

평편족의 치료로 이용한 관절고정술시 스프링인대군 (spring ligament complex)에서 strain의 변화

서울 을지병원 정형외과학 교실

이경태 · 배준우

— Abstract —

The strain of the spring ligament complex at different arthrodesis of the hindfoot for treatment of the flatfoot

Kyung-Tai Lee M.D., Joon-woo Bae, M.D.

Department of Orthopaedic Surgery, Eul-ji General Hospital, Seoul, Korea

It was well known that arthrodesis of the tarsal joint is an excellent procedure to correct the flatfoot deformity for relieving pain. Recently, concept of the selective tarsal joint fusion instead of the triple fusion was developed to preserve the joint motion. To investigate and compare the effect of the each different tarsal fusion, we measured the strain at the spring ligament, medial roof of the medial longitudinal arch.

Five fresh frozen cadaver foot specimens, with distal half of the tibia were utilized.

The superomedial portion of the spring ligament complex was dissected from the origin to the insertion. For each specimen, a calibrated open liquid metal strain gauge was secured along the length of the superomedial portion.

Under the specially devised test rig, measurement of the strain was taken at each test condition from the tare weight 18.2 lb followed by 38.2 lb., 82.2 lb and a maximum loads of 134.6 lb. : 1) unfused condition, 2) isolated subtalar fusion 3) isolated talonavicular fusion 4) combined subtalar and talonavicular fusion 5) triple fusion. Statistics showed that significant reduction in strain following the triple fusion, and from the subtalar fusion to triple fusion.

Key Words : Spring ligament, Arthrodesis, Treatment of flatfoot.

통신저자 : 이 경태

서울특별시 중구 을지로 3가

서울 을지병원 족부 정형외과 Tel : (02) 275-1631

서 론

성인의 후천성 평편족의 수술방법은 다양하고 그중에서도 관절 고정술은 대개 관절의 변형이 심하고, 관절운동의 제한이 동반된 경우에 시행하며, 통증의 해결 및 관절변형을 교정하는 데 효과가 있다고 보고되어 졌다⁴⁻⁶⁾. 그리고 관절고정술의 종류에도 과거에는 거골하 관절 고정술과 삼중관절 고정술의 두가지만이 많이 사용되었으나, 최근에는 되도록 적은 관절을 고정하는 선택적 관절 고정술의 개념이 도입되면서 거골주상관절 고정술 및 이중관절 고정술등의 수술등이 시행되게 되었다. 하지만 이들 각각의 수술전 후에 평편족의 병리학적인 근간을 이루고 있는 내측종아치에서의 변형도의 변화 즉 생체역학적인 연구는 진행된 것이 없었고, 특히 수술 종류에 따른 변형도의 변화⁴⁾에 대한 비교도 없었던 바, 본 저자들은 사체를 대상으로 직립보행위치에서의 스포링인대군의 최대 변형도를 측정하여 각각의 고정술이 내측종아치에 미치는 영향을 알고자 하였다.

연구 재료 및 방법

경골원위부를 포함한 5구의 신선 냉동사체족부를 사용하였고, 육안 및 방사선 촬영으로 족부의 이상이나 변형이 없는 것을 확인하였다.

탈냉동된 검체를 해부하였는데, 피부절개는 후경골근의 수술시 이용하는 절개를 사용하였고, 후경골근, 장모지 및 장지굴건을 제거한 상태에서 스포링인대를 기시부 및 부착부에서 각각 확인하였다. 종골의 내측부에서 연부조직을 골막부위에서 해부하였고, 소절개를 외측종골에 시행하였다. 각 검체에 액체금속변형도 측정기⁹⁾(liquid metal strain gauge: Park Medical Electronics)를 초강력접착제를 이용하여 상내측 및 하측인대의 기시부와 부착부에 각각 부착시켰고 이들이 자유로 움직이도록 인대의 전장에 걸쳐서 봉합사로 봉합하였다. 한편 액체금속변형도 측정기는 부착전 변형도의 정도를 미리 보정하였다. 측정기는 변전기(transducer)로 연결되어 Whitestone bridge를 통해 전압-전압 방

정식에 대입하여 변형도를 측정하였다.

경골에 금속정을 골수강내로 삽입하고, 발이 실험기구에서 지면에 수직이 되도록 하였다. 최초의 변형도의 측정은 경골부에 18.2 파운드의 무게로 하였고, 계속 38.2, 82.2 그리고 최대 무게인 134.6 파운드의 무게를 올리고 계속하였다(Fig. 1).

실험의 순서는 5가지의 검사 상태를 순차적으로 정하고 시행하였는데, 1) 아무런 수술을 하지 않은 상태(unfused condition) 2) 단독 거골하관절 고정술(subtalar joint fusion) 3) 단독 거골주상관절 고정술(talonavicular joint fusion) 4) 거골하 및 거골 주상관절 복합 고정술(combined subtalar and talonavicular joint fusion) 5) 삼중관절 고정술(triple fusion)의 순서였다(Fig. 2).

각각의 경우에 4번의 검사를 시행하였고, 매번의 실험사이사이에는 검체를 흔들어서 다시 검사대에 재정렬시키고 시행하였다.

한편 관절고정술은 주로 주로 steinmann pin을

Fig 1. Specially devised test rig with 134.6 lb weight.

Fig 2. Experimental subtalar joint fusion state with 3 threaded steimann pin under the test rig.

이용하였는데, 거골하관절 고정술은 거골하고정술 전의 상태에 대해서 측정이 끝난 후 검체를 검사대 내에둔채, 3개의 threaded steimann pin을 이용하여 경피적으로 거골의 전방에서 후외측방향으로 종골로 삽입하였다.

삽입후에는 거골하 관절운동을 확인정확한 고정술을 시행하였는지의 여부를 확인하였다. 유사한 방법으로 각각의 관절 고정술은 시행하였는데, 거골주상관절에는 2개의 steimann pin과 k 강선을 종골입방관절에는 2개의 steimann pin을 이용하였다. 측정치를 통계처리하고, 이들의 분석을 위해서 분산 분석을 시행 하였다.

결 과

고정술전의 변화도 및 검사 상태 2), 3), 4), 및 5)에서의 평균 변형도는 각각 4.986, 4.520, 2.260 1.884 및 7.26(표준 편차 각각 1.326, 1.505, 2.743 및 0.911) 이었다(Table 1).

한편, 고정술전 상태와 거골하관절술시행후와의 변형도의 차이가 유의한지를 알기 위한 t-test에서 p-value는 0.620, 고정술전 상태와 거골주상관절 시행후와의 변형도 차이의 t-test는 0.100, 고정술전상태와 거골하 및 거골주상관절 고정술후의

변형도 t-test는 0.017, 고정술 전 상태와 삼중관절 유합술후의 변형도 t-test는 0.0008였으며, 거골하관절고정술후와 삼중관절고정술후, 삼중관절고정술후와 거골주상관절 고정술후 및 삼중관절 고정술과 거골 하 및 거골주상관절고정술후의 각각의 t-test는 0.0039, 0.360, 및 0.340 이었다(Table 2).

Table 1. Maximum strain in superomedial portion of spring ligament complex (%)

검체번호 \검사상태	Unfused	ST fusion	TN fusion	ST-TN Fusion	Triple Fusion
78	4.34	5.18	1.06	0.67	0.38
79	4.88	4.12	0.68	0.67	0.02
80	6.70	3.94	7.09	4.80	2.12
81	5.77	6.69	0.63	2.43	1.68
85	3.24	2.67	1.84	0.61	0.51
average	4.986	4.520	2.260	1.884	0.938
S. D.	1.326	1.505	2.743	1.792	0.911

Table 2.

t - test	P values
Unfused / ST fusion	0.620
Unfused / TN fusion	0.100
Unfused / ST-TN fusion	0.017
Unfused / triple fusion	0.0008
ST fusion / triple fusion	0.0039
triple fusion / TN fusion	0.360
triple fusion / ST-TN fusion	0.340

고 찰

평편족의 수술방법은 너무 다양하고, 그 원인 즉 선천성인지 후천적인지에 따라 많은 차이가 있다. 특히 성인의 후천적 평편족의 원인 중의 하나인 후경골건 부전증시의 수술 방법은 그 임상양상, 건의 손상정도, 관절의 운동범위, 변형의 정도에 따라 선택의 여지가 많다³⁻⁵⁾.

그 중에서 관절의 변형 및 관절 운동범위의 감소가 심하게 야기된 경우에는 관절고정술을 시도하

게 되는데³⁾ 과거에는 후족부의 세관절 모두를 고정하는 것이 일반적이었던데 반해, 최근에는 되도록 최소한의 관절만을 선택적으로 고정시키는 방법들 (selective fusion)⁷⁾ 이 다양하게 고안되어 관절운동을 최대한으로 보존하고⁸⁾, 수술방법도 간단화하려는 경향이 일반적 추세이다.

선택적고정술의 장점은 삼중관절 고정술의 경우보다 수술시의 불유합의 확률이 적고, 수술시간도 단축되며, 고정하지 않은 관절의 운동범위가 남아, 굴곡 신전 및 내반, 외반등의 운동 범위가 삼중고정술보다 좋다는 것이다.

그리고 O'Malley 등⁷⁾은 삼중관절고정술과 선택적 관절고정술중 거골주상관절 고정술과 이중관절 고정술은 평편족의 변형을 교정하였다고 방사선학으로 증명하여서, 관절고정술후 족근관절에서의 종아치회복능력이 관절부위에 따라 차이가 있다고 하였고, 특히 거골하 관절고정술은 종아치를 회복시키지 못하였다고 하였다. 그리고 Sangeorzon 등¹⁰⁾은 삼중관절 고정술 후측면 족부 방사선 촬영에서 측면 거골 종골각이 11도, 거골 중족지골각이 18도의 증가를 보여 평편족의 교정이 있다고 하였다.

본 연구에서 내측 종아치의 안정화 구조물중의 하나¹¹⁾인 스프링인대군중 상내측인대¹²⁾에 변형도측정기를 부착하였으며, 계측은 이 와 김¹³⁾의 연구에서와 같이 액체금속변형도 계측기를 이용하였고, 각각의 계측기는 사용하기 전에 자체의 길이와 길이에 대한 저항, 전압의 관계를 수치화하도록 방정식을 구하였다. 그리고 실험 도중의 온도변화에 대한 계측기의 불안정을 고려하여, 계측시마다 실온을 확인하였다.

본 연구 결과, 평균 변형도는 고정술전 정상군(4.986)에서가 어떤 고정술후보다 높았고, 단독 거골하관절 고정술(4.520), 단독 거골주상관절 고정술(2.260), 거골하 및 거골주상관절 복합 고정술(1.884) 및 삼중관절 고정술(0.938)의 순서였다.

한편, 변형도에 대한 분산분석에서 고정술전의 각 고정술에 대한 p-value는 각각 단독 거골하관절 고정술 0.620, 단독 거골주상관절 고정술 0.100, 거골하 및 거골주상관절 복합 고정술 0.017 및 삼중관절 고정술 0.0008 이었고, 삼중고정술의 각

고정술에 대한 p-value는 단독 거골하관절 고정술 0.0039, 단독 거골주상관절 고정술 0.360, 거골하 및 거골주상관절 복합 고정술은 1.884 였다.

따라서, p-value의 값이 0.01보다 낮은 고정전과 삼중관절고정술, 고정전과 거골하-거골주상관절 고정술 그리고 거골하 관절고정술후와 삼중고정술후의 변형도의 변화가 통계학적으로 의미(신뢰구간 99%)가 있었고, 이는 단독 거골하관절고정술이나 단독 거골주상관절 고정술후에는 내측종아치의 변형도에 의미 있는 변형도의 감소를 보이지 않았다는 것을 나타내며, 이는 O'Malley 등⁷⁾의 연구에서의 단독 거골하관절고정술이 평편족의 아치를 교정하지 못했다는 증명과 일치한다.

거골하관절고정술에 거골 주상관절고정술은 첨가하여도 이는 변형도의 의미있는 감소를 초래하지 못하고 삼중고정술 즉 거골주상관절과 종립방관절까지 포함되어야 의미있는 감소를 보이고, 이때에는 방사선학적으로도 평편족의 변형은 교정되어진다는 것을 본 연구에서 보여주고 있다.

결론적으로 본 연구의 임상적 의의는 거골하관절 고정술 및 거골 주상관절 고정술로는 내측종아치의 변형도를 감소시킬수 없고, 삼중관절 고정술이나 이중관절 고정술이 되어야만 변형도가 통계학적으로 의미있게 감소한다는 것이다.

REFERENCES

- 1) 이 경대 김 현철 : 내측종골절골술후의 내측 종아치에서의 변형도의 변화. 대한정형외과학회지, 32, 1996.
- 2) Deland JT and Davis WH. : Anatomy and Biomechanical Testing of the Spring ligament complex. presented at AOFAS summer meeting, Napa Valley California, 1992.
- 3) Austion DJ, Deland Jt, Otis JC and Hogle S : Motion of the hindfoot after selective fusion. Presented at specialty Day 25 annual meeting, Orlando Florida, 1995.
- 4) Funk DA, Cass JA and Johnson KA : Acquired flat-foot secondary to posterior tibial tendon pathology. *J Bone Joint Surg*, 68

-A:5-102, 1986.

- 5) **Holmes JR GB, Cracchiolo IIIA, GoldnerJL and Mann RA**: Symposium: Current Practice in the Management of Posterior Tibial Tendon Rupture. *Contem. Orthop.* 20 (1), 1990.
- 6) **Mann RA and Thompson FM**: Rupture of the posterior tibial tendon causing flat foot. *J Bone Joint Surg*, 67-A:556-561, 1985.
- 7) **O'Malley MJ, Deland JT and Lee KT**: Selective hindfoot arthrodesis for correction of the adult acquired flatfoot deformity. An in vitro study. *Foot Ankle Int*, 16(7):411-417, 1995.
- 8) **Rule J, Yao L and Seeger LL**: Spring ligament of the ankle. *normal MR anatomy Am. J. Roentgenol*, 161 (6):1241-1244, 1993.
- 9) **Sigal L, Njust GO, Njus NM and Brown TD**: Dynamic performance characteristics of the liquid metal strain gauge. *J. Biomechanics*, 19(2):165-173, 1986.
- 10) **Sangeorzan BJ, Smith D, Veith R and Hansen ST Jr**: Triple arthrodesis using internal fixation in treatment of adult foot disorders. *Clin Orthop*, 294:299-307, 1993.