

골반변위와 대퇴골두 높이차이에 대한 상관성 비교 - Gonstead's Technique을 중심으로 -

박민정 · 이경윤 · 서진우 · 박쾌환

꽃마을 한방병원 침구과

Ananlysis of Correlation between Functional Leg Length Discrepancy caused by Pelvic tilting and Femur head height difference

Park min-jung, O.M.D., Lee kyung-yun, O.M.D., Seo jin-woo, O.M.D., Park kwae-hwan O.M.D.

Dept. of Acupuncture & Moxibustion, Conmaul Oriental Medical Hospital

Objectives :

To investigate contributing degree of other factors except pelvic tilting to F.L.L.D by analyzing with Gonstead technique on the correlation between femur head height discrepancy on the standing pelvic AP view and F.L.L.D caused by pelvic tilting.

Method :

We analysed standing pelvis AP X-ray of 70 patients who had visited at the department of acupuncture and moxibustion in Conmaul oriental medical hospital, during May, 1st, 2004 - July, 30th, 2004, with low back pain or lower extremity pain. We excluded the person with any past history of polio, genetic defect, malunited fracture, growth plate injury, infection and overgrowth attributable to hemangioma, or arteriovenous fistula.

Results & Conclusion :

The functional leg length discrepancy caused by pelvic tilting and femur head height difference had no statistical difference($p=0.132$) but poorly correlated(Pearson $r=0.05$). In the 94.28% of subjects, the femur head height difference wasn't in accord with F.L.L.D. caused by pelvic tilting. In 47.14% of subjects were expected to have over 3mm of leg length discrepancy after pelvic adjustment. The mean of measurement difference between two methods was $3.76\pm3.12\text{mm}$ and the range was 0~11.4mm.

Consequently, we must consider not only functional leg length discrepancy caused by pelvic tilting but also anatomical leg length discrepancy, misalignment of ankle, knee or hip joint etc.

key word : leg length discrepancy, femur head height difference, pelvic tilting, Gonstead technique

I. 서 론

요통이나 하지의 통증을 호소하는 환자들을 평가할 때는 자세의 편위가 기능이상을 초래할 수 있다는 사실을 염두에 두어야 한다¹⁾. 많은 연구자들은 하지길이차이(Leg Length Discrepancy, L.L.D.)를 가진 사람들에게서 자세의 편위가 있다는 것을 인식했는데 이런 변화는 관상면에서의 골반의 좌우변위, 시상면에서의 골반의 전후변위와 요추의 측만등을 포함하고 있다²⁻³⁾.

추나학(推拿學)과 Chiropractic에서는 오래 전부터 환

자를 진단할 때 하지길이평가를 해왔으며⁴⁾, 많은 Chiropractic의 치료적인 기법들이 필요한 치료의 종류와 치료에 대한 반응을 확인하기 위해 하지길이의 측정을 이용하고 있다⁵⁾. 주로 임상에서는 가격이 비싸고 방사선 노출이 있다는 단점으로 인해 X-ray촬영보다는 “quick leg-length check”라하여 block test, tape measurement method, 시각적 관찰법(supine, prone)등의 임상적인 측정 방법을 통하여 하지길이차이를 결정하고 있으나 아직 하지길이차이(L.L.D.)를 정확하게 평가함에 있어서 보편적으로 정확성과 재현성을 인정받는 임상적인 측정방법은 없는 실정이다⁶⁻⁷⁾.

현재까지는 X-ray를 통해 직·간접적으로 하지길이를 측정하는 방법이 황금율(gold standard)⁸⁾로 받아들여지고 있으며, 실제로 하지길이측정의 표준 방법으로 과거의 연구에서 쓰여진 바 있다⁹⁻¹²⁾. 그 중에서도 기립위 pelvis AP view에서 대퇴골두높이를 비교하여 하지길이 차이를 측정하는 방법이 가장 정확하다고 널리 받아들여지고 있다^{8,13-14)}.

Gonstead technique¹⁴⁾이나 Thompson technique¹⁵⁾에서는 하지길이차이를 유발하는 1차적인 원인으로 장골의 변위를 꼽고 있는데, 특히 Gonstead technique¹⁴⁾에서는 장골의 변위가 기능적인 하지길이차이(Functional Leg Length Discrepancy)를 일으키며 이는 방사선 상에서 대퇴골두의 높이에 영향을 미친다고 한다.

따라서 본 연구에서는 기립위 Pelvis AP상에서 측정된 대퇴골두의 높이차이와 골반의 변위에 의해 유발된 기능적 하지길이차이(F.L.L.D.)의 상관관계를 Gonstead technique에 의하여 분석하여 하지길이차이에 골반변위 이외의 요소가 미치는 정도를 고찰하여 이에 보고하는 바이다.

II. 본 론

1. 연구 대상

04년 5월 1일부터 7월 30일까지 요통이나 하지의 통증을 호소하면서 꽃마을 한방병원 침구과 외래를 내원하여 기립위 pelvis AP view X-ray를 촬영한 환자를 대상으로 하였다. 그 중 소아마비, 성장결함, 하지부 골절, 성장판 장애, 감염 그리고 혈관종이나 동정맥루에 기인하는 과성장증후군등 명백한 해부학적 하지길이차이를 유발할 수 있는 질환¹⁶⁾을 앓았거나 앓고 있는 사람을 제외하였으며, 하지의 퇴행성 관절염으로 인한 관절변형의 영향을 최소화하기 위해서 55세이하 환자들만을 대상으로 하였다. 총 피험자는 70명이었고 이 중 남자는 35명, 여자는 35명, 연령은 19세에서 54세까지의 분포를 보였다(Table I).

Table I. Demographic Characters of Patients

	Male	Female	Total
<20	0	3	3
<30	13	12	25
<40	13	12	25
<50	9	7	16
≤55	0	1	1
Total	35	35	70

2. 연구방법

1) X-Ray 촬영

X-Ray 촬영은 요통이나 하지의 통증을 주소로 꽃마을 한방병원 외래를 처음 방문한 환자를 대상으로 실시되었다. 환자는 맨발로 수평조절된 x-ray bucky 앞의 수평으로 놓여진 발판에 서서 Pelvis AP view를 촬영하며 필름상에서 좌골결절이 나오도록 한다. 필름 촬영 거리는 100cm로 하였다.

2) X-ray 필름분석

(1) Gonstead의 골반변위와 대퇴골두의 높이 차이에 대한 개요

Gonstead에 의하면 하지가 해부학적으로 생리학적으로 정상일때 두 대퇴골두는 지면에서 동일한 거리가 되고 양 골두의 최고점을 연결한 선은 수평 기준(level base)이 될 것이다. 만일 골반의 부정렬이 있다면 대퇴골두의 정상적 관계가 변화하여 이 수평이 깨지고 기능적 단축(Functional Leg Length Discrepancy)이 나타날 것이다. 전상방장골(Anterior Superior, AS)과 내반장골(Internal, In)은 동측 대퇴골두를 거상시켜 기능적인 장축을 만들고, 후하방방골(Posterior Inferior, PI)과 외반방골(External, Ex)은 동측 대퇴골두를 하강시켜 기능적인 단축을 만든다.

골반의 전상방변위(AS)나 내반변위(In) 중 하나가 5mm 일어났을 때 동측 대퇴골두의 높이는 2mm상승하며, 후하방변위(PI)나 외반변위(Ex) 중 하나가 5mm 일어나면 동측 대퇴골두의 높이는 2mm 하강한다. 이와 같이 골반 부정렬은 대퇴골두의 높이에 일정하고 측정할수 있는 방법으로 기능적인 차이를 유발하기 때문에 골반변위로 인한 대퇴골두의 높이는 예측가능하다.

그러나 해부학적인 하지길이 차이가 있을때는 골반변위를 교정한 후에도 대퇴골두 높이의 차이가 존재하게 되며 따라서 이런 기능적인 단측과 해부학적인 단측의 많은 결합가능성 때문에 대퇴골두 높이에는 무제한의 종류가 있을 수 있다¹⁴⁾.

(2) 골반의 변위의 listing

- ① Gonstead pelvic listing system에 따라 장골의 전상방·후하방 변위를 기록한다(Table II).
- ② 장골의 내·외반 변위를 listing하여 기록한다(Table III).
- ③ 장골의 상·하변위와 내·외반변위 중 우세한 변위를 따라 단측이 될 하지의 방향과 정도를 mm단위로 기록한다.

(3) 대퇴골두의 높이 차이 측정

x-ray 기저선으로부터 양측 대퇴골두의 높이까지를 측정하여 그 길이차이를 mm단위로 기록하고 단측된 방향을 확인한다.

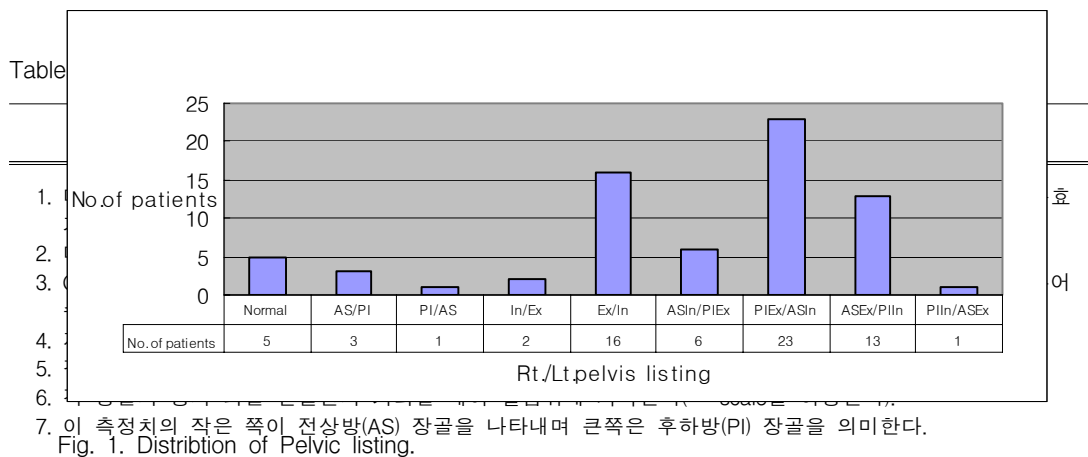
3. 결과

Table III. In and Ex listing procedure for measuring

장골의 내·외반 변위 분석과정
1. 첫번째 천골결절에 점을 찍는다.
2. 치골결합의 중앙에 점을 찍는다.
3. Gonstead 수평자를 대퇴골두선에 수직이 되도록 맞춘다.
4. 자의 침단면이 제 1 천골결절에 맞추도록 골두선에서 자를 움직인다.
5. 치골결절의 위치에 2인치가량 선을 긋는다.
6. 이 점과 선의 거리를 계산해서 필름위에 적는다(mm scale을 이용한다).
7. 치골결합이 2인치의 중심선에 기준해 내반된 장골쪽으로 돌아가게 된

의 대각선으로 움직일 것이다. 예를 들면 왼쪽 장골이 ASEx로 변위를 일으킨다면 오른쪽 장골은 그것과 대각선이 되는 PIIn으로 움직일 것이다¹⁴⁾. Fig. 1.에서 좌우 장골의 변위 형태를 우/좌의 순서로 표시하고 전체 피험자의 골반변위 양상을 나타내었다. 전체 70명 중 오른쪽 장골이 PIEx된 경우가 23명, Ex된 경우가 16명, ASEx된 경우가 13명으로 전체 70명 중 52명으로 74.28%를 차지했다.

내외반 변위를 동반한 61명중 우측 장골이 외반(Ex)된 경우가 52례로 우측장골이 내반(In)된 9례보다 현격히 높았다. 상하방 변위를 동반한 47례 중 우측장골이 후하방(PI)된 경우는 25례로 반대의 경우인 22례와 큰 차이를 보이지 않았다(Table IV).



1) 골반변위 분포 분석

Gonstead pelvic listing system에 의해서 피험자 70명의 골반변위 분포를 분석하였다. 장골이 변위되는 기본 방향은 전방, 후방, 내반, 외반이며 대개 복합적인 변위를 일으킬 때 천장관절의 장골 관절면의 중심이 네 방향 중 한 방향으로 변위되면 반대측 장골은 그 방향

2) X-ray상의 대퇴골두높이차이 분석

대퇴골두의 높이차이를 통해 본 하지길이의 차이는 0-10mm의 분포를 보였고 평균 $3.58 \pm 1.63\text{mm}$ (mean $\pm$ S.D.)였다. 하지길이차이(L.L.D.)는 기립위 X-ray상에

Table IV. Distribution of Pelvis tilting

Pelvis tilting(Rt./Lt.)	No.of patients	Pelvis tilting(Rt./Lt.)	No.of patients
Ex/In	52(86.66%)	PI/AS	25(53.19%)
In/Ex	9(14.75%)	AS/PI	22(46.80%)
Total	61	Total	47

서 반대쪽 하지길이에 비해서 3mm이상 차이가 날때로 정의¹⁷⁾되는 것을 참고하면, 3mm이상 차이가 나는 경우는 41.42%(29명)로 나타났다.

3) 골반변위에 의한 기능적 하지길이차이와 대퇴골두 높이차이 비교

골반변위에 의한 기능적 하지길이차이는 평균 $2.81 \pm 1.88\text{mm}$ (mean $\pm$ S.D.), 0~8mm의 분포를 보여 대퇴골두높이 차이의 평균인 $3.58 \pm 1.63\text{mm}$ (mean $\pm$ S.D.)보다 약간 적었다. 하지만 각 피험자에 대한 두 측정값을 paired t-test로 양측검정을 실시했을 때는 P-value=0.132로 두 값 사이의 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다. 95% 신뢰구간에서 하한 -0.27, 상한 2.03 였다.

두 측정치를 Pearson 적률상관계수분석(γ)을 했을 때

47.14%(33명)는 골반 교정 후에도 3mm이상의 하지길이 차이를 보일 것으로 예상된다. 두 측정치간의 차이는 0~11.4mm의 분포를 보였고 평균 길이차이는 $3.76 \pm 3.12\text{mm}$ 였다(Fig. 2).

III. 고 찰

하지길이 차이(Leg Length Discrepancy, L.L.D.)가 인체에 미치는 영향에 대해서는 다소 논란이 있어서 임상적인 증상과 연관이 없다는 보고도 있지만^{2,18)}, 요통¹³⁾이나, 골반의 퇴행성 관절염⁷⁾, 스트레스 골절¹⁹⁾, 기립시 균형²⁰⁾, 골반을 통한 힘의 전달²¹⁾이나 주행시의 에너지 소비²²⁾등에 관해서 영향을 미친다는 많은 연구들이 있다. 또 스포츠 의학 분야에서도 Klein²³⁾등이 하지 길

Table V. Comparison between F.L.L.D. caused by Gonstead pelvic listing and Femur head height difference

	F.L.L.D. caused by Gonstead pelvic listing	Femur head height difference
Mean $\pm$ S.D.(mm)	2.81 ± 1.88	3.58 ± 1.63
Range(mm)	0~8	0~10
paired t-test	p-value=0.132 [†]	
pearson product -moment coefficient(γ)	$\gamma=0.05^{\ddagger}$	

[†] Statistically not significant

[‡] Poorly correlated

상관계수는 0.05로 상관도가 거의 없는 것으로 나타났으며, 실제 측정에서도 단지 5.71%(4명)에서만 두 측정치가 동일하게 나왔다(Table V).

전체 피험자 70명중 94.28%(66명)의 사람들의 대퇴골두 높이차이가 골반변위로 인한 생리적 하지길이차이(F.L.L.D)와 일치하지 않는 양상을 보였으며 이 중

이 차이와 무릎손상의 관계에 대해 보고했고, McCaw²⁴⁾는 고관절 문제와 관련성을 보고한 상태이다. 이렇게 하지길이차이와 임상적인 증후의 관련성은 하지의 생체역학적인 분석에서 하지길이차이의 측정을 꼭 필요로 하게 만들고 있다.

하지길이를 측정하는 방법은 Burke의 종설²⁵⁾에서 정

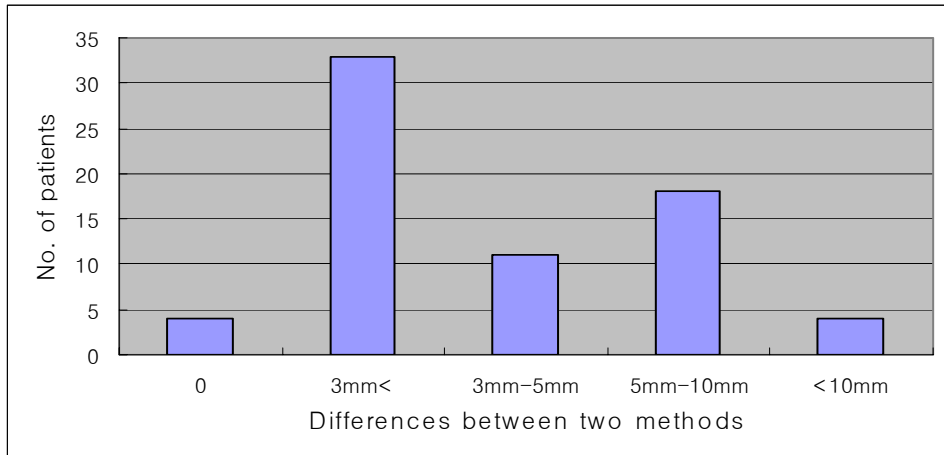


Fig. 2. Distribution of difference between two methods.

리한 바에 따르면 방사선 측정을 비롯한 기타 영상장치를 이용하는 방법과 “Quick leg-length check”라고 불리는 임상적인 방법이 있다. 방사선 측정을 이용한 방법에는 첫째, ‘Orthoroentgenogram’이 있는데 이것은 골반과 발목을 포함해서 1회의 방사선 노출을 통해 하지길이를 측정하지만 평행효과에 의해 오차가 생길 수 있다는 단점이 있다. 둘째 ‘Scanogram’이라는 방법은 골반과 무릎, 그리고 발목에 3회에 노출을 통해 오차를 줄이고 있지만, 시간이 오래 걸리고 가격이 비싸며 환자의 방사선 노출이 심한 단점이 있다²⁶⁾. 세 번째 방법은 ‘Computerized digital radiograph’로 이 방법은 방사선 노출을 최소화하며 각도의 변형이 있을 때도 정확하게 측정된다는 장점이 있다²⁷⁾. 모든 방사선학적인 하지길이 측정법은 골반이나 대퇴근위부의 일정 지점과 발목의 일정 지점까지를 측정하는 방법으로 하지길이차이에 대한 발의 영향은 고려하지 않고 있다. 이 외에도 CT(Computerized tomography)나 MRI(Magnetic resonance imaging)는 환자가 기립위로 측정하는 것이 불가능하기 때문에 거의 쓰이지 않고 있으며²⁸⁾, 3-dimensional US(Ultrasonography)등은 기립위로 촬영할 수도 있고 방사선 노출도 없지만 방사선 촬영에 비해 정확도가 떨어진다는 단점이 있다.

따라서 현재 기립위 X-ray상에서 대퇴골두의 높이를 비교하여 mm단위로 측정하는 방법은 Clarke⁸⁾의 의해 사용되었는데 촬영시의 거리를 100cm로 할 경우 3mm 이상의 정확도가 있다고 보고된 바 있다. 그 방법은 Giles와 Taylor¹³⁾, Friberg¹⁹⁾에 의해 발전되어서 동일한 피험자

에 대한 반복실험에서 1mm이하의 표준오차를 발표한 바 있다. 따라서 기립위 pelvis AP view X-ray에서 대퇴골두 높이를 비교하여 하지길이차이를 측정하는 방법이 가장 정확하다고 널리 받아들여지고 있으며^{8,10-13)}, 많은 연구에서 임상적인 하지길이 측정법의 신뢰도를 측정할 때 기준이 되는 방법으로 사용되고 있다²⁹⁻³⁰⁾. 하지만 Pelvis Ap view X-ray에서 대퇴골두 높이 차이를 이용하는 방법은 해부학적인 하지길이차이(A.L.L.D.)와 기능적인 하지길이차이(F.L.L.D.)를 구별할 수 없다¹⁰⁾.

일반적으로 명백한 해부학적인 다리길이차이를 유발하는 원인으로 Friberg²⁾와 Beal³¹⁾등은 첫째 외상으로 인한 골절이나 수술, 둘째 선천적인 병변, 셋째 퇴행성 관절질환, 넷째 감염, 다섯째 신생물 등의 다섯가지로 분류하고 있으며 Brasher¹⁶⁾는 소아마비, 성장결함, 하지부 골절, 성장판 장애, 감염 그리고 혈관종이나 동정맥루에 기인하는 과성장 증후군등으로 분류하였다. 하지만 이런 명백한 하지길이차이를 유발하는 원인이 아니더라도 약간의 하지길이차이는 일반 인구의 65~90%¹⁷⁾에서 있을 수 있다고 보고된 바가 있다.

따라서 본 연구에서는 골반변위로 유발된 생리학적인 하지길이차이를 예측 가능한 방법으로 제시하였던 Gonstead technique을 이용하여 골반변위에 의하여 유발된 생리학적 하지길이차이와 실제 방사선상의 대퇴골두 높이를 비교하였다. 그리고 둘 사이의 상관성을 분석하여 골반변위에 의한 생리적인 하지길이차이(F.L.L.D.)를 제외했을 때의 하지길이차이 정도를 알아 보고자 하였다.

골반변위가 유발하는 생리적 하지길이차이의 평균이 $2.81 \pm 1.88\text{mm}$, 실제 대퇴골두의 높이차이의 평균이 $3.58 \pm 1.63\text{mm}$ 로 실제 대퇴골두차이의 정도가 약간 더 크게 나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었다 ($p > 0.05$). 하지만, Pearson 적률상관계수분석(χ)을 했을 때 상관계수는 0.05로 낮게 나타났으며 실제 측정에서도 단지 5.71%(4명)만이 동일한 측정치를 보였다.

Gonstead technique¹⁴⁾에 의하여 분석했을 때 전체 피험자 70명중 94.28%(66명)의 사람들의 대퇴골두 높이차이가 골반변위로 인한 생리적 하지길이차이(F.L.L.D)와 일치하지 않는 양상을 보였으며 이 중 47.14%(33명)는 골반 교정 후에도 3mm 이상의 하지길이 차이를 보일 것으로 예상된다. 두 측정치간의 차이는 0~11.4mm의 분포를 보였고 평균 길이차이는 $3.76 \pm 3.12\text{mm}$ 였다.

Pelvis AP view X-ray에서 대퇴골두 높이차이로 측정 한 하지길이차이(L.L.D.)는 피험자가 기립위 자세로 X-ray를 측정하여 대퇴골두의 높이차이를 비교하는 간접적인 하지길이차이 측정방식이다. 따라서 골반변위에 의한 기능적인 하지길이차이(F.L.L.D.)뿐만 아니라, 중력이 부과되는 측정자세상의 특징으로 인해, 해부학적 하지길이(A.L.L.D.)와 고관절이나 발, 무릎등의 부정렬을 종합적으로 반영하는 것으로 사료된다. 따라서 환자가 명백한 해부학적 하지길이차이(A.L.L.D.)를 유발하는 범주에 들지 않는 경우일 지라도 해부학적인 하지길이차이(A.L.L.D.)가 없다고 단정해서는 안되며, 골반변위 이외의 요소까지 종합적으로 진단하여 치료하는 방법의 보완이 요구된다. 단하지증후군(Short leg syndrome)을 가진 환자들 가운데 90% 이상이 기능적인 하지길이차이만을 나타냈다는 보고³²⁾도 있지만 임상적 방법에 의한 하지길이차이가 골반의 변위만을 나타낸다고 단정지어서는 안될 것이다.

IV. 결 론

요통이나 하지의 통증을 호소하면서 꽃마을한방병원 침구과 외래를 내원하여 기립위 pelvis AP view X-ray를 촬영한 환자를 대상 중 명백한 해부학적 하지길이차이를 유발할 수 있는 질환이 없는 55세이하의 환자 70

명을 대상으로 하였다. Gonstead technique을 이용하여 골반변위에 의해 유발된 기능적 하지길이차이와 대퇴골두 높이의 상관관계를 분석하였다.

1. 전체 70명 중 오른쪽 장골이 PIEx된 경우가 23명, Ex된 경우가 16명, ASEx된 경우가 13명으로 전체 70명 중 52명으로 74.28%를 차지했다.
2. 대퇴골두의 높이를 통해 본 하지길이의 차이는 0-10mm의 분포를 보였고 평균 $3.58 \pm 1.63\text{mm}$ (mean $\pm$ S.D.)였다. 3mm이상 차이가 나는 경우는 41.42%(29명)로 나타났다.
3. 골반변위에 의한 기능적 하지길이차이는 0~8mm의 분포를 보였고 평균 $2.81 \pm 1.88\text{mm}$ (mean $\pm$ S.D.)로 나타나 대퇴골두높이차이의 평균보다 약간 적었다.
4. 각 피험자에 대한 두 측정값을 paired t-test로 양측검정을 실시했을 때는 P-value=0.132로 두 값사이의 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다.
5. 각 피험자에 대한 두 측정값을 Pearson 적률상관계수분석(χ)을 했을 때 상관계수는 0.05로 상관도가 낮게 나타났으며, 실제 측정에서도 단지 5.71%(4명)에서만 두 측정치가 동일하게 나왔다.
6. 전체 피험자 70명중 94.28%(66명)의 사람들의 대퇴골두 높이차이가 골반변위로 인한 생리적 하지길이차이(F.L.L.D)와 일치하지 않는 양상을 보였으며, 이 중 47.14%(33명)는 골반 교정 후에도 3mm 이상의 하지길이 차이를 보일 것으로 예상된다.

기립위 X-ray상에서 대퇴골두 높이차이는 골반변위에 의한 기능적인 하지길이차이(F.L.L.D.)뿐만 아니라, 중력이 부과되는 측정자세상의 특징으로 인해, 해부학적 하지길이(A.L.L.D.)와 발과 무릎의 부정렬등을 종합적으로 반영할 것으로 생각되며 이에 관한 추가 연구가 필요하리라 사료된다.

참고문헌

1. Byl MM, Sinnott PL. Spine variations in balance and body sway in middle aged adults: subjects with healthy backs compared with subjects with

- low-back dysfunction. *Spine*. 1991; 16: 325-30.
2. Friberg O. Clinical symptoms and biomechanics of lumbar spine and hip joint in leg length inequality. *Spine*. 1983; 8: 643-51.
3. Gofton JP. Persistent low back pain and leg length disparity. *J Rheumatol*. 1985 ;12 : 747-50.
4. Lawrence DJ. Chiropractic concepts of the short leg: a clinical review. *J Manipulative Physiol Ther*. 1985; 8: 157-61.
5. Winterstein JF. Lower extremity inequality: Short leg syndrome. In:Lawrence DJ, ed. *Fundamentals of chiropractic diagnosis and management*. Baltimore : Williams&Wilkins. 1991:498-509.
6. Friberg O. Biomechanical significance of the correct length of the lower limb prosthesis. *Prosthet Orthot. Int*. 1984; 8: 124.
7. Gofton JP. Studies in osteoarthritis of hip and leg length discrepancy. *Can. Med. Assoc. J*. 1971; 104:791-9.
8. Clarke GR. Unequal leg length:an accurate method of detection and some clinical results. *Rheumatol Phys Med*. 1972; 11: 185-90.
9. Beattie P. Isacson K. Riddel DL. Rothestein JM. Validity of derived measurements of leg length differences obtained by the use of a tape measure. *Physical Therapy*. 1990; 70: 150-7.
10. Friberg O. Numinen M. Korhonene K. Soininen E. Manttari T. Accuracy and precision of clinical estimation of leg length inequality and lumbar scoliosis: Comparison of clinical and radiological measurements. *International Disability Studies*. 1988; 10(1): 8: 49-53.
11. Gogia PP. Bratz JH. Validity and reliability of leg length measurements. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 1986; 8(4): 185-8.
12. Woerman AL. Binder-McLeod SA. Leg length discrepancy assessment: Accuracy and precision in five clinical methods of evaluation. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. 1984; 5(5): 230-9.
13. Giles LGF. Taylor JR. Low-back pain associated with leg length inequality. *Spine*. 1981; 6: 510-21.
14. Roger W. Herbst. D.C., Gonstead Chiropractic science& art. SCI-CHI Publications. 1964.
15. WH Zemelka. *Leg Analysis Procedure*. Victoria Press. 1992.
16. Brasher HR. Raney RB. *Handbook of orthopaedic surgery*. St. Louis: Mosby. 1986: 432.
17. Subotnick SI. Limb length discrepancies of the lower extremity(the short leg syndrome). *J Orthop Sports Phy Ther*. 1981; 3(1): 11-5.
18. White TO. Dougall TW. Arthroplasty of the hip. Leg length is not important. *J Bone Joint Surg Br*. 2002; 84(3): 335-8.
19. Friberg O. leg length asymmetry in stress fracture, a clinical and radiological study. *J Sports Med*. 1982; 22: 485-8.
20. Murrel P. Cornwall MW. Doucet SK. Leg length discrepancy: effect of the amplitude of postural sway. *Arch Phys Med Rehabil*. 1991; 72: 646-8.
21. Brand RA, Yack HJ. Effects of leg length discrepancies on the forces at the hip joint. *Clin Orthop*. 1996; 333: 172-80.
22. Delacerda FG, McCorory ML. A case report: effect of a leg length differential on oxygen consumption. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1981; 3: 17-21.
23. Klein KK. Developmental asymmetries and knee injury. *Phycian and Sports medicine*. 1992; 14(6): 67-72.
24. McCaw ST. Leg length inequality. Implications for running injury prevention. *Sports medicine*. 1992; 14(6): 422-9.
25. Burke Gurney. Leg length discrepancy. *Gait and Posture*. 2002; 15: 195-206.
26. Stevens PM. Radiographic distortion of bones: a marker study. *Orthopaedics*. 1989; 12: 1457-63.
27. Mosley CF. Assessment and prediction in leg length discrepancy. *Inter Course Lect*. 1989; 38: 325-30.
28. Rebecca SY. Paul DA. Golden SC. Effect of stimulating leg length inequality on pelvic torsion

- and trunk mobility. *Gait and Posture*. 2000; 11: 217-23.
29. Rhodes DW. Mansfield ER. Bishop PA. Smith JF. The validity of the prone leg check as an estimate of standing leg length inequality measured by x-ray. *J Manipulative Physiol Ther*. 1995; 18(6): 343-6.
30. Rhodes DW. Mansfield ER. Bishop PA. Smith JF. Comparison of leg length inequality measurement methods as estimators of the femur head height difference on standing x-ray. *J Manipulative Physiol Ther*. 1995; 18(6): 448-52.
31. Beal MC. Review of short leg problem. *J American Osteopaethic Association*. 50: 109- 21.
32. W.M.Austin. Functional leg length discrepancy: Chiropractic response. *J Bodywork and Movement Therapies*. 2000; 4(1): 68-71.