

Olgu Sunumu

**Ön Kol Sinir ve Tendon Transferi Sonrası
Rehabilitasyonun Uzun Dönem Sonuçları:
Olgu Sunumu**

Serpil ÇOLAK¹

¹ İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Yüksekokulu Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İstanbul, Türkiye

Geliş Tarihi: 29.04.2019

***Sorumlu Yazar e mail:** scolak@medipol.edu.tr

Kabul Tarihi: 24.06.2019

Özet

Ön kol ezilme yaralanmaları, sinir, tendon ve yumuşak dokunun etkilendiği tedavisinde çoklu cerrahi ve uzun dönem rehabilitasyonu gerektiren yaralanmalardır. Tedavide fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımları etkin yöntemlerden olmasına rağmen uzun dönem sonuçları bilinmemektedir. Olgumuz Ocak 2014'te dirsek ekleminden el bileği distaline kadar uzanan matbaa makinasında sol ön kol crush yaralanması geçiren 1976 doğumlu erkek hastadır. Toplam dört operasyon geçiren olgunun 5 yıl sonrası klinik durumu değerlendirildi. Vakanın fizyoterapi ve rehabilitasyon programında, aktif, aktif asistif, pasif eklem hareket açıklığı egzersizleri, Propriyosepif Nöromusküler Fasilitasyon Teknikleri, elektrik stimülasyonu, düşük doz ultrason, desensitizasyon eğitimi ve orte zleme ile yumuşak doku sertliğini azaltmak amacıyla toplam 8 seans kuru iğneleme uygulandı. Olgunun yaralanma ve rehabilitasyonundan yaklaşık 5 yıl sonrası uzun dönem sonuçları değerlendirildi. Kavrama ve pinch kuvveti Jamar Dinamometre/Pinchmetre, eklem hareket açıklığı gonyometre ile değerlendirildi. Ayrıca performans dayalı el becerisi için Nine Hole Peg Test, duyu değerlendirmesi için beşli Semmes Weinstein Monofilaman Testi kullanıldı. Sağlam/Dominant tarafa göre kuvvet kaybı yaklaşık 2/3, ilk iki parmak haricinde, el bileği dahil hareket kısıtlılığı saptandı. Dirsek ekleminde hareket kaybı bulunmadı. Bir, iki, üç ve dördüncü parmak falanksları ve tenar bölgede koruyucu dokunma duyusu veya normal duyu olduğu saptandı, ön kol dahil elin diğer kısımlarında duyu

Atf: Çolak S, Ön Kol Sinir ve Tendon Transferi Sonrası Rehabilitasyonun Uzun Dönem Sonuçları: Olgu Sunumu, Haliç Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 2019;2(2) 15-24

To cite this article: Çolak S, Long-Term Results of Rehabilitation After Forearm Nerve and Tendon Transfer: A Case Report, Haliç University Journal of Health Sciences, 2019;2(2) 15-24

defektleri bulundu. Bizim olgumuzda en iyi klinik sonuçlardan biri dirsek eklemi-
deki hareket serbestliğinin olduğu söylenebilir. Bu sonucun alınmasında rehabilitas-
yon sırasında uygulanan atelleme ile uzun süreli hafif şiddetli germe, kuru iğneleme
ve erken hareket prensibi etkili olmuş olabilir. Kuru iğneleme uygulama sırasında
herhangi bir komplikasyon gelişmemiş, klinik gözlemde yumuşak doku esnekliğini
artırmıştır. Olgumuzun el bileği ekstansiyon kabiliyeti ve karpal dizilim takibi yö-
nünde sonuçlarımız yetersiz gözükmektedir. Bu sonuçlarda ilk müdahaledeki yeter-
sizlik ve düzeltici müdahalelerin geç yapılmış olması etkili olmuş olabilir. El bile-
ğindeki bu hareket kısıtlılığı olgumuzun sonuçlarını etkilemiş olabilir.

Anahtar Kelimeler: Crush yaralanma, Kuru iğneleme, Olgu sunumu, Rehabilitas-
yon, Uzun dönem sonuç

Long-Term Results of Rehabilitation After Forearm Nerve and Tendon Transfer: A Case Report

Abstract

Forearm crush injuries are injuries that involve nerve, tendon and soft tissue, and re-
quire multiple surgery and long-term rehabilitation. Although physiotherapy and re-
habilitation approaches are effective methods in treatment, long-term results are not
known. Our case was born in 1976 a male patient who had left forearm crush in-
jury in a printing machine from elbow joint to wrist distal in January 2014. The clin-
ical status of the patient who underwent four operations was evaluated after 5 years.
In the physiotherapy and rehabilitation program of the case, active, active assistive,
passive range of motion exercises, proprioceptive neuromuscular facilitation tech-
niques, electrical stimulation, low dose ultrasound, desensitization training and were
performed to reduce soft tissue stiffness orthosis and a total of 8 sessions of dry nee-
dling. Long-term results were evaluated approximately 5 years after injury and reha-
bilitation. Grip and pinch strength were measured with Jamar Dynamometer / Pinch-
meter and range of motion with goniometer. In addition, Nine Hole Peg Test was
used for performance-based dexterity, and a five-point Semmes Weinstein Monofil-
ament Test was used for sensory evaluation. The force registration with respect to
the intact side is approximately 2/3, movement limitation was detected on the wrist.
There was no loss of motion in the elbow joint. Only one, two, three and fourth fin-
ger phalanges and thenar area had a protective sense of touch or normal sense, and
sensory defects were found in other parts of the hand, and the forearm. In our case,
one of the best clinical results is the independence of movement in the elbow joint.
This is the result prolonged mild intense stretching, dry needling and early motion
may have been effective. No complication developed during dry needling applica-
tion and increased soft tissue flexibility in clinical observation. Our results seem to
be inadequate in wrist extension ability and carpal alignment success. This limitation
of movement in the wrist may have affected the results of our case.

Keywords: Crush injury, Dry needling, Case report, Rehabilitation, Long-term outcome

1.Giriş

Ön kol ezilme yaralanmaları, sinir, tendon ve yumuşak dokunun etkilendiği, tedavisinde çoklu cerrahi ve uzun dönem takipli fizyoterapi ve rehabilitasyon gerektiren yaralanmalardır. Klinik tablo etkilenen anatomik yapıya göre farklılık gösterir. Bu tarz yaralanmalarda ön kol ve elin periferik sinirleri primer veya tuzak nöropati ve iskemik alanların gelişmesi gibi durumlarda sekonder olarak yaralanabilir. Ayrıca bu tarz durumlar, tendon ve yumuşak dokunun iyileşmesini de zorlaştırır (1–3). Bu tarz yaralanma terapisinde fizyoterapi ve rehabilitasyon yaklaşımları etkin yöntemlerden olmasına rağmen uzun dönem sonuçları bilinmemektedir.

2. Olgu Sunumu

Ocak 2014'te dirsek ekleminde el bileği distaline kadar uzanan yumuşak doku, fleksör tendonlar, ulnar sinir yaralanması ve el bileği subluksasyonuna neden olan, matbaa makinasında sol ön kol crush yaralanması geçiren ve ilk müdahalesi Rusya'da yapılan, 1976 doğumlu erkek hastanın 5 yıl sonrası klinik durumu değerlendirildi. Rusya'daki ilk müdahalede el bileği subluksasyonu yerleştirilerek Kirshner teli ile tespit edilmiş, dirsekten itibaren avulse olan ön kol cildi yerine dikilmiştir. Klinik muayenede tamiri yapılan cildin nekroza döndüğü, avuç içinin ve ön kolun ileri derecede şiş ve sertliği ile Volkman iskemik kontraktür tablosunun yerleştiği, elde ulnar sinir trasesinde hissin olmadığı ve karpal kemiklerin uygun dizilimde sabitlenmediği rapor edilmiştir (Şekil 1). Bu hastaya Ocak ayındaki ilk operasyonunu takiben Türkiye'de Şubat ayında iki, Eylül ayında bir olmak üzere üç farklı cerrahi daha uygulandı. İlk iki ameliyatında Kirshner telleri çıkarıldı, yaygın nekrotik fleksör kaslar debride edildi (Şekil 2), Ulnar sinire greft uygulaması planlanmasına rağmen, Kübital tünelin hemen çıkışından itibaren 14 cm'lik defekt olduğu için sinir grefti uygulanamadı. Bir hafta sonraki ikinci seansta ise Split-Thickness cilt grefti

uygulandı ve yara takibi sonrasında hasta yoğun fizyoterapi programına dahil edildi (4,5). Eylül ayındaki son operasyonda ise ikinci parmağın Fleksör Digitorum Superficialis (FDS) ve Profundus (FDP) tendonları üç, dört ve beşinci parmak FDS ve FDP'lerine transferi sağlandı. Ayrıca Ulnar sinir distal ucu Median sinire yan anastomize edildi.



Şekil 1. Türkiye'deki operasyonlardan önce nekroze olan dokular



Şekil 2. Operasyon sonrası debride edilen el ulnarı

Rehabilitasyon programı; 24 Şubat 2014'te fizyoterapi programına başlandı. Toplam kırk beş seansın son yirmisi tendon ve sinir transferi yapılan son operasyon sonrası uygulandı. İlk yirmi beş seanslık fizyoterapi ve rehabilitasyon programında eklem hareket açıklığının artırılması için aktif, pasif, aktif asistif eklem hareket açıklığı egzersizleri, Propriyosepif Nöromusküler Fasilitasyon Teknikleri (PNF), elektrik stimülasyonu-Russian akım; duyu ve dolaşım problemleri için düşük doz ultrason, desensitizasyon eğitimi; kontraktürleri önlemek için dirsekten itibaren atelleme ve son ameliyatından öncesi son bir ayda dirsekteki yumuşak doku sertliğini azaltmak için, üçü günün üçü haftada iki, ikisi ise haftada bir olmak üzere toplam 8 seans kuru iğneleme uygulandı (6,5,7). Kas sinir transferi postoperatif rehabilitasyonunda temel rehabilitasyon ilkelerine ek, akut dönemde ortezleme, kuvvet aktarım prensiplerine; uzun dönemde ise fonksiyonellik ergoterapi yaklaşımlarına yer verildi. Rehabilitasyon programı

sonunda olgumuz firmasının İstanbul'daki şubesinde, esnek çalışma saatleri ve daha arka planda olacak şekilde işine döndü.

Olgunun yaralanma ve rehabilitasyonundan yaklaşık 5 yıl sonrası uzun dönem değerlendirmesinde; kavrama ve pinch kuvveti Jamar Dinamometre ve Pinchmetre ile eklem hareket açıklığı gonyometre ile duyu değerlendirmesi beşli Semmes Weinstein Monofilaman Testi (SWMT) ile değerlendirildi. Performansa dayalı el becerisi Nine Hole Peg Test (NHPT) sonuçları sağlam ve dominant taraf olan sağ el değerleri ile karşılaştırıldı. Gonyometrik ölçümler dirsek fleksiyonda masa üzerinde destekli, ön kol nötral pozisyonda iken hastadan yumruk yapması istenerek fleksiyon, parmaklarını açması istenerek ekstansiyon açılı ölçümü gerçekleştirildi (6,8).

Kavrama, pinch kuvveti için olgu ayakları yer ile tam temasta oturur pozisyonda, ölçüm yapılan taraf üst kol gövdeye yapışık, dirsek 90° fleksiyonda ve Jamar dinamometrenin ikinci kavrama pozisyonunda üç ölçüm yapıldı. Analizinde değerlerin kilogram cinsinden ortalaması dikkate alındı. NHPT değerlendirme sırasında kronometre tutuldu, üç ölçümün en düşük saniye değeri kaydedildi. Tablo 1'de kuvvet ve el beceri değerleri bulunmaktadır(6,8).

3. Bulgular

Kavrama kuvveti ve el becerisinde genel olarak sol taraf değerlerinin 2/3 ile 1/2 kayıp olduğu görüldü (Tablo 1).

Tablo 1: Kuvvet ve el becerisi

	SAĞ	SOL	SOL/SAĞ İLİŞKİ (%)
Kavrama Kuvveti^a	38,56	14,98	38,85
3 Nokta Pinch^a	10,33	3,83	37,08
2 Nokta Pinch^a	7,33	3	40,93
Lateral Pinch^a	11,66	3,5	30,02
NHPT^b	18,27	26,43	144,66

^a: kilogram, ^b: saniye, NHPT: Nine Hole Peg Test, Sol/Sağ İlişki (%):Sol*100/Sağ

Gonyometrik ölçüm sonucunda iki, üç, dört ve beşinci parmak metakarpofalangeal eklem (MCP) eklemlerde hiperekstansiyon, 3, 4 ve 5. parmak proksimal interfalangeal eklem (PIP) ve distal interfalangeal eklem (DIP) eklemlerde ekstansiyon kaybı vardı. Genel olarak başparmak ve ikinci parmak eklem açıları diğer parmak ölçümlerine göre optimal değerlere daha yakındı, el bileği ölçümünde ise ekstansiyon kaybı söz konusuydu. Buna rağmen dirsek ekleminde hareket kaybı bulunmuyordu (Tablo 2). Sağlam taraf olan sağ elde herhangi bir kısıtlılık bulunmadı.

Tablo 2: Gonyometrik ölçüm değerleri

Sol El Beşinci Parmak	MCP Eklem	Fleksiyon: 60	Ekstansiyon: 20 (+) ^a
	PIP Eklem	Fleksiyon: 75	Ekstansiyon: 15 (-) ^b
	DIP Eklem	Fleksiyon:75	Ekstansiyon: 5 (-) ^b
Sol El Dördüncü Parmak	MCP Eklem	Fleksiyon: 60	Ekstansiyon: 15 (+) ^a
	PIP Eklem	Fleksiyon: 95	Ekstansiyon: 30 (-) ^b
	DIP Eklem	Fleksiyon: 50	Ekstansiyon: 10 (-) ^b
Sol El Üçüncü Parmak	MCP Eklem	Fleksiyon: 100	Ekstansiyon: 15 (+) ^a
	PIP Eklem	Fleksiyon: 95	Ekstansiyon: 30 (-) ^b
	DIP Eklem	Fleksiyon: 45	Ekstansiyon: 10 (-) ^b
Sol El İkinci Parmak	MCP Eklem	Fleksiyon: 75	Ekstansiyon: 5 (+) ^a
	PIP Eklem	Fleksiyon: 100	Ekstansiyon: 0
	DIP Eklem	Fleksiyon: 65	Ekstansiyon: 0
Sol El Birinci Parmak	CMC Eklem	Fleksiyon: 10	Ekstansiyon: 0
	MCP Eklem	Fleksiyon: 65	Ekstansiyon: 0
	IP Eklem	Fleksiyon: 85	Ekstansiyon: 0
Sol El Bileği Eklemi		Fleksiyon: 60	Ekstansiyon: 10
Sağ El Bileği Eklemi		Fleksiyon: 90	Ekstansiyon: 75
Sol Dirsek Eklemi		Fleksiyon: 125	Ekstansiyon: 0
Sağ Dirsek Eklemi		Fleksiyon: 130	Ekstansiyon: 0

MCP: Metakarpofalangeal eklem, PIP: Proksimal interfalangeal eklem, DIP: Distal interfalangeal eklem, CMC: Karpometakarpal eklem, IP: Interfalangeal eklem ^a: hiperekstansiyon ^b: ekstansiyon kaybı

Duyu değerlendirmesinde ön kolda duyuusal defektler söz konusuydu (Şekil 3). El değerlendirmesinde ise beşinci parmak falankları, hipotenar bölge, el bileği ulnar kısmı 6.65; el bileği radial kısmı 4.56, avuç içi ve metakarp başları seviyesi 4.31, bir, üç ve dördüncü parmak falankları 3.61, ikinci parmak falankları ve tenar bölge 2.83 SWMT duyarlılığına sahip olduğu görüldü (Şekil 4).



Şekil 3. Ön kol volar yüz duyu durumu L: Lokalize, LD: Lokalize değil



Şekil 4. El volar yüz duyu durumu

4. Tartışma

Ön kol crush yaralanmaları ağırlıklı olarak genç erişkin erkeklerde görülür. Postoperatif rehabilitasyonu ile olguların el fonksiyonu ve kas kuvveti kazanılır. Bu kazanımı dominant tarafın yaralanması, travmanın ciddiyeti, etkilediği bölgenin çeşitliliği ve büyüklüğü, yaralanma ile ilk tamir arasında geçen süre ve rehabilitasyonun içeriği gibi çeşitli faktörler etkiler (1,3,6,9). Yaş, sinir tamiri sonrasında duyuusal iyilik ile ilişkilendirilir ve genç yaştaki hastalar yaşlı kişilere göre daha iyi prognoza sahiptir (10). Bu duruma özellikle çocuklarda daha

hızlı ve kuvvetli yenilenme kapasitesinin olması ve daha kısa ekstremitelere varlığından dolayı tamir edilmesi gereken daha kısa sinir trasesi olması neden olarak gösterilir (9). Bizim olgumuz, yenilenme kabiliyeti açısından ikinci sırada gösterilen yaş grubuna mensup erkek hasta idi. Bu durum iyileşmeyi olumlu yönde etkilemiş olabilse de, ekstremitelere uzunluğu dikkate alındığında etkilenen vücut bölümü uzunluğu negatif etkileyebilecek faktörlerdendir.

Travma sonrası dirsek eklemine kontraktür gelişimi ile sıklıkla karşılaşılır. Dirsek kontraktürü ile mücadelede yumuşak dokunun gevşetilmesi iyi bir enstrümandır (11). Bizim olgumuzda en iyi klinik sonuçlardan biri dirsek eklemine hareket serbestliğinin olduğu söylenebilir. Bu sonucun alınmasında rehabilitasyon sırasında uygulanan atel ile uzun süreli hafif şiddetli germe, kuru iğneleme, erken hareket prensibi etkili olmuş olabilir (12,13). Ön kol fleksör tendonlarının rezeke edilmesi, yaralanan ekstremitenin non-dominant taraf olması, Volkman iskemik atrofisinin gelişmesi ve geç tamir edilmesi gibi dezavantajlar dikkate alındığında kas kuvveti ve el becerisindeki kazanımlar dikkat çekicidir (14). Non-dominant ekstremitenin sadece ulnar sinir yaralanması ve median ile ulnar sinirin birlikte yaralanmalarında kavrama kuvvetinin sırasıyla %40 ve %51 azaldığı rapor edilmiştir (15). Bizim sonuçlarımızda yaklaşık %60'lık kayıp söz konusudur. Olgumuzun daha düşük kavrama kuvveti değerine sahip olmasının nedeni, el bileğindeki normal eklem hareket açıklığı ve kavrama pozisyonunu korumadaki kısıtlılık olabilir.

Literatürde kuru iğneleme ile ilgili farklı sonuçlar bildirilmektedir. Bu araştırmalarda tedaviyi olumlu etkilediği bildirilse de uygulama sonrası komplikasyonların olduğu da rapor edilmiştir (7,16,17). Bizim uygulamamız sırasında herhangi bir komplikasyon gelişmedi, klinik gözlemlerde yumuşak doku esnekliğini artırdı.

El bileğinin ekstansiyon pozisyonu aynı zamanda elin fonksiyonel pozisyonudur. Olgumuzun el bileği ekstansiyon kabiliyeti ve karpal dizilim takibi yönünde sonuçlarımız yetersiz gözükmektedir. Bu sonuçlarda ilk müdahaledeki yetersizlik ve düzeltici müdahalelerin geç

yapılmış olması etkili olmuş olabilir. El bileğindeki bu hareket kısıtlılığı olgumuzun sonuçlarını etkilediği söylenebilir (18).

5. Sonuçlar

Olgumuzda sağlam/dominant taraf ekstremite ile karşılaştırıldığında %60'lık güç ve fonksiyon kaybı, ön kolda koruyucu dokunma duyusu yokluğu, elde ise özellikle ulnar tarafta duyu kaybı gözlemlendi. Eklem hareket açıklığında ise en yüksek kısıtlılığın el bileği ekleminde olduğu, bunu beş, dört ve üçüncü parmak eklemlerinin takip ettiği, en serbest eklemin dirsek olduğu görüldü.

Bu vaka takibinin öncesi değerlendirme verilerinin olmaması gibi bazı limitasyonları bulunmakla birlikte komplike yaralanmalar sonrası rehabilitasyonun uzun dönem sonuçlarına dair fikir vermesi açısından dikkat çekicidir.

Yazar Notu: Bu çalışma, Uluslararası İş Kazaları, El Yaralanmaları ve Uzuv Kopmaları Kongresi (26-27 Nisan 2019, İstanbul) sözel bildiri olarak sunulmuştur ve bildiri kitabında yayınlanmıştır.

Kaynaklar

1. del Piñal F, Urrutia E, Klich M. Severe Crush Injury to the Forearm and Hand. *Clin Plast Surg.* 2017;44:233–55. Doi: 10.1016/j.cps.2016.11.002
2. Novak CB, Anastakis DJ, Beaton DE, Katz J. Patient-Reported Outcome After Peripheral Nerve Injury. *J Hand Surg Am.* 2009;34(A):281–7. Doi: 10.1016/j.jhsa.2008.11.017.
3. Geary N. Late surgical decompression for compartment syndrome of the forearm. *J Bone Joint Surg Br.* 1984;66(5):745–8. PMID: 6501373
4. Giessler GA, Erdmann D, Germann G. Soft tissue coverage in devastating hand injuries. *Hand Clin.* 2003;19(1):63–71. PMID:12683447
5. Gokkus K, Saylik M, Aydin AT. Forearm Compartment syndrome due to trapping in an industrial press machine. *Kafkas J Med Sci.* 2011;1(3):127–9. DOI: 10.5505/kjms.2011.02996
6. Cempla J, Pieniazek M, Pelczar-Pieniazek M. Regimen and results of physiotherapy in patients following surgical treatment of ulnar nerve injury. *Ortop Traumatol Rehabil.* 2007;5(6):499–510. PMID:18026069

7. Patrick R, McGinty J, Lucado A, Collier B. Chronic UCL Injury: A Multimodal Approach to Correcting Altered Mechanics and Improving Healing in a College Athlete— A Case Report. *Int J Sport Phys Ther* |. **2016**;11(4):614–26. PMID:27525185
8. Bueno E, Benjamin MJ, Sisk G, Sampson CE, Carty M, Pribaz JJ, et al. Rehabilitation following hand transplantation. *Hand*. **2014**;9:9–15. Doi: 10.1007/s11552-013-9568-8.
9. He B, Zhu ZW, Zhu QT, Zhou X, Zheng C Bin, Li PL, et al. Factors predicting sensory and motor recovery after the repair of upper limb peripheral nerve injuries. *Neural Regen Res*. **2014**;9(6):661–72. Doi: 10.4103/1673-5374.130094
10. Lohmeyer JA, Sommer B, Siemers F, Mailänder P. Nerve injuries of the upper extremity—expected outcome and clinical examination. *Plast Surg Nurs*. **2009**;29(2):88–93. Doi:10.1097/01.PSN.0000356867.18220.73.
11. Kugelman DN, Haglin JM, Egol KA, Christiano A, Konda SR, Paksima N. Open surgical elbow contracture release after trauma: results and recommendations. *J Shoulder Elb Surg*. **2018**;27(3):418–26. Doi: 10.1016/j.jse.2017.10.023.
12. Novak CB, von der Heyde RL. Evidence and techniques in rehabilitation following nerve injuries. *Hand Clin*. **2013**;29(3):383–92. Doi: 10.1016/j.hcl.2013.04.012.
13. Roll SC, Hardison ME. Effectiveness of occupational therapy interventions for adults with musculoskeletal conditions of the forearm, wrist, and hand: A systematic review. *Am J Occup Ther*. **2017**;71(1):7101180010p1–7101180010p12. Doi: 10.5014/ajot.2017.023234
14. Novak CB, Von Der Heyde RL. Rehabilitation of the upper extremity following nerve and tendon reconstruction: When and how. *Semin Plast Surg*. **2015**;29(1):73–80. Doi: 10.1055/s-0035-1544172
15. Rajan P, Premkumar R, Rajkumar P, Richard J. The impact of hand dominance and ulnar and median nerve impairment on strength and basic daily activities. *J Hand Ther*. **2005**;18:40–5. Doi:10.1197/j.jht.2004.10.011
16. McManus R, Cleary M. Radial nerve injury following dry needling. *BMJ Case Rep*. 2018; Doi:http://dx.doi.org/10.1136/bcr-2017-221302
17. Leibold MBR, McDevitt AW, Krause LA, Snodgrass SJ, Cleland JA, Mintken PE. Treatment of individuals with chronic bicipital tendinopathy using dry needling, eccentric-concentric exercise and stretching; a case series. *Physiother Theory Pract*. **2018**; Doi: 10.1080/09593985.2018.1488023.
18. Seven B, Cobanoglu G, Oskay D, Atalay-Guzel N. Test-Retest Reliability of Isokinetic Wrist Strength and Proprioception Measurements. *J Sport Rehabil*. **2019**; Doi: 10.1123/jsr.2018-0341.