

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI**

**FLEKSÖR TENDON KESİSİ OLAN HASTALARDA ERKEN
AKTİF MOBİLİZASYON VE MODİFİYE DURAN
PROTOKOLLERİNİN ETKİNLİĞİNİN RETROSPEKTİF
OLARAK İNCELENMESİ**

Dr. Şule GÜL

TIPTA UZMANLIK TEZİ

ANKARA

2019

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI**

**FLEKSÖR TENDON KESİSİ OLAN HASTALARDA ERKEN
AKTİF MOBİLİZASYON VE MODİFİYE DURAN
PROTOKOLLERİNİN ETKİNLİĞİNİN RETROSPEKTİF
OLARAK İNCELENMESİ**

Dr. Şule GÜL

TIPTA UZMANLIK TEZİ

TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. Alp ÇETİN

ANKARA

2019

TEŞEKKÜR

Tüm asistanlık eğitimim süresince klinik çalışmalarımın yanı sıra tez çalışmam sırasında yardım ve desteğini esirgemeyen değerli tez hocam Sayın Prof. Dr. Alp ÇETİN'e saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Eğitimim sırasında tüm konularda desteğini gördüğüm anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Ayşen AKINCI başta olmak üzere değerli hocalarım Prof. Dr. Fitnat DİNÇER'e, Prof. Dr. Fatma Yeşim GÖKÇE KUTSAL'a, Prof. Dr. Pınar BORMAN'a, Prof. Dr. Levent ÖZÇAKAR'a, Prof. Dr. Bayram KAYMAK'a, Prof. Dr. Oya ÖZDEMİR'e ve Doç. Dr. Murat KARA'ya teşekkürü borç bilirim.

Bu günlere gelmemde en büyük pay sahip olan ve hayatımın her döneminde büyük desteklerini gördüğüm sevgili anneme, babama ve kardeşime, bu dönemde bana çok yardımcı olan arkadaşlarıma teşekkür ederim. Birlikte geçirdiğimiz yıllar boyunca uyum içinde çalıştığım tüm asistan arkadaşlarıma, başta Fzt. Nilay ŞAHAN olmak üzere fizyoterapistlerimiz ile kliniğimiz çalışanlarına da sevgi ve teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Şule GÜL

ÖZET

Fleksör Tendon Kesisi Olan Hastalarda Erken Aktif Mobilizasyon ve Modifiye Duran Protokollerinin Etkinliğinin Retrospektif Olarak İncelenmesi

Giriş: Tendon onarımları sonrası hangi rehabilitasyon protokolünün daha iyi sonuç verdiği konusunda görüş birliği yoktur. Ayrıca tendonların erken ve geç evrelerdeki durumunun ultrasonografi (USG) ile değerlendirildiği bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmanın amacı Belfast ve Modifiye Duran protokollerinin tendon kayma miktarı, tendon çapı (CSA=cross sectional area) ile parmak fonksiyonel sonuçları arasındaki ilişkiyi USG ile karşılaştırarak, protokollerin birbirine göre üstünlüğünü saptamak ve ayrıca USG ile değerlendirilen tendonların iyileşme ile ilgili sonuçları hakkında erken evrede öngörülebilir bulunmaktır.

Gereç ve Yöntem: Hacettepe Üniversitesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı polikliğine rehabilitasyon amacıyla başvurmuş 34 hastanın 19'u (21 parmak) Belfast protokolü çerçevesinde, geri kalan 15 hasta (20 parmak) Modifiye Duran protokolü çerçevesinde tedavi edilmiştir. Daha önceden USG ile değerlendirilip sistemimizde bulunan verilerden operasyon sonrası 3-5. haftalar ve 12. haftalardaki tendon kayma miktarı ve CSA ölçümleri araştırmada kullanılmıştır. Ayrıca hastaların kaydedilmiş 12. hafta parmak eklem hareket açıklıkları ve parmak ucunun fleksiyonla distal palmar çizgiye olan mesafesi alınarak bu verilerle hastaların Buck Gramcko skorları hesaplanmıştır. USG verileri ile fonksiyonel sonuçlar arasındaki ilişki araştırılmıştır.

Bulgular: Hastaların 3'ü (%8.8) kadın, 31'i (%91.2) erkekti. Yaş ortalaması 30.53 ± 13.53 yıl olarak bulundu. Belfast ve Modifiye Duran protokolleri Buck Gramcko skoruna göre karşılaştırıldığında iki protokol arasında anlamlı fark saptanmadı ($p > 0,05$). Hastaların CSA'sı ile tendon kayması arasında anlamlı ilişki saptanmadı. Tendon ilk kayması ile 12. hafta Buck Gramcko skoru arasında anlamlı korelasyon saptanmadı ($p > 0,05$).

Sonuç: Çalışmamızda, el parmak fleksör tendonlarının tamiri sonrası uygulanan fizik tedavi süreci USG ile değerlendirilmiştir. Yaptığımız literatür taramasında bugüne kadar tendon tamiri sonrası uygulanan rehabilitasyon programlarının etkinliğini USG ile değerlendiren başka çalışma ile karşılaşılmamıştır. Çalışmamızda iki protokol arasında anlamlı fark çıkmamasına rağmen, örneklem sayısı arttıkça erken aktif mobilizasyon sürecinin pasif mobilizasyona göre tendon kayması ve fonksiyonel sonuçlarda daha üstün olacağı öngörülmekle birlikte, rehabilitasyon sürecinde tendonların morfolojisinin ve kaymasının fonksiyonel sonuçlara etkisini öngörmek için USG ile değerlendirmesinin yapıldığı daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar Kelimeler: fleksör tendon, Buck Gramcko skoru, ultrason, rehabilitasyon

ABSTRACT

Retrospective Evaluation of The Effectiveness of Early Active Mobilization And Modified Duran Protocols In Patients With Flexor Tendon Injury

Introduction: There is no consensus on which rehabilitation protocol works better after tendon repairs. In addition, there is no study evaluating the tendon status in the early and late stages by USG. The aim of this study is to determine the superiority of the protocols compared to each other by comparing the relationship between the tendon shift amount, tendon diameter (CSA = cross sectional area) and finger functional results of the Belfast and Modified Duran protocols, and also to predict the results of the tendons evaluated by USG at the early stage of healing.

Materials and Methods:. 19 of 34 patients (21 fingers) who applied to Hacettepe University Department of Physical Medicine and Rehabilitation for rehabilitation were treated with Belfast protocol and the remaining 15 patients (20 fingers) were treated with Modified Duran protocol. Previously evaluated by USG and the data in our system after the operation 3-5th weeks and 12th week tendon gliding and cross sectional area (CSA) measurements were used in the study. In addition, Buck Gramcko scores of the patients were calculated by taking the range of motion of the finger joints and the distance of the finger pulp to the distal palmar line by flexion. The relationship between USG data and functional results was investigated.

Results: Three (% 8.8) of the patients were female and thirty one patients (% 91.2) were male. The average age was found as 30.53 ± 13.53 years. When Belfast and Modified Duran protocols were compared according to Buck Gramcko score, there was no significant difference between the two protocols ($p>0.05$). There was no significant relationship between patients' CSA and tendon shift. There was no significant correlation between the first tendon shift and 12th week Buck Gramcko score ($p>0.05$).

Conclusion: In our study, we evaluated the physical therapy process performed after repair of the hand finger flexor tendons with USG. To date in literature, we have not encountered any other study evaluating the effectiveness of rehabilitation programs applied after tendon repair with USG. Although there is no significant difference between the two protocols in our study, it is predicted that the early active mobilization process will be superior in terms of tendon shift and functional results compared to passive mobilization, although further studies in which the evaluation of the morphology and shift of the tendons on functional results are required in the rehabilitation process.

Key words: flexor tendon, Buck Gramcko score, ultrasound, rehabilitation

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEŞEKKÜR	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
İÇİNDEKİLER	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
TABLolar DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. El Anatomisi	3
2.1.1. El kemikleri	3
2.1.1.1. Metakarpal Kemikler	3
2.1.1.2. Falankslar	3
2.1.2. El Eklemleri ve Yapısı	4
2.1.2.1. Metakarpofalangeal Eklem	4
2.1.2.2. İnterfalangeal Eklemler	5
2.1.3. Elin Kasları	5
2.1.3.1. Elin Ekstrinsik Fleksör Kasları	6
2.1.3.2. Elin Ekstrinsik Ekstansör Kasları	8
2.1.3.3. Elin İntrensek Kasları	10
2.1.4. Elin Damarları	13
2.1.5. Fleksör Tendonlarının Yapısı, Tendon Kılıfları ve Pulley Sistemleri	14
2.2. Fleksör Tendonların Beslenmesi	16
2.3. Fleksör Tendon Yaralanmaları	16

2.4.	Fleksör Tendon Tamir Zonları	17
2.5.	Fleksör Tendon Yaralanmasının Semptomları ve Muayenesi	19
2.6.	Tendon onarımı	20
2.7.	Tendon İyileşmesi	21
2.8.	İyileşmeyi ve Rehabilitasyonu Etkileyen Faktörler	22
2.8.1.	Hasta İlişkili Faktörler	22
2.8.2.	Yaralanma ve Cerrahi İlişkili Faktörler	23
2.8.3.	Terapi ilişkili faktörler	25
2.9.	Tendon Rehabilitasyon Programı	25
2.9.1.	İmmobilizasyon	26
2.9.1.1.	İmmobilizasyon programı	26
2.9.2.	Erken Pasif Mobilizasyon	28
2.9.2.1.	Duran ve Hauser	28
2.9.2.2.	Modifiye Duran	29
2.9.2.3.	Kleinert Protokolü	30
2.9.2.4.	Washington Protokolü	31
2.9.3.	Erken Aktif Mobilizasyon	32
2.9.3.1.	Belfast ve Sheffield	33
2.9.3.2.	Strickland/ Cannon	34
2.9.3.3.	Evans ve Thompson	35
2.9.3.4.	Sandow ve McMahon	36
2.10.	Tendon Onarımı Komplikasyonları	36
2.11.	Ultrason	40
3.	GEREÇ VE YÖNTEM	
3.1.	Hasta Seçimi	42
3.2.	Kişisel Bilgi Formu	42

3.3.	Buck Gramcko El Değerlendirme Testi	43
3.4.	İstatistiksel Analiz	44
4.	BULGULAR	45
5.	TARTIŞMA	50
6.	SONUÇLAR ve ÖNERİLER	54
7.	KAYNAKLAR	55
8.	EKLER	
EK-1.	Etik Kurul Onayı	61
EK-2.	Hasta Değerlendirme Formu	62
9.	ÖZGEÇMİŞ	63

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

MKK	: Metakarpal Kemik
MKF	: Metakarpofalengeal
USG	: Ultrasonografi
CSA	: Cross Sectional Area
FDS	: Fleksör Digitorum Superficialis
FDP	: Fleksör Digitorum Profundus
FPL	: Fleksör Pollicis Longus
PİF	: Proksimal İnterfalengeal
DİF	: Distal İnterfalengeal
AİS	: Anterior İnterosseoz Sinir
FKU	: Fleksör Karpi Ulnaris
EPL	: Ekstansör Pollicis Longus
EKU	: Ekstansör Karpi Ulnaris
APB	: Abduktör Pollicis Brevis
FPB	: Fleksör Pollicis Brevis
OPP	: Opponens Pollicis
TAM	: Total Aktif Hareket
EHA	: Eklem Hareket Açıklığı
MAKTG	: Minimal Aktif Kas Tendon Gerilimi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Modifiye Duran ortezi.	30
Şekil 2.2. Belfast ortezi.	34
Şekil 2.3. Fleksör tendonların USG’de longitudinal görüntüsü.	41

TABLolar DİZİNİ

Tablo	Sayfa
Tablo 3.1. Buck Gramcko sınıflaması.	44
Tablo 4.1. Tendon kesilerinin özellikleri	45
Tablo 4.2. Kesi zonu ile onarılan tendonların aldığı protokoller.	46
Tablo 4.3. 3-5. hafta tendon kayması ile Buck-Gramcko skoru arasındaki ilişki.	47
Tablo 4.4. Protokollere göre Buck Gramcko skorlarının değerlendirilmesi.	47
Tablo 4.5. 12. Hafta tendon kayması ile tendon CSA oranlarının ilişkisi.	48
Tablo 4.6. Onarım yapılan tendonlara göre Buck Gramcko skorlarının değerlendirilmesi.	48
Tablo 4.7. Digital sinir onarımı ile Buck Gramcko skorlarının değerlendirilmesi.	49

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Çoğu sanatçının söylediği gibi "Bir insanın en iyi arkadaşı on parmağıdır". En iyi arkadaşların efektif kullanımı için sağlam bir fleksör tendon sistemi de gerekir. Artan kazalar sonucu el yaralanmaları ile fleksör tendon yaralanma insidansı artmaktadır. Fleksör tendon yaralanmaları uzun süren sakatlık, fiziksel, emosyonel ve sosyoekonomik bozukluklara neden olmaktadır.

Fleksör tendon yaralanmasından sonra onarım ve rehabilitasyonla ilgili son birkaç yılda çok fazla çalışma yapılmıştır (1). Fleksör tendon cerrahisi geliştikçe, fleksör tendon yaralanmalarının rehabilitasyonu da gelişmiştir. Günümüzde el lezyonlarının tedavisinde rehabilitasyona mümkün olan en erken dönemde başlanmaktadır (2). El rehabilitasyonunda ekip çalışması çok önemlidir ve multidisipliner sağlık profesyonellerini içerir. Rehabilitasyon el cerrahları ile el terapisi konusunda uzmanlaşmış fiziyatristler ve fizyoterapistler tarafından sağlanır.

Normal tendon fonksiyonu için tendonun ve etrafındaki dokuların bir engel olmaksızın kayması gerekir. Tendon kayarken, belirli bir dirençle karşılaşır (3). El içinde birçok yapı sıkışık bir alanda bulunduğundan, ameliyat sonrası kolayca adhezyon oluşabilir. Tendon adhezyonları, tendon fonksiyonunu tehlikeye atacak şekilde hareketi sınırlayabilir, fonksiyonu daha da azaltabilir. Fleksör tendon onarımı için; literatürde immobilizasyon, erken pasif mobilizasyon ve erken aktif mobilizasyon şeklinde üç temel yaklaşım tanımlanmıştır (2).

Onarımdan sonraki ilk haftalarda, bu travma; postoperatif ödeme bağlı olarak, fazladan sütürler ve yeni oluşan skar dokusu ile belirgin şekilde artar. Tendon onarımı kopmayı engelleyecek kadar güçlü, adhezyonları engelleyecek kadar az travmatik olmalıdır. Fleksiyon egzersizlerinde, hem tendon ile kılıf arasındaki kayma direnci hem de kaymayı engelleyen dış kuvvetler (örneğin eklem sertliği, ödem) dikkate alınmalıdır. Tendon onarımı, engelsiz kaymaya ek olarak, günlük aktivite sırasında tendona etki eden normal kuvvetlere dayanacak kadar güçlü olmalıdır.

İyileşmenin erken aşamalarında tendon aşırı strese maruz kalırsa, onarım tendon uçları arasından kopabilir veya tam yırtılma olmadan ayrılabilir. Boşluk skar izi ile doldurulabilir. Boşluk oluşumunun aynı zamanda immobilize edilen tendonlarda adhezyon oluşumunu arttırdığı gösterilmiştir. Erken mobilize edilen tendonlarda bu adhezyonlar daha az görülmektedir. Bu nedenle amaç, tendonun kopma veya boşluk oluşumu olmadan iyileşmesi; günlük aktiviteler için yeterli güç ve kuvvete sahip olmasıdır.

Son zamanlarda yüksek çözünürlüklü transdüserlerin gelişimi, en yüzeysel vücut yapılarının değerlendirilmesinins sağlamıştır. Normal anatominin, el ve el bileğinin patolojik değişikliklerinin değerlendirilmesi, kas-iskelet sistemi ultrasonu arasında popüler hale gelmiştir. Günümüzde USG, bu bölgenin değerlendirilmesinde ilk görüntüleme tekniklerinden biri olarak kabul edilmektedir (4). USG ile tendonun genel morfolojisi (kalınlık, genişlik, kontür, süreklilik), yapısı (homojenlik, ekojenite), vaskülarizasyon (renkli dopplerle) tendon ve peritendinöz dokuların mobilitesi değerlendirilebilir (5). Bu teknik güvenli, non-invaziv ve ucuzdur. Buna rağmen USG ile fleksör tendonların görüntülenmesi, el cerrahları tarafından kolayca kabul edilmemiştir. Ultrason çoğu yerde bulunmasına rağmen, bu özel işlev için gereken küçük yüksek frekanslı probalar tüm merkezlerde mevcut değildir (6).

Bu çalışmanın amacı Belfast ve Modifiye Duran protokollerinin tendon kayma miktarı, CSA ile parmak fonksiyonel sonuçları arasındaki ilişkiyi USG ile karşılaştırarak protokollerin birbirine göre üstünlüğünü saptamak ve ayrıca USG ile değerlendirilen tendonların iyileşme ile ilgili sonuçları hakkında erken evrede öngörüde bulunmaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. El Anatomisi

2.1.1. El kemikleri

Elin kemikleri elin şeklinin önemli kısmını oluşturur ve yumuşak dokulara tutunma yüzeyi sağlar. Bu kemikler elin intrinsik kasları ve ekstrinsik kaslarına ait tendonlarıyla birlikte maksimal hareketi sağlayacak şekilde düzenlenmiştir.

Metakarpal ve falankslar olmak üzere toplam 19 adet el kemiği bulunur. Bu kemiklerin tümü uzun kemiktir. Ayrıca genellikle başparmak tendonları içinde sesamoid kemikler bulunur. Geleneksel olarak karpal kemikler, bilek ekleminin bir parçası olarak kabul edilirler. Sagittal ve koronal düzlemlerde stabiliteye, el bileği hareketine katkıda bulunur (7).

2.1.1.1. Metakarpal Kemikler (MKK)

Her metakarpal kemik bir parmak ile ilişkilidir. Baş parmak MKK diğer metakarpal kemiklerden daha kısa ve kalındır. Ayrıca her bir kemiğin dorsal eğik shaftı, geniş bazisi ve başı bulunur. Bazis kısmı karpal kemiklerle ayrıca birbirleri ile eklem yapar. Baş kısmı ise falankslar ile eklem yapar. Baş parmak MKK diğer MKK'lere göre daha anteriordadır ve 90 derece rotasyon yapabilir (8). Diğer MKK'den farklı olarak 2-5. MKK'ler ile eklem yapmaz.

2.1.1.2. Falankslar

Elde 14 adet falanks mevcuttur. Başparmak 2, diğer parmaklar 3 adet falanks içerir. Proksimal ve orta falanks MKK'ler gibi dorsalde eğiktir ve elin longitudinal arkının oluşmasını sağlar (9). Falanksların shaft bölümü uzun fleksör tendonlara dayanak noktası olarak görev yapar. Kemik shaftı volar yüzde daha düz, dorsalde daha yuvarlaktır. Her kemik epifizi proksimalde daha geniş bazis ve distalde daha dar baş kısmından oluşur. Proksimal falanksın bazisi bikonkavdır ve tümüyle eklem yüzünden meydana gelir. Orta ve distal falanksın bazisleri dorsalden ventrale doğru konkavdır

ve eklem yüzeyinden oluşur. Proksimal ve orta falanksın baş bölgesi silindirik ve merkezi bir oluk bulundurur. Aynı zamanda bu bölge eklem yüzüdür. Distal falanks ise diğer falankslardan daha kısadır. Baş kısmı yoktur (10).

2.1.2. El Eklemleri ve Yapısı

2.1.2.1. Metakarpofalengeal Eklem

Metakarpofalengeal eklem; MKK'lerin baş bölgesi ile proksimal falanksın bazisi arasında oluşan eklemdir. Fleksiyon, ekstansiyon, abdüksiyon ve addüksiyon hareketlerine izin veren elipsoid tipte bir eklemdir. Ayrıca dinamik olarak interfalengeal eklemlerle başparmağın opozisyonunu kontrol eder (11).

Başparmağın Metakarpofalengeal Eklemi

Birinci metakarpal kemiğin proksimal konveks yüzeyi, proksimal falanksın eliptik boşluğunun karşısındadır. Ek olarak, iki sesamoid kemik eklem içi kapsülün palmar yönünde gömülüdür. Bunlar, intersesamoid ligamentleriyle sabitlenir (12).

II-V. Parmakların Metakarpofalengeal Eklemi

II-V. parmakların metakarpofalengeal (MKF) eklemleri konkav, daha sığ bir proksimal falanks yüzeyi ile eklemlenen oval konveks bir metakarpal yüzeye sahiptir. Yapısal benzerliklerine rağmen, bu eklemlerin hareketi başparmağın MKF eklemine göre daha kısıtlıdır. Palmar tarafta, fleksör digitorum superfisialis, fleksör digitorum profundus, lumbrikaller, inteosseöz kaslar, fleksör digiti minimi, fleksör pollicis longus ve fleksör pollicis brevis kasları eklemi destekler. Dorsal tarafta, ekstansör digitorum, ekstansör indisis, ekstansör digiti minimi kasları eklemi kuvvetlendirir (13,14).

Derinden yüzeye doğru MKF eklemine anatomik yapıları, eklem genel dinamik fonksiyonlarını kolaylaştırır. Bunlar; volar plaka, kapsül lifleri, derin transvers metakarpal ligament, fleksör digitorum profundus tendonu, fleksör digitorum superfisialis tendonunun dijital tendon kılıfı ve A1 pulley'dir.

Volar plak, genel eklem uyumunu arttırmak için işlev yapan eklem kapsülünün kısa, enine kalınlaşmasıdır (15). Volar plak ayrıca MKF eklem hiperekstansiyonunu da önler. Eklem kapsülü, fleksör pollisis brevis ve addüktör pollisis brevis kasları, palmar plaka ve çeşitli kollateral bağlarla güçlendirilmiş ince lifli ve dayanıklı bir ağdır. Radyal ve ulnar kollateral ligamentler, proksimal falanks üzerine tutunarak distal ve volar uzanan MKK üzerindeki kendi kenarlarından proksimal olarak ortaya çıkar (16). Her bir kollateral ligamanın kendine uygun aksesuar ligaman yapıları vardır.

Volar fan şekilli aksesuar ligament, metakarpal başın ortasından palmar plakaya, derin transvers metakarpal ligamentin üzerine tutunur ve parmak ekstansiyonu sırasında gerilir. Ligament, metakarpal başa ve proksimal falanks tabanına tutunur. Yaklaşık 30 derecelik parmak fleksiyonunda gergin hale gelir. Aynı zamanda yüzeysel transvers metakarpal ligament olarak da bilinen natatory ligament, MKF eklem distalinden başlar ve proksimal falanks üzerine tutunur. Derin transvers metakarpal ligament 2. ve 5. metakarpal başlarını volar plakada birbirine bağlar ve yumuşak doku desteği sağlar. Bu ligaman ekstansör tendonları hareket halinde sabitleyen şerit şekilli sagittal bantlardan oluşur.

2.1.2.2. İnterfalangeal Eklemler

Parmakların proksimal ve distal interfalangeal eklemleri MKF eklemlerin distalindeki eklemlere verilen isimdir. Troklear tip eklemdir. Fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerine izin verir.

2.1.3. Elin Kasları

Eldeki kaslar ekstrinsik ve intrinsik kaslar olarak ikiye ayrılır. Ekstrinsik kaslar ön kol veya humerus epikondilinden başlar. İntersik kasların ise hem origo hem insersiyoları el içerisindedir. Ekstrinsik ve intrinsik kaslar arasındaki uyum ile elin ince hareketleri ortaya çıkar.

2.1.3.1. Elin Ekstrinsik Fleksör Kasları

M. Fleksör Digitorum Superficialis (FDS)

Elin ekstrinsik parmak fleksörlerinin en genişidir. Ön kol fleksör kas tabasının orta kısmında yer alır. FDS kasının, kaput humerale'si humerus'un epikondilus medialis'inden; kaput ulnare'si processus koronoideus'tan ve kaput radiale'si ise tuberositas radii ile tuberositas pronatoria arasından başlar. FDS kası önkolun volar yönü boyunca ilerler. Proksimal falanks seviyesinde m. fleksör digitorum profundus kasının tendonunun geçişine izin vermek için ikiye ayrılır. Proksimal interfalangeal (PİF) ekleme geçer. 2-5. parmakların orta falankslarının'ın yan tarafına tutunur. Esas olarak PİF ekleme fleksiyon yaptıran kas, geçtiği tüm eklemlere fleksiyon yaptırır. 5. parmak haricindeki parmaklarda tendon görece bağımsız hareket edebilir. N. medianus (C7-T1) tarafından inerve edilir (17).

M. Fleksör Digitorum Profundus (FDP)

Fleksör digitorum profundus, işaret, orta, yüzük ve küçük parmakların MKF ve distal interfalangeal (DİF) eklemlerini fleksiyona getiren ekstrinsik bir el kasıdır. FDP, ön kolun derin volar bölgesinde bulunur ve ulnanın volar ve medial yüzeylerinin üst dörtte üçünden, ön kolun derin fasyasından, interosseöz membrandan başlar; işaret, orta, yüzük ve küçük parmakların distal falankslarının basisine yapışır. FDP tendonları FDS tendonlarının derinliklerine uzanır. 3. 4. ve 5. parmaklara ait tendonlar karpal tünel seviyesinde birbirinden ayrılır (18).

FDP kası işaret, orta, yüzük ve küçük parmakların, midkarpal (el bileği), MKF ve interfalangeal eklemlerinin fleksörüdür. Lumbrikal kaslar, FDP tendonlarından kaynaklanıp proksimal falankslarının dorsal ekstansör genişlemelerine girdiğinden, FDP kası lumbrikallerin parmakların interfalangeal eklemlerdeki ekstansiyonuna ve MKF eklemlerde fleksiyona yardımcı olur.

FDP kasının lateral kısmı (işaret ve orta parmak), median sinirin anterior interosseöz dalı (AİS) ile; medial kısmı (yüzük ve küçük parmak) ulnar sinir (C8, T1) ile inerve olur.

M. Fleksör Pollisis Longus (FPL)

Fleksör pollisis longus kası MKF ekleme ve interfalangeal ekleme fleksiyon sağlayan baş parmağının primer fleksörüdür. Ek olarak, FPL'nin radyal deviasyona ve bilek fleksiyonuna katkısı vardır (19).

FPL kası , radiusun volar tarafından ve interosseöz membrandan kaynaklanır. Radyal bursa'nın sinovyal kılıfı ile kaplanan FPL tendonu, transvers karpal ligamanın (fleksör retinakulum) altından geçip karpal tünel boyunca ilerler. FPL, 1. metakarpal boyunca, MKF eklemının volar tarafında bulunan iki sesamoid kemik arasından geçerek devam eder. FPL tendonu ve sinoviyal kılıf, baş parmak MKF eklemi üzerindeki A1 pulleyin altından geçip distal falanksın alt ucuna yapışır (19). FPL kasının innervasyonu, median sinirin bir dalı olan AİS tarafından sağlanır (17).

M. Fleksör Karpi Ulnaris (FKU)

Fleksör karpi ulnaris kası en güçlü el bilek fleksörüdür. FKU kası, hassas bir kemerle birbirine bağlanan 2 ayrı baştan kaynaklanır. Humeral baş, medial epikondil üzerindeki fleksör tendon kökeninden kaynaklanırken, ulnar baş olekranondan ve ulna'nın subkutan sınırının dörtte üçünün aponevrozundan kaynaklanır. FKU beşinci metakarpal kemiğe, hamat kancasına ve bileğin pisiform kemiğine yerleşir.

M. Fleksör Karpi Radialis (FKR)

Medial epikondilden başlayıp ikinci metakarpal kemiğin basisinde sonlanır. Ele fleksiyon ayrıca m.ekstansör karpi radialis longus ve brevis ile birlikte ele abdüksiyon yaptırır. N. medianus ile inerve olur.

M. Palmaris Longus (PL)

Palmaris longus kası ön kol fleksör kas grubuna aittir. Kas, medial humeral epikondile proksimal olarak, palmar aponevroza ve fleksör retinakulumuna distal olarak bağlanır. Kas uzundur ve değişken morfolojiye sahiptir, ancak kas morfolojisi sıklıkla iğ şeklinde olarak tanımlanır. Anatomik olarak, kas dirsek ve el bileği

eklemlerini geçer ve sonuç olarak bu eklemlerde fleksiyona katkıda bulunur; Bununla birlikte, kas küçüktür ve büyük olasılıkla bu eklemlerde yardımcı bir fleksör olarak çok az görev alır. PL kasının konjenital yokluğu, el bileği fleksiyonunun yol açtığı kavrama veya sıkışma gücünü etkilemez (4). PL kasının ayrıca palmar aponevrozu gerdirmeye katkıda bulunduğu ve üzerlerinde bulunan palmar derinin stabilitesini arttırdığı düşünülmektedir. Kas n. medianus (C5-T1) ile inerve olur.

2.1.3.2. Elin Ekstrinsik Ekstansör Kasları

M. Ekstansör Pollisis Longus (EPL)

Ekstansör pollisis longus kası, derin dorsal ön kol kasları grubuna ait ekstrensek bir başparmak kasıdır. EPL, arka ulnar diyafizinin orta üçte birinden kaynaklanır, ön kol boyunca lateral ilerler, Lister tüberkülünden geçer, üçüncü ekstansör kompartmandan geçip, m. ekstansör karpi radialis longus'a doğru uzar oradan başparmağın distal falanksın bazisine insersiyoyapar (20). EPL üçüncü ekstansör kompartmanda bulunan tek kاستر. Elde toplam 6 adet ekstansör kompartman bulunur.

EPL, el bileğini geçerken, bileğin anatomik enfiye kutusunun medial sınırını oluşturan bir tendona (sinovyal bir tendon kılıfıyla çevrili) dönüşür. Anatomik enfiye kutusunun diğer kenarlarını oluşturan kaslar m. abdüktör pollisis longus ve m. ekstansör pollisis brevistir (21).

EPL tendonu 1. MKF eklemine dorsal olarak geçtikçe sagittal bant ile stabilize olur. EPL, başparmağın distal falanksına ekstansiyon yaptırır ve elin abdüksiyonuna yardım eder. N. interosseus posterior tarafından inerve olur.

M. Ekstansör Karpi Ulnaris (EKU)

Ekstansör karpi ulnaris kası, ortak bir tendon ile humerusun lateral epikondilinden ve ulnanın arka kenarından başlar. Beşinci metakarpal kemiğin bazisinde sonlanır. Ele ekstansiyon ve FKU ile birlikte addüksiyon yaptırır. Medial stabilite sağlar.

M. Ekstansör Karpi Radialis Brevis

Humerusun lateral epikondilinden başlar ve 2. ve 3. metakarpal kemiğin basisine tutunur. El bileğine ekstansiyon ve abdüksiyon yaptırır. N.radialisin ramus profundusu tarafından inerve edilir.

M. Ekstansör Karpi Radialis Longus

Humerusun lateral suprakondiler sırtından, lateral intermusküler septumdan ve humerusun lateral epikondilinden başlar. İkinci metakarpal kemiğin basisinin dorsoradial kısmına insersiyon yapar. Adından da anlaşılacağı gibi, bu kas, bilek eklemine ekstansiyon yaptırır (22). N. radialisin C6-7 köklerinden inerve olur.

M. Ekstansör Digitorum

Ortak bir tendon ile humerusun lateral epikondilinden, intermusküler septumdan ve antebrakial fasyadan kaynaklanır; m. indicis proprius ile birlikte dorsal karpal ligamanın ayrı bir bölmesinden, dört tendona ayrılır. Tendonlar daha sonra elin dorsumunda birbirinden ayrılır ve parmakların orta ve distal falankslarına yapışır (23,24).

MKF eklem seviyesinde her tendon, fasiküllerle kollateral ligamentlere bağlanır ve bu eklem dorsal ligamenti olarak işlev görür; Eklemi geçtikten sonra, 1. falanksın dorsal yüzeyini kaplayan ve bu durumda, interosseöz ve lumbrikalis tendonları ile takviye edilen geniş bir aponevroz içine yayılır. Proksimal interfalangeal eklem karşısında bu aponevroz üçe ayrılır bir orta ve iki kollateral ligamanı oluşturur. Tendonlar, interfalangeal eklemleri geçtiklerinde, dorsal ligamentlerle çevrelenirler. İşaret parmağına giden tendona ulnar tarafında uzanan ekstansör indisis tendonu eşlik eder. Elin arkasında, tendonlar orta, yüzük ve küçük parmaklarla birbirine eğişik olarak yerleştirilmiş iki bantla birbirine bağlanır.

Ekstansör digitorum kası , esasen proksimal falankslara etki eder, MKF eklemi ekstansiyona getirmeye çalışır. Bununla birlikte, proksimal ve distal

interfalangeal eklemlerde baskın olarak elin dorsal ve palmar interossei ve lumbrikal kasları ekstansiyonda görevlidir.

M. Ekstansör Digiti Minimi

Lateral epikondilden başlar ve beşinci parmağın dorsal aponevrozuna insersiyoyapar. Beşinci parmağa ekstansiyon ve ayrıca abdüksiyon yaptırır. Siniri radial sinirin posterior interosseöz dalıdır (25).

M. Ekstansör İndicis:

Ulnanın orta alt posteriorundan başlar. 2. parmağın ekstansiyonuna yardım eder. N.interosseus posterior tarafından inerve olur (26,27).

2.1.3.3. Elin İntrensek Kasları

İntrensek kas grupları, yalnızca el bileğinin anatomik sınırları içindeki oluşumlardan başlayan ve falankslarda, çeşitli el osseofasial kompartmanlarında son bulan daha küçük kaslardan oluşur. İntrensek kaslar ekstrensek kaslar kadar kuvvetli olmamakla beraber; ekstrensek kasların hareketinin kontrolüne yardımcı olurlar. Beceri gerektiren aktiviteleri gerçekleştirir ve el eklemlerinin stabilizasyonuna katkıda bulunurlar. Elin intrensek kasları hipotenar, tenar, lumbrikaller ve interosseöz kaslar olmak üzere 4 gruptan oluşur.

Tenar Kaslar

Tenar eminens; başparmağın etrafında bulunan ve hareketi sağlamak için için elin palmar tarafında bulunan üç kasta meydana gelir. Tenar kasları abdüktör pollisis brevis (APB), fleksör pollisis brevis (FPB) ve opponens pollicis (OPP) oluşturur (28). Başparmak addüksiyonunun, addüktör pollisis kası ile yapıldığını ve tenar eminensin bir parçası olmadığını bilmek önemlidir.

M. Oppenens Pollisis (OPP)

Opponens pollisis kası, abdükör pollisis brevis'in altında yatan kısa, kalın, üçgen bir kas tabakasıdır. Karpometakarpal eklem kapsülü, trapeziumun tüberkülü ve transvers karpal ligamandan kaynaklanır. Başparmağın metakarpal kemiğinin radyal volar kenarı uzunluğu boyunca devam ederek yelpaze gibi açılır. OPP için inervasyon paternleri değişkenlik gösterir. Median sinirin rekürren dalı (% 83) veya ulnar sinir (% 9) veya median ve ulnar innervasyonu beraber (%7,5) inervasyon gösterir (29,30). OPP başparmak metakarpal kemiğine fleksiyon ve pronasyon yaptırır. OPP 1. metakarpal düzeyinde opozisyon hareketini başlatır. APB'nin opozisyonunu güçlendirir.

M. Fleksör Pollisis Brevis

APB kasın distalinde bulunan bu kasın tendonunda, çoğunlukla bir sesamoid kemik bulunur. Trapezium ve fleksör retinakulumdan başlar. Başparmağın proksimal falanksın lateral kenarına insersiyon yapar. Başparmağın MKF eklemine fleksiyon yaptırır. N. medianus'un rekürren dalı inerve eder (28).

M. Abdükör Pollisis Brevis

FPB kasının proksimalinde seyreden bu kas OPP'nin üzerindedir. Skafoid kemiğin tuberkulumuna, trapeziuma ve fleksör retinakulumuna origo yapar. İnsersiyonu başparmağın proksimal falanksının bazisinin lateral kenarı ve dorsal aponevrozudur.

Kasın görevi 1. MKF eklem abdüksiyon yaptırmaktır. N. medianusun rekürren dalı (C8-T1) tarafından inerve edilir (31,32).

Hipotenar Kaslar

Elin volar yüzünde bulunan m. opponens digiti minimi, m. fleksör digiti minimi brevis ve m. abdükör digiti minimi kasları hipotenar eminensi oluşturur (33).

M. Opponens Digiti Minimi

Hamulus ossis hamatiden ve komşu fleksör retinakulumdan başlar ve beşinci MKK'nın medial kenarına yapışır. M. opponens digiti minimi beşinci metakarpal kemiği palmar tarafa doğru döndürür (34).

M.Fleksör Digiti Minimi Brevis

M. abdüktör digiti miniminin lateralindedir. M. fleksör digiti minimi 5. MKF ekleme fleksiyon yaptırır.

M. Abdüktör Digiti Minimi

Beşinci parmağın ana abdüktörü olan bu kas pisiformeden başlar ve küçük parmağın proksimal falanksının bazisine yapışır.

Lumbrikaller ve İnterosseöz Kaslar

Lumbrikal kaslar FDP kasının avuç bölgesindeki tendonlarından başlar. İlk iki lateral lumbrikal kaslar unipennat kaslardır. İlk lumbrikal, FDP'nin birinci tendonunun lateral tarafından kaynaklanır ve ikinci parmağın ekstansör başına girer. İkinci lumbrikal, FDP'nin ikinci tendonunun lateral tarafından kaynaklanır ve üçüncü parmağın ekstansör başına girer. Üçüncü ve dördüncü (medial) lumbrikaller bipennat kaslardır. Üçüncü lumbrikalin bir başı, FDP'in ikinci tendonunun medial kısmından, diğeri ise FDP'nin üçüncü tendonunun lateral kısmından kaynaklanır. Üçüncü lumbrikal, dördüncü parmağın ekstansör başında biter. Dördüncü lumbrikalin lateral başı, FDP'nin dördüncü tendonunun lateral yüzeyinden, dördüncü lumbrikalin medial başı, FDP'nin dördüncü tendonunun lateral kısmından kaynaklanır. Lumbrikallerin işlevleri arasında, ilgili MKF ekleme fleksiyon, PİF ve DİF eklemlerde ekstansiyon bulunur.

Birinci ve ikinci lumbrikallerin innervasyonu median sinirin dijital dalları tarafından yapılır. Üçüncü ve dördüncü lumbrikaller ise ulnar sinirin derin dalından inerve olur.

Elin bütün intrensek kasları arasında, dorsal interosseözler en dorsal yerleşimlidir. Bipennat dorsal interosseözler, 2, 3 ve 4. MKF eklemlerin başlıca abdükörleridir. Ayrıca, PİF ve DİF eklemlerinin ekstansiyonuna ek olarak MKF eklemlerde fleksiyona da katkıda bulunurlar. Birinci dorsal interosseöz kası, 1. ve 2. MKK'lerin bitişik yüzeylelerinden başlar ve ikinci falanksın lateral tabanına ve ikinci parmağın ekstansör başına girer. İkinci dorsal interosseöz kas, ikinci metakarpalın medial yönünden ve üçüncü metakarpal kemiğin lateral yönünden kaynaklanır. Üçüncü falanksın lateral tabanına ve aynı zamanda ilgili ekstansör başın içine girer. Üçüncü dorsal interosseöz kas, üçüncü metakarpalın medial kısmından ve dördüncü MKK'nin lateral kısmından başlar. Dördüncü dorsal interosseöz kas, dördüncü MKK'nin lateralinden ve beşinci MKK'nin medial tarafından kaynaklanır. Bu kas, dördüncü falanksın lateral tabanına ve dördüncü falanksın ekstansör kaputuna insersiyon yapar. Dorsal ve palmar interosseöz kaslar ulnar sinir tarafından inerve edilir.

Palmar interosseöz kaslar ise başparmak, işaret parmağı, yüzük parmağı ve küçük parmağa orta parmaktan geçen uzun eksene göre addüksiyon yaptırır.

2.1.4. Elin Damarları

Radyal arter, kolun lateral tarafından ele doğru ilerler, sonra elin üzerine geldiğinde enfiye çukurundan geçer. M. interosseöz dorsalisin ve m. addüktör pollisisin başları arasından geçtikten sonra ulnar arterin derin dalı ile birleşerek derin palmar arkı oluşturur. Elin arka tarafına geçmeden karpal dorsal dal 3 adet dorsal metakarpal dal olarak devam eder. Daha sonra digital dorsal dallarına ayrılır. A. princeps pollicis ve a. radialis indisis, radial arterden m. addüktör pollisise varmadan ayrılırlar. A. princeps pollicis başparmağı besleyen esas arterdir (35). A. radialis indisis işaret parmağının lateral kenarını besler. Ulnar arter, kolun medial tarafından ele doğru iner. Ulnar arter ele ulaştığında, radial arterin palmar dalı ile birlikte palmar arkı oluşturur. Yüzeysel palmar ark eldeki en büyük dolaşım kaynağıdır; çünkü kanı daha fazla dijitala getirir. Bu ark, metakarpal kemiklerin etrafını dolandır. Küçük parmağın medialinde a. digitales palmares proprii ve küçük parmağın laterali, yüzük ve orta parmağın her iki tarafı ve işaret parmağının medialini besleyen a. digitales palmares communes dallarına ayrılırlar (36).

2.1.5. Fleksör Tendonlarının Yapısı, Tendon Kılıfları ve Pulley Sistemleri

Karpal kanala geçtikten sonra, FDP tendonları parmaklara ayrılır. Lumbrikal kaslar bu seviyeden orjin alır. FDP tendonları, FDS tendonlarının derininden MKF eklem seviyesinde fleksör kılıfa girer. Orta proksimal falanks düzeyinde, FDP tendonu, FDS tendonun bifurkasyonundan geçerken daha yüzeyselleşir ve distal falanksın tabanına tutunur.

MKF eklem seviyesinde, FDS tendonları FDP tendonlarının dorsal bölgesinden, fleksör kılıfa girer. Proksimal falanksın proksimal üçte birinde, FDS tendonu FDP etrafında bifurkasyon yapar. Liflerin %50'si ipsilateral seyrederken, %50'si karşı tarafa geçer. Tendonun bu kısımları, Kamper kiazmasında FDP tendonuyla tekrar bir araya gelir. Daha sonra FDS tendonunun radyal ve ulnar kısımları orta falanksın proksimal metafizinde sonlanır.

Karpal tünel seviyesinde FPL radyal zeminde seyreder. Karpal tünelden geçtikten sonra, m. addüktör pollisis ve m. fleksör pollisis brevis arasından çıkarak avuç içine girer. FPL tendonu, başparmak fleksör kılıfına giren tek tendondur ve distal falanksın proksimal palmar tabanına tutunur (37).

Dijital fleksör kılıf, sinovyum kaplı fibroossesöz bir tüneldir. Bu sistem fleksör tendonları kemiğin karşısında tutar. Fleksör kılıf, her biri ayrı ve farklı işlevlere sahip sinovyal ve retinaküler doku bileşenlerinden oluşur. Bu iki tabaka kılıfın uçlarında bitişik olup fleksör tendonları çevreleyen çift cidarlı, içi boş bir tüp oluşturur. İşaret, orta ve yüzük parmaklarda, membranöz kılıf MKF ekleminde başlar ve distal falanksta biter. Baş parmaklarda ve küçük parmaklarda, sinovyal kılıf, açılan radyal ve ulnar bursa gibi karpal tünelde proksimal olarak devam eder.

Sinovyal kılıf, düşük sürtünmeli bir kayma sistemi sağlamanın yanısıra, tendonun beslenmesini de sağlar. Kılıfın retinaküler kısmı, sinovyal kılıfın üzerine segmental olması ile fibröz bantlar ile yapılmasını sağlar. Kılıfın retinaküler kısmı, sinovyal kılıfı segmental tarzda örten fibröz bantlar ile karakterizedir. Kalınlaştırılmış enine bantlar "anuler pulley" olarak adlandırılır ve çapraz bantlara "krusiat pulley" adı verilir. Daha güçlü, geniş anuler pulleyler, sisteme mekanik stabilite sağlar ve

belirli bir tendon kayması için en uygun eklem fleksiyonunu sağlar. Daha esnek krusiat pulleyler sisteme esneklik sağlar. Pulleyler palmar aponevroz pulley, beş anuler pulley ve üç krusiat pulley şeklinde gruplandırılabilir. Palmar aponeurosis pulley, palmar aponevrozun enine liflerinden oluşur. Membran kılıfın başlangıcında bulunur ve derin transvers metakarpal ligamente bağlanan dikey septa ile kılıfın her bir tarafına sabitlenir. İlk anuler pulley (A1), MKF eklem volar plakasından, ikinci anuler pulley (A2), proksimal falanksın proksimal yarısının volar yönünden kaynaklanmaktadır. Birinci krusiat pulley (C1), A2 pulleyden, PİF eklem volar plakasından çıkan üçüncü anuler pulleye (A3) uzanır (38). Dördüncü anuler pulley (A4), orta falankstan kaynaklanır ve ikinci krusiat pulley (C2) ile A3 pulleye proksimal olarak bağlanır. Beşinci anuler pulley (A5), DİF eklem volar plakasından başlar. Üçüncü krusiat pulley (C3) ile A4 pulleye proksimal olarak bağlanır. A3 ve A5 pulley bazı hastalarda konjenital olarak bulunmaz.

Başparmağın pulley sistemi diğer parmaklardan farklıdır. Bir oblik ve iki anuler pulleyden oluşur. Başparmağın (A1) ilk anuler pulleyi, MKF eklem palmar tabakasından, ikinci anuler pulley (A2), interfalangeal eklem palmar plakasından kaynaklanmaktadır.

Oblik pulley proksimal falanksın üzerinde, addüktör pollicis tendonu ile bağlantılıdır. Anatomik ve klinik çalışmalar A2 ve A4 pulleylerinin fleksör kılıfının en önemli bileşenleri olduğunu, varlıklarının sistemin biyomekanik etkinliğini sağladığını göstermiştir. A3 ve palmar aponerotik pulley yalnızca A2 ve A4 hasar gördüğünde önemli hale gelmiştir (39,40). Pulley sisteminin tamamı veya bir kısmının kaybedilmesi fleksör kırılaşmaya(=bowstringing) neden olabilir. Başparmak oblik pulley kaybı, interfalangeal eklem hareketinin azalmasına neden olur. Başparmağın hem A1 hem de oblik pulley yetersizliği, interfalangeal eklem hareketinde % 30'luk bir kayba neden olur. Her 10 derecelik DİF eklem fleksiyonu için FDP tendonu 1 mm kadar FDS tendonunun altında kayar. Retinaküler kılıfa göre her 10 derecelik PİF fleksiyonu için FDS ve FDP tendonu 1,3 mm birlikte kayar. Cerrahi sonrası 10 derecelik DİF eklem hareketiyle, sadece 0,3 mm FDP tendonu kayması olur ve 10 derecelik PİF hareketi için FDS ve FDP tendonlarında 1,2 mm'lik kayma olur. Bu,

DİF hareketinin neden fleksör tendon onarımı sonrasında sıklıkla kısıtlandığını açıklar.

2.2. Fleksör Tendonların Beslenmesi

Tendonlar birbirini tamamlayan iki sistemle beslenir.

1) Vasküler sistem: Dijital kılıfın dışında: fleksör tendonlar iki uçlarından (periosteum ve muskulotendinöz kavşak) ve tendonun uçlarından uzak bölgeler için intratendinöz vasküler sistem tarafından vaskülerize edilir. Tendonu çevreleyen paratendon, tendona giren ve vaskülarizasyonuna izin veren damarları taşımak için bir yapı (mezotendonu) gönderir. Dijital kılıfın içinde: mezotendon, kollateral arterlerle anastomoz ile sağlanan vinkülü oluşturmak için yoğunlaşır (41). 2 fleksörün her biri, 2 vinkulaya sahiptir; uçlarına yakın, kısa ve uzun olanları daha yüksektir ve dorsal kısımlarını besler (42). A2 ve A4 pulleylerin önünde hala kötü şekilde damarlanmış 3 alan vardır. Bunlardan ilki, FDS kiazmasının proksimalinde, diğeri ise FDP'ye yaklaşan PİF eklemin seviyesinde vinkulum longusun üstünde ve altındadır (43).

2) Sinoviyal pompa sistemi: Sinovyal kılıflar, parmağa bağlı olarak farklı organizasyonlara sahiptir. Fleksör pollisis longus'un T1 bölgesine kadar kendi kılıfı vardır. İşaret, orta ve yüzük parmaklar zon 4 te küçük parmakla birlikte ortak bir kılıfı paylaşırlar. Her biri dijital kanalda kendi kılıflarına sahiptir. Kılıflardaki sinovyal sıvı, tendonları dijital kanalda bekleterek kaydırma ve beslemede önemli bir rol oynar. Dijital kanalda, FDS beslenmesinin bu yöntemde vasküler sistemden iki kat daha önemli olduğunu ve FDP için 5 kat daha önemlidir. Bu 2 sistem sayesinde, tendonun ekstrensek iyileşme (damarsal mekanizma) ve intrinsik iyileşme (sinoviyal pompa) ile iyileşmesi sağlanır (44, 45).

2.3. Fleksör Tendon Yaralanmaları

Elin fleksör tendonları laserasyon ve rüptürlere karşı hassastır. Yaralanmalar genellikle el emeği ile çalışanlarda (keskin nesnelere kaynaklanan laserasyonlar, ezilme yaralanmaları), sporcularda (jersey parmak) ve romatoid artritli kişilerde (dejeneratif tendon kopması) meydana gelir. Genel olarak, parmak fleksör tendon

yaralanmaları parmak ekstansör tendon yaralanmasından daha az görülür. Açık laserasyonlar, sıklıkla işaret parmağı fleksör tendonlarını içeren zon II'de görülür. En sık görülen kapalı fleksör tendon yaralanması, tipik olarak yüzük parmağını içeren jersey parmağıdır. Yaralanmalar tam veya kısmi olabilir. Kısmi laserasyonlar muayenede kolayca kaçırılır ve tedavi edilmezse tam laserasyonlara yol açabilir (46, 47).

2.4. Fleksör Tendon Tamir Zonları

Fleksör tendon yaralanmaları, farklı anatomik özelliklere dayanarak el ve el bileğinin volar yüzünde bölgelere ayrılmıştır. En uzak bölge olan zon 1, proksimal falanks üzerine FDS'nin yapışma yerinin distalidir. Zon 2, zon 1'in proksimal sınırından, fleksör tendon kılıfının başlangıcı olan distal palmar kıvrım seviyesine kadar olan alanı kapsar. Bu bölge, tendon onarımlarından sonra daha kötü sonuçlara yol açan fleksör tendonlarının karmaşıklığı ve fibroosessöz kılıf anatomisi nedeniyle, tarihsel olarak "no man's land" olarak bilinmektedir (48). Zon 3, fibro osseoz tendon kılıfının başlangıcı ile transvers karpal ligamanın distal kenarı arasındaki alanı temsil eder. Karpal tünelin distali ile distal palmar çizginin arasındaki yerdir. Bu aynı zamanda lumbrikal kasların orijin alanıdır. Zon 4 karpal tünel bölgesi ve zon 5 transvers karpal ligamanın proksimalidir. Başparmağın kendi bölge dağılımı vardır: Zon TI FPL'un distal yapışma yeri ve A2 puley arasındadır, Zon TII, MKF ve interfalengial eklemler arasındadır ve zone TIII, tenar eminens bölgesidir (49).

Zon 1 yaralanmaları ile yalnızca FDP kesilir ve FDP tendonunun proksimal ucunu bulmak nispeten kolaydır (50). Tendonun distal kısmının yeterli uzunlukta kalması durumunda primer uçtan uca dikiş tamiri yapılabilir. Distal kısım kısaysa veya yoksa proksimal tendon ucu doğrudan kemiğe ya kemik içindeki bir dikiş tutucusu veya kemik içinden çekilen distal falanksın dorsal yönü üzerindeki bir düğme ile tutturulabilir. FDP'nin avulsiyonu genellikle, FDP tendonunun distal falanks üzerine yapıştığı yerde fleksiyondayken zorlayarak ekstansiyona getirilmesi ile olur. Bu yaralanmanın genç, erkek sporcularda görülme sıklığı yüksektir ve yüzük parmağında % 75'ten daha fazladır. Hastanın parmağın volar yönü üzerinde hassasiyet ve şişlik var ve DİF eklemine fleksiyona getiremiyorsa bu yaralanmadan şüphelenilmelidir (51).

Profundus tendonu düzeyinde üç tip avulsiyon yaralanması meydana gelebilir. Tip I yaralanmalarda tendonun proksimal kısmı avuç içine çekilir. Kas kontraktürü oluşmadan önce uç alınmalı ve distal segmente yeniden takılmalıdır, aksi halde bu fleksör sisteminin kışalmasına ve primer onarımın imkansız hale gelmesine neden olur. Cerrahi onarım 7-10 gün içinde yapılmalıdır. Tip II yaralanmaları ile tendonun proksimal segmenti PİF eklemin seviyesine geri çekilir ve sağlam bir vinkulum (tendonun küçük kan damarı) tarafından yerinde tutulur. Bu kas tendon ünitesinin kışalma eğilimi daha az olduğu için, bu tendon hasarının cerrahi onarımı tip I yaralanma kadar acil değildir. Bununla birlikte, klinisyen vinkulum kırılırsa, tip II yaralanmanın tip I yaralanmaya dönüşeceğini ve 7-10 gün içinde tamir gerektirdiğini akılda tutmalıdır. Tip III yaralanmalar, FDP'nin bağlandığı büyük kemikli parçanın avulsiyonunu içerir. Kemik fragmanı tendonun proksimale doğru geri çekilmesini önleme eğilimindedir ve bu yaralanma için tedavide genellikle fleksör tendonu uygun uzunlukta yeniden konumlandırarak uzatma deformitesini düzelteren avulte kemiğin iç fiksasyonunu yapılıır.

Zon 2 bölgesinde hem FDP hem de FDS tendonları genellikle yaralanır ve uçlar hem distal hem de proksimal yönlerde geri çekilir. Fleksör fonksiyonunu elde etmek için yapılan cerrahi onarım, pulley sistemini korurken her iki tendonun her iki ucunun alınması, FDP ve FDS tendonlarının anatomik olarak yeniden düzenlenmesini gerektirir.

Zon 3 yaralanmaları, karpal tünelin hemen distalinde olan bölgede meydana gelir. Hem FDP hem de FDS tendonları bu bölgede bulunduğundan tendonlardan biri veya ikisi zarar görebilir. Tendon uçlarının primer onarımı bu bölgede iyi bir prognoza sahiptir.

Zon 4'te karpal tünel, FDP ve FDS tendonları, median sinirle birlikte bulunur. Bu seviyedeki laserasyon, bir veya daha fazla tendon ve median sinire zarar verebilir. Tendon ve sinir hasarının derecesini belirlemek için ayrıntılı bir nörovasküler inceleme yapılmalı ve kas kontraktürleri oluşmadan önce primer onarım yapılmalıdır.

Zon V'te tendonlar muskulotendinöz bileşkelerden kaynaklanır ve yapışma yerlerine birlikte hareket eder. Bu bölgede tendon onarımı olumlu bir prognoza sahiptir. Bununla birlikte bu yaralanmalar; çoklu tendon laserasyonları veya eşlik eden nörovasküler yaralanma ile komplike olabilir.

Başparmağın fleksör tendon onarımı, sadece bir fleksör tendonu ve üç pulley olmasına rağmen, parmaklardaki tendon yaralanması ile aynı prensipleri takip eder. FPL'nin lasere olan kısmı tenar eminens ve karpal tünele kadar retrakte olabilir.

2.5. Fleksör Tendon Yaralanmasının Semptomları ve Muayenesi

Fleksör tendonunun patolojisi en sık travmatik yaralanma, açık laserasyon veya kapalı rüptür ile ortaya çıkar. Açık laserasyon tam veya kısmi olabilir, tendon unluğu kaybını içerebilir. Temiz bir laserasyon, sivri cisim veya pürüzlü yüzeylerle kesilmiş olabilir. Yara, temiz veya kirli olabilir. İlişkili pulley yaralanmaları ve ligaman, sinir, kemik ya da damar yaralanmaları meydana gelmiş ve onarımın karmaşıklığını arttırmış olabilir. Fleksör tendonunun kapalı travmatik yaralanmaları, en sık FDP tendonunda meydana gelir. Her eklemdede, manuel kas testi ile aktif direnç ve uygulanan dirence karşı dayanıklılığı değerlendirmek gerekir. Komplet fleksör tendon yaralanması tipik olarak aktif hareket kaybına neden olur. Kısmi tendon yaralanmasında, aktif hareketle ağrı ortaya çıkabilir.

FDP tendonunun sağlam olup olmadığını teşhis etmek için muayene eden kişinin parmağı DİF ekleminin altında tutulur ve hastadan parmağın ucunu bükmesini ister. FDP, DİF eklemini geçen tek fleksör tendon olduğundan, DİF fleksiyonu, FDP tendonunun sağlam olduğunu gösterir. FDS tendonunun sağlam olup olmadığını saptamak için FDP'nin hareketini bloke etmek gereklidir, çünkü FDP, PİF ekleminde fleksiyona yardımcı olur. FDP'nin PİF eklemindeki hareketini engellemek, sağlam olup olmadığını belirlemek için FDS izole edilmelidir. Diğer tüm parmaklar el ile tamamen ekstansiyonda tutulmalı ve hastadan test edilen parmağın PİF eklemini bükmesi istenmelidir. Test edilen parmağın DİF eklemi, eğer diğer parmakların FDP'si ekstansiyonda tutarak başarıyla engellenmişse, gerilimsiz olmalıdır (52). Aktif parmak fleksiyonu ağrı nedeniyle değerlendirilemiyorsa, pasif el bileği ekstansiyonu ile

parmak fleksörleri üzerindeki tenodez etkisinin kaybı değerlendirilir. Fleksör tendonlar hasarlıysa parmak nispeten fleksiyon pozisyonu almak yerine, ekstansiyonda kalır. Nörovasküler muayenenin açık yaralanmalarda yapılması kritik öneme sahiptir, çünkü bunlar genellikle yakındaki dijital nörovasküler demetler için eşzamanlı olarak yaralanır (53). Tırnak yatağının ve volar dijital pulpanın kılcak dolumu, hafif dokunma ve iki nokta ayrılmaz parmağın radyal ve ulnar yönlerinde değerlendirilmelidir (47).

2.6. Tendon onarımı

Tendon tamirleri, onarım zamanına göre primer ve sekonder onarım olarak gruplandırılır.

1) Primer onarım: İlk 24 saat içinde yapılırsa erken primer, 24 saat ile 2 hafta arasında yapılırsa geç primer onarım olarak adlandırılır. Primer tendon tamirinin avantajları mevcuttur. Tendonlara dikiş atmak daha kolaydır, tendon uçları birbiriyle daha iyi karşı karşıya getirilebilir ve boşluk daha azdır. Ayrıca tendon vaskülaritesinde bozulma minimaldir.

2) Sekonder onarım: 2-4 hafta arası yapılan onarıma erken sekonder onarım, 4. haftadan sonra yapılan onarım geç sekonder onarım olarak adlandırılır.

Kontraendikasyon yoksa fleksör tendon yaralanmalarında acil cerrahi önerilmektedir. Ayrıca hem FDS ve FDP tendonlarının birlikte kesilmesi halinde iki tendonun da tamir edilmesi tercih edilen yöntemdir (18). Tendon dikişi tendon yüzeyinin karşılıklı temasını sağlar. Tendon yüzeylerinin istenilen gerginlikte kalmasına yardımcı olur. Cerrahide santral ve periferik dikişler kullanılır. Onarım için Kessler, Tajima, Tsuge, Becker, Double loop, 6 bant (strand) ve Indiana teknikleri yapılabilir.

Cerrahin tercihinine bağlı olarak lateral veya palmar zikzak (Bruner) insizyon yapılır. Tercih edilen yaklaşım olan Bruner insizyonu iyi pozisyonlama sağlar, ancak parmağın palmar yüzeyinde iz kalmasına neden olabilir. Orta taraflı insizyon teknik olarak daha zordur ve vincula sağlayan enine dijital dallarla etkileşime girebilir ancak

daha iyi rehabilitasyona yol açabilecek fleksör yüzeyinde yara izinin azalması avantajına sahiptir. Fleksör tendonunun veya kılıfın sıkışması veya ezilmesi kaçınılmaz olarak suboptimal sonuçlara yol açar. Birçok dikiş tekniği tanımlanmıştır. Geleneksel olarak, birçok cerrah modifiye edilmiş bir Kessler kavrama tipini tercih etmiştir.

2.7. Tendon İyileşmesi

Fleksör tendonların iyileşmesi konusu hala tartışmalıdır. Gözlemlenen deneysel fenomeni açıklamaya yardımcı olmak için iki teori önerilmiştir. Ekstrinsik iyileşme teorisi, tendon iyileşmesinin çevre dokudan gelen fibroblastik bir yanıtla tendonun dışından giren hücrelerden oluştuğunu göstermektedir (54). İkinci teori, intrinsik iyileşme, hücrelerin ve tendonun dışında kalan dokunun yokluğunda iyileşmenin mümkün olduğunu göstermektedir. Bu kavramı destekleyen yeni deneysel ve klinik kanıtlar, tamir edilmemiş tendonların yuvarlak uçlarının, adhezyon yokluğunda , hücre içermeyen ortamlarda in vitro iyileşmesini içerir. İntrinsik iyileşme dizisi enflamatuvar faz ile başlar. Yaralanma sonrası 0-3 gün arasında, epitendon hücre katmanlarının çoğalması ve kalınlaşması ile olan onarımdır. 5-7 gün sonra, kollajen oluşumu ve erken vasküler gelişim ortaya çıkar. Bir fibröz kallus 10 gün boyunca görünür hale gelir ve endotendon tenositlerinin büyümesiyle 2-3 haftada proliferasyon meydana gelir (55). Her tendon iyileşmesi tipinin fonksiyonu açıklığa kavuşturulmaya devam etse de, tendonlar muhtemelen ekstrinsik ve intrinsik hücresel aktivite kombinasyonu ile iyileşir. Teorik olarak, daha fazla intrinsik iyileşme meydana gelirse, daha az peritendinöz adhezyon oluşur. Bu konsept, tendon onarımından sonra kontrollü mobilizasyon programının temelini oluşturur (56, 57). Onarılmış tendon iyileşmesinin temel bir özelliği, tüm yaranın gerçekte tendondan daha fazlasını içermesidir. Deri, deri altı dokular ve altta yatan dokular gibi çevre dokular da yara iyileşme sürecine dahil olur. İmmobilize tendonda, onarımdan sonraki ilk birkaç gün boyunca, yara, birçok hücre tipinden oluşan bir sikatris ile doldurulur. İlk 3 haftada oluşan skar, tüm doku tabakalarını birbirine "yapıştırır" ve bağımsız fonksiyon kaybolur. Terapistin ve doktorun görevi, yumuşak dokular arasında kaymayı yeniden sağlamak ve böylece tendonun bağımsız işlevlerini geri kazandırmaktır

Eksudatif veya enflamatuvar faz, yaralanmadan hemen sonra başlar. İmmobilize tendon gerilme direnci, ilk 3-5 günde tendon uçlarının yumuşaması nedeniyle azalır. Bu yumuşama ameliyat sonrası ilk hafta boyunca kontrollü bir şekilde harekete geçirilmiş tendonlarda oluşmaz. Proliferatif faz sırasında fibroblastlar yara bölgesine göç eder ve yaralanmadan yaklaşık 5 gün sonra tropokollajen üretimine başlar. Tropokollajen, az gerilme mukavemeti olan üçlü bir moleküldür. Tropokollajen molekülünün zayıf hidrojen bağları, sarmalın üç ipi arasında daha güçlü çapraz bağlarla değiştirildikten sonra, kollajen lifleri oluşur ve gerilme mukavemeti gelişmeye başlar. Kollajen molekülleri, yaradaki tüm dokular arasında bir bağ oluşturan rastgele yönlendirilmiş bir ağ oluşturur. 5. günden 21. güne kadar, immobilize onarımın gerilme gücü, kollajen olgunlaştıkça ve intramoleküler çapraz bağlanma devam ettikçe artar. Erken kontrollü strese maruz kalan onarımlar daha hızlı güçlenir (58). Yara iyileşmesinin üçüncü aşamasında (remodelling), dokular farklılaştırılır. Remodelling fazı kollajen üretimi ve kollajen yıkımı arasındaki bir denge ile karakterizedir. Tendon uçları arasındaki rastlantısal olarak yönlendirilmiş kollajen, stresin etkisiyle yavaşça, tendonun uzun eksenine boyunca yönlendirilen yeni oluşturulmuş kollajen ile değiştirilir, böylece artan çekme mukavemeti sağlanır. Bununla birlikte, tendon ve çevre dokular arasındaki skarın rastlantısal olarak yönlendirilmiş lifleri, kayma fonksiyonunu yeniden kazanmak için gevşemelidir (59).

2.8. İyileşmeyi ve Rehabilitasyonu Etkileyen Faktörler

2.8.1. Hasta İlişkili Faktörler

Yaş: Yaşla ilgili belgelenen tek faktör, hasta yaşlandıkça azalmakta olan vinkula sayısıdır. Sonuç olarak, tendonun içindeki daha geniş alanlarda kanlanma eksikliği vardır ve bu da iyileşme potansiyelinde kronik bir azalma ile birlikte. Ek olarak, teoride hücre yaşlanması tenositlerin iyileşme kapasitesinin azalmasına neden olabilir (60).

Genel Sağlık Ve İyileşme Durumu: Genel olarak, sağlığı iyi olan hastalar daha iyi iyileşir. Bununla birlikte, bazı yaşam tarzları veya diyet alışkanlıkları,

iyileşmeyi olumsuz yönde etkiler. Örneğin, bir sigara tiryakisinde genellikle gecikmiş iyileşme görülür (61).

Skar Oluşumunun Hızı ve Kalitesi: Örneğin; klinisyenler sıklıkla neredeyse aynı yaralanması, ameliyatı ve tedavisi olan iki hastayı gözlemlerken , birinde hızlı ve ağır yara izi yaratabilir ve bunun sonucunda tendonu hareketlendirmede büyük zorluk çekebilir, ancak diğeri yavaş yavaş ve çok hafif bir şekilde yara izi yaratabilir. İkinci hasta, daha büyük tendon kopma riski taşır (62).

Hasta Motivasyonu: Hastanın motivasyonu ve postoperatif programı takip etme yeteneği primer fleksör tendon onarımının sonucunun kritik belirleyicileridir. Her hastanın hedefi farklıdır ve sıklıkla mesleği tarafından belirlenir. Terapist hastanın hedeflerini tanımlamalı ve bunları genel terapi hedeflerinin bir parçası yapmalıdır.

Hasta eğitimi, rüptür riskini azaltabilir, aşırı çalışan hastaların çok fazla egzersiz yapmasını engelleyebilir ve belki de daha az motive olmuş hastaların ev programına uymanın önemini anlamalarına yardımcı olabilir.

Sosyoekonomik Faktörler: Hastanın aile hayatı, ekonomik durumu ve diğer sosyoekonomik faktörler rehabilitasyona yardımcı olabilir veya engelleyebilir. Hastanın sağlık sigortası olmayabilir, geliri olmayabili. Ailesi rehabilitasyon çabalarını desteklemiyor olabilir veya ona yardım edemeyebilir. Yalnız yaşayabilir ve karmaşık bir ev programı uygularken günlük sorumlulukların hepsini yerine getiremeyebilir. Bu faktörler tedavi planlamasında dikkate alınmazsa, tedavi başarısız olabilir.

2.8.2. Yaralanma ve Cerrahi İlişkili Faktörler

Yaralanma Seviyesi ve Tipi: Yaralanmanın niteliği, nihai sonucun bir başka önemli belirleyicisidir. Düzensiz bir laserasyon veya ezilme yaralanması, sonraki inflamasyon sürecini uzatabilir ve iyileşmeyi geciktirebilir. Ezilme veya künt yaralanmaları genellikle çevresindeki dokularda daha fazla yaralanmalara ve daha fazla skar oluşumuna neden olur. Ezilme yaralanmaları sıklıkla vasküler yaralanmayı da içerir ve bu özellikle vinkulada yaralanmayla birlikte iyileşmeyi bozabilir. İzole

FDP hasarı, daha az adhezyon ile iyileşir. Her iki FDS parçası FDP ile birlikte yaralandı ve onarıldıysa adhezyon riski artar. FDS yaralanırsa, daha fazla vinküler hasar olasılığı vardır ve damarlanma bozukluğu adhezyon riskini artırır.

Prognoz, kısmi bir laserasyon için tam bir laserasyona göre daha iyi olabilir, çünkü vaskülarite genellikle daha iyi korunur.

Kılıf Bütünlüğü: Kılıf ve pulley hasarı zon 1 ve 2 yaralanmalarında görülür. Pulley sistemine zarar verilmesi, tendonun mekanik avantajını azaltır. Pulley yaralanması ayrıca pulleylerin sinovyal difüzyonda aldığı rol nedeniyle tendon beslenmesini de etkiler (63). Kılıfı andıran tek bir hücre katmanı, ameliyat sonrası ilk günlerde yenilenir. Ancak birçok cerrah açık alanda tetikleme olasılığını önlemek için kılıfı tamir etmeyi tercih eder.

Cerrahi Teknik: Titiz cerrahi teknik ek doku travması ve hematom miktarını en aza indirebilir ve böylece yapışma miktarını azaltır. Ameliyat sonrası aşırı hematom artmış inflamatuvar ve hücrese cevaplara neden olur. Bu nedenle hematom miktarındaki artış, tamir edilen tendonu çevreleyen adhezyonu artırabilir (64).

Dokuların Kullanımı: Potenza, epitendon üzerindeki forseps izlerinin bile yapışma oluşumunu tetikleyebileceğini göstermiştir (65). Ayrıca dikişler intratendinöz damarları strangüle edebilir ve adhezyon oluşumuna neden olabilir. Bu nedenle dikişler intratendinöz damarlara zarar gelmemesi için avasküler volar kısma yerleştirilir.

Dikiş Kuvveti: Dikiş, onarımın hafifçe gerilmesine izin verirken, boşluk oluşmasını önleyecek kadar güçlü olmalıdır. Erken aktif mobilizasyon tekniklerinin geliştirilmesi, daha fazla yeterli dikiş direncine bağlıdır.

Onarımın Zamanı: Tendon onarımı ne kadar gecikirse, rehabilitasyon da o kadar zor olur. Yaralanmadan 2 hafta sonra, kesilen tendon uçlarını çevreleyen dokulara tutunmuştur ve onarımdan önce serbestleştirilmelidir. Ek olarak, tüm muskulotendinöz ünite, tendonu proksimal olarak kısaltır ve çeker, bu da onarımın

üzerinde gerginlik yaratabilir, boşluk ve rüptür riskini artırabilir. Kısalma ayrıca fleksiyon kontraktürü riskini de arttırır.

2.8.3. Terapi ilişkili faktörler

Zamanlama: Hareketsizleştirilmiş bir tendon onarımı başlangıçta güç kaybederken, erken mobilizasyon onarımı güçlendirir. Bu nedenle erken mobilizasyon kullanılacaksa, en kısa sürede tedaviye başlanmalıdır. Mobilizasyon onarımdan 1 hafta sonra başlarsa, tendon rüptür veya deformasyon riski altında olacak kadar zayıflamış olacaktır.

Zamanlamanın bir başka yönü, tendon iyileşme durumuna göre ilerlemedir. Her zaman olduğu gibi tarif edilmese de, her protokol üç aşamaya ayrılabilir. Erken evre, onarımın en zayıf olduğu dönemdir. Ayrıca inflamatuvar ve proliferatif veya fibroplazi fazlarını ve bazen yara iyileşmesinin yeniden şekillenme aşamasının başlangıcını içeren koruyucu bir dönemdir. Bu dönem 3 ile 4 hafta kadar sürer. Bir sonraki aşama, tendonun ilk kez mobilizasyonu veya mobilizasyonu sırasındaki korumanın azaltılarak, tendon stresinin arttırılmasıdır. Geç dönem genellikle 6-8 haftada başlar ve tedavinin sonuna kadar devam eder. Tendonun gerilmesi artar, kas güçlendirme ve iş simülasyonu yavaş yavaş tedavi programına eklenir.

Teknik: Postoperatif rehabilitasyon tekniği hastanın gereksinimlerini karşılayacak şekilde özenle seçilmelidir. Her tendon hasarı aynı protokolle tedavi edilemez ve çoğu zaman en iyi yaklaşım çeşitli protokollerden gelen tekniklerin birarada kombinasyonudur.

Terapistin Uzmanlığı: Postoperatif rehabilitasyon yaklaşımını seçerken terapistin uzmanlığı dikkate alınmalıdır. Hiçbir terapist yeterli hazırlık, deneyim ve gerekli herhangi bir süpervizyon olmadan bir tedavi programı yürütmemelidir.

2.9. Tendon Rehabilitasyon Programı

Fleksör tendon onarımı sonrası 3 farklı rehabilitasyon yöntemi kullanılabilir.

2.9.1. İmmobilizasyon

Tedavi ve cerrahi bakımı ne kadar karmaşık olursa olsun, bazı durumlarda fleksör tendon onarımında immobilizasyona ihtiyaç duyulmaktadır. Erken mobilizasyon protokolleri, egzersiz programını ve önlemleri anlayan dikkatli ve motive olmuş hastalar için uygundur. Bu nedenle, immobilizasyon çocuk hastaların, bilişsel eksiklikleri olanların ve başka herhangi bir sebeple karmaşık bir rehabilitasyon programına katılmak istemeyenlerin tercih ettiği bir tedavi yöntemidir. Bu hastalar immobilizasyonla yeterli iyileşme ve adezyon oluşumu gerçekleşene kadar diğer protokollere göre çok daha fazla yarar görürler. Diğer yaralı yapıları korumak için bazı tendonlar da immobilize edilmelidir. Bazı durumlarda, hasta ameliyat sonrası ortez tedavisi için yönlendirilmez, ancak ameliyattan 3-4 hafta sonra tedaviye gönderilene kadar alçıda kalır. Ağır adhezyon oluşumundan dolayı bu onarımları harekete geçirmek çok zor olabilir.

2.9.1.1. İmmobilizasyon programı

Erken evre (0-3. Hafta)

Postoperatif ortez veya alçı, el bileğini 10-30 derece fleksiyonda, MKF eklemleri 40-60 derece fleksiyonda ve interfalangeal eklemleri tam ekstansiyonda tutar. Evde hastalar donukluğu önlemek için etkilenmemiş eklemlerine (dirsek, omuz) eklem hareket açıklığı (EHA) egzersizlerini yaparlar. Ortez, terapist tarafından EHA egzersizleri için çıkarılabileceği haftada bir veya iki kez yapılan terapi ziyaretleri dışında, günün 24 saati takılır. Korunmalı EHA için, terapist her eklem fleksiyon ekstansiyon yaptırırken bitişik eklemleri fleksiyonda tutar. Böylece, örneğin, PİF ekleminin ekstansiyonu için, el bileği ve MKF ve DİF eklemleri, fleksör tendonlarına biraz gevşeklik vermek üzere bükülür. Korunan pasif hareket kavramı, tüm fleksör tendon yönetimi protokollerinde uygulanır. Terapi seansı sırasında, terapist hastanın cildini temizlemek için ortezi çıkarabilir ve sütürler alındıktan ve insizyonun iyileşmesinden sonra yara izine masaj yapabilir. Skar iyileştikçe, masaj hem cilt hem de tendon adhezyonlarını azaltmaya yardımcı olabilir. Elastomer veya diğer baskı pansumanları alışılmadık hacimli izleri düzleştirmek için faydalıdır, ancak gündüz

hareketini kısıtlamamak için genellikle sadece gece kullanılmalıdır. Bazı hastalarda bu gibi baskılar ortez çıkarılmadan erken aşamada uygulanabilir.

Orta Evre (3.-4. Hafta)

Ortez: 3-4 haftalarda ortez, bileği nötrale (0 dereceye) getirmek için modifiye edilir. Hastaya egzersiz için ortezi saatlik olarak çıkarması öğretilir.

Egzersiz: El bileği 10 derece ekstansiyondayken hasta, pasif parmak fleksiyonu ve ekstansiyonunu ve ardından aktif tendon kayma egzersizlerini yapar. Bu egzersizler el bileği seviyesinde maksimum toplam ve diferansiyel fleksör tendon kaymasını ortaya çıkarır. Bu egzersizlerden 3 veya 4 gün sonra, tendon fonksiyonu değerlendirilir. Terapist, aktif ve pasif fleksiyonu ölçer, toplam aktif ve pasif fleksiyon için MKF ve interfalangeal eklemlerinde elde edilen fleksiyon derecelerini toplar. Toplam aktif ve toplam pasif fleksiyon arasında 50 dereceden fazla bir tutarsızlık varsa, zayıf kayma ve ağır adhezyon olduğu varsayılır ve hasta bir sonraki tedavi aşamasına geçer.

Geç Faz (4. Haftadan Sonra)

Dorsal bloklu ortez kesilir. Fleksör kas tendon ünitesinin kısılması bir sorunsa, önkol bazlı palmar gece ortezi verilebilir. Bilek ve parmaklar maksimum rahat pozisyonda tutulur.

Egzersiz: Hasta izole FDP ve FDS kayması için hafif bloklu egzersizlerine başlar. İzole edilmiş FDP kayması için, MKF ve PİF bağlantıları ekstansiyonda tutulur, böylece FDS'nin kaymasını önlenir böylece FDP DİF eklemini fleksiyonda tutmak için tek başına çalışır. Bazı hastalar bu egzersizi aşırı kuvvet uygulamadan, rüptür veya onarım deformasyonu riski olmadan gerçekleştiremezler. İzole FDS kayması için, bitişik parmaklar tam ekstansiyonda tutulur, böylece FDP tendonları (ortak bir kas gövdesine sahip) tam olarak tutulur. İşaret parmağı genellikle ayrı bir FDP kas gövdesine sahiptir ve bitişik orta parmak ekstansiyonda tutulduğunda bile FDP kaymasına izin verir, ancak çoğu zaman hastaya yalnızca FDS tendonu kullanması öğretilir.

Eğer aktif fleksiyon yeterince hızşekilde iyileşmezse, daha büyük bir kayma sağlamak için onarımın üzerindeki stresi arttıran rehabilitasyon programı geliştirilir. Kademeli olarak bu program ilerletilir. Hasta daha hızlı ilerleme göstermeye başlarsa, program tendon kaymasının iyileştirilmesinde aşırı stres oluşmasını önlemek için yavaş ilerletilir. Fleksiyona karşı daha fazla direnç, daha güçlü bir kas kasılmasına neden olur ve bu nedenle tendon adhezyonlarının azalmasına ve kaymanın iyileştirilmesine yardımcı olur, ancak aşırı direnç, bir yaralanmadan 3 ay sonra bile tendonu koparabilir.

2.9.2. Erken Pasif Mobilizasyon

Dikkatli uygulanırsa, erken pasif mobilizasyonun onarımdan birkaç gün sonra başlayarak) daha iyi sonuçlar verdiği, adhezyom oluşumunu inhibe ettiği, intrinsik iyileşmeyi ve sinovyal difüzyonu teşvik ettiği görülmüştür. İki temel pasif mobilizasyon programı vardır. Biri Kleinert ve arkadaşlarının, diğeri Duran ve Houser'ın çalışmalarına dayanır. El uzmanları bu iki yaklaşımda birçok varyasyon çalışmış ve gerçekte, az sayıda deneyimli terapist bir protokole veya diğere yakından bağlı kalmıştır. Her iki yaklaşımda da, bir önkol bazlı dorsal ortez, fleksör tendonları gevşek yerleştirmek için MKF eklemleri ve bileği fleksiyonda ve interfalengial eklemleri ortez içinde nötr olarak tutar. Ortez, parmakların pasif fleksiyonuna izin verir, ancak ortez sınırlarının ötesinde ekstansiyona izin vermez. Dinamik çekiş tendonu daha da gevşetmek ve istemeden aktif fleksiyonu önlemek için parmakları fleksiyonda tutar. Dinamik çekiş, lastik bantlar, elastik iplikler, yaylar veya diğere cihazlar ile sağlanabilir; traksiyon, tırnağa ameliyat sırasında çividen bir sütür yerleştirilerek veya tırnağa bir elbise kancası, velkro, yumuşak bir deri parçası veya moleskin ya da lastik bandın kendisine yapıştırılarak uygulanır.

2.9.2.1. Duran ve Hauser

Erken Evre: (0-4,5 Hafta Arası)

Ortez: El bileği 20 derece fleksiyonda ve MKF eklemleri rahat bir fleksiyon pozisyonunda tutar.

Egzersiz: Duran ve Houser, klinik ve deneysel gözlemler yaparak, 3 - 5 mm kaymanın sert tendon adhezyonlarını önlemek için yeterli olduğunu belirlemişlerdir. Egzersizler de (günde iki kez 6-8 tekrar) bunu sağlamak için tasarlanmıştır . MKF ve PİF eklemler fleksiyon durumdayken, DİF eklemi olarak ekstansiyona gelmektedir. Böylece FDP onarımı bir FDS onarımından mesafeli bir şekilde hareket ettirilir. Daha sonra DİF ve MKF eklemleri fleksiyon durumundayken, PİF ekstansiyona gelir. Her iki onarım da onarım bölgesinden ve başka türlü yapışma oluşturabilecekleri çevre dokulardan ayrı bir şekilde kayar.

Orta Evre: (4,5 -8. Hafta Arası)

Ortez: 4.5 hafta sonra, ortez lastik bant çekişinin tutturulduğu bir bileklik ile değiştirilir.

Egzersiz: Aktif ekstansiyon egzersizleri, bileklik tarafından getirilen sınırlamalar dahilinde başlar. Bilek bandının 5.5 haftada çıkarılması üzerine aktif fleksiyon (blokaj, FDS kayma ve yumruk) başlar.

Geç Evre: (7,5-8 Hafta Arası)

Dirençli fleksiyon egzersizlerine bu evrede başlanır.

2.9.2.2. Modifiye Duran

Duran protokolü standart terapide el terapistleri tarafından sıklıkla kullanılmaz. Çoğunlukla “Modifiye Duran” yaklaşımı tercih edilir. El bileği 20 derece, MKF eklemler 40-50 derece fleksiyonda ve parmaklar ekstansiyonda tutulacak şekilde dorsal ortez yapılır (Şekil 2.1). Bant çekişi uygulanmaz ve interfalangeal eklemler egzersizler arasında veya gece boyunca ekstansiyondadır. Hastalar bireysel olarak pasif fleksiyon-ekstansiyon ve aktif kompozit ekstansiyon egzersizlerini ve Duran ve Houser'ın savunduğu pasif fleksiyon ve ekstansiyon egzersizlerini gerçekleştirir. Sadece tedavi sırasında ortez, dikkatli korunmalı sinerjistik el bilek hareketi egzersizleri(pasif veya asistif eşzamanlı bilek fleksiyonu ve parmak ekstansiyonu, eş zamanlı bilek ekstansiyonu ve parmak fleksiyonu

egzersizleri) için çıkarılır. Sinerjistik egzersizlerinin performansı, yaralanma bölgesine ve bu manevranın hasta için göreceli güvenliğine bağlıdır.



Şekil 2.1. Modifiye duran ortezi.

2.9.2.3. Kleinert Protokolü

Duran ve Houser, parmağı fleksiyonda dinlendirmek için dinamik çekiş kullanır, ancak Kleinert ve arkadaşları, dirençli basamağın uzatılması sırasında fleksörlerde elektromiyografik sessizliğin bulgularına dayanarak, tam aktif ekstansiyonu sağlamak için lastik bandı kullanır. Orijinal protokol, artık orijinal formda fazla kullanılmamakta, kısmi değişiklikler içermektedir.

Ortez: Orijinal Kleinert protokolünde dorsal bloklayıcı edici ortezi, el bileğini 45 derece fleksiyonda ve MKF eklemleri 10 -20 derecede bloke eder. Modifiye edilen ortezi MKF eklem 40 derece, el bileği 20 derece fleksiyonda tutulur . Parmak bir bant yardımıyla fleksiyonda tutulur.

Egzersiz: Her saat, hasta aktif olarak parmaklarını ortezi sınırlarında 10 kez ekstansiyona getirir ve böylece lastik bantların parmakların fleksiyonuna izin verir. Dirençli egzersiz 6-8. haftay (geç evre) kadar beklese de, 3-6. haftalarda (tendon kaymasının kalitesine bağlı olarak) yumuşak aktif fleksiyon başlayabilir (orta evre).

Ortez 4. haftada çıkarılır ve aktif fleksiyon ve ekstansiyon başlar (orta evre). Tüm erken pasif mobilizasyon programları, en az 3 hafta boyunca bir dorsal bloke edici ortez kullanır ve hepsi bir miktar pasif fleksiyon ve aktif ekstansiyon içerir. Duran yöntemi hariç 1-2 saatte bir hepsi sık sık egzersiz yapar. Ciddi bilek fleksiyon açıları rahatsız edicidir ve el bileği ekstansiyonunun yeniden kazanılmasında zorluklara yol açabilir. Zon 4 veya 5 yaralanmalarında, aşırı fleksiyon ciddi fleksiyon kontraktürlerine yol açabilir.

2.9.2.4. Washington Protokolü

Birinci Evre (1-2. Hafta)

Cerrahiden sonra el 2-3 gün immobilize edilerek sirkülasyonun bütünlüğü sağlanarak enflamatuar sürecin rezolüsyonu hızlandırılır. Cerrahi onarımdan 2-3 gün sonra rehabilitasyon programına başlanır. Hareket başlamadan önce post operatif uygulanan pamuk sargı ve alçılar çıkarılır. Dinamik fleksiyon asistli dorsal koruyucu splint yaptırılır. Splintte el bileği ve MKF eklemler fleksiyonda tutulur. Genellikle zon I-IV arasında el bileği 45 derece, MKF 40 derece, zon V yaralanmalarında ise el bileği 20 derece, MKF 60 derece olacak şekilde splint yaptırılır. Genişliği 2.5 cm olan 2 adet bant hazırlanır ve biri ön kolun volar yüzüne, splintin proksimal kısmına diğeri de distal palmar çizginin hizasında termoplastik ateldeki avuç içine tutturulur. Distal palmar çizgideki banda makara sistemi monte edilir. Makara sistemi parmak ucunu distal palmar çizgiye doğru çekerek interfalegeal eklemlerin pasif fleksiyonunu artırır. Misinanın bir ucu parmaktaki kancaya tutturulur, diğeri ucu makaradan geçtikten sonra iki adet lastik banda düğümlenir. Lastik bantların diğeri ucu bilek hizasında kancaya tutturulur (66). Dinamik splint ilk 28 gün 24 saat takılı durur ve aktif ekstansiyon egzersizlerine başlanır.

İkinci Evre (3-4. Hafta)

Aktif ekstansiyon egzersizlerine devam edilir. Terapist yardımlı pasif EHA egzersizleri bırakılır.

Üçüncü Evre (5-6. Hafta)

5. haftanın ilk günü aktif fleksiyon egzersizleri ve hasta yardımcı pasif fleksiyon egzersizlerine başlanır. Lastik band traksiyonu kaldırılır. Hastanın aktif olarak parmağını fleksiyona getirmesi ve parmak ucunu distal palmar çizgiye dokundurmaya çalışması öğretilir. Sağlam elini kullanarak MKF, PİF ve DİF eklemlerini hep birden tam fleksiyona getirmesi öğretilir. Saat başı bu egzersizler 10 defa tekrar edilir. 6. haftada splint çıkarılır. 7. haftanın başında hastanın elini kişisel bakım aktivitelerinde kullanımına izin verilir.

2.9.3. Erken Aktif Mobilizasyon

Yeni mobilizasyon, yakın zamanda yaralanan ödemli tendonlara sütür bölgelerinde uygulanır. Tendonlar, çevreleyen kılıf veya aynı zamanda ödemli olan ve çoğu zaman pürüzsüz bir kayma yüzeyi sağlamayan diğer yapılar içinde harekete geçirilir. Erken pasif mobilizasyon programlarında, tendon proksimal olarak itilir. Tendonun kayma yerine katlanması veya toplanması muhtemeldir. Erken aktif mobilizasyon, tendonu proksimal olarak çekerek yaralanan fleksör kasın aktif kasılmasını içerir ve daha iyi kayma oluşturması beklenmektedir. Sadece pasif mobilizasyon yapıldığında orta falanks üzerindeki zon II FDP yaralanmaları için daha zayıf bir prognoz görülmektedir.

Kubota ve arkadaşlarının (67) yaptığı, erken mobilizasyon ve tendon onarımındaki gerginlik ile üretilen hücresel aktivitedeki değişikliğin araştırıldığı çalışmada, onarımda gerginlik olmadan erken mobilizasyonun, gerginlik olan kombinasyon kadar etkili olmadığı bulunmuştur.

Onarım teknikleri son yıllarda büyük ölçüde geliştiği için zaman uygunsa, erken aktif mobilizasyon, erken pasif mobilizasyona tercih edilir. Bir yaklaşımın nispi değerini diğerine göre karşılaştırmak ya da erken aktif mobilizasyon için uygun hastayı seçmek zor olabilir. Erken aktif mobilizasyon, ancak hem fiziyatrist ve terapist hem de cerrah tendon yönetiminde beceri ve deneyime sahipse, eğer birbirleriyle yakın iletişim kurarsa, kullanılan sütür yeterli güce sahipse ve hasta oldukça güvenilirse ve programı iyice anlarsa uygundur.

Erken aktif mobilizasyon programlarının çoğu, zon 2 yaralanmaları için geliştirilmiştir. Neredeyse tümü erken pasif mobilizasyon için kullanılanlar gibi bir dorsal bloke edici ortez kullanır. Egzersizler ve egzersiz sıklığı değişkendir, ancak tüm programlar ilk 3 ila 6 hafta boyunca aktif fleksiyonu sınırlandırarak tendonu korur.

2.9.3.1. Belfast ve Sheffield

Erken Evre (0-4 hafta):

Ortez: Ameliyat sonrası alçı el bileğini 20 derece fleksiyonda MKF eklemi 80-90 derece fleksiyonda tutar, tam interfalengeal eklem ekstansiyonuna izin vermek için parmak uçlarının 2 cm ötesine uzanır (Şekil 2.2). Terapinin başlamasında, pansuman postoperatif egzersize izin vermek için kesilir.

Egzersiz: Zon 1 ve 3 yaralanmaları tedavisi, onarımdan 24 saat sonra başlatılır, ancak ameliyat sonrası enflamasyonun azalmasına izin vermek için zon 2 onarımlarında ameliyattan 48 saat sonra egzersize izin verilir. Ortez içerisinde her 2 saatte bir yapılan egzersizler, tüm parmakları içerir ve her biri tam pasif fleksiyon, aktif fleksiyon ve aktif ekstansiyon olmak üzere iki tekrardan oluşur. İlk haftanın hedefi, tam pasif fleksiyon, tam aktif ekstansiyon ve PIF ekleminde 30 dereceye ve aktif DİF ekleminde 5-10 dereceye kadar aktif fleksiyondur. Aktif fleksiyonun ilerleyen haftalarda kademeli olarak artacağı, PIF ekleminde 80-90 dereceye ve DİF ekleminde dördüncü haftaya kadar 50-60 dereceye ulaşması beklenmektedir. Gerçek uygulamada bu hassas fleksiyon ölçümleri kullanılmaz; bunun yerine, hastaya karşı elin dört parmağını etkilenen elin avuç içine yerleştirmesi, küçük parmağın da avuç içine değmesi öğretilir. Hastadan, etkilenen parmakların uçlarına en yakın olan kontralateral işaret parmağına dokunması için etkilenen parmağı (parmakları) bükmesi istenir.



Şekil 2.2. Belfast ortezi.

Orta Evre (4 -6. Hafta)

Ortez: Eğer tendon kayması zayıfsa (daha önce verilen hedeflere ulaşılmamışsa) 4. haftada, çoğu hasta için 5. haftada veya olağandışı şekilde iyi tendon kayması olan hastalar için 6. haftada (ilk 2 hafta içinde tam yumruk gelişen) ortezi kesilir. Ortopedik konumlandırmanın kesilmesinden üç hafta sonra, herhangi bir fleksiyon kontraktürü mevcutsa, parmak bazlı dinamik uzatma orteziyle tedavi edilir.

Egzersiz: Bu süre için belirtilen tek egzersiz, fleksiyon kontraktürleri varlığında pasif interfalangeal eklem ekstansiyonu (MKF eklemının fleksiyonda tutulmasıyla) eklem kontraktürleri engellenmesidir. Hastalar aktif fleksiyon ve ekstansiyon egzersizlerine devam eder.

2.9.3.2. Strickland/ Cannon

Erken Evre (0 -4 Hafta Arası)

Ortez: İki farklı ortezi kullanılır. Bir dorsal bloke edici ortezi çoğu zaman giyilir, el bileği 20 derece fleksiyonda ve MKF eklemler 50 derecede fleksiyonda tutulur. Egzersiz ortezinin menteşeli bir bileği vardır, tam bilek fleksiyonuna izin verir, ancak bilek ekstansiyonu 30 derece ile sınırlıdır. Tam parmak fleksiyonu ve tam IF eklem ekstansiyonuna izin verilir, ancak MKF eklem ekstansiyonu 60 derece ile sınırlıdır.

Orta Evre (4-8. Hafta)

Ortez: Egzersiz ortezi kesilir. Hasta aktif fleksiyon egzersizleri dışında hala dorsal bloke edici ortezi takar.

Egzersiz her 2 saatte bir devam eder, ancak fleksiyon egzersizleri ön plandadır. Hastaya eşzamanlı bilek ve parmak ekstansiyonundan kaçınması talimatı verilir. FDS kayma da eklenebilir. 5-6. Haftalarda, tendon kaymasını iyileştirmek için gerekirse tendon kaydırma egzersizleri ilave edilebilir.

Geç Dönem (8. Haftadan İtibaren)

Ortez: Ortez kesilir.

Egzersiz: Progresif dirençli egzersiz başlatılır. Hasta yavaş yavaş günlük yaşam aktivitelerine başlar, 14. haftadan sonra kısıtlama olmaksızın devam eder.

2.9.3.3. Evans ve Thompson

Evans ve Thompson, antagonistik kas-tendon biriminin viskoelastik direncinin üstesinden gelmek için gereken asgari gerilim olan "minimal aktif kas tendon gerilimi" (MAKTG) kavramını kullanarak "yerleştir ve tut mobilizasyonu" nun biyomekanik yönlerini inceledi. Her fleksör tendonunun karşılaştığı direnci, bunun üstesinden gelmek için gerekli kuvveti hesapladılar.

Her fleksör tendonunun karşılaştığı direnci, o direncin üstesinden gelmek için gerekli kuvveti ve normalde parmağın fleksiyonda çeşitli pozisyonlarda uyguladığı kuvveti hesapladılar. İki temel bulgu, fleksiyon kuvvetlerinin fleksiyon aralığının sonunda (tam yumruk) ve fleksiyonunun el bileği fleksiyonu ile birleştirildiğinde çarpıcı bir şekilde arttığıydı. MAKTG egzersizleri sadece bir terapist gözetiminde gerçekleştirilirken, hasta evde pasif bir mobilizasyon programını izler. MAKTG egzersizi için ortezi yapılır. Bilek pasif olarak 20 derecelik ekstansiyonda yerleştirilir ve parmak pasif olarak MKF ekleminde 80 dereceye, PİF ekleminde 75 dereceye ve DİF

ekleminde 40 dereceye kadar bükülür. Daha sonra hastadan pozisyonu mümkün olduğunca yumuşak bir kas kasılması ile sürdürmesi istenir.

2.9.3.4. Sandow ve McMahon

Pasif ekstansör direncini azaltmak için el bileği 20 derece ekstansiyon pozisyonunda, MKF eklemleri tam interfalangeal eklem ekstansiyonuna izin veren 90 derece fleksiyon pozisyonunda yerleştirilir. Ameliyathanede asistif aktif fleksiyon başlatılır. Egzersizler saat başı yapılır. Gerektiğinde programa uyum sağlamak için hasta haftalık olarak terapi görür. Ortez 6 haftada bırakılır ve geçici koruma için destek kayışları uygulanır. Program, diğer tendon yönetim programlarıyla aynı şekilde ilerler.

2.10. Tendon Onarımı Komplikasyonları

1) Adhezyonlar: Ameliyat sonrası en sık görülen komplikasyon adhezyon oluşumudur. Özellikle bölgedeki karmaşık anatomi nedeniyle en sık zon 2 de görülür. FDS ve FDP tendonları dar bir fibroosöz tünelle kaplandığı için, fleksör tendonunun hafif bir hacim artışı veya minimal yapışma oluşumu bile sürtünmede önemli bir artışa neden olabilir. Bu nedenle, fibroosöz tünel içindeki minimal anatomik değişiklikler, tendon kaymasının belirgin şekilde sınırlanmasına ve fonksiyonların tehlikeye düşmesine neden olabilir. Ameliyat sonrası adhezyon ilk yaralanmanın tipi, cerrahi sırasında tendon ve kılıf onarımı , tendon iskemisi, immobilizasyon ve tendon onarım bölgesinde boşluk oluşumu gibi faktörlere bağlıdır.

Adhezyon oluşumunu azaltmak ve dolayısıyla fonksiyonel sonucu iyileştirmek için çeşitli stratejiler önerilmiştir. Tedavinin en önemli 2 yönü; atravmatik doku kullanımı ve operasyon sonrası hareket protokolleri gibi görünmektedir. Adhezyon oluşumunun onarım sırasında tendon ve kılıfın doku ezilme ve manipülasyon derecesi ile orantılı olduğu tespit edildiğinden, atravmatik doku kullanımı çok önemlidir.

Erken mobilizasyonlu rehabilitasyon programı fleksör tendon yaralanması olan hastaların postoperatif bakımında klinik olarak gerekçelendirilen tek önlem gibi görünse de, en iyi mobilizasyon yöntemi araştırılmaya devam etmektedir. Yeterli

cerrahi tedavi ve uygun postoperatif rehabilitasyondan sonra, bazı hastalar daha ileri cerrahi müdahale gerektirebilecek EHA kısıtlılığı ile karşılaşmaktadır. Fleksör tenoliz, pasif EHA'nın anlamlı derecede fazla olması durumunda tercih edilebilir.

Tenoliz en zorlu fleksör tendon operasyonu olduğundan, hasta ameliyathaneye alınmadan önce katı kriterlerin karşılanması gerekir. Hasta uyumu, minimal eklem kontraktürleri ve normale yakın pasif EHA mevcut olmalıdır. Ayrıca, ilişkili kırıklar iyi iyileşmeli ve yumuşak dokular yumuşak ve esnek olmalıdır. Bazı hastalar birkaç aylık tedavinin ardından EHA'yı geri kazanamamaktadır ve bir tenoliz prosedürü gerekli olabilmektedir. Bu prosedür için endikasyon, en az 3 aylık süpervize fizyoterapi sonrasında aktif dijital hareket gösterilmemesidir (68). Tenolizden sonra kuvvetli ve yakından izlenen bir postoperatif rehabilitasyon protokolü gerektiğinden, seçilen hastalar esnek parmak ve deri altı dokularına sahip olmalı ve iyi motive edilmelidir.

2) İnterfalangeal Eklem Kontraktürü: İnterfalangeal eklem kontraktürü fleksör tendon onarımı sonrası %17 sıklıkta bildirilen en sık görülen geç komplikasyondur (69). Eklem kontraktürü volar plakanın skarı, pulley hasarı sonucu tendon bowstringi, kırıklar, nörovasküler hasar, splintleme zorlukları, kollateral ligaman ve/veya cilt kontraktürü veya fleksör tendon adhezyonları ve zayıf beslenme nedeniyle karşımıza çıkabilir (70). Dinamik fleksiyon ile elastik traksiyonla splintlenen hastalar arasında yaygındır. Önleme, el bileğini 0–30 derece arasında değişen fleksiyonda, MKF eklem 50 derece fleksiyonda ve interfalangeal eklemlerin tam ekstansiyonda tutan postoperatif ortezlerle başlar (71). MKF eklem fleksiyonunun arttırılması, intrinsik mekanizmayı gevşetir, PİF eklem kontraktürünü gidermeye yardımcı olur. Ameliyatta önce volar deri, fasya, tendon kılıfı ve fleksör tendon adhezyonları da dahil olmak üzere, interfalangeal eklem kontraktürüne neden olan ekstrinsik faktörler tespit edilir. Daha sonra, volar plaka ve uygun kollateral ligamentler dahil, intrinsik nedenler tanımlanabilir ve tedavi edilebilir.

3) Ruptür: Bir tendon onarımının ruptürünün hastaların % 4-30'unda gerçekleştiği bildirilmiştir. Ruptürün en yaygın sebebi, tamir edilen tendonun toleransını aşan, planlanmamış fazla yüklenmedir. Primer tendon onarımlarının

rüptürüne neden olan diğer predispozan faktörler arasında zayıf cerrahi teknik, hasta uyumsuzluğu, aşırı tedavi ve postoperatif splintlemenin erken sonlandırılması sayılabilir. Tendon onarımları ameliyat sonrası 6. ve 18. günler arasında en zayıftır, rüptürlerin çoğu 10. günde görülür (72). Bununla birlikte, rüptürler postoperatif 6 ile 7. hafta gibi geç dönemde görülebilir. Acil onarım geleneksel olarak en uygun prosedür olarak önerilmektedir; bununla birlikte, rüptür yönetimi için 1 veya 2 aşamalı tendon grefti, DİF eklemlerinin artrodezi veya tendon transferleri dahil olmak üzere çeşitli cerrahi seçenekler mevcuttur. Tedavi, hastanın uyumluluğu, genel sağlık durumu veya enfeksiyon varlığı ve ilk onarımdan sonra geçen zaman gibi faktörlerden etkilenebilir. Ameliyat sonrası erken dönemde meydana gelen rüptür (ilk onarımdan sonraki 4 hafta içinde) primer onarılabilir. Bununla birlikte, rüptürün orjinal onarımdan 4-6 hafta sonra meydana gelmesi durumunda, tendon grefti veya aşamalı tendon rekonstrüksiyonu daha uygun bir tedavi seçeneği olabilir. Kılıfın sertleşmesi ile skarın yapışması primer onarımı imkansız hale getirebilir.

4) Pulley Yetmezliği/ Bowstringing: Pulley yetmezliği tipik olarak hastanın gecikmiş başvurusundan kaynaklanır, çünkü başlangıçta tam parmak fleksiyonu ve ekstansiyonu mümkündür. Bowstringing MKF, PİF ve DİF eklemlerinin ilerici fleksiyon kontraktürlerine yol açan önemli pulley yetmezliği sonrasında meydana gelir (73). Bowstringing e bağlı fleksiyon kuvvet artışı eklemden fleksiyon kontraktürüne neden olabilir. Tanı klinik olarak, ultrasonografi ve manyetik rezonans görüntüleme ile konulabilir (74). A2 ve A4 pulleyleri aktif fleksiyon için çok önemlidir ve tamir edilmeli veya rekonstrükte edilmelidir (75, 76).

5) Tetiklenme: Tetik parmak fleksör tendon yaralanmalarından sonra da gelişebilir. Tetik parmağın gelişmesinin en yaygın 2 nedeni, geniş tendon onarımı veya fark edilmeyen parsiyel tendon laserasyonudur. Büyük hacimli bir tendon onarımından sonra onarım bölgesi bir pulleyi yakalayabilir ve tetiklenmeye belli katkıda bulunabilir. Önleyici tedbirler tendon kaymasını engelleyebilecek alanları belirlemek için intraoperatif değerlendirmeyi içerir. Kısmi tendon kılıfının çıkarılması veya pulleyin serbest bırakılması gerekebilir. Tendon iyileşmesi tamamlandıktan sonra postoperatif tetiklenme olursa, masaj, ultrason ve steroid enjeksiyonları dahil olmak

üzere farklı tedavi yöntemleri uygulanabilir. Bazı durumlarda, tenoplasti operasyonu düşünülebilir.

İlk travma ile tetikleme gelişimi arasındaki süre 3 hafta ile 5 ay arasında değişmektedir. Tetiklenmeye ek olarak, semptomlar palpe edilebilir bir şişlik veya nodüler kitle ile birlikte önceki yaralanma bölgesinde lokalize hassasiyeti içerebilir. Tanı tipik olarak öykü ve klinik muayeneye göre konur. Ancak ultrasonografi tanıya yardımcı olabilir. Parsiyel tendon laserasyonuna sekonder tetikleme için cerrahi eksplorasyon yapılabilir. Bununla birlikte, kısmi tendon yırtılmalarının yönetimi tartışmalıdır. Parsiyel tendon laserasyonlarının cerrahi onarımını savunanlar, kısmen kesilmiş tendonların dikilmesi ve immobilizasyonundan sonra daha iyi sonuçlar verdiğini bildirmiştir.

6) Enfeksiyon: Fleksör tendon onarımı sonrası enfeksiyonlar nadirdir, ancak bazı durumlarda ortaya çıkabilir. Enfeksiyonun en sık nedeni, ilk travma sırasındaki yaranın kirliliğidir. Tarım veya denizcilik faaliyetleriyle ilgili yaralanmalarla enfeksiyon olasılığı artar (77). Enfeksiyon riski yaralanma türüne göre değişir. Eşlik eden kırık, ısırık yaraları ve ezilme yaralanmaları ve replantasyondan sonra risk daha yüksektir. Diyabet de riski arttırabilir. Tendonun herhangi bir cerrahi onarımı yapılmadan önce ciddi kontaminasyon veya frank enfeksiyon varlığı ele alınmalıdır. Yüzeysel enfeksiyonlar antibiyotik, debridman ve irigasyon ile tedavi edilebilir. Bol miktarda irigasyon ve debridman enfeksiyonu önlemede en önemli adımdır. Daha derin enfeksiyonlarda, drenaj ve antibiyotikler endikedir (78).

7) Kuadrığa Etkisi: Aynı zamanda "profundus blokajı" olarak da bilinen kuadrığa fenomeni, ilk olarak Bunnell tarafından tanımlanmış ve Verdan tarafından "kuadrığa" olarak adlandırılmıştır. Bu, adhezyonların, eklem kontraktürlerinin veya kısa tendon greftinin yerleştirilmesinin sonucu olabilir. Bu fenomenin anatomik temeli, FDP'nin orta, yüzük ve küçük parmaklarda görülen tendonun ortak bir kas karnını paylaşmasıdır. Bu nedenle, bu parmaklardan birinin limitli fleksiyonu, FDP kasının paylaşılan ulnar karnının tam olarak yaralanmamış kısımlarında fleksiyonunu kısıtlar. Özellikle küçük nesnelere için, yaralanmamış kısımlarda fleksiyon kaybı ve tutuş zayıflığı belirgin semptomlardır. Bu fenomen, primer onarım sırasında uygun

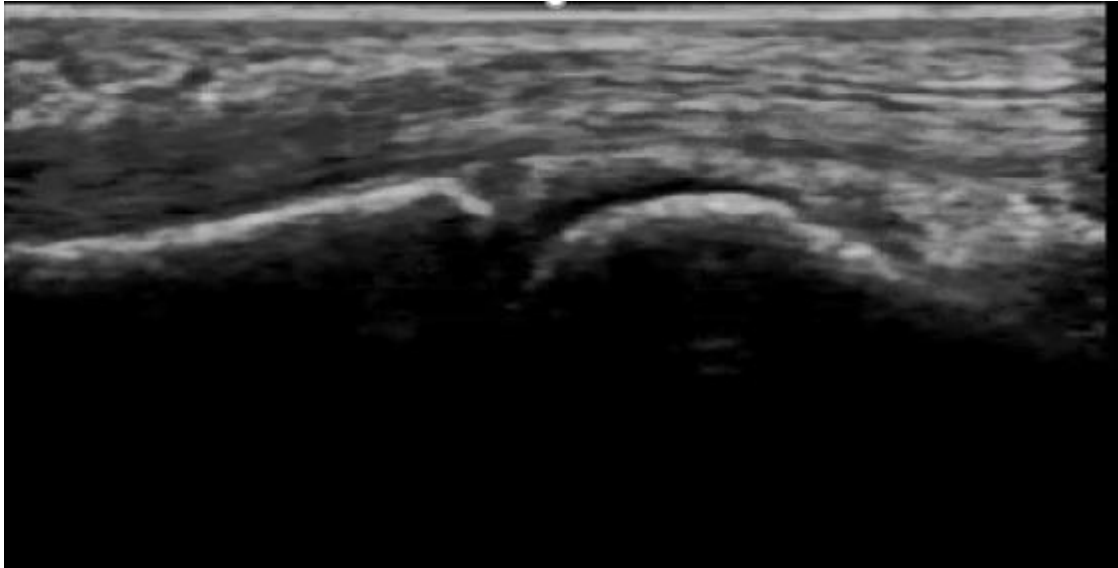
tendon gerilmesi, tendon rekonstrüksiyonu sırasında yeterli uzunlukta tendon greftlerinin yerleştirilmesi, adhezyon ve eklem kontraktür oluşumunun engellenmesi ile önlenebilir (79).

8) Lumbrikal Plus Deformitesi: Lumbrikal kaslar, avuç içindeki FDP tendonlarından kaynaklanır ve lateral bantlar vasıtasıyla dorsal ekstansör aparatına distal olarak yerleşir. Normal olarak, PİF ve DİF eklem fleksiyonu, lumbrikal kasların eş zamanlı relaksasyonu ile birlikte ortaya çıkar. Bu nedenle, lumbrikal kasların temel işlevi parmakların hassas hareketinin koordinasyonu ve kontrolüdür. Lumbrikal plus deformite, hasta tam fleksiyonu sırasında interfalangeal eklemlerin “paradoksal ekstansiyonu”dur. Bu fenomene neden olabilecek klinik senaryolar, lumbrikal kökenli distal FDP tendonunun transeksiyonu, FDP girişinin avülsiyonu, uzun fleksör tendon grefti ve orta falanks içinden amputasyondur.

2.11. Ultrason

Yüksek çözünürlüklü transdüserlerin geliştirilmesi, kas iskelet sisteminin normal yapılarını değerlendirmenin yanı sıra ince patolojik değişiklikleri saptamak ve karakterize etmek için ultrasonun (USG) kabiliyetini arttırmıştır. USG, bilek ve el değerlendirmesi için etkili, hızlı ve ucuz bir görüntüleme tekniğidir. Sofistike yakın alan odaklamalı yüksek frekanslı (10-15 MHz) probalar, yüzeysel anatomik yapıların doğru değerlendirilmesini sağlar. El ve el bileği tendonları, eklemler, sinirler ve damarlar artık stand-off pedine ihtiyaç duyulmadan hassas şekilde görüntülenebilir. Küçük boyutlu transdüserler parmakların muayenesi için özellikle değerlidir. USG ile birlikte standart radyografiler el hastalıklarının değerlendirilmesinde daha iyi sonuç vermektedir. Radyografiler kemik ve eklem lezyonlarının çoğunu teşhis ederken, USG çevre yumuşak dokuları etkileyen farklı bozuklukların spektrumunu değerlendirebilir. Bunlar arasında yabancı cisimler, tendon rüptürleri, bağ ve pulley yaralanmaları gibi travmatik lezyonlar, damarların ve sinirlerin travmatik bozuklukları yer alır. Akut ve kronik tenosinovit ve el ve eldeki bazı dejeneratif durumlar da teşhis edilebilir. Tuzak nöropatilerinde, USG sinir şekli değişikliklerini ve karpal ve Guyon tünellerinde sinir sıkışmasına neden olabilecek ekstrinsik yer işgal edici lezyonları tanımlayabilir. Fleksör tendonları longitudinal ve transvers USG taraması ile doğru bir şekilde

değerlendirilebilir. Tendonlar kemik yüzeyden uzanan ve eklemlerin üstünden geçen hiperekoik, fibril yapılar olarak görülür (Şekil 2.3). FDS ve FDP tendonları anatomik konumlarıyla ayırt edilebilir. Dinamik muayene, iki tendonun ayırt edilmesinde ve bütünlüğünün değerlendirilmesinde faydalı olabilir. İzole FDP hareketleri, distal falanksın pasif ekstansiyonu ve fleksiyonu sırasında değerlendirilebilir. Distal ve orta falanların birlikte ekstansiyonu, iki fleksör tendonunun kayma hareketlerinin değerlendirilmesine izin verir. Normal durumlarda, fibröz dijital kılıfın içindeki fleksör tendonlarını çevreleyen sinovyal zarfın ve iç sinovyal sıvının ince tabakasının USG’de gösterilmesi zordur.



Şekil 2.3. Fleksör tendonların USG’de longitudinal görüntüsü.

Normal anuler şeklindeki pulleyler yüksek çözünürlüklü USG ile gösterilebilir. Fleksör tendonları örten ince, anizotropik bantlar olarak görünürler ve en iyi transvers şekilde görülürler. Genel olarak, pulleylerin volar kısmı, USG ışınının dikey insidansı nedeniyle hiperekoik, fibril bir görünüme sahiptir, lateral görüntüleri ise genellikle anizotropinin bir sonucu olarak hipoekoiktir ve fleksör tendonlarının her iki tarafında birbirinden farklı olarak görülebilir. Parmakların pasif ve aktif hareketleri sırasında aksiyal düzlemlerdeki dinamik tarama, sabit pulley sistemini, altında kayan yapılarıyla tendonlardan ayırt etmeye yardımcı olabilir (80, 81).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Hasta Seçimi

Hacettepe Üniversitesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalına 01 Eylül 2018–01 Mayıs 2019 tarihleri arasında el rehabilitasyonu amacıyla başvurmuş, hastalar retrospektif olarak taranmıştır. 19'u (21 parmak) Belfast protokolü çerçevesinde, geri kalan 15 hasta (20 parmak) tedavi edilmiş toplam 34 hasta çalışmaya dahil edildi. Modifiye Duran protokolü çevresinde değerlendirilmiştir. Çalışma öncesi Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 16.07.2019 tarihli olarak onay alınmıştır (Ek-1).

Çalışmaya Alma Kriterleri

- Zon 5 harici fleksör tendon onarımı yapılmış hastalar

Dışlama Kriterleri

- Sinir yaralanması (digital sinir yaralanması hariç)
- Başparmak tendon kesisi
- Beraberinde kemik fraktürü
- Doku kaybı

3.2. Kişisel Bilgi Formu

Kişisel Bilgi Formunda, hastaların sosyo-demografik özellikleri, yaralanmanın tipi, ameliyat tarihi, ameliyat notu, aktif kullandığı el, aldığı rehabilitasyon protokolünü içeren değerlendirme formu doldurulmuştur. Bu bilgiler hastalar ilk başvurduğu zamanda anamnez formunda bulunmaktadır. Bölümümüze başvuran fleksör tendon yaralanması olan her hastanın, rutin olarak ameliyat sonrası 3-5. haftalar arası ve ameliyat sonrası 12. haftada tendonları USG ile kontrol amaçlı birer defa değerlendirilmekte ve veriler kaydedilmektedir. Bu verilerden tendon kayma miktarı ve CSA ölçümleri araştırmada kullanılmıştır. Tendon kayma miktarı; 0-2 mm arası kötü, 2-4 mm arası orta, 4 mm ve üzeri kayma miktarı iyi olarak gruplandırılmaktadır.

Ameliyat sonrası tendon CSA miktarındaki artış miktarının tespiti için yaralanmamış parmağın aynı noktasındaki tendon CSA miktarı da ölçülüp kaydedilmektedir. Ayrıca hastaların parmak aktif ve pasif EHA'ları ameliyat sonrası 12. haftada ölçülmekte, parmak ucunun fleksiyonla distal palmar çizgiye olan mesafesi kaydedilmektedir.

3.3. Buck Gramcko El Değerlendirme Testi

Buck Gramcko (1976) bileşik fleksiyonu, pulpa-avuç içi mesafesini ve ekstansiyon yetmezliğini değerlendiren bir yöntem ortaya koymuştur (Ölçümlerin eklemleri ekstansiyonda desteklemeksizin el bileğinin hafif fleksiyobda yapılması gerektiğin belirtmiştir). Ölçümler total aktif hareket, ekstansiyon defisiti ve parmak ile distal parmak çizgi arasındaki mesafeden oluşur.

El rehabilitasyon ünitemizden hastalar taburcu olurken yapılan ölçümlerden faydalanılarak çalışmaya alınan hastalarda taburculuk sırasındaki parmak fonksiyonları değerlendirilmiştir ve Buck Gramcko sınıflamasına göre sonuçlar mükemmel, iyi, orta ve kötü olarak sınıflandırılmıştır (Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Buck Gramcko sınıflaması

		SKOR
Parmak pulpası ve distal palmar çizgisi/kompozit fleksiyon arasındaki mesafe	0-2.5cm/ $\geq 200^\circ$	6
	2.5-4cm/ $\geq 180^\circ$	4
	4.0-6.0cm/ $\geq 150^\circ$	2
	>6.0 cm/ $<150^\circ$	0
	0-30°	3
Ekstansiyon defisiti	31-50°	2
	51-70°	1
	$>70^\circ$	0
	$>160^\circ$	6
Total aktif hareket	$\geq 140^\circ$	4
	$\geq 120^\circ$	2
	$<120^\circ$	0
	Mükemmel	14-15
Değerlendirme sonucu	İyi	11-13
	Orta	7-10
	Kötü	0-6

3.4. İstatistiksel Analiz

Sayısal değerlerin normal dağılıma uygunluğu “Kolmogrov Simirnov” ve “Shapiro-Wilk” testleri ile incelendi. Normal dağılıma uygun olan değerlerin ortalama farklarının incelenmesi için “Independent Samples t” ve “One Way Anova” testleri kullanılmıştır. Normal dağılım göstermeyen değerlerin medyan farklarının incelenmesinde ise “Mann-Whitney U” ve “Kruskal Wallis H” testleri kullanıldı. Normal dağılım gösteren bağımlı değişkenlerin karşılaştırmalarında “Paired Samples Statistics”, normal dağılım göstermeyen bağımlı değişkenlerin karşılaştırmalarında ise “Wilcoxon” testi kullanılmıştır. Grup karşılaştırmaları “Chi-Square” yöntemiyle gerçekleştirilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Hastaların Demografik Özellikleri

Hastaların yaş, cinsiyet, sigara kullanımı, ek hastalık varlığı, aktif eli, aldığı protokol, eşlik eden digital sinir onarımı, kesik olan tendon, kesi tarafı ve zonu, kesi olan parmak ve kesi nedeni tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Tendon kesilerinin özellikleri

Cinsiyet	Kadın	3 (%8.8)
	Erkek	31 (%91.2)
Kesik tendon*	FDP	26 (%63.4)
	FDS	2 (%4.9)
	FDP+FDS	13 (%31.7)
Digital sinir onarımı*	Var	25 (%61)
	Yok	16 (%39)
Protokol*	Belfast	21 (%51.2)
	Modifiye Duran	20 (%48.8)

* İlgili analizler 41 parmak üzerinden yapılmıştır.

Hastaların 3’ü (%8.8) kadın, 31’i (%91.2) erkektir. Yaş ortalaması 30.53±13.53 yıl bulunmuştur. Sigara kullanan 15 hasta(%44.1), kullanmayan 19 (%55.9) hasta mevcuttur. 32 hastada(%94.1) ek hastalık mevcut değilken, 1 hastada da (%2.9) akciğer nodülü, 1 hastada (%2.9) ise hipertansiyon bulunmaktadır. 32 (%94.1) hastanın aktif eli sağ iken, 2 (%5.9) hastanın aktif eli sol olarak saptanmıştır.

21 (%51.2) parmak Belfast protokolü, 20 (% 48.4) parmak Modifiye Duran protokolüne göre rehabilite edilmiştir. 25 (%61) parmakta digital sinir onarımı yokken, 16 (%39) parmakta digital sinir onarımı yapılmıştır. 13 (%31.7) parmakta FDP+FDS, 26 (%63.4) parmakta FDP, 2 (%4.9) parmakta FDS kesisi vardı. Kesi tarafı 11 (%26.8) hastada sol, 30 (%73.2) hastada sağdı. 6 (%14.6) parmakta kesi zonu 1, 31 (%75.6) parmakta kesi zonu 2, 4 (%9.8) parmakta kesi zonu 3'tür. Kesi nedeni 2(%4.9) parmakta ağaç dalı, 25 (%61) parmakta bıçak, 6 (%14.6) parmakta cam, 7 (%17.1) parmakta metaldir.

Tablo 4.2. Kesi zonu ile onarılan tendonların aldığı protokoller.

Kesik Tendon	Kesi Zonu-1		Kesi Zonu-2		Kesi Zonu-3		Toplam
	Belfast	Modifiye Duran	Belfast	Modifiye Duran	Belfast	Modifiye Duran	
FDP	3	3	10	10	0	0	26
FDS	0	0	1	0	1	0	2
FDP+FDS	0	0	3	7	3	0	13
Toplam	3	3	14	17	4	0	41

Kesi zonu 1 olan hastalardan 3'er parmak Belfast ve Modifiye protokolüne alınmıştır. Zon 2' de 10 parmak FDP, 1 parmak FDS, 3 parmak FDS+FDP kesisi Belfast protokolüyle tedavi edilmişken; 10 parmak FDP, 7 parmak FDS+FDP kesisi Modifiye Duran protokolü ile tedavi edilmiştir. Kesi zonu 3 olan 1 parmak FDS, 3 parmak FDP+FDS kesisi ise Belfast protokolünde tedavi edilmiştir (Tablo 4.2).

Tablo 4.3. 3-5. hafta tendon kayması ile Buck-Gramcko skoru arasındaki ilişki.

Buck Gramcko	Birinci Tendon Kayması, Parmak Sayısı (%)				p
	Kötü	Orta	İyi	Toplam	
Kötü	3 (20)	1 (6.7)	0 (0.0)	4 (9.8)	0,077
Orta	4 (26.7)	1 (6.7)	1 (9.1)	6 (14.6)	
İyi	5 (33.3)	9 (60)	3 (27.3)	17 (41.5)	
Mükemmel	3 (20)	4 (26.7)	7 (63.6)	14 (34.1)	
Toplam	15 (100)	15 (100)	11 (100)	41 (100)	

*p<0,05

Tendon ilk kayması kötü olan parmaklardan operasyondan sonra 12. haftadaki Buck Gramcko skor sistemine göre 3 (%20) tanesi kötü, 4 (%26.7) tanesi orta, 5 (%33.3) tanesi iyi, 3 (%20) tanesi mükemmel olarak sonuçlanmıştır. Kayma miktarı orta olan parmaklardan 1 (%6.7) tanesi kötü, 1 (%6.7) tanesi orta, 9 (%60) tanesi iyi, 4 (%26.7) tanesi mükemmel olarak bulunmuştur. Tendon kayması iyi olanlardan 1 (%9.1) tanesi orta, 3 (%27.3) tanesi iyi, 7 (%63.6) tanesi mükemmel olarak sınıflanmıştır. Bu sonuçlarla tendon ilk kayması ile 12. hafta Buck Gramcko skoru arasında anlamlı farklılık saptanmamıştır ($p > 0,05$).

Tablo 4.4. Protokollere göre Buck Gramcko skorlarının değerlendirilmesi.

Buck Gramcko	Protokol, Parmak Sayısı (%)			p
	Belfast	Modifiye Duran	Toplam	
Kötü	1 (4.8)	3 (15)	4 (9.8)	0.260
Orta	2 (9.5)	4 (20)	6 (14.6)	
İyi	8 (38.1)	9 (45)	17 (41.5)	
Mükemmel	10 (47.6)	4 (20)	14 (34.1)	
Toplam	21 (100)	20 (100)	41 (100)	

* p<0,05

Belfast protokolüyle tedavi edilen parmaklardan 12. hafta Buck Gramcko skoruna göre 1 (%4.8) tanesi kötü, 2 (%9.5) tanesi orta, 8 (%38.1) tanesi iyi, 10 (%47.6) tanesi mükemmeldir. Modifiye Duran protokolüyle tedavi edilen parmaklardan 3 (%15) tanesi kötü, 4 (%14.6), 9 (%45) tanesi iyi, 4 (%20) tanesi mükemmel olarak bulunmuştur. Belfast ve Modifiye Duran protokolleri Buck Gramcko skoruna göre karşılaştırıldığında iki protokol arasında anlamlı fark saptanmamıştır ($p > 0,05$) (Tablo 4.4).

Tablo 4.5. 12. Hafta tendon kayması ile tendon CSA oranlarının ilişkisi.

İkinci Tendon Kayması	Tendon İkinci Ölçüm / Sağlam Tendon Csa (%)		p
	Ortalama±Standart Sapma		
Kötü	1.61±0.45		0,3
Orta	1.25±0.22		
İyi	1.25±0.30		
Toplam	1.27±0.30		

* p<0,05

Hastaların 12. Hafta tendon kaymasının kesik tendonun 12. hafta CSA'sının kesi olmayan taraf tendon CSA'sına oranlayarak yapılan karşılaştırma tablo 4.5'de verilmiştir. Hastaların CSA'sı ile tendon kayması arasında anlamlı ilişki saptanmamıştır (p > 0,05).

Tablo 4.6. Onarım yapılan tendonlara göre Buck Gramcko skorlarının değerlendirilmesi.

Buck Gramcko	Kesik Tendon, Hasta sayısı (%)				P
	FDP	FDS	FDP+FDS	Toplam	
Kötü	3(11.5)	0(0)	1(7)	4(9.8)	0.122
Orta	3(11.5)	0(0)	3(23.1)	6(14.6)	
İyi	9(34.6)	0(0)	8(61.5)	17(41.5)	
Mükemmel	1142.3	2(100)	1(7.7)	14(34.1)	
Toplam	26(100)	2(100)	13(100)	41(100)	

* p<0,05

Onarım yapılan tendonlara göre 12. hafta Buck Gramcko skorlarının arasında anlamlı fark saptanmamıştır (p>0.05).

Tablo 4.7. Digital sinir onarımı ile Buck Gramcko skorlarının değerlendirilmesi.

Buck Gramcko	Digital Sinir Onarımı, Hasta sayısı (%)			P
	Yok	Var	Toplam	
Kötü	2(8)	2(12.5)	4(9.8)	0.944
Orta	4(16)	2(12.5)	6(14.6)	
İyi	10(40)	7(43.8)	17(41.5)	
Mükemmel	9(36)	5(31.2)	14(34.1)	
Toplam	25(100)	16(100)	41(100)	

* p<0,05

Digital sinir onarımı yapılan ve yapılmayan hastalar arasında Buck Gramcko skorları arasında anlamlı fark saptanmamıştır ($p>0.05$) (Tablo 4.7).

5. TARTIŞMA

El yaralanmaları, acil servis başvurularının önemli bir bölümünü oluşturur ve bu yaralanmalarda fleksör tendonlar da yaygın olarak etkilenir. Anatomi, biyomekanik, nutrisyon ve fleksör tendonlarının iyileşmesi ile teknik ve postoperatif bakımdaki birçok ilerlemeye rağmen, fleksör tendon onarımlarının sonuçları göreceli olarak yüksek başarısızlık oranları gösterir. Tendonun kaymasını önleyen adhezyon oluşumu fleksör tendon onarımı sonrası en sık görülen başarısızlık nedenidir. Akut fleksör tendon yaralanmalarının cerrahi tedavisi iyi anlaşıldığından, asıl sorun, işlevini iyi bir şekilde geri getirme kabiliyetine sahip tendonun serbestçe kaymasını önleyen peritendinöz skar oluşumunun nasıl azaltılacağı veya ortadan kaldırılacağıdır. Bu nedenle, tendon kaymasını sınırlayan peritendinöz skarları azaltmak veya ortadan kaldırmaya yönelik pek çok çalışma yapılmıştır. Erken mobilizasyon tendon iyileşmesi ve fonksiyonu açısından çok önemlidir. Bu amaçla pek çok erken mobilizasyon programı geliştirilmiştir. Araştırmalar erken mobilizasyonun tendon iyileşmesini tehlikeye atmadan skar dokusu oluşumunun engellenebileceğini göstermiş ve birçok farklı erken mobilizasyon programı geliştirilmiştir (82). Ancak bu protokollerin birbirine üstünlüğü hakkında hala bir görüş birliği yoktur.

Fleksör tendon yaralanmalarında görüntüleme USG kullanımıyla, onarılmış tendonlar ve komplikasyonlar gösterilebilmektedir. USG el tendonlarının görüntülenmesinde de kullanılabilir. Bu sayede tendon onarım bölgesi, rüptürler ve tendon kayganlığı izlenebilir. Tanısal USG noninvaziv ve ucuzdur ve tendonların gerçek zamanlı görüntülenmesini sağlar (83, 84).

Manninen ve arkadaşlarının (85) yaptığı, kuzey Fin popülasyonunda el fleksör tendon yaralanmalarının epidemiyolojisinin incelendiği 106 hastadan oluşan bir çalışmada hastaların yaş ortalaması 39 ± 16 yıl olduğu bildirilmektedir. Hastalardan 59 (% 56) tanesi sağ, 47 (% 44) tanesi sol el yaralanması ve en çok yaralanan parmak beşinci parmak olduğunu saptamışlardır.

Chang ve arkadaşlarının (86) yaptığı, fleksör tendon yaralanma ve onarımının tek merkezli retrospektif deneyimlerini aktardığı toplam 214 hasta, 446 fleksör tendon

onarımından oluşan bir çalışmada hastaların çoğunluğunun 20-29 yaş aralığında olduğunu bulmuşlardır. Yaralanma mekanizması genellikle işe bağlı ve çoğunlukla cam kesisinden kaynaklandığı bildirilmektedir. Çoğu yaralanma hem FDP ve FDS tendonlarını olduğunu saptamışlardır. Eşlik eden dijital sinir ve damar yaralanmaları yaygın olduğu ve hastaların çoğunda dominant olmayan elin tek bir parmağında zon 2 kesisi mevcut olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da çoğu hastada zon 2 kesisi mevcuttu ve yaş ortalamamız bu çalışmalardakine benzerdi.

Fleksör tendon yaralanmalarında, çoğu vakada ameliyat sonrası korumalı bir hareket protokolü kullanılır. Fleksör tendonlarının erken hareketi gerilme kuvvetinin düzelmesini kolaylaştırır, adhezyonu azaltır, tendon kaymasını artırır ve intrinsik iyileşmeyi destekler (87).

Gelberman ve arkadaşlarının (88) köpekler üzerinde yaptığı bir çalışmada fleksör tendonlar üzerinde erken aktif mobilizasyonun intrensek iyileşmeyi uyardığı ve remodelling fazında tendon kaymasını arttığı ve adhezyonların azaldığı gösterilmiştir.

Frueh ve arkadaşlarının (89) yaptığı erken aktif ve pasif mobilizasyon protokollerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada; 2006 - 2011 yılları arasında zon 1 ve zon 2 primer fleksör tendon onarımı yapılan tüm hastaların toplanan verilerinin geriye dönük analizi yapılmışlar ve 159 hasta çalışma kriterlerine uygun bulmuşlardır. Çalışmada hedef erken pasif mobilizasyon ve erken aktif mobilizasyon protokolleri arasında, total aktif hareket (TAM) değerlerinin operasyondan 4. ve 12. hafta sonra karşılaştırmışlar ve sonuçta, kontrollü aktif protokolün ameliyattan 4 hafta sonra TAM üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermiştir. 12. haftada ise iki protokol arasında TAM açısından fark saptanmamıştır ve iki protokol arasında bir üstünlük olmadığı vurgulanmıştır.

Çetin ve arkadaşlarının (90) 74 parmaktan oluşan Kleinert ve modifiye Duran protokollerinin kombinasyonun Buck-Gramcko skorlarına göre değerlendirildiği çalışmasında; parmakların % 73'ü mükemmel, % 24'ü iyi, % 1.5'i orta olarak değerlendirmişlerdir. Hiçbir parmak kötü olarak saptanmamıştır. Bizim çalışmamızda

ise Modifiye Duran protokolüyle tedavi edilen parmaklardan 3 (%15) tanesi kötü, 4 (%14.6), 9 (%45) tanesi iyi, 4 (%20) tanesi mükemmel olarak bulundu. Çalışmamızda Buck-Gramcko skorlamasına göre % 15 kötü parmak bulunması hastaların uyumuna ve cerrahi tekniğe bağlı olabileceği düşünüldü.

Bainbridge ve arkadaşlarının (91) kontrollü aktif mobilizasyon ile pasif fleksiyon aktif ekstansiyon protokollerinin Buck Gramcko yöntemine göre karşılaştırdığı çalışmada; Zon 1'deki "pasif fleksiyon aktif ekstansiyon" rejimiyle mobilize olan hastalar % 90 oranında mükemmel veya iyi sonuç aldığını bildirmektedirler. "Kontrollü aktif hareket" rejimiyle mobilize edilenler ise % 89 oranında mükemmel veya iyi sonucuna ulaşmışlardır. İki grup arasında anlamlı fark tespit edilmemişti. Zon 2'de tendon onarımı olan iki gruta elde edilen sonuçlarda belirgin bir fark bulamadıklarını belirtmektedir. "Pasif fleksiyon aktif ekstansiyon" grubu sadece % 50 iyi veya mükemmel sonuçlar elde ederken, "kontrollü aktif hareket" grubu % 94 mükemmel veya iyi almıştır. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı sonuç aldıklarını belirtmişlerdir ($p<0.001$). Korstanje ve arkadaşları (92) 2010 yılında yayınlanan çalışmalarını; yaş aralığı 17-52 arasında olan zon V fleksör tendon kesisi olan 5 kadın, 5 erkek toplam 10 kişi üzerinde yürütmüşlerdir. FDP için el bileği, MKF, PİF VE DİF eklem seviyesinde ölçümler yapıp tedavi protokolü olarak bir kısmı "pasif fleksiyon" bir kısmı da "aktif fleksiyon" yapmışlardır. Çalışmada tedavi sürecinde aktif hareket yapanların, pasif hareket yapanlara kıyasla tendon gelişiminin %74 ve %79 daha fazla artış gösterdiğini saptamışlar ve çalışma sonuçları USG'nin, herhangi tendon patolojisine sahip hastalar ile tendon onarımı geçirmiş olan hastalarda tendonların durumunu değerlendirmek için bir referans görevi görebildiğini göstermiştir. Literatürde erken aktif mobilizasyonun daha iyi fonksiyonel sonuçlar kazandırdığı görülmektedir. Bizim çalışmamızda da zonlara göre gruplar ayrı ayrı incelenmemekle birlikte protokoller arası Buck Gramcko skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı. Ancak klinik gözlemimiz tendon kayma miktarında hastaların erken aktif mobilizasyon protokolünde daha iyi sonuçlar elde ettiği yönündeydi.

Panchal ve arkadaşları (93) iki kadavra ve iki hastada intraoperatif tendon kaymalarını karşılaştırmışlardır. İki kadavrada ve iki hastada intraoperatif ve

postoperatif 10. gün, 3. hafta ve 6. haftada değerlendirme yapmışlar ve pasif fleksiyonda kadavralarda zon V'de ortalama tendon kayması, FDS, FDP ve FPL tendonları için 1 mm olarak bulduklarını bildirmişlerdir. Simüle edilmiş aktif fleksiyonda, ortalama tendon kaymasıyla sırasıyla 14 mm, 10 mm ve 11 mm olduğunu belirtmişlerdir. Ameliyat sonrası pasif fleksiyonla intraoperatif klinik vakalarda ortalama tendon kaymaları FDS, FDP ve FPL için 2 mm; simüle edilmiş aktif fleksiyonun ardından FDS, FDP ve FPL için sırasıyla 10 mm, 11 mm ve 11 mm olarak saptamışlardır. Onarımı takip eden onuncu günde, aktif fleksiyonda FDS, FDP ve FPL'nin ortalama tendon kaymaları, pasif fleksiyonda 3 mm, 10 mm ve 12 mm'ye göre 1 mm, 4 mm ve 4 mm olduğu bildirilmektedir. 3. haftada da sonuçlar benzer bulduklarını belirtmişlerdir. Ameliyat sonrası altıncı haftada aktif fleksiyonda FDS, FDP ve FPL tendonlarının kaymaları ortalama pasif fleksiyonda 9 mm, 7 mm ve 4 mm iken, aktif fleksiyonda 12 mm, 33 mm ve 20 mm olarak saptamışlardır. Bu sonuçlar, pasif bir fleksiyon mobilizasyon rejimine kıyasla aktif bir fleksiyon mobilizasyon rejiminin ardından, zon V'de onarılan fleksör tendonların kaymasının daha fazla olduğunu göstermiştir.

Hipotezimiz Belfast rejiminde Modifiye Duran protokolüne göre tendon kaymasının ve fonksiyonel sonuçların daha iyi olacağı yönündeydi. Çalışmamızda iki rehabilitasyon programı karşılaştırıldığında ilk tendon kayması ve Buck Gramcko skorları ile 12. hafta parmak EHA'larına göre hesaplanan Buck Gramcko skorları arasında anlamlı fark saptanmadı ($p>0.05$). Erken dönem yapılan tendon çapı ve kaymasını ölçen ultrasonografik değerlendirmenin fonksiyonel sonuçları belirlemede rolü yoktur. İki protokol arasında anlamlı fark çıkmamasının örneklem sayısının azlığına bağlı olduğu düşünülmektedir. Ayrıca hasta uyumu da rehabilitasyon sürecini etkilediğinden sonuçları etkilemektedir ancak bu durumu objektif olarak değerlendiren bir yöntem bulunmamaktadır.

6. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Çalışmamızda, el parmak fleksör tendonlarının tamiri sonrası tedavi öncesi ve sonrası yapılan USG ölçümlerini retrospektif olarak değerlendirilmiştir. Yaptığımız literatür taramada bugüne kadar tendon tamiri sonrası uygulanan rehabilitasyon programlarının etkinliğini USG ile değerlendiren başka çalışma ile karşılaşmamıştır.

Çalışmamızda operasyon sonrası tendonların USG ile değerlendirilmesi ile iki protokol arasında anlamlı fark çıkmaması; örneklem sayısının azlığına bağlı olabilir. Örneklem sayısı arttıkça erken aktif mobilizasyon sürecinin pasif mobilizasyona göre tendon kayması ve fonksiyonel sonuçlarda daha üstün olacağı düşünülmektedir. Rehabilitasyon sürecinde tendonların morfolojisinin ve kaymasının fonksiyonel sonuçlara etkisini öngörmek için USG ile değerlendirme yapılan ileri çalışmalar gerekmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. JW. S. Development of flexor tendon surgery: twenty-five years of progress. *J Hand Surg Am.* 2000;25(2):214–35.
2. Hundozi H, Murtezani A, Hysenaj V, Hysenaj V MA. Rehabilitation after surgery repair of flexor tendon injuries of the hand with Kleinert early passive mobilization protocol. *Med Arch.* 2013;63(2):115–9.
3. Libberecht K, Lafaire C VHR. Evaluation and functional assessment of flexor tendon repair in the hand. *Acta Chir Belg.* 2006;106(5):560–565.
4. Bianchi S, Martinoli C, Sureda D, Rizzatto G. Ultrasound of the hand. *Eur J Ultrasound.* 2001;14(1):29–34.
5. Cohen M. US imaging in operated tendons. *J Ultrasound* 2012;15(1):69–75.
6. Jeyapalan K, Bisson MA, Dias JJ, Griffin Y, Bhatt R. The Role of Ultrasound in the Management of Flexor Tendon Injuries. *J Hand Surg Am.* 2008;6(16):430–4.
7. Kijima Y, Viegas SF. Wrist Anatomy and Biomechanics. *J Hand Surg Am.* 2009;34(8):1555–63
8. Panchal-Kildare S, Malone K. Skeletal anatomy of the hand. *Hand Clin.* 2013;29(4):459–71.
9. Sangole AP, Levin MF. Arches of the hand in reach to grasp. *J Biomech.* 2008;41(4):829–37.
10. James M. Hunter, Lawrence H. Schneider, Evelyn J. Mackin ADC. *Rehabilitation of the Hand.* 2nd Edition. 1985;72(6):1985.
11. Maw J, Wong KY, Gillespie P. Hand anatomy. *Br J Hosp Med.* 2016;77(3):34–40.
12. Gluck JS, Balutis EC, Glickel SZ. Thumb ligament injuries. *J Hand Surg Am.* 2015;40(4):835–42.
13. Hunter-Smith DJ, Slattery PG, Rizzitelli A, Hunter-Smith SR, Fairbank S, Rozen WM, vd. The dorsal triangular fibrocartilage of the metacarpophalangeal joint: A cadaveric study. *J Hand Surg Am* 2015;40(7):1410–5.
14. Colio SW, Smith J, Pourcho AM. Ultrasound-Guided Interventional Procedures of the Wrist and Hand: Anatomy, Indications, and Techniques. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2016;27(3):589–605.
15. Loukas M, Tubbs S, Louis RG Jr AN. Princeps pollicis artery arising from the superficial palmar arch. *Singapore Med J.* 2009;50(11):391–2.
16. Gray Dj Ge. The Innervation Of The Joints Of The Wrist And Hand. *Anat Rec.* 1965;151:161–74.
17. Benedito E, José J, Neto S, Augusto L, Ribas A, Vinícius E. Accessory muscle of the flexor digitorum superficialis and its clinical implications. *Rev Bras Ortop.* 2017;52(6):731–4.

18. Bayram H, Herdem M. Tendon Yaralanmaları. *Totbid.* 2003;2(3–4):94–101.
19. Leversedge FJ. Anatomy and Pathomechanics of the Thumb. *Hand Clin.* 2008;24(3):219–29.
20. Fabrizio PA, Clemente FR. A variation in the organization of abductor pollicis longus. *Clin Anat.* 1996;9(6):371–5.
21. Paul Smutz W, Kongsayreepong A, Hughes RE, Niebur G, Cooney WP, An KN. Mechanical advantage of the thumb muscles. *J Biomech.* 1998;31(6):565–70.
22. Platzer W. *Color Atlas of Human Anatomy.* 2014.
23. Von Schroeder HP, Botte MJ. Functional anatomy of the extensor tendons of the digits. *Hand Clin.* 1997;13(1):51–62.
24. Colzani G, Tos P, Battiston B, Merolla G, Porcellini G, Artiaco S. Traumatic Extensor Tendon Injuries to the Hand: Clinical Anatomy, Biomechanics, and Surgical Procedure Review. *J Hand Microsurg.* 2016;08(1):002–12.
25. El-Badawi MGY, Butt MM, Al-Zuhair AGH, Fadel RA. Extensor tendons of the fingers: Arrangement and variations. *Clin Anat.* 1995;8(6):391–8.
26. von Schroeder HP, Botte MJ. Anatomy of the extensor tendons of the fingers: Variations and multiplicity. *J Hand Surg Am.* 1995;20(1):27–34.
27. Wehbé MA. Anatomy of the extensor mechanism of the hand and wrist. *Hand Clin.* 11(3):361–6.
28. Gupta S, Michelsen-Jost H. Anatomy and function of the thenar muscles. *Hand Clin.* 2012;28(1):1–7.
29. Ajmani ML. Variations in the motor nerve supply of the thenar and hypothenar muscles of the hand. *J Anat.* 1996;189 (Pt 1)(Pt 1):145–150.
30. Mumford J, Morecraft R, Blair WF, City I. Anatomy of the thenar branch of the. *J Hand Surg Am.* 1987;12(3):361–5.
31. Van Sint Jan S RM. Anatomical variations of the intrinsic muscles of the thumb. *Anat Rec.* 1994;238(1):131–46.
32. Van Sint Jan S RM. The thenar muscles. New findings. *Surg Radiol Anat.* 1992;14(4):325–9.
33. Pasquella JA, Levine P. Anatomy and function of the hypothenar muscles. *Hand Clin.* 2012;28(1):19–25.
34. E D, Wayne VA, Mitchell A. *Gray's Anatomy for Students* 4th ed. Edition. 2019. 800–850 s.
35. Ames EL, Bissonnette M, Acland R, Lister G FJ. Arterial anatomy of the thumb. *J Hand Surg Br.* 1993;18(4):427–36.
36. Seiler JG, Daruwalla JH, Payne SH FG. Normal Palmar Anatomy and Variations That Impact Median Nerve Decompression. *J Am Acad Orthop Surg.* 2017;25(9):194–203.
37. Doyle JR. Palmar and Digital Flexor Tendon Pulleys. 2001;(383):84–96.
38. Zafonte B, Rendulic D, Szabo RM. Flexor Pulley System : Anatomy , Injury ,

- and Management. *J Hand Surg Am.* 2014;39(12):2525–32.
39. Doyle JR. Anatomy of the finger flexor tendon sheath and pulley system. *J Hand Surgery.* 1988;13(4):473–84.
 40. Klifto, C. S., Capo, J. T., Sapienza, A., Yang, S. S PN. Flexor Tendon Injuries. *J Am Acad Orthop Surg.* 2018;26(2):26–35.
 41. Zhang ZZ, Zhong SZ, Sun B HG. Blood supply of the flexor digital tendon in the hand and its clinical significance. *Surg Radiol Anat.* 1990;12(2):113–7.
 42. Manske PR LP. Flexor tendon nutrition. *Hand Clin.* 1985;1(1):13–24.
 43. Ochiai N, Matsui T, Miyaji N, Merklin RJ HJ. Vascular anatomy of flexor tendons. I. Vincular system and blood supply of the profundus tendon in the digital sheath. *J Hand Surg Am.* 1979;4(4):321–30.
 44. Peterson WW, Manske PR LP. The effect of flexor sheath integrity on nutrient uptake by primate flexor tendons. Peterson WW, Manske PR, Lesker PA. *J Hand Surg Am.* 1986;11(3):413–6.
 45. Lundborg G, Rank F. Experimental intrinsic healing of flexor tendons based upon synovial fluid nutrition. *J Hand Surg Am.* 1978;3(1):21–31
 46. Schöffl V, Heid A, Küpper T. Tendon injuries of the hand. *World J Orthop.* 2012;3(6):62–9.
 47. Wagner WF, Strickland JW. Flexor Tendon Injuries . Fourth Edi. *Plastic Surgery Secrets.* Elsevier Inc.; 2010. 813–819 s.
 48. McGrouther DA AM. Flexor Tendon Excursions in “No-man’s Land”. *hand.* 1981;13(2):129–41.
 49. Green JB, Deveikas C, Ranger HE, Draghetti JG, Groat LC, Schumer ED, vd. *Hand, Wrist, and Digit Injuries. İçinde: Pathology and Intervention in Musculoskeletal Rehabilitation . Second Edi.* Elsevier Inc.; 2016. s. 344–435.
 50. Murphy BA, Mass DP. Zone I flexor tendon injuries. *Hand Clin.* 2005;21(2):167–71.
 51. Manske PR, Lesker PA. Avulsion of the ring finger flexor digitorum profundus tendon: an experimental study. *hand.* 1978;10(1):52–5.
 52. Klein LJ. Flexor Tendon Injury . Second Edi. *Fundamentals of Hand Therapy: Clinical Reasoning and Treatment Guidelines for Common Diagnoses of the Upper Extremity: Second Edition.* Elsevier Inc.; 2013. 412–425 s.
 53. Seiler J. Flexor tendon injury. İçinde: *Green’s Operative Hand Surgery, 7th ed* Philadelphia. 2017. s. 183–230.
 54. Platt MA. Tendon Repair and Healing. *Clin Podiatr Med Surg.* 2005;22(4):553–60.
 55. Manske PR, Gelberman RH LP. Flexor tendon healing. *Hand Clin.* 1985;1(1):25–34.
 56. Nuzumlalı E TS. Fleksör tendon iyileşmesi. *Acta Traum Orthop Turc.* 1990;24(1):114–7.
 57. Sharma P, Maffulli N. Biology of tendon injury : healing , modeling and

- remodeling. *J Musculoskelet Neuronal Interac.* 2006;6(2):181–90.
58. Hitchcock TF, Light TR, Bunch WH, Knight GW, Sartori MJ, Patwardhan AG HR. The effect of immediate constrained digital motion on the strength of flexor tendon repairs in chickens. *J Hand Surg Am.* 1987;12(4):590–5.
 59. James R, Kesturu G, Balian G CA. Tendon: biology, biomechanics, repair, growth factors, and evolving treatment options. *J Hand Surg Am.* 2008;33(1):102–12.
 60. Ackerman JE, Bah I, Jonason JH, Buckley MR, Loiselle AE. Aging does not alter tendon mechanical properties during homeostasis, but does impair flexor tendon healing. *J Orthop Res.* 2017;35(12):2716–2724
 61. Lee JJ, Patel R, Biermann JS, Dougherty PJ. Current concepts review: The musculoskeletal effects of cigarette smoking. *J Bone Jt Surg - Ser A.* 2013;95(9):850–9.
 62. St. Jeor JD, Pfeifer DE, Vyas KS. Tendon Regeneration. *Biointegration of Medical Implant Materials.* Elsevier Ltd; 2020. 187–219 s.
 63. DG. P. The influence of tendon sheath integrity and vincular blood supply on adhesion formation following tendon repair in hens. *Br J Plast Surg.* 1979;32(4):302–6.
 64. Zechner W, Buck-Gramcko D, Lohmann H, Goth D SW. Improvement of suture technic in flexor tendon injuries. Clinical and experimental study. *Handchir Mikrochir Plast Chir.* 1985;17(1):8–13.
 65. Ad. P. Prevention Of Adhesions To Healing Digital Flexor Tendons. *Jama.* 1964;18(187):187–91.
 66. Dovel S HP. The Washington Regimen: rehabilitation of the hand following flexor tendon injuries. *Phys Ther.* 1989;69(12):1034–40.
 67. Kubota H, Manske PR, Aoki M, Pruitt DL LB. Effect of motion and tension on injured flexor tendons in chickens. *J Hand Surg Am.* 1996;21(3):456–63.
 68. Taras JS, Gray RM CR. Complications of flexor tendon injuries. *Hand Clin.* 1994;10(1):93–109.
 69. Kulick MI, Brazlow R, Smith S HV. Injectable ibuprofen: preliminary evaluation of its ability to decrease peritendinous adhesions. *Ann Plast Surg.* 1984;13(6):459–67.
 70. Lilly SI MT. Complications after treatment of flexor tendon injuries. *J Am Acad Orthop Surg.* 2006;14(7):387–96.
 71. Starr HM, Snoddy M, Hammond KE SJ 3rd. Flexor Tendon Repair Rehabilitation Protocols : A Systematic Review. *J Hand Surg Am.* 2013;38(9):1712–7.
 72. Allen BN, Frykman GK, Unsell RS WV. Ruptured flexor tendon tenorrhaphies in zone 2: repair and rehabilitation. *J Hand Surg Am.* 1987;12(1):18–21.
 73. Naidu SH RK. Multiple-loop, uniform-tension flexor pulley reconstruction. *J Hand Surg Am.* 2007;32(2):265–8.

74. Bodner G, Rudisch A, Gabl M, Judmaier W, Springer P KA. Diagnosis of digital flexion tendon annular pulley disruption: comparison of high frequency ultrasound and MRI. *Ultraschall Med.* 1999;20(4):131–6.
75. Momeni A, Grauel E CJ. Complications After Flexor Tendon Injuries. *Hand Clin.* 2009;26(2):179–89.
76. Tang JB. Clinical Outcomes Associated with Flexor Tendon Repair. 2005;21:199–210.
77. Hudson DA DCT. Hand infections secondary to fish bone injuries. *Ann R Coll Surg Eng.* 1994;76(2):99–101.
78. Pulos N BD. Management of complications of flexor tendon injuries. *Hand Clin.* 2015;31(2):293–9.
79. Horton TC, Sauerland S DT. The effect of flexor digitorum profundus quadriga on grip strength. *J Hand Surg Eur Vol.* 2007;32(2):130–4.
80. Gitto S, Draghi AG DF. Sonography of Non-neoplastic Disorders of the Hand and Wrist Tendons. *J Ultrasound Med.* 2018;37(1):51–68.
81. Starr HM Jr, Sedgley MD, Means KR Jr MM. Ultrasonography for Hand and Wrist Conditions. *Am Acad Orthop Surg.* 2016;24(8):544–54.
82. Stewart KM. Review and comparison of current trends in the postoperative management of tendon repair. *Hand Clin.* 1991;7(3):447–60.
83. Höglund M, Tordai P EO. Ultrasonography for the diagnosis of soft tissue conditions in the hand. *Scand J Plast Reconstr Surg Hand Surg.* 1991;25(3):225–31.
84. McGeorge DD MS. Diagnostic medical ultrasound in the management of hand injuries. *J Hand Surg Br.* 1990;15(2):256–61.
85. Manninen M, Karjalainen T, Määttä J FT. Epidemiology of Flexor Tendon Injuries of the Hand in a Northern Finnish Population. *Scand J Surg.* 2017;106(3):278–82.
86. Chang MK TS. Flexor Tendon Injuries and Repairs: A Single Centre Experience. *J Hand Surg Asian Pac Vol.* 2018;23(4):487–95.
87. Lutsky KF, Giang EL MJ. Flexor tendon injury, repair and rehabilitation. *Orthop Clin North Am.* 2015;46(1):67–76.
88. Gelberman RH, Woo SLY, Lothringer K, Akeson WH, Amiel D. Effects of early intermittent passive mobilization on healing canine flexor tendons. *J Hand Surg Am.* 1982;7(2):170–5.
89. Frueh FS, Kunz VS, Gravestock IJ, Held L, Haefeli M, Giovanoli P, vd. Primary flexor tendon repair in zones 1 and 2: Early passive mobilization versus controlled active motion. *J Hand Surg Am.* 2014;39(7):1344–50.
90. Çetin A, Dinçer F, Keçik A, Çetin M. Rehabilitation of flexor tendon injuries by use of a combined regimen of modified Kleinert and modified duran techniques. *Am J Phys Med Rehabil.* 2001;80(10):721–8.
91. Bainbridge LC, Robertson C, Gillies D ED. A comparison of post-operative mobilization of flexor tendon repairs with “passive flexion-active extension”

- and “controlled active motion” techniques. *J Hand Surg Br.* 1994;19(4):517–521.
92. Korstanje JW, Schreuders TR, van der Sijde J, Hovius SE, Bosch JG SR. Ultrasonographic assessment of long finger tendon excursion in zone v during passive and active tendon gliding exercises. *J Hand Surg Am.* 2010;35(4):559–65.
93. Panchal J, Mehdi S, Donoghue JO, O’Sullivan ST, O’Shaughnessy M, O’Connor TPF. The range of excursion of flexor tendons in Zone V: A comparison of active vs passive flexion mobilisation regimes. *Br J Plast Surg.* 1997;50(7):517–22.