

32629

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ANATOMİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI**

ANTEBRACHIUM VE MANUSDA PERİFERİK SİNİR ANOMALİLERİNİN
ELEKTRODİYAGNOSTİK YÖNTEMLERLE SAPTANMASI

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ
AYŞE SAĞLAM**

Ocak, 1994
TRABZON

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ANATOMİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

ANTEBRACHIUM VE MANUSDA PERİFERİK SİNİR ANOMALİLERİNİN
ELEKTRODİYAGNOSTİK YÖNTEMLERLE SAPTANMASI

Ayşe SAĞLAM

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :18.1.1994

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 9.2.1994

Tez Danışmanı :Doç.Dr. Bikem SÜZEN

Jüri Üyesi :Yrd.Doç.Dr. Aydın ÖZBEK

Jüri Üyesi :Yrd.Doç.Dr. Faik BUDAK

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Etem ALHAN

Ocak, 1994
TRABZON

İÇİNDEKİLER

1.	GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2.	GENEL BİLGİLER.....	3
	SİNİR SİSTEMİ.....	3
	PERİFERİK SİNİR SİSTEMİ	3
	MEDULLA SPİNALİS VE SPİNAL SİNİRLER.....	4
	PLEXUS BRACHİALİS.....	4
	NERVUS ULNARİS.....	7
	NERVUS MEDİANUS.....	7
	MOTOR SİNİR SON UÇLARI.....	8
3.	MATERYAL VE METOD.....	10
4.	BULGULAR.....	14
5.	TARTIŞMA.....	17
6.	SONUÇLAR.....	26
7.	ÖZET.....	27
8.	SUMMARY.....	28
9.	KAYNAKLAR.....	29

GİRİŞ VE AMAÇ

Periferik sinir sisteminin, innervasyon anomalileri siktir. Ön kol ve elde nervus (n.) medianus ile n. ulnaris arasında, anostomotik ilişkiler anatomik (1-3) ve electrodiagnostic (1-9) çalışmalarla gösterilmiştir. N. medianus-n. ulnaris arasındaki anomaliye normal şahıslarda %15-31 oranında rastlanmıştır (6,8,11,13). Bu anomali innervasyona **Martin-Gruber Anomalisi(MGA)** adı verilmiştir.

Martin- Gruber anomalisinde n. medianus'tan ayrılan aksonlar, intrinsik el kaslarından musculus(m.) interosseus dorsalis I ve m.abductor digiti minimi'yi (Normalde bu iki kası n. ulnaris innerve eder.) innerve etmek için n.ulnaris'e ön kolda geçerler. N. ulnaris'den n. medianus'a geçişler ise ender olarak bildirilmiştir.

El içi anomalilerine en sık thenar kaslarda rastlanır. Thenar kasların innervasyonunda, ulnar sinirin ramus (r.) profundus'u ve median sinirin r. recurrent dalı arasında bir anastomoz vardır.(2). Bu anomalinin anatomik ismi Riche-Cannieu anastomozudur(6).

Biz çalışmamızda, ön kol ve el içi innervasyon anomalilerini electrodiagnostic yöntemle saptamaya çalıştık. Bu nedenle, Karadeniz Teknik Üniversitesi Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı Nörofizyoloji laboratuvarında, 108 tıp fakültesi öğrencisi çalışmaya alındı. Her iki kolda n. medianus ve n. ulnaris sinir ileti çalışmaları yapıldı. **Toplam kas aksiyon potansiyelleri(TKAP)**; abductor pollicis brevis(APB), abductor digiti minimi(ADM) ve birinci dorsal interosseus(BDI) kaslarından elde edildi.

Martin-Gruber anomalisinin varlığı şu kriterlere göre saptanır;

- APB kasının median sinirin dirsek uyarımı sonucu elde edilen TKAP, bilekten elde edilenden büyük ise;
- BDI kasının median sinirin dirsek uyarımı sonucu elde edilen TKAP, bilekten elde edilenden büyük ise(MGA'nın birinci dorsal interosseus görünümüsü);
- ADM kasının median sinirin dirsekten uyarılması sonucu TKAP elde edilmesi (MGA'nın thenar görünümüsü) olarak değerlendirildi(2).

El içi nöral ilişkiler, APB 'in ulnar sinir uyarımı sonucu elde edilen TKAP formülize edilerek oranlandırıldı. Aynı şekilde, ADM'nin median sinir uyarımı sonucu elde edilen TKAP formülize edilerek oranlandırıldı

Bu çalışma ; normal şahıslarda, Martin-Gruber anomalisi ve Riche-Cannieu anomalisi'nin sıklığını saptamak, sinir lezyonlarında bu anomali varlığının

electrodiagnostic çalışmalarda farklı bulgularla kendini gösterebileceğini vurgulamak amacıyla yapıldı.

Travmalar, kesiler gibi sebeplerden dolayı sinir yaralanmalarında bu anomalilerin bilinmesi tanının konulmasında önemli rol oynar.El travmaları sonucu sinir yaralanması tamirinde bu elii median-ulnar sinir ilişkilerin bilinmesi yararlıdır.



GENEL BİLGİLER

Sinir Sistemi

Anatomik olarak sinir sistemi, merkezi sinir sistemi ve periferik sinir sistemi olmak üzere ikiye ayrılır.

Çevreden gelen uyarıları (stimulus) toplayan ve uyarılma sonucu ortaya çıkan değişiklikleri (impuls) ileten sinir lifleri ile bu liflerin sonlandığı merkezlerden, sinir sistemi oluşmuştur. Organlarımızın çalışmalarını yöneten ve değişik şartlara adapte olabilmelerini sağlayan sistemdir(10,12,17,23).

Periferik Sinir Sistemi

Merkezi sinir sistemi ile, organlar arasındaki ilişkiyi periferik sinirler sağlar. İnervasyon olayını sağlayan bu sistem, kafa çiftleri (cranial sinirler) ve spinal sinirler olmak üzere ikiye ayrılır.

Sinir sistemi yapı bakımından, neuronlardan (sinir hücresi) ve neuroglialardan (sinir bağ dokusu hücreleri) oluşmuştur.

Neuron: Gövde kısmına neurocyt veya pericaryon denir. Tek nucleusu vardır. Neuronun, axon ve dentrit adında iki uzantısı vardır.

Axon: Genellikle tektir, silindire benzer ve boyutları çok uzun olabilir. Bir sinir lifinde, axonu myelin kılıfı (bazı durumlarda) ve neurolemma kılıfı (schwann) sarar.

Sinir lifleri ve sinirin bütünü, çok sağlam bir bağ dokusu kılıfıyla korunmuşlardır. Bağ dokusu içinde siniri besleyen damarlar seyrederek.

Bütün bir siniri saran bağ dokusu kılıfına, epineurium; fasciculusları saran kılıfa, perineurium; her bir sinir lifini saran kılıfa, endoneurium denir.

Myelin kılıfı sardığı axon içinde impuls iletim hızını etkiler. Çok myelinli lifler 100-150 m/sn, az myelinli lifler 40-50 m/sn ve myelinsiz lifler 1 m/sn hızla impuls iletimi yaparlar (10,12,17,23)

Medulla Spinalis ve Spinal Sinirler

Medulla spinalis, columna vertebralis'in içindeki canalis vertebralis içinde bulunur. Yüksek merkezler ile periferik sinirler arasındaki irtibatı sağlayan ve kendi bünyesinde de bazı merkezleri içeren bir sinir sistemi bölümüdür.

Medulla spinalis'deki merkezleri çeşitli organlarımıza bağlayan afferent ve efferent liflerin meydana getirdikleri sinirlere, spinal sinirler denir.

Medulla spinalis'in her bir segmentinden bir çift spinal sinir çıkar. Bunlar radix ventralis (ön kök), radix dorsalislerin (arka kök) birleşmesinden meydana gelir. Bunlar, arka kök üzerinde ganglion spinale'de birleşerek spinal siniri meydana getirirler. Mix olan spinal sinir içinde duyu, motor, visseral afferent ve sempatik lif vardır.

Ön kökler başlıca gri cevherin ön boynuzlarında bulunan motor hücrelerin neuritlerinden meydana gelirler, plexus yaparlar ve gövde kaslarında, etraf kaslarında, gövdenin ön ve yan parçalarında ve deride dağılır.

Arka dallar segmental karakterlerini korurlar ve plexus yapmazlar.

Plexus Brachialis

Plexus brachialis'i C 5-C 6-C 7-C 8- T 1 spinal sinirlerin ventral ramuslarının birleşmesinden oluşur. Ancak C 4 ile T 2 sinirlerden dal aldığı çok olur. Eğer C 4 katılımı fazla ise prefix, T 2 katılımı fazla ise postfix olarak adlandırılır.

Plexusu oluşturan dalların hepsi de foramen intervertebrale'lerden çıktıktan sonra aşağı ve dışa doğru uzanarak birbirine yaklaşır ve clavicula'nın arkasında fossa supraclavicularis'de plexusu meydana getirirler.

Plexus brachialis, boyunda claviculanın üstünde ve m. sternocleidomastoid'in ark dış tarafındadır. Arteria (a.) subclavia'nın 3.parçasını arka ve üst tarafında m. omohyoidea'nın alt karnı tarafından çaprazlanır. Canlılarda plexus clavicula ile m.sternocleidomastoid arasındaki açıda palpe edilir.

Plexus brachialis'in uzunluğu 15-20 cm kadardır.

Plexus brachialis'in dalları supraclavicular ve infraclavicular olmak üzere iki grubu ayrılır.

Plexus brachialis dallarının hepsi de birden birbirleriyle birleşmezler.

-C 5-C6 ventral ramusları truncus superior'u (sup.)

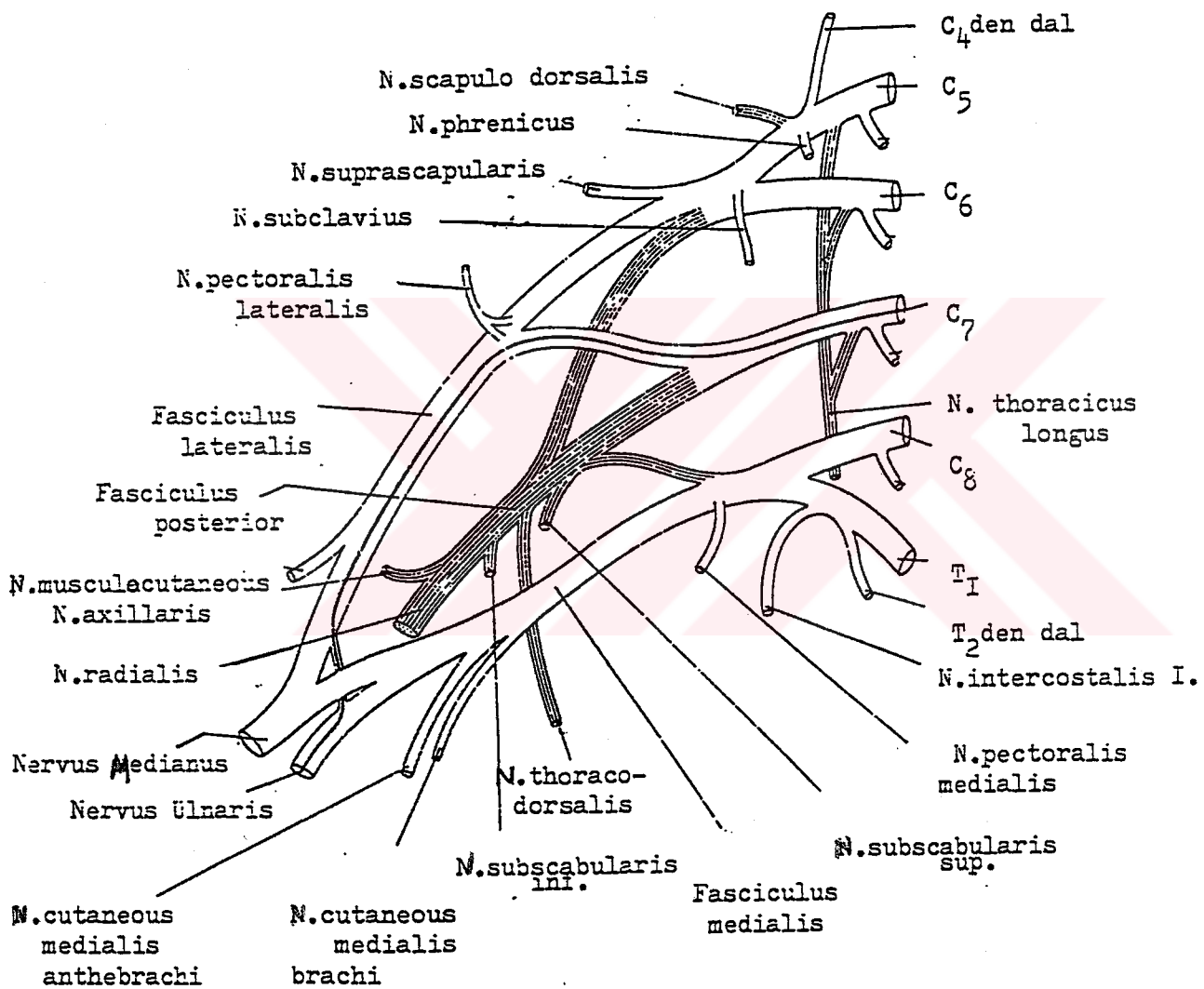
-C 7 tek başına truncus medius'u

-C 8-T 1 arasında birleşerek truncus inferior'u (inf.)

Her bir truncus bir ön division ve bir arka divisiona ayrılır. Bu

şekilde oluşan altı dalın birleşmesinden fasciculuslar oluşur. Üç arka division birleşerek fasciculus posterior'u, truncus sup. ve truncus medius'un ant. divisionları birleşerek fasciculus lateralis'i ve truncus inf. un anterior'u tek başına fasciculus medialis'i oluşturur (Şekli 1).





Şekil 1. Plexus Brachialis (Gray's anatomi, 1989).

Nervus Ulnaris

Fasciculus medialis'in (C 8-T 1) dalıdır. A. axillaris'in iç yanında, v. axillaris ile a. axillaris arasında aşağıya iner. Daha sonra a. brachialis'in iç yanında kolun ortasına kadar iner. Bu noktada septum intermusculare mediale'yi delerek ve m. triceps iç başına dayalı olarak sulcus n. ulnaris'e yönelir. Bu oluktan kemiğe dayalı olarak geçer. M. flexor carpi ulnaris'in iki başı arasından ön kola girer. Ön kolun mediali boyunca aşağıya iner. Üst yarısı m. flexor carpi ulnaris ile m. flexor digitorum profundus arasındadır. Alt yarısı daha yüzeyelleşir. Ön kolun 1/3 üst kısmında a. ulnaris'ten ayrılır. Bilekten 5 cm yukarıda ramus (r.) dorsalis ve r. palmaris dallarını verir. Bu dalları verdikten sonra retinaculum flexorum'un yüzeyinden ele geçer. Ele girer girmez r. süperphyialis ve r. profundus uç dallarına ayrılır. R. dorsalis, el sırtı ulnar yarısının derisinden duyu taşır. R. palmaris, yüzük parmağının boyunca, ortasından geçen çizginin ulnar tarafı el ayası küçük parmak ve yüzük parmak ulnar yarısının derisinden duyu taşır. M. palmaris brevis'e motor dal verir. R. profundus, a. ulnaris'in derininde, ona paralel seyrederek. Hypothenar kaslar, mm. interossei, III. ve IV. lumbricaller, m. adductor pollicis ve m. flexor pollicis brevis'e motor dallar verir. Böylece n. ulnaris ön kolda m. flexor carpi ulnaris, m. flexor digitorum profundus'un ulnar yarısı ve elde hypothenar kaslar, mm. interossei, III. ve IV. lumbricaller m. adductor pollicis brevis, m. flexor pollicis brevis'in bir kısmı ve m. palmaris brevis'i innerve eder (Şekil 2).

Nervus Medianus

Fasciculus medialis (C8-T1) ve fasciculus lateralis'ten (C5-6-7) ayrılan iki kökün birleşmesinden oluşmuştur. Bu iki kök a. axillaris'in ön yüzünde, dış kolu n. musculocutaneus, iç kolu n. ulnaris olan (M) harfi çizer. Önce a. brachialis dış tarafındadır. Fossa cubiti'ye yakın arteri önden çaprazlayarak onun iç tarafına geçer. Bu durumda fossa cubiti 'ye girer. Fossada aponeurosis bicipitalis ile m. brachialis arasındadır. M. pronator teres'in iki başı arasından ön kola girer. M. flexor digitorum superficialis fibröz arkusunun arkasından geçerek, bu kasla m. flexor digitorum profundus arasında, aşağı yukarı ön kolun orta boyunca aşağıya iner. Retinaculum flexorum'un 5 cm. kadar üstünde iyice yüzeyleşir. M. palmaris longus ve m. flexor carpi radialis tendonları arasında retinaculum flexorum' un derininden geçerek ele girer. Ön kolda, m. pronator teres, m. palmaris longus, m. flexor carpi radialis, m. flexor digitorum superficialis'e motor dal verir.

Ön kolo girer girmez arkaya doğru verdiği büyükçe bir dal olan n. interosseus ant. aracılığı ile m. flexor pollicis longus ve m. flexor digitorum profundus'un radial

yarısına ve m. pronator quadratus'a dağılır. N. interosseus anterior membrana interossea'nın ön yüzüne dayalı seyrederek.

Ramus palmaris denilen ince bir dalı retinaculum flexorum'un yüzeyinden geçerek thenar kabarıntı derisinden duyu taşır.

Sinir, canalis carpi'den geçerek 5-6 dala ayrılır. Bunlar I.,II.,III.,IV. parmakların n. digitalis palmares communisleridir. Her parmağın iki (iç ve dış) yanında, parmak uçlarına kadar giden nn. digitales palmares propria'lara ayrılırlar. Bu sinirler yüzük parmağının radial yarısından geçen dikey çizginin medial tarafında kalan el ayası ve parmak derisinin duyusunu taşırlar. Ayrıca baş parmak, işaret parmağı, orta parmak ve yüzük parmağının yarısının distal falanx bölgelerinde, parmak sırtı derisinden de n.medianus duyu taşır.

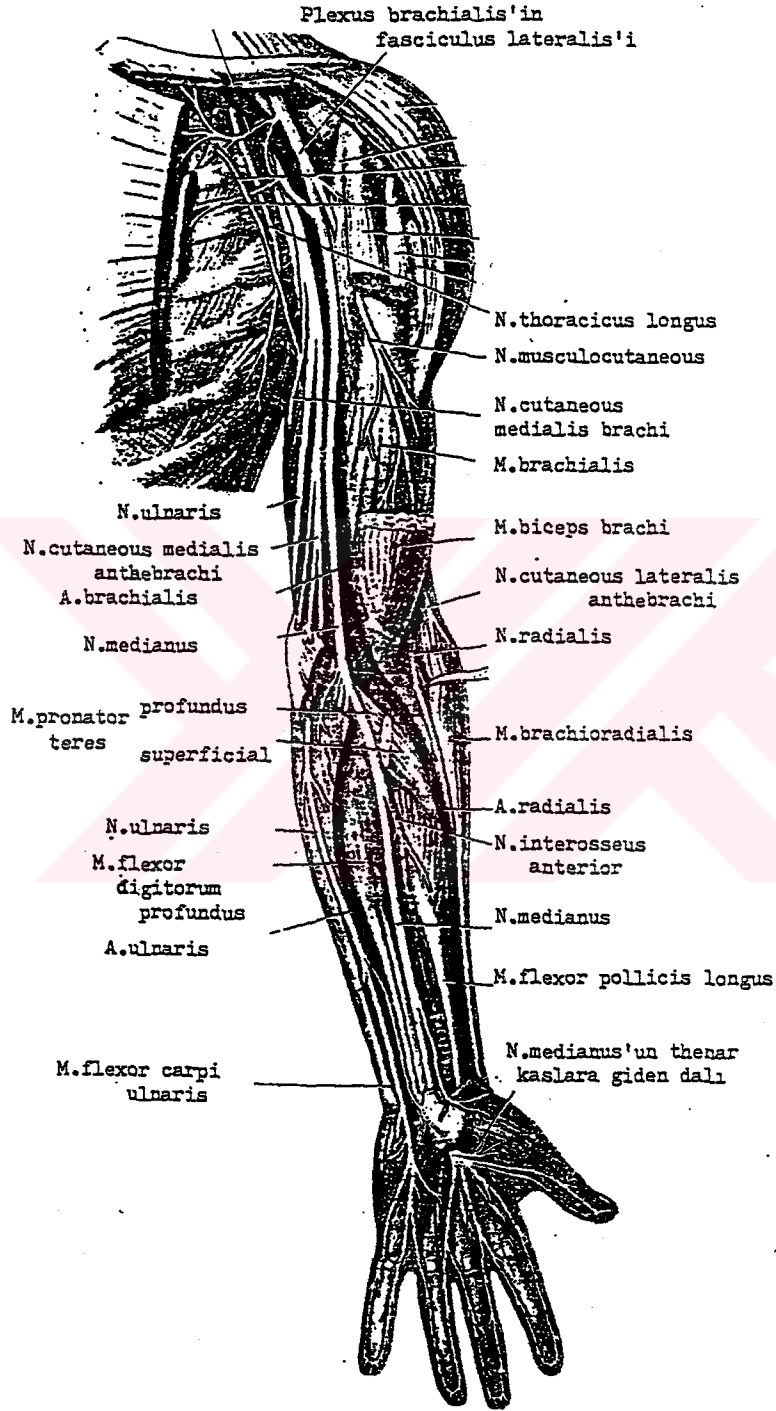
N.medianus'un eldeki motor dalları m. flexor pollicis brevis, (n. ulnaris'le ortak) m. abductor brevis, m. opponens pollicis ve I.,II. lumbricaller'e giderler.

Böylece n. medianus, ön kolda m. palmaris longus, m. pronator teres, m. flexor carpi radialis m. flexor digitorum superficialis, m. flexor digitorum profundus (n. ulnaris'le ortak), m.flexor pollicis longus ve m. pronator quadratus, elde ise m. flexor pollicis brevis (n.ulnaris'le ortak), m. abductor pollicis brevis, m.opponens ve I.,II. lumbrical kasları innerve eder (Şekil 2).

Motor Sinir Sonuçları

Efferent yolları meydana getiren sinirler, perimisium aracılığıyla derinlere kas hüzmeleri arasına sokularak ve bir çok dallara ayrılarak kas hüzmeleri arasında bir ağ meydana getirirler.Bu ağdan çıkan neuritler çok ince dallara ayrılırlar. Bu ince dallar ayrı ayrı kas liflerine yapışır. Ve burada myelin kılıfını kaybederler. Schwann kılıfı sarkolemma ile birleşerek sinir lifinin kas lifine sokulduğu alanda bir kabartı meydana gelir. Bu kabartıya motor sinirleri son uç plak'ı derler. Son uç plak'larında neuritler bir çok dallara ayrılarak çok ince bir ağ yaparlar. Bu ağlardan çıkan neuofibriller, sarkolemma ve myofibriller bağlantı sağlarlar.

İskelet kasının her türlü faaliyeti, istemli veya reflex olsun motor sinire bağlıdır (25).



Şekil 2. Sol üst extremitede anterior disseksiyonla sinirlerin gösterilmesi (Gray's anatomi 1989).

MATERYAL VE METOD

Bu çalışmada; 18-22 yaşları arasında 41 kız, 67 erkek olmak üzere, toplam 108 tıp öğrencisi araştırma kapsamına alınmıştır.

Çalışma, KTÜ Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı Electromyography laboratuvarında, oda ısısında, "Nihon Kohten 2 " electromyography (EMG) cihazı kullanılarak 1 Ocak -31 Mayıs 1993 tarihleri arasında yapıldı. Median ve ulnar sinir ileti hızları bilateral çalışıldı. Çalışma sırasında süpürme hızı 2msn/div, amplifikasyon 2mv/div'na ayarlandı.

Median ve ulnar sinirler yüzeysel stimulatörlerle supramaximal olarak uyarıldı. Bilekte uyarım kasın 8 cm. proximalinden, median sinir, dirsekte dirsek bükümü hizasında, a.brachialis'in medialinden uyarılırken, ulnar sinir ulnar oluktan uyarıldı. Stimulasyon süresi 0.1msn idi. Kayıtlama yüzeysel disk elektrotlarla yapıldı. Negatif electrot kas üzerine, pozitif electrot kasın tendonuna yerleştirildi. Çalışma birinci dorsal interossei, abductor digiti minimi ve abductor pollicis brevis kaslarında yapıldı. Normalde n. medianus'un bilek ve dirsek uyarımı sonucu m. APB kasından elde edilen TKAP; bilekten elde edilen TKAP, dirsekten elde edilen TKAP'den büyüktür (Şekil 3).

Martin-Gruber Anastomozu'nun (MGA) varlığı aşağıdaki kriterlere göre konuldu.

-Abductor pollicis brevis (APB) kasında median sinirin dirsek uyarımı sonucu elde edilen toplam kas aksiyon potansiyeli (TKAP) bilek uyarımı sonucu elde edilenden büyük ise ((MGA'nın thenar görünümülsü).

-Birinci dorsal interosseus (BDI) kasının median sinirin dirsekten uyarımı sonucu, elde edilen (TKAP), bilekten elde edilenden büyük ise (MGA'nın birinci dorsal interosseus görünümülsü), (Şekil 4).

-Abductor digiti minimi (ADM) kasının median sinirin dirsekten uyarılması sonucu bir negatif TKAP nin elde edilmesi (MGA'nın hypothenar görünümülsü), (Şekil 5).

Ulnar-median sinir anastomozunun varlığı için aşağıdaki kriterler arandı.

-Abductor pollicis brevis kası üzerinden median sinirin bilek uyarılması sonucu elde edilen TKAP dirsekte elde edilenden büyük ise, ek olarak ulnar sinirin dirsekten uyarımı sonucu APB'den elde edilen TKAP bilekten elde edilenden büyük ise.

Bu durumda anastomoz thenar kaslarıdır.

-Abductor digiti minimi'nin ulnar siniri dirsekten uyarımı sonucu elde edilen TKAP bilekten elde edilenden büyük ise,

Ek olarak bilekten median sinir uyarımı sonucu ADM'den bir TKAP kayıtlanabiliyorsa.

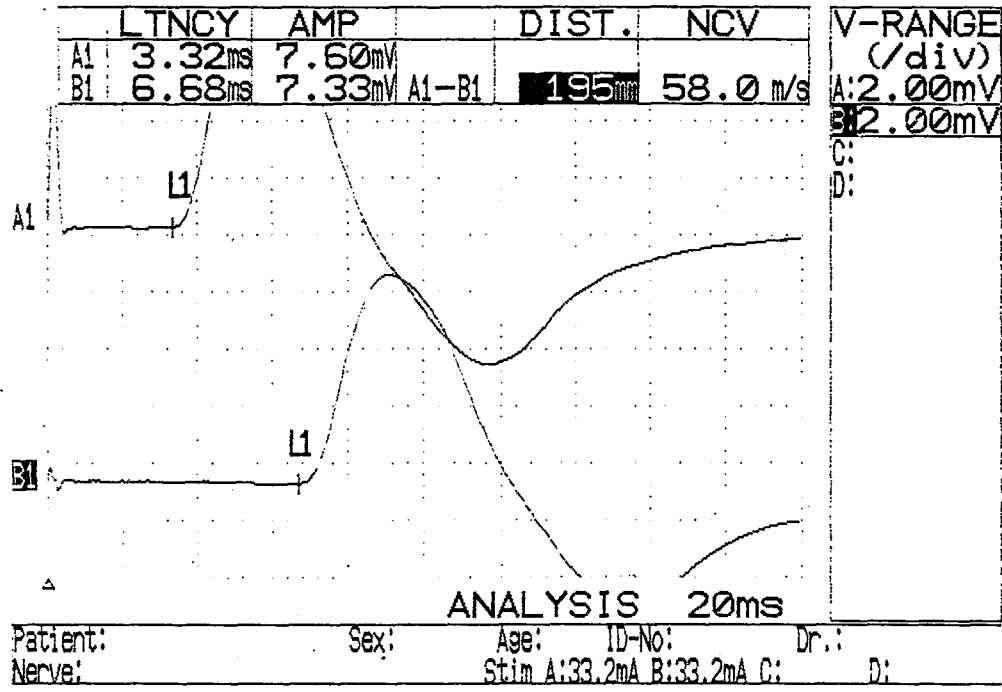
El İçi Nöral İlişkiler

Elde ulnar sinirden median sinire geçiş bilekte sinir uyarımı ile APB de ulnar sinir innervasyon oranı (USİO) ile değerlendirildi. USİO aşağıdaki formülle hesaplandı;

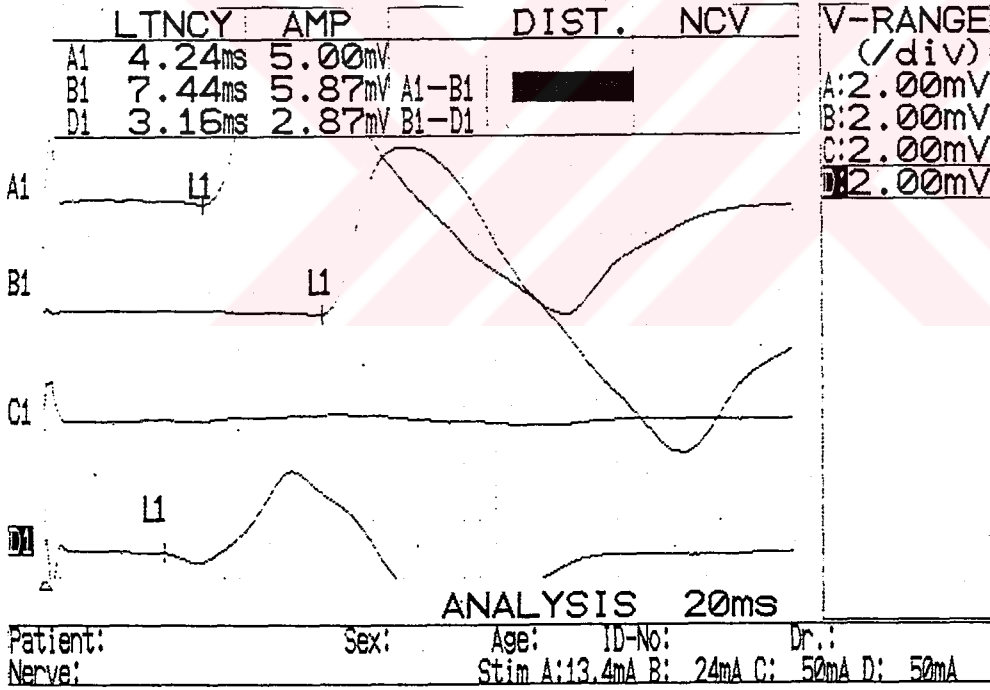
$$USİO\% = \frac{\text{Amplitüd (Amp.) TKAP ulnar uyarımı}}{\text{Amp. TKAP ulnar uyarımı} + \text{Amp. TKAP median uyarımı}} \times 100$$

-Elde median sinirden ulnar sinire geçiş BDI va ADM kaslarında median sinir innervasyon oranı (MSİO) ile değerlendirildi. MSİO aşağıdaki formülle hesaplandı;

$$MSİO\% = \frac{\text{Amp. TKAP median uyarımı}}{\text{Amp. TKAP median uyarımı} + \text{Amp. TKAP ulnar uyarımı}} \times 100$$

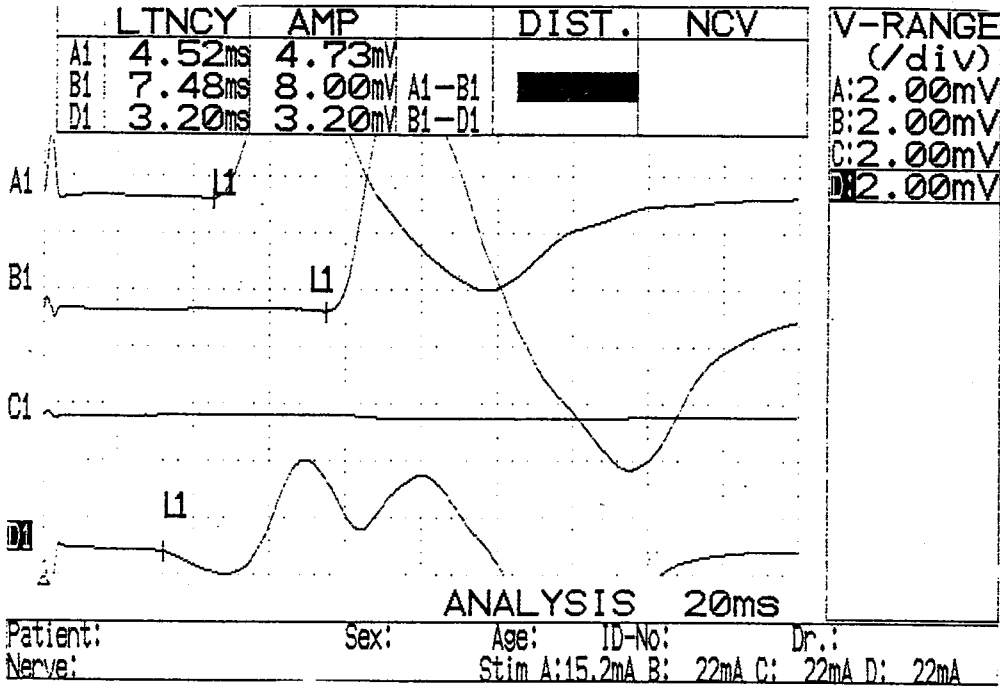


Şekil 3. Normalde n. medianus'un bilek ve dirsek uyarımı sonucu m. APB kasından elde edilen TKAP; bilekten elde edilen TKAP, dirsekten elde edilen TKAP'den büyüktür.



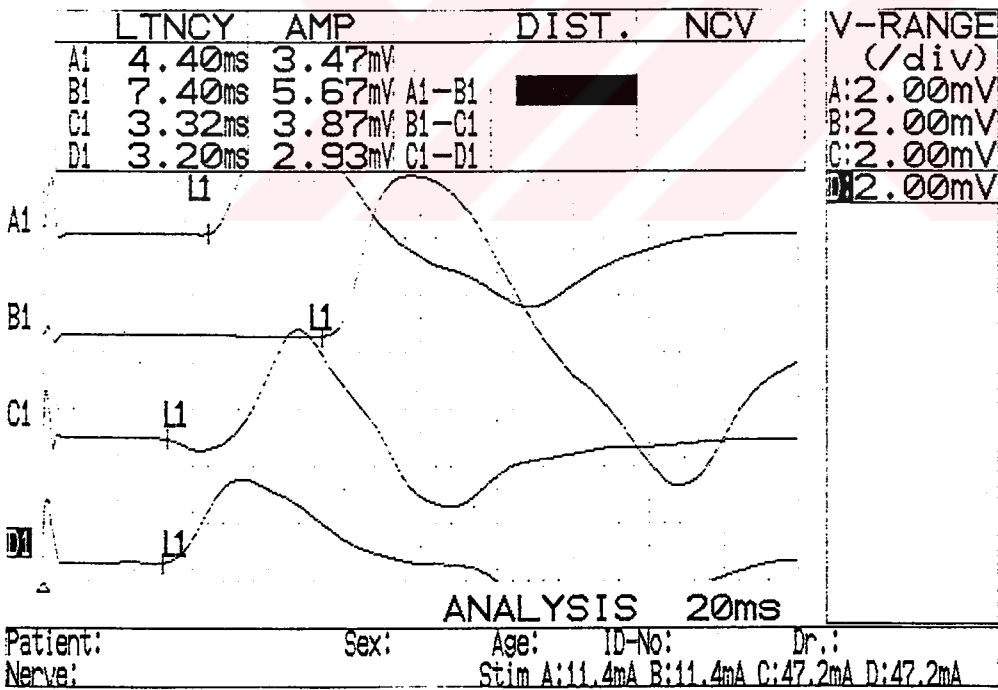
Şekil 4.

A1-N. medianus'un bilek uyarımı sonucu APB'den elde edilen TKAP (5mv),
B1-N. medianus'un dirsek uyarımı sonucu APB'den elde edilen TKAP (5.87 mv),
C1-N. medianus'un bilek uyarımı sonucu BDI'den elde edilen TKAP elde edilmiyor,
D1-N. medianus'un dirsek uyarımı sonucu BDI'den TKAP elde edilmesi (2.87 mv).



Şekil 5.

A1-N. medianus'un bilek uyarımı sonucu APB'den elde edilen TKAP (4.73 mv),
 B1-N. medianus'un dirsek uyarımı sonucu APB'den elde edilen TKAP (8 mv),
 C1-N. medianus'un bilek uyarımı sonucu ADM'den elde edilen TKAP elde edilmiyor,
 D1-N. medianus'un dirsek uyarımı sonucu ADM'den TKAP elde edilmesi (3.20 mv).



Şekil 6.

A1-N. medianus'un bilek uyarımı sonucu APB'den elde edilen TKAP (3.47 mv)
 B1-N. medianus'un dirsek uyarımı sonucu APB'den elde edilen TKAP (5.67 mv)
 C1-N. medianus'un dirsek uyarımı sonucu BDI'den elde edilen TKAP (3.87 mv).
 D1-N. medianus'un dirsek uyarımı sonucu ADM'den TKAP elde edilen (2.93 mv).

BULGULAR

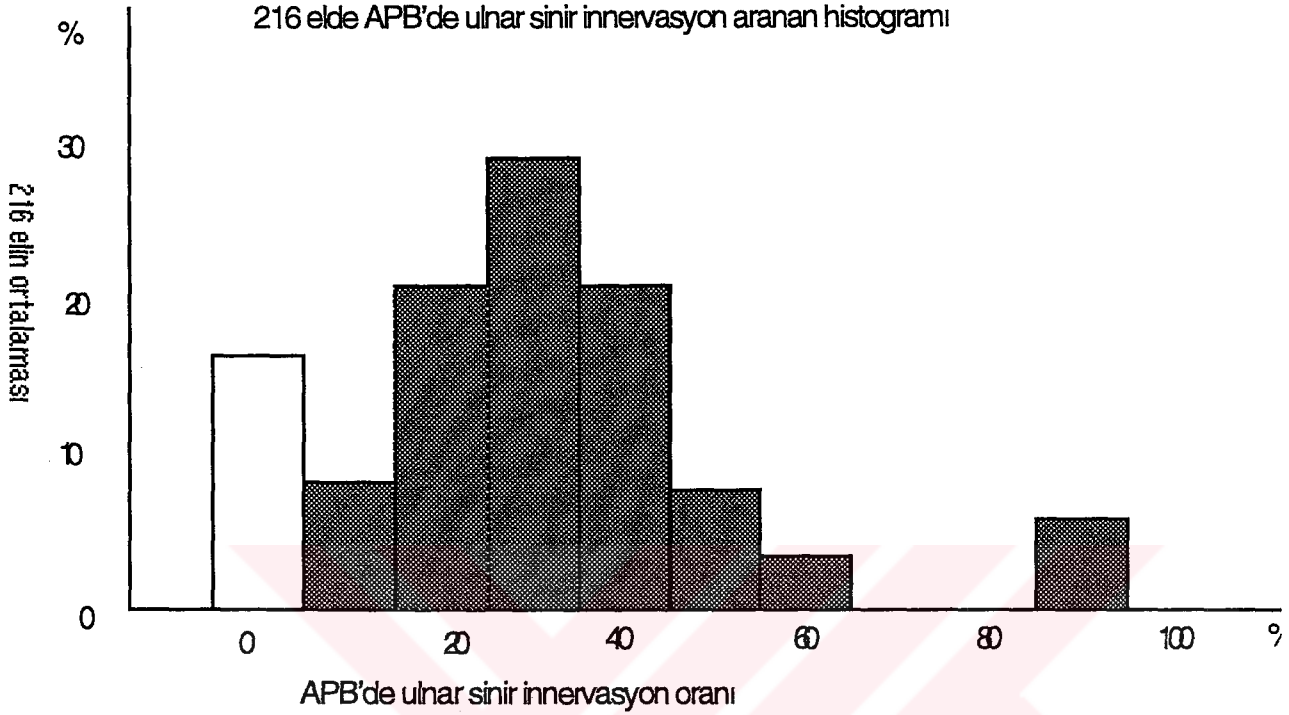
Bu çalışma ile şu sonuçlar elde edilmiştir:

- 1- Martin-Gruber anomalisi (MGA), 108 olgunun 19'unda (%17.5), 216 elin 33'ünde saptandı. Olguların 11' i erkek 8'i kız dı.
- 2- Anomali olguların 14'ünde (%73.6) bilateral idi. 8'i erkek, 6'sı kızdı.
- 3- Unilateral anomalisi olan olguların 4'ünde sağ elde, 1'inde sol elde bulundu.
- 4- Martin-Gruber anomalisi, 19 olgunun 38 elinde;
 - 12 elde birinci dorsal interosseus kasını (Şekil 4),
 - 4 elde abductor digiti minimi kasını innerve ediyordu (Şekil 5),
 - Thenar kasların anomalik innervasyonu olguların hiç birinde bulunmadı.
 - 17 elde ise anomalik innervasyon, birinci dorsal interosseus kası ile abductor digiti minimi kasında beraber sonlanıyordu (Şekil 6).
- 5- Ulnar sinirden median sinire anostomos olgularımızın hiç birinde saptanmadı.

El İçi Innervasyonu

- 1- Ulnar sinirden median sinire geçiş 108 olgunun 216 elinin (%70.8) 153'ünde bulundu.
- 2- 13 (%8.4) Abductor pollicis brevis kası median sinirden çok ulnar sinir dalı ile innerve ediliyordu.

Abductor pollicis brevis kasının ulnar sinir innervasyonunu oranı(USİO) bilekten uyarımla değerlendirildi. Bu ortalama değer USİO=%31.3 olarak bulundu. Bu değer erkeklerde %30.9, kızlarda %31.4 olarak bulundu. Cins yönünden aralarında istatistiksel yönde anlamlı farklılık bulunmadı.



Histogram 1.

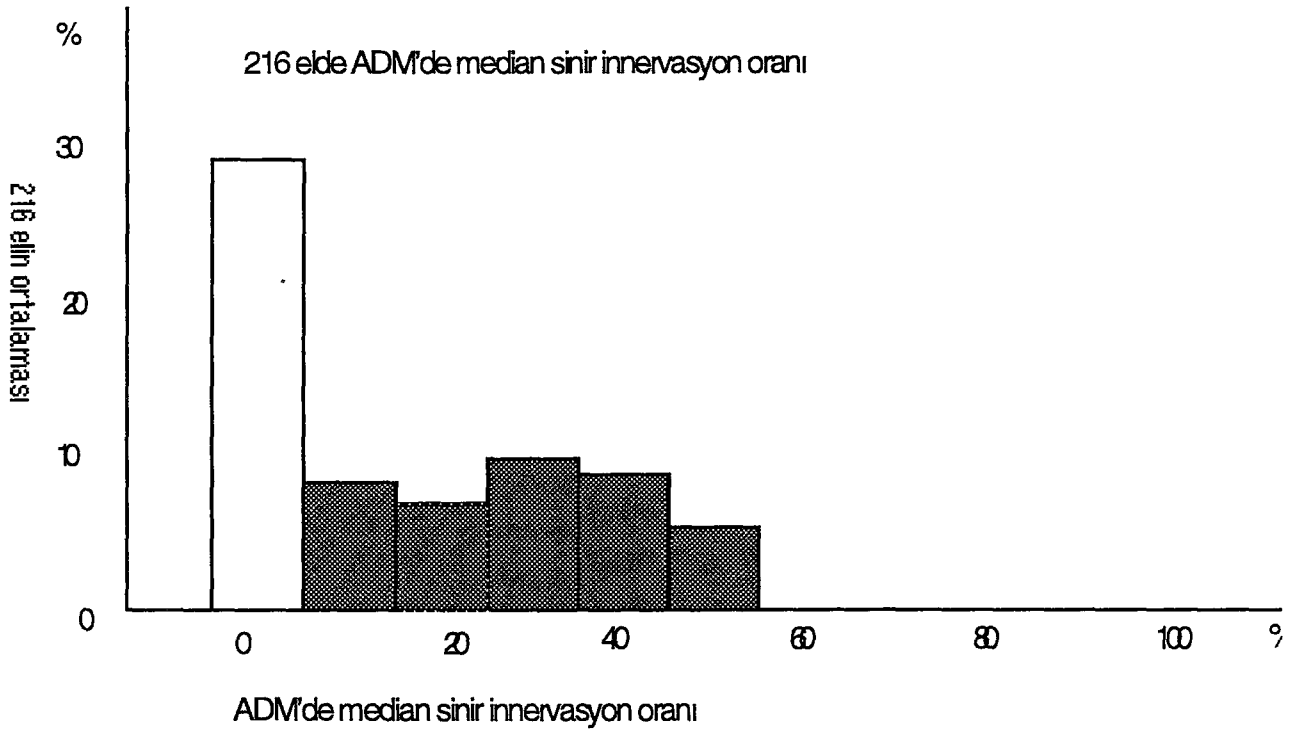
Median sinirden ulnar sinire el içi geçişler birinci dorsal interosseus ve abductor digiti minimi kasından kayıtlandı.

BDI kasının innervasyonunda 75 elde (%34,7) median sinirden ulnar sinire geçiş vardı. Bu geçiş median sinir innervasyon oranı ile (MSİO) değerlendirildi.

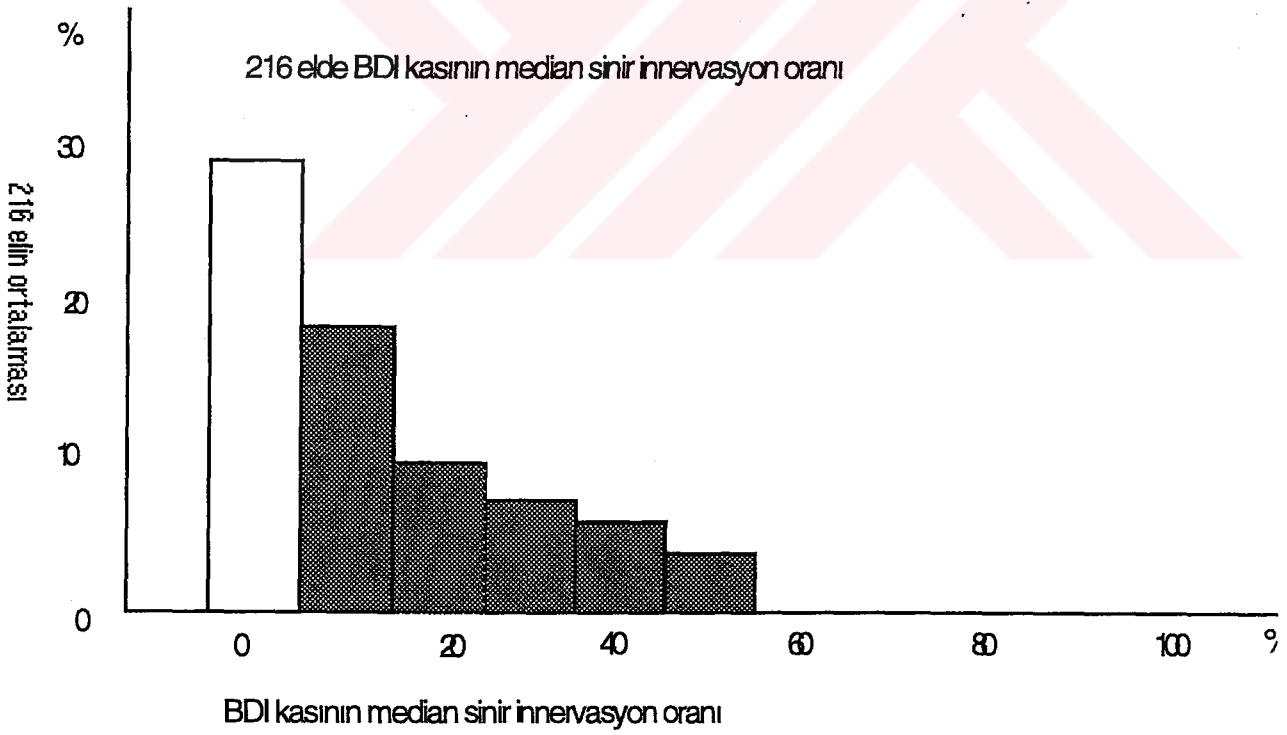
ADM kasının innervasyonunda 49 elde (%22.6) median sinirden ulnar sinire geçiş vardı.

3 elde ise BDI ve ADM kasları median sinir tarafından ulnar sinire göre daha fazla innerve ediliyordu.

Ortalama USİO %31.3 olarak bulduk. MSİO, ADM kasi için %4.7, BDI kasi için %8.7 bulduk. Ortalama USİO ortalama MSİO dan yüksek bulundu.



Histogram 2.



Histogram 3.

TARTIŞMA

Ön kol innervasyon anomalilerinde, n. medianus'dan-n. ulnaris'e geçiş Martin-Gruber anomali'si olarak adlandırılır. Bu anomalik innervasyon 1763'de Martin, 1870'de Gruber tarafından açıklanmıştır(2).

Anastomozu yapan axonlar n. medianus veya onun anterior interosseus dalından ayrılır. Axonlar normalde ulnar sinir tarafından innerve edilen intrinsik el kaslarını innerve etmek için ulnar sinirin ana gövdesine ön kolda geçerler. Bu anastomoza katılan axonların sayısı oldukça değişkendir. Anastomozu oluşturan axonlar median sinirin daha proximalinde ayrı bir lif olarak bulunur (Şekil 7).

Stinivason ve Rhodes, fetüs çalışmalarında anastomozun altı paternini açıkladı(18). Beşinde anastomoz n. interosseus anterior'dan başlıyordu. Bu durum saf motor anomalilerinin yüksek insidansının nedeni olabilir. Bununla beraber Santora, motor geçişlere ek olarak duyuşal geçişler de açıklamıştır(19).

Bu varyasyonun otozomal dominant geçişli kalıtsal olduğu da ileri sürülmüştür. Crutchfield ve Gutmann 5 bireyin 29 akrabasında %62 oranında benzer anastomozlar buldu(20).

Martin-Gruber anomali'si'nin normal şahıslardaki sıklığı:

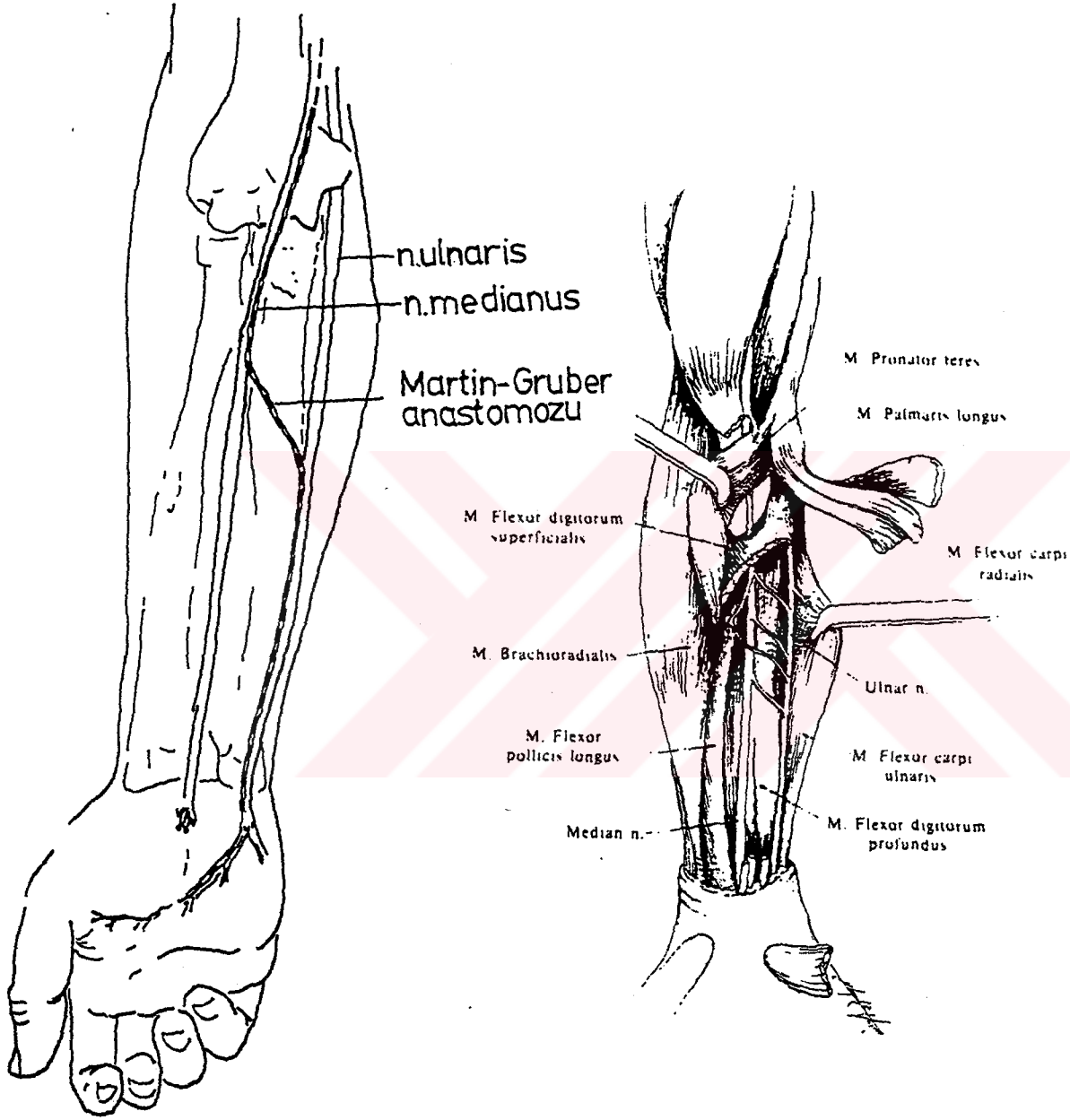
Iyer ve Fenichel %7.7 (21), Gutmann %25(22) sıklıkta, ortalama olarak %20 oranında bulmuştur. Gruber kadavra çalışmalarında %15.2, Hirasawa %10.5 oranında buldular.

Martin-Gruber anomali sıklığı novacaine sinir bloku çalışmalarında %6 oranında(15); anatomik diseksiyonda %44(16); sinir ileti çalışmalarında Amoiridis, 100 olguda %32(7); Wilbourn ve Lambert 54 olguda %31(9) oranında buldular.

Kimura, collision tekniği ile, 328 olgunun, 57'sinde %17 bulmuştur(1).

Biz çalışmamızda, 108 olgunun 19'unda (%17.5), 216 elin 33'ünde Martin-Gruber anomali'si saptadık.

Sinir ileti çalışmamız sonucunda bulunan, %17.5 orarandaki Martin-Gruber anomali'si; Amoiridis, Wilbourn ve Lambert çalışmalarında bulunan Martin-Gruber anomali'si sıklığına göre daha düşük oranda bulundu. Ancak Kimura'nın çalışmasında bulunan %17 oranıyla uyumluydu.



Şekil 7. Ön kolda n.medianus-n.ulnaris anastomozu (Martin-Gruber anastomozu).
(Electromyogr. clin. neurophysiol, 1991 - Muscle & Nerve, 1987).

Kimura çalışmasında Martin-Gruber anomalisi'nin %68 oranında **bilateral** olduğunu saptamıştır(1).

Biz de çalışmamızda, 19 MGA'lı olgunun , 14'ünde (%73.6) bilateral olarak bulduk.

Unilateral anomali olan olguların, Martin-Gruber anomalisi'nin hangi elde daha sık görüldüğüne ilişkin olarak, Kimura çalışmasında 18 unilateral MGA'lı olgunun 9'unda sağda 9'unda sol elde anomali saptadı(1).

Biz de 5 unilateral MGA olgusunun 4'ünde sağda, 1'inde solda anomalik innervasyon bulduk. Olgularımızın azlığı nedeniyle belirli bir sonuca varılamamıştır.

Anastomozlar tarafından innerve edilen kaslara göre, üç tip, Martin Gruber anomalisi tanımlanabilir.

Tip I: Hypothenar kaslarda sonlanan lifler. Ulnar sinir ileti çalışmaları için, rutin olarak kullanılan m. abductor digiti minimi'yi innerve eder. Bu anomali rutin ileti çalışmaları sırasında kolaylıkla ortaya çıkarılabilir.

Tip II: M. dorsalis interosseus I. de sonlanan lifler

Tip III: Thenar kaslarda sonlanan lifler. M. abductor pollicis brevis'de sıklıkla bu varyasyon nadirdir ve değerlendirmek güçtür(Şekli 8).

Bizim çalışmamızda, bu anomali tipleri içinde, 33 elin 17'sinde (%51.5) , m. dorsalis interosseus I. ve m.abductor digiti minimi'yi birlikte innerve edildiği kombine tip sıklıkla bulundu. Ayrıca 12 elde (%36.3) m. dorsalis interosseus I., 4 elde (%12.1) ise m.abductor digiti minimi'nin innerve edildiği gösterildi. Thenar kaslarda anomalik innervasyon olgularımızda bulunamadı.

Sıklıkla MGA'nın tek bir kas innervasyonundan çok, diğer ulnar innervasyonlu kasları da innerve ettiği kombine tipin görüldüğü belirtilmiştir(1). Kimura hem thenar hemde hypothenar kasları 96 elin 77'sinde birlikte innerve edildiğini göstermiştir. Anomalik innervasyon 13 elde sadece hypothenar kasları, 1 elde ise sadece thenar kasları innerve etmekteydi.

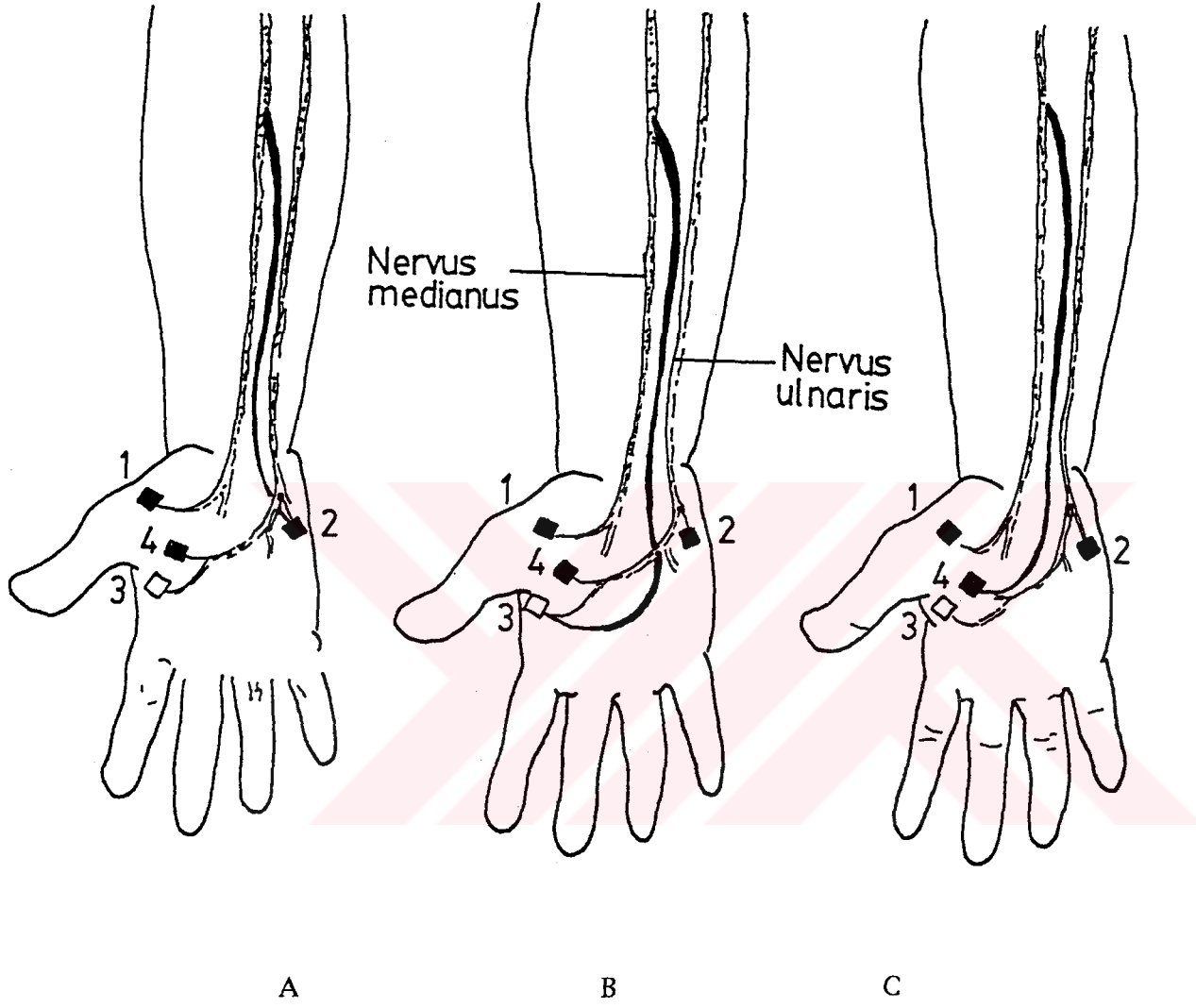
Biz de kombine tipi %51.5 oranında saptadık.

N. ulnaris'ten n. medianus'a anastomatik geçişler çok enderdir.

Kimura, 656 elde çalıştı ve hiç birinde bu anomaliyi bulamadı(1).

Marinacci, ulnar sinir lezyonlu 298 olgunun 2'sinde bu anomaliyi buldu(26).

Komar ve Marinacci dirsekte komplet, ciddi median sinir lezyonlu olan olgusunda ön koldaki ulnar-median sinir ilişkisine bağlı olarak, median sinirle innerve edilen intrinsik el kaslarında parsiyel tutuluş bulgularını gözlemlemiştir (26-27).



Şekil 8. Martin-Gruber Anastomozu;

A : Hypothenar kaslarda sonlanan lifler,

B : Musculus interosseus dorsalis I de sonlanan lifler,

C : Thenar kaslarda sonlanan lifler.

Anastomozda tanımlanan noktalar: 1- Thenar bölge; 2- Hypothenar bölge;

3- Birinci interosseus dorsalis; 4- Adductor pollicis brevis

(Electromyogr. clin. neurophysiol. 1991).

Biz ise, 108 olguluk, 216 elin incelenmesinde ulnar-median sinir anastomozunu bulamadık.

Klinikte periferik sinir lezyonu sonucunda bu anomalilerin varlığında yanlış yorumlamadan kaçınmak için bu anomalilerin özelliğini bilmek gereklidir.

Martin-Gruber anomalisi olan şahıslarda periferik sinir lezyonu olduğunda aşağıda tanımladığımız bulgular görülür.

1- Dirsekte tam veya tama yakın ulnar sinir lezyonu olursa ve olguda MGA'lisi var ise, elde ulnar sinirin innerve ettiği intrinsik el kaslarında minimal tutuluş bulguları gözlenir. Çünkü, bu kasların sinir lifleri ön kolda sağlam olan n. medianus'dan geçiş yaparak innervasyonu sağlar.

2- Bilekte ulnar sinir lezyonu: Tip III. Martin-Gruber anostomozu olan olguda, bilekte ulnar sinir lezyonu olursa median sinirin innerve ettiği thenar kaslarda tutuluş bulguları görülür.

3- Dirsekte median sinir lezyonu: Martin-Gruber anostomozu olan olguda, dirsekte median sinir lezyonu olursa ulnar sinirin innerve ettiği el kaslarında özellikle de hypothenar ve interosseus kaslarında tutuluş görülür.

EL İÇİ INNERVASYON ANOMALİLERİ

Bütün intrinsik el kasları median yada ulnar sinir tarafından innerve edilir. Klasik olarak median sinir thenar alanda abductor pollicis brevis ve opponens pollicis (OP) kası, I. ve II. lumbricaller'i innerve eder. N. ulnaris thenar alanda m. adductor pollicis brevis ve m. abductor digiti minimi'yi innerve eder.

Flexor pollicis brevis kasının superficial başı n. medianus tarafından, n. ulnaris tarafından ise derin başı innerve edilir. Bu klasik şemanın dışındaki durumlar yaygındır. Sunderland, elin aberant innervasyonlu ellerde bazı genel kurallar tanımlamıştır.

1- Daha sık olarak ulnar sinir, median sinir alanı içine radial olarak dağılır.

2- Bu yayılım median sinir tarafından normalde innerve edilen bir, bir kaç veya tüm kasları kapsayabilir.

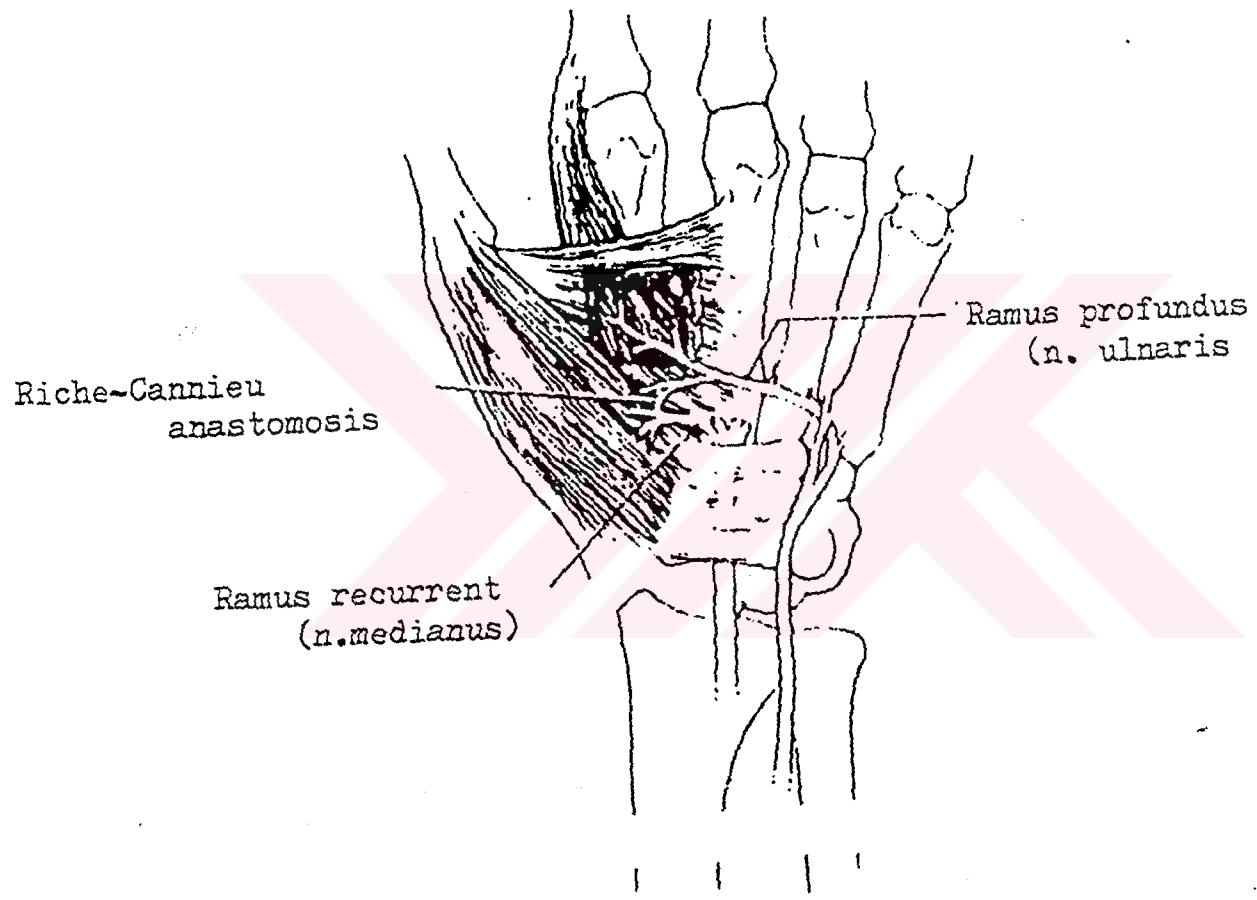
3- " Tüm median" ve "tüm ulnar" innervasyonu en sık thenar, BDI, III. ve IV. lumbricaller kaslardadır.

Rowntree, ulnar veya median sinirin tam lezyonlu 226 hastalık çalışmasında aşağıdaki sonuçlara vardı. Olguların %15 inde innervasyon klasik şemada idi. M. flexor pollicis brevis olguların %65 inde sadece ya median veya ulnar sinir tarafından innerve ediliyordu, %20 sinde daha sık söylenen anomali bulundu. En yaygın m.APB ve m.OP median veya ulnar sinirler tarafından ikili olarak veya tek başına ulnar sinir tarafından innervasyonu vardı. Median sinir alan içine ulnar sinirin radial yayılımının sıklığı gözlenmiştir.

Ulnar-Median Sinirler Arasında Ansiform Anostomozlar (Riche-Cannieu Anostomozları)

Riche 1897, Cannieu 1897 ulnar' dan median 'a nöral bir anastomoz tanımladılar(6).

Elde en sık görülen varyasyon thenar alanıdır. Bu varyasyonun anatomik ismi Riche-Cannieu anastomozudur. Bu ulnar sinirin derin dalı ve median sinirin recurrent dalı arasında elin palmar yüzeyinde bir ansiform ilişkinin varlığını kapsar (Şekil 9).



Şekil 9. Nervus ulnaris'in ramus profundus'u ile nervus medianus'un ramus recurrent dali arasındaki Riche-Cannieu anastomozu .
(Electromyogr. clin. neurophysiol. 1991).

Bazı araştışıcılar bu anostamozun sık olduğunu belirtmesine rağmen Harness, 37 disseke elde 27 sinde buldu. En yaygın varyasyon median sinir içine ulnar sinir innervasyonunun bir yayılımıdır.

Çalışmamızda ulnar sinirden median sinire geçiş 108 olgunun 216 elinin (%70.8) 153'ünde bulduk. 13 (%10.6) elde APB kası, median sinirden çok ulnar sinir dalı ile innerve ediliyordu. Bu ortalama değer USİO %31.3 olarak bulduk.

Kimura, USİO 150 elde %17.6 \pm 16.1 oranında buldu (6).

Elii innervasyonu

El içinde, APB kasının innervasyonunda , ulnar sinirden median sinire geçiş APB kası üzerinden elde edilen ulnar sinir innervasyon oranı(USİO) hesaplaması ile 108 olgunun 216 elinin 153'ünde (%70.8) bulundu.

Kimura , çalışmasında 150 elin 125'inde (%83.3) bulmuştur.

Bu 153 elin 13 'ünde (%8.4) APB kası median sinirden çok ulnar sinir dalı ile innerve ediliyordu. Kimura'nın çalışmasında bu oranın çalıştığı 150 elin 12 'inde (%7.9) bulmuştur(6).

APB kası bilek uyarımı sonucu elde edilen ulnar sinir innervasyon oranı (USİO) ortalama olarak %31.3 bulundu. Bu oran erkeklerde %30.9, kızlarda %31.4 'd . Cinsler arasında USİO arasında anlamlı istatistiksel farklılık bulunmadı. Kimura , alışmasında USİO 'yu %29.3 olarak bulmuştur(6).

APB kası üzerinden ulnar sinir innervasyon oranı 150 elin 125'inde (%83.3) buldu. Normalde ulnar sinir tarafından innerve edilen BDI kasının innervasyonunda çalışmamızda 216 elin 75'inde(%34.7) median sinirden ulnar sinire geçiş saptandı. Bu median sinirinnervasyon oranı (MSİO) ile değerlendirildi. MSİO BDI kasında %8.7 idi.

Kimura, BDI kasında median sinir innervasyonu 150 elin 65'inde (%43.3) saptamıştır. MSİO da %10.9 bulmuştur.

Biz, ADM kasının innervasyonunda 49 elde (%22.6) median sinirden ulnar sinire geçiş bulduk. ADM kasında MSİO %4.7 idi.

Kimura, ADM kasında median sinirden geçişi 24 elden (%16) buldu. MSİO'nı %5.9 olarak saptanmıştır.

3 elden BDI ve ADM kaslarının median sinir tarafından ulnar sinire göre daha fazla innerve edildiğini saptadık.

Kimura, sadece 2 elde ADM ve BDI ulnar sinirden daha çok median sinir tarafından innerve edildiği saptamıştır(6).

Biz ortalama USİO 216 elde %31.3 olarak bulduk. MSİO 216 elde ADM kası için %4.7, BDI kası için %8.7 bulduk. Ortalama USİO ortalama MSİO dan yüksek bulundu. Kimura da çalışmalarında aynı sonuca varmıştır.

Ulnar sinirden median sinire ve median sinirden ulnar sinire geçişler arasında insidans farklılığı elde Riche - Cannieu anostomozunun anatomik yapısına bağlı olabilir. Bilekten yapılan median sinir uyarımı sonucu BDI kası da daha kolay uyartılabilirken ADM kasının uyarılması güç olabilir. Bu da ulnar sinirin derin dalının antidromik olarak uyarılmasının güçlüğünden kaynaklanabilir.

Bizim sonuçlarımız, Riche -Cannieu anastomozu %48-83 oranında bulan (Harness ve Sekeles 1971, Forrest ve Basmajian 1965,Cannieu 1897, Kimura 1984) sonuçlarıyla uyumluydu.

Riche -Cannieu anastomozunun elektrofizyolojik çalışmalar sonucu elde edilen yüksek oran ulnar ve median sinirler arasında bir normal anatomical nöral yapı olarak görülmesi gerektiğini vurgulamışlardır(Harness veSekeles, Kimura).

Travmatik veya herhangi bir sebeple sinir lezyonunda, n. ulnaris ve n. medianus anastomozlarının varlığını bilmek, foksiyonel kayıplarda önemlidir. Bu anomalilerin varlığına hekim uyanık olmalıdır. Çünkü electrodiagnostic çalışmalar, periferik sinirlerin değişik sonuçlar verdiğini göstermiştir. Yine bu anomalilerin bilinmesi özellikle carpal tunnel sendromlu olgularda klasik klinik ve electromyografic bulgulardan farklı olarak ağrı, parestezi veya motor güçsüzlük bulgularının varlığında yararlı olacaktır.

SONUÇLAR

Ön kolda n.medianus- n.ulnaris arasındaki anastomoza Martin-Gruber anomalisi denir. Ayrıca el içinde de median sinir innervasyonlu thenar kaslara ulnar sinir innervasyonu (Riche-Cannieu anomalisi) ve ulnar sinir innervasyonlu kaslara da median sinir inervasyonları vardır. Bu anomaliler periferik sinir sisteminde siktir. Çalışmamızda ön kol ve el içinde n.medianus-n.ulnaris arasındaki geçiş sıklık ve özelliklerini çalıştık.

Çalışmamızda, 108 olgunun 216 elinde electrodiagnostic yöntemle n.medianus ve n.ulnaris motor sinir ileti çalışmaları yapıldı.

Biz;

1- Martin -Gruber anomalisini 108 olgunun 19'unda (%17.5) ve 216 elin 33'ünde (%15.2) saptadık. Oranımız diğer çalışmalarda saptanan oranlarla uyumluuydu.

2- MGA'lisi 19 olgunun 14'ünde (%73.6) bilateraldi.

3- 19 olgunun 38 elindeki özellikler;

a- MGA'lisi 12 elde (%31.5) BDI kasında,

b- MGA'lisi 4 elde (%10.5) ADM kasında sonlanıyordu,

c- 17 elde (%44.7) ise BDI ve ADM kasında beraber sonlanıyordu,

d- Thenar kasların anomalik innervasyonu bulunamadı, MGA'lisi tek bir kası innerve eden kombine formunun varlığını saptadık.

4- N.ulnaris'den -n.medianus'a anastomoz olgularımızda saptanamadı,

5- Thenar kasların innervasyonunda ulnar sinirin geçisi 216 elin 153'ünde (%70.8) bulundu. Bu anomalili geçiş, 13 elde (%8.4) APB kasının innervasyonunda n.ulnaris'in daha belirgin sinir olduğunu gösterdi. Normalde n. ulnaris tarafından innerve edilen el kaslarından BDI kasına n. medianus'un geçisi 216 elin 75'inde (%34.7) bulundu. Bu geçiş, ADM kasında 49 elde (%22.6) saptandı. 3 elde (%4) ise m. BDI ve m. ADM n. medianus tarafından daha belirgin olarak uyartılıyordu.

ÖZET

Anatomik ve sinir ileti çalışmalarında elde ve ön koldaki nervus (n.) medianus ve nervus ulnaris arasındaki ilişki, intrinsik el kaslarının motor innervasyonda değişiklikler sağlar. Yaşları 18-22 arasındaki 108 tıp fakültesi öğrencisinde arasında yapılan çalışmada nervus medianus ve nervus ulnaris electromyografic teknikle sinir ileti çalışması yapılmıştır. Bilek ve dirsekten n. medianus ve n. ulnaris stimülatörlerle supramaximal olarak uyarıldı. Çalışma yüzeysel electrotlarla yapıldı. Toplam kas aksiyon potansiyeli (TKAP) musculus (m.) abductor pollicis brevis (APB), birinci dorsal interosseus (BDI) ve m. abductor digiti minimi (ADM) kaslarından kayıt edildi.

Martin-Gruber anomalisi(MGA), 108 olgunun 19'unda (%17.5) saptanmıştır. MGA'nde bulunan BDI ve ADM kaslarının kombine tipi sıklığı ve BDI ADM'den daha fazla innerve ediliyordu.

Eldeki innervasyon anomalilerinde, 216 elin 153'ünde (%70.8) thenar kasların innervasyonuna n. ulnaris de eşlik ediyordu. BDI ve ADM kasları normalde n. ulnaris'le innerve edilir.

Travmatik veya herhangi bir sebeple sinir lezyonunda, n. ulnaris ve n. medianus anastomozlarının varlığını bilmek, fonksiyonel kayıplarda önemlidir. Bu anomalilerin varlığına hekim uyanık olmalıdır. Çünkü electrodiagnostic çalışmalar, periferik sinirlerin değişik sonuçlar verdiğini göstermiştir.

Anahtar kelimeler: Innervasyon anomalileri, Martin-Gruber anastomozu, Riche-Cannieu anastomozu, Electrodiagnostic teknikler.

SUMMARY

As provided by anatomical and nerve conduction studies, communications between the median and ulnar nerves in the hand and in the forearm provide variations in the motor study was done in 108 medical students, ages 18 to 22 referred to electromyographic studies of median and ulnar nerves conduction velocity. Supramaximal nerve stimulation of median and ulnar nerves at the wrist and elbow were used. In this study all recordings during nerve conduction studies were done with surface electrodes. The compound muscle action potentials were recorded from the abductor pollicis brevis (APB), first dorsal interosseous (FDI) and abductor digiti minimi (ADM) muscles. Median-to-ulnar communication Martin-Gruber anastomosis (MGA) was found in 19 (17.5 %) of the 108 subjects. We found that MGA innervated both FDI and ADM was the most common type and FDI was more common than ADM.

Anomalies of innervation of the hand; innervation of the thenar muscles, in 153 of the 216 hands (70.8%), ulnar nerve also corresponds with this anomalies. FDI and ADM are innervated by ulnar nerve normally and sometimes median nerve participates this innervations.

In case of traumatic or entrapment nerve lesions in the presence of anastomosis between the median and ulnar nerve functional loss differs. In the presence of this anomalies the medician must be careful; because the electrodiagnostic studies the peripheric nerves can result in the different clinics.

Key-words : Innervation anomalies, Martin-Gruber anostomosis Riche-Cannieou anostomosis, Electrodiagnosis techniques.

KAYNAKLAR

1. Kimura, J. Murphy, M.J., Varda D.J.: Electrophysiological study of anomalous innervation of intrinsic hand muscles. Arch. Neurol., 33: 842-844, Dec. 1976.
2. Sonck, W.A., Francx, M.M. and Engles, H.L.: Innervation anomalies in upper and lower extremities: Potential clinical implications how to identify with electrophysiologic techniques . Electromyogr. Clin. Neurophysiol. 31:67-80,1991.
3. Erich .W., Streib,E.W.: Ulnar-to-median nerve anastomosis in the forearm: Electromyographic studies. Neurology. 29: 1534-1537, 1979.
4. Golovchinsky, V. : Ulnar-to-median anostomosis and its role in the diagnosis of lesions of the median nerve at the elbow and the wrist. Electromyogr. Clin. Neurophysiol . 30:31-34,1990.
5. Tieghem, J.V. , Vandendriessche, G. and Vanhecke, J.: Martin-Gruber anastomosis: The explanation for late diagnosis of severe ulnar nerve lesions at the elbow. Electromyogr. Clin. Neurophysiol .27:13-18, 1987.
6. Kimura, I.and Ayyar, D.R. :The hand neurol communication between the ulnar and median nerves electrophysiological detection. Electromyogr. Clin. Neurophysiol . 24: 409-414, 1984.
7. Amoiridis, G.: Median-ulnar nerve communications and anomalous innervation of the intrinsic hand muscles: An electrophysiological study. Muscle and nerve. 15: 576-578, 1992.
8. Stevens, J.C.: AAEE Minimonograpf 26: The electrodiagnosis of carpal tunnel syndrome. Muscle & Nerve 10: 99-113 ,1987.
9. Wilbourn, J., Cleveland and Lambert, E., :The forearm median-to-ulnar nerve communication: Electrodiagnostic aspects. Neurology (minneap.), 26: 368,1976.
10. Dere,F.: Anatomi cilt I. Ç.Ü. Basimevi Adana, 1988, s.93-107.
11. Gutmann, L, Gutierrez, A. and Riggs, J.E.: The contribution of median -ulnar communications in diagnosis of mild carpal tunnel syndrome . Muscle & Nerve 9: 319-321, 1986.

12. Williams, L., Warnick, R., Dyson, M. Bannister, L.: Gray's Anatomy, thirty-seventy edition Churchill Livingstone Edinburgh London Melbourne and New York,1989 PP (1130-1135)
13. Libovic, S. J., Hastings, H.: Martin-Gruber revisited. J. hand surp.[AM] 17: 47-53,1992.
14. Uchida, Y., Sugioka, Y.: Electrodiagnosis of Martin-Gruber connotation and its clinical importance in peripheral nerve surgery. J.hand Surg. 17: 54-59, 1992.
15. Hopf, H.C., Hense, W.: Anomalien der motorischen innervation an der hand 2.EEG-EMG 15:220-224,1974.
16. Mannerfelt, L., Studies on the hand in ulnar nerve paralysis. Acta orthop. Scand. (Suppl) 87:23-142, 1966.
17. Çimen, A.: Anatomi U.Ü. Basımevi, 2. Baskı, 1991,s.406-413,504
18. Srinivason, R. and Rhodes, J.: The median-Ulnar anastomosis (Martin-Gruber) in normal and congenitally abnormal fetuses Arch. Neur., 38: 418-419, 1981.
19. Santoro, L., Rosato, R.and Caruso, G.: Median-ulnar nerve communications: Electrophysiological demonstration of motor and sensory fiber cross-over. J. Neurol.229: 227-235, 1983.
20. Crutchfield, C.A. and Gutmann, L.: Hereditary aspects of median-ulnar nerve communications.J. Neurol. Neurosurg. Psychiat. 43: 53-55,1980.
21. Iyer, V. and Fenichel, G. M.: Normal median nerve proximal latency in carpal tunnel syndrome: A clue to coexisting Martin-Gruber anastomosis. J.Neurol. Neurosurg. Psychiat. 39: 449-452, 1976.
22. Gutmann, L.: Merdian-ulnar nerve communications and carpal tunnel syndrome d. Neurol. Neurosurg . Psychiat. 36:899-900,1977.
23. Odar, İ.V. : Atanomi Ders Kitabı I. Cilt 12. baskı, Elif Matbaacılık A. Komandit Şirketi, Ankara, 1980, s. 279-289
24. Robert, D.Leffert., Churchill, L.: Brachial Plexus Injuries . New York, Edinburg, London and Melbourne, 1985, pp. 25-35.
25. Arthur, J.G. : Klinik Neuroanatomi ve Nörofizyoloji (Çev. Dr. T. Zileli, Dr. A. İ. Baysal)Hacettepe Üniv. yayınları, No:7, 1.Baskı.
26. Marinacci, A. : A anomalous innervation of the small muscles of the hand "all median" or "all ulnar" hand in: Applied electromyography, PP. 23-30, Lea and Febiger, Philadelphia 1968.
27. Komar,J., Szegvari, M., Gloviczky, A. and Szanto, A.: Travmatischer Durchschnitt des n. medianus oh ne komplette motorische Parese, Martin-Gruber Anastomose . Nervenarzt, 49: 697-699, 1978.