

Femur proksimalinde uygulanan düzeltici osteotomilerin diz biyomekaniğindeki etkileri *

E. KAYIRAN (1) S.K. EROL (2) S. AKSOY (3)

Gerek intertrohanterik bölgede uygulanan varizasyon osteotomisinde, gerekse MC MURRAY osteotomisinde, distal parçanın mediale kaydırılıp kaydırılmamasına göre, diz ekleminin biyomekaniği doğrudan etkilenmektedir.

Sunulan biyomekaniksel deneysel çalışmada, diz ekleminin medial ile lateral bölgelerinin, distal fragmanın değişen medializasyon ölçülerine göre ne oranda etkilendiği yansıtılmakta, deneylerden elde edilen sonuçlar, biyomekanik hesaplama sonuçları ile karşılaştırılmaktadır.

The effects of corrective osteotomies applied proximal femur on the biomechanics of the knee.

The biomechanics of the knee is directly effected depending on whether the distal segment is migrated medially, both in the corrective osteotomies applied on the intertrochanteric region and in Mc Murray osteotomies.

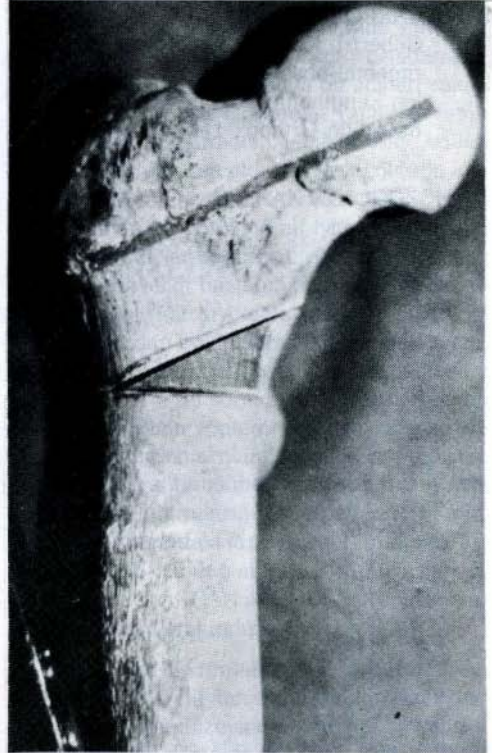
In the experimental biomechanical study presented, attempts have been made to reflect medial and lateral regions of the knee were effected according to the varying degrees of medialization, and to compare the results obtained from the experiments with biomechanical calculation results.

Kalça ekleminde, eklem yüzleri arasında, normal anatomik uyumun bozulduğu durumlarda, örneğin belirgin bir asetabulum displazisinde, femur başına yukarıdan gelen yüklerin daha geniş bir alana dağılması açısından, profilaktik olarak, varizasyon osteotomisi uygulanmaktadır. Ayrıca eklem kıkırdak yüzlerinde dejenerasyon yaratan, progressif olarak ilerleyen koksartrozlarda, proksimalden gelen yüklerin, asetabulum dayandırılan distal fragmanın ucundan doğrudan bacağa iletilmesini amaçlayan Osteotomi uygulanmaktadır.

Gerek intertrohanterik bölgede uygulanan varizasyon osteotomilerinde, gerekse Mc Murray osteotomisinde distal parçanın mediale kaydırılıp kaydırılmamasına göre, diz ekleminin biyomekaniği doğrudan etkilenmektedir.

Pauwels (1950) ilk olarak intertrohanterik varizasyon osteotomisini tanımlarken, distal fragmanın medializasyonunu dikkate almamıştı (12).

Bugüne kadar bir çok araştırmacı, intertrohanterik varizasyon osteotomilerinden sonra, sayıların diz eklemlerinde gelişen genu varum deformitesinin önlenmesinde, medializasyonun önemli bir etken olduğunu vurgulamışlardır (2,3,4,5,10,11,12,13).



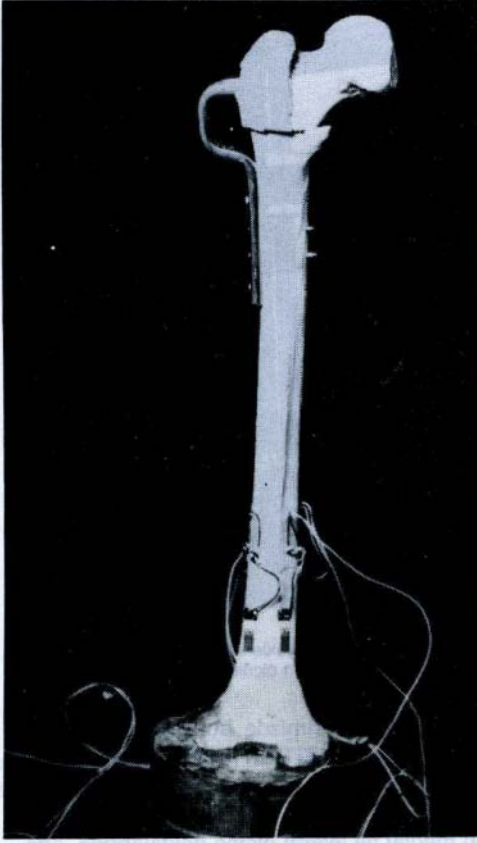
Resim 1.- Varizasyon için Femur'un hazırlanışı.

1- Dokuz Eylül Ü. Tıp Fak. ortopedi-Travmatoloji Anabilim Dalı eski araştırma görevlisi, Uz. Dr. İnciraltı - İzmir,

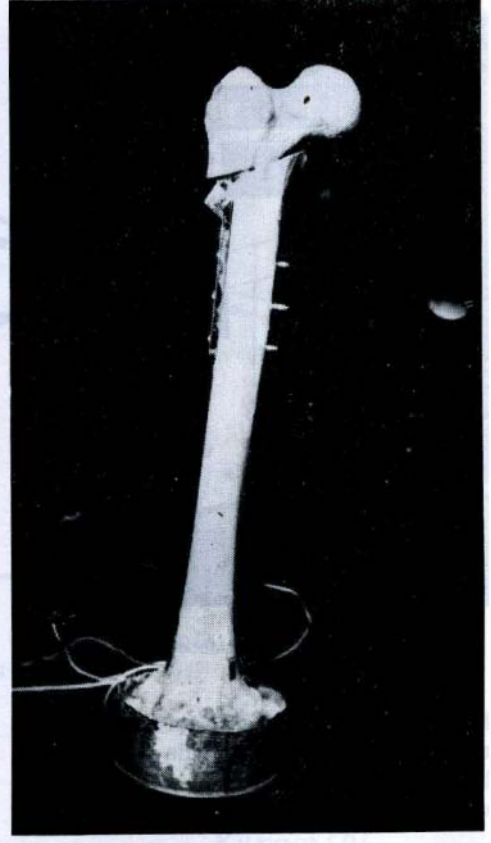
2- Dokuz Eylül Ü. Tıp Fak. Ortopedi-Travmatoloji Anabilim Dalı öğretim üyesi, Prof. Dr.

3- Dokuz Eylül Ü. Mimarlık-Mühendislik Fak., Mükina Mühendisliği Bölümü, Yrd. Doç. Dr.

* 16-20 Haziran 1986, Atatürk Ü. Tıp Fak. 20 Kuruluş Yılı -Genel Tıp kongresinde bildiri olarak sunuldu.



Resim 2.- Varizasyondan sonra dizin etki alanlarının saptanması açısından suprakondiler bölgeye yerleştirilen gerilim ölçme rozetleri.



Resim 3.- Mc MURRAY osteotomisinde dizin nasıl etkilendiğinin ölçülmesi için femurun hazırlanışı.

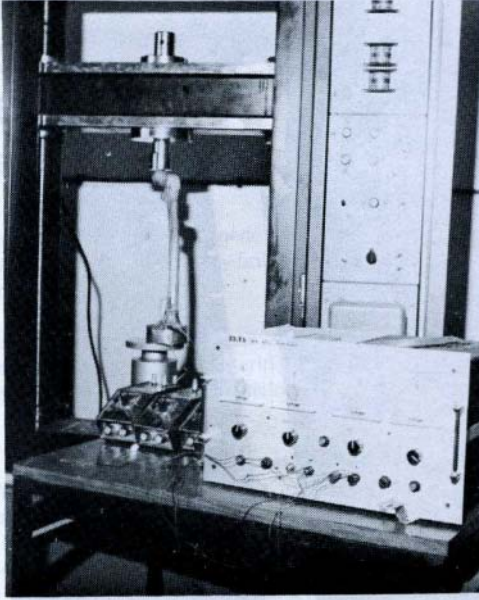
Bir varizasyon osteotomisinden sonra da, femur başı merkezinin asetabulum içine doğru yer değiştirmesi sırasında, proksimal fragman ayrıca laterale kaymaktadır (1,10,11,14). Bu durumda üst ve alt fragmanların osteotomi yüzlerinin adaptasyonu sağlanınca, femur shaftı laterale kayarak, mekanik eksen femurun medialine doğru yer değiştirir, femur başına gelen yükler de dizin medial bölgesinde yoğunlaşarak bu bölgenin aşırı biçimde zorlanmasına yol açar (3,4,5,9,10,11). Diz eklemine medial bölgesinde etkili olan kompresif yüklerin, laterale oranla daha büyük ölçülerde olması, zamanla diz eklemine dejeneratif bir genu varum deformitesinin oluşmasına yol açar (6).

AALAM intertrohanterik-varizasyon osteotomisi ile birlikte uygulanması gereken medializasyonun ölçüsünün, uygulanan varizasyon açısına, kollum femorisin uzunluğuna bağlı olarak değişebileceğini belirtmektedir. Varizasyon derecesinin fazla oluşu, ya da kollumun uzun olması medializasyonun ölçüsünü arttırmaktadır (1).

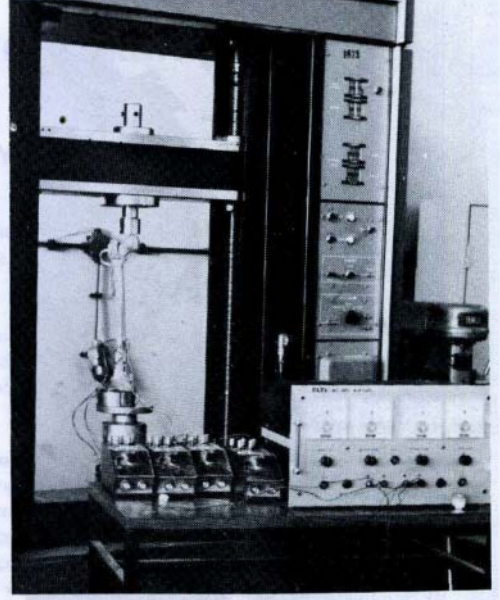
MC MURRAY osteotomisinde distal fragmanın mediale kaydırılması sonucu femur başının merkezinden interkondiller aralığa uzanan femurun mekanik eksenini femur shaftının lateraline kayar. Bu durumda femur başından diz eklemine iletilen kompresif yükler, dizin lateral bölgesini daha çok etkileyerek, diz eklemine bir valgus deformitesinin ortaya çıkmasına neden olur (2,7,8,9,10,11).

Gerek MC MURRAY gerekse varizasyon osteotomilerinden sonra diz biyomekaniğinde ortaya çıkan değişimlerin araştırılması temelinde deneysel çalışmalar yürütülmüştür.

MC MURRAY osteotomisinde, bir varizasyon olmadan, distal fragman mediale getirildiğinden, fizyolojik koşullar diz biyomekaniğinde bozulmaktadır. Varizasyon osteotomilerinde de, distal fragmanın medializasyonu kimi zaman az kimi zaman da çok yapıldığından, kimi zaman da hiç yapılmadığından, bu yeni koşullarda diz



Resim 4.- İNSTRON, Model 1114.



Resim 5.- Femur başına yüklenmelerde suprakondiler bölgeye yansıyan gerilimlerin ölçülmesi.

biyomekaniği olumlu ya da olumsuz etkilenmektedir; femur kondilleri ile ilişkide olan tibial düzlüklerde medial ya da lateral bölgede, değişik değerlerde gerilim stresleri ortaya çıkacaktır.

Gereç-yöntem

Biyomekaniksel-deneysel çalışmalarımız gerek varizasyon gerekse MC MURRAY osteotomilerinden sonra diz biyomekaniğinde ortaya çıkan değişimlerin araştırılması temelinde Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık-Mühendislik Fakültesi Makina Mühendisliği Bölümü Uygulamalı Mekanik Laboratuvarlarında yapıldı.

Gerek MC MURRAY osteotomisinde gerekse distal fragmana medializasyon verilerek ya da verilmeksizin yapılan varizasyon osteotomilerinde, diz bölgesinde medial ile lateral femur kondillerinde gelişecek olan gerilimlerdeki ayrımlar karşılaştırmalı olarak araştırıldı.

Değişik osteotomilerde medializasyonun değişen derecelerine uyan gerilimlerin, medial ile lateral femur kondillerinden karşılaştırmalı olarak ortaya çıkarılabilmek için gerilim ölçme rozetlerinden (strain-gage-M.M.Michigan) yararlanıldı.

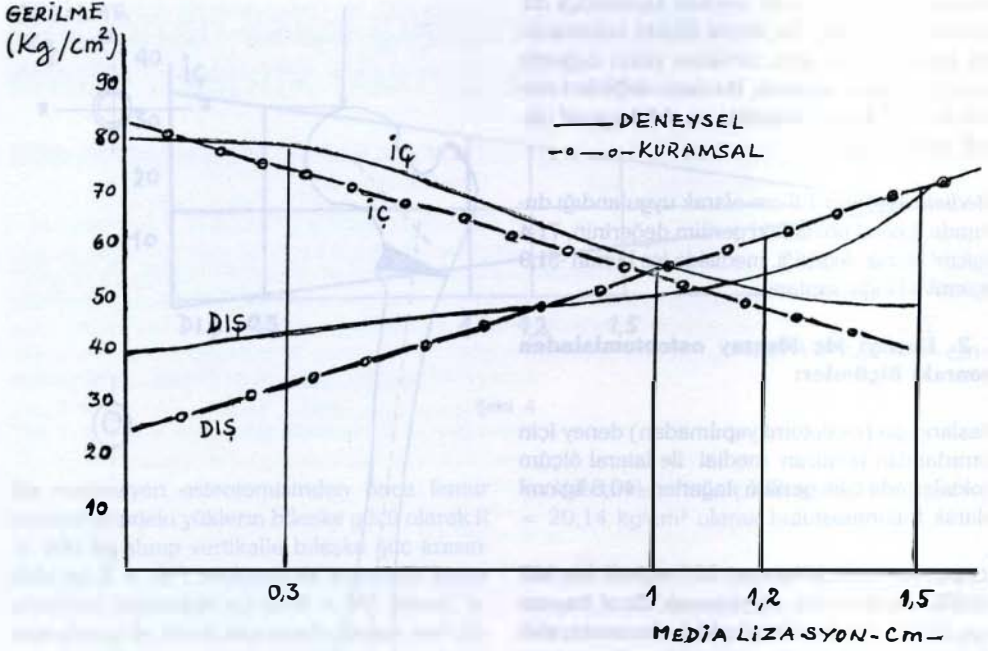
Bir insanda tek ayak üzerinde durma fazında femur başına binen yükü 50 kg olarak kabul ede-

rek tüm deneylerimizde bu değerde olan bir kompresif güç, İNSTRON (Modell 1114) elektronik çekme-basma aygıtında femur başı merkezine vertikal olarak uygulandıktan sonra, femurun medial ile lateral ölçme noktalarında, ortaya çıkan gerilimler indikatörlerden (VİSHLAY-ELLİSON) okuyarak saptadık (Resim 5-)

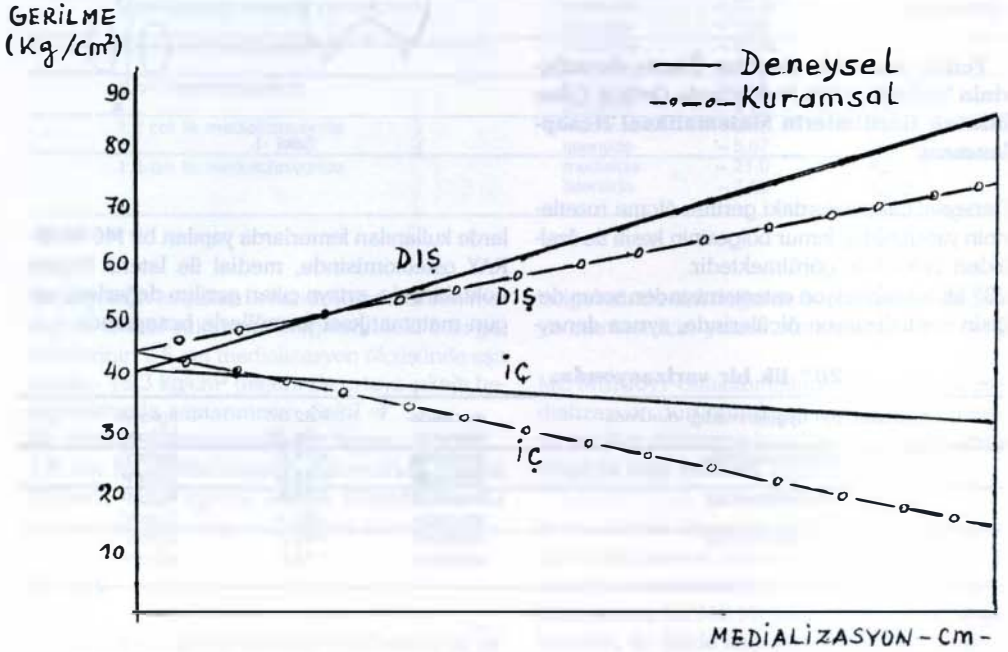
1. Deney: Varizasyon osteotomisinden sonra değişen medializasyon durumlarında ortaya çıkan gerilimler:

Başlangıçta varizasyon osteotomisi uygulanmadan önce, medial ile lateral ölçüm noktalarında eşit olarak $-57,5 \text{ kg/cm}^2$ değerine elde edilen bası gerilimlerinin, deney için kullanılan femurların intertrohanterik bölgesinde 20° lik bir kemik kaması çıkartılarak uygulanan varizasyon osteotomisinden sonra, medializasyon uygulanmadığı durumda lateral noktada -39 kg/cm^2 , medialde ise laterale oranla 2 kat artarak $-78,5 \text{ kg/cm}^2$ olduğu bulunmuştur.

Medial ile lateral noktalardan alınan gerilim değerlerinde $0,3 \text{ cm}$ 'lik bir medializasyon ölçüsünde medializasyon yapılmayan duruma göre, belirgin bir ayırım saptanmamıştır. bu durumda medial noktada $-78,2 \text{ kg/cm}^2$ olarak ortaya çıkan gerilim değerinin lateral noktada $-43,4 \text{ kg/cm}^2$ olduğu bulunmuştur.



Şekil -2.



Şekil -3

deneysel olarak elde edilen değerleri görülmektedir.

Şekil -3 Vertikal yüklenme durumunda, 1,8 cm lik bir medializasyon ölçüsündeki MC MURRAY

osteotomisinden sonra, iç ile dış ölçüm noktalarında ortaya çıkan gerilmelerin kuramsal ile deneysel koşullardaki bulunan değerleri görülmektedir.

Distal fragmanın 1,2 cm mediale kaydırıldığı durumda ise, medial ile lateral ölçüm noktalarında, başlangıçtaki gibi, birbirine yakın değerlere bası gerilimleri saptandı. Bunların değerleri medialde -52,7 kg/cm², lateralde ise -54,4 kg/cm² olarak bulunmuştur.

Medializasyonun 1,5 cm olarak uygulandığı durumda, lateral noktadaki gerilim değerinin, 71,4 kg/cm² olarak değiştiği, medialde ise bunun -51,0 kg/cm² olduğu saptandı.

2. Deney: Mc Murray osteotomisinden sonraki ölçümler:

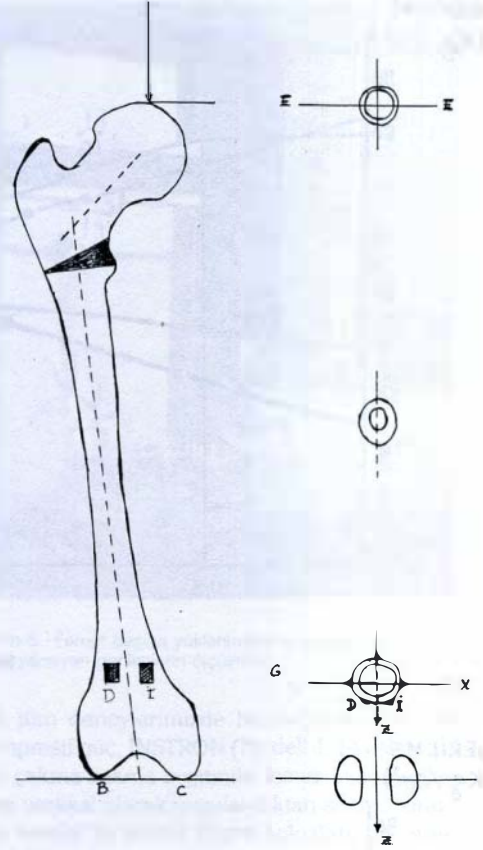
Başlangıçta (osteotomi yapılmadan) deney için yararlanılan femurun medial ile lateral ölçüm noktalarında bası gerilim değerleri -40,8 kg/cm² olarak bulunmuştur.

İntertrohanterik bölgeden 30° eğimli bir MC MURRAY osteotomisi uygulanarak, distal fragmanın 1,8 cm mediale kaydırıldığı durumda, medial ölçüm noktasında ortaya çıkan bası geriliminin -33 kg/cm² lateral noktada ise bu değer yaklaşık 3 kat artarak -85 kg/cm² olduğu görülmüştür.

Femur üzerinde Gerilim Ölçme Rozetlerinin Yerleştirildiği Noktalarda Ortaya Çıkabilecek Gerilimlerin Matematiksel Hesaplanması:

Deneyel çalışmalardaki gerilim ölçme rozetlerinin yapıldığı femur bölgesinin kesiti ile özellikleri Şekil 1'de görülmektedir.

20° lik bir varizasyon osteotomisinden sonra değişen medializasyon ölçülerinde, ayrıca deney-



Şekil -1.

lerde kullanılan femurlarda yapılan bir MC MURRAY osteotomisinde, medial ile lateral ölçüm noktalarında, ortaya çıkan gerilim değerleri, uygun matematiksel formüllerle hesaplandı.

20° lik bir varizasyonda:

Medializasyon uygulanmadığı durumda	medialde-	-82,07	kg/cm ²
	lateralde-	-25,25	kg/cm ²
0,3 cm lik medializasyonda	medialde-	-74,0	kg/cm ²
	lateralde-	-34,0	kg/cm ²
1,2 cm lik medializasyonda	medialde-	-51,4	kg/cm ²
	lateralde-	-62,4	kg/cm ²
1,5 cm lik medializasyonda	medialde-	-43,0	kg/cm ²
	lateralde-	-72,0	kg/cm ²

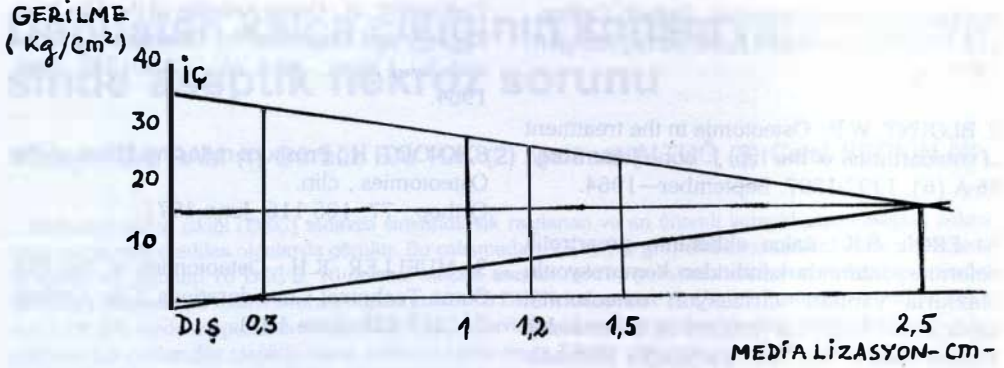
olarak saptanmıştır.

Mc Murray Osteotomisinin Uygulandığı Durumda:

Başlangıçta medial ile lateral noktalarda -44,0 kg/cm² olarak bulduğumuz gerilim değerlerinin 1,8 cm lik bir medializasyonla uygulanan MC MURRAY osteotomisinden sonra değişerek, lateral noktada -73,3 kg/cm² medial noktada ise

-15,0 kg/cm² olduğu hesaplamalarla ortaya çıkmıştır.

Şekil -2: Vertikal yüklenme durumunda 20° lik bir varizasyon osteotomisinden sonra, değişen medializasyon ölçülerinde, iç ile dış ölçüm noktalarında ortaya çıkan gerilimlerin kuramsal ile



Şekil -4.

Bir varizasyon osteotomisinden önce femur proksimalindeki yüklerin bileşke gücü olarak $R = 200\text{ kg}$ alınıp vertikalde bileşke güç arastındaki açı $X = 16^\circ$, mekanik ile anatomik femur eksenleri arasındaki açı ise $B = 90^\circ$ olarak, femur eksenine ile femur başı merkezinden inen düşey doğrultu arasındaki uzaklık $\delta_1 = 4\text{ cm}$ olarak kabul edilip femurun medial ile lateral

kondillerinde ortaya çıkan gerilimler $Q_B = -C = 20,14\text{ kg/cm}^2$ olarak bulunur.

Varizasyon osteotomisinden sonra $R = 150\text{ kg}$ a iner $X = 22^\circ$ ye çıkar, bu durumda femur kondillerinin medial (C) ile lateral (B) noktalarında *değişen medializasyon ölçülerine göre ortaya çıkan gerilimler:*

Medializasyon olmadığı bir durumda	medialde-	- 30,42	kg/cm ²
	lateralde-	- 1,86	kg/cm ²
0,3 cm lik medializasyonda	medialde-	- 28,56	kg/cm ²
	lateralde-	+ 0,12	kg/cm ²
1 cm medializasyonda	medialde-	- 24,0	kg/cm ²
	lateralde-	- 4,42	kg/cm ²
1,2 cm lik medializasyonda	medialde-	- 22,3	kg/cm ²
	lateralde-	- 5,67	kg/cm ²
1,5 cm lik medializasyonda	medialde-	- 21,0	kg/cm ²
	lateralde-	- 7,55	kg/cm ²

olmaktadır.

Bu fizyolojik koşullarda femur kondillerinin medial ile lateral yüklenme bölgelerindeki bası gerilimlerinin 2,5 cm medializasyon ölçüsünde eşit olarak $- 15,3\text{ kg/cm}^2$ değerinde ortaya çıktığı hesaplarımızda saptanmıştır. *Şekil -4*

Mc Murray Osteotomisinden Sonra:

1,8 cm lik medializasyon durumunda medial bölgede $-8,17\text{ kg/cm}^2$ lateral bölgede ise -32 kg/cm^2 gerilim değerleri ortaya çıkmaktadır.

Sonuç

Bir varizasyon osteotomisinde medializasyon yapılmadığı durumlarda, gerek vertikal gerekse fizyolojik yüklenme koşullarında, diz ekleminin medial bölgesinde bası stresleri yoğunlaşmaktadır.

bölgelerinde eşit değerlerde bası streslerinin ortaya çıkması için yeterli olmaktadır.

MC MURRAY Osteotomisinde 1,8 cm lik bir medializasyon durumunda, gerek fizyolojik gerekse vertikal yüklenme koşullarında, dizde lateral bölgede bası stresleri yoğunlaşmaktadır.

Sonuç olarak söylemek gerekirse distal fragman medializasyon verilmeden uygulanan bir varizasyon osteotomisinden sonra dizde bir varus deformitesi, bir MC MURRAY osteotomisi uygulanırken de dizde kaçınılmaz olarak bir valgus deformitesi ile birlikte artroz gelişeceğini göz önünde bulundurmak gerekmektedir.

Kaynaklar

Vertikal yüklenme koşullarında, 1,2 lik bir medializasyon ölçüsü, femurun medial ile lateral

1.-AALAM, M.: Realisierbarkeit des sog. MC. MURRAY - Effktes bei der Varisierungsosteotomie

mit dem AO-Instrumentarium. Zeitsch. Orthop., 115,737-742, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart, 1977.

2. BLOUNT, W.P.: Osteotomie in the treatment of osteoarthritis of the hip. J. Bone Joint Surg., 46-A (6), 1297-1397, September—1964.

3.- EROL, S.K.: Kalça ekleminin preartrotik deformasyonlarında kendinden kompresyonlu plaklarla yapılan varizasyon osteotomisi sonuçları, V. Milli Türk Ortopedi ve Travmatoloji Kongre Kitabı, 361-382, Yargıçoğlu Matbaası Ankara,1978.

4.- EROL, S.K.: Varizasyon Osteotomilerinin Biyomekanik Özelliklere göre İncelenmesi, Ege Ü. Tıp Fak. Dergisi, 19,4 Ek Yayın: 1, Ocak-1981.

5.- EROL, S.K.; Kompresyon Osteosentezlerinde Spongiozanın ezilme Olasılığı ile Vida-Plak Korozyonu, Acta Orthop. Et Traumatologica Turcica, Cilt XIX, Sayı: 4, 11-327, 1985.

6. KETTELKAMP, D.B., WENGER, D.R., CHAO, E.Y.S., THOMPSON, L.; Results of proximal tibial ostectomy. The effects of tibiofemoral angle, stance -phase flexion-extension and medial plateau force. J.Bone Joint Surg. 58-A: 952-959,1976.

7.- KNODT, H.; Osteo-Arthritis of the Hip Joint, Etiology and Treatment by Osteotomy, J. Bone and Joint Surg., 46-A (6), 1326-1336, Sept. 1964.

8. KNODT, H.; Pressure-reducing Effect of Hip Osteotomies., clin. Orthop., 77: 105-116, June 1971.

9. MUELLER, K.H.; Osteotomies of the Hip. Some Technical Considerations, Clin. Orthop, 77: 117-127, June 1971.

10.- MUELLER, M.E.; Die Hüftnahen Femurosteotomien, Thieme Verlag-Stuttgart, 1971.

11.- MUELLER, M.E.; İnternochantheric Osteotomy in the treatment of the arthritic hip joint, P.: 627, in Tronzo R. Ed. Surgery of the hip joint, Lea and Febirger, Philedelphia-1974.

12.- PAUWELS, F.; Gesammelte Abhandlungen zur funktionellen Anatomie des Bewegungsapparates, Springer Verlag-Berlin, 1965.

13.- POSS, R.: The Role of Osteotomy in the traetment of osteoarthritis of the hip, J. Bone Joint Surg., 66-A (1): 144-150, 1984.

14.- WALKER, P.S., HAJEK, J.V.: The Load-Bearing area in the knee-joint, J. Biomechanics, 5: 581-589, 1972.