



Tendon onarımında N-butyl-2-siyanoakrilat (Histoakril) kullanımı: Koyun fleksör tendonuyla biyomekanik çalışma

The use of N-butyl-2-cyanoacrylate (Histoacryl) in primary tendon repair: a biomechanical study with sheep flexor tendons

Volkan ÖZTUNA, Ali YILMAZ, Cengiz YILMAZ, Metin M. ESKANDARİ,
İrfan AYAN, Abtullah MİLCAN, Fehmi KUYURTAR

Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Ortopedi ve Travmatoloji Anabilim Dalı

Amaç: Bu çalışmada, tendon periferik onarımında devamlı epitendinöz dikiş ve biyoçözünür bir yapıştırıcı olan N-butyl-2-siyanoakrilat (Histoakril) (NBSA) kullanılarak yapılan onarımların biyomekanik özellikleri karşılaştırıldı.

Çalışma planı: Çalışmada 24 adet koyun fleksör tendonu kullanıldı. Orta seviyeden kesim işleminden sonra 12 tendona (grup 1) no 2 prolene ile modifiye Kessler kor dikiş ve 3/0 prolene ile devamlı epitendinöz dikiş yapıldı. Diğer 12 tendonda ise (grup 2), modifiye Kessler kor dikişten önce kesi hattına NBSA sürüldü. Her iki gruptan altışar tendona hidrolik test cihazında yüklenme-deformasyon (20 mm/dak hızda gerilme) ve siklik yüklenme-deformasyon (1-15 N arası 20 siklus/dakika frekansta yüklenme) testleri uygulandı. İki testte de onarım sahasında 1 mm boşluk oluşumu onarımın bozulması olarak yorumlandı.

Sonuçlar: Grup 1'de onarımın bozulması için gerekli yük ortalama 27.3 N (dağılım 25-32 N), ikinci grupta ise 50.4 N (dağılım 32-63 N) bulundu ($p=0.022$). Grup 1'de onarımın bozulmasına kadar yapılan siklus sayısı ortalama 140 (dağılım 45-250), grup 2 de ise 350 (dağılım 150-600) idi ($p=0.032$).

Çıkarımlar: Bu çalışmada, tendonlarda NBSA ile yapılan periferik onarımın, devamlı epitendinöz dikiş ile yapılan onarıma göre biyomekanik açıdan daha avantajlı olduğu görüldü.

Anahtar sözcükler: Biyomekanik; siyanoakrilat/terapötik kullanım; el yaralanması/cerrahi; materyal testi/yöntem; koyun; dikiş teknikleri; tendon yaralanması/cerrahi; gerilme kuvveti.

Objectives: In this study, the biomechanical properties of peripheral tendon repair with the use of epitendinous suture technique and N-butyl-2-cyanoacrylate (Histoacryl) (NBSA), a biodegradable glue, were compared.

Methods: Twenty-four flexor tendons were harvested from sheep hind limbs. Following transection of the tendons, 12 tendons (group 1) were repaired with modified Kessler core sutures using no 2 prolene and epitendinous running sutures with 3/0 prolene. In the other 12 tendons (group 2), NBSA was applied between the cut surfaces before placing modified Kessler core sutures. Placed on an hydrolic test machine, half of the tendons from each group were subjected to load to failure with a tensile force of 20 mm/min and the other half to cyclic loading with a tensile loading between 1-15 N at a rate of 20 cycles/min. Observation of a gap of 1 mm between the tendon ends in each test was regarded as repair failure.

Results: The mean load to failure was 27.3 N (range 25 to 32 N) for group 1 and 50.4 N (range 32 to 63 N) for group 2 ($p=0.022$). The mean number of cycles at failure was 140 (range 45 to 250) in group 1 and 350 (range 150 to 600) in group 2 ($p=0.032$).

Conclusion: Our results showed that peripheral tendon repair with the use of NBSA has biomechanical advantages over repair with the epitendinous running suture technique.

Key words: Biomechanics; cyanoacrylates/therapeutic use; hand injuries/surgery; materials testing/methods; sheep; suture techniques; tendon injuries/surgery; tensile strength.

El fleksör tendon yaralanmalarının rehabilitasyon döneminde kontrollü aktif hareket protokolleri, erken pasif hareket protokollerine göre daha iyi sonuçlar vermektedir.^[1-3] Aktif rehabilitasyon programları tendonların iyileşmesini ve remodelasyonunu hızlandırıp, yapışıklığın önlenmesini ve onarım hattında deformitenin daha az olmasını sağlar.^[2,4-6] Bu durum, tendon onarımının erken aktif hareket uygulamasına izin verecek ölçüde kuvvetli olmasını gerektirir.

Tendon onarımının sağlamlığı sadece kor dikiş tekniğine değil, periferik onarım tekniğine de bağlıdır.^[7-9] Günümüzde tendonun periferik onarımında en sık kullanılan teknik devamlı epitendinöz dikiş tekniğidir. Ancak, bu dikiş tekniğinin biyomekanik açıdan *cross-stitch* ve Halsted tekniğine göre daha zayıf olduğu deneysel çalışmalar ile ortaya konmuştur.^[9-12] *Cross-stitch* ve Halsted tekniklerindeki sorunlar ise cerrahi tekniğin kompleks oluşu, kesik tendon uçlarında fazla manipülasyon yapılması ve kullanılan dikiş materyalinin tendon yüzeyinde fazla yer işgal etmesi nedeniyle çevre dokulara sürtünerek yapışıklığı artırmasıdır.^[11,13] Cerrahi pratikte kolayca uygulanabilecek ve biyomekanik açıdan yeterli sağlamlıkta bir tendon onarım tekniği, aktif hareket erken başlanmasını ve tendon çevresi yapışıklıkların azalmasını sağlayacaktır.

N-butil-2-siyanoakrilat (Histoakril) (NBSA), bakteriyostatik, biyoçözünür, hemostatik, yarılanma ömrü uzun ve doku uyumu iyi bir biyolojik yapıştırıcıdır.^[14-16] Trail ve ark.^[17] tendon kesilerinde devamlı epitendinöz dikiş ve NBSA ile yapılan periferik onarımın biyomekanik özelliklerini karşılaştırmışlar ve NBSA'nın daha sağlam bir onarım sağladığını göstermişlerdir. Fakat, bu çalışmada sadece yüklenme-deformasyon deneyi yapılmış, onarım yönteminin siklik yüklenme-deformasyon özelliklerine bakılmamıştır. Tendon kesilerinin rehabilitasyonu sırasında onarım sahası üzerine gelen yüklenmeler daha çok siklik yüklenme şeklinde olmaktadır.^[12,18] Bu nedenle, yeni bir onarım tekniği araştırılırken biyomekanik özellikleri tam olarak ortaya konmalıdır. Çalışmamızda, devamlı epitendinöz dikiş tekniği ile NBSA kullanılarak yapılan periferik onarım tekniğinin biyomekanik özellikleri karşılaştırıldı.

Gereç ve yöntem

Bu çalışmada test materyali olarak koyun arka bacağındaki fleksör tendonlar kullanıldı. Biyomeka-

nik deneyler, Testometric micro 350 hidrolik cihazı (Lancashire, İngiltere) ve sisteme bağlı bilgisayarda elde edilen yüklenme-deformasyon eğrisi kullanılarak yapıldı. Tendonlarla yapılan biyomekanik çalışmalarda, tendon uçları test aletine özel klemplerle tutturulur. Buradaki amaç, gerilme kuvveti uygulanırken tendonların cihazdan sıyrılmasını engellemektir. Çalışmamızda öncelikle Testometric micro 350 sistemi üzerindeki klemplerin tendon deneyinde kullanılmak için uygun olup olmadığı araştırıldı. Bunun için, test aletine 25 cm uzunlukta sağlam bir tendon yerleştirilerek 20 mm/dak hızla gerilme uygulandı. Her iki ucu işaretlenen tendonun klemplerden kayıp kaymadığı kontrol edildi. Makineye bağlı bilgisayardan yüklenme-deformasyon eğrisi kontrol edildi. Yüklenme 1450 Newton (N) iken tendonun klemplerden yavaşça sıyrıldığı ve yüklenme-deformasyon eğrisinde sapma olduğu gözlemlendi. Bu değerin yeterince yüksek olduğu ve tendonun sisteme sıkı bir şekilde tespit edildiğine karar verildi.

Koyunların kesimlerini takiben ilk yarım saat içinde 24 adet tendon (25x1 cm) alınarak derin dondurucuda saklandı. Deney günü sabahı derin dondurucudan çıkarılan tendonların oda ısısında çözünmeleri sağlandı. Orta seviyeden kesim işleminden sonra 12 tendona (grup 1) no 2 prolene ile modifiye Kessler kor dikiş ve 3/0 prolene ile devamlı epitendinöz dikiş yapıldı. Diğer 12 tendonda ise (grup 2), modifiye Kessler kor dikiş bağlanmadan önce kesi hattına NBSA (Histoakril) sürüldü. Kor dikiş düğümlenirken tendon uçları iki dakika sabit tutuldu. Tendonlar deney süresince serum fizyolojik içinde saklandı.

Yüklenme-deformasyon deneyi

Grup 1 ve 2'den altışar tendon hidrolik test cihazına bağlandı. Cihazın tendonu tutan klempleri arasındaki mesafe 10 cm olarak ayarlandı. İki dakika süresince 1 N kuvvetinde ön germe yapıldı, sonra 20 mm/dak hızla gerilme uygulandı. Bu sırada sisteme bağlı bilgisayardan yük-deformasyon eğrisi alındı. Onarım sahasında 1 mm kadar boşluk oluşumu onarımın bozulması olarak yorumlandı (Şekil 1) ve o sırada yük-deformasyon eğrisindeki ani değişiklik oluşumu gözlenerek kaydedildi.

Siklik yüklenme-deformasyon deneyi

Grup 1 ve 2'den altışar tendon sıra ile hidrolik test cihazına bağlandı. İki dakika süreyle 1 N kuvve-

tinde ön germe yapıldı. Daha sonra 1-15 N arasında 20 siklus/dakika hızda yüklenme yapıldı. Teste başlarken 1000 siklus hedeflendi. Siklusun (gerilme-gevşeme) gevşeme fazında 1 mm kadar boşluk oluşumu onarımın bozulması olarak yorumlandı ve test sonlandırıldı. Boşluk oluştuğu andaki siklus sayısı kaydedildi. Her iki deneyin sonuçları Student t-testi ile karşılaştırıldı.

Sonuçlar

Epitendinöz dikiş konan tendonlarda onarım hasarı epitendinöz dikişin sıyrılması şeklinde, NBSA kullanılan tendonlarda ise yapıştırıcı malzemenin ayrışması şeklinde oluştu. Kor dikiş ve devamlı epitendinöz dikiş yapılan grupta boşluk oluşumu için gerekli yük ortalama 27.3 N (dağılım 25-32 N) idi. Kor dikiş ve NBSA ile yapılan onarımda boşluk oluşumu için gerekli yük 50.4 N (dağılım 32-63 N) bulundu (Şekil 1a). Aradaki fark anlamlı bulundu ($p=0.022$).

Siklik yüklenme-deformasyon deneyinde, grup 1'deki tendonların onarım sahasında 1 mm boşluk oluşana kadar kaydedilen siklus sayısı ortalama 140 (dağılım 45-250), grup 2'de ise 350 (dağılım 150-600) idi (Şekil 1b). Siklus sayısı açısından iki grup arasındaki fark anlamlı bulundu ($p=0.032$).

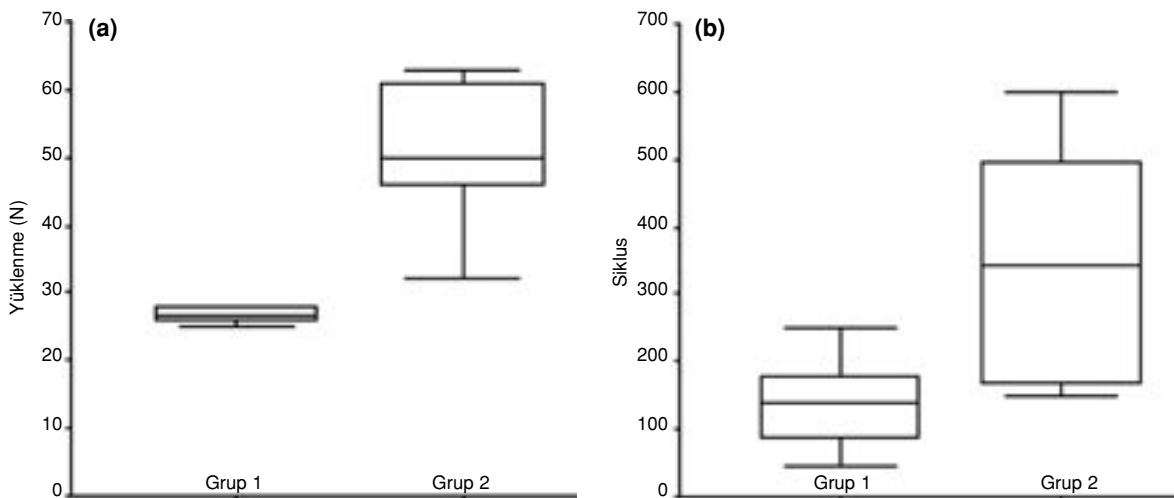
Tartışma

Son yıllarda tendon yapısını, biyomekaniğini, yaralanmaya karşı verdiği yanıtı ve onarım tekniklerini araştırmak üzere birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda aktif hareketlere ne kadar erken başlanırsa tendon iyileşmesinin o kadar hızlı olacağı ve tendon çevresi yapışıklıkların azalacağı

anlaşılmıştır.^[2,5,19-21] Erken aktif harekete başlanabilmesi için onarımın yeterince sağlam olması gerekmektedir. Tendon onarımının sağlamlığı sadece kor dikiş tekniğine değil, periferik onarım tekniğine de bağlıdır.^[7-10] Çalışmamızda kor dikişe ek olarak yapılan iki farklı periferik onarım tekniği karşılaştırılmıştır. N-butil-2-siyanoakrilat ile kuvvetlendirilmiş modifiye Kessler tekniğinin, modifiye Kessler ve devamlı epitendinöz dikiş tekniğine oranla daha sağlam bir onarım sağladığı ortaya konmuştur.

Tendon onarımının sağlamlığı onarım tekniğine ve kullanılan dikiş materyaline bağlıdır.^[12] Onarım tekniklerinin sağlamlığı biyomekanik deneylerle test edilirken iki türlü hasar ortaya çıkar. Birincisi dikişin sıyrılıp tendon uçları arasında boşluk oluşması, ikincisi ise dikiş materyalinin kopmasıdır.^[7,12] Çalışmamızda dikiş materyallerini özellikle kalın tutarak (kor dikiş no 2 prolen, epitendinöz dikiş 3/0 prolen) dikiş materyalinin kopmasına bağlı oluşabilecek onarım hasarını engellemek istedik. Literatürden farklı olan bu yaklaşımın, periferik onarım teknikleri arasındaki biyomekanik farklılıkları, dikiş materyalinden bağımsız olarak ortaya koyduğunu düşünüyoruz.

Günümüzde tendonun periferik onarımında en sık kullanılan teknik devamlı epitendinöz dikiş tekniğidir. Bu dikiş tekniğinin onarıma yaklaşık 700 gram kadar ek kuvvet kazandırdığı bilinmektedir.^[5] Bu kuvvet, dikişin kesiden uzaklığına ve derinliğine göre değişmektedir.^[8] Fakat, pratik uygulamalar sırasında epitendinöz dikişin gerginliğini, yerini ve derinliğini uygun olarak tayin etmek her zaman müm-



Şekil 1. Grup 1 ve 2'nin (a) yüklenme-deformasyon ve (b) siklik yüklenme-deformasyon deneyi sonuçları.

kün olmayabilir. Diğer periferik dikiş tekniklerinden *cross-stitch* ve Halsted teknikleri biyomekanik açıdan daha kuvvetli bir onarım sağlamakla birlikte^[9-12] karmaşık oluşları, kesik tendon uçlarında fazla manipülasyon gerektirmeleri ve kullanılan dikiş materyalinin çevre dokulara sürtünerek yapışıklığı artırması gibi sorunları vardır.^[11,13] Ayrıca, tendondan geçen her dikişin dokudaki vaskülariteyi bozduğu bilinmektedir.^[22] Çalışmamızda kullanılan NBSA ile periferik onarım tekniğinin, diğerlerine göre daha kolay ve standart olarak uygulanabilecek bir yöntem olduğunu düşünüyoruz.

N-butil-2-siyanoakrilat, bakteriyostatik, biyoçözünür, hemostatik, yarılanma ömrü uzun ve doku uyumu iyi bir biyolojik yapıştırıcıdır.^[14-16] Siyanoakrilat yapıştırıcı 1949 yılında Ardis tarafından keşfedilmiş ve ilk olarak Coover tarafından 1959'da cerrahide kullanılmıştır.^[15] Daha sonra geliştirilen N-butil-2-siyanoakrilat (Histoakril), histotoksik olmaması ve kuru olmayan ortamlarda da kuvvetli yapıştırıcı özelliği nedeniyle doku yapıştırıcısı olarak kullanıma girmiştir.^[23] Siyanoakrilat günümüzde hemostatik olarak, embolik ajan olarak, fallopian tüplerin oblitere edilmesinde, retinal yırtıklarda, korneal ülserlerde ve greftlerin yerleştirilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır.^[15] Kırık veya osteotomi fiksasyonlarında ise kullanımı henüz deneysel aşamada olup, daha çok kraniyofasyal ve mandibüler kemiklerde olumlu sonuçlar alınmıştır.^[24,25] Shermak ve ark.^[15] tavşanlarda yaptıkları deneysel çalışmada, yapıştırıcının birçok denekte üçüncü haftada erimeye başladığını gözlemlemişlerdir. Siyanoakrilatın bildirilen özellikleri arasında bakteriyostatik ve bakterisidal olması da vardır.^[23,24] Bununla birlikte, bu sonuçlardan farklı olarak, Evans ve ark.^[26] yaptıkları tendon hücre kültürü çalışmasında siyanoakrilatın sitotoksik olabildiğini göstermişlerdir.

Literatürde NBSA'nın tendon onarımı için kullanıldığı çalışmalar vardır. Trail ve ark.^[17] NBSA ile epitendinöz dikişin biyomekanik özelliklerini karşılaştırmışlar ve NBSA'nın epitendinöz dikişe göre %30-40 daha sağlam bir onarım sağladığını göstermişlerdir. Ancak, anılan çalışmada sadece yüklenme-deformasyon deneyi yapılmış, onarım yönteminin siklik yüklenme-deformasyon özellikleri araştırılmamıştır. Bonutti ve ark.^[14] tavşan Aşil tendonunda yaptıkları çalışmada Kessler, epitendinöz dikiş ve NBSA ile onarım yapmışlar ve bu tekniğin Kessler ve epitendinöz

dikiş yönteminden daha sağlam olduğunu ortaya koymuşlardır. Ancak, bu çalışmada da NBSA'nın epitendinöz dikiş ile karşılaştırması yapılmamıştır. Çalışmamızda ise tendonlara yapılan onarım yöntemleri hem yüklenme-deformasyon deneyi, hem de siklik yüklenme-deformasyon deneyi ile karşılaştırıldı ve her iki deney sonunda NBSA kullanılması ile daha sağlam bir onarım sağlandığı saptandı.

Çalışmamızda eksiklik olarak değerlendirilebilecek yönler bulunabilir. Yüklenme deneyleri sırasında tendonların test cihazına özel klemplerle bağlanmış olmamasının çalışmanın güvenilirliğini azaltabileceği söylenebilir. Deneyin güvenilirliğini sınamak için yaptığımız öndenedeyde, cihaz üzerindeki klemplerin tendon deneyinde kullanılmak için uygun olup olmadığını araştırdık ve test aletine 25 cm uzunlukta sağlam bir tendon yerleştirerek 20 mm/dak hızla gerilme uyguladığımızda, tendonun klemplerden sıyrılması için gereken en düşük kuvvetin 1450 N olduğunu gözledik. Deney sırasında kullandığımız en yüksek gerilme kuvveti 63 N olduğundan yöntemimizin güvenilir olduğunu düşünüyoruz. Bir diğer nokta ise, tendon uçları arasında oluşan boşluğun bir kamera sistemi ve dijital ölçüm aletleri kullanarak değil çıplak göz ile takip edilmesidir. Literatürde daha çok 2 mm olarak bildirilen bu sınırı^[3,8] oluşabilecek yorum hatalarını azaltmak amacıyla 1 mm'ye indirdik. Bu durum, literatürde verilen kuvvet (N) değerleri ile çalışmamızda bulunan değerlerin karşılaştırılmasını güçleştirmektedir.

Bulgularımız, tendonların periferik onarımında NBSA ile yapılan onarım tekniğinin, devamlı epitendinöz dikiş ile yapılan tekniğe göre biyomekanik açıdan daha avantajlı olduğunu göstermiştir. Ancak, klinik uygulamalara geçebilmek için NBSA'nın biyolojik uyumunu ortaya koymak amacıyla yapılacak in vivo çalışmalara gereksinim vardır.

Kaynaklar

1. Elliot D, Moiemens NS, Flemming AF, Harris SB, Foster AJ. The rupture rate of acute flexor tendon repairs mobilized by the controlled active motion regimen. *J Hand Surg [Br]* 1994;19:607-12.
2. Cullen KW, Tolhurst P, Lang D, Page RE. Flexor tendon repair in zone 2 followed by controlled active mobilisation. *J Hand Surg [Br]* 1989;14:392-5.
3. Silfverskiöld KL, May EJ. Flexor tendon repair in zone II with a new suture technique and an early mobilization program combining passive and active flexion. *J Hand Surg [Am]* 1994; 19:53-60.
4. Lee H. Double loop locking suture: a technique of tendon

- repair for early active mobilization. Part II: Clinical experience. *J Hand Surg [Am]* 1990;15:953-8.
5. Strickland JW. Flexor tendons. Acute injuries. In: Green DP, Hotchkiss RN, Pederson WC, editors. *Green's operative hand surgery*. Vol. 2, 4th ed. New York: Churchill Livingstone; 1999. p. 1851-97.
 6. Kubota H, Manske PR, Aoki M, Pruitt DL, Larson BJ. Effect of motion and tension on injured flexor tendons in chickens. *J Hand Surg [Am]* 1996;21:456-63.
 7. Dona E, Gianoutsos MP, Walsh WR. Optimizing biomechanical performance of the 4-strand cruciate flexor tendon repair. *J Hand Surg [Am]* 2004;29:571-80.
 8. Merrell GA, Wolfe SW, Kacena WJ, Gao Y, Cholewicki J, Kacena MA. The effect of increased peripheral suture purchase on the strength of flexor tendon repairs. *J Hand Surg [Am]* 2003;28:464-8.
 9. Tang JB, Wang B, Chen F, Pan CZ, Xie RG. Biomechanical evaluation of flexor tendon repair techniques. *Clin Orthop Relat Res* 2001;(386):252-9.
 10. Dona E, Turner AW, Gianoutsos MP, Walsh WR. Biomechanical properties of four circumferential flexor tendon suture techniques. *J Hand Surg [Am]* 2003;28:824-31.
 11. Tran HN, Cannon DL, Lieber RL, Abrams RA. In vitro cyclic tensile testing of combined peripheral and core flexor tenorrhaphy suture techniques. *J Hand Surg [Am]* 2002;27:518-24.
 12. Mishra V, Kuiper JH, Kelly CP. Influence of core suture material and peripheral repair technique on the strength of Kessler flexor tendon repair. *J Hand Surg [Br]* 2003;28:357-62.
 13. Wang B, Tang JB. Embedded cross-stitch suture: an alternative to current cross-stitch peripheral suture. *J Hand Surg [Br]* 2003;28:471-4.
 14. Bonutti PM, Weiker GG, Andrish JT. Isobutyl cyanoacrylate as a soft tissue adhesive. An in vitro study in the rabbit Achilles tendon. *Clin Orthop Relat Res* 1988;(229):241-8.
 15. Shermak MA, Wong L, Inoue N, Chao EY, Manson PN. Butyl-2-cyanoacrylate fixation of mandibular osteotomies. *Plast Reconstr Surg* 1998;102:319-24.
 16. Vihtonen K, Vainionpaa S, Mero M, Patiala H, Rokkanen P, Kilpikari J, Tormala P. Fixation of experimental osteotomies of the distal femur in rabbits with bone cement and cyanoacrylate. *Arch Orthop Trauma Surg* 1986;105:133-6.
 17. Trail IA, Powell ES, Noble J, Crank S. The role of an adhesive (Histoacryl) in tendon repair. *J Hand Surg [Br]* 1992;17:544-9.
 18. Pruitt DL, Manske PR, Fink B. Cyclic stress analysis of flexor tendon repair. *J Hand Surg [Am]* 1991;16:701-7.
 19. Gelberman RH, Amifl D, Gonsalves M, Woo S, Akeson WH. The influence of protected passive mobilization on the healing of flexor tendons: a biochemical and microangiographic study. *Hand* 1981;13:120-8.
 20. Gelberman RH, Botte MJ, Spiegelman JJ, Akeson WH. The excursion and deformation of repaired flexor tendons treated with protected early motion. *J Hand Surg [Am]* 1986;11:106-10.
 21. Gelberman RH, Nunley JA 2nd, Osterman AL, Breen TF, Dimick MP, Woo SL. Influences of the protected passive mobilization interval on flexor tendon healing. A prospective randomized clinical study. *Clin Orthop Relat Res* 1991;(264):189-96.
 22. De Klerk AJ, Jonck LM. Tendon response to trauma and its possible clinical application. An experimental study in primates. *S Afr Med J* 1991;80:444-9.
 23. Amarante MT, Constantinescu MA, O'Connor D, Yaremchuk MJ. Cyanoacrylate fixation of the craniofacial skeleton: an experimental study. *Plast Reconstr Surg* 1995;95:639-46.
 24. Ahn DK, Sims CD, Randolph MA, O'Connor D, Butler PE, Amarante MT, Yaremchuk MJ. Craniofacial skeletal fixation using biodegradable plates and cyanoacrylate glue. *Plast Reconstr Surg* 1997;99:1508-15.
 25. Gosain AK, Song L, Corrao MA, Pintar FA. Biomechanical evaluation of titanium, biodegradable plate and screw, and cyanoacrylate glue fixation systems in craniofacial surgery. *Plast Reconstr Surg* 1998;101:582-91.
 26. Evans CE, Lees GC, Trail IA. Cytotoxicity of cyanoacrylate adhesives to cultured tendon cells. *J Hand Surg [Br]* 1999;24:658-61.