이었고, 남자에서는 우측 16.1 ± 1.9 mm, 좌측 15.8 ± 2.0 mm, 여자는 우측 15.4 ± 1.8 mm, 좌측 14.7 ± 1.6 mm이었다. 연령과 HPT와의 관련성은 우측 상관계수 -0.18 , 좌측 상관계수 -0.16 으로 유의성이 없었다.

신장과 우측, 좌측 HPT의 상관계수는 각각 0.28 (p

Table 1. Distribution of Variable in Ultrasound Measurement

Variable	TOTAL (87)		MALE (61)		FEMALE (26)	
	Min-Max	Mean	Min-Max	Mean	Min-Max	Mean
Age (yr.)	19- 77	37	19- 71	33	19- 77	48
Height (cm)	150-183	166	157-183	170	150-164	158
Weight (kg)	40- 90	61	51- 90	65	49- 80	52
HPT Rt (mm)	11.1-20.8	15.8 ± 1.9	12.4- 2.6	16.1 ± 1.9	11.1-19.9	15.0 ± 1.8
Lt (mm)	11.3-20.0	15.4 ± 2.0	11.3-20.0	5.8 ± 2.0	11.9-17.8	14.7 ± 1.6

Table 2. Distribution of Variables in Conventional X-Ray Measurement

Variable	RIGHT FOOT						LEFT FOOT					
	Total (33)		Male (22)		Female (11)		Total (26)		Male (14)		Female (12)	
	Min-Max	Mean	Min-Max	Mean	Min-Max	Mean	Min-Max	Mean	Min-Max	Mean	Min-Max	Mean
Age (yr.)	23-70	38	24.0-65	36	23-70	41	17-18	36	19-52	35	17-58	37
Height (cm)	153-180	165	158-180	168	153-169	160	156-180	166	158-180	169	156-172	163
Weight (kg)	45-80	60	50-80	62	45-80	55	48-80	62	57-80	64	48-80	59
HPT (mm)	15-23	19.9 ± 2.1	16-23	20.5 ± 1.8	15-22	18.6 ± 2.3	16-23	19.8 ± 2.2	17-23	20.7 ± 2.0	16-23	18.7 ± 2.1

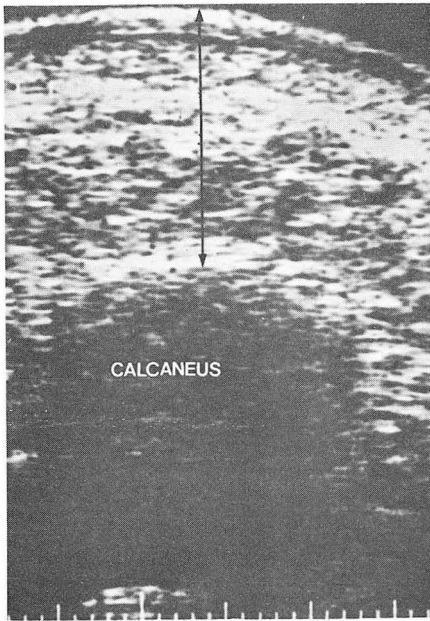


Fig. 1. A longitudinal sonogram of the heel of left foot. The skin surface and the heel-pad calcaneal junction show high intensive interfaces. The shortest distance between these was measured.

< 0.05), 0.25 ($p < 0.05$)로 유의성이 있었다. 체중과 우측, 좌측 HPT의 상관계수 역시 각각 0.37 ($p < 0.05$), 0.45 ($p < 0.05$)로 유의성이 있었다. 우측 HPT와 좌측 HPT의 상관관계는 0.84 ($p < 0.05$)이고 남녀 HPT의 상관관계는 우측 HPT $t = 257$ ($p < 0.05$), 좌측 HPT $t = 2.59$ ($p < 0.05$)로 높은 상관관계를 보였다.

2. 단순 방사선 사진상 우측 HPT는 19.9 ± 2.17 ($15 \sim 23$)mm, 좌측 HPT는 19.8 ± 2.28 ($16 \sim 23$)mm이었다. 연령과 우측 HPT, 좌측 HPT와의 상관관계는 상관계수가 각각 -0.26 , -0.15 로 유의성이 없었다. 신장과 우측, 좌측 HPT의 상관관계는 상관계수가 각각 0.51 ($p < 0.05$), 0.60 ($p < 0.05$)이었고, 체중과 우측, 좌측 HPT의 상관계수는 각각 0.41 ($p < 0.05$), 0.58 ($p < 0.05$)로 상관관계가 있었다. 또 남자에서 우측, 좌측 HPT는 각각 20.54 ± 1.81 mm, 20.71 ± 2.05 mm, 여자에서는 18.63 ± 2.33 mm, 18.75 ± 2.13 mm이었다. 우측 HPT에서 남녀의 상관계수는 $t = 2.37$ ($p < 0.05$), 좌측 HPT에서 남녀의 상관계수는 $t = 2.37$ ($p < 0.05$)로 유의성을 보였다 (Table 3). 단순방사선 사진상에서는 동일인에서 좌우사진이 유효하지 못해서 좌우측 HPT는 비교할 수가 없었다.

IV. 고 찰

Heel-pad의 두께는 발꿈치의 연부조직의 두께를 말

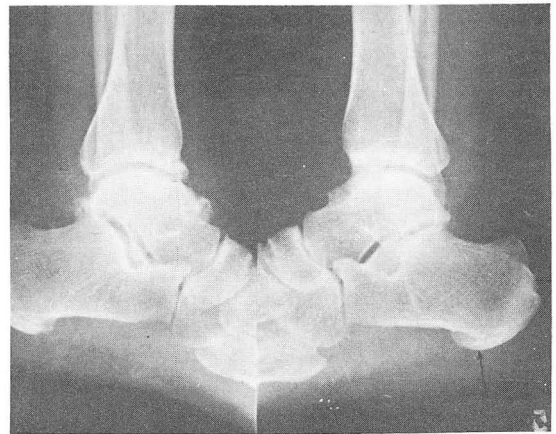
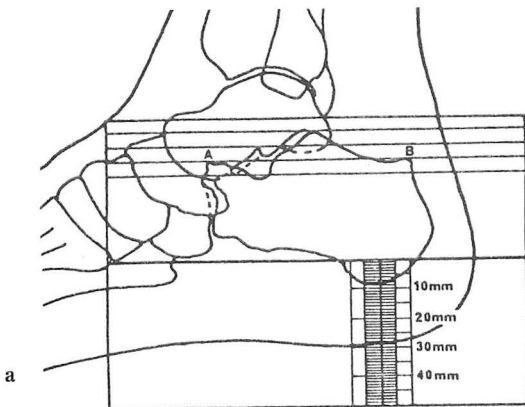


Fig. 2. (a) Drawing of perspex scale. A suitable horizontal line is placed tangential to A and B, the anterior and posterior angles on the upper surface of the calcaneus. The scale is then adjusted so that in addition one of the lower ruled lines is tangential to the lowest point on the calcaneus. The distance between this point and the skin is then read (Kho et al., 1970).

(b) A case of heel pad thickness. The heel pad of this normal volunteer measures 21mm in thickness.

Table 3. Correlation Coefficient

	US		X-RAY	
	RT	FOOT LT FOOT	RT	FOOT LT FOOT
HEIGHT	0.28	0.25	0.51	0.60
WEIGHT	0.37	0.45	0.41	0.58
RT vs LT	0.84		—	
MALE vs FEMALE	2.57 (t)	2.59 (t)	2.37 (t)	2.37 (t)

($p < 0.05$)

하는 것으로 이 부위의 두께가 말단비대증을 비롯한 여러 질환에서 이상적으로 비후되는 것으로 알려져 있다^{1~8)}. 1964년 Steinbach와 Russel¹⁾은 처음으로 발의 측면 방사선 사진 상에서 HPT를 측정하고 정상인의 HPT가 13~21mm(평균 17.8mm)이며 말단비대증에서는 17~34mm(평균 25.6mm)이라고 보고하였다. 또 그들은 HPT가 두꺼워지는 다른 요인 즉 국소적인 손상, 부종 또는 점액수종 등의 질환을 임상적으로 배제하면 HPT가 말단비대증 환자와 정상인을 구별하는 간편한 지표가 될 수 있다고 주장하였다. Steinbach의 보고 후에도 HPT에 관한 여러 보고가 있었던 바^{2,8~12)}, Puckette 등⁸⁾은 HPT가 부정확하다고 발표하였고 Langteldt¹⁰⁾는 HPT가 말단비대증 뿐 아니라 비만증의 정도를 나타내는 지표로도 유용함을 주장하였다. Gonticas¹²⁾ 등은 HPT는 말단비대증에서 혈중 성장 호르몬의 양과 비례관계를 보이며 또한 말단비대증의 이환기간과도 비례관계를 보이고 있음을 밝혀내었다. Puckette 등⁸⁾은 HPT가 환자의 성별이나 연령과 상관관계가 없음을 규명하였고 Kho 등²⁾은 Puckette의 결과를 확인하고 추가로 HPT가 환자의 체중이나 신장에 비례한다는 사실을 밝혔다. 현재 여러 교과서에서 HPT의 상한선을 23mm로 기재하고 있어, 이를 국내에서도 진단의 기준으로 삼아왔으나 흑인에서는 HPT가 백인보다 크다는 보고가 있어^{8,13~15)} 인종간에 HPT값의 차이가 있을 수 있으므로 한국인의 표준치를 확립하는 것이 중요하다고 하겠다. 또한 최근에 임상에서 활발히 이용되고 있는 초음파는 검사가 용이하고 X-선과 같은 이온화방사선을 사용하지 않으며, 영상의 불필요한 확대가 없으므로 이를 이용한 HPT의 측정이 바람직하다³⁾. Gooding 등³⁾의 보고에 의하면 정상인의 초음파상 HPT는 우측이 16.8 ± 4.6 mm, 좌측이 16.4 ± 4.0 mm 이

고 최대 정상 HPT는 19mm이었는데 저자들의 경우 21mm 이상은 한예도 없었고 우측 HPT가 15.8 ± 1.9 (11.1~20.6)mm, 좌측 HPT가 15.4 ± 0.2 (11.3~20.0)mm로 전예가 백인의 정상범주내에 속했다. 또한 나이나 성별에 따른 차이는 없었으나 체중과 유의한 상관관계($p < 0.05$)를 보여주어 외국 문헌의 보고와^{2,11,12)} 일치하였다. 단순 방사선 촬영에 의한 HPT의 평균치는 우측이 19.9 ± 2.17 (15~23)mm, 좌측이 19.8 ± 2.28 (16~23)mm, 최대치는 23mm이었으며 역시 나이, 성별과 HPT 사이에 유의한 차이는 없었고, 체중과는 유의한 상관관계($p < 0.05$)를 보여주었다. 또한 초음파나 단순 방사선 촬영에 의한 HPT는 신장과 유의한 상관관계를 보여주었으며 이에 대한 보고는 없었으나, 신장과 체중이 밀접한 관계가 있기 때문으로 생각된다. 단순 방사선 사진에 의한 HPT의 평균치가 다른 저자의 결과와 비슷하였으나^{1,2,8~10,12)}, 초음파 측정치와의 약간의 차이는 단순 방사선 사진의 초점-필름 거리에 의한 약간의 확대 때문인 것으로 추정된다. 이상의 결과로 정상 한국인의 HPT는 백인의 통계와 유의한 차이가 없고 최대치 23mm는 한국인에서도 임상적으로 의의가 있다고 볼 수 있겠다.

V. 결 론

1986년 1월부터 1986년 8월까지 초음파를 시행한 건강한 지원자 87명과 1985년 3월부터 1985년 8월까지 시행한 발 또는 발목 단순 방사선 전, 측면 사진중 임상기록이 유용했던 46예의 HPT를 분석검토하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 초음파를 사용하여 측정한 정상인의 HPT 평균치는 우측이 15.8 ± 1.9 mm, 좌측이 15.4 ± 2.0 mm 이었고 단순 방사선 사진을 사용하여 측정한 평균치는 우측이 19.9 ± 2.7 mm, 좌측이 19.8 ± 2.28 mm이었다.

2. 최고치는 초음파에서 20.8mm, 단순 방사선 사진에서는 23mm이었다.

3. 초음파나 단순 방사선 사진을 이용한 측정치에서 HPT와 체중이나 신장과의 관계는 의미있는 상관관계를 보이거나 연령, 성별, 좌, 우측간에서 차이가 없었다.

4. 초음파나 단순 방사선 사진을 이용한 정상 한국인의 HPT는 백인의 통계와 유의한 차이가 없었고 단순 방사선 사진을 이용한 측정치에서는 최대치 23mm가 임상적으로 의의가 있다고 본다.

5. 초음파는 HPT의 측정에 있어서 비교적 간편하고 정확한 측정방법이라고 생각된다.

REFERENCES

1. Steinbach HL, Russell W: *Measurement of the heel pad as an aid to diagnosis of acromegaly. Radiology* 82:423-428, 1964
2. Koh KM, Wright AD, Doyle FH: *Heel pad thickness in acromegaly. BR J Radiol* 43:119-125, 1970
3. Gooding GAW, Stess RM, Graf PM et al: *Heel pad thickness; Determination by high resolution ultrasonography. J Ultrasound* 4:173-174, 1985
4. Gooding GAW, Stess RM, Graf PM, et al: *Sonography of the sole of the foot; evidence for loss of foot pad thickness in diabetes and its relationship to ulceration of the foot. Invest Radiol* 21:45-48, 1986
5. Steinbach HL, Feldman R, Goldberg MD: *Acromegaly. Radiology* 72:535-549, 1959
6. Lang EK, Bessler WT: *The Roentgenologic features of Acromegaly. Am J. Roentgenol.* 86:321-328, August, 1961
7. Kattan KR: *Thickening of the heel pad associated with long term dilantin therapy, AJR* 124:52-56, 1981
8. Puckette SE Jr, Seymour EQ: *Fallibility of the heel pad thickness in the diagnosis of acromegaly. Radiology* 88:982-983, 1967.
9. Fields ML, Greenberg BH, Burkett LL: *Roentgenographic measurement of skin and heel pad thickness in diagnosis of acromegaly. AM J M Sc* 254:528-533, 1967
10. Langfeldt B: *Heel Pad measurement. An aid to diagnosis of acromegaly. Danish Med Bull* 15:40-3 Feb., 1968
11. Jackson DM: *Heel pad thickness in obese persons. Radiology* 90:129, 1968
12. Gonticas SK, IKKOS DG, Tergiou LH: *Evaluation of the diagnostic vlaue of heel pad thickness in acromegaly. Radiology* 92:304-307, 1969
13. Juhl JH: *Paul and Juhl's Essentials of Roentgen interpretation. 4th ED: 27, Harper & Row, Hagerstown, 1981*
14. Meschan I: *Roentgen signs in diagnostic imaging. 2nd ED Vol 2:385, WB Saunders, Philadelphia, 1985*
15. Sutton D: *A textbook of radiology and imaging. 4th Ed Vol 2:1394, Churchill living stone, Edinburgh, 1987*