



T.C.

EGE ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ

FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

DİRSEK DÜZEYİNDE ULNAR SİNİR

KISA SEGMENT SİNİR İLETİM ÇALIŞMASI

REFERANS DEĞERLERİN BELİRLENMESİ

UZMANLIK TEZİ

DR. MURAT KORKMAZ

TEZ DANIŞMANI

PROF.DR. ARZU YAĞIZ ON

BORNOVA-İZMİR

2010

ÖNSÖZ

Uzmanlık eğitimim boyunca kendileriyle çalışma fırsatı bulamasam da sayın hocam Prof. Dr. Ramazan AKŞİT' i rahmetle ve saygıyla anarken; varlığıyla her zaman yanımda olduğunu bildiğimiz sayın hocam Prof. Dr. Fikret CÜREKLİBATUR'a; çalışmalarımda büyük destek ve katkıları olan, her konuda yol gösteren ve yardımlarını esirgemeyen başta tez danışmanım sayın Prof. Dr. Arzu YAĞIZ ON olmak üzere, Anabilim Dalı Başkanımız Prof. Dr. Berrin Durmaz ve değerli hocalarım Prof. Dr. Günay CELEBOĞLU, Prof. Dr. Simin HEPGÜLER, Prof. Dr. Yeşim KİRAZLI, Prof. Dr. Yeşim AKKOÇ, Doç. Dr. Kazım ÇAPACI, Doç. Dr. Cihat ÖZTÜRK, Doç. Dr. Sibel EYİGÖR, Doç. Dr. Funda ÇALIŞ ve Uzm. Dr. Hale KARAPOLAT'a içtenlikle teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında büyük destek ve yardımlarını gördüğüm tez danışmanı sayın hocam Prof. Dr. Arzu YAĞIZ ON'a ve Doç. Dr. Funda ÇALIŞ'a şükranlarımı sunarım. Uzmanlık eğitimim süresince daima yakın destek ve dostluklarını gördüğüm tüm doktor arkadaşlarıma; kliniğimizin tüm fizyoterapist, hemşire, teknisyen ve personeline teşekkür ederim.

Ayrıca tüm eğitim sürem boyunca beni yalnız bırakmayarak her konuda destek olan aileme ve eşim Nilay ŞEN KORKMAZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Dr. Murat KORKMAZ
İZMİR-2010

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	ii
BÖLÜM 1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
BÖLÜM 2. GENEL BİLGİLER	2
2.1. Anatomi.....	2
2.2. Ulnar Sinir Nöropatileri.....	6
2.2.1. Proksimal Ulnar Nöropatiler.....	7
2.2.2. Dirsek Düzeyi Nöropatileri.....	7
2.2.2.1. Klinik Bulgular.....	12
2.2.2.2. Ayırıcı Tanı.....	14
2.2.3. Ön Kol Ulnar Nöropatileri.....	15
2.2.4. El Bileği ve El Düzeyinde Ulnar Nöropatiler.....	15
2.3. Elektrofizyolojik Bulgular.....	16
2.3.1. Dirsek Ulnar Lezyonlarında Elektrofizyoloji.....	17
2.3.1.1. Motor Sinir İletim Çalışmaları.....	17
2.3.1.2. Kısa Segment Sinir İletim Çalışması.....	18
2.3.1.3. Duysal Sinir İletim Çalışmaları.....	19
2.3.1.4. İğne EMG Çalışmaları.....	20
2.3.2. El bileği ve El Düzeyi Ulnar Nöropatilerde Elektrofizyoloji.....	20
2.4. Tedavi.....	21
2.4.1. Dirsek Düzeyi Lezyonlarda Tedavi.....	21
2.4.2. Bilek Düzeyi Lezyonlarda Tedavi.....	22
BÖLÜM 3. GEREÇ-YÖNTEM	23
3.1. Hasta Seçimi.....	23
3.2. Elektrofizyolojik Çalışmalar.....	25
3.2.1. Ulnar Sinir Motor İletim Çalışması.....	25
3.2.2. Dirsek Ulnar Sinir Kısa Segment Sinir İletim Çalışması.....	26
BÖLÜM 4. İSTATİSTİKSEL YÖNTEM	28
BÖLÜM 5. BULGULAR	30
5.1. Demografik Veriler.....	30

5.2.Elektrofizyolojik Bulgular.....	31
5.2.1.Konvansiyonel Yöntem İle Elde Edilen Değerler.....	32
5.2.2.Kısa Segment Sinir İletim Çalışması Değerleri.....	40
BÖLÜM 6 TARTIŞMA.....	54
ÖZET.....	68
ÖZET (İNGİLİZCE).....	70
KAYNAKLAR.....	72

1.GİRİŞ ve AMAÇ:

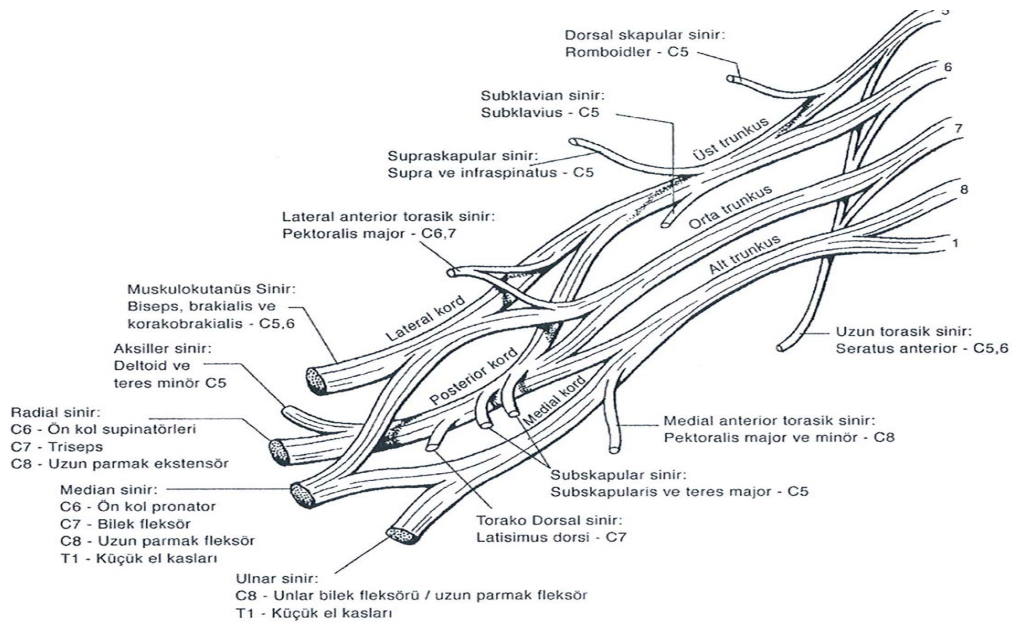
Ulnar sinirin en sık tuzaklandığı yer dirsektir. Kübital tünel sendromu en sık görülen 2. tuzak nöropatidir. ^{1,2} Sendromun tanısında klinik bulgu ve belirtiler esas olmakla birlikte, özellikle kompresyon bölgesinin lokalize edilmesinde elektrofizyolojik incelemeler önem taşır. Elektrodiagnostik incelemenin amacı, ulnar sinir hasarı olup olmadığının belirlenmesi, bu hasarın lokalize edilmesi, şiddetinin ortaya konulması ve benzer durumlara yol açan diğer durumların ayırıcı tanısıdır. Ancak fokal lezyonlarda belirgin semptom ve bulgulara karşın konvansiyonel yöntemler normal bulunabilir. Bu tip lezyonlarda tanısal duyarlılığın artırılması ve lezyonun lokalize edilebilmesi için yeni yöntemler geliştirilmiştir. Kısa segment sinir iletim çalışması bunlardan bir tanesidir. Kısa segment sinir iletim çalışmasının dirsek bölgesinde ulnar tuzaklanma düşünülen tüm hastalarda rutin yapılması önerilmektedir. ^{3,4} Kısa segment sinir iletim incelemesini yorumlarken 20mm segmentlerde normalin üst ve alt sınırının bilinmesi önemlidir. Çünkü bu değerler tüm segmentlerde değişkendir. Bu zamana kadar sadece iki çalışmada klinik olarak ulnar nöropati düşünülen kişilerde, 20mm aralıklarda kısa segment sinir iletim çalışması yapılmış. Bu çalışmalarda normal değerler açısından küçük popülasyonlarda çalışılmış ve normal olarak kabul edilen üst sınırlar farklı olarak belirlenmiştir. Diğer araştırmalarda ise 10 veya 20mm aralıklarda spesifik alt gruplara bölmeden normal değerler araştırılmıştır.

Bu çalışma, dirsekte ulnar nöropati tanı ve lokalizasyonu için kullanılan ön kol ve dirsek segmenti ile dirsekte 20mm kısa segmentlerdeki ulnar sinir motor iletimi referans değerlerinin belirlenmesi ve bu değerlerin yaş, cinsiyet ve BKI ile ilişkilerini belirlemek amacı ile planlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER:

2.1. Anatomi

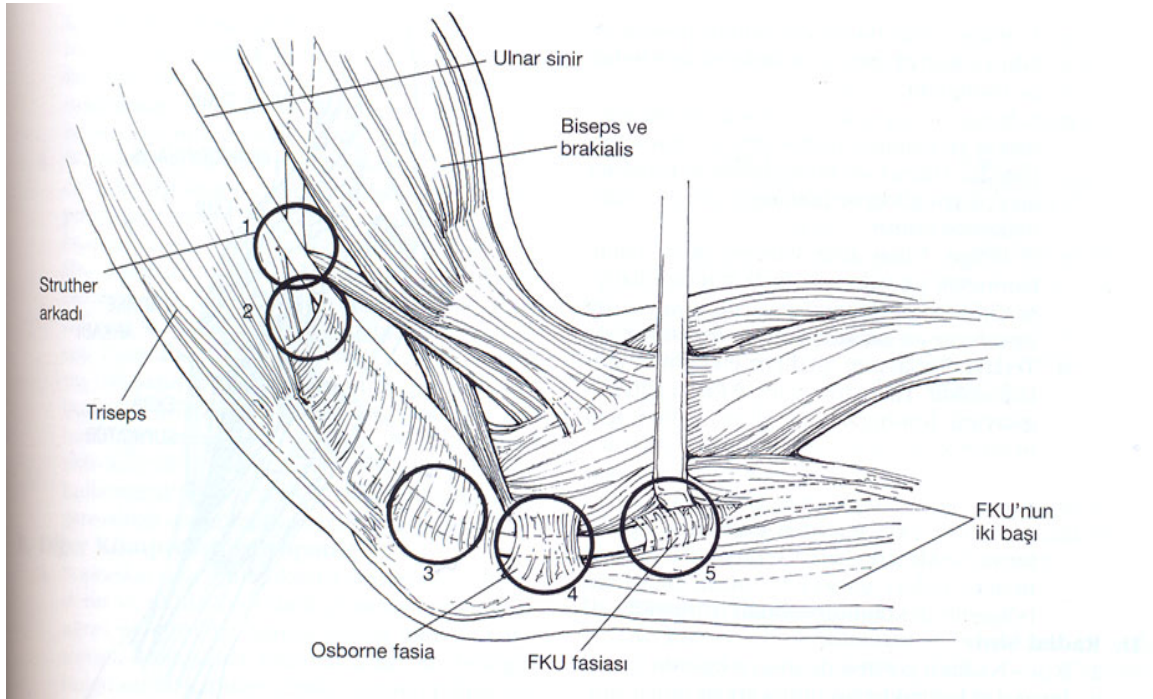
Ulnar sinir, servikal 8 (C8) ve torokal 1 (T1) köklerinden kaynaklanan liflerden oluşur, bazen servikal 7 (C7) den gelen lifleri de taşır.^{5,6} Ulnar sinir medial kordun terminal dalıdır.⁷ Trunkus inferior ve fasikulus medialis aracılığı ile brakiyal pleksusu geçer ve aksillanın proksimalinde plexus brakiyalisten ayrılır (Resim 1).



Resim 1: Brakiyal Pleksus Anatomisi

Fossa axillaris'te a.axillaris'in iç tarafında bulunan n.ulnaris, kolda a.brachialis ve n.medianus'un iç tarafında ve m.biceps brachii'nin medial kenarında yüzeysel olarak ilerler. Kolun ortalarında, fleksör ve ekstansör kas gruplarını ayıran

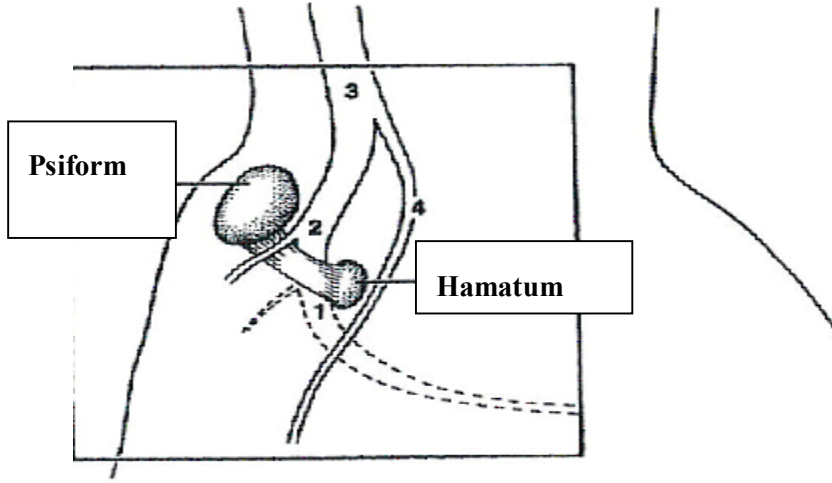
intermuskuler septumun medialinden aşığı iner. Struther arkadı, triseps kasının medial başını intermuskuler septum ile birleştiren bir fasyal banttır. Bu fasya ulnar siniri medial epikondilin yaklaşık 8cm proksimalinde çaprazlar.⁷ Ulnar sinir daha sonra dorso-medial yüzde humerus kemiğine yaklaşır ve triseps kası medial başı ile kemik arasından geçerek medial epikondil arkasından ulnar oluk (sulkus kubiti) içine girer. Bu sulkus en önemli tuzak bölgelerinden birisidir (Resim 2).



Resim 2: Dirsek Bölgesinde Ulnar Sinir Yerleşimi

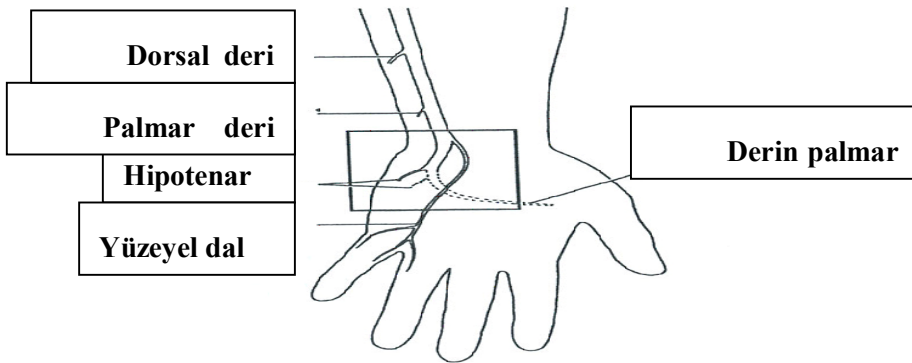
Ulnar sinir, medial epikondilden sonra fleksör karpi ulnaris (FKU) kasının aponörotik arkusu altından geçer. Burası Humeroulnar Arkad olarak isimlendirilir ve FKU kasının medial epikondile yapışan başı ile olekranona yapışan başı arasında

kalan üçgen bir alandır. Burası esas kübital tüneldir.^{5,7} Arkuat ligaman, FKU'nin humeral ve ulnar başlarının orjinlerini birleştiren sert bir aponörozdur. Bu aponöroz medial epikondil ve olekranon çıkıntılarını birleştiren çizginin yaklaşık 1-1.5 cm distalinde yer alır. Kalınlığı bireyden bireye değişir. Sinir bu arkad ve aponörozun altından geçerek FKU kasının gövdesi içinde yol alır. Kübital tünel bölgesinin çatısını aponörotik ark ve FKU kasının lifleri, tabanını ise dirsek medial kolleteral ligamanı, eklem kapsülü ve olekranon oluşturur. Ulnar sinir dirsek üzerinde herhangi bir dal vermez. Önkol proksimalinde FKU ve fleksör digitorum profundus'un (FDP) ulnar yanını inerve eder. Bundan sonra el kasları ve el derisi üzerine uzanan dallarını önkol distali ve bilek düzeyinde verir. Dorsal ve palmar deri dalları, bilekte sinirin geçtiği Guyon lojunun proksimalinde ulnar sinirden ayrılırlar. Palmar duysal dal avuç içinde ulnar deri alanın proksimal kısmının inervasyonunu sağlar. Dorsal deri dalı ise, bileğin yaklaşık 5cm proksimalinden ayrılır ve elin 4. ve 5. parmak dorsal yüzünde ulnar deri alanını inerve eder.⁶ Bu duysal dalların ayrılmasından sonra, ulnar sinir bilekte ulnar arter ve ven ile birlikte oblik bir kanaldan ele geçer. Bu kanala Guyon kanalı denir. 1861 yılında Felix Guyon tarafından tanımlanmıştır. Bu kanalın proksimal medial duvarı psiform kemik, distal lateral duvarı ise hamatum kemiğinin çengeli tarafından oluşturulur (Resim 3). Burası ulnar sinir tuzak nöropatisinin sıklıkla görüldüğü bölgelerden bir tanesidir.⁵



Resim 3: Guyon Kanalı (Olney ve Hanson, 1988)

Kanal içinde sinir yüzeyel ve derin olarak iki terminal dala ayrılır. Yüzeyel dal önce palmaris brevis'e motor dallar, daha sonra 4. parmak ve el ayasının ulnar tarafı ile 5. parmağın tüm yüzeyini innerve eden duyu dalları verir. Derin dalı ise; adduktor pollicis, opponens digiti minimi, abductor digiti minimi, fleksör digiti minimi brevis, fleksör pollicis brevis (derin başı), 4. ve 5. parmakların interosseal ve lumbrikal kaslarını innerve eder (Resim 4).



Resim 4: Ulnar Sinir Dağılışı (Olney ve Hanson, 1988)

2.2. Ulnar Sinir Nöropatileri

En sık rastlanılan nöropatilerden birisidir. Travmatik zedelenmeleri yanı sıra akut ve kronik basıları, tuzak nöropatileri görülebilir. Tuzak nöropatiler arasında karpal tünel sendromundan sonra en sık görüleni dirsek düzeyi ulnar sinir nöropatileridir.^{1,2,8}

Lokalizasyona göre sınıflandırılması;

I. Proksimal ulnar nöropatiler

II. Dirsek düzeyi ulnar sinir lezyonları

a) Retroepikondiler sendrom

b) Kübital tünel sendromu

c) Dirsekte akut ulnar nöropatiler

III. Önkol ulnar nöropatileri

IV. Bilek ve avuç içi ulnar nöropatileri

a) Guyon kanalı proksimal lezyonu – Tip 1

b) Guyon kanalı distal lezyonu – Tip 2

c) Avuç içi derin palmar lezyonu – Tip 3

d) Palmaris brevis kası içi lezyonu – Tip 4

Bunun dışında da ulnar sinir seyri boyunca her yerde akut basıya veya travmaya uğrayabilir ya da indirekt olarak zedelenebilir.

2.2.1. Proksimal Ulnar Nöropatiler

Ulnar sinirin pleksus brakiyalisten çıktığı noktadan dirseğe kadar olan bölümünde zedelenme sık görülmez. Olduğu takdirde en çok akut bası ve travmalar sonucu meydana gelir ve genellikle median ve radyal sinirlerin tutulduğu da klinik tabloya eklenir. Her üç sinir de tutulmuş ise buna Triad Nöropati denir. Sebepleri arasında intramüsküler ligaman ve travma ile ilişkili aksiller ve brakiyal arter anevrizması, koltuk değnekleri basısı, turnike ve uyku paralizisi yer almaktadır.^{5,9}

2.2.2. Dirsek Düzeyi Nöropatileri

Dirsek anatomik özellikleri nedeni ile ulnar sinirin basıya ve travmaya en açık olduğu bölgedir.^{1,2,8} Ulnar sinirin dirsek seviyesindeki lezyonları akut veya kronik lezyonlar sonucunda gelişebilir.⁵ Akut nedenler içinde travmalar önde gelir. Operasyon esnasında anestezi sonrası görülen komplikasyonları da eklemek gerekir. Burada dirseğin sert bir zemin üzerinde uzun süre kalması sonucu ulnar sinirde lezyon görülebilir.

Etiyolojide en önemli neden, sinirin kronik basısıdır. Ulnar sinir dirsek bölgesinde en sık kompresyon potansiyeli olan retroepikondiler bölge ve kübital tünelden geçer.¹⁰ Fasiyal bandlar, ulnar sinirin medial epikondil üzerinde

subluksasyonu, kubitüs valgus, gut tofüsü, kemik spurları, sinovyum hipertrofisi, tümör ve ganglion nedeni ile kompresyonu sonucu oluşabilir.^{11,12} Ek olarak, tekrarlayan mikrotravmalar fibrozise ve sinirde sıkışmaya yol açmaktadır.¹¹

Ulnar sinir dirsekte, özellikle fleksiyon durumunda dinamik açıdan önemli değişimlere uğrar. Dirsek fleksiyona geldiğinde medial epikondil ile olekranon arasındaki mesafe artarak yaklaşık 1cm olur. Bu da FKU kasının aponözünün sinir üzerinde baskı yapmasına neden olur. Diğer taraftan medial ligaman şişerek ve uzayarak sulkus kubiti'deki konkav alanı değiştirir. Dirsek fleksiyonu arttırıldığında ayrıca triseps kasının medial başı ulnar siniri humerusa doğru sıkıştırabilir. Bu mekanizmalar dirseğin devamlı tekrarlayan fleksiyon ve ekstansiyon hareketlerinde ulnar sinir lezyonu oluşmasına temel hazırlarlar.¹³

Tekrarlayan dirsek fleksiyon – ekstansiyon hareketlerini gerektiren aktiviteler sinir lezyonunu ağırlaştırır. Dirsek fleksiyon ve ekstansiyon hareketleri esnasında sinir traksiyon, friksiyon ve kompresyon güçlerine maruz kalır.¹⁴ Ekstansiyondan fleksiyona hareket ederken her 45 derecelik fleksiyonda medial epikondil ve olekranon arasındaki mesafenin 5mm arttığı, kübital tünelin şeklinin yuvarlaktan ovale döndüğü, yüksekliğinin azaldığı tespit edilmiştir.¹⁵ Dirsek 90° den fazla fleksiyona uğradığında, sinirin yer değiştirmesi, hatta epikondili aşarak ulnar oluğun dışına çıkması mümkündür.⁵ Yapılan çalışmalarda, omuz abduksiyonu, dirsek fleksiyonu, ve el bileği ekstansiyonu kombinasyonunun kübital tünel basıncını 6 kat artırdığı ve en yüksek basınç artışının bu pozisyonla olduğu bildirilmiştir.^{12,16,17} Sık tekrarlanan, uzun süreli dirsek hareketleri gerektiren mesleki uğraşlar, bazı ek faktörlerle dirsekte kronik ulnar sinir lezyonu gelişmesine yol açabilir.

Fleksiyon esnasında ulnar sinir epikondil ucuna ilerliyor ise subluksasyondan, epikondili geçiyor ise dislokasyondan bahsedilir. Yapılan çalışmalarda, normal popülasyonda %20.5-%27.5 oranında subluksasyon, %3.8-%20 oranında dislokasyon bildirilmiştir.^{18,19} Normal popülasyonda asemptomatik subluksasyonun bu oranlarda saptanması ulnar sinir nöropatisi etiyolojisinde subluksasyonun rolü olmadığını düşündürmekle birlikte tekrarlayan subluksasyonlar, sinirin enflamasyona ve travmaya daha hassas hale gelmesine neden oluyor gibi görünmektedir.

Ulnar sinirin dirsekte potansiyel kompresyon yerleri sırasıyla;^{13,20}

- I. Medial intermusküler septum
- II. Struther arkadı
- III. Retroepikondiler oluk (tardy ulnar felç)
- IV. Humeroulnar aponörotik arkad (kübital tünel sendromu)
- V. Derin fleksör-pronator aponevroz

En eski ulnar felç nedeni, ilk kez 1878'de Panas tarafından bildirilen Tardy ulnar felç'tir.⁵

Kane ve ark. ulnar sinirin en proksimaldeki kompresyon bölgesi olan Struther arkadını tanımlamışlardır.²¹ Bu yapı kişilerin %70 kadarında bulunur. Struther ligamanı %1 olarak görülmektedir ve suprakondiler kemikten medial epikondile uzanmaktadır. Çok nadir olarak basıya neden olur. Doğumsal bir yapının neden daha sonrasında tuzak nöropatiye yol açtığı bilinmemektedir. Triseps kasının medial başının kısmen internal brakiyal segmentten orjin alması nedeniyle, bu kasın

kontraksiyonunun brakiyal ligament yoluyla belli hareketlerde ve postürde kronik tekrarlayan travmalar sonucu ulnar sinir üzerine bası yapabileceği düşünülmektedir.²²

Ulnar sinir kondiler olukta yüzeysel seyreder, bu nedenle eksternal travma ve basılara uğrayabilir. Uzun süre dirseğini sert bir masaya dayanarak telefonla konuşmak gibi minimal basınçlar bu bölgede ulnar sinir lezyonuna yol açabilir.⁶

Dirsekte en önemli sıkışma bölgelerinden biri de kübital tüneldir.²² Bu kavram Osborne (1957) ile Fiendel ve Stafford (1958) tarafından geliştirilmiştir.²³ Ulnar sinir dirsekte kondiler oluşu geçtikten sonra FKU aponörotik arkının altına girer. Bu sert yapının üstten basısı ile veya kanal içinde kronik basısı sonucunda sıkışma olabilir. Dirseğin tam fleksiyonu sırasında kübital tünel hacmi %55 azalır, ekstansiyonunda humeroulnar ark gevşer ve kübital tünel kapasitesi artar.¹⁴

Dirsekte uzun süreli immobilizasyon (kırık, omuz dislokasyonu, uyku sırasında) sinirde gerilime ve uzunluğunda değişime yol açarak sinirin komprese olmasını sağlamaktadır.¹²

Bu bölgenin anatomik özellikleri yanı sıra bireysel faktörlerin ve mesleki uğraşların etkisi ile dirsekte ulnar sinir nöropatisi riski artmaktadır.

1- Sistemik Hastalıklar

- Diyabetes Mellitus
- Kronik alkolizm
- Renal hastalık

- Malnutrisyon

- Lepra

2- Dirsekte kemik deformitesi

- Kırık
- Cubitus valgus
- Romatoid Artrit
- Osteoartrit

3- Ekstresek baskı

- Turnike
- Tekrarlayıcı fleksiyon, uzun süreli vibratör kullanımı gerektiren

mesleki aktiviteler

- Kronik mikro ve makro travmalar

4- İntrensek baskı

- Suprakondiler proçes
- Struther ligamanı
- Arkuat ligamanı
- Osborne ligamanı

- Ulnar sinir subluksasyonu

5- Yer kaplayan oluşumlar

- Ganglion
- Tümör
- Bursa
- Osteofit

Tablo 1: Dirsek Düzeyi Ulnar Nöropati Nedenleri (Stewart 2000'den değiştirilerek)

2.2.2.1. Klinik Bulgular

Hastalar genellikle son 2 parmakta uyuşukluk ve el sıkma gücünde azalma tanımlar. Bu yakınmalar genellikle dirsekler üzerinde dururken veya dirsek fleksiyonu ile ortaya çıkar. Kübital tünel üzerinde, proksimale ve distale yayılabilen ağrı ve hassasiyet tanımlayabilirler. Semptomlar künt bir rahatsızlık hissinden hipoesteziye kadar değişebilir. Başlangıçta intermitan olup daha sonra sürekli hal alabilir. Özellikle dirsek fleksiyonu ile ortaya çıkan gece yakınmaları oldukça rahatsız edicidir. İntrensek el kaslarının büyük kısmının ulnar sinir tarafından inerve olması nedeni ile, kronik olgular el kavrama gücünde azalma ve hüner kaybından yakınabilirler. Hem hipotenar hem de tenar çıkıntı atrofik olabilir. Başparmak abduksiyonu korunur.

Duysal semptomların egemen olduğu bilek kanalı sendromunun aksine, ulnar nöropatide motor semptomlar daha ön plandadır.⁵ Bazı olgularda, duyu belirtisi olmaksızın sinsi seyirli motor kayıp bulunabilir.

Fizik muayenede eklem hareket açıklığı, hassasiyet ve ulnar sinir subluksasyonu açısından muayene edilmelidir. Medial epikondil arkasındaki oluğa basınç uygulandığında, parestezi ortaya çıkabilir (Tinel bulgusu), asemptomatik kişilerde %24 oranında pozitif bulunabilir. 'Dirsek fleksiyon testi' en tanısal testtir.^{24,25} Dirsekte 90 dereceyi geçen fleksiyon, ön kolda supinasyon ve el bileğine ekstansiyon yaptırılır. 60 saniyede parestezinin ortaya çıkması veya artması durumunda test pozitif kabul edilir. 'Kompresyon testi'nde ise dirseğe kompresyonla 10 saniyede uyuşma ve parestezi gelişmesi durumunda test pozitif kabul edilir. İntrensek kas gücü ve el sıkma gücü muayenesi yapılmalıdır. Duyu muayenesinde ulnar sinir innervasyon bölgesindeki ağrı ve dokunma duyusu, 2 nokta ayrımı muayenesi yapılmalıdır. Dirsekte ulnar nöropatide, duysal bozukluk bulunduğunda, volar ve dorsal 5. parmak ve 4. parmağın yarısı etkilenir. Duyu bozukluğu el bileği düzeyine uzanmaz.

Şiddetli, uzun süreli olgularda klasik el postürleri ortaya çıkabilir.

Pençe el ulnar sinirin el bileği ve altındaki tüm lezyonlarında oluşur. İnterrössözler çalışmadığı için 4. ve 5. parmak hafif abduksiyonda durur.

Froment bulgusu, bir obje veya bir kağıt tutulmaya çalışıldığında ortaya çıkar; Adduktor pollicis ve fleksör pollicis brevis kası derin başı ve interrössözlerin güçsüzlüğü, çimdik hareketlerinde güçsüzlüğe yol açar. Bunu kompanse etmek için

median sinir innervasyonlu fleksör pollicis longus ve fleksör digitorum profundus kasları kasılarak başparmak interfalangeal ekleme fleksiyon yaptırılır.

Wartenberg belirtisi, 3. palmar interörössöz kasının güçsüzlüğüne bağlı olarak gelişen 5. parmaktaki abduksiyon postürüdür. Hasta özellikle elini cebine sokarken, parmağın cebin kenarına takılmasından yakınır.

2.2.2.2. Ayırıcı Tanı

Dirsekteki ulnar sinir nöropatileri değerlendirilirken, klinik ve elektrofizyolojik olarak ayırıcı tanı yapılmalıdır.⁵ Dirsekte ulnar sinir lezyonlarında ayırıcı tanıda düşünülmesi gereken hastalıklar şunlardır:

1. Amyotrofik Lateral Skleroz
2. Servikal syringomyeli
3. C8 – T1 Radikulopati
4. Torasik çıkış sendromu
5. Brakiyal pleksus lezyonları
6. Guyon kanal sendromu

Radikulopatide boyun ağrısı, ağrının kola yayılması, duysal bozukluğun ön kola yayılması, C8 – T1 innervasyonlu radyal ve median innervasyonlu kaslarda da güçsüzlük vardır.

Alt trunkus ve mediyal kord pleksopatisi, ender olarak görülebilir. Bu durumda da kök lezyonlarında olduğu gibi diğer sinirlerden innerve olan kaslarda güç kaybı ve elektromyografi (EMG) bulguları eşlik eder.

2.2.3. Ön Kol Ulnar Nöropatileri

Ön kolda ulnar nöropatiler seyrek, sıklıkla bilek ve dirsek düzeyindeki ulnar nöropatiler ile karışabilir. En sık nedenleri; ⁵

1. Bası
 - FKU kası ve aponevrozu distalinde
 - Kas içi hematoma
 - Kompartman sendromları
2. Ön kol kırıkları
3. İskemik nöropati (Diyaliz fistülü)

2.2.4. El Bileği ve El Düzeyinde Ulnar Nöropatiler

Klinik ve EMG olarak bilek ve eldeki ulnar sinir lezyonları genel olarak az tanınır. Klinik bakı ve EMG yöntemlerinin yetersiz uygulanması nedeni ile tanı bazen gözden kaçabilir. Ulnar sinir bilekte yukarıda psiform kemik ile aşağıda hamatum kemiğin çengeli arasındaki Guyon kanalından geçer, her iki kemik arasına uzanan

ligament kanalın tabanında bulunur. Sinirin bilekte en çok lezyona uğradığı yer burasıdır.^{26,27} Guyon kanalı düzeyi lezyonlarda etiyoloji sıklıkla tekrarlayan travma ve kompresyondur. Uzun süreli klavye kullananlar, marangozlar, tekerlekli sandalye, kanedye, bisiklet kullanıcılarında gelişebilir. Lezyonun bilekte bulunduğu yere ve etkilenen liflere göre motor defisit, duysal defisit veya kombinasyonları şeklinde semptomlar ortaya çıkar;²⁸

- Tip 1: Sinir Guyon kanalı içinde veya kanalın tam proksimalinde basıya uğrar, ulnar innervasyonlu el kaslarının tümünde güçsüzlük ve yüzeysel terminal duyu dalının dağılımında duyu kaybı mevcuttur. En sık görülen tiptir.

- Tip 2: Sinir Guyon kanalının tam distalinde basıya uğrarsa, duyu normal kalıp elin ulnar innervasyonlu kaslarında güçsüzlük gelişir.

- Tip 3: Derin motor dal, hipotenar kasları innerve ettikten sonra avuç içinde hasara uğrarsa duyu kaybı olmadan intrinsek kasları içeren güç kaybı görülür

- Tip 4: Guyon kanalı içinde veya tam distalinde yüzeysel terminal duyu dalının lezyonu ile oluşur. Elin distal palmar hipotenar alanının ve 4. ve 5. parmakların duyu kaybı görülür.

2.3. Elektrofizyolojik Bulgular

Sendromun tanısında klinik belirti ve bulgular esas olmakla birlikte, elektrofizyolojik incelemeler aşağıdaki nedenler açısından önemlidir:

1. Ulnar sinir hasarı düşünülen hastalarda tanının doğrulanması

2. Ulnar sinir lezyonu mevcut ise, seviyesinin lokalize edilmesi
3. Lezyon şiddetinin ortaya konması ve tedavisinin planlanması
4. Bu tarz semptom yaratabilecek diğer hastalıkların ayırıcı tanısı.

2.3.1. Dirsek Ulnar Lezyonlarında Elektrofizyoloji

2.3.1.1. Motor Sinir İletim Çalışmaları

Elektrofizyolojik incelemede en önemli bulgu, ulnar sinirin motor iletiminin dirsek segmentinde yavaşlamasıdır. Segment iletimi incelemesi sırasında dirseğin pozisyonu önemlidir. Bu yöntemde, dirsek 90 derece fleksiyon ve ön kol supinasyonda, omuz eksternal rotasyon ve 45 derece abduksiyonda iken, el bileği, medial epikondil distali ve proksimalinden uyarı verilir ve Abduktör Digiti Minimi (ADM) kasından kayıt yapılır. ADM kasından yanıt alınamayan, özellikle intrensek kaslarında atrofi olan, ilerlemiş olgularda FKU kasından kayıt yapılabilir. Önerilen dirsek pozisyonu 70 - 135 derece fleksiyonu olmakla birlikte, 90 dereceyi geçen fleksiyonda ulnar sinir dislokasyonu oluşabilir ve teknik hata yapılabilir. Bu nedenle 90 derece fleksiyonun geçilmemesi gerektiği çalışmalarda vurgulanmıştır. Dirsek ekstansiyonunda ulnar sinir gevşektir, yüzeysel ölçülen mesafe gerçek sinir uzunluğundan kısadır. Bu nedenle iletim daha yavaş bulunabilir ve yalancı pozitif sonuç elde edilebilir.^{18,29} Bunun yanı sıra motor iletim hızı ölçümlerinde ulnar oluk üstü ve altı arasında 8-10cm fark bulunmalıdır.^{5,30} Uyarının tam sinir üzerinden verilmesine de dikkat edilmelidir, yoksa amplitüdde düşme görülebilir.

Bu yöntem kullanılarak sendromun tanısında, 'American Association of Electrodiagnostic Medicine' tarafından aşağıdaki kriterler önerilmiştir.^{31,32}

1. Dirsek segmentinde ulnar sinir motor iletim hızının 50m/sn'den daha düşük olması
2. Dirsek segmentinde ulnar sinir motor iletim hızının ön kol segmentine göre 15m/sn daha düşük olması
3. Dirsek üzerinden uyarımla elde edilen BKAP amplitüdünün dirsek altından uyarıma göre %20 düşmesi

Eğer tüm kriterler karşılanırsa 'kesin', 2 kriter karşılanır ise 'muhtemel' kübital tünel tanısı konulmaktadır.

2.3.1.2. Kısa Segment Sinir İletim Çalışması

Konvansiyonel elektrofizyolojik yöntemler ile birçok olguda ulnar sinir lezyonu dirsek bölgesinde lokalize edilebilmektedir. Fakat uzun bir periferik sinirdeki lezyonu, sinirin normal olan kısmında, normal iletim hızının yavaşlamayı kompanse edebilmesi nedeni ile konvansiyonel yöntemler ile göstermek mümkün olmayabilir. Bu tip lezyonlarda tanısal duyarlılığın artırılması, spesifik kompresyon bölgelerinin ayırt edilebilmesi için yeni yöntemler geliştirilmiştir. Multisegmental motor sinir uyarım yöntemi ile iletim bloğu ve lezyon lokalizasyonu gösterilebilir.^{3,33}

Yöntemde, dirsekte 20mm'lik aralıklarla ulnar sinir uyarılmaktadır. Segmentte önceki veya bir sonraki aralığa göre iletim hızı yavaşlaması ve ani amplitüd

düşmesinin görülmesi, o seviyedeki fokal iletim bloğunun yerini tam olarak gösterebilir.^{3,5} Dirsekte en sık kompresyon bölgeleri retroepikondiler oluk ve humeroulnar arkad'tır. Yapılan çalışmalarda, yöntemin konvansiyonel yöntemlere göre daha yüksek duyarlılık gösterdiği ve bu iki bölgedeki kompresyonların ayırt edilmesinde önemli olduğu gösterilmiştir.^{3,4,33,34} Sulkustaki iletim bloğu, ulnar sinirin anterior pozisyonunu, kübital tünel sendromu ise dekompresyon işlemini gerektirmektedir⁵

Konvansiyonel yöntemlere göre daha zaman alıcı ve karmaşık yöntemler olup, teknik problemler verilerin yorumlanmasında güçlüğü yol açabilir.

2.3.1.3. Duysal Sinir İletim Çalışmaları

Ulnar sinir duysal iletim çalışmalarında antidromik yöntem ile, bilekten uyarım ve 5. parmağın kayıtlama yapılır, belirgin amplitüd düşüklüğü veya potansiyel kaybı görülebilir. Fakat bu bulguların lokalizasyon değeri yoktur. Median sinir duysal iletim çalışması normal ise, lokalizasyon için gereken elektrofizyolojik yöntemlere geçilmelidir. Duysal sinir iletim çalışmalarında cevap, asemptomatik karşı taraf ile karşılaştırılmalıdır. Elde edilen potansiyelde, karşı taraf duysal potansiyel amplitüdünün %50'sinden fazla küçülme, patolojik olarak kabul edilir.⁵

2.3.1.4. İğne EMG Çalışmaları

Konsantrik iğne EMG muayenesi de ulnar lezyonlarda çok önemlidir. Distalde aksonal dejenerasyon gelişip gelişmediğini, rejenerasyon varlığını ve lezyonun lokalizasyonunu ortaya koymada çok yardımcıdır. En çok kullanılan kaslar ön kolda FDP ve FKU ile elin ulnar kaslarıdır, median tenar kaslara da bakılmalıdır. Çok ılımlı ulnar lezyonlarda, iğne EMG’de patoloji bulunamayabilir.^{5,30}

2.3.2. El bileği ve El Düzeyi Ulnar Nöropatilerde Elektrofizyoloji

Bilek düzeyi ulnar sinir lezyonlarında dorsal kutanöz sinir Guyon kanalına gelmeden ulnar sinirden ayrıldığından, bu sinirin duysal iletiminin değerlendirilmesi önemlidir. Elde ulnar sinir innervasyonlu kasların incelenmesi ile, aksonal dejenerasyonun eşlik ettiği lezyonlarda denervasyon varlığı tespit edilir. Sinir Guyon kanalı içinde veya kanalın tam proksimalinde baskıya uğrarsa, ulnar innervasyonlu el kaslarının tümünde denervasyon bulguları ile yüzeysel terminal duyu dalının dağılım alanında duyu kaybı bulguları elde edilir. Guyon kanalının tam distalinde baskıya uğrarsa, elin ulnar innervasyonlu kaslarda denervasyon izlenir ancak duyu sağlam kalır. Derin motor dal hipotenar kasları innerve ettikten sonra avuç içinde hasara uğrarsa, duyu kaybı olmadan sadece intrinsek kaslarda denervasyon izlenir. Guyon kanalı içinde veya tam distalinde yüzeysel terminal duyu dalının lezyonu sonucunda elin distal palmar hipotenar alanının ve 4½ ve 5. parmakların duyu kaybı bulguları ve m.Palmaris brevis’te denervasyon bulguları elde edilir.

2.4. Tedavi

2.4.1. Dirsek Düzeyi Lezyonlarda Tedavi

Dirsek düzeyindeki ulnar sinir lezyonlarında öncelikle konservatif tedavi denenmelidir.³⁵ En önemli unsur hasta eğitimidir.³⁶ Günlük yaşamda sinir üzerine baskıdan kaçınmak, semptomları arttıran aktivitelerden uzak durmak, tekrarlayan dirsek kullanımını azaltmak gerekmektedir. Akılda tutulması gereken önemli bir konuda, tedavi edilmeyen kübital tünel sendromu bulunan kişilerin yarısının kendiliğinden iyileştiğidir.³⁷ Akut dönemde anti-inflamatuvar ilaçlardan yararlanılabilir. Hafif vakalarda dirseği ekstansiyonda tutmayı hatırlatan ve sinir üzerindeki basıncı azaltan dirsek pedleri veya yumuşak dirsek splintleri kullanılabilir. Kalıcı ağrı ve parestezi varlığında rijid termoplastik splint uygulanabilir.³⁸ Steroid enjeksiyonunun splint kullanımına ek fayda sağlamadığı belirtilmektedir.³⁹ Başlangıçta sürekli, sonrasında sadece geceleri kullanılması önerilmektedir. Dirseğin 45 derecede fleksiyonu ulnar sinir üzerindeki basıncı azaltmaya yönelik optimal pozisyon olarak kabul edilmektedir ve immobilizasyon bu derecede önerilmektedir. Ağrı ve inflamasyon kontrol altına alınınca dirsek fleksör ve ekstansörlerinin 0-45 derece ROM açıklığında kuvvetlendirilmesi gereklidir.

6-12 haftalık konservatif tedaviye yanıt yoksa, ilerleyici kas güçsüzlüğü gibi kronik nöropati bulguları ve parmak deformiteleri gelişirse cerrahi tedavi düşünülür.^{40,41} Cerrahi tedavi methodu lezyon yerine göre planlanmaktadır. Lezyon yeri elektrodiagnostik testlerle belirlenmektedir, böylece cerrahi başarı büyük oranda artmaktadır. Humeroulnar arkad lezyonlarında insitu dekompresyon,⁴¹ retrokondiler oluk lezyonlarında anterior transpozisyon tekniği uygulanmaktadır.⁴² Dekompresyon

vasküler hasar yaratmaksızın, kompresyon bölgesinde ulnar sinirin gevşetilmesidir. Post-op immobilizasyon gerektirmez ve kısa sürelidir. Fakat rekürrens oranı yüksektir ve eğer operasyon öncesi mevcut ise ulnar sinir subluksasyonu devam etmektedir. Anterior transpozisyon, ulnar sinirin uygun olmayan bir yataktan, birkaç santim uzatılarak, daha uygun bir alana taşınmasıdır. Dirsek fleksiyonu ile olan sinir üzerindeki bası azaltılır. Teknik olarak daha zordur ve komplikasyon riski fazladır.

2.4.2. Bilek Düzeyi Lezyonlarda Tedavi

Semptomları arttırıcı aktivitelerden uzak durulması konusunda hasta eğitilmelidir. Avuç içine dayanma, ağır taşıma, mouse kullanımı, motorsiklet binme gibi aktivitelere ara verilmelidir.⁴³ Bileği destekleyen mouse ve klavye pedleri, avuç içi ve hipotenar bölgeyi destekleyen jelli motorsiklet ve bisiklet eldivenleri kullanılabilir.⁴⁴ Erken dönemde gece ve gün içi breys kullanımı önemlidir. Breys kullanımı gece uykudayken elin kıvrılmasını önler, uyuşma ve ağrıyı azaltır, kanal içi yumuşak dokuları dinlendirir, eli istirahatte tutar. Ağrı kontrolüne yönelik NSAİİ'lar verilebilir. Etiyolojik faktör kitle lezyonu ise cerrahi tedavi planlanmalıdır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1.Hasta Seçimi

Çalışmaya 18 yaşın üzerindeki 100'ü kadın 100'ü erkek olmak üzere toplam 200 sağlıklı gönüllünün alınması ve gönüllülerin her bir yaş grubunda 20 kadın 20 erkek olacak şekilde seçilmesi planlandı. Oluşturulan yaş grupları ve gönüllülerin yaş gruplarına ve cinsiyete göre planlanan dağılımı Tablo 2'de görülmektedir.

Tablo 2: Yaş Gruplarına ve Cinsiyete Göre Çalışmaya Alınması Planlanan Gönüllülerin Dağılımı

Yaş grupları	Kadın (n)	Erkek (n)	Toplam
18 – 29	20	20	40
30 – 39	20	20	40
40 – 49	20	20	40
50 – 59	20	20	40
60 - 72	20	20	40
Toplam (18 – 72)	100	100	200

Gönüllüler, Polikliniğimize başvuran, üst ekstremité yakınması ve nöropati düşündürecek şikayeti bulunmayan ve risk taşımayan hasta ve hasta yakınları, sağlık personeli ve yakınları, üniversitede okuyan öğrenciler ve yakınları arasından seçildi. İlk değerlendirmede, 18 yaş üstünde olan, kol ve bacaklarda duyuşal (hissizlik, karıncalanma, nöropatik ağrı) ve motor (güçsüzlük) yakınması olmayan, son 1 ay

içinde günde 2 adetten fazla alkollü içki kullanmayan, nörotoksik ilaç kullanmayan, diyabeti veya bozulmuş glukoz toleransı, tedavi edilmemiş troid, böbrek veya karaciğer hastalığı bulunmayan, ailesel nöropati hikayesi bulunmayan ve çalışmaya katılmaya istekli kişiler belirlendi. Bu kişilerin daha sonra, ayrıntılı nörolojik sistem muayeneleri yapıldı. Kas kuvveti, duyu ve refleks muayeneleri normal olan gönüllülerde standart sinir iletim incelemeleri gerçekleştirildi. Median, ulnar ve sural sinir duysal iletimleri, median, ulnar ve peroneal sinir motor iletimleri normal olan gönüllüler çalışmaya dahil edildi (Tablo 3). Hastalar çalışmaya alınmadan önce çalışma hakkında bilgilendirilmiş ve Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma Etik Kurulu tarafından belirlenen bilgilendirilmiş gönüllü olur formunu okuyup imzalamışlardır.

Tablo 3: Çalışmaya Dahil Edilme ve Dışlanma Kriterleri

Çalışmaya dahil edilme kriterleri	Çalışmadan dışlanma kriterleri
• 18 yaş üstü olmak • Kol ve bacaklarda duysal (hissizlik, karıncalanma, nöropatik ağrı) ve motor (güçsüzlük) yakınması olmamak • Son 1 ay içinde günde 2 adetten fazla alkollü içki kullanmamış olmak • Nörotoksik ilaç kullanmamak • Diyabeti veya bozulmuş glukoz toleransı bulunmamak • Tedavi edilmemiş troid, böbrek veya karaciğer hastalığı bulunmamak	• 18 yaşından küçük olmak • Servikal radikülopati, brakial pleksopati, polinöropati, myopati düşünderecek semptom ve bulguların olması • Nöropati açısından risk taşıyan diyabetes mellitus, bozulmuş glukoz toleransı, tedavi edilmemiş troid, böbrek ve karaciğer hastalığı, ailesel nöropati hikayesi bulunması ve nörotoksik ilaç kullanıyor olmak • Nörolojik ve üst ekstremité muayenesinde patoloji tespit edilmesi • Rutin elektrofizyolojik çalışmalarda

• Ailesel nöropati hikayesi bulunmamak • Nörolojik ve üst ekstremité lokomotor muayenesinin normal olması • Rutin elektrofizyolojik sinir iletim değerlerinin normal olması	anormal bulgular elde edilmesi
---	--------------------------------

Çalışmaya alınan 200 gönüllünün yaş, cins, vücut ağırlığı, boy, Beden Kitle İndeksi (BKİ) değerleri kaydedildi.

3.2.Elektrofizyolojik Çalışmalar:

Elektrofizyolojik incelemeler, 200 gönüllünün tümünde her iki ekstremitéde de gerçekleştirildi. Tüm elektrofizyolojik incelemeler Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Kliniği Elektrofizyoloji Laboratuvarı'nda bulunan elektromiyografi cihazı ile gerçekleştirildi. Kayıtlamalar ADM kasından, 15mmx20mm kayıt alanı olan kendinden jelli yüzeyel kayıt elektrodları (Medtronic-9013S0211) kullanılarak yapıldı. Uyarıcı elektrod olarak 6mm çaplı, anod ve katod arasında 23mm mesafe olan yüzeyel uyarıcı elektrod kullanıldı (Medtronic-9013L0361). Filtre ayarları 5 Hz – 10 kHz, uyarı süresi 0.1msn, uyarı frekansı 1 Hz olarak ayarlandı. Tüm katılımcıların deri ısısının 31 – 34 °C olması sağlandı.

3.2.1.Ulnar Sinir Motor İletim Çalışması

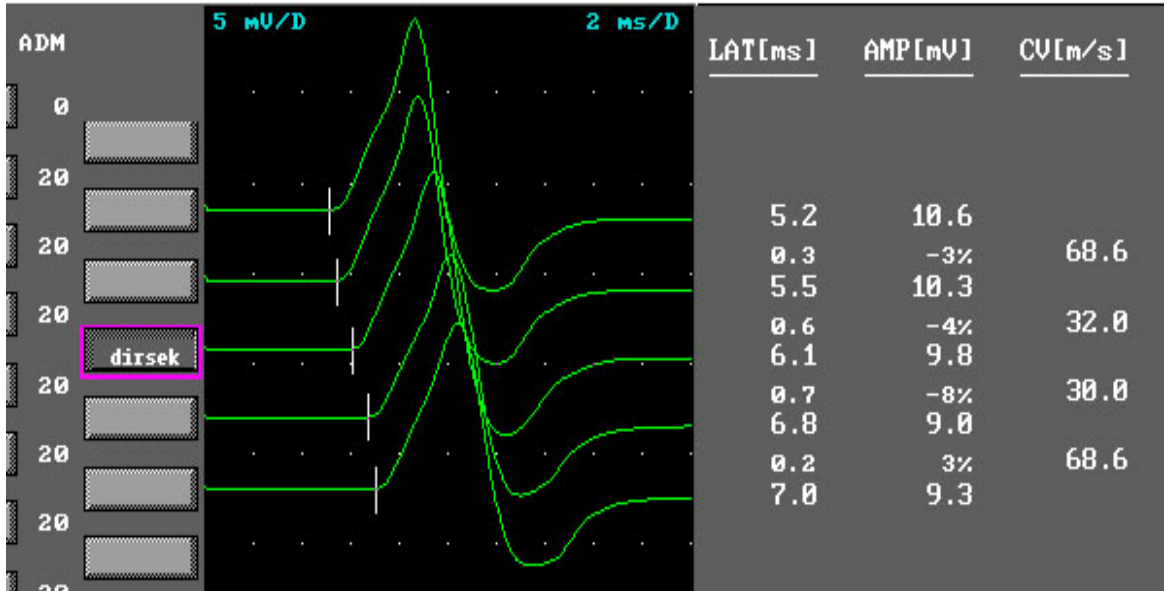
Ulnar sinir motor iletim çalışması hasta sırtüstü pozisyonda iken, omuz 45 derece abduksiyonda ve eksternal rotasyonda, dirsek 90 derece fleksiyonda, ön kol supinasyonda iken yapıldı. Ulnar sinir proksimal bilek kıvrımı, medial epikondil ile olekranon arasındaki oluğun 4cm distali ve 6cm proksimalinden olmak üzere üç noktadan supramaksimal şiddette uyarıldı. Her noktadan uyarımla ADM kasından elde edilen birleşik kas aksiyon potansiyellerinin (BKAP) amplitüdleri, her iki uyarımla elde edilen BKAP amplitüdleri arasındaki yüzdelik fark değerleri, distal latans değerleri ve ön kol segmentindeki ve dirsek segmentindeki iletim hızları kaydedildi.

3.2.2.Dirsek Düzeyinde Ulnar Sinir Kısa Segment Sinir İletim Çalışması

Bu inceleme sırasında da aynı hasta pozisyonu ve kayıtlayıcı elektrod pozisyonu korundu. Medial epikondilden olekranona bir hat çizilip, ulnar oluğun orta noktası işaretlendi. Bu düzeyden itibaren, 40mm distali ve 60mm proksimali arasındaki 100mm'lik kısım 20mm aralıklar ile işaretlendi [Dirsek altı 40mm (D-4), dirsek altı 20mm (D-2), dirsek (D-0), dirsek üstü 20mm (D+2), dirsek üstü 40mm (D+4) ve dirsek üstü 60mm (D+6)] (resim 5). Ulnar sinir işaretli her noktadan, supramaksimal uyarım ve yeterli basınç uygulanarak katod ile uyarılarak ADM kasından kayıtlama yapıldı. Her bir noktadan uyarımla ADM kasından elde edilen birleşik kas aksiyon potansiyellerinin (BKAP) amplitüdleri, her iki ardışık uyarımla elde edilen BKAP amplitüdleri arasındaki yüzdelik fark değerleri, ardışık iki uyarı noktası arasındaki distal latans fark değerleri ve her bir kısa segmentteki iletim hızı değerleri kaydedildi (resim 6).



Resim 5: Dirsekte 20mm Segmentler



Resim 6: Kısa Segment İletim Çalışmasında Elde Edilen Veriler

4. İSTATİSTİKSEL YÖNTEM

İstatistiksel değerlendirme SPSS 10.0 for windows software paket programı kullanılarak yapıldı.

Gönüllülerin demografik verileri ve elektrofizyolojik değişkenler için tanımlayıcı ve frekans analizleri gerçekleştirildi. Verilerin dağılımının normal olup olmadığı One-Sample Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Gruplar arası karşılaştırmalar , dağılımın normal olduğu değişkenler için “bağımsız değişkenler için t testi” ile, dağılımın normal olmadığı değişkenler için “Mann Whitney-U testi” ile analiz edildi. Dominant ve nondominant taraftan elde edilen verilerin karşılaştırılmasında “Wilcoxon testi” kullanıldı. Dağılımı normal olan verilerin bağımsız değişkenlerle (yaş, cins, boy, VA ve BKİ) ilişkileri “Spearman korelasyon analizi” ile , dağılımı normal olmayan verilerin bağımsız değişkenlerle ilişkileri “Pearson korelasyon analizi” ile test edildi. Her bir elektrofizyolojik parametre için bağımsız değişkenlerin (yaş, cins, boy, VA ve BKİ) etkisi stepwise regresyon analizi ile değerlendirildi. Parametre üzerine etkili olan bağımsız değişkenlerle regresyon modeli oluşturuldu. Tüm istatistiksel analizlerde anlamlılık derecesi $p<0.05$ olarak kabul edildi.

Referans değerlerin belirlenmesinde bir çok istatistiksel yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin en yaygını, verilen değişken için ortalama $\pm 2SS$ değerinin hesaplanmasıdır. Bu değer anormal değer alt veya üst sınırını oluşturmaktadır. Ancak bu yöntemin kullanılabilmesi için, verilerin dağılımının normal olması gerekmektedir. Verilerin dağılımın normal olmaması durumunda kullanılacak yöntem ise, persentil değerlerinin belirlenmesidir. Belli bir persentil değerinin altındaki veya üzerindeki değerler anormal değer alt veya üst sınırını

oluşturmaktadır. Çalışmamızda elde edilen verilerde dağılımın normal olması durumunda hem ortalama $\pm 2SS$ değerleri hem de persentil değerleri, dağılımın normal olmaması durumunda ise persentil değerleri belirlendi. Bu değerler her yaş grubu için ayrı ayrı belirlendi. Normal ile anormal ayırımının yapılabilmesi ve referans verilerin elde edilebilmesi için alt ve üst persentil değerleri belirlendi. Amplitüd ve iletim hızı değerleri için düşük persentil değerleri (%2, %5 ve %10), latans değerleri için yüksek persentil değerleri (%90, %95, %98) belirlendi.

5.BULGULAR:

5.1. Demografik Veriler:

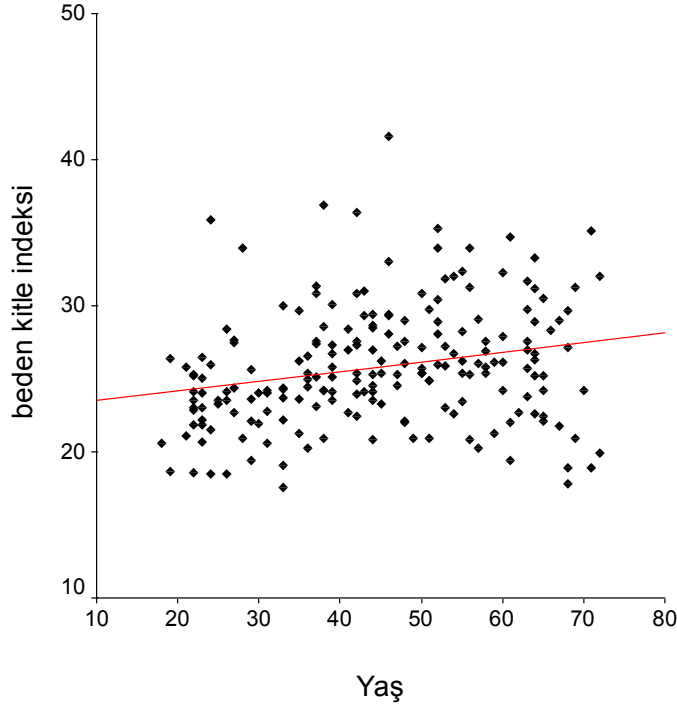
Çalışmaya alınan 200 gönüllünün (100 kadın 100 erkek) yaşları 18 ile 72 arasında değişmekte olup, yaş ortalamaları 44.6 ± 14.5 idi. Ortalama vücut ağırlıkları 71.8 ± 12.4 kg (40kg-116), ortalama boyları 166 ± 9.1 cm (142-187), ortalama BKİ 25.8 ± 4.1 (17.5-41.5) idi (Tablo 4). Kadınlarla erkeklerin demografik verilerinin istatistiksel karşılaştırılmasında, erkeklerin hem boylarının hem de vücut ağırlıklarının kadınlara göre daha yüksek olduğu, ancak yaş ve BKİ değerleri açısından aralarında istatistiksel anlamlı farklılık olmadığı görüldü (Tablo 4). Yaş ile BKİ arasında istatistiksel anlamlı pozitif ilişki saptandı (Pearson korelasyon analizi; korelasyon katsayısı; 0.234, $p=0.001$) (Şekil 1). Boy ile vücut ağırlığı arasında istatistiksel anlamlı pozitif ilişki mevcuttu (Pearson korelasyon analizi; korelasyon katsayısı; 0.436, $p=0.000$).

Tablo 4: Gönüllülerin Demografik Özellikleri

Cinsiyet	Yaş		VA		Boy		BKİ	
	Ort± SS	min-maks	Ort ± SS	min-maks	Ort ± SS	min-maks	Ort ± SS	min-maks
Kadın (n=100)	44.8±14.4	18-72	67.7±11.5	40-103	161.1±6.3	142-176	26.1±4.2	17.6-36.9
Erkek (n=100)	44.3±14.6	22-72	75.9±11.9*	51-116	172±7.5*	156-187	25.5±3.9	18.5-41.5
Toplam (n=200)	44.6±14.5	18-72	71.8±12.4	40-116	166±9.1	142-187	25.8±4.1	17.5-41.5

VA: Vücut ağırlığı, BKİ: Beden Kitle İndeksi

*: kadınlarla erkekler arasında istatistiksel anlamlı farklılık ($p < 0.05$)



Şekil 1. BKİ ile yaş arasındaki anlamlı pozitif ilişki.

Regresyon modelinde; $BKİ = 22.84 + (0.234 \times \text{yaş})$

5.2.Elektrofizyolojik Bulgular

Çalışmaya alınan 200 gönüllünün 8'inin dominant eli sol taraf iken, 192 gönüllünün sağ tarafı dominant idi. Elektrofizyolojik incelemeler tüm olgularda her iki tarafta da gerçekleştirildiğinden, hem dominant hem de non-dominant ellerden veriler elde edilmiş oldu.

5.2.1.Konvansiyonel Yöntem İle Elde Edilen Değerler

Ön kol segment iletim hızı değerlerinin dağılımı normal iken (Kolmogorov-Smirnov testi, $p=0.099$) dirsek segment iletim hızı değerlerinin dağılımının normal olmadığı görüldü(Kolmogorov-Smirnov testi, $p=0.022$).

Dominant ve non-dominant tarafta elde edilen değerlerin ortalama, standart sapma ve ortanca değerleri Tablo 5’de görülmektedir. Dominant tarafta elde edilen veriler ile non-dominant taraftan elde edilen veriler arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunmamaktaydı (ön kol segment iletim hızı; eşleştirilmiş t testi, $p=0.06$, dirsek segment iletim hızı; Wilcoxon testi, $p=0.079$). Bu nedenle diğer veri analizleri dominant taraftaki verilerle gerçekleştirildi.

Tablo 5: Dominant ve Non-dominant Tarafta Ön Kol Segment ve Dirsek Segment İletim Hızı Değerleri

İletim Hızı (m/s)		Ort $\pm$ SS	Min – Max	Ortanca	P
ÖnKol Segment	Dominant	61.2 $\pm$ 5.1	50 – 75	60.6	0,06
	Non Dominant	62.0 $\pm$ 5.4	50 – 78	61.0	
Dirsek Segment	Dominant	60.9 $\pm$ 6.5	50 – 83	61.8	0,079
	Non Dominant	61.6 $\pm$ 6.7	50 – 83	62.5	

Tablo 6’da ön kol segment ve dirsek segment iletim hızı için saptanan referans değerler verilmektedir. Ön kol segment iletim hızı verilerinin dağılımının normal olması nedeniyle ort-2SS yönteminin, dirsek segment ileti hızı değerlerinin dağılımının anormal olması nedeniyle persentil yönteminin daha uygun olduğu düşünüldü. Buna göre, referans değeri ön kol segment iletim hızı için 51m/sn, dirsek segment iletim hızı için 50m/sn olarak belirlendi.

Tablo 6: Ön Kol Segment ve Dirsek Segment İletim Hızı Referans Değerleri

İletim Hızı (m/sn)	Ort - 2SS	Persentil değerleri		
		2.	5.	10.
Ön Kol Segment	<u>51.0</u>	51.3	52.6	55.0
Dirsek Segment	48.1	50.0	<u>50.0</u>	52.6

Kadınların hem ön kol segment hem de dirsek segment iletim hızı değerlerinin erkeklere göre istatistiksel olarak anlamlı yüksek olduğu görüldü (Mann Whitney testi, sırasıyla $p=0.021$ ve $p=0.012$, Tablo 6). Bununla birlikte, dirsek segmentindeki 5.persentil değerlerinin hem kadınlarda hem de erkeklerde 50m/sn olduğu saptandı (Tablo 7).

Tablo 7: Cinsiyete Göre Ön Kol ve Dirsek Segment İletim Hızı Değerleri

İletim Hızı (m/sn)	Ort $\pm$ SS	Min – Max	Ortanca	Persentil değerleri		
				2.	5.	10.
Ön kol segment						
Kadın*	62.1 $\pm$ 5.4	50 – 75	61.3	50.6	<u>52.6</u>	55.9
Erkek	60.4 $\pm$ 4.7	51 – 71	60.0	50.0	<u>50.0</u>	51.7
Dirsek segment						
Kadın*	62.2 $\pm$ 6.8	50 – 83	62.5	50.0	<u>50.1</u>	52.6
Erkek	59.6 $\pm$ 5.8	50 – 77	58.8	50.0	<u>50.0</u>	52.4

* : Kadınlarla erkekler arasında istatistiksel anlamlı farklılık (Mann Whitney U test, $p < 0.05$)

Yaş ile iletim hızı değerlerinin ilişkisine bakıldığında, artan yaşla birlikte iletim hızı değerlerinde istatistiksel anlamlı değişiklik olmadığı saptandı (Spearman korelasyon analizi; ön kol iletim hızı: korelasyon katsayısı=0.126, $p=0.075$, dirsek segment iletim hızı: korelasyon katsayısı =0.016, $p=0.826$). Her bir yaş dekadındaki değerler arasında da istatistiksel anlamlı farklılık bulunmamaktaydı (Kruskal Wallis test; ön kol iletim hızı: $p=0.328$, dirsek segment iletim hızı: $p=0.205$; Tablo 8).

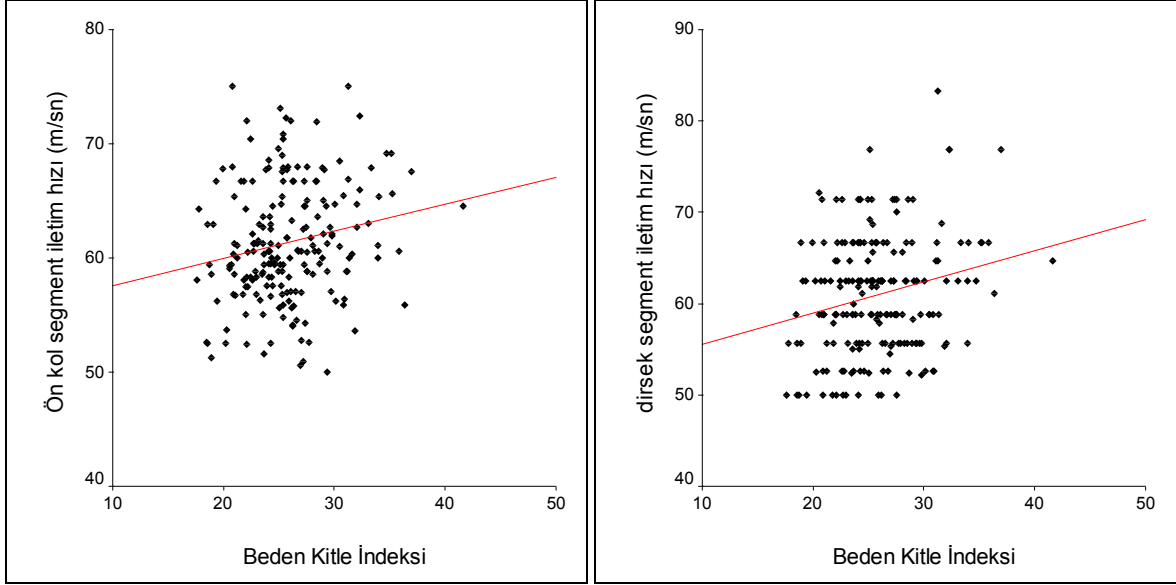
Tablo 8: Yaş Gruplarına Göre Ön Kol ve Dirsek Segment İletim Hızı Değerleri

Yaş grupları		İletim Hızı (m/sn)			
		Ort ± SS	Min – Max	Ort – 2SS	5.persentil
Önkol segment	18-29	61.0 ± 5.0	53 – 72	51.0	52.6
	30-39	60.4 ± 4.7	51 – 71	51.5	52.6
	40-49	60.6 ± 4.7	50 – 72	51.2	52.8
	50-59	61.5 ± 5.7	51 – 75	50.1	51.0
	60-72	62.6 ± 5.4	51 – 75	51.8	52.4
Dirsek segment	18-29	60.4 ± 5.9	50 – 71	48.6	50.0
	30-39	62.9 ± 7.0	50 – 77	48.9	52.6
	40-49	59.8 ± 5.4	50 – 71	49.8	50.0
	50-59	59.8 ± 5.7	50 – 77	48.4	52.4
	60-72	61.7 ± 7.4	50 – 83	46.9	50.0

Yaş grupları arasında istatistiksel anlamlı farklılık yok (Kruskal Wallis test; ön kol iletim hızı: p=0.328, dirsek segment iletim hızı: p=0.205)

İletim hızı değerlerinin BKİ ile ilişkisine bakıldığında, BKİ arttıkça iletim hızlarının da anlamlı artış gösterdiği saptandı (Spearman korelasyon analizi; ön kol iletim hızı: korelasyon katsayısı=0.189, p=0.007, dirsek segment iletim hızı: korelasyon katsayısı =0.152, p=0.032). (Şekil 2). BKİ ≥ 25 olanlarla BKİ <25 olanların değerleri karşılaştırıldığında, dirsek ve ön kol segment iletim hızlarının BKİ ≥ 25 olanlarda istatistiksel anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu saptandı (ön kol iletim hızı;

bağımsız değişkenler için t testi; $p=0.035$; dirsek segment iletim hızı; Mann Whitney test, $p=0.042$). Benzer şekilde referans değerler de $BKİ \geq 25$ olanlarda daha yüksek idi (Tablo 9).



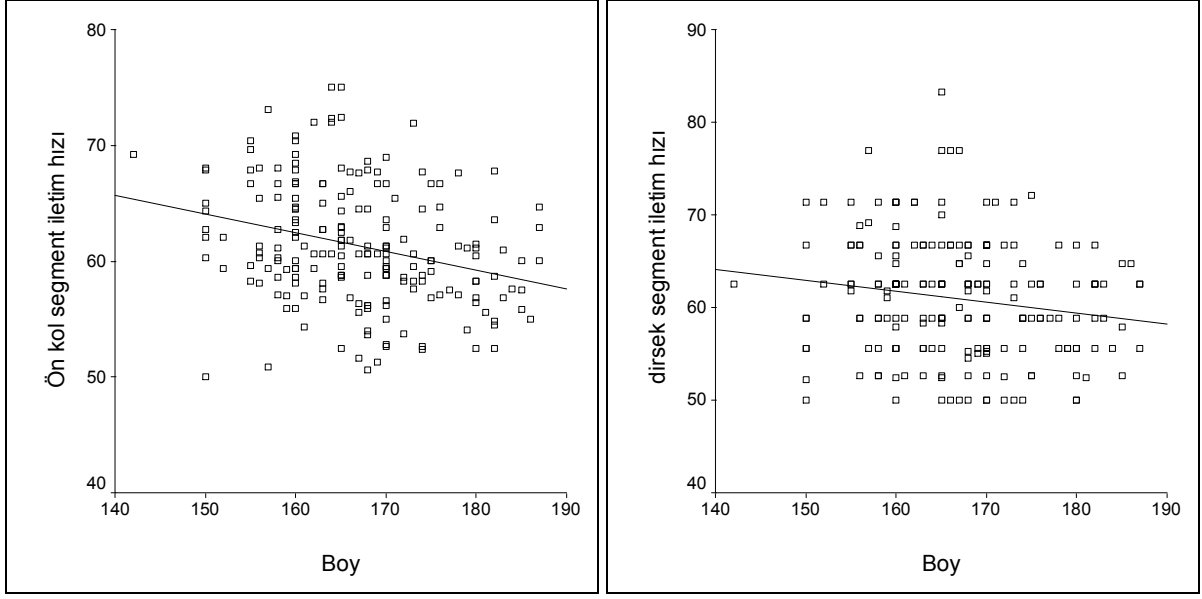
Şekil 2. Beden kitle indeksi ile ön kol segment ve dirsek iletim hızları arasında pozitif lineer ilişki saptandı .

Tablo 9: Beden Kitle İndeksine Göre Ön Kol Segment ve Dirsek Segment İletim Hızı Değerleri

İletim Hızı (m/sn)	Ort $\pm$ SS	Min – Max	Ortanca	Referans değerleri	
				Ort – 2SS	5.persentil
Ön kol segment					
BKI<25 (n: 89)	60.4 $\pm$ 4.6	51 – 75	60.0	<u>51.2</u>	52.5
BKI$\geq$25 (n: 111)	62.0 $\pm$ 4.9*	50 – 75	61.8	<u>52.2</u>	53.2
Dirsek segment					
BKI<25 (n: 89)	59.9 $\pm$ 6.3	50 – 72	58.8	47.3	<u>50.0</u>
BKI$\geq$25 (n: 111)	61.7 $\pm$ 6.4	50 – 83	62.5*	48.9	<u>52.4</u>

*: gruplar arasında istatistiksel anlamlı farklılık (ön kol iletim hızı; bağımsız değişkenler için t testi; p=0.035; dirsek segment iletim hızı; Mann Whitney test, p=0.042).

İletim hızı değerlerinin boy ve VA ile ilişkisine bakıldığında, boy arttıkça hem ön kol segment hem de dirsek segment iletim hızlarının anlamlı düşüş gösterdiği saptandı (Spearman korelasyon analizi; ön kol iletim hızı: korelasyon katsayısı=-0.306, p=0.000, dirsek segment iletim hızı: korelasyon katsayısı =0.-168, p=0.017, şekil 3).



Şekil 3. Boy ile ön kol segment ve dirsek iletim hızları arasında negatif lineer ilişki saptandı .

104 gönüllüde, dirsek segmentindeki iletim hızı ön kol segmentindeki iletim hızına göre düşüş göstermekteydi. Bu düşüşün ortalama değeri 5.3 ± 2.6 m/sn olup, veriler normal dağılım göstermekteydi (Kolmogorov Simirnov testi, $p=0.152$). Gerek $ort+2SS$, gerekse persentil değerlerinin 10msn civarında olduğu saptandı (Tablo 10). İletim hızındaki düşüş değerleri açısından yaş, cinsiyet ve BKİ grupları arasında anlamlı fark saptanmadı.

Tablo 10: Dirsek Segmentindeki İletim Hızının Ön Kol Segmentindeki İletim Hızına Göre Düşüş Değerleri

	Ort $\pm$ SS	Min–Max	Ortanca	Referans değerler			
				Ort+2SS	%90	%95	%98
İletim hızı segment farkı (m/sn)	5.3 ± 2.6	0,4 -12.9	5.5	<u>10.5</u>	9.2	<u>9.9</u>	10.5

149 gönüllüde, dirsek üstü uyarımla elde edilen BKAP amplitüdünde dirsek altı uyarımla elde edilen BKAP amplitüdüne göre düşüş görüldü. Bu düşüşün ortalama değeri 5.7 ± 4.4 olup, %1 ile %19 arasında değişmekteydi. Amplitüd düşüş oranı açısından dominant ve non-dominant taraf arasında istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı (Wilcoxon testi, $p=0.128$). Veri dağılımının normal olmaması (Kolmogorov Simirnov testi, $p=0.000$) nedeniyle referans değer olarak persentil değerleri belirlendi (Tablo 11). Artan yaşla birlikte, 5.persentil değerlerinde de artış olmakla birlikte, bu ilişkinin istatistiksel anlamlı düzeyde olmadığı görüldü (Spearman korelasyon analizi; korelasyon katsayısı: 0.145, $p=0.078$). Yaş grupları arasında da istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı (Kruskall Wallis testi, $p=0.088$). BKİ ile amplitüd düşüşü arasında anlamlı ilişki saptanmazken ($r=0.006$, $p=0.943$) kadınlarla erkekler arasında da istatistiksel anlamlı farklılık saptanmadı (Mann Whitney test, $p=0.089$).

Tablo 11: Dirsek Segmentinde Amplitüd Düşüş Oranları

	Ort $\pm$ SS	Min–Max	Ortanca	Persentil değerleri		
				%2	%5	%10
Amplitüd düşüş (%)	5.7 $\pm$ 4.4	1-19	4.0	17	<u>15.5</u>	12
18-29 yaş	5.0 $\pm$ 3.8	1 – 15	4	15	<u>14.4</u>	11.6
30-39 yaş	4.9 $\pm$ 3.9	1 – 17	4	17	<u>16.3</u>	10.2
30-49 yaş	5.8 $\pm$ 3.9	1 – 17	5	17	<u>16.3</u>	11.2
50-59 yaş	5.3 $\pm$ 4.8	1 – 18	3	18	<u>16.6</u>	13.8
60-72 yaş	7.3 $\pm$ 4.8	1 – 19	6	19	<u>16.7</u>	15

Ön kol segment ve dirsek segment iletim hızı değerlerine yaş, cins, boy, VA ve BKİ gibi bağımsız değişkenlerin etkisi “Stepwise regresyon analizi” ile test edildi. Ön kol segment iletim hızı üzerinde boyun, dirsek segment iletim hızı üzerinde BKİ’nin bağımsız etkisi olduğu saptandı ($p<0.05$). BKİ ve boya göre belirlenmiş regresyon modelleri Tablo 12’de görülmektedir. İletim hızı ve amplitüd düşüş oranlarına herhangi bir bağımsız değişkenin etkisi gösterilemedi.

Tablo 12: Ön Kol Segment ve Dirsek Segment İletim Hızı Üzerine Etkili Bağımsız Değişkenlerle Oluşturulmuş Regresyon Modeli

	Regresyon modeli	%95 CI (alt sınır-üst sınır)		
		sabit	BKİ	Boy
Önkol segment iletim hızı	$88.3 - (0.17 \times \text{boy})$	75-101		-0.01-(-0.22)
Dirsek segment iletim hızı	$52.1 + (0.342 \times \text{BKİ})$	47-57	0.12 - 0.56	

5.2.2. Kısa Segment Sinir İletim Çalışması Değerleri

Dirsek segmentindeki her bir kısa segmentteki iletim hızlarının dağılımının normal olmadığı görüldü(Kolmogorov-Smirnov testi, $p=0.000$).

Dominant ve non-dominant tarafta elde edilen değerlerin ortalama, standart sapma ve ortanca değerleri Tablo 13’de görülmektedir. Dominant tarafta elde edilen veriler ile non-dominant taraftan elde edilen veriler arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunmamaktaydı (Wilcoxon testi, $p>0.005$). Bu nedenle diğer veri analizleri dominant taraftaki verilerle gerçekleştirildi.

Tablo 13: Dominant ve Non-dominant Tarafta Kısa segment İletim Hızı Değerleri

Kısa segmentler		Ort $\pm$ SS	Min– Max	Ortanca	p
(D-4) – (D-2)	Dominant	72.4 $\pm$ 23.6	40.0 – 120	60	0.069
	Non Dominant	76.9 $\pm$ 28.9	40.0 – 120	70	
(D-2) – (D)	Dominant	59.2 $\pm$ 19.7	26.7 – 120	60	0.060
	Non Dominant	55.8 $\pm$ 20.3	30.0 – 120	48	
(D) – (D+2)	Dominant	54.9 $\pm$ 18.4	26.7 – 120	48	0.096
	Non Dominant	55.3 $\pm$ 20.1	30.0 – 120	48	
(D+2) – (D+4)	Dominant	62.9 $\pm$ 19.3	40.0 – 120	60	0.073
	Non Dominant	64.8 $\pm$ 20.1	40.0 – 120	60	
(D+4) – (D+6)	Dominant	64.1 $\pm$ 17.7	40.0 – 120	60	0.052
	Non Dominant	70.2 $\pm$ 18.5	40.0 – 120	60	

Dirsek altı 4 cm (D-4), dirsek altı 2cm (D-2), dirsek (D-0), dirsek üstü 2cm (D+2), dirsek üstü 4cm (D+4) ve dirsek üstü 6cm (D+6).

Tablo 14’de her bir kısa segmentteki iletim hızı için saptanan referans değerler verilmektedir. Verilerin dağılımının normal olmaması nedeniyle referans değer olarak persentil değerleri belirlendi. Buna göre, 5. persentil değerlerinin 1.,4. ve 5. segmentlerde 40m/sn, 2.segmentte 34m/sn, 3.segmentte ise 30m/sn olduğu görüldü.

Tablo 14: Kısa Segment İletim Hızı Referans Değerleri

Kısa Segmentler	Persentil değerleri		
	2.	5.	10.
(D-4) – (D-2)	40	<u>40</u>	48
(D-2) – (D)	34	<u>34</u>	40
(D) – (D+2)	30	<u>30</u>	34
(D+2) – (D+4)	40	<u>40</u>	40
(D+4) – (D+6)	40	<u>40</u>	48

Kadınların kısa segment hızı değerlerinin erkeklere göre yüksek olduğu, ancak bu yüksekliğin sadece 1. aralıkta istatistiksel anlamlı düzeyde olduğu görüldü. (Mann Whitney testi, sırasıyla $p=0.018$ ve $p=0.012$, Tablo 15). Bununla birlikte, 5. persentil değerlerinin her iki cinste de 1.,4. ve 5. segmentlerde 40m/sn, 2.segmentte 34m/sn, 3.segmentte ise 30m/sn olduğu görüldü.

Tablo 15: Cinsiyete Göre Kısa Segment İletim Hızı Değerleri

İletimHızı (m/sn)	Ort ± SS	Min – Max	Ortanca	5.persentil
(D-4) – (D-2)				
Kadın*	78.4 ± 24.8	40 – 120	80	40
Erkek	66.3 ± 20.7	40 – 120	60	40
(D-2) – (D)				
Kadın	55.1 ± 15.3	26.7 – 120	48	34
Erkek	53.4 ± 22.6	34 – 120	48	34
(D) – (D+2)				
Kadın	55.1 ± 18.5	30 – 120	48	30
Erkek	54.4 ± 18.2	26.7 – 120	48	30
(D+2) – (D+4)				
Kadın	65.9 ± 19.9	40 – 120	60	40
Erkek	62.9 ± 18.4	40 – 120	60	40
(D+4) – (D+6)				
Kadın	64.1 ± 15.6	40 – 120	60	40
Erkek	64.2 ± 19.7	40 – 120	60	40

* : Kadınlarla erkekler arasında istatistiksel anlamlı farklılık (Mann Whitney U test, p<0.05)

Yaş ile iletim hızı değerlerinin ilişkisine bakıldığında, artan yaşla birlikte iletim hızı değerlerinde istatistiksel anlamlı değişiklik olmadığı saptandı (Spearman korelasyon analizi; $p>0.05$). Her bir yaş dekadındaki değerler arasında da istatistiksel anlamlı farklılık bulunmamaktaydı (Kruskal Wallis test; $p>0.05$). Bununla birlikte, yaş gruplarına göre belirlenen 5.persentil değerlerinin ilk 3 kısa segmentte 30 yaştan sonra düşüş gösterdiği saptandı (Tablo 16).

Tablo 16: Yaş Gruplarına Göre Kısa Segment İletim Hızı 5.persentil Değerleri

Yaş grupları	5.persentil değerleri				
	(D-4)–(D-2)	(D-2)–(D)	(D)–(D+2)	(D+2)–(D+4)	(D+4)–(D+6)
18 – 29 yaş	48	40	34	40	40
30 – 39 yaş	40	34	30	40	40
40 – 49 yaş	40	34	30	40	40
50 – 59 yaş	40	34	30	40	40
60 – 72 yaş	40	30	30	40	40

İletim hızı değerlerinin BKİ ile ilişkisine bakıldığında, sadece 3.segmentte (medial epikondil ile 20mm proksimali arasında) BKİ arttıkça iletim hızlarının da anlamlı artış gösterdiği saptandı (Spearman korelasyon analizi; korelasyon katsayısı=0.206, $p=0.003$). BKİ ≥ 25 olanlarla BKİ <25 olanların değerleri karşılaştırıldığında, yine 3.segmentteki iletim hızlarının BKİ ≥ 25 olanlarda istatistiksel

anlamlı düzeyde daha yüksek olduğu saptandı (Mann Whitney test, $p=0.007$). Benzer şekilde, bu segmentteki referans değerler de $BKİ \geq 25$ olanlarda daha yüksek idi (Tablo17). Boy ile kısa segment iletim hızları arasında negatif ilişki olduğu, bu ilişkinin sadece 1.aralıkta istatistiksel anlamlı düzeye ulaştığı saptandı (Spearman korelasyon analizi; korelasyon katsayısı= -0.177 , $p=0.012$). VA ile iletim hızları arasında istatistiksel anlamlı ilişki saptanmadı.

Tablo 17: Beden Kitle İndeksine Göre Kısa Segment İletim Hızı Değerleri

Kısa segment	İletim Hızı değerleri (m/sn)		
	Ort $\pm$ SS	Ortanca	5.persentil
(D-4)–(D-2)			
BKİ<25	71.4 $\pm$ 22.5	60.0	40
BKİ$\geq$25	73.0 $\pm$ 24.5	70.0	40
(D-2)–(D)			
BKİ<25	58.5 $\pm$ 19.1	60	34
BKİ$\geq$25	60.0 $\pm$ 20.6	60	34
(D)–(D+2)			
BKİ<25*	51.0 $\pm$ 18.7	48	30
BKİ$\geq$25	57.2 $\pm$ 17.7	60	34
(D+2)–(D+4)			
BKİ<25	60.4 $\pm$ 15.4	60	40

BKİ≥25	63.0 ± 23.1	60	40
(D+4)–(D+6)			
BKİ<25	63.0 ± 16.8	60	40
BKİ≥25	65.0 ± 18.4	60	40

*: BKİ ≥ 25 olan gönüllülerde BKİ <25 olanlara göre istatistiksel anlamlı düzeyde fark (Mann Whitney test, p=0.007).

Her bir kısa segmentteki iletim hızı değerlerine yaş, cins, boy, VA ve BKİ gibi bağımsız değişkenlerin etkisi “Stepwise regresyon analizi” ile test edildi. 1.segmentte boyun, 3.segmentte ise BKİ’nin iletim hızı üzerinde etkili olduğu saptandı. BKİ ve boya göre belirlenmiş regresyon modeli Tablo 18’de görülmektedir.

Tablo 18: Kısa Segment İleti Hızı Üzerine Etkili Bağımsız Değişkenlerle Oluşturulmuş Regresyon Modeli

	Regresyon modeli	%95 CI (alt sınır-üst sınır)		
		sabit	BKİ	Boy
(D-4)–(D-2)	134.7 – (0.374xboy)	73-195		-0.73 – (-0.01)
(D)–(D+2)	33.5 + (0.824xBKİ)	18-50	0.2 – 1.4	

Dirsek segmentindeki her bir kısa segmentteki latans değerlerinin dağılımının normal olmadığı görüldü(Kolmogorov-Smirnov testi, $p=0.000$).

Dominant ve non-dominant tarafta elde edilen değerlerin ortalama, standart sapma ve ortanca değerleri Tablo 19’da görülmektedir. Dominant tarafta elde edilen veriler ile non-dominant taraftan elde edilen veriler arasında istatistiksel anlamlı farklılık bulunmamaktaydı (Wilcoxon testi, $p>0.005$). Bu nedenle diğer veri analizleri dominant taraftaki verilerle gerçekleştirildi.

Tablo 19: Dominant ve Non-dominant Tarafta Kısa Segment Latans Değerleri

Kısa segmentler		Ort $\pm$ SS	Min – Max	Ortanca	p
(D-4) – (D-2)	Dominant	0.3 $\pm$ 0.1	0.1 – 0.5	0.3	0.18
	Non Dominant	0.3 $\pm$ 0.1	0.1 – 0.5	0.3	
(D-2) – (D)	Dominant	0.4 $\pm$ 0.1	0.1 – 0.8	0.4	.056
	Non Dominant	0.4 $\pm$ 0.1	0.1 – 0.6	0.4	
(D) – (D+2)	Dominant	0.4 $\pm$ 0.1	0.1 – 0.7	0.4	0.29
	Non Dominant	0.4 $\pm$ 0.1	0.1 – 0.8	0.4	
(D+2) – (D+4)	Dominant	0.3 $\pm$ 0.1	0.1 – 0.5	0.3	0.89
	Non Dominant	0.3 $\pm$ 0.1	0.1 – 0.5	0.3	
(D+4) – (D+6)	Dominant	0.3 $\pm$ 0.1	0.1 – 0.5	0.3	.058
	Non Dominant	0.3 $\pm$ 0.1	0.1 – 0.5	0.3	

Dirsek altı 4 cm (D-4), dirsek altı 2cm (D-2), dirsek (D-0), dirsek üstü 2cm (D+2), dirsek üstü 4cm (D+4) ve dirsek üstü 6cm (D+6).

Tablo 20’de her bir kısa segmentteki latans değerleri için saptanan referans değerler verilmektedir. Verilerin dağılımının normal olmaması nedeniyle referans değer olarak persentil değerleri belirlendi. Buna göre, 95. persentil değerlerinin 1., 4. ve 5. segmentlerde 0.5msn, 2.ve 3. segmentlerde 0.6msn olduğu görüldü. 98.persentil değerinin kullanılması durumunda, bu değer 3.segmentte 0.7msn olduğu, diğer segmentlerde değişiklik göstermediği saptandı.

Tablo 20: Kısa Segment Latans Referans Değerleri

Kısa Segmentler	Persentil değerleri		
	90.	95.	98.
(D-4) – (D-2)	0.4	<u>0.5</u>	0.5
(D-2) – (D)	0.5	<u>0.6</u>	0.6
(D) – (D+2)	0.6	<u>0.6</u>	0.7
(D+2) – (D+4)	0.5	<u>0.5</u>	0.5
(D+4) – (D+6)	0.4	<u>0.5</u>	0.5

Kadınların kısa segment latans değerlerinin erkeklere göre istatistiksel olarak anlamlı düşük olduğu, ancak bu düşüklüğün sadece 1. aralıkta istatistiksel anlamlı düzeyde olduğu görüldü (Mann Whitney testi, sırasıyla $p=0.002$ ve $p=0.018$, Tablo 21). Bununla birlikte, 3. segmentteki 95. persentil değerlerinin erkeklerde 0.7msn olduğu saptandı.

Tablo 21: Cinsiyete Göre Kısa Segment Latans Değerleri

İletimHızı (m/sn)	Ort ± SS	Ortanca	5.persentil
(D-4) – (D-2)			
Kadın*	0.28 ± 0.1	0.3	<u>0.5</u>
Erkek	0.32 ± 0.1	0.3	<u>0.5</u>
(D-2) – (D)			
Kadın	0.35 ± 0.1	0.4	<u>0.6</u>
Erkek	0.39 ± 0.1	0.4	<u>0.6</u>
(D) – (D+2)			
Kadın	0.39 ± 0.1	0.4	<u>0.6</u>
Erkek	0.41 ± 0.1	0.4	<u>0.7</u>
(D+2) – (D+4)			
Kadın	0.33 ± 0.1	0.3	<u>0.5</u>
Erkek	0.35 ± 0.1	0.4	<u>0.5</u>
(D+4) – (D+6)			
Kadın	0.33 ± 0.1	0.3	<u>0.5</u>
Erkek	0.32 ± 0.1	0.3	<u>0.5</u>

* : Kadınlarla erkekler arasında istatistiksel anlamlı farklılık (Mann Whitney U test, p<0.05)

Yaş ile latans değerlerinin ilişkisine bakıldığında, artan yaşla birlikte latans değerlerinde istatistiksel anlamlı değişiklik olmadığı saptandı (Spearman korelasyon analizi; $p>0.05$). Her bir yaş dekadındaki değerler arasında da istatistiksel anlamlı farklılık bulunmamaktaydı (Kruskal Wallis test; $p>0.05$). Bununla birlikte, yaş gruplarına göre belirlenen 95.persentil değerlerinin ilk 3 kısa segmentte 30 yaştan sonra artış gösterdiği saptandı (Tablo 22).

Tablo 22: Yaş Gruplarına Göre Kısa segment Latans 95.persentil Değerleri

Yaş grupları	95.persentil değerleri				
	(D-4)–(D-2)	(D-2)–(D)	(D)–(D+2)	(D+2)–(D+4)	(D+4)–(D+6)
18 – 29 yaş	0.4	0.5	0.6	0.5	0.5
30 – 39 yaş	0.5	0.6	0.7	0.5	0.5
40 – 49 yaş	0.5	0.6	0.7	0.5	0.5
50 – 59 yaş	0.5	0.6	0.7	0.5	0.5
60 – 72 yaş	0.5	0.7	0.7	0.5	0.5

Latans değerlerinin BKİ ile ilişkisine bakıldığında, sadece 3.segmentte (medial epikondil ile 20mm proksimali arasında) BKİ arttıkça latans değerlerinin anlamlı düşüş gösterdiği saptandı (Spearman korelasyon analizi; korelasyon katsayısı=-0.171, $p=0.016$). BKİ ≥ 25 olanlarla BKİ <25 olanların değerleri karşılaştırıldığında, yine 3.segmentteki latans değerlerinin BKİ ≥ 25 olanlarda istatistiksel anlamlı

düzeyde daha düşük olduğu saptandı (Mann Whitney test, $p=0.013$). Benzer şekilde, bu segmentteki referans değerler de $BKİ \geq 25$ olanlarda daha düşük idi (Tablo23). Boy ve VA ile kısa segment latans değerleri arasında istatistiksel anlamlı ilişki saptanmadı.

Tablo 23: Beden Kitle İndeksine Göre Kısa Segment Latans Değerleri

Kısa segment	Latans farkı değerleri (msn)		
	Ort $\pm$ SS	Ortanca	95.persentil
(D-4)–(D-2)			
BKİ<25	0.31 $\pm$ 0.1	0.3	<u>0.5</u>
BKİ$\geq$25	0.29 $\pm$ 0.1	0.3	<u>0.5</u>
(D-2)–(D)			
BKİ<25	0.36 $\pm$ 0.1	0.4	<u>0.6</u>
BKİ$\geq$25	0.37 $\pm$ 0.1	0.4	<u>0.6</u>
(D)–(D+2)			
BKİ<25*	0.42 $\pm$ 0.1	0.4	<u>0.7</u>
BKİ$\geq$25	0.38 $\pm$ 0.1	0.4	<u>0.6</u>
(D+2)–(D+4)			
BKİ<25	0.33 $\pm$ 0.1	0.3	<u>0.5</u>
BKİ$\geq$25	0.35 $\pm$ 0.1	0.3	<u>0.5</u>
(D+4)–(D+6)			

BKİ<25	0.33 ± 0.1	0.3	<u>0.5</u>
BKİ≥25	0.33 ± 0.1	0.3	<u>0.5</u>

*: BKİ ≥ 25 olan gönüllülerde BKİ <25 olanlara göre istatistiksel anlamlı düzeyde fark (Mann Whitney test, p=0.007).

Her bir kısa segmentteki latans değerlerine yaş, cins, boy, VA ve BKİ gibi bağımsız değişkenlerin etkisi “Stepwise regresyon analizi” ile test edildi. Sadece 3.segmentte BKİ’nin iletim hızı üzerinde etkili olduğu saptandı. Bu segmentte BKİ değerine göre belirlenmiş regresyon modeli Tablo 24’de görülmektedir.

Tablo 24: Kısa Segment Latansı Üzerine Etkili Bağımsız Değişkenlerle Oluşturulmuş Regresyon Modeli

	Regresyon modeli	%95 CI (alt sınır-üst sınır)		
		sabit	BKİ	Boy
(D)–(D+2)	0.54 - (0.004xBKİ)	0.43-0.62	-0.01 –(-0.09)	

Her bir kısa segmentte ardışık uyarılarla elde edilen BKAP amplitüdüleri arasındaki düşüş değerlerinin dağılımının normal olmadığı görüldü (Kolmogorov Simirnov testi, p<0.05). Değerler açısından dominant – non-dominant taraf , yaş grupları, cinsiyet ve BKİ grupları arasında anlamlı fark olmadığı görüldü (p>0.05). Her

bir kısa segmentteki amplitüd düşüş oranlarının tanımlayıcı istatistik verileri ve persentil değerleri Tablo 25’de görülmektedir. Buna göre, amplitüdde %15’den fazla düşüş olmadığı, 5.persentil değerinin en yüksek %11 olduğu görüldü.

Tablo 25: Her Bir Kısa Segmentteki Amplitüd Düşüş Oranları (%)

Kısa segment	Ort $\pm$ SS	Min - Max	Ortanca	Persentil değerleri		
				2.	5.	10.
(D-4) – (D-2)	2.7 $\pm$ 2.4	1 – 11	2	11	10	8
(D-2) – (D)	3.5 $\pm$ 2.9	1 – 13	3	12	11	9
(D) – (D+2)	2.8 $\pm$ 2.7	1 – 12	2	12	9	7
(D+2) – (D+4)	2.7 $\pm$ 2.2	1 – 15	2	10	7	6
(D+4) – (D+6)	2.8 $\pm$ 2.4	1 – 14	2	12	8	7

6. TARTIŞMA

Çalışmamız, ön kol ve dirsek segmentleri ile, dirsekte 100mm segment içerisindeki 20mm kısa segmentlerde ulnar sinir motor iletimi referans değerleri elde edilmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir. 200 sağlıklı gönüllüde, dominant ve dominant olmayan koldan veriler elde edilmiş, ancak her iki taraf arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmaması üzerine, ileri analizler dominant taraftaki verilerle gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda, iletim hızı değerleri için normalin alt sınırı, ön kol segment iletim hızı için 51m/sn (ort-2SS), dirsek segment iletim hızı için ise 50m/sn (5.persentil), dirsek segmentindeki iletim hızı ile ön kol segmentindeki iletim hızı arasındaki fark için normalin üst sınırı ise 10.5m/sn (ort+2SS) olarak belirlenmiştir. Dirsekteki kısa segmentlerdeki iletim hızı değerlerinde normalin alt sınırı değerleri (5.persentil), dirsek ile dirseğin 20mm proksimali arasındaki segmentte 30m/sn, dirsek ile dirseğin 20mm distali arasındaki segmentte 34m/sn, diğer segmentlerde ise 40m/sn olarak belirlenmiştir. Kısa segmentlerdeki latans farklılığı için normalin üst değerleri (95.persentil) de dirsek ile dirseğin 20mm proksimali ve 20mm distali arasındaki segmentte 0.6sn, diğer segmentlerde ise 0.5sn olarak belirlenmiştir. Her bir kısa segmentteki amplitüd düşüş oranlarının üst sınırının ise %10 civarında olduğu belirlenmiştir. Kadınlarda ön kol ve dirsek segmentindeki iletimler ile dirseğin 20mm distali - 40mm distali arasındaki kısa segmentlerdeki iletimlerin erkeklere göre daha hızlı olduğu saptanmıştır. Beden kitle indeksi arttıkça, gerek ön kol ve dirsek segment iletim hızlarının, gerekse dirsek ile dirseğin 20mm proksimali arasındaki kısa segmentteki iletim hızlarının arttığı, yaşın sinir iletimlerine anlamlı etkisinin olmadığı saptanmıştır.

Elektrofizyolojik sinir iletim çalışmalarında, normal ile anormal ayırımının yapılabilmesi ve referans verilerin elde edilebilmesi amacıyla planlanan bir araştırmada birçok metodolojik sorunla mücadele edilmesi gerekmektedir. Bu sorunların ilki, çalışma popülasyonunun tanımlanmasıdır. Çalışmamızda, sağlıklı gönüllülerin seçiminde katı kriterler kullanılmıştır. Hikaye, fizik muayene ve elektrofizyolojik incelemelerle herhangi bir periferik sinir sistemi hastalığı ya da hastalık riski olmayan kişiler çalışmaya dahil edilmiş, her yaş grubundan ve her iki cinsten de eşit katılım sağlanmıştır. Bu nedenle çalışmamıza alınan gönüllülerin sağlıklı popülasyonu temsil ettiği düşüncesindeyiz. Diğer bir sorun ise uygun istatistiksel yöntemlerin uygulanabilmesidir. Elektrofizyolojik sinir iletim çalışmalarında, normal ile anormal ayırımının yapılabilmesi ve referans verilerin elde edilebilmesi için bir çok istatistiksel yöntem kullanılmaktadır. Bu yöntemlerin en yaygını, verilen değişken için ortalama $\pm 2SS$ değerinin hesaplanmasıdır. Bu değer, anormal değerin alt veya st sınırını oluşturmaktadır. Ancak bu yöntemin kullanılabilmesi için, verilerin dağılımının normal olması gerekmektedir. Verilerin dağılımının normal olmaması durumunda kullanılabilecek yöntem ise, persentil değerlerinin belirlenmesidir. Belli bir persentil değerinin altındaki veya üzerindeki değerler anormal değerin alt veya st sınırını oluşturmaktadır. Çalışmamızda elde edilen verilerde dağılımının normal olması durumunda hem ortalama $\pm 2SS$ değerleri hem de persentil değerleri, dağılımının normal olmaması durumunda ise persentil değerlerinin kullanılması planlanmıştır. Ancak sadece ön kol iletim hızı verilerinin normal dağılım gösterdiği saptanmıştır. Bu nedenle referans değerler, persentil yöntemi ile belirlenmiştir. Amplitüd ve iletim hızı değerleri için düşük persentil değerleri (%2, %5 ve %10), latans değerleri için yüksek persentil değerleri (%90,

%95, %98) belirlenmiştir. Bu persentil değerlerinden hangisinin daha uygun olduğu kararı, klinik duruma göre kişisel olarak verilmelidir. Daha uç persentillerin kullanılması durumunda, testin spesifitesinin artacağı fakat aynı zamanda sensivitesinin düşeceği göz önünde bulundurulmalıdır. Örneğin; latans değerlerinde %95 yerine %98 kullanılması “normal” sonuç oranını arttırırken “anormal” sonuç oranını azaltacaktır. Bu nedenle çalışmamızda, tüm veriler için tüm persentil değerleri verilmiş olmakla birlikte, en sık kullanılması nedeniyle %5 ve %95 değerleri referans değer olarak işaretlenmiştir. Bir diğer sorun ise örneklem sayısının referans değerlerin oluşturulmasını sağlayacak büyüklükte olmasıdır. Ne yazık ki, referans değerlerin oluşturulmasında gerekli olan örneklem sayısının büyüklüğü konusunda çok az bilgi bulunmaktadır. Genel olarak, örneklem büyüklüğünün seçimi kullanılacak istatistiksel analiz yöntemine bağlıdır. Ortalama $\pm 2SS$ yönteminin kullanılabilmesi için daha büyük örneklem sayısına ihtiyaç bulunmaktadır. Çalışmamız 200 sağlıklı gönüllü üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ulnar sinir kısa segment iletiminin normal değerlerini oluşturmaya yönelik daha önceki çalışmalardaki maksimum örneklem sayısı ise 53’dür. Bu nedenle örneklem sayımızın da yeterli olduğunu düşünmekteyiz.

Elektrofizyolojik verilerle ilgili referans değerlerin doğru bir şekilde elde edilebilmesi için belli teknik konuların standardize edilmesi de büyük önem taşımaktadır. Gerek dirsek segment iletim çalışmalarında, gerekse kısa segment iletim çalışmalarında, dirsek pozisyonunun sinir iletimi üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Dirsek ekstansiyonda iken ulnar sinir oldukça gevşek olduğundan ölçülen yüzeysel mesafe sinirin gerçek uzunluğunu yansıtmamaktadır.^{29,45} Dirsek fleksiyonu sırasında sinir gerildiğinden sinirin uzunluğu daha doğru yansıtılmaktadır.

Bu nedenle segment iletim çalışmalarında dirseğın 90-135 derece fleksiyonda olması önerilmektedir. Ancak son zamanlarda gündeme gelen bir konu da; dirsek fleksiyonu ile oluşan ulnar sinir subluksasyonu ve dislokasyonudur. 90 dereceyi açan dirsek fleksiyonunda, ulnar sinirde subluksasyon ve dislokasyon oranının arttığı, buna bağlı olarak da yalancı negatif sonuç alınabileceği gösterilmiştir.⁴⁶ Bu nedenle dirsek fleksiyonun maksimum 90 derece olması gerektiği belirtilmektedir.¹⁸ "American Association of Electrodiagnostic Medicine" (AAEM) tanı kriterlerinde de, dirseğın 90 derece fleksiyonunda elde edilen değerler temel alınmıştır.³¹ Bu nedenle çalışmamızdaki elektrofizyolojik incelemeler, dirsek 90 derece fleksiyonda ve supinasyonda, omuz dış rotasyonda ve 45 derece abduksiyonda iken gerçekleştirilmiş, tüm gönüllülerde aynı pozisyonun korunmasına zen gösterilmiştir.

Kısa segment iletim çalışması zaman alıcı ve teknik olarak karmaşık bir işlemdir. Bu yöntemde mezura ile ölçüm, deri işaretleme ve uyarıcı elektrod yerini değiştirme önemli teknik sorunlardır. Ayrıca, submaksimal uyarı ihtimali, katot yerleşiminin belirsiz olması, sinirin uyarı eşiğinin farklı segmentlerde farklı olması gibi teknik sorunlar oluşabilir.⁴⁷ çalışmamızda bu nedenle ulnar sinirin supramaksimal şiddetle ve yeterince basınç uygulanarak uyartıldığından emin olunmuştur. Kısa segment iletim çalışmalarında önemli bir konu da, dirsekteki ölçüm mesafesinin ne olması gerektiğidir. Çoğu dirsek segmenti çalışmalarında, medial epikondilin 40mm distali ve 40mm proksimali arasında yavaşlama saptanmıştır. Bu nedenle, değişik çalışmalarda 70-100mm mesafeler kullanılmıştır. Pratik olarak dirseğın 30-40mm distalinde ulnar sinir FKU kasının içinde olduğu için uyarmak güç olabilmektedir.⁴⁸ çalışmamızdaki referans değerlerin rutin pratikte uygulanabilirliğini sağlayabilmek amacıyla, en distal ve en proksimaldeki noktaların dirsek segment iletimi için

kullanılan noktalar olmasına karar verilmiştir (dirseğin 40mm distali ve 60mm proksimali). Böylelikle toplam 100mm mesafedeki kısa segmentler çalışılmıştır. Diğer önemli bir konu ise; kısa segmentlerin uzunluğudur. İntraoperatif bulgular, ulnar sinir hasarının 5-10mm gibi kısa mesafelerde olabileceğini gösterdiğinden,^{49,50} 10mm'lik segmentlerin incelenmesini öneren araştırmacılar bulunmaktadır. Ancak çok kısa mesafelerde iletim hızında hesaplama hataları riski bulunmaktadır. Çok uzun mesafelerde ise anormal segmentin normal segmentler tarafından maskelenme riski vardır.^{51,52} Bu nedenle genellikle 20mm'lik segmentlerin incelenmesi önerilmektedir. Daha önceki benzer çalışmalarla da karşılaştırma yapılabilmesi amacıyla, çalışmamızda 20mm'lik segmentler incelenmiştir.

Dirsekte ulnar sinir tuzak nöropatisinin elektrofizyolojik tanısında en bilinen ve en yaygın kullanılan bulgu, ulnar sinir motor iletiminin dirsek segmentinde yavaşlamasıdır.⁵³ Kern ve ark, ulnar sinir motor iletim hızının dirsek segmentinde 50 m/sn' den düşük olmasının sendromun tanısında en güvenilir bulgu olduğunu belirtmiştir.⁵⁴ Bu kriter, "American Association of Electrodiagnostic Medicine" (AAEM) tanı kriterlerinde de yer almaktadır.³² Çalışmamız sonucunda, AAEM kriterleri ile uyumlu bulgular elde edilmiş, dirsek segmentindeki iletim hızı için anormallik sınırı 50m/sn olarak belirlenmiştir.

Dirsek segmentindeki iletim hızının mutlak değeri duyarlı bir kriter olmakla birlikte, lokalizasyon değeri bulunmamaktadır.⁵⁵ Bu yavaşlama generalize bir patolojinin göstergesi olabilir. Bu nedenle bazı araştırmacılar, dirsek segment iletiminin normal bir segmentle karşılaştırılmasının daha uygun olacağını düşünmektedirler. Bu nedenle, dirsek segmentindeki iletim hızının ön kol

segmentindeki iletim hızına göre farkı da sendromun tanısında kriter olarak kullanılmaktadır. Bu değer 10-15msn arasında değişmekte, AAEM kriterlerine göre 10msn'den yüksek değerler anormallik kriteri olarak kabul edilmektedir. Bizim çalışmamızda da, bu kriterleri destekleyecek şekilde anormallik alt sınırının 10msn civarında olduğu saptanmıştır. Ancak, aksonal dejenerasyonla giden şiddetli tutuluşlarda, ön kol segment iletiminde de yavaşlama olabileceği, bu nedenle aradaki farklılığın azalabileceği unutulmamalıdır. Her iki kriterin birden sağlanması durumunda duyarlılık en yüksek olacaktır.⁵⁵

Yine segment üzerinden yapılan uyarımla elde edilen potansiyelin amplitüdünün dirsek altından uyarımla elde edilen potansiyelin amplitüdüne göre belli bir oranın üzerinde düşüş göstermesi, iletim bloğunun göstergesi olarak sendromun tanısında kullanılan kriterlerden birisidir. İletim bloğu olanlarda olmayanlara göre kas güçsüzlüğü ve EMG'de spontan aktivitenin daha sık olduğu, akut olgularda iletim bloğunun daha ön planda olduğu gösterilmiştir.³ Değişik çalışmalarda, blok kriteri olarak %16 ila %20 arasındaki değerler kabul edilmiştir.^{3,53} AAEM kriterlerine göre %20'lik oran kabul edilmektedir.³¹ Bizim çalışmamızda da, daha önceki bilgilerimizi destekler bulgular elde edilmiş, maksimum düşüş oranının %19 olduğu, 5.persentil değerlerinin 15-16 civarında olduğu görülmüştür.

Dirsek segment iletimini içeren konvansiyonel yöntemle yaklaşık %67 olguda ulnar sinir lezyonunu dirsek bölgesine lokalize etmek mümkün olmaktadır.⁴⁷ Duyarlılığının düşük olması yanısıra, bu yöntemle dirsek segmenti içindeki spesifik alanlarda tutulumun ayrımını yapmak zordur.⁵¹ Oysa ki bu ayrımın yapılabilmesi, özellikle cerrahi tedavi stratejilerinde önem taşımaktadır. Şöyle ki; dirsekte en sık

tuzaklanma bölgeleri olan; epikondiler bölge tuzaklanmalarında "anterior transpozisyon", humeroulnar arkad tuzaklanmalarında lokal dekompresyon uygulanmaktadır.^{13,32} İşte kısa segment iletim çalışması, tanısal duyarlılığın artırılması ve lezyonun kısa segmentlere lokalize edilebilmesi amacıyla geliştirilmiş bir yöntemdir. Bu yöntem, ilk olarak 1979 yılında Miller tarafından ortaya atılmıştır.⁵⁶ Bu çalışmada, amplitüd ve BKAP morfoloji değişiklikleri değerlendirilmiş, fakat latans farkları ve iletim hızları ölçülmemiştir. Ancak, bu değerlendirme sadece iletim bloğu olduğunda etkili olabilmekte, oysa ki tuzaklanmış sinirlerin sadece 1/3'ünde cerrahi sırasında iletim bloğu gösterilebilmektedir.⁴⁹ Daha sonraki çalışmalarda ise, segmentlerdeki latans farklılıkları ve iletim hızları temelinde değerlendirmeler yapılmıştır. Campbell ve ark, Miller'in konvansiyonel yöntemi ile dirsek segmentinde 10-20mm aralıklarda latans ölçümünü içeren kısa segment sinir iletim çalışmasını karşılaştırmış, kısa segment sinir iletim çalışmasının konvansiyonel yöneme göre daha doğru lokalizasyon yaptığını ve intraoperatif EMG ile %81 korelasyon gösterdiğini rapor etmiştir.⁵⁰

Giderek popülerleşen bir yöntem olmasına rağmen, kısa segment sinir iletim çalışmasının dirsek düzeyindeki ulnar nöropati tanısı koymaktaki önemi literatürde yeterince açıklığa kavuşmamıştır. Bugüne kadar sadece iki çalışmada klinik olarak ulnar nöropati düşünülen kişilerde kısa segment iletim çalışması yapılmıştır. Azrieli ve ark, dirsekte ulnar nöropati tanısında kısa segment motor iletim hızının dirsek segmentinde motor iletim hızı yavaşlamasına göre daha duyarlı olduğunu ve özgünlüğünün benzer olduğunu bildirmiştir.⁴ Visser ve ark ise, zıt olarak, kısa segment sinir iletim çalışmasının duyarlılığının, dirsek segmentinde motor iletim hızı yavaşlamasına göre daha düşük olduğunu belirtmişlerdir.³ Bu çalışmacılar, özellikle

klinik bulguları olmasına karşın, rutin elektrofizyolojik sonuçların belirsiz olduğu, lezyonun lokalize edilemediği kısa segment sinir iletim çalışmasının değerli olabileceğini vurgulamışlardır.³

Çalışmamızın ana amacı, kısa segment iletim çalışması ile ilgili referans değerlerin belirlenmesidir. Şaşırtıcı olarak, bugüne kadar kısa segment iletim çalışması ile ilgili genel kabul görmüş referans değerler oluşturulmamıştır. Oysa ki kısa segment sinir iletim çalışmasını yorumlarken, her bir kısa segmentteki iletim hızı ve latans değerlerinin anormallik sınırlarının bilinmesi gerekmektedir. Konuyla ilgili az sayıda çalışmada, referans değerler açısından küçük popülasyonlarda çalışılmış, referans değerlerin oluşturulmasında farklı yöntemler kullanılmış, farklı segment uzunlukları çalışılmış ve farklı metodoloji kullanılmıştır. Bu çalışmalardan birinde, Azrieli ve ark. tarafından 15 asemptomatik kişide, toplam 25 kol değerlendirilmiştir.⁴ 20mm segmentlerin değerlendirildiği bu çalışmada, referans değerlerin belirlenmesinde ortalama+2SS yöntemi kullanılmış, ancak verilerin dağılımının normal olup olmadığı belirtilmemiştir. Bu çalışmada, latans farkının normal üst sınırları ulnar çukur proksimalindeki ilk iki segmentte 0.5 msn, diğer segmentlerde 0.4 msn olarak belirlenmiştir. Diğer çalışmada ise, Visser ve ark 53 asemptomatik kolda 20mm segmentleri değerlendirmiştir.³ Referans değerlerin belirlenmesinde ortalama+1.64SS yönteminin kullanıldığı bu çalışmada da, verilerin dağılımı hakkında bir bilgi verilmemiştir. Bu çalışmada normal latans farklılıklarının üst sınırları şöyle belirlenmiştir: Ulnar oluk-20mm distali: 0.74 msn, 20-40mm distali: 0.43 msn, ulnar oluk-20mm proksimali: 0.84 msn, 20-40mm proksimali: 0.63 msn. 20 sağlıklı kişi üzerinde yapılan bir diğer çalışmada da referans değerlerin belirlenmesinde ort+2SS yöntemi kullanılmış, verilerin dağılımı ile ilgili bilgi verilmemiş, 20mm segmentlerde

latans farkı normalinin üst sınırı 0.63msn (mean +2SD = 0.43 + 0.20) olarak saptanmıştır.³⁴

Görüldüğü gibi, bugüne kadar yapılan az sayıda çalışmada, örneklem sayılarının düşük olduğu, ort+SS yöntemi kullanılmasına rağmen verilerin normal dağılıp dağılmadığına dair herhangi bir bilgi verilmediği, kısa segmentlerdeki iletim hızları ile ilgili referans değerlerin araştırılmadığı göze çarpmaktadır. Bu nedenle bizim çalışmamızda, kısa segment iletim çalışmasının daha büyük bir populasyon üzerinde ve daha sistematik bir şekilde araştırılarak referans değerlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Gerek kısa segment iletim hızı, gerekse latans farkı verilerinin normal dağılım göstermemesi nedeniyle, referans değerlerin belirlenmesinde ortalama+SS yönteminin kullanılmasının uygun olmadığı düşünülerek, persentil değerleri belirlenmiştir. Latans farkı için normalin üst sınırları (95. persentil) ulnar çukurun 20mm proksimali ve 20mm distalinde 0.6 msn, diğer segmentlerde ise 0.5 msn olarak saptanmıştır. 98.persentil değerleri kullanıldığında, ulnar çukur ile 20mm proksimali arasındaki segmentteki değerin 0.7msn'ye çıktığı, diğer segmentlerde değişiklik olmadığı görülmüştür. Çalışmamızda belirlenen latans farkı referans değerlerinin Azrieli ve ark çalışmasında elde edilen değerlerden daha yüksek, Visser ve ark. çalışmasından elde edilen değerlerden daha düşük olduğu göze çarpmaktadır. Bu durum, metodolojik farklılıklara bağlı görünmektedir. Ancak bizim çalışmamızda da diğer çalışmaları destekler biçimde, dirseğin 20mm proksimali ile 20mm distali arasındaki segmentlerdeki latans farklılığının diğer segmentlere göre yüksek fazla olduğu görülmektedir. Bu da her kısa segment için ayrı referans değerlerin belirlenmesi gerekliliğini ortaya koymakta olup, elektrofizyolojik incelemeler sırasında akılda bulundurulmalıdır. Latans değişikliği ile bağlantılı olarak en düşük iletim hızı

değerleri (5. persentil) de, aynı kısa segmentlerde elde edilmiştir (sırası ile; 34 msn, 30 msn). Ancak iletim hızı değerlerinin dağılımının aşırı anormal olması dikkat çekicidir. Bu nedenle kısa segment iletim çalışması sırasında iletim hızından ziyade latans farklılığının gözönünde bulundurulmasının daha uygun olacağını düşünüyoruz.

Kısa segment sinir iletim çalışması yorumlanırken; her bir segmentteki BKAP amplitüd değişikliklerinin, latans değişikliklerine göre daha az duyarlı olduğu belirtilmiştir.⁴ Çalışmaların büyük bir kısmında sağlıklı kişilerde önemli BKAP amplitüd değişiklikleri gözlemlenmemiştir.⁴ Kanakamedela ve ark, 20mm'lik segmentlerdeki maksimum amplitüd değişikliklerini solda %6, sağda %4.2 olarak saptamıştır.³⁴ Buna karşın, Visser ve ark, %20'ye varan oranlarda düşüş olabileceğini, en yüksek düşüşün dirseğin 20mm proksimali ile 40mm proksimali arasında olduğunu göstermiştir.³ Bizim çalışmamızda amplitüdde %15'den fazla düşüş olmadığı, 5.persentil değerinin en yüksek %11 olduğu görülmüştür.

Çalışmamızda, sinir iletim değerleri ile yaş, cinsiyet ve BKİ gibi değişkenlerin ilişkileri de araştırılmıştır. Ön kol ve dirsek segmentindeki ulnar sinir iletimleri ile bu değişkenlerin ilişkileri daha önceki çalışmalarda araştırılmış olmakla birlikte, kısa segment ileti çalışmaları ile ilişkileri daha önce araştırılmamıştır.

İlginç olarak çalışmamızda, ilerleyen yaşla sinir iletim hızlarının anlamlı şekilde etkilenmediği gösterilmiştir. Oysa ki ilerleyen yaş ile birlikte, motor sinir iletim hızlarında azalma olduğu bir çok çalışmada gösterilmiştir.^{57,58} Norris ve ark, yaş ile maksimum ulnar sinir iletim hızı arasındaki negatif ilişkiyi saptamıştır.⁵⁹ Lafratta ve ark, yaşlanma ile birlikte, ulnar sinir motor iletim hızında anlamlı olmayan bir düşüşün olduğunu göstermiştir.⁶⁰ Bununla birlikte, Awang ve ark., ulnar sinir de dahil

olmak üzere tüm sinirlerdeki motor iletim hızlarının yaştan bağımsız olduğunu göstermişlerdir.⁶¹ Bizim çalışmamızda da gerek ön kol segment, gerek dirsek segment, gerekse kısa segment iletim hızlarının yaş ile ilişkisi gösterilememiştir. Bununla birlikte, yaş gruplarına göre belirlenen 5.persentil değerlerinin ilk 3 kısa segmentte 30 yaştan sonra bir miktar düşüş gösterdiği saptanmıştır.

BKİ ile ulnar sinir motor iletimleri arasındaki ilişki az sayıda çalışmada araştırılmıştır. Mark ve ark., BKİ arttıkça, dirsek segmentindeki ulnar sinir iletiminin hızlandığını, ancak ön kol segment iletim hızında anlamlı bir değişiklik olmadığını göstermişlerdir.⁶² Benzer şekilde Simmons ve ark. da obez hastalarda, zayıf olanlara göre dirsek segmentinde ulnar sinir motor iletim hızının daha yüksek olduğunu göstermiştir.⁶³ Bu bulgu, yağ dokusu nedeniyle sinirin olduğundan uzun ölçülmesi ve dolayısı ile iletimin yanlılıkla yüksek çıkmasına neden olması, ayrıca yağ dokusu nedeni ile sinir ısısının daha yüksek olması ile açıklanmıştır.⁶² Çalışmamızda, daha önceki çalışmalar ile uyumlu olarak BKİ ≥ 25 olan gönüllülerde, $25 > \text{BKİ}$ olanlara göre dirsek segment iletim hızı anlamlı yüksek çıkmış, BKİ'nin iletim hızı üzerinde bağımsız etkili bir değişken olduğu gösterilmiştir. Dirsek segment iletim hızının 5.persentil değeri $25 > \text{BKİ}$ olan kişilerde 50m/sn iken, $\text{BKİ} \geq 25$ olan kişilerde 52.4m/sn olarak belirlenmiştir. Bu nedenle dirsekte ulnar nöropati şüphesi olan obez kişilerde yapılan dirsek segment iletimi incelemelerinde, yalancı negatiflik oranı gözönünde bulundurulmalı, referans değerler buna göre belirlenmelidir. Zayıf kişilerde ise, bir yandan dirsekte ulnar nöropati gelişimi için artmış risk söz konusuysa, diğer yandan dirsek segment iletim hızının daha yavaş olması söz konusudur.⁶⁴ Bu nedenle zayıf kişilerde de yalancı pozitif yorumlamalar konusunda dikkatli olunmalıdır. Çalışmamızda diğer çalışmalardan farklı olarak, ön kol segment

iletim hızı ile BKİ ilişkisinde de benzer bulgular elde edilmiştir. Ancak stepwise regresyon analizi, ön kol segment iletim hızına BKİ'nin bağımsız etkisi olmadığını, bağımsız etki eden değişkenin boy olduğunu göstermiştir. Boy ile ön kol segment iletim hızı arasında istatistiksel anlamlı negatif ilişki saptanmıştır. Bu ilişki daha önceki çalışmalarda da gösterilmiş, hatta iletim hızındaki azalmada boyun, yaştan daha önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir.⁶⁵ Boyla dirsek segment iletim hızı arasında da istatistiksel anlamlı negatif ilişki gösterilmiş olmakla birlikte, BKİ etkisinin boydan bağımsız olduğu görülmüştür. Çalışmamızda ayrıca, ön kol segment iletim hızı ile dirsek segment iletimi arasındaki farkın BKİ ve boydan etkilenmediği gösterilmiştir. Bu da ulnar sinir nöropati şüphesi olan aşırı obez veya aşırı zayıf kişilerde, aşırı uzun boylu veya kısa boylu kişilerde dirsek segmentindeki mutlak iletim hızı değerinin yanısıra, iletim hızı farkının da değerlendirilmesi gerekliliğini göstermektedir.

Çalışmamızda, kısa segmentlerdeki iletim hızı değerlerinin, -ön kol ve dirsek segment iletimlerine benzer şekilde- BKİ arttıkça arttığı, latans değerlerinin ise azaldığı, bu ilişkinin dirsek ile dirseğin 20mm proksimali arasındaki segmentte istatistiksel anlamlı düzeye ulaştığı gösterilmiştir. Bu segmentteki iletimler üzerinde BKİ'nin diğer değişkenlerden bağımsız etkisi olduğu saptanmıştır. Bu segmentteki iletim hızının 5.persentil değerleri $25 > \text{BKİ}$ olan kişilerde 30m/sn iken, $\text{BKİ} \geq 25$ olan kişilerde 34m/sn olarak, latans farkının 95.persentil değerleri $25 > \text{BKİ}$ olan kişilerde 0.7msn iken, $\text{BKİ} \geq 25$ olan kişilerde 0.6msn olarak belirlenmiştir. BKİ etkisinin neden bu segmentte en fazla olduğu ileri araştırma konusudur. Bu bölgenin dış basılara daha fazla maruz kalan bir bölge olması, yağ dokusunun bu basılara karşı koruyucu bir rol üstlenmesi ve yine yağ dokusu nedeniyle sinir uzunluğunun yanlış ölçülmesi muhtemel nedenler olarak akla gelmektedir. Bu segmentteki değerler yorumlanırken,

obez kişilerde yalancı negatiflik, zayıf kişilerde yalancı pozitiflik riski akılda tutulmalıdır. Çalışmamızda boy ile kısa segment iletim hızları arasında negatif ilişki olduğu, bu ilişkinin sadece dirseğin 20mm distali ile 40mm distali arasındaki segmentte istatistiksel anlamlı düzeye ulaştığı saptanmıştır. Bu segmentteki iletim hızı üzerinde boyun bağımsız etkili bir değişken olduğu görülmüştür. Boy ile kısa segment latansları arasında ise istatistiksel anlamlı bir ilişki saptanmamıştır.

Çalışmamızda hem ön kol segment, hem dirsek segment, hem de kısa segment iletim hızı değerlerinin kadınlarda erkeklere göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Daha önceki çalışmalarda da benzer bulgular saptanmıştır.^{66,67} Araştırmacılar bu bulguların kadınlarda boy ortalamasının düşüklüğü ile ilişkili olabileceğini belirtmişlerdir. Takano ve ark. maksimum ulnar motor iletim hızının kadınlarda daha yüksek olduğunu saptamış, ancak boya göre düzenleme yapılırken erkeklerde daha yüksek olduğunu göstermişlerdir.⁶⁷ Bizim çalışmamızda da, kadınların ortalama boyları, erkeklere göre anlamlı düşük olup, cinsiyetin iletim hızları üzerine bağımsız etkisi gösterilememiştir. Dolayısıyla kadınlarda iletim hızının erkeklere göre daha yüksek olması muhtemelen boylarının daha kısa olmasına bağlıdır. Kısa segment iletim çalışmasında da kadınların kısa segment hızı değerlerinin erkeklere göre yüksek olduğu, ancak bu yüksekliğin sadece dirseğin 20mm distali ile 40mm distali arasındaki segmentte istatistiksel anlamlı düzeyde olduğu görülmüştür. Bu segmentteki iletim hızları ile boy arasındaki anlamlı negatif ilişki de gözönünde bulundurulduğunda, benzer yorumların kısa segment iletim çalışmaları için de geçerli olduğu sonucuna ulaşmak mümkündür.

Bu çalışmada, dirsekte ulnar nöropati tanısında ve lokalizasyonunu saptamakta önemli olan dirsek segment iletimi ve kısa segment iletimi verilerinin referans değerleri oluşturulmuştur. Bu değerlerin klinik pratikte uygulanmasında benzer dirsek pozisyonunun ve benzer uyarı ve kayıt noktalarının kullanılması önem taşımaktadır. Farklı dirsek pozisyonları ile gerçekleştirilecek incelemelerde farklı değerlerin elde edilmesi olasıdır. Yine referans değer olarak hangi persentilin kullanılacağına klinik duruma göre karar verilmelidir. Sonuçlar yorumlanırken, referans değerlerin yaş, cinsiyet, boy, BKİ gibi değişkenler ile ilişkisi göz önünde bulundurulmalıdır. En ideali, her EMG laboratuvarının kendi referans değerlerini oluşturmasıdır.

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada amaç, ön kol ve dirsek segmenti ile, dirsekte 100mm segment içerisindeki, 20mm kısa segmentlerde ulnar sinir motor iletimi referans değerlerinin belirlenmesidir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamız, periferik sinir sistemi rahatsızlığı düşündürecek semptom veya bulguları olmayan, bilinen risk faktörü taşımayan ve nörolojik muayeneleri normal olan, rutin elektrofizyolojik incelemelerinde patoloji saptanmayan sağlıklı gönüllüler üzerinde yapıldı. Her yaş grubunda 20 kadın ve 20 erkek olacak şekilde, toplam 200 gönüllüde 400 kol incelendi. Gönüllülerin yaş, cins, vücut ağırlığı, boy, Beden Kitle İndeksi(BKİ) değerleri kaydedildi. Kısa segment sinir iletim çalışmasında, dirsek 90 derece fleksiyonda ve omuz eksternal rotasyonda iken Abduktör Digiti Minimi (ADM) kasından kayıtlama yapıldı. 20mm segmentlerdeki birleşik kas aksiyon potansiyeli (BKAP) amplitüdları arasındaki yüzdelik farkları, distal latans fark değerleri ve iletim hızları hesaplandı. Amplitüd ve iletim hızı normalin alt sınırı için 5.persentil değerleri, latans normalin üst sınırı için 95. persentil değerleri referans alındı.

Bulgular: Dominant ve non-dominant veriler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olmadığı için, veriler dominant koldan elde edildi. Konvansiyonel yöntem ile elde edilen, iletim hızı normalin alt sınır değerleri, ön kol segment (51m/sn) ve dirsek segment(50m/sn), ile dirsek segmentinde ön kol segmentine göre normalin üst sınırları iletim hızı azalması (10.5m/sn) ve amplitüd düşüşü (%11) değerleri "American Association of Electrodiagnostic Medicine" (AAEM) tanı kriterleri ile uyumlu bulundu. Dirsekteki kısa segmentlerdeki iletim hızı değerlerinde normalin alt sınırı değerleri, dirsek ile dirseğin 20mm proksimali arasındaki segmentte 30m/sn, dirsek ile dirseğin 20mm distali arasındaki segmentte 34m/sn, diğer segmentlerde ise 40m/sn olarak belirlendi. Kısa segmentlerdeki latans farklılığı için normalin üst değerleri de, dirsek ile dirseğin 20mm proksimali ve 20mm distali arasındaki segmentlerde 0.6sn, diğer segmentlerde ise 0.5sn olarak hesaplandı. Her bir kısa segmentteki amplitüd düşüş oranlarının üst sınırının ise %10 civarında olduğu belirlendi. Kadınlarda ön kol ve dirsek segmentindeki iletimler ile dirseğin 20mm

distali - 40mm distali arasındaki kısa segmentlerdeki iletimlerin erkeklere göre daha hızlı olduğu saptandı. Beden kitle indeksi arttıkça, gerek ön kol ve dirsek segment iletim hızlarının, gerekse dirsek ile dirseğin 20mm proksimali arasındaki kısa segmentteki iletim hızlarının arttığı, yaşın sinir iletimlerine anlamlı etkisinin olmadığı izlendi.

Tartışma ve Sonuç: Referans değerler oluşturabilmek amacı ile, sağlıklı gönüllü seçimi dikkatli yapılmalı, çalışma popülasyonu geniş tutulmalı ve analizler için uygun istatistiksel yöntem seçilmelidir. Referans değer olarak kullanılacak persentil değerine, klinik duruma göre karar verilmelidir. Sonuçlar yorumlanırken, referans değerlerin yaş, cinsiyet, boy, BKİ gibi değişkenler ile ilişkisi göz önünde bulundurulmalıdır. En ideali, her EMG laboratuvarının kendi referans değerlerini oluşturmasıdır.

Anahtar Kelimeler: ulnar sinir, kısa segment, referans değer, latans

SUMMARY

Aim: The aim of this study is to determine reference values of ulnar motor nerve transmission at the shorter segments of 20mm within segments of 100mm at the elbow, along with forearm and elbow segments.

Materials and Methods: Our study was carried out on healthy volunteers who were lacking symptoms and findings indicating any peripheral nervous system disorder, not possessing known risk factors and had normal neurological examinations and whose routine electrophysiological examinations could not demonstrate any pathology. A total of 400 arms in 200 volunteers, as to be 20 women and 20 men in each age-group, were examined. Volunteers' age, gender, weight, height, body mass index (BMI) values were recorded. In the shorter segment nervous transmission study, while elbow was in 90-degree flexion and shoulder was in external rotation, recording was performed on the muscle of Abductor Digiti Minimi (ADM). The percentage differences between amplitudes of combined muscle action potential (CMAP) within segments of 20mm, difference values of distal latans and transmission rates were calculated. 5. percentile values were taken as reference for lower limits of normal amplitude and transmission rate and 95. percentile values for upper limits of normal latans.

Results: Since there was no statistically significant difference between dominant and non-dominant data, data were obtained from dominant arm. The values of lower limits of normal transmission rate, obtained through conventional method, along with forearm segment (51m/sec.) and elbow segment (50m/sec.), decrease in upper limits of normal transmission rate (10.5m/sec.) and amplitude reduction (11 %) values compared to forearm segment in elbow segment have been found consistent with diagnostic criteria of "American Association of Electrodiagnostik Medicine" (AAEM). The lower limits of normal transmission rate values in transmission rate values at the shorter segments of elbow were found as 30m/sec. in the segment between elbow and 20mm proximal to the elbow, as 34m/sec. in the segment between elbow and 20mm distal to elbow and as 40m/sec. in other segments. Values over normal for the latans difference at shorter segments were

calculated as 0.6sec. for the segments between elbow and 20mm proximal and 20mm distal to the elbow; it was calculated as 0.5sec. in other segments. The upper limit of amplitude reduction rate in each shorter segment was about 10 %. In women transmissions between forearm and elbow segments, as well as those between 20mm distal and 40mm distal to elbow were found faster than in men. It was observed that as body mass index is increased, the transmission rates in both forearm and elbow, as well as in shorter segment between elbow and 20mm proximal to the elbow increased and age had not any significant effect on nervous transmission.

Discussion and Conclusion: In order to form reference values, emphasis should be placed on selection of healthy volunteers, an extended study population should be compiled and an appropriate statistical method should be selected for analyses. The percentile value to be used as reference value should be determined according to clinic status. While the results are being interpreted, the relationship between reference values and variables such as age, gender, height and BMI should be considered. The most ideally, each EMG laboratory should form its own reference value.

Key Words: ulnar nerve, short segment, reference value, latans

KAYNAKLAR

1. Bednar MS, Blair SJ, Light TR. Complications of the treatment of cubital tunnel syndrome. *Hand Clin* 1994;10: 83- 92.
2. Descatha A, Leclerc A, Chastang JF, et al. Incidence of ulnar nerve entrapment at the elbow in repetitive work. *Scand J Work Environ Health*. 2004;30:234 –240
3. Visser L, Beekman R, Franssen H(2005). Short- segment nerve conduction studies in ulnar neuropathy at the elbow. *Muscle Nerve*,31: 331-338
4. Azrieli Y, Weimer L, Lovalace R, Gooch C(2003). The utility of segmental nerve conduction studies in ulnar mononeuropathy at the elbow. *Muscle Nerve*, 27: 46-50
5. Ertekin C, 2006, Sentral ve periferik EMG, Anatomi – fizyoloji – klinik. Meta basım, İzmir, s.387-453
6. Chad Robertson, John Saratsiotis. A review of compressive ulnar neuropathy at the elbow, *J Man. Physiol Ther* 2005;28:345.e1-345.e18
7. Bradley A. Palmer, Thomas B. Hughes. Cubital tunnel syndrome, *J Hand Surg* 2010;35A:153-163
8. Apfelberg DB, Larson SJ. Dynamic anatomy of the ulnar nerve at the elbow. *Plast Reconstr Surg* 1973;51:76- 81.
9. On AY, Ozdemir O, Aksit R. Tourniquet paralysis after primary nerve repair. *Am J Phys Med Rehabil*.2000 May-Jun;79(3):298-300
10. Stewart JD. Focal peripheral neuropathies. 3rd ed. Philadelphia (Pa)7 Lippincott Williams & Wilkins; 2000. p. 247- 54.
11. McPherson SA, Meals RA. Cubital tunnel syndrome. *Orthop Clin North Am* 1992;23:111- 23.

12. Bozentka DJ. Cubital tunnel syndrome pathophysiology. Clin Orthop 1998;351:90-4.
13. Campbell WW, Pridgeon RM, Sahni SK. Entrapment neuropathy of the ulnar nerve of its point of exit from the flexor carpi ulnaris muscle. Muscle Nerve 1988;11:467-70
14. Bodur H(2003). Mononöropatiler ve tuzak nöropatileri. Elektrodiagnoz: Elektronöromiyografi, uyandırılmış potansiyeller, elektroensefalografi. Ed: Akyüz G, Özaras N;Gündüz H, Ofloğlu D, Güneş Kitabevi,Ankara, s. 162-165
15. Pechan J, Julis I. The pressure measurement in the ulnar nerve. A contribution to the pathophysiology of the cubital tunnel syndrome. J Biomech. Jan 1975;8(1):75-9.
16. Dellon AL. Musculotendinous variations about the medial humeral epicondyle. J Hand Surg [Br]. Jun 1986;11(2):175-81.
17. Green JR , Rayan GM. The cubital tunnel: anatomic, histologic, and biomechanical study. J Shoulder Elbow Surg. Sep-Oct 1999;8(5):466-70.
18. Kim BJ, Date ES, Lee SH, Yoon JS, Hur SY, Kim SJ. Distance measure error induced by displacement of the ulnar nerve when the elbow is flexed. Arch Phys Med Rehabil 2005;86:809–812.
19. Pearls & Oy-sters: False positives in short-segment nerve conduction studies due to ulnar nerve dislocation B. J. Kim, S. B. Koh, K. W. Park, S. J. Kim and J. S. Yoon Neurology 2008;70:e9-e13
20. Posner MA. Compressive ulnar neuropathies at the elbow: I. Etiology and diagnosis. J Am Acad Orthop Surg. Sep-Oct 1998;6(5):282-8
21. Kane E, Kaplan EB, Spinner M: Observations of the course of the ulnar nerve in the arm. Ann Chir 27:487-496, 1973

22. Ochiai N, Honmo J. Electrodiagnosis in entrapment neuropathy by the arcade of Struthers. Clin Orthop Relat Res 2000;378:129-35
23. Feindel W, Stratford J. Cubital tunnel compression in tardy ulnar palsy. Can Med Assoc J 1958;78:351-3
24. Buehler MJ, Thayer DT. The elbow flexion test. A clinical test for the cubital tunnel syndrome. Clin Orthop. Aug 1988;(233):213-6.
25. Rayan GM, Jensen C, Duke J. Elbow flexion test in the normal population. J Hand Surg [Am]. Jan 1992;17(1):86-9.
26. Seror P (1999) Ulnar conduction block at the wrist. Arch Phys Med Rehabil 80:1346–1348
27. Elhassan B, Steinmann SP. Entrapment neuropathy of the ulnar nerve. J Am Acad Orthop Surg 2007;15(11):672–681
28. Pearce C, Feinberg J, Wolfe SW. Ulnar neuropathy at the Wrist. HSS J. 2009 Sep;5(2):180-3; quiz 184-5. Epub 2009 Jun 9.
29. Nelson RM. Effects of elbow position on motor conduction velocity of the ulnar nerve. Phys Ther 1980 Jun;60(6):780-3
30. Oh SJ(2003). Nerve conduction in focal neuropathies. In: clinical electromyography; nerve Conduction studies. Lippincott Williams&Wilkins, Philadelphia, p. 1043-1126
31. Thibault MW, Robinson LR, Use of the AAEM guidelines in electrodiagnosis of ulnar neuropathy at the elbow. Am J Phys Med Rehabil.2005 Apr;84(4):267-73
32. Campbell WW. Guidelines in electrodiagnostic medicine. Practice parameter for electrodiagnostic studies in ulnar neuropathy at the elbow. Muscle Nerve Suppl. 1999;8:S171-205

33. Kim DH, Kang YK, Hwang M; Jo Hs, Kim KH(2004). Localization of ulnar neuropathy at the elbow using new stimulator for inching test. Clin Neurophysiology, 115: 1021-1026
34. Kanakamedala RV, Simons DG, Ulnar nerve entapment at the elbow localized by short segment stimulation. Arch Phys Med Rehabil.1988 Nov;69(11):959-63
35. Dellon AL, Hament W. Nonoperative management of cubital tunnel syndrome: an 8-year prospective study. Neurology.1993 Sep;43(9):1673-7
36. Nakamichi K, Tachibana S, Ida M. Patient education fort he treatment of ulnar neuropathy at the elbow. Arch Phys Med rehabil. 2009 Nov;90(11):1839-45
37. Szabo RM, Kwak C. Natural history and conservative management of cubital tunnel syndrome. Hand Clin. 2007 Aug;23(3):311-8
38. Chad R, Bkin, John Saratsiotis, A review of compressive ulnar neuropathy at the elbow, Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics June 2005
39. Hong CZ, Long HA. Splinting and local steroid injection for the treatment of ulnar neuropathy at the elbow: clinical and electrophysiological evulation. Arch Phys Med Rehabil. 1996 Jun;77(6):573-7
40. Folberg CR, Weiss AP, Akelman E. Cubital tunnel syndrome. Part II: treatment. Orthop Rev 1994;23:233- 41.
41. Gellman H, Campion DS. Modified in situ decompression of the ulnar nerve at the elbow. Hand Clin. May 1996;12(2):405-10
42. Kleinman WB. Cubital tunnel syndrome: anterior transposition as a logical approach to complete nerve decompression. J Hand Surg [Am]. Sep 1999;24(5):886-97.
43. Dawson DM,Hallett M,Wilbourn AJ (1999) Ulnar nerve entrapment at the wrist. In: David M Dawson,Mark Hallett,Asa JWilbourn (ed). Entrapment neuropathies. Lippincott-Raven, Philadelphia,New York (3rd ed): pp 176–197

44. Capitani D, Beer S. Handlebar palsy--a compression syndrome of the deep terminal (motor) branch of the ulnar nerve in biking. *J Neurol*. 2002 Oct;249(10):1441-5
45. Checkles NS, Russakov AD, Piero DL. Ulnar nerve conduction velocity-effect of elbow position on measurement. *Arch Phys Med Rehabil*. 1971 Aug;52(8):362-5
46. Childress HM. Recurrent ulnar nerve dislocation at the elbow. *Clin Orthop Relat Res*. 1975 May;(108):168-73
47. Odabasi Z, Oh SJ, Claussen Gc, Kim DS. New neer-nerve needle nerve conduction technique: differentiating epicondylar from cubital tunnel ulnar neuropathy. *Muscle Nerve*. 1999 Jun;22(6):718-23
48. Geiringer SR. The value of inching techniques in the diagnosis of focal nerve lesions. Inching techniques are of limited use. *Muscle Nerve* 1998 Nov;21(11):1557-9; discussion 1559-61.
49. Brown WF, Yates SK. Percutaneous localization of conduction abnormalities in human entrapment neuropathies. *Can J Neurol Sci*. 1982 Nov;9(4):391-400.
50. Campbell WW, Pridgeon RM, Sahni KS. Short segment incremental studies in the evaluation of ulnar neuropathy at the elbow. *Muscle Nerve*. 1992 Sep;15(9):1050-4.
51. Kim BJ, Koh SB, Park KW, Kim SJ. Pearls & Oysters: false positives in short-segment nerve conduction studies due to ulnar nerve dislocation. *Neurology*. 2008 Jan 15;70(3):e9-13.
52. Campbell WW, The value of inching techniques in the diagnosis of focal nerve lesions. Inching is a useful technique. *Muscle Nerve*. 1998 Nov;21(11):1554-6; discussion 1561.
53. Beekman R, Wokke JH, Schoemaker MC, Lee ML, Visser LH. Ulnar neuropathy at the elbow: follow-up and prognostic factors determining outcome. *Neurology*. 2004 Nov 9;63(9):1675-80.

54. Kern RZ, The electrodiagnosis of ulnar nerve entrapment at the elbow. *Can J Neurol Sci.* 2003 Nov;30(4):314-9.
55. Shakir A, Micklesen PJ, Robinson LR. Which motor nerve conduction study is best in ulnar neuropathy at the elbow?. *Muscle Nerve.* 2004 Apr;29(4):585-90.
56. Miller RG, The Cubital Tunnel Syndrome: Diagnosis and Precise Localization. *Ann Neurol.* 1979 Jul;6(1):56-9
57. LaFratta CW, Canestrari RE. A comparison of sensory and motor nerve conduction velocities as related to age. *Arch Phys Med Rehabil* 1966;47:286–290.
58. Mayer RF. Nerve conduction studies in man. *Neurology* 1963;13:1021–1030.
59. Norris AH, Shock NW, Wagman IH. Age changes in the maximum conduction velocity of motor fibers of human ulnar nerves. *J Appl Physiol* 1953;5:589–593.
60. LaFratta CW, Smith OH. A study of the relationship of motor nerve conduction velocity win the adult to age, sex and handedness. *Arch Phys Med Rehabil* 1964;45:407–412.
61. Awang MS, Abdullah JM, Abdullah MR, Tahir A. Nerve conduction study of healthy Asian Malays: the influence of age on median, ulnar, and sural nerves. *Med Sci Monit.* 2007 Jul;13(7):CR330-2.
62. Landau ME, Barner KC, Campbell WW. Effect of body mass index on ulnar nerve conduction velocity, ulnar neuropathy at the elbow, and carpal tunnel syndrome. *Muscle Nerve.* 2005 Sep;32(3):360-3.
63. Simmons Z, Nicholson T, Wilde C, Manders EK. Variation of calculated ulnar motor conduction velocity across the elbow with body mass index. *Muscle Nerve.* 1997 Dec;20(12):1607-8.
64. Richardson JK, Gren DF. Gender, body mass and age as risk factors for ulnar mononeuropathy at the elbow. *Muscle Nerve.*2001 Apr;24(4):551-4

65. Rivner MH, Swift TR, Malik K. Influence of age and height on nerve conduction. *Muscle Nerve*. 2001 Sep;24(9):1134-41.
66. Robinson LR, Rubner DE, Wahl PW, Fujimoto WY, Stolow WC. Influences of height and gender on normal nerve conduction studies. *Arch Phys Med Rehabil*. 1993 Nov;74(11):1134-8.
67. Takano K, Kirchner F, Steinicke F, Langer A. Relation between height and the maximum conduction velocity of the ulnar motor nerve in human subjects. *Jpn J Physiol*. 1991;41(3):385-96.