

METİL METAKRİLAT VEYA POLİESTER İLE OLUŞTURULAN BASİT EKSTERNAL FİKSASYON SİSTEMİ VE BİOMEKANİK ÖZELLİKLERİ

Dr. Güven YÜCETÜRK *
Dr. Halit ÖZYALÇIN **
Dr. Ediz ULUSOY ***
Dr. Ünal EVCİM ****

Ö Z E T

Bu çalışmada basit bir eksternal fiksasyon sistemi oluşturmak için kullanılan Metil Metakrilat yerine, Poliesterin güvenli bir düğüm materyali olup olmadığı araştırılmış, sonuçlar ve teknik özellikler verilmiştir.

G İ R İ Ş

Eksternal fiksatorlerin pratik uygulamaya girmesi ile kırık sağıtımı yeni ve olumlu boyutlar kazanmıştır. Eksternal fiksasyon özellikle internal fiksasyon araçlarının kullanılmadığı infekte geniş doku kayıplı veya çok parçalı kırıklarda dir. Günümüzde çok gelişmiş eksternal fiksasyon cihazları bulunmakla birlikte bu tip cihazların hasta üzerinde uzun süreli tutulma zorunluluğu, yöntemin pahalı ve az kullanılabilir olması sonucunu getirmektedir. Bu nedenle, basit eksternal fiksasyon sistemlerinin yeterli olabileceği kırık olgularında kullanılmak üzere değişik uygulamalar geliştirilmeğe çalışılmıştır. 1971 de INOU (2), Metil Metakrilatı eksternal fiksasyon için geniş olarak Literatürde az sayıda benzer çalışmalara raslanmaktadır (1).

Bu çalışmanın ilk amacı, ülkemizde çok pahalı olan metil metakrilat yerine kullanılabilir, daha ucuz bir materyelin bulunması ve bu maddenin özelliklerinin araştırılmasıdır. Bunun dışında bu tip bir eksternal fiksasyon sisteminde ortaya çıkabilecek biomekanik lemler gözlenmiştir.

-
- * Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Kliniği Doçenti
** Aynı Klinik Asistanı
*** Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ziraat Makinaları Bölümü Doçenti
**** Aynı Bölüm Doçenti

Basit bir eksternal fiksasyon sisteminde biomekanik problemler

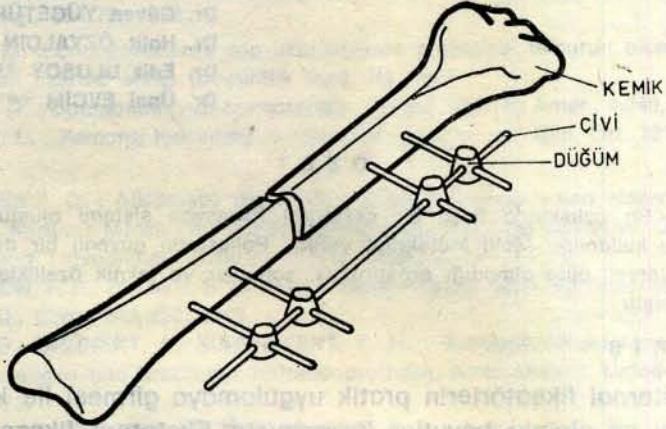
Eksternal fiksasyonda, kırık fragmanlarının kaymasını önlemek amacı ile stabil

(Şekil : 1) de görüldüğü gibi

mekanik olarak

nedenle stabilitenin

nin moment taşıyabilmesi gerekir.



Şekil : 1

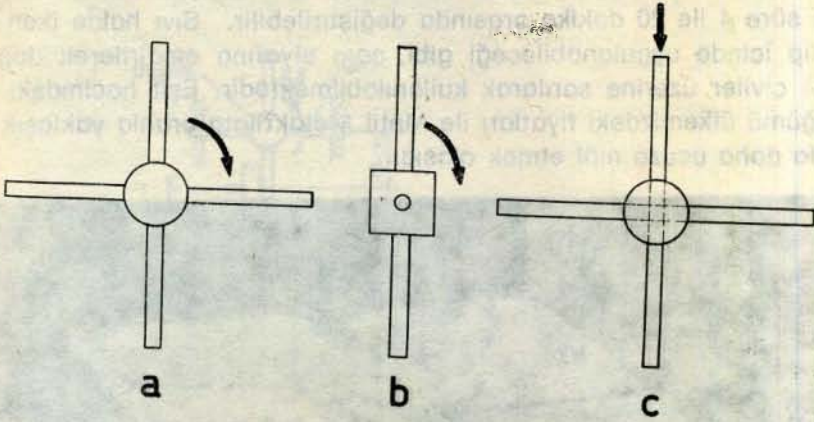
Basit eksternal fiksasyon sistemi dış veya iç kuvvetlerle yüklenildiğinde;

- a — Kemik kayar veya kemik delik yerinden ezilebilir.
- b — Çivi eğrilebilir.
- c — Düğüm kopabilir.

Kemiğin kayması veya ezilmesi istenmediğine göre, kemik, çivi ve düğümden oluşan bu sistemde düğümün kuvvete en az dirençli bölüm olması gerekir. Çivi eğildiğinde, bu eğilme gözle görülmeyecek derecede bile olsa daha sonra fragmanların kaymasına neden olabilecek biçimde yüklenmenin değişmesine yol açabilir. Buna karşılık eğer düğüm koparsa sistem tümüyle özelliğini yitireceğinden uygulayıcı açısından sistemi yenileme yönünden uyarıcı olmaktadır. Ancak, düğümün çok küçük yüklenmelerde kopması da sistemi amaç dışı bırakacağı için istenmemektedir. Bu nedenle düğümün kopması, kemiğin kayma ve ezilmesi ve çivinin eğilmesinden önce gerçekleşmelidir.

Sistem stabilitesini sağlayan düğümlere gelebilecek kuvvet ve momentler;

a — Yatay düzlemde çivinin eğilmeye çalışılması sonucunda düğümün kesilmeye zorlanması (Şekil : 2-



Şekil : 2

b — Düşey düzlemde çivinin eğilmeye çalışılması sonucunda düğümün çekme ve basmaya zorlanması (Şekil : 2-

c — Çiviye gelen aksenal kuvvetler sonucunda, çivinin düğüm içinde kayması (Şekil : 2-c).

(a) durumunda düğümün dayanımı, doğrudan doğruya düğüm için kullanılan materyelin kesme gücüne dayanım özelliğine bağlıdır. (b) durumunda düğümün dayanımı, doğrudan doğruya düğüm için kullanılan materyelin çekme ve basma dayanımı özelliğine bağlıdır. (c) durumunda ise düğümün dayanımı, çivi materyeli ile düğüm materyeli arasındaki adezyon gücüne bağlı olmaktadır.

Bunlar arasında sistemin b önemli görüleni (a) durumu ile tanımlanan zorlama şekli olduğundan, düğüm özelliklerini belirlemede bu zorlama şeklini yaratan bir deneme düzeni kullanılmıştır. Ancak denemeler sırasında (a) tipi yüklenme uygulandığında yeterli adezyon kuvvetinin bulunmayışı nedeni ile bazı düğüm malzemelerinde (c) tipi zorlanmaların da ortaya çıktığı gözlenmiştir.

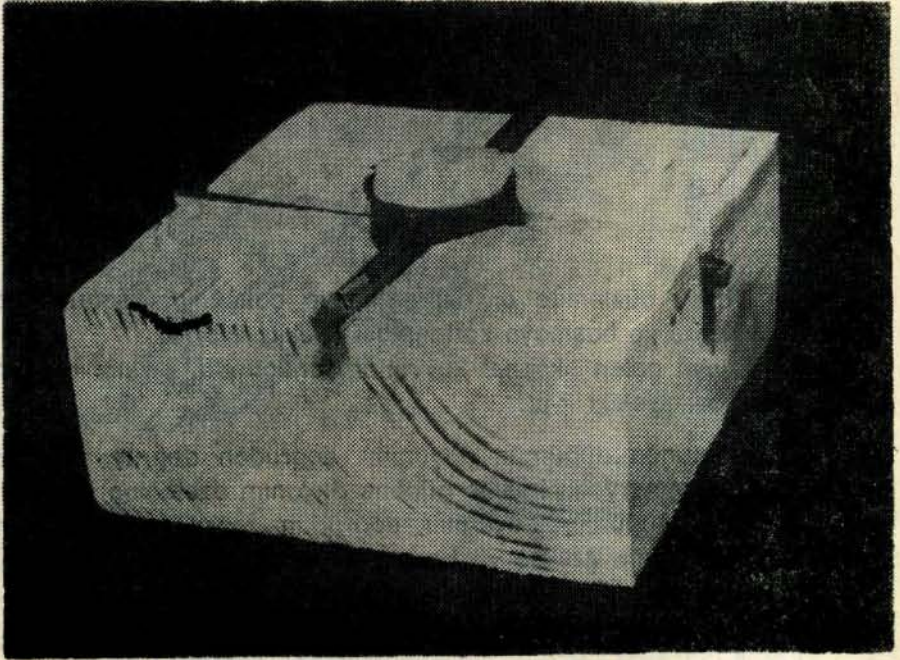
MATERYEL VE METOD

Düğüm materyelleri olarak Metil Metakrilat ve Poliester kullanılmıştır.

CMW Firmasının "Orthopaedic Bone Cement Type 1" inde Metil Metakrilat'ın

Şantigrad da yaklaşık 3½ dakikadır.

Seçtiğimiz Poliester derivesi ise, RHODIUS (Batı Alman) Firmasınınca "Stone Glue" ismi ile üretilen bir metalik yapıştırıcı olup içine konulan sertleştiricinin miktarı ile aonma süresi ayarlanabilmektedir. Bu süre 4 ile 20 dakika arasında değiştirilebilir. Sıvı halde iken bir kalıp içinde uygulanabileceği gibi, cam elyafına emdirilerek doğru-
dan çiviler üzerine sarılarak kullanılabilir. düğümü ülkemizdeki fiyatları ile Metil Metakrilata oranla yaklaşık 50 defa daha ucuza mâl etmek olasıdır.

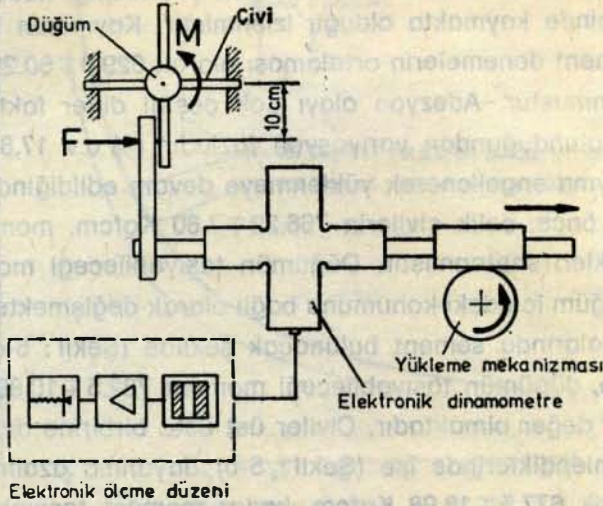


Şekil : 3

Bu materyellerin b mekaniğini araştırmak üzere, eşit hacim ve şekildeki zırlanarak denemeye alınmıştır. Bu amaçla (Şekil : 3) de gösterilen tahta yatak veplastik kalıp içerisine ve 5 mm. çaplı Steinmann çivileri dik açıda üst üste yerleştirilmiştir. Aynı kalıp kullanılarak her iki materyelden onar adet düğüm hazırlanmıştır.

Örnekler (Şekil : 4) de görüldüğü gibi, düğümlenen çivilerden birinin serbest uçlarından deneme düzenine bağlanmıştır. Bu çiviye dik konumdaki diğer çiviye düğüm merkezinden 10 cm. uzaklıkta kuvvet sağlanmıştır. Bir dişli yükleme mekanizması ile sürekli olarak yapılan bu yükleme, araya konan bir elektronik

bağlı olan elektronik ölçme düzeni yardımı ile algılanarak analog olarak kaydedilmiştir. Daha sonra, kaydedilen bu eğrilerden moment değerleri hesaplanmış ve sonuçlar üzerinde istatistik analiz yapılmıştır.



Şekil : 4

DENEME SONUÇLARI

Her iki materyel ile oluşturulan düğümlerin taşıyabildikleri moment değerleri (Tablo : I) de toplu olarak gösterilmiştir.

TABLO : I — DÜĞÜMLERİN TAŞIYABİLDİKLERİ MOMENT DEĞERLERİ (Kgfcm.)

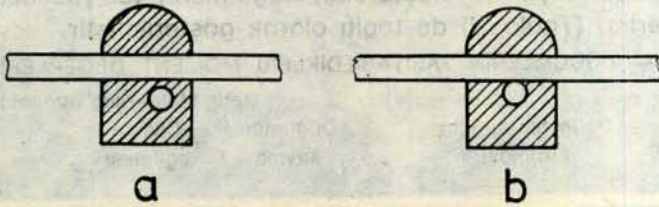
Örnek no	Poliester düğüm kırılması	Metil Metakrilat düğümde			
		Düğümün kayması	Çivinin eğilmesi	Düğümün kırılması (a) (b)	
n ₁	481.2	620.0	750.0	812.5	710.0
n ₂	487.5	725.0	750.0	750.0	700.0
n ₃	512.5	725.0	787.0	775.0	675.0
n ₄	512.5	625.0	787.0	800.0	625.0
n ₅	525.0	450.0	750.0	775.0	
n ₆	525.0		787.0		
n ₇	437.5		780.0		
n ₈	437.5		780.0		
n ₉	425.0		725.0		
n ₁₀	525.0				
Tekerrür (n)	10	5	9	5	4
Ortalama (x)	486.87	629.0	766.22	782.5	677.5
Standart sapma	40.01	112.44	22.81	24.37	37.97
% c.v	8.21	17.88	2.98	3.11	5.60

Poliester ile oluşturulan düğümlerin, deneme koşullarında taşıyabildikleri moment 486.87 ± 12.65 Kgfc.m. olarak bulunmuştur.

Metil Metakrilat ile oluşturulmuş düğümlerde, (a) tipi yüklenmede düğüm kırılmadan önce adezyon yetersizliği nedeni ile çivinin düğüm içinde kaymakta olduğu izlenmiştir. Kaymanın başladığı andaki moment denemelerin ortalaması olarak 629.0 ± 50.28 Kgfc.m. olarak bulunmuştur. Adezyon olayı çok çeşitli diğer faktörlerin etkisi altında bulunduğundan varyasyon fazladır (% c.v 17.88). Bir dayanakla kayma engellenerek yüklenmeye devam edildiğinde, düğüm kırılmadan önce, çelik çivilerin 766.22 ± 7.60 Kgfc.m. moment de eğildikleri

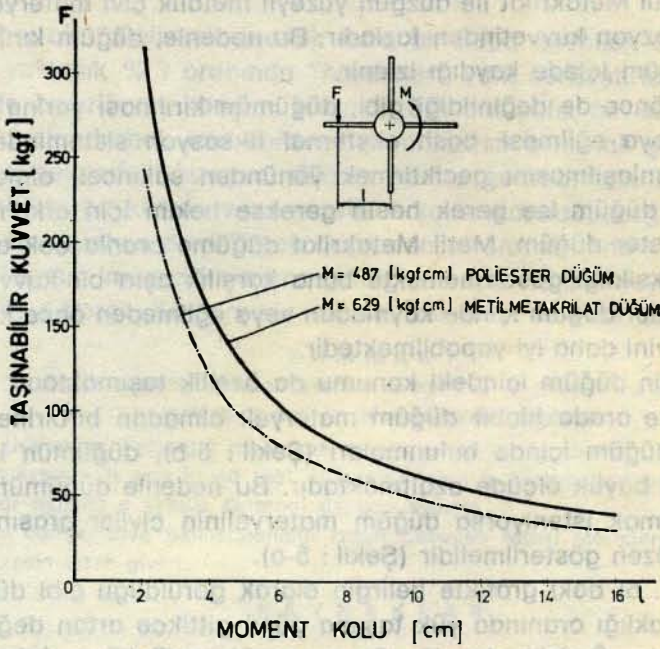
vilerin düğüm içindeki konumuna bağlı olarak değişmektedir (Şekil : 5). Çiviler aralarında sement bulunacak şekilde (Şekil : 5-a) düğümlendiklerinde, düğümün taşıyabileceği moment 782.5 ± 10.89 Kgfc.m. gibi büyük bir değer olmaktadır.

de düğümlendiklerinde ise (Şekil : 5-b) dayanma azalmakta ve düğüm ancak 677.5 ± 18.98 Kgfc.m. kadar moment taşıyabilmektedir.



Şekil : 5

Yöntem bölümünde açıklandığı gibi, denemelerin yapılışında, düğümlerin taşıyabileceği moment saptanırken sisteme düğüm merkezinden 10 cm. uzaklıkta bir kuvvet uygulanmıştır. Düğümlerin taşıyabilecekleri momentlerin yanısıra, dış kuvvetlerin büyüklüğü ve hangi noktadan uygulandıkları da önem taşıdığından, aynı bulguları düğüm noktasının kemiğten (en yakın diğer dayanaktan) uzaklıklarına göre değerlendirilmesi de anlamlı olabilir. Bu amaçla (Şekil : 6) daki grafik çizilmiştir. Grafik üzerindeki eğrilere göre de anlaşılacağı gibi düğümün taşıyabileceği yük, düğüm noktası kemiğe yaklaştıkça artan bir oranda büyümektedir.



Şekil : 6

TARTIŞMA VE SONUÇ :

Fazla özellik göstermeyen olgularda kemikten geçen çivileri pahalı eksternal fiksasyon araçları yerine bir metal çubukla stabil hale getirerek, basit bir eksternal fiksasyon sistemi geliştirmek olasıdır. Son 10 yılda uygulanmaya başlanılan bu sistemle çivilerin bağlantısını sağlamak üzere Metil Metakrilat, düğüm materyeli olarak kullanılmaktadır (1,2). Ancak, ülkemizde Metil Metakrilatın ucuz bir madde olduğu söylenemez. Bu madde yerine kullanılabilen ucuz, dayanıklı ve güvenli bir düğüm materyeli bulmayı amaçlayan çalışmamızda Poliesterin yukarıda sayılan özelliklere sahip olup olmadığı araştırılmıştır.

Deneyde kullanılan Poliester ile Metil Metakrilat'ın deney sonuçlarına dayanılarak yapılan karşılaştırılmalarında görülmüştür ki;

1 — Poliesterin dayanımı, Metil Metakrilata oranla nisbeten düşük, ancak alınan sonuçlar birbirine çok yakın ve güvenlidir.

2 — Metil Metakrilat'ın dayanımı yüksek, ancak örnekler arasında alınan sonuçlar birbirinden farklıdır. Bunun ortam ısısından fazla etkilenme ve oldukça çabuk donma özelliğine sahip bu maddenin, onu kullanıma hazırlamamız sırasındaki koşullarda küçük farklılıklardan doğmuş olması olasıdır. Düğümün kırılması için gerekli

kuvvet, Metil Metakrilat ile düzgün yüzeyli metalik çivi materyeli arasındaki adezyon kuvvetinden fazladır. Bu nedenle, düğüm kırılmadan çivinin düğüm içinde kaydığı izlenir.

Daha

kayması veya eğilmesi, basit eksternal fiksasyon sistemindeki bozukluğun anlaşılmasını geciktirmek yönünden sakıncalı olmaktadır. Kırılan bir düğüm ise gerek hasta gerekse hekim için erken uyarıcıdır. Poliester düğüm, Metil Metakrilat düğümüne oranla çok aşırı bir dayanım eksikliği göstermemekte buna karşılık aşırı bir kuvvet karşısında çiviler düğüm içinde kaymadan veya eğilmeden önce kırılarak uyarı görevini daha iyi yapabilmektedir.

Çivilerin düğüm içindeki konumu da özellik taşımaktadır. Çivilerin üst üste arada hiçbir düğüm materyeli olmadan birbirine değer durumda düğüm içinde bulunmaları (Şekil : 5-b), düğümün kuvvete dayanımını büyük ölçüde azaltmaktadır. Bu nedenle düğümün dayanımı artırılmak isteniyorsa düğüm materyelinin çiviler arasında yer almasına özen gösterilmelidir (Şekil :

(Şekil : 6) daki grafikte belirgin olarak görüldüğü gibi düğümün kemiğe uzaklığı oranında yük taşıma gücü gittikçe artan değerlerde azalmaktadır. Örneğin kemiğe 5 cm. uzaklıkta Poliester bir düğüm 97.4 Kgf. yük taşıyabilir iken, 10 cm. de bu, 48.7 Kgr. değerinde olmaktadır. Bu kuraldan faydalanılarak kemiğin direnç özelliğine bağlı olarak düğüm yeri değiştirilerek en ideal sistem kurulabilir.

Sonuç olarak;

1 — Basit bir eksternal fiksasyon sistemi yapmak için, çivileri birbirine bağlamakta kullanılan Metil Metakrilat yerine Poliester de düğüm materyeli olarak

2 — Poliester düğüm, Metil Metakrilat düğümüne oranla daha az dayanıklıdır. Ancak donma süresinin ayarlanabilmesi, ucuz olması ve sistemin aşırı yük altında kaldığı durumda çivinin düğüm içinde kayması veya eğilmesinden önce kırılarak bir uyarı mekanizması oluşturması yönünden avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle başarılı bir düğüm materyelidir.

3 — Metil Metakrilat ile düzgün metalik çivi materyeli arasındaki adezyon, düğümün kırılma dayanımından az olduğu için, çivinin düğüm içinde kaymasını önlemek için yivli çivi kullanılması uygun olacaktır.

4 — Düğümün dayanımını artırmak için bağlanan çivilerin arasına düğüm materyelinin girmesine özen göstermelidir.

5 — Düğümün kemiğe olan uzaklığı arttıkça taşıyabileceği yük gittikçe artan değerlerde azalmaktadır. Sistemin oluşturulmasında bu dikkate alınmalıdır.

PRATİKTE POLİESTER DÜĞÜM OLUŞTURULMASI

Sıvı olan Poliester plastik kuru bir kaba istenilen ölçüde alınır. İçine yaklaşık % 3 oranında "hardener" yani sertleştirici katılır. Bu şekilde hazırlanan karışım yaklaşık 5-8 dakikalık bir sürede donar. Bunu hızlandırmak için sertleştirici miktarını artırmak gerekir. Akıcı bir sıvı şeklindeki karışımı düğüm haline getirebilmek için istenilen büyüklükte bir karton veya plastik kalıp kullanılabilceği gibi karışımın cam elyafına emdirilerek doğrudan çiviler etrafına sarılması olasıdır. Karışım macun kıvamına geldiğinde modele edilmeye çalışılması stabiliteyi bozar. Karışım bir müddet sonra ısı vererek donacaktır.

S U M M A R Y

A simple external fixation system comprised of methyl methacrylate or polyester and its biomechanical features

In this study, Polyester resin was experimented for to obtain a simple external fixation system. It was found that, Uolyester resin is secure and unexpensive material for making a simple external fixation system.

The comparative polyester resin were given.

K A Y N A K L A R

- 1 — ARON, J. D. : Using Methylmethacrylate to Make External Fixation Splints, J.B.J.S. 58-A:151, Jan. 1976.
- 2 — INOU, S. OHASHI, T., IMAI, R., ICHIDA, M., YASUDA, I. : The Electrical Induction of Callus Formation and External Skeletal Fixation Using Methyl Methacrylate for Delayed Union of Open Tibial Fracture with Segmental Loss, Clinical Orthopaedics and Related Research, 124:92-96, May 1977.