

Eksternal fiksatorlerde çivi gevşemesi sorununa biyomekanik yaklaşım.

Mahir Gülşen⁽¹⁾, İsmet Tan⁽¹⁾, Hüseyin Bayram⁽²⁾, Gürbüz Baytok⁽³⁾, Can Göçük⁽⁴⁾

Eksternal fiksatorlerde tedavinin başarısını önemli derecede etkileyen sorunlardan biri de çivi gevşemesidir. Çivi gevşemesi, ya çivinin yerleştirilmesi sırasında oluşan aşırı kemik hasarı, ya da daha sonraki devrede yüklenme ile kemik çivi birleşim yerinde oluşan sıkışma stresleri sonucu meydana gelir. Eksternal fiksatorlerde çeşitli kuvvetlerin etkisi ile oluşan yer değiştirmeler çivi eğilmesine bağlıdır. Çivi eğilmesi ve bunun sonucunda kemik-çivi birleşim yerinde oluşan sıkışma stresi miktarları çivinin çapı ve boyunun fonksiyonlarıdır.

Bu çalışmada, çivi eğilmesi sonucu oluşan sıkışma stresi miktarlarını veren matematiksel formüllerin çivi çapı, uzunluğu ve kuvvete göre fonksiyon grafikleri bir bilgisayarla çizdirilerek incelenmiştir. Mümkün olduğunca kısa ve kalın, çubuklar kullanılarak kurulacak eksternal fiksasyon sistemleri ile çivi gevşemesi sorununun en aza indirilebileceği sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Eksternal fiksator, çivi gevşemesi, biyomekanik.

A biomechanical approach to pin loosening problem in external fixation

One of the important problems that influences the success of treatment with external fixators is pin loosening. Aseptic pin loosening is caused by bone injury which occurs while insertion of the pins or compressive stresses by cyclic loading. These stresses are mainly influenced by pin diameter and length. In this study, the function graphics of the mathematical formulas that used for calculations of the compressive stresses have been drawn by a computer. After evaluation of these graphics we have concluded that the incidence of pin loosening could be lowered by using a fixator geometry that allows usage of shorter and thicker pins.

Key words: External fixation, pin loosening, biomechanics.

Eksternal fiksatorlerde çivi gevşemesi, tedavinin başarısını olumsuz yönde etkileyen önemli bir komplikasyondur. Gevşeme; enfeksiyon sonucu olabilir. Ancak çivinin yerleştirilmesi sırasında kemikte aşırı hasar oluşması yada daha sonraki devrelerde yüklenme ile kemik çivi birleşim yerinde oluşan aşırı sıkışma stresi aseptik gevşemenin en önemli sebepleridir.⁽⁴⁾ Bu önemli komplikasyonun önlenmesinde ilk adım çivinin kemiğe dikkatli bir şekilde yerleştirilmesidir. Daha sonraki evrelerde oluşan sıkışma stresini azaltmak da cerrahın elindedir.

Eksternal fiksatorlerde çeşitli kuvvetlerin etkisi ile oluşan yer değiştirmeler çivi eğilmesine bağlıdır. Çivi eğilmesi ve bunun sonucunda kemik çivi birleşim yerinde oluşan sıkışma stresi miktarları çivinin çapı ve boyunun fonksiyonlarıdır^(2,3,4). Bu çalışmada, çivi eğilmesi sonucu oluşan sıkışma stresi miktarlarını veren matematiksel formüllerin çivi çapı uzunluğu ve kuvvete göre fonksiyon grafikleri bilgisayarla çizdirilerek incelenmiştir.

Gereç ve Yöntem

Unilateral eksternal fiksatorde aksiyel yüklenme ile kemik çivi birleşim yerinde oluşan sıkışma stresi miktarı:

$S = F/2ct(LD/2(D-t)^2 + 1/2)$ formülü ile hesaplanır (Şekil-1)⁽⁴⁾.

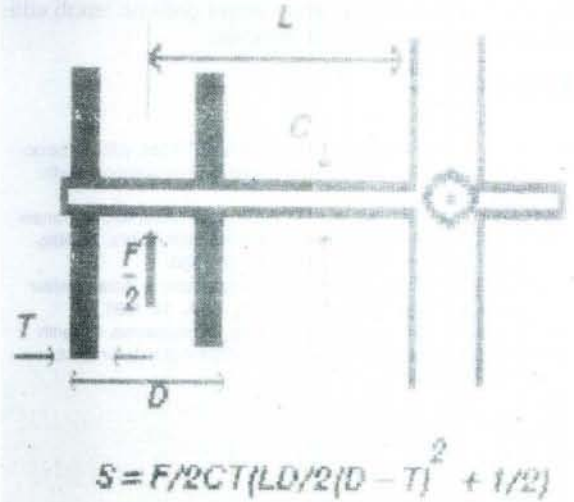
F = Kuvvet

c = Çivi çapı

t = Kemik korteks kalınlığı

L = Çivi uzunluğu

D = Kemik çapı



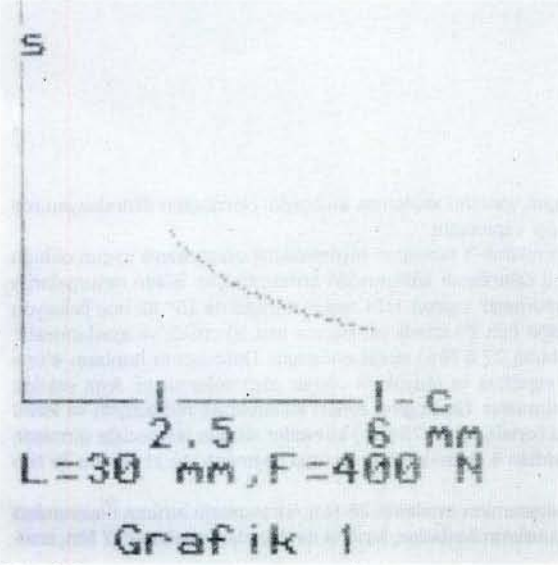
Şekil 1: Unilateral eksternal fiksasyon sistemi ve değişkenler.

Bir eksternal fiksasyon sisteminde, çivi çapını veya uzunluğunu değiştirerek değişik çerçeve şekilleri yapılabilir. O halde bu çerçeve şekillerinde, yüklenme ile oluşan çivi eğilmesi sonucu kemik-çivi birleşim yerindeki sıkışma stresi miktarları, kullanılan çivilerin çap ve uzunluğu ile yüklenme kuvvetinin fonksiyonları olacaktır. Bu fonksiyonların grafikleri, Microsoft Basica ile kodlama yapılarak Amstrad PC 1512 bilgisayarında çizdirilmiştir. Formülde kemik çapı 25mm, korteks kalınlığı 5mm olarak alınmıştır.

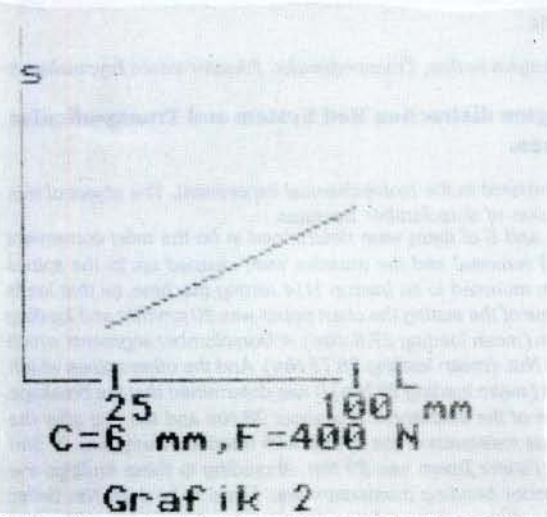
- 1) Ç. Ü. Tıp Fak. Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Yard. Doçenti
- 2) Ç. Ü. Tıp Fak. Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Doçenti
- 3) Ç. Ü. Tıp Fak. Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Profesörü
- 4) Ç. Ü. Tıp Fak. Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı Araştırma Görevlisi

Bulgular

Fonksiyon grafikleri Şekil 2-4'de gösterilmiştir. Sıkışma stresi miktarının kalın ve kısa çiviler kullanılarak daha aza indirilebileceği görülmektedir.



Şekil 2: Sıkışma stresinin çivi çapına göre fonksiyon grafiği.

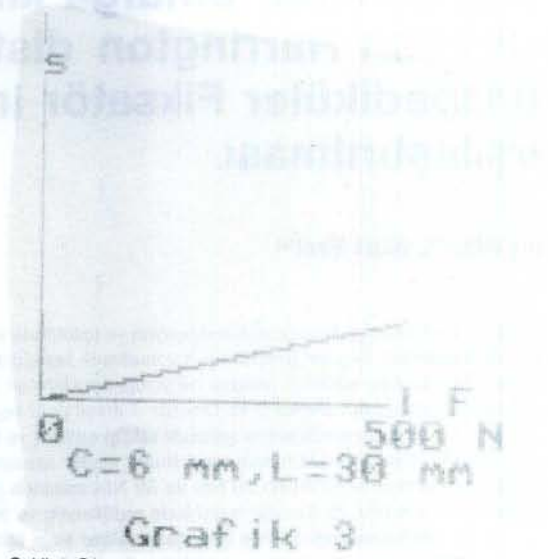


Şekil 3: Sıkışma stresinin çivi uzunluğuna göre fonksiyon grafiği.

Tartışma

Eksternal fiksasyonlarda, sistemin mekanik verimi kullanılan çivi ve çubukların boy ve çaplarına bağlıdır. Sistemin mekanik verimini artırmak için daha kısa ve kalın çubuklar kullanılmalıdır⁽¹⁻³⁾.

Yüklenme ile oluşan çivi eğilmesi sonucu hem yer değiştirme hem de çivi-kemik birleşim yerinde sıkışma stresi meydana gelir. Yer değiştirme miktarı sistemin stabilitesinin göstergesi olup, tedavi sırasında kemiklerdeki pozisyon değişimi ile belli olur. Sıkışma stresi ise iyi reduksiyon elde edilmiş bir olguda, daha sonraki devrelerde tedavinin başarısını önemli derecede etkileyen çivi gevşemesine yol açabilir. Enfeksiyon ve çivinin yerleştirilmesi



Şekil 4: Sıkışma stresinin kuvvete göre fonksiyon grafiği.

sırasında oluşan aşırı kemik hasarı da çivi gevşemesinin sebeplerindedir. Kemik el matkabı veya düşük devirde motorlu matkap ile delindikten sonra çivilerin yerleştirilmesi, deriden çivi girişi yerinde serbest drenaja izin verilmesi ile kemik hasarı ve enfeksiyon oranı azaltılabilir. Sıkışma stresini azaltmak için ise çiviler mümkün olduğunca kalın olmalı, çubukların kemiğe yakın ve böylece çivi boylarının kısa olmasını sağlayan fiksasyon biçimi tercih edilmelidir.

Kaynaklar

1. Brigs BT, Chao EYS: The mechanical performance of the standard Hoffman-Vidal external fixation apparatus. J. Bone and Joint Surg 64 A: 566-573, 1982.
2. Burny F, Bourgois R, Donkerwolcke M: Elastic external fixation: A biomechanical study of the half frame. In "Concepts in external fixation", Ed Seligson D, Pope MH, pp 67-77, Grune and Stratton, New York, 1982.
3. Gülşen M, Bayram H, Tan I, Baytok G: Eksternal fiksasyonda mekanik verim: Matematiksel bir modelin bilgisayarlı analizi. II. Tıpta Bilgisayar Uygulamaları Simpozyumu. 26-29 Eylül, İzmir.
4. Pope MH, Evans M: Design considerations in external fixation. In "Concepts in external fixation", Ed Seligson D, Pope MH, pp 109-135, Grune and Stratton, New York, 1982.