T.C. SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
HASEKİ SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ

NÖROLOJİ KLİNİĞİ

KARPAL TÜNEL SENDROMUNDA 2.LUMBRİKAL KAS KAYITLI MEDİAN SİNİR MOTOR DİSTAL LATANSI VE 2.LUMBRİKAL-İNTEROSSEUS DİSTAL MOTOR LATANS FARKININ ELEKTRODİAGNOSTİK EVRELEMELERE GÖRE DEĞİŞKENLİĞİNİN İNCELENMESİ

Dr. Berrin Müberra Uzunalioğlu

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL/2026

T.C. SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ
HASEKİ SAĞLIK UYGULAMA VE ARAŞTIRMA MERKEZİ

NÖROLOJİ KLİNİĞİ

KARPAL TÜNEL SENDROMUNDA 2.LUMBRİKAL KAS KAYITLI MEDİAN SİNİR MOTOR DİSTAL LATANSI VE 2.LUMBRİKAL-İNTEROSSEUS DİSTAL MOTOR LATANS FARKININ ELEKTRODİAGNOSTİK EVRELEMELERE GÖRE DEĞİŞKENLİĞİNİN İNCELENMESİ

Dr. Berrin Müberra Uzunalioğlu

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Sefer Günaydın
Dr. Ayla Çulha Oktar

(TIPTA UZMANLIK TEZİ)

İSTANBUL/2026

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim boyunca ve tezimin hazırlanmasında bana desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Sefer Günaydın ve başasistanımız Uzm.Dr. Ayla Çulha Oktar'a, yalnızca iyi bir hekim değil, aynı zamanda iyi bir insan olmanın önemini vurgulayarak bana rehberlik eden Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof. Dr. Ayşe Özlem Çokar Demirbilek'e, meslek hayatımda ve kişisel yaşantımda yaşadığım her zorlukta beni destekleyen Prof. Dr. Birgül Baştan Tüzün'e, akademik gelişimime olan katkılarından dolayı Prof. Dr. Fatma Belgin Petek Balcı ve Doç. Dr. Aytül Mutlu'ya, nöroloji eğitimimin her alanında bilgileriyle bana ışık tutan tüm uzman ablalarıma ve ağabeylerime, bana kurum bilinci kazandıran ve aidiyet duygusunu hissettiren tüm asistan arkadaşlarıma, hemşire arkadaşlarıma ve tüm sağlık çalışanlarımıza, fiziken artık yanımda olamasa da her zaman kalbimde desteğini hissettiğim anneme, hayatımda her zaman mentorum olacak ablam Tahire Nesime Pelit'e ve tüm aileme, bana her daim devam etmem için güç veren sevgili eşim Recep Uzunalioğlu'na ve minik yüreğiyle yaptığım her işe anlam katan oğlum Selman Uzunalioğlu'na her zaman müteşekkir kalacağım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR i

İÇİNDEKİLER ii

KISALTMALAR v

TABLO LİSTESİ vi

ŞEKİL LİSTESİ viii

ÖZET ix

ABSTRACT xii

1.GİRİŞ VE AMAÇ 1

2. GENEL BİLGİLER 3

2.1 KARPAL TÜNEL SENDROMU (KTS) 3

2.1.1. Tanım ve Tarihçe 3

2.1.2. Epidemiyoloji ve Risk Faktörleri 4

2.1.3. Median Sinir ve Karpal Tünel Anatomisi 5

2.1.4. Etyopatogenez ve Patofizyoloji 8

2.1.5. Klinik Belirti ve Bulgular 9

2.1.5.1 Klinik Değerlendirme Ölçekleri 9

2.1.6. Tanısal Yöntemler 10

2.1.6.1. Provokatif testler 11

2.1.6.2. Görüntüleme 15

Ultrasonografi (USG): 15

MRG ve BT (Bilgisayarlı Tomografi): 15

2.1.6.3. Elektrofizyolojik incelemeler 15

2.1.6.4.Elektrofizyolojik sınıflandırmalar 17

2.1.7. Ayırıcı Tanı 18

2.1.8. Tedavi Yaklaşımları 19

2.1.8.1. Günlük yaşam aktivitelerinin düzenlenmesi 19

2.1.8.2. Atelleme 19

2.1.8.3. Kortikosteroidler 20

2.1.8.4. Cerrahi dışı diğer tedavi seçenekleri 20

2.1.8.5. Cerrahi tedavi seçenekleri 20

3. GEREÇ VE YÖNTEM 22

3.1. Çalışma Tasarımı ve Evren..... .22

3.1.1. Hasta Seçim Kriterleri 22

3.1.2. Kontrol Grubu 22

3.1.3. Klinik Değerlendirme..... ..22

3.2. Elektrofizyolojik Kayıt Protokolü ..... .23

3.2.1. Üst Ekstremite Motor Sinir İletim Çalışması 25

3.2.1.1. Median sinir motor iletim incelemesi..... 25

3.2.1.2. Ulnar sinir motor iletim incelemesi.....26

3.2.1.3. Median-Ulnar ikinci lumbrikal-interossei karşılaştırmalı çalışma 27

3.2.1.4. Median–Ulnar palmar karma (mikst) sinir karşılaştırma çalışması..... 28

3.2.2. Üst Ekstremite Duyusal Sinir İletimi Çalışmaları..... 29

3.2.2.1. Median duyusal sinir iletim çalışması..... 29

3.2.2.2. Ulnar sinir duyusal iletim incelemesi..... 30

3.2.2.3. Birinci parmak uyarımlı median-radial sinir karşılaştırmalı çalışma 31

3.2.2.4. Dördüncü parmak uyarımlı median-ulnar sinir karşılaştırmalı çalışma 32

3.3. İstatistiksel Analiz 33

4.BULGULAR 35

5.TARTIŞMA 57

6.SONUÇ VE ÖNERİLER 68

KAYNAKLAR 70

ÖZGEÇMİŞ 79

EKLER 82

KISALTMALAR

µV	**:**	Mikrovolt
1.P	**:**	1.parmak
2.P	**:**	2.parmak
3.P	**:**	3.Parmak
ADM	**:**	Abduktor Digiti Minimi
ALS	**:**	Amyotrofik Lateral Skleroz
APB	**:**	Abduktor Pollisis Brevis
BKAP	**:**	Bileşik Kas Aksiyon Potansiyeli
BKTSA	**:**	Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi
BKTSA-FDS	**:**	Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi – Fonksiyonel Durum Skalası
BKTSA-SSS	**:**	Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi – Semptom Şiddet Skalası
BT	**:**	Bilgisayarlı Tomografi
cm	**:**	Santimetre
CTS-6	**:**	Carpal Tunnel Syndrome-6
DML	**:**	Distal Motor Latans
DSAP	**:**	Duyusal Sinir Aksiyon Potansiyeli
EMG	**:**	Elektromiyografi
FCR	**:**	Fleksor Carpi Radialis
FCU	**:**	Fleksor Carpi Ulnaris
Kg	**:**	Kilogram
KTS	**:**	Karpal Tünel Sendromu
m/s	**:**	Metre/Saniye
m2	**:**	Metrekare
mm	**:**	Milimetre
MRG	**:**	Manyetik Rezonans Görüntüleme
ms	**:**	Milisaniye
mv	**:**	Milivolt
PGE2	**:**	Prostoglandin E2
PL	**:**	Palmaris Longus
PRP	**:**	Platelet Rich Plasma
USG	**:**	Ultrasonografi
VAS	**:**	Visual Analog Scale
VEGF	**:**	Vascular Endothelial Growth Factor
VKİ	**:**	Vücut Kitle İndeksi

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Karpal Tünel Sendromunda Tipik Bulgular ..... .11

Tablo 2. Katılımcıların Sosyodemografik Özelliklerinin Padua Sınıflarına Göre Dağılımı 36

Tablo 3. Hastalık Durumuna Göre Yaş Dağılımı..... . 37

Tablo 4. Padua Sınıflarına Göre Yaş Ortalamalarının Dağılımı 37

Tablo 5. Hasta ve Kontrol Gruplarında Alışkanlık Özelliklerinin Dağılımı..... 37

Tablo 6. Padua Sınıflarına Göre VKİ, El Bileği Çevresi, El Uzunluğu ve El Bileği Çevresi/El Uzunluğu Oranı Değerleri..... 38

Tablo 7. Padua Sınıflarına Göre Şikâyet Süresi, VAS, BKTS-SSS ve BKTS-FDS Skorlarının Dağılımı 39

Tablo 8. Dominant ve Non Dominant Elde BKTS-SSS ve BKTS-FDS Puanlarının Karşılaştırılması 40

Tablo 9. Padua Sınıflarına Göre Şikâyet Lokalizasyonu Dağılımı..... 40

Tablo 10. Padua Sınıflarına Göre Klinik Testler Dağılımı 41

Tablo 11. Olguların Flick Bulgusu ve Provokasyon Manevraları ile Hastalık Durumu Arasındaki İlişki..... 41

Tablo 12. Padua Sınıflarına Göre APB Kas Kayıtlı Median Sinir Motor Distal Latansı ve BKAP Amplitüd Değerleri……42

Tablo 13. Padua Sınıflarına Göre 1., 2. Ve 3. Parmak Median Duyusal Amplitüd Değerlerinin Dağılımı 43

Tablo 14. Padua Sınıflarına Göre 1., 2. ve 3. Parmak Median Duyusal İleti Hızı Değerleri…….43

Tablo 15. Hasta ve Kontrol Grubunun Ayırt Edilmesine Yönelik ROC Analiz Sonuçları 45

Tablo 16. Padua Sınıflarına Göre 2. Lumbrikal Median Amplitüdü, 2. Lumbrikal Median Distal Latans ve 2. Lumbrikal-Ulnar İnterossei Latans Farkı Değerleri 46

Tablo 17. Padua Sınıf 1 Olgularında Elektrofizyolojik Parametrelerin Klinik Skorlarla İlişkisi 48

Tablo 18. Padua Sınıf 2 Olgularında Elektrofizyolojik Parametrelerin Klinik Skorlarla İlişkisi 49

Tablo 19. Padua Sınıf 3 Olgularında Elektrofizyolojik Parametrelerin Klinik Skorlarla İlişkisi 50

Tablo 20. Padua Sınıf 4 Olgularında Elektrofizyolojik Parametrelerin Klinik Skorlarla İlişkisi 52

Tablo 21. Padua Sınıf 5 Olgularında Elektrofizyolojik Parametrelerin Klinik Skorlarla İlişkisi 53

Tablo 22. Padua Sınıf 6 Olgularında Elektrofizyolojik Parametrelerin Klinik Skorlarla İlişkisi 54

Tablo 23. Tüm Olgularda Elektrofizyolojik Parametreler ile Klinik Skorlar Arasındaki Korelasyonlar ..... .56

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Brakial Pleksus 6

Şekil 2. Median Sinir İnnervasyonlu Kaslar 7

Şekil 3. El Bileği Düzeyinden Transvers Kesit 8

Şekil 4. Median Sinir Dallarının El Düzeyinde Dermatom Alanları 8

Şekil 5. Phalen Testi 12

Şekil 6. Ters Phalen Testi 12

Şekil 7. Tinel Bulgusu 13

Şekil 8. Karpal Kompresyon Testi (Durkan Testi) 14

Şekil 9. El Elevasyon Testi 14

Şekil 10. Karpal Tünel Sendromu Tedavisinde Nötral Bilek Pozisyonunda Atel Kullanımı 19

Şekil 11. EMG cihazı 24

Şekil 12. APB Kası Üzerinden Median Sinir Motor İleti Kaydı 26

Şekil 13. ADM Kası Üzerinden Ulnar Sinir Motor İleti Kaydı 27

Şekil 14. Median İkinci Lumbrikal – Ulnar İnterossei Karşılaştırmalı Kayıt 28

Şekil 15. Median–Ulnar Palmar Karma (Mix) Sinir Karşılaştırma Çalışması 29

Şekil 16. 2. ve 3. Parmaktan Uyarım ile Median Sinir Duyusal İletim Çalışması 30

Şekil 17. 5. Parmak Uyarımla Ulnar Sinir Duyusal İletim Çalışması 31

Şekil 18. Birinci Parmak Median-Radial Sinir Karşılaştırmalı Çalışma 32

Şekil 19. Dördüncü Parmak Median-Ulnar Sinir Karşılaştırmalı Çalışma 33

Şekil 20. Roc Eğrisi 45

ÖZET

Karpal Tünel Sendromunda 2.Lumbrikal Kas Kayıtlı Median Sinir Motor Distal Latansı ve 2.Lumbrikal-İnterosseus Distal Motor Latans Farkının Elektrodiagnostik Evrelemelere Göre Değişkenliğinin İncelenmesi

Amaç: Median sinirin el bileği düzeyinde basıya maruz kalması sonucunda gelişen klinik tablo karpal tünel sendromu (KTS) olarak tanımlanır ve yaygın görülen bir periferik nöropatidir. 2. Lumbrikal kası uyaran median sinir lifleri anatomik yerleşimi nedeniyle hastalığın ileri evrelerine kadar korunmakla birlikte, ölçümleri yüksek duyarlılık göstermekte ve hastalığı erken evrelerde dahi yakalayabilmektedir. KTS' nin elektrofizyolojik şiddetini değerlendirmede literatürde en sık kullanılan sınıflama Padua evrelemesidir. Bu çalışmada 2. Lumbrikal kas kayıtlı median sinir distal latansı ve 2.lumbrikal-interosseus distal latans farkının Padua sınıflamasına göre değişkenliğini ve klinik ile korelasyonunu değerlendirmeyi, bu sayede erken tanı ve tedavi planlamasına katkıda bulunmayı amaçladık.

Gereç ve Yöntem: Çalışmanın hasta grubunu, KTS ön tanısı ile elektromiyografi (EMG) laboratuvarına yönlendirilen ve elektrofizyolojik inceleme sonucunda tanısı doğrulanan, ayrıca çalışmanın dahil edilme kriterlerini karşılayan 128 hastaya ait toplam 220 el oluşturdu. Kontrol grubunda ise hasta grubuyla benzer özelliklere sahip olan ve dahil edilme kriterlerini sağlayan 32 sağlıklı bireye ait 42 el yer aldı. Ayrıca hasta grubunda bulunan 14 kişinin KTS tanısı bulunmayan sağlıklı elleri de kontrol grubuna eklenerek değerlendirmeye dahil edildi. Böylece kontrol grubunda toplam 56 el incelendi. Tüm katılımcıların anamnez bilgileri kaydedildi ve ayrıntılı fizik muayeneleri yapıldı. Hastaların semptom şiddeti ve fonksiyonel durumlarının değerlendirilmesi amacıyla Visual Analog Scale (VAS) ve Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi kullanıldı. Daha sonra elektromiyografi (EMG) incelemesi yapıldı.

Bulgular: 2. lumbrikal-ulnar interosseus distal latans farkının duyarlılığının %95 ve özgüllüğünün %91 olduğu görüldü (AUC:0,972). 2. lumbrikal median distal latansı ise 3,02 cut off ile %92 duyarlılığa ve %96 özgüllüğe sahipti (AUC:0,970). Latans farkı Padua sınıf 1'de 0,11±0,11 ms iken, Padua sınıf 6'da 5,61±0,53 ms'ye yükseldi.

İstatistiksel analizler, bu artışın ileri düzeyde anlamlı olduğunu gösterdi. (F=632,035; p<0,001). 2.lumbrikal median distal latansının da Padua evresi yükseldikçe istatistiksel anlamlı arttığı izlendi (F=486,118; p<0,001). 2. lumbrikal median distal latansı ile klinik şiddet skorlarının pozitif yönde ve anlamlı bir ilişki (BKTS-SSS: r=0,363; p<0,001 ve BKTS-FDS: r=0,367; p<0,001) gösterdiği izlendi. Benzer şekilde 2. lumbrikal-ulnar interosseus distal latans farkı ile klinik şiddet skorları anlamlı ilişkiler (BKTS-SSS: r=0,377; p<0,001 ve BKTS-FDS: r=0,396; p<0,001) saptandı.

Sonuç: Çalışmamızda 2.lumbrikal motor distal latansın ve 2.lumbrikal-ulnar interossei latans farkının Padua elektrofizyolojik evreleriyle tutarlı bir ilişki gösterdiğini ve erken evrelerden itibaren hastalığı gösterme gücünün yüksek olduğunu aynı zamanda hastaların şikayetleri ve fonksiyonel kısıtlılıklarını da yansıtabildiğini bu yüzden rutin sinir iletim çalışmalarında değerlendirilmesi gerektiğini düşündük.

Anahtar Kelimeler: KTS, EMG, 2.lumbrikal, Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi

ABSTRACT

Investigation of the Variability of Median Nerve Motor Distal Latency Recorded from the Second Lumbrical Muscle and the Second Lumbrical–Interosseous Distal Motor Latency Difference According to Electrodiagnostic Staging in Carpal Tunnel Syndrome

Objective: Carpal tunnel syndrome (CTS) is defined as the clinical condition that develops as a result of compression of the median nerve at the wrist level and represents one of the most common peripheral neuropathies. Due to their anatomical location, the median nerve fibers innervating the second lumbrical muscle remain relatively preserved until the advanced stages of the disease; therefore, their measurements demonstrate high sensitivity and may detect the disease even in early stages. The Padua classification is the most widely used system in the literature for evaluating the electrophysiological severity of CTS. The present study evaluates the variability of median nerve distal latency recorded from the second lumbrical muscle and the second lumbrical–interosseous distal latency difference according to the Padua classification and examines their correlation with clinical findings, with the aim of contributing to early diagnosis and treatment planning.

Materials and Methods: The study population included 220 hands from 128 patients referred to the electromyography (EMG) laboratory with suspected carpal tunnel syndrome and whose diagnoses were subsequently confirmed by electrophysiological evaluation. All participants fulfilled the predefined inclusion criteria. The control group comprised 42 hands from 32 healthy volunteers with demographic characteristics comparable to those of the patient group. In addition, 14 asymptomatic hands from patients in the CTS group that did not meet the diagnostic criteria for CTS were also included in the control group, yielding a total of 56 control hands. Comprehensive medical histories were obtained from all participants and detailed physical examinations were carried out. Symptom severity and functional status were assessed using the Visual Analog Scale (VAS) together with the Boston Carpal Tunnel Syndrome Questionnaire. Electrophysiological assessments were subsequently performed using EMG.

Results: The second lumbrical–ulnar interosseous distal latency difference demonstrated a sensitivity of 95% and a specificity of 91% (AUC = 0.972). The second lumbrical median distal latency demonstrated 92% sensitivity and 96% specificity with a cut-off value of 3.02 ms (AUC: 0.970). The latency difference increased from 0.11±0.11 ms in Padua class 1 to 5.61±0.53 ms in Padua class 6. Statistical analysis showed that this increase was highly significant (F=632,035; p<0.001). Similarly, second lumbrical median distal latency increased significantly with advancing Padua stages (F=486,118; p<0.001). Second lumbrical median distal latency showed a positive and statistically significant correlation with clinical severity scores (BCTQ-SSS: r = 0.363; p<0,001 and BCTQ-FSS: r = 0.367; p<0,001). Likewise, the second lumbrical–ulnar interosseous distal latency difference demonstrated significant correlations with clinical severity scores (BCTQ-SSS: r=0.377; p<0,001 and BCTQ-FSS: r=0.396¸ p<0,001).

Conclusion: Our findings indicate that second lumbrical motor distal latency and the second lumbrical–ulnar interosseous latency difference show a consistent relationship with the Padua electrophysiological stages. These parameters demonstrate high diagnostic performance even in early stages of the disease and also reflect patients' symptoms and functional limitations. Therefore, evaluation of these parameters should be considered in routine nerve conduction studies.

Keywords: Carpal tunnel syndrome, EMG, second lumbrical muscle, Boston Carpal Tunnel Syndrome Questionnaire

1.GİRİŞ VE AMAÇ

Karpal Tünel Sendromu (KTS), median sinirin el bileği seviyesinde fleksör retinakulum altında basıya uğraması sonucu ortaya çıkan ve klinik pratikte en sık karşılaşılan tuzak nöropatilerden biridir (1). Epidemiyolojik çalışmalar, hastalığın özellikle kadınlarda ve orta yaş grubunda daha yüksek sıklıkta ortaya çıktığını göstermektedir(2). Klinik olarak gece artan paresteziler, elde uyuşma, ağrı, güçsüzlük ve ileri evrelerde tenar atrofi ile seyreden KTS, hastaların yaşam kalitesini ve fonksiyonel kapasitesini belirgin şekilde etkileyebilmektedir (1). Hastalığın progresif doğası nedeniyle erken tanı ve uygun evrelemenin yapılması, hem konservatif tedavi seçeneklerinin etkin uygulanabilmesi hem de geri dönüşümsüz aksonal hasarın önlenebilmesi açısından kritik öneme sahiptir (3).

KTS tanısı klinik değerlendirme ile konulmakla birlikte, elektrodiagnostik incelemeler özellikle şüpheli vakalarda tanının doğrulanması, ayırıcı tanının yapılması ve hastalığın elektrofizyolojik şiddetinin belirlenmesi açısından objektif bilgi sağlamaktadır. Sinir ileti çalışmalarında temel yaklaşım, median sinirin karpal tünel düzeyindeki iletim özelliklerinin değerlendirilmesi ve karşılaştırmalı yöntemlerle fokal iletim yavaşlamasının ortaya konulmasıdır (4). Bu bağlamda Padua sınıflaması KTS'nin minimal seviyeden çok ağır evreye kadar derecelendirilmesini sağlayan ve klinik pratikte yaygın olarak kullanılan bir sınıflamadır (5).

Rutin elektrofizyolojik değerlendirmede en sık kullanılan parametreler arasında median duyusal iletim çalışmaları ve abduktor pollicis brevis (APB) kasından kaydedilen median motor distal latans (DML) ölçümleri yer almaktadır. Ancak ileri evre KTS olgularında median duyusal yanıtların kaybolabilmesi ve tenar kas yanıtlarının alınamaması, hastalığın evrelenmesinde ve şiddetinin objektif olarak belirlenmesinde sınırlılıklara yol açabilmektedir. Bu nedenle özellikle karşılaştırmalı yöntemler ve lumbrikal kas kaydı önem kazanmaktadır (6, 7).

Median sinirin ikinci lumbrikal kasa giden motor lifleri, anatomik yerleşimleri nedeniyle karpal tünel içinde daha posterior konumda seyretmekte ve tenar kasa giden liflerine kıyasla görece daha geç etkilenebilmektedir. Bu özelliği sayesinde, ikinci lumbrikal kas kayıtlı median motor distal latans ölçümü, erken evrelerde yüksek duyarlılık göstermesi ve ileri evrelerde yanıtın kaydedilebilmesi sayesinde tanısal

değeri olan bir elektrofizyolojik yanıt olarak kabul edilmektedir (6). Ayrıca median sinir ile ulnar sinirin aynı yerden kaydedilebilmesi avantajıyla ikinci lumbrikal–interosseöz distal motor latans farkı, bireysel değişkenlikleri azaltarak fokal median iletim gecikmesini daha duyarlı şekilde ortaya koyabilmektedir.

Literatürde ikinci lumbrikal–interosseöz karşılaştırmalı yöntemin özellikle şiddetli KTS olgularında ve eşlik eden polinöropati durumlarında lokalizasyon açısından değerli olduğu bildirilmekle birlikte, bu parametrelerin Padua elektrofizyolojik evrelerine göre değişkenliği ve klinik şiddet skorları ile ilişkisini inceleyen çalışma bulunmamaktadır (8). KTS'de yalnızca elektrofizyolojik bulguların değil, hastaların subjektif semptom şiddeti ve fonksiyonel kısıtlılıklarının da değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu bağlamda Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi (semptom şiddeti ve fonksiyonel durum skalaları) ve Görsel Analog Skala (VAS) gibi ölçütler, klinik tablo ile elektrofizyolojik bulgular arasındaki ilişkinin ortaya konulmasında önemli araçlardır (9, 10).

Bu çalışmada; ikinci lumbrikal kas kayıtlı median sinir motor distal latansının ve ikinci lumbrikal–ulnar interosseöz distal motor latans farkının, Padua elektrofizyolojik sınıflamasına göre değişkenliğinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ayrıca bu parametrelerin klinik şiddet göstergeleri (VAS, Boston KTS semptom şiddeti ve fonksiyonel durum skorları) ile ilişkisi analiz edilmiştir. Bununla birlikte, incelenen elektrofizyolojik ölçümlerin hasta ve kontrol gruplarını ayırt etmedeki tanısal performanslarının (duyarlılık, özgüllük ve ROC analizi ile) ortaya konulması amaçlanmıştır.

Bu doğrultuda çalışmamızda, ikinci lumbrikal temelli motor parametrelerin KTS'nin erken tanısında, evrelemesinde ve klinik şiddetin yansıtılmasında güvenilir ve duyarlı göstergeler olup olmadığını belirlemeyi; elde edilen bulgular doğrultusunda bu ölçümlerin rutin sinir ileti çalışmaları içindeki yerini güçlendirmeyi ve hastaların erken tanı ile tedaviye yönlendirilmesine katkı sağlamayı amaçladık.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 KARPAL TÜNEL SENDROMU (KTS)

2.1.1. Tanım ve Tarihçe

Karpal tünel sendromu (KTS), bilek seviyesinde median sinirin tuzaklanmasına bağlı gelişen bir nöropati olup, en yaygın karşılaşılan periferik sinir patolojilerinden biridir (11). Karpal tünel sendromuna ilişkin ilk klinik ve patolojik tanımlama 1854 yılında Paget tarafından cerrahi patoloji derslerinde yapılmıştır (12). İlk vakası, bilek çevresinin sıkıca sarılmasının oluşturduğu travma nedeniyle elde ağrı ve hipoestezi tarifleyen bir erkek hasta idi. İkincisi ise distal radius kırığına ikincil gelişmiş bir median sinir felci idi. Bu hasta bilek immobilizasyonu ile iyileşti ve bugün hala kullanılan bir yöntem olan nötr bilek atelinin tedavideki rolünü tanımladı (13). 1880 yılında, Bostonlu nörolog James Putnam, median sinir dağılımında daha önce tanımlanmamış bir ağrı ve parestezi kliniği olan 37 hastalık bir çalışma yayınladı. Putnam bu kliniğin proksimal sinir lezyonunundan kaynaklı olmadığını, bu bölgedeki sinirlere giden kan akımı değişiklikleri nedeniyle olduğunu düşündü; çünkü duyusal bulgular belirli bir sinir kökünü lokalize etmiyordu. 1893'te Franz Schultz, median sinir dağılımındaki duyusal semptomları tanımlamak için "akroparestezi" terimini ortaya attı. 1909'da James Ramsey Hunt, tenar atrofiyi median sinirin motor dalının transvers karpal ligamentin altından geçerken sıkışmasına bağladı. Bu sinir sıkışmasının mesleki aşırı kullanımdan kaynaklandığına inanıyor ve tedavi olarak elektriksel uyarım ve daha az yorucu bir işe geçişi öneriyordu. Tenar motor dalı sıkışması savunucularının duyusal semptomları açıklayamaması, düşünce tarzında bir değişime yol açtı. Motor dal tutulumunun erken destekçilerinden Zabriskie (1935), parmak uçlarında hissedilen karıncalanmanın, yalnızca duyusal liflerle sınırlı olmayıp, tenar motor lifleri de içerebilecek şekilde sinirin daha geniş bir bölümünün etkilediğini ifade etti. Hunt'ın orijinal makalesinden dört yıl sonra, Pierre Marie ve Charles Foix (1913), transvers karpal ligament altında median sinirin sıkışmasından kaynaklanan tenar atrofi hakkında bir rapor sundular (14). Tranvers karpal ligamentin kesilmesinin tedaviye yardımcı olabileceği fikri o dönem için oldukça öngörülü olmasına rağmen

yaklaşık 30 yıl boyunca göz ardı edildi. Yine benzer yıllarda Kinnier Wilson, servikal kaburgaların C7 kökünü sıkıştırmasının bu kliniğin oluşacağını düşünerek servikal kot eksizyonu önerdi. 1933 yılında James R. Learmonth, travma sonrası median sinir sıkışması için transvers karpal ligamanın ilk cerrahi serbestleştirilmesini rapor etti. Moersch, 1938 yılında non travmatik (spontan) sinir basısının ilk tanımlamasını yaptı (15, 16). 1947 yılında İngiliz nörologlar Brain ve Wilkinson, cerrah Dickson Wright ile birlikte karpal tünel sendromuna ilişkin dikkat çeken bir çalışma ortaya koydular. Klinik belirtileri, tanıyı ve patofizyolojiyi ayrıntılı şekilde açıkladılar. Sendromun travma olmaksızın ortaya çıkabileceğini gösterdiler. Hastalığın hem duyusal hem de motor bulgular oluşturabileceğini tanımladılar. 1951 yılında Phalen, daha sonraları ‘’Phalen testi’’ olarak tanımlanacak olan el bilek fleksiyon testini tanıttı (17). 1960'a gelindiğinde KTS en sık teşhis edilen tuzak nöropati haline geldi. Bu ilerlemeler hastalığın klinik olarak daha net anlaşılmasına ve tedavi seçeneklerinin standardize edilmesine yol açtı. Bu evrim süreci, karpal tünel sendromunun modern tıptaki yerini belirleyen önemli bir dönüm noktası oldu.

2.1.2. Epidemiyoloji ve Risk Faktörleri

KTS’nin Amerika Birleşik Devletleri'ndeki yaygınlığı yaklaşık olarak 1.000 kişide 50 olduğu bildirilmektedir (18). Küresel ölçekte insanların tahminen %4 ile %5'i KTS' den muzdarip olup, en hassas popülasyon 40-60 yaş arası bireylerdir (2). KTS’nin kadınlarda erkeklere göre daha sık ortaya çıktığı bilinmektedir. Örneğin, 2000 yılında Birleşik Krallık’ta, erkeklerde KTS prevalansı 100.000 kişide 88 iken, kadınlarda bu değer 100.000'de 193 olarak görülmüştür(19). KTS idiopatik bir sendrom olmasına rağmen, yaygınlığıyla ilişkili çeşitli risk faktörleri bulunmaktadır (20). Çevresel faktörler arasında el bileğinin uzun süre fleksiyon ya da ekstansiyon pozisyonunda kalması, fleksör kasların tekrarlayıcı biçimde kullanılması ve mekanik titreşim etkisinden etkilenme yer almaktadır. Tıbbi risk faktörleri ise dört kategoride sınıflandırılır;

1) Tünel içindeki hacmi arttıran ekstrinsik faktörler: Vücuttaki sıvı homeostazının değişmesinden kaynaklanan durumlardır. Örneğin; hamilelik, menopoz, doğum kontrol hapı kullanımı, böbrek yetmezliği, kilo artışı, tiroit hormon patolojileri, kalp yetmezliği vb.

2) Tünel içindeki hacmi arttıran median sinirdeki intrinsik faktörler: Tümörler ve tümör benzeri lezyonlardan dolayı gelişir.

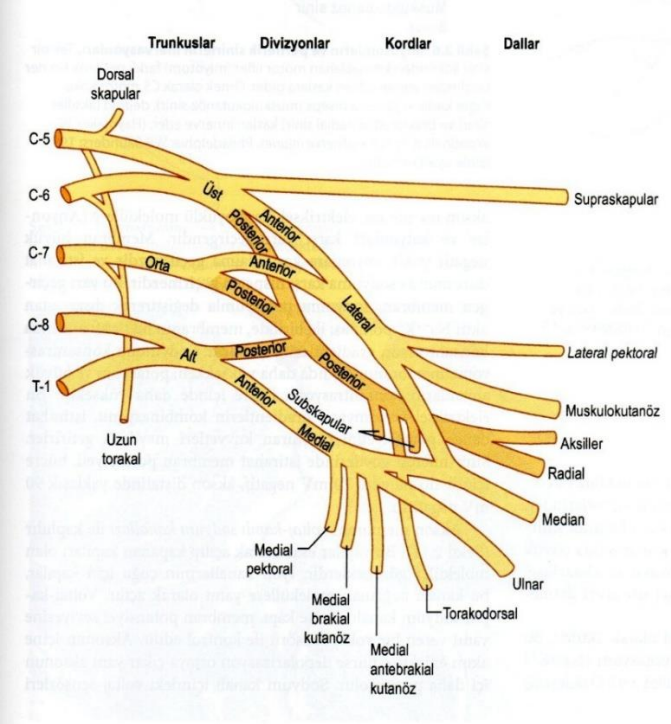
3) Tünelin sınırlarını etkileyen ekstrinsik faktörler: Distal radius kırıkları sonrası doğrudan veya artrit gelişmesi sebebiyle oluşur.

4) Nöropatik faktörler: Diabetes mellitus, alkolizm, vitamin eksiklikleri veya toksisitesi, toksin maruziyeti vb.

KTS'ye genetik yatkınlık olabileceğine dair ikiz çalışmaları da bulunmaktadır (21). Bazı çalışmalar KTS riski ile bilek oranı arasında anlamlı ilişki bulmuştur. Bilek derinliğinin (dorso-volar), bilek genişliğine (medio-lateral) oranı 0.7'den büyük olan bireylerin KTS riski daha yüksektir (22).

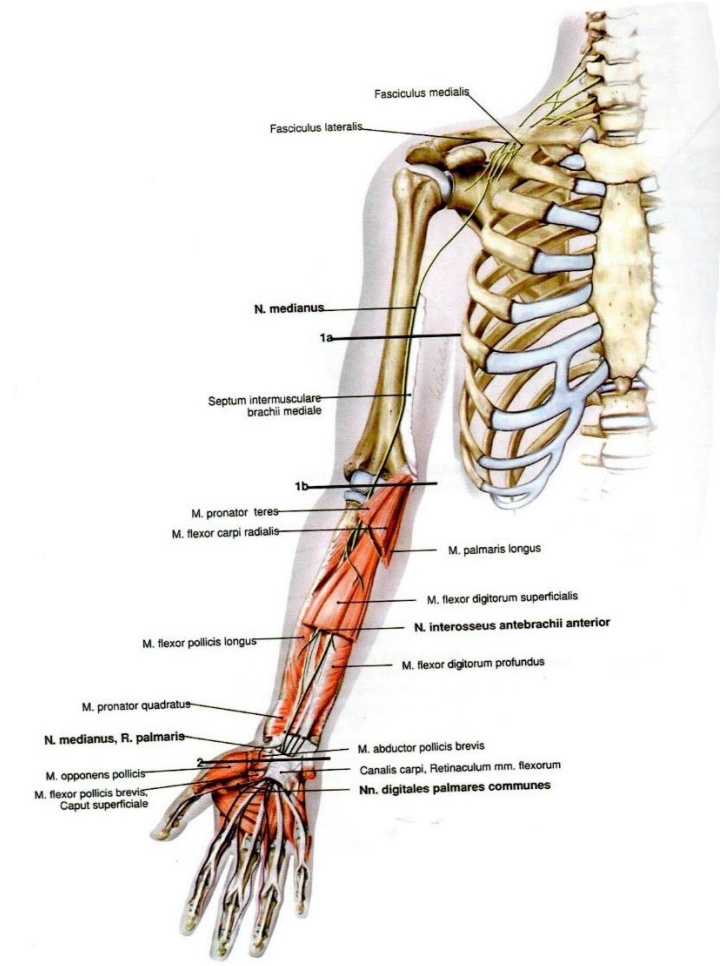
2.1.3. Median Sinir ve Karpal Tünel Anatomisi

Median siniri oluşturan lifler başlıca C6, C7, C8 ve T1 spinal sinir köklerinden köken alır (Şekil 1). Bu lifler brakial pleksusun üst, orta ve alt trunkusları içerisinde ilerledikten sonra lateral ve medial kordlara katılır. Lateral ve medial kordlardan gelen liflerin birleşmesiyle median sinir meydana gelir. Median sinirin C6 ve C7 köklerinden gelen lifleri özellikle tenar kasların innervasyonuna ve elin ilk üç buçuk parmağının duyusal innervasyonuna katkı sağlar. C8 ve T1 kökenli lifler ise median sinirin innerve ettiği ön kol ve el kaslarına motor innervasyon sağlar (4, 23).



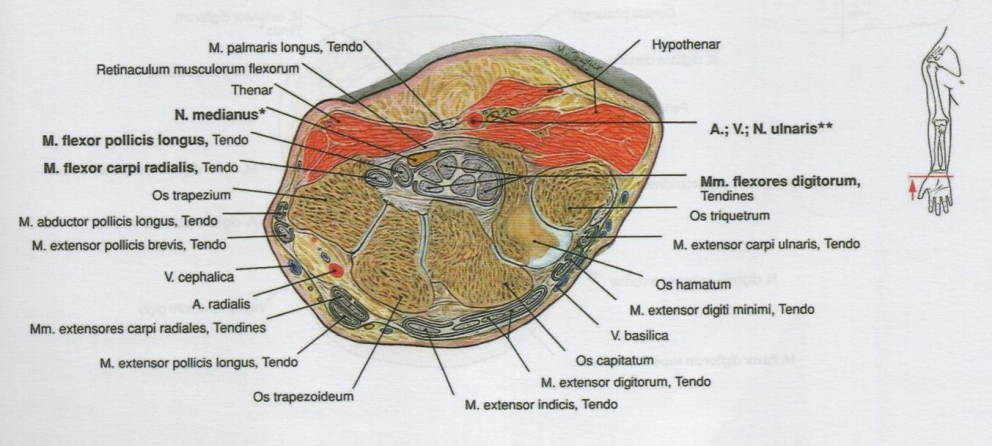
Şekil 1. Brakial Pleksus (4)

Median sinir antekubital fossadan geçerken, ön kolun daha derinlerine geçmeden önce medial tarafta brakial artere komşu olarak uzanır. Ön kolun proksimal bölümünde pronator teres, fleksor carpi radialis, palmaris longus ve fleksor digitorum superficialis kaslarının innervasyonunu sağlar. Ön kol düzeyinde median sinirin önemli dallarından biri anterior interosseöz sinirdir. Bu dal pronator quadratus, fleksor pollicis longus ile fleksor digitorum profundus kasının birinci ve ikinci parmaklara ait lateral bölümünü innerve eder. Distal ön kol seviyesinde ise median sinirin palmar kutanöz dalı ayrılarak avuç içinin lateral kısmının duyusal innervasyonuna katkıda bulunur (Şekil 2).



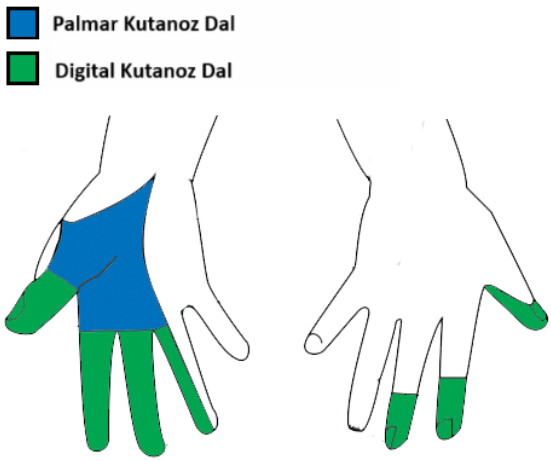
Şekil 2. Median Sinir İnnervasyonlu Kaslar (24)

Karpal tünel, tabanı ve yan duvarları karpal kemikler tarafından konkav bir şekilde oluşturulan ve tavanı transvers karpal ligaman (fleksör retinakulum) ile sarılı bir boşluktur. Karpal tünelin içinden ön kol kaslarının tendonları (4 adet m. fleksor digitorum superficialis tendonu, 4 adet m. fleksor digitorum profundus tendonu, 1 adet m. fleksor pollicis longus tendonu) ve median sinir geçmektedir. Median sinir karpal tünelden geçen en yüzeyel yapıdır, bağ ve yağ dokusu ile kaplanmıştır (Şekil 3) (25).



Şekil 3. El Bileği Düzeyinden Transvers Kesit (24)

Karpal tünelden çıktıktan sonra median sinir, elde motor ve duyusal innervasyon sağlar (Şekil 4). Median sinir tarafından innerve edilen el kasları; abduktor pollicis brevis, fleksör pollicis brevis (yüzeyel başı), opponens pollicis, birinci ve ikinci lumbrikal kaslardır. Lumbrikal kaslar metakarpofalengeal eklemde fleksiyon ve interfalengeal eklemde ekstansiyon yaparak parmak fleksiyonu ve kavrama hareketine katkı sağlar (24).



Şekil 4. Median Sinir Dallarının El Düzeyinde Dermatom Alanları

2.1.4. Etyopatogenez ve Patofizyoloji

KTS' nin patofizyolojisinde en iyi bilinen etmen, karpal tüneldeki artmış basınç ve buna bağlı olarak median sinirin kan dolaşımındaki bozulmalardır (11). Kanal içerisinde basıncın artmasına sebep olabilecek risk faktörleri önceki bölümlerde belirtilmiştir (Bkz: Epidemiyoloji ve Risk Faktörleri). Scelsi, KTS hastalarındaki histolojik değişiklikleri klinik geçmişle ilişkilendirmiştir. Erken KTS'de kalınlaşmış

ödematöz bir sinovyal kılıf, ileri KTS'de ise önemli miktarda tip III kolajen birikimi ile ilişkili yaygın fibrozis olduğunu bulmuştur (26). KTS hastalarında semptomların hastalık evresine göre değişkenlik göstermesinin, patofizyolojideki bu değişikliklere bağlı olduğu düşünülmektedir (27). Hastalardan alınan sinovyal biyopsi örneklerinde prostaglandin E2 (PGE2) ve vasküler endotelyal büyüme faktörü (VEGF) düzeylerinin artmış olduğu bildirilmiştir ancak erken evrede bu iki molekülün üretiminin düşük olduğu görüldüğünden, ödem oluşumunda ve KTS'nin başlangıcında küçük bir rol oynadıkları düşünülmektedir. PGE2'nin KTS' nin orta evresinde tenosinovyumda geçici olarak üretildiği ve bunun VEGF üretimini artırdığı düşünülmektedir. VEGF, doğrudan anjiyogenezi, damar duvarı kalınlaşmasını ve intimal hiperplaziyi teşvik eder, dolaylı olarak da sinoviyositlerin proliferasyonunu uyarabilir. Tenosinovyumun ekstraselüler matriksinin ödemden fibrozise dönüştüğü orta evrede ekspresyonları en üst düzeydedir. Bu durum PGE2 ve VEGF'nin yeni damarların oluşumunu destekleyerek dokunun yeniden şekillenmesine katkıda bulunduğunu göstermektedir ancak rejeneratif girişim başarısız olur ve fibrozisle sonuçlanır (28).

2.1.5. Klinik Belirti ve Bulgular

KTS kliniği 3 evrede incelenebilir. İlk evrede, hasta gece sık sık uyanır. Uyandığında elinde uyuşma ve/veya şişlik hissi yaşayabilir, ancak gözle görülür bir şişlik bulunmaz. Bilekten omuza yayılan şiddetli bir ağrı hissedebilir, bu ağrı el ve parmaklarda karıncalanmayla birlikte "brachialgia paresthetica nocturna" olarak bilinir. Hastanın, ellerini sallaması veya hareket ettirmesi ağrıyı durdurur (Flick bulgusu). Hastalar sabah uyandıklarında ellerinde sertlik hissi olabilir (29). İkinci evrede, semptomlar gün içinde hissedilmeye başlar. Özellikle hasta el veya bilek hareketlerini tekrarladığında ya da uzun süre sabit bir pozisyonda tutulduğunda bu semptomlar ortaya çıkabilir. Hastalar ayrıca nesneleri kavramada beceriksizlik fark edebilir ve bu yüzden ellerindeki nesneleri düşürebilir. Üçüncü evrede, tenar kasların hipotrofisi veya atrofisi görülür. Bu aşamaya ulaşıldığında, duyusal semptomlar artık hissedilmeyebilir (30).

2.1.5.1 Klinik Değerlendirme Ölçekleri

KTS hastalarının belirti ve bulgularını objektif olarak değerlendirmek amacıyla geliştirilmiş farklı ölçekler bulunmaktadır. Bu ölçekler aynı zamanda hastaların tedavi

öncesi ve sonrası kesitsel izlemlerinde de kullanılabilmektedir. KTS' ye özgü olarak geliştirilmiş, hastanın bildirimlerini baz alarak oluşturulmuş ve en yaygın olarak kullanılan ölçek Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi olup iki kısımdan oluşmaktadır (Semptom Şiddet Skalası ve Fonksiyonel Durum Skalası). Her bir madde 1 ile 5 arasında puanlanmakta olup, yüksek skorlar daha fazla semptom şiddeti ve fonksiyonel kaybı göstermektedir (31).

İlk kısımda (Semptom Şiddet Skoru) hastanın semptomlarını (ağrı, uyuşma, karıncalanma, güçsüzlük) gece ve gündüz olarak ayrı ayrı değerlendirmektedir. İkinci kısımda ise kişinin günlük yaşam aktivitelerindeki becerilerini (yazı yazmak, giysilerinin düğmesini iliklemek, okurken kitabı tutabilmek, telefonu tutabilmek, kavanoz kapağını açabilmek, alışveriş torbalarını taşıyabilmek, günlük ev işlerini yapabilmek, banyo yapmak ve giyinebilmek) ölçmektedir (31).

Ağrı şiddetinin değerlendirilmesinde sıklıkla kullanılan bir diğer yöntem ise Görsel Analog Skala (Visual Analog Scale; VAS)'dır. Bu ölçek, hastanın ağrı düzeyini 0 ile 10 arasında derecelendirmesine dayanmakta olup, uygulanmasının kolay olması nedeniyle klinik pratikte yaygın kullanım alanı bulmaktadır. Bununla birlikte, yalnızca ağrı şiddetini değerlendirmesi nedeniyle hastalığın tüm klinik boyutlarını yansıtmakta sınırlı kalmaktadır (32).

Klinik değerlendirmeyi standardize etmeye yönelik geliştirilen skorlama sistemlerinden biri de CTS-6 (Carpal Tunnel Syndrome-6) skorudur. Bu sistem; hastanın öyküsü, median sinir dağılımında duyu değişiklikleri, gece semptomları, tenar atrofi ve güçsüzlüğü, Phalen ve Tinel bulgularını, iki nokta diskriminasyonunu içeren altı parametrenin birlikte değerlendirilmesine dayanır (33).

Üst ekstremitenin fonksiyonel durumunu değerlendirmek amacıyla kullanılan QuickDASH (Disabilities of Arm, Shoulder and Hand) ölçeği bazı çalışmalarda KTS hastalarında kullanılmaktadır ancak bu ölçek KTS'ye özgü olmayıp, kas-iskelet sistemi fonksiyonlarının daha kaba bir değerlendirmesini yapmaktadır (34).

2.1.6. Tanısal Yöntemler

Karpal tünel sendromunun tanısı, tipik semptomlar ve klinik bulguların birlikte değerlendirilmesi ile konulur (Tablo 1). Klinik tanıda şüphe varsa elektrodiagnostik incelemeler veya diğer tanı testleri, KTS' yi doğrulamak için faydalıdır (1).

Tablo 1. Karpal Tünel Sendromunda Tipik Bulgular (1)

•El, ön kol veya üst kolda künt, sızlayıcı tarzda rahatsızlık
•Elde paresteziler (uyuşma, karıncalanma, iğnelenme hissi)
•Elde güçsüzlük veya beceriksizlik
•Elde cilt kuruluğu, şişlik veya renk değişiklikleri
•Yukarıdaki yakınmaların herhangi birinin median sinir dağılım alanında ortaya çıkması
•Yakınmaların uyku ile provoke olması (uykuda artması/uyandırması)
•Yakınmaların elin veya kolun uzun süre aynı pozisyonda tutulmasıyla provoke olması
•Yakınmaların el veya el bileğinin tekrarlayıcı hareketleriyle ortaya çıkması ya da artması
•Yakınmaların el pozisyonunu değiştirmek veya bileği sallamakla hafiflemesi

Hastanın anamnezini değerlendirdikten sonra fizik muayeneye geçilmelidir. Fizik muayenede öncelikle el ve el bileğinin inspeksiyonu yapılmalıdır. Böylece ekimoz ve abrazyon gibi doku hasarını düşündüren bulgular ile median sinire bası oluşturabilecek patolojiler araştırılır; ayrıca geçirilmiş kırıklara bağlı deformiteler, romatolojik hastalıklara bağlı yapısal değişiklikler ve yer kaplayıcı lezyonların varlığı değerlendirilir (2). Elde cilt kuruluğu, renk değişikliği, hafif ödem, terleme azalması gibi bulgular görülebilir; bunlar median sinir otonom liflerinin etkilenmesine bağlıdır (35). Yine inspeksiyonda özellikle şiddetli ve ileri KTS hastalarında tenar atrofi izlenebilir. Kas gücü muayenesinde ise baş parmak abdüksiyonu ve oppozisyonunda zayıflık görülebilir (36). Duyu muayenesinde ise median sinir dermatomunda duyusal kayıp ya da azalma izlenebilir (37). Median sinir dermatomunda iki nokta diskriminasyonunun 5 mm üzerinde olması tanıyı destekler ve aynı zamanda CTS-6 (Carpal Tunnel Syndrome-6) skorunda da kullanılır (38).

2.1.6.1. Provokatif testler

Phalen testi: Dirsek ekstansiyonda ve ön kollar yatay pozisyonda tutulurken el bilekleri yerçekiminin etkisiyle 90° pasif fleksiyona bırakılır, parmaklar ekstansiyonda kalır ve bu pozisyon yaklaşık 1 dakika sürdürülür (Şekil 5). El bileğinin fleksiyon pozisyonuna getirilmesi karpal tünel içindeki basıncı artırarak median sinir üzerinde mekanik bası oluşturur; özellikle bileğin ileri derecede fleksiyona getirildiği durumlarda bu basının etkisi daha belirginleşir. Median sinir dermatomunda parestezi gelişmesi veya mevcut semptomların artması durumunda test pozitif kabul edilir. El bileğinin yeterli fleksiyona getirilemediği durumlarda ya da hipoestezinin belirgin olduğu kişilerde test yalancı negatif sonuçlanabilir (36). Bu testin tanısal değerini inceleyen meta-analizlerde ortalama duyarlılığın yaklaşık %70, özgüllüğün ise %80 civarında olduğu bildirilmiştir (39).



Şekil 5. Phalen Testi

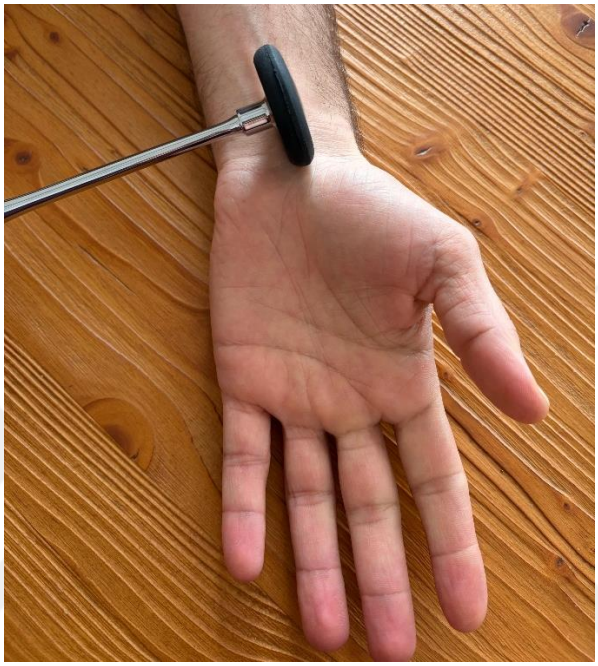
Ters Phalen Testi: Hasta el bileğini ve parmaklarını yaklaşık 2 dakika boyunca ekstansiyonda tutar. El bileği ekstansiyonda iken el bileklerini zorlayacak şekilde avuçlarını birbirine bastırırsa test süresi 1 dakikadır (Şekil 6). El bileğinin ekstansiyon pozisyonuna getirilmesi karpal tünel içerisindeki basıncı artırarak median sinir üzerinde kompresyon oluşturur. Test sırasında median sinirin dermatomuna uyan bölgede parestezinin ortaya çıkması ya da mevcut semptomların belirginleşmesi durumunda test pozitif kabul edilir. El bileğinin yeterli ekstansiyona getirilemediği durumlarda ya da hipoestezinin belirgin olduğu kişilerde test yanlış negatif sonuçlanabilir. Bu testin tanısal değerini inceleyen meta-analizlerde ortalama duyarlılığın %57, özgüllüğün ise %78 olduğu bildirilmiştir (36).



Şekil 6. Ters Phalen Testi

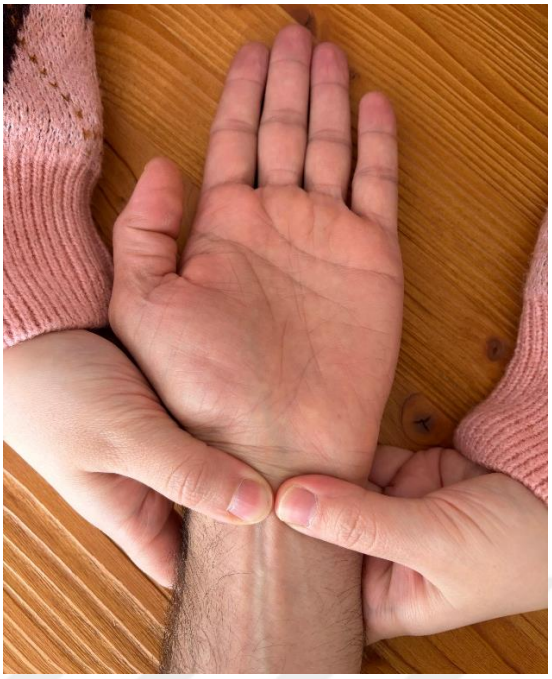
Tinel Bulgusu: Tinel testi, el bileğinin palmar tarafında karpal tünel bölgesi üstüne parmak veya perküsyon çekici ile hafifçe vurularak (perküsyon uygulanarak) gerçekleştirilir (Şekil 7) (20). Rejenerasyon sürecindeki sinir lifleri mekanik kompresyona karşı daha duyarlıdır. Test sırasında median sinir dağılımı boyunca

karıncalanma ya da elektrik çarpması şeklinde his oluşması pozitiflik olarak kabul edilir. Tinel sırasında esas olarak rejenere olan sinir liflerinin test edildiği düşünülmektedir. Bu yüzden hafif olgularda yanlış negatif sonuç verebilir (36). Bu testin tanısal değerini inceleyen meta-analizlerde ortalama duyarlılığın %59, özgüllüğün ise %80 olduğu bildirilmiştir (39).



Şekil 7. Tinel Bulgusu

Karpal Kompresyon Testi (Durkan Testi): Muayene sırasında değerlendirici, baş parmaklarını kullanarak fleksör retinakulum üzerine (proksimal el bileği kıvrımı düzeyine), doğrudan bastırır (Şekil 8). Median sinir üzerine doğrudan uygulanan bası, sıkışmayı artırarak zaten hasarlanmış olan sinirin işlevini daha da bozar. Median sinir duyusal dağılım alanında parestezi gelişmesi veya mevcut parestezinin artması testi pozitif sonuçlandırır (36). Bu testin tanısal değerini inceleyen çalışmaların meta-analizlerinde ortalama duyarlılığın %67, özgüllüğün ise yaklaşık %74 olduğu bildirilmiştir (39).



Şekil 8. Karpal Kompresyon Testi (Durkan Testi)

El Elevasyon Testi: Hasta, omuzlar ve dirsekler gevşek pozisyonda kalacak şekilde her iki kolunu yukarı kaldırır ve iki dakika bekler, böylece parestezi oluşur (Şekil 9). Söz konusu testin patofizyolojik temeli tam olarak netlik kazanmamış olsa da olgunun iskemi ile ilişkili olabileceği öne sürülmektedir. Klinik bulgular ve diğer provakatif testlerle birlikte değerlendirilmelidir. Örneğin torasik outlet sendromunda da yanlış pozitiflik görülebilir (36).



Şekil 9. El Elevasyon Testi

2.1.6.2. Görüntüleme

Ultrasonografi (USG):

Karpal tünel sendromunda median sinirin ultrasonografik olarak değerlendirilmesi, tanıda elektrofizyolojik çalışmalara alternatif olarak önerilen yararlı bir yöntemdir. Median sinir kesit alanındaki artış KTS'yi düşündürür bir bulgudur. Aynı zamanda lokal steroid enjeksiyonu ve minimal invaziv cerrahi gibi tedavi yöntemlerine de rehberlik edebilir. MRG' ye (Manyetik Rezonans Görüntüleme) göre üstünlüğü; kolay ulaşılabilir, düşük maliyetli ve kısa sürede yapılabiliyor olmasıdır (40, 41).

MRG ve BT (Bilgisayarlı Tomografi):

Çeşitli çalışmalarda farklı sonuçlar olmakla birlikte, MR ve BT görüntülemelerinin KTS tanısında güvenilirliği yüksek bulunmamıştır. Bu nedenle KTS tanısında rutin değerlendirmede kullanılmamalıdır. Seçili vakalarda ilişkili durumların değerlendirilmesi amacıyla (örneğin; gizli bir kırığın tespiti, kitle lezyon aranması vb.) kullanılabilir (42, 43).

2.1.6.3. Elektrofizyolojik incelemeler

Sinir ileti çalışmaları, median sinirin karpal tünel düzeyindeki fizyolojik durumuna ilişkin nesnel bilgi vermesi sebebiyle KTS tanısında altın standart metod olarak kabul görmektedir (20). Sinir ileti çalışmalarının tanısal duyarlılığının farklı çalışmalarda %56–85 arasında değiştiği, özgüllüğünün ise genellikle %94'ün üzerinde olduğu bildirilmektedir (29). Tanıda standart yaklaşım, karpal tünelden geçen median sinir segmentinin latans ve amplitüd değerlerinin, karpal tünelden geçmeyen bir sinir segmentiyle (örneğin radial veya ulnar sinir) karşılaştırılmasına dayanır. Sinir ileti çalışmalarının 3 temel amacı vardır (20):

1. Tünel içerisindeki median sinire ait fokal hasarı doğrulamak: Median sinir boyunca iletimin karpal tünel düzeyinde yavaşladığını veya bloklandığını göstererek lezyonun yerini doğrulamak.
2. Nörofizyolojik şiddeti bir ölçek kullanarak nicelendirmek: Median nöropatinin derecesini uygun sınıflandırmalar ile objektif olarak belirlemek.

3. Sinirde gelişen patofizyolojik hasarın niteliğinin belirlenmesi (aksonal dejenerasyon ya da demiyelinizasyon).

   Elde edilen parametreler üzerinden lezyonun esas olarak demiyelinizan özellikte mi, yoksa aksonal dejenerasyonla mı seyrettiğini ortaya koymak.

   KTS tanısında önerilen rutin sinir ileti çalışma protokolü şunlardır (4):

1- Abduktor pollisis brevis (APB) kasından kayıtlama yapılarak, el bilek düzeyinden ve dirsek ön yüzünden uyarım ile median sinir motor ileti çalışması
2- Abduktor digiti minimi kası kayıtlaması ile, el bileği, ulnar oluk altı ve ulnar oluk üstünden uyarım ile ulnar motor çalışma
3- 2. ve 3. parmaktan kayıtlama yapılarak, el bileğinden uyarım ile median duyusal çalışma
4- 5. parmaktan kayıtlama yapılarak, el bileğinden uyarım ile ulnar duyusal çalışma
5- Median ve ulnar F yanıtları
6- Enfiye çukurundan kayıtlama yapılarak, radius laterali üzerinden uyarım ile radial duyusal çalışma

Median sinir yanıtının, amplitüd ve latansı için "normal" referans değerler kullanmak yerine, karşılaştırmalı çalışmalar yapılması daha doğrudur. Çünkü bir sinire ait amplitüd ve latans değerlerini etkileyebilecek pek çok faktör vardır ve bunlar yanlış pozitif ya da yanlış negatif sonuçlara yol açabilir. Bu faktörler arasında, cinsiyet, yaş, parmak çapı, mevcut kronik hastalıklar, obezite ve vücut sıcaklığı sayılabilir (44). Karşılaştırmalı yöntemlerin kullanılması, bu faktörlerin etkisini ortadan kaldırmayı kolaylaştırır. Bu sayede, KTS tanısında duyarlılık %80–92' ye, özgüllük ise %80–99' a kadar artabilir (45).

KTS tanısında kullanılan karşılaştırmalı çalışmalar ve segmental duyusal çalışmalar şunlardır:

1-Median ve ulnar karşılaştırma çalışmaları

1a) Median ve ulnar karma sinir tepe latanslarının karşılaştırılması

1b) Median 2. lumbrikal ve ulnar interossei distal motor latanslarının karşılaştırılması: 2.lumbrikal kasın şiddetli karpal tünel sendromunda görece

daha az etkilenmesi nedeniyle, özellikle rutin ileti çalışmalarında median duyu veya motor yanıtların alınamadığı durumlarda şiddetli KTS'nin ve polinöropati eşlik eden KTS'nin lokalizasyonunda güvenilir ve değerli bir tekniktir (8).

1c) 4. Parmak kayıtlı median ve ulnar duyusal latanslarının karşılaştırılması

2-Median ve radial karşılaştırma çalışması

3-Median segmental duyusal çalışma

İğne EMG KTS tanısında olası ayırıcı tanıları dışlamak için kullanılır. Önerilen EMG protokolü şu şekildedir:

1-Abduktor Pollisis Brevis kasının incelenmesi: Eğer APB'de patoloji görürsek ek olarak aşağıdaki kaslar incelenmelidir:

a) Median sinirin proksimal düzeydeki olası nöropatisini dışlamak için, bu sinir tarafından proksimal seviyede innerve edilen kaslardan en az biri

b) Alt trunkus brakial pleksopatisi, polinöropati ve C8-T1 radikülopatisini ekarte etmek için, median sinir dışındaki sinirler tarafından innerve edilen C8-T1 kök innervasyonlu en az iki kas

2- Servikal radikülopati olasılığının dışlanabilmesi için C6–C7 spinal segmentlerinden innervasyon alan en az iki kasın değerlendirilmesi

2.1.6.4.Elektrofizyolojik sınıflandırmalar

Karpal tünel sendromunun elektrofizyolojik tanısında kullanılan pek çok sınıflandırma bulunmaktadır. 1987 yılında Stevens KTS 'nin elektrodiagnostik yaklaşımında hangi testlerin yapılması gerektiğini ortaya koymuş, 1997 yılında ise sınıflandırma yaparak median sinirin önce duyusal etkilendiğini daha ileri dönemlerde ise motor liflerin etkilendiğini gösterir şekilde KTS hastalarını 3 grupta incelemiştir ancak bu yaklaşımla karşılaştırmalı testlerin bulunmaması sebebiyle de erken dönem etkilenmeyi atlamak olasıdır (46). Padua ise 1996 yılında standart testlerle negatif sonuçlanan hastaların segmental çalışmalarla tespit edilebildiğini vurgulamış ve 1997'de hastalarda karşılaştırmalı testler ve segmental çalışmaları da içerecek şekilde 6 evreden oluşan bir sınıflandırma yapmıştır (5). Bland 2000 yılında Padua' nın erken evreleri yakalamak için kullandığı yöntemleri desteklemiş, ileri evrelerde ise APB kas

kayıtlı median sinir motor distal latansın>6.5 ms üzerine çıktığında duyusal sinir aksiyon potansiyelini kayıt edemediğini gözlemlemiş ve duyusal yanıtların alınamadığı gruba ek bir grade daha eklemiştir (47). Hirani sınıflaması ise detaylı nörofizyolojik parametrelerle demiyelinizan ve aksonal hasar ayrımını belirgin biçimde ortaya koymayı hedeflemektedir ancak bu yaklaşımın standardizasyonunun sınırlı olması, klinik kullanımının yaygınlaşmamasına ve daha çok araştırma düzeyinde kullanımına sebep olmuştur (48).

2.1.7. Ayırıcı Tanı

KTS ön tanısı düşündüğümüz hastalarda kliniği taklit eden başka pek çok patolojinin olduğunu hesaba katmak gerekir. Bunlardan bazılarına kısaca değinilecektir (2, 30, 35).

1- **Servikal Radikülopati:** C6-C7 radikülopati hastada benzer şikayetlere yol açmakla beraber; detaylı anamnez, klinik muayene ve EMG ile birlikte tanı kesinleştirilir.
2- **Brakial Pleksopati**
3- **Polinöropati**
4- **Torasik Outlet Sendromu**
5- **Median Sinirin Proksimal Nöropatisi**: Pronator teres düzeyinde median sinirin tuzaklanması ile benzer klinik bulgular ortaya çıkabilir.
6- **ALS (Amyotrofik lateral skleroz)**
7- **Baş Parmağın Karpometakarpal Artriti:** Şiddetli baş parmak ağrısı ile beraber pozitif grind testi ve tipik radyolojik bulguları görülür.
8- **Fibromiyalji**
9- **Raynaud Fenomeni:** Vazokonstriksiyona bağlı parmaklarda ağrı ve paresteziler görülebilir.
10- **De Quervain Tenosinoviti:** Radius distalinde stiloid çıkıntı üzerinde hassasiyet ile seyreder.
11- **Kompartman Sendromu**
12- **Santral Patolojiler (İskemik inme, Multipl Skleroz vb.)**

2.1.8. Tedavi Yaklaşımları

Karpal tünel sendromunda tedavi yaklaşımları klinik ve elektrofizyolojik derecelendirmeye göre yapılmaktadır. Erken evrelerde konservatif yaklaşımlar öne çıkarken, ileri evrelerde cerrahi yöntemler uygulanmaktadır.

2.1.8.1. Günlük yaşam aktivitelerinin düzenlenmesi

Avrupa HANDGUIDE çalışmasının sonuçlarına göre, hastanın bilgilendirilmesinin ve günlük yaşam aktivitelerinin düzenlenmesi amacıyla talimatlarda bulunmanın, diğer tüm tedavi seçenekleriyle birlikte yapılması gerektiği kanısı oluşmuştur(49). Hastaya, ağır iş yükünü ve aşırı/tekrarlayıcı el bileği hareketlerini sınırlandırması; ayrıca ergonomik çalışma düzenlemeleri yapması (örneğin bilgisayar kullanımında fare ve klavye ekipmanının uygun ergonomik alternatiflerle değiştirilmesi) önerilmelidir(3).

2.1.8.2. Atelleme

Karpal tünele doğrudan basınç uygulamaksızın el bileğini nötral konumda durmasını sağlayan volar destekli ateller, median sinir üzerindeki kompresyonu azaltarak özellikle gece kullanımında semptomların hafiflemesine katkı sağlamakta ve hastanın kesintisiz uyku sürdürmesini desteklemektedir (Şekil 10) (1).



Şekil 10. Karpal Tünel Sendromu Tedavisinde Nötral Bilek Pozisyonunda Atel Kullanımı(50)

2.1.8.3. Kortikosteroidler

KTS tedavisinde steroidler 3 yolla uygulanabilir (1):

1-Oral (Sistemik) Yol: Yan etki profili nedeniyle rutin kullanımını engellemektedir.

2-Lokal Enjeksiyon: Tek bir steroid enjeksiyonuna ilk yanıt oranı yaklaşık %70'tir, ancak nüks yaygındır. Nüks olan hastalarda steroid enjeksiyonunun ne sıklıkta ve kaç kez yapılması gerektiğine dair yeterli sayıda uzun vadeli çalışmalar bulunmamaktadır. Yan etkileri arasında; tendon yırtılması, intraartiküler kanama ve yumuşak doku kanaması, lokal osteoporoz, median sinir hasarı, aseptik nekroz, enfeksiyon, subkutan doku atrofisi, deride depigmentasyon, geçici kristal sinovit, yumuşak dokularda kalsifikasyon ve Charcot benzeri destrüktif artropati görülebilir (51).

3-İyontoforez (Elektrik akımıyla transdermal uygulama)

2.1.8.4. Cerrahi dışı diğer tedavi seçenekleri

Yoga, akupunktur, karpal kemiğin mobilizasyonu, sinir ve tendon kaydırma egzersizleri cerrahi dışı diğer tedavi seçenekleri arasındadır. Bu tedavilerin faydasına dair veriler sınırlıdır. Bu doğrultuda hastalar bilgilendirilmeli ve tedaviler uygulanırken hasta ile beraber karar verilmelidir (52). Non steroid antiinflamatuar ilaçların, B6 vitamininin, diüretiklerin ayrıca elektrik, lazer ve manyetik terapilerin, plaseboya üstünlüğü gösterilememiştir. PRP (Platelet Rich Plasma) enjeksiyonunun uzun dönem yararı gösterilememiştir. Terapötik ultrasonun yararına ilişkin çelişkili sonuçlar bulunmaktadır, etkinliği tedavi süresine göre farklılık gösterebilir (53, 54).

2.1.8.5. Cerrahi tedavi seçenekleri

KTS tanılı hastalarda muayenede ilerleyici motor defisit ya da tenar atrofi görülürse ve/veya EMG tetkikinde denervasyon ve akson hasarı bulguları varsa cerrahi açıdan yönlendirilmelidir. Konservatif tedavilere yanıtsızlık olması durumunda yine cerrahiye yönlendirilmelidir (55). Konservatif tedavinin başarısız olacağını ön gördüren bazı semptom ve bulgular vardır. Bunlar, semptomların uzun sürmesi (6-12 ay), 50 yaş üzerinde olmak, sürekli paresteziler görülmesi, iki nokta

diskriminasyonunda bozulma (>6 mm), pozitif Phalen testi, elektrodiagnostik testlerde uzamış motor ve duyusal latanslar olarak sıralanabilir (55, 56).

KTS'nin cerrahi tedavisinin temelinde amaç transvers karpal ligamentin (fleksör retinakulum) serbestleştirilmesi yoluyla median sinirin dekompresyonunu sağlamaktır. Bu işlem klasik açık teknik, sınırlı insizyon/mini-açık (bilek kıvrımını geçmeyen palmar küçük insizyon) veya endoskopik (tek/çift portal) yaklaşımlarla uygulanabilir. Son yıllarda ultrason rehberli perkütan/minimal invaziv gevşetme teknikleri de tanımlanmış ve klinik kullanıma girmiştir. Güncel literatür, mini-açık ve endoskopik teknikler arasında hasta bildirimli uzun dönem sonuçlar bakımından anlamlı fark olmadığını (yüksek kanıt düzeyi) vurgulamaktadır (53).

Ultrason rehberli perkütan gevşetme içinse erken dönem çalışmalar hızlı toparlanma potansiyeli bildirse de mevcut sistematik derlemelerde kanıt düzeyi "çok düşük" olarak değerlendirilmiştir; bu nedenle yöntem genellikle seçilmiş olgularda ve deneyimli merkezlerde yapılmalıdır (57).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Çalışma Tasarımı ve Evren

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nöroloji Anabilim Dalı Elektromiyografi Laboratuvarına 11.07.2025-18.12.2025 tarihleri arasında KTS ön tanısıyla başvuran anamnez, fizik muayene, EMG ile kesin KTS tanısı konulan ve dahil edilme kriterlerini karşılayan 128 hastanın 220 eli prospektif olarak değerlendirildi ve çalışmaya dahil edildi.

3.1.1. Hasta Seçim Kriterleri

Çalışmaya 18-65 yaş arası, klinik olarak karpal tünel sendromu şüphesi olan (gece ağrısı, parestezi vb.) ve EMG ile KTS tanısı doğrulanmış, çalışmaya gönüllü katılım formunu imzalayan hastalar dahil edildi. Diabetes Mellitus, kronik böbrek yetmezliği, kanser, servikal radikülopati, polinöropati, ulnar nöropati, romatizmal hastalık, demans tanısı olan, geçirilmiş el cerrahisi ve travma öyküsü bulunan, hamile olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

3.1.2. Kontrol Grubu

Demografik açıdan hasta grubuna benzer niteliklere sahip, çalışmanın dahil edilme ölçütlerini karşılayan ve gönüllü katılım sağlayan; Elektromiyografi laboratuvarına KTS veya farklı ön tanılarla yönlendirilen elektrofizyolojik olarak normal saptanan 32 sağlıklı kişinin 42 eli, hasta grubundan 14 kişinin KTS tanısı almayan sağlıklı eli olmak üzere toplamda 56 el kontrol grubu olarak çalışmaya dahil edildi.

3.1.3. Klinik Değerlendirme

Toplamda 159 katılımcının başvuru esnasında yaş, cinsiyet, meslek, dominant el, alışkanlıklar (sigara, alkol), vücut kitle indeksi (VKİ-kg/m^2), şikâyet süresi, şikâyet lokalizasyonu (parmak uçları, avuç içi, dirsek ve omuz), şikâyet karakteristiği (uyuşma, karıncalanma, ağrı, güçsüzlük), flick bulgusunun varlığı gibi demografik verileri ve anamnez özellikleri kaydedildi ardından nörolojik muayeneleri yapıldı.

Fizik muayenede; kas gücü muayenesi yapıldı, tenar atrofi ve median sinir dermatomunda hipoestezi varlığı incelendi. Phalen, ters Phalen, Tinel testleri yapıldı. Mezura ile el bileği çevresi ve el uzunluğu ölçümü yapıldı. El uzunluğu için, el ve önkol supinasyon pozisyonunda tutulurken distal el bileği hattının orta noktasından üçüncü parmak ucuna kadar olan mesafenin ölçülmesi esas alındı. El bileği çevresi; distal fleksör el bileği kıvrımı hizasında, radius ve ulna stiloid çıkıntıları seviyesinde bileğe tam temas edecek şekilde ölçüldü.

Katılımcılara Boston Karpal Tünel Sendromu Anketi ve Görsel Analog Skala (Visual Analog Scale; VAS) yapıldı. VAS, ağrıyı derecelendirmek için kullanılan bir ölçektir (Ek 4). VAS puanları, bireyin semptomlarını öz-bildirimle değerlendirmesine dayanmakta olup "ağrı yok" ile "dayanılabilecek en şiddetli ağrı" uçları arasında uzanan 10 cm'lik yatay bir çizgi üzerinde, hastanın tek bir işaret koymasıyla elde edilmektedir. Çizginin sol kısmında "ağrı yok" (0 cm), sağ kısmında ise en dayanılmaz ağrı (10 cm) yer alır (32).

Hastaların subjektif şikayetleri Boston KTS anketi (BKTSA) ile değerlendirildi. Değerlendirme ölçeği, 11 maddelik semptom şiddet skalası (BKTSA-SSS) ve 8 maddelik fonksiyonel durum skalası (BKTSA-FDS) (Ek 5) olmak üzere iki ayrı bölümden oluşmaktadır. Bu değerlendirme ölçeğinde her madde bir ile beş arasında puanlanmaktadır. Bir puan yakınmanın olmadığını, beş puan ise en şiddetli yakınmayı gösterir (9). Çalışmaya alınan hastaların BKTSA-SSS ve BKTSA-FDS ortalama değerleri ayrı ayrı hesaplandı.

Klinik değerlendirmenin ardından hastaların elektromiyografi (EMG) incelemesi yapıldı. Standardizasyonu sağlamak amacıyla EMG incelemesi aynı araştırmacı tarafından yapıldı.

3.2. Elektrofizyolojik Kayıt Protokolü

Elektrofizyolojik incelemeler Sağlık Bilimleri Üniversitesi Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi EMG Laboratuvarında Medelec Synergy EMG cihazı kullanılarak yapıldı (Şekil 11). Hastaların tümü sedyede supin pozisyonda 25°C oda sıcaklığında ve cilt sıcaklığının> 31°C olmasına dikkat edilerek çalışmaya alındı.



Şekil 11. EMG cihazı

Elektrofizyolojik evreleme yapılırken Padua ve arkadaşlarının elektrofizyolojik sınıflaması kullanıldı.

Padua'nın KTS nörofizyolojik sınıflama kriterleri (58):

Sınıf 1-Negatif KTS: Karşılaştırmalı testler veya segmental uyarım yöntemleri dahil tüm testler normal

Sınıf 2-Minimal KTS: Standart sinir ileti çalışmaları normal olmakla birlikte, karşılaştırmalı testler veya segmental uyarım testlerinde anormallik saptanan olgular.

Sınıf 3-Hafif KTS: Median sinirde parmak- bilek segmentinde yavaşlama ve normal distal motor latans (DML)

Sınıf 4-Orta KTS: Median sinirin parmak- bilek bölgesinde yavaşlama görülmesi ve DML'de uzama

Sınıf 5-Ağır KTS: Median sinir duyusal yanıtların alınamaması (parmak-bilek bölgesinde) ve DML'de uzama

Sınıf 6- Çok ağır KTS: Median sinir motor ve duysal yanıt yokluğu

Motor sinir ileti çalışması için üst ekstremitede; Abduktor Pollicis Brevis (APB) kasından kaydedilen median sinir, Abduktor Digiti Minimi (ADM) kasından kaydedilen ulnar sinir, 2. lumbrikal kas kayıtlı median sinir, interosseoz kas kayıtlı ulnar sinir çalışıldı. Duyusal sinir iletim çalışması olarak; 2. ve 3.Parmaktan uyarımla median sinir, 5. parmak uyarım ile ulnar sinir çalışıldı. Karşılaştırmalı yöntemlerden

ise 1. Parmak uyarımlı median-radial sinir duyusal tepe latans farkı, 4. parmak uyarımlı median-ulnar sinir duyusal tepe latans farkı, 2.lumbrikal-interosseoz distal motor latans farkı, median ve ulnar palmar karma sinir tepe latans farkı ileti çalışmaları yapıldı.

3.2.1. Üst Ekstremite Motor Sinir İletim Çalışması

Tüm motor ileti çalışmalarında ve palmar karma median-ulnar sinir çalışmasında yuvarlak keçeli bipolar uyarı elektrodu ile uyarım ve keçeli bar elektrot ile kayıtlama yapıldı. Supramaksimal perkutanöz stimulasyon tekniği kullanıldı (4). Toprak elektrodu elin dorsal yüzüne yerleştirildi. Kaydedilen motor yanıtların latans değerleri milisaniye (ms), amplitüdleri milivolt (mV) ve iletim hızları metre/saniye (m/s) cinsinden ifade edildi.

3.2.1.1. Median sinir motor iletim incelemesi

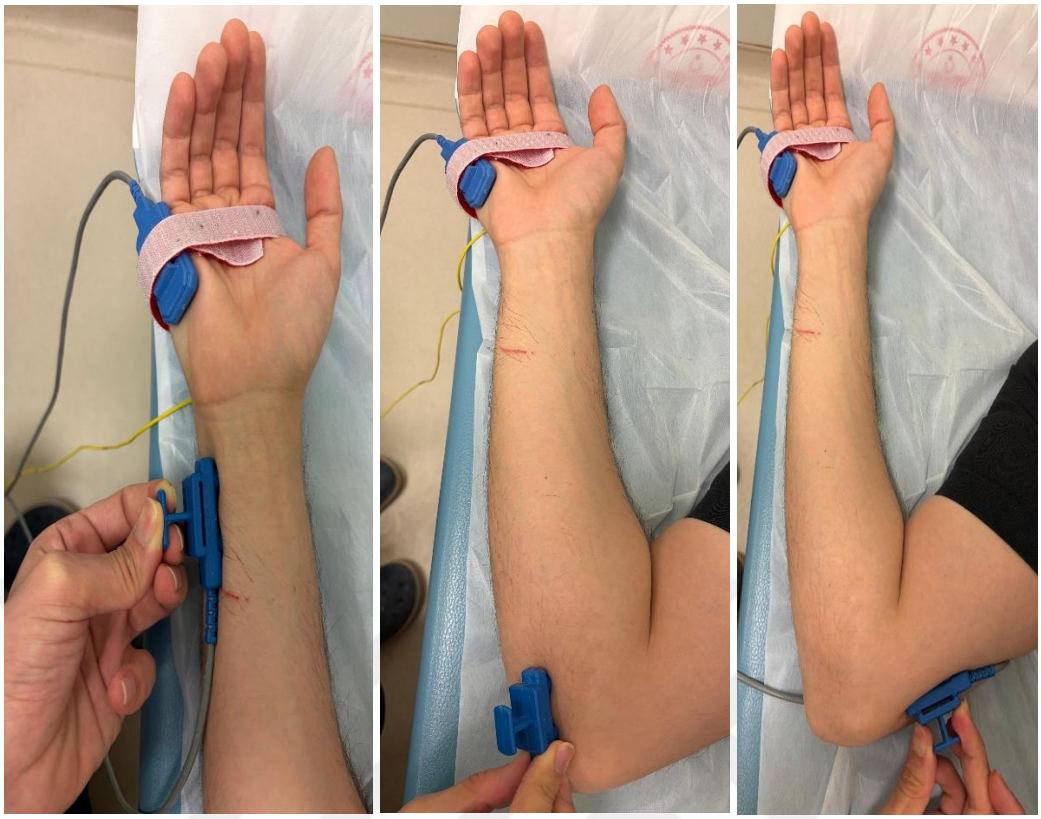
Median sinirin motor iletimi değerlendirilirken kayıt abduktor pollisis brevis (APB) kası üzerinden gerçekleştirildi. Aktif elektrot kasın orta kısmına, referans elektrot ise birinci metakarpo-falengeal eklem üzerine yerleştirildi. Uyarım el bileği ve dirsekten yapıldı. Bilek uyarımı; elin palmar yüzünde bileğin ortasının hafif lateralinden fleksor carpi radialis (FCR) ve palmaris longus (PL) tendonlarının arasından, kayıt elektrodunun 7 cm proksimalinden yapıldı. Dirsek uyarımı ise dirsek ön yüzünde kubital fossa düzeyinde, brakial arter nabzının medialinden yapıldı (Şekil 12). Ulnar sinirin de motor yanıta katılmaması için aşırı uyarımdan kaçınıldı (4).



Şekil 12. APB Kası Üzerinden Median Sinir Motor İleti Kaydı

3.2.1.2. Ulnar sinir motor iletim incelemesi

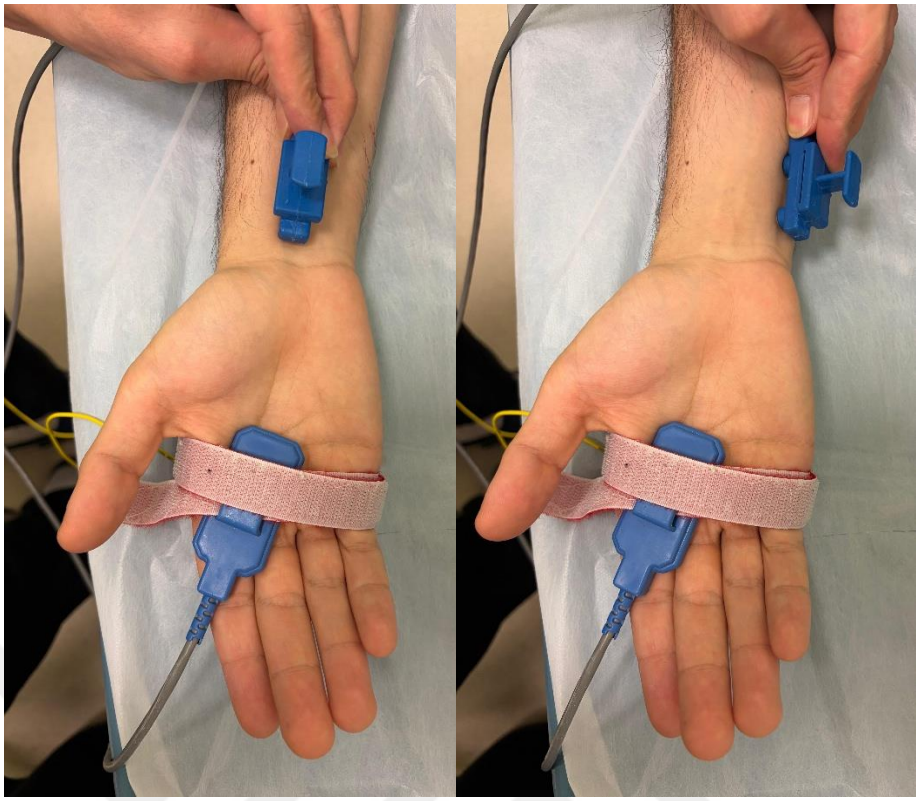
Ulnar sinir motor iletimi değerlendirilirken kayıt, abduktor digiti minimi (ADM) kasından alındı. Aktif elektrot kasın ortasına, referans elektrot ise beşinci metakarpo-falengeal eklem üzerine yerleştirildi. Birinci uyarım el bileği medialinde, fleksor carpi ulnaris (FCU) komşuluğundan, ikinci uyarı yeri ise dirsek altında medial epikondil seviyesinin 3 cm distalinden, üçüncü uyarım dirsek üstünde medial humerus üzerinde, biseps ve triseps kasları arasından, dirsek altı uyarım yerinin 10-12 cm uzaklığından yapıldı (Şekil 13) (4).



Şekil 13. ADM Kası Üzerinden Ulnar Sinir Motor İleti Kaydı

3.2.1.3. Median-Ulnar ikinci lumbrikal-interossei karşılaştırmalı çalışma

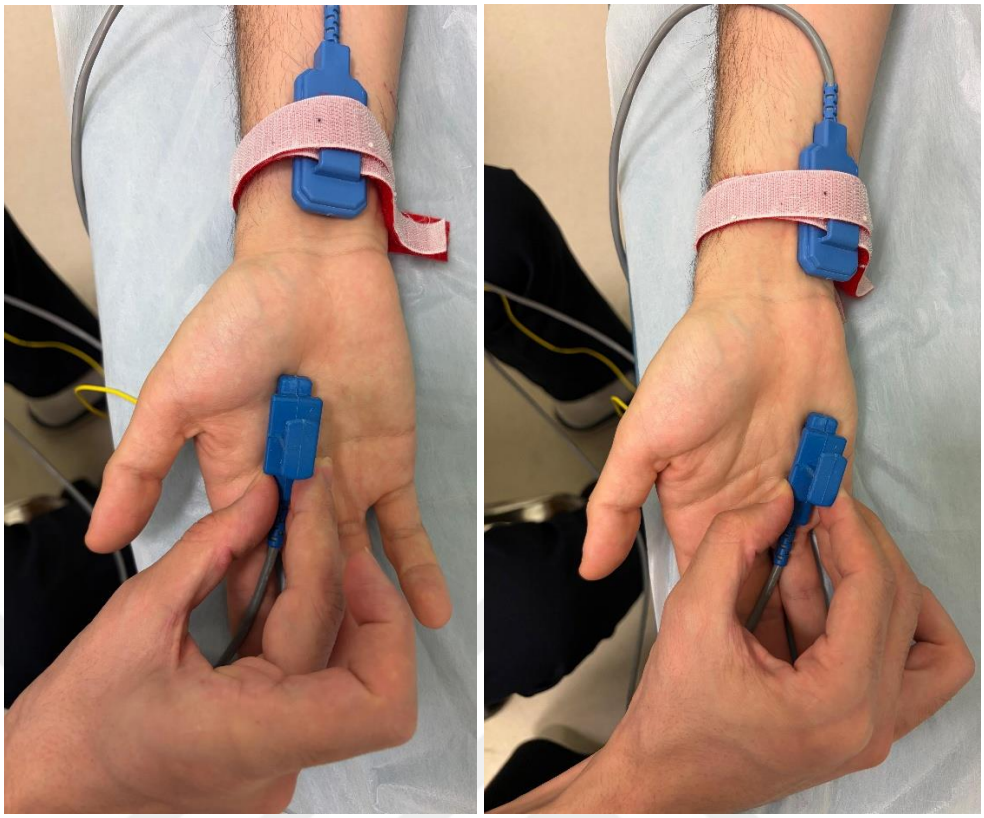
Bu incelemede, ulnar sinir innervasyonlu interosseoz kas ile median sinirin innerve ettiği ikinci lumbrikal kas için aynı kayıt elektrodu kullanıldı. Aktif elektrot, palmar bölgede üçüncü metakarpal kemik üstüne orta hattın 1cm lateraline yerleştirildi. Referans elektrot ise ikinci parmağın metakarpo-falengeal eklemi üzerine yerleştirildi. Median sinir FCR ve PL tendonları arasından, ulnar sinir ise FCU tendonu komşuluğundan uyarıldı; her iki uyarım aktif elektrottan eşit uzaklıkta (8 cm) gerçekleştirildi (Şekil 14). İkinci lumbrikal kastan kaydedilen median sinir motor distal latansı, interosseöz kastan kaydedilen ulnar sinir distal latansı incelendi ve bu ikisinin arasındaki farkın ≥0.5 olması anormal olarak kabul edildi (4).



Şekil 14. Median İkinci Lumbrikal – Ulnar İnterossei Karşılaştırmalı Kayıt

3.2.1.4. Median–Ulnar palmar karma (mikst) sinir karşılaştırma çalışması

Bu yöntemde median palmar karma sinir için kayıt elektrodu bilekte konumlandırıldı. Aktif elektrot FCR ve PL tendonları arasına referans elektrod 4 cm proksimaline yerleştirildi. Uyarım ise avuç içerisinde, kayıt elektrodundan işaret ve orta parmak arasına çizilen çizgi üzerinde 8 cm mesafeden yapıldı. Ulnar palmar karma sinir için kayıt elektrodu yine bilekte konumlandırıldı. Aktif elektrot FCU komşuluğuna referans elektrot ise 4 cm proksimaline yerleştirildi. Uyarım ise avuç içerisinde, kayıt elektrodundan küçük parmak ve yüzük parmak arasına çizilen çizgi üzerinde 8 cm mesafeden yapıldı (Şekil 15) (4). İki yanıtın tepe latans farkının ≥0,5 ms görülmesi anormal olarak değerlendirildi. (59).



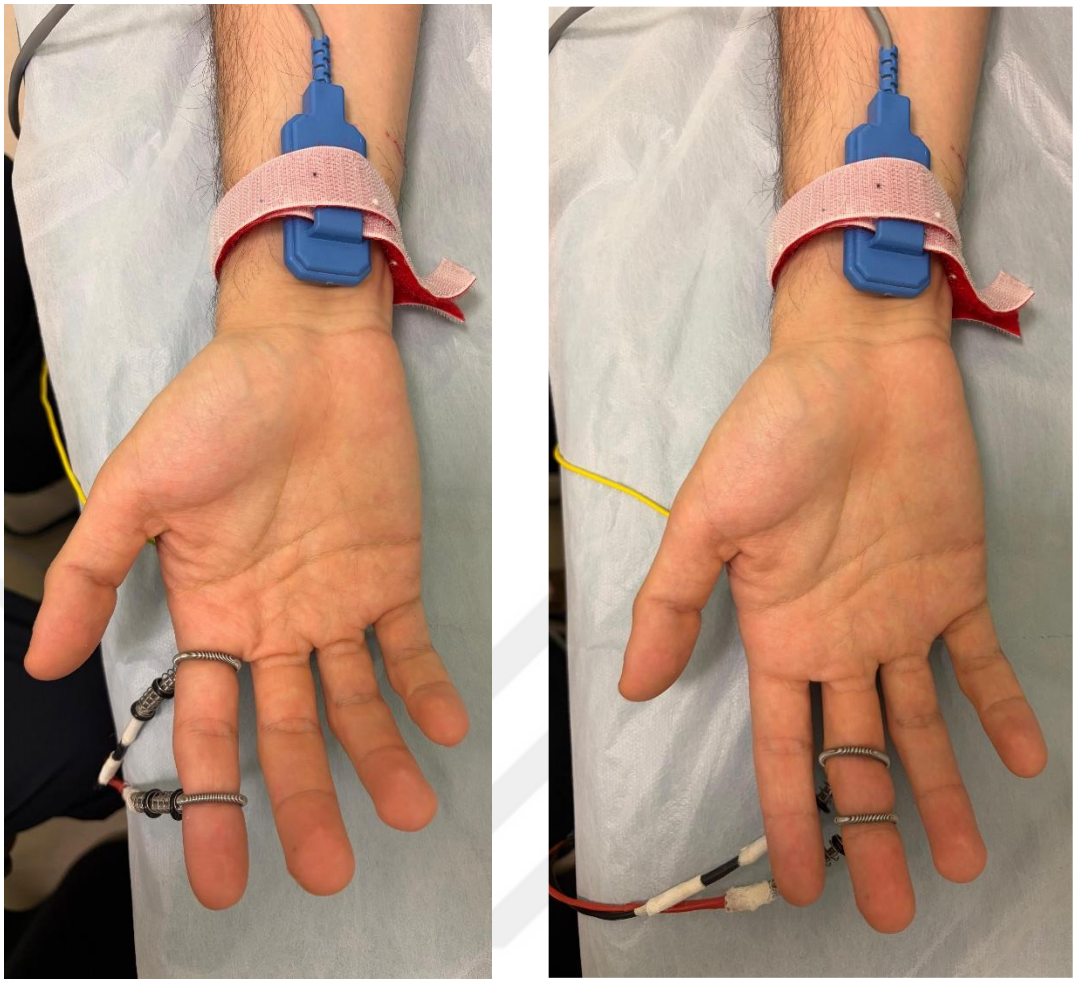
Şekil 15. Median–Ulnar Palmar Karma (Mikst) Sinir Karşılaştırma Çalışması

3.2.2. Üst Ekstremite Duyusal Sinir İletimi Çalışmaları

Tüm duyusal ileti çalışmalarında ortodromik yöntemle yüzük elektrotlar ile uyarım, keçeli bar elektrot ile kayıtlama yapıldı. Toprak elektrod elin dorsal yüzüne yerleştirildi. Supramaksimal perkutanöz stimulasyon tekniği kullanıldı (4). Kaydedilen duyusal yanıtların distal latansları ms, amplitüd değerleri mikrovolt (µV) ve ileti hızları m/s birimleri kullanılarak ifade edildi.

3.2.2.1. Median duyusal sinir iletim çalışması

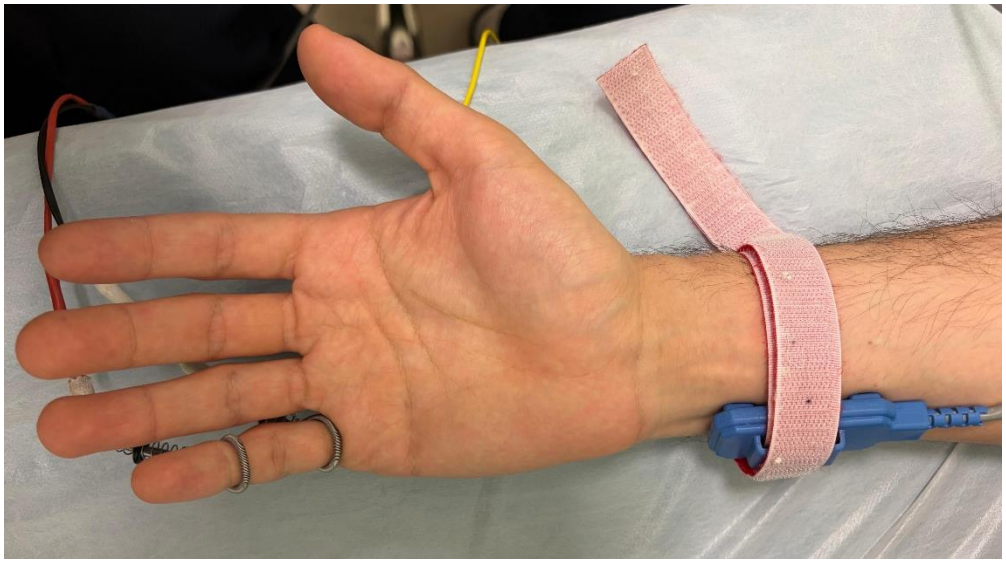
İkinci ve üçüncü parmak uyarımlı median sinir duyusal ileti çalışması yapıldı. Yüzük elektrotlardan aktif elektrot metakarpo-falengeal eklem üzerine, referans elektrot 3-4 cm distalindeki, distal interfalengeal eklem üstüne konumlandırıldı, ortodromik teknikle uyarım yapıldı. Kayıt elektrodu ise, FCR ve PL tendonlarının arasına aktif elektrodun 14 cm proksimaline yerleştirildi (Şekil 16) (4).



Şekil 16. 2. ve 3. Parmaktan Uyarım ile Median Sinir Duyusal İletim Çalışması

3.2.2.2. Ulnar sinir duyusal iletim incelemesi

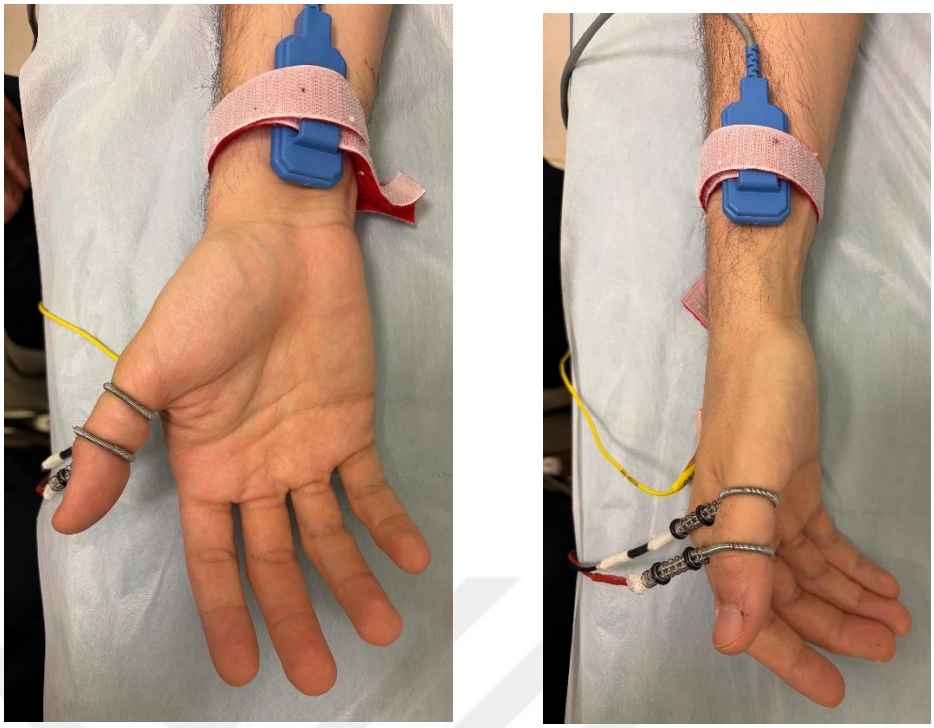
Yüzük elektrotlardan aktif elektrot 5.parmak metakarpo-falengeal eklem üzerine, referans elektrot aktif elektrodun 3-4 cm distaline, interfalengeal eklem üstüne konumlandırıldı, ortodromik teknikle uyarım yapıldı. Kayıt elektrodu bilek mediali, FCU komşuluğuna, aktif elektrodun 12 cm proksimaline yerleştirildi (Şekil 17) (4).



Şekil 17. 5. Parmak Uyarımla Ulnar Sinir Duyusal İletim Çalışması

3.2.2.3. Birinci parmak uyarımlı median-radial sinir karşılaştırmalı çalışma

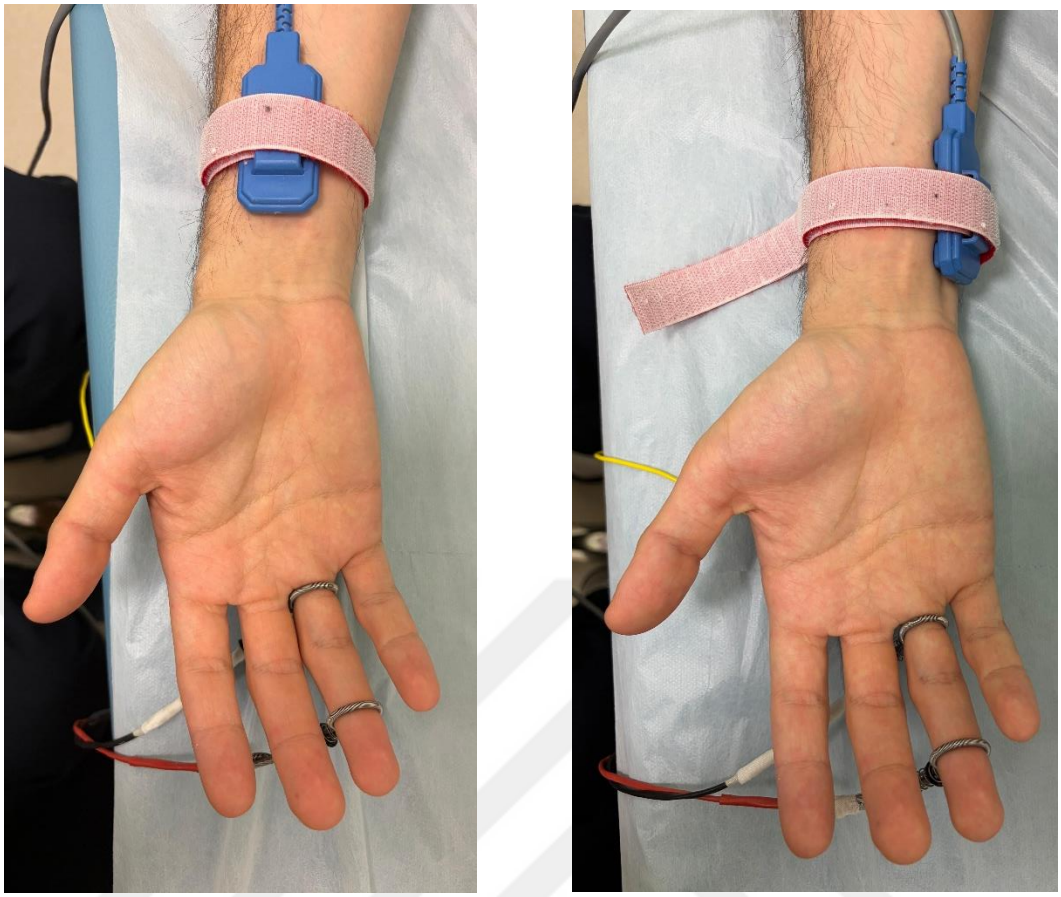
Yüzük elektrotlardan aktif elektrot birinci parmak metakarpo-falengeal eklem üzerine, referans elektrot 3-4 cm distale, interfalangeal eklem üzerine yerleştirildi ve ortodromik teknikle uyarım yapıldı. Kayıt elektrodu median sinir için bilekte FCR ve PL tendonlarının arasına ve radial sinir için önkol lateralinde radius kemiği üzerine yerleştirildi. Her iki ölçümde de uyarı, aktif elektrottan 10-12 cm proksimalde olacak şekilde, eşit mesafede uygulandı (Şekil 18). İki duyusal sinir ölçümü arasındaki tepe latans farkının ≥0.5 olması anormal değerlendirildi (4).



Şekil 18. Birinci Parmak Median-Radial Sinir Karşılaştırmalı Çalışma

3.2.2.4. Dördüncü parmak uyarımlı median-ulnar sinir karşılaştırmalı çalışma

Yüzük elektrotlardan aktif elektrot dördüncü parmak metakarpo-falengeal eklem üzerine, referans elektrot 3-4 cm distale, distal interfalangeal eklem üzerine yerleştirildi ve ortodromik teknikle uyarım yapıldı. Kayıt elektrodu median sinir için bilekte FCR ve PL tendonlarının arasına ve ulnar sinir için FCU tendonu komşuluğuna yerleştirildi. Her iki ölçüm için uyarı, eşit uzaklıktan aktif elektrodun 12-14 cm proksimalinden verildi (Şekil 19). İki duyusal sinir ölçümü arasındaki tepe latans farkının ≥0.5 olması anormal olarak kabul edildi (4).



Şekil 19. Dördüncü Parmak Median-Ulnar Sinir Karşılaştırmalı Çalışma

3.3. İstatistiksel Analiz

Çalışmanın istatistiksel analizleri için IBM SPSS Statistics 26.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır. Tanımlayıcı istatistiklerde sürekli değişkenler ortalama ± standart sapma, kategorik değişkenler ise sayı ve yüzde (%) olarak sunulmuştur. Padua sınıflarına göre sürekli değişkenlerin karşılaştırılmasında tek yönlü varyans analizi (One-Way ANOVA) yöntemi kullanılmıştır. Gruplar arasında anlamlı istatistiksel fark saptanan değişkenlerde, farkın hangi gruplardan kaynaklandığını belirlemek için Duncan çoklu karşılaştırma (post hoc) testi uygulanmıştır. İki grup arasındaki karşılaştırmalarda bağımsız örneklemler için t-testi kullanılmıştır. Kategorik değişkenler ile Padua sınıfları arasındaki ilişkiler Ki-kare (χ^2) testi ile analiz edilmiştir. Elektrofizyolojik parametreler ile klinik skorlar arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesinde Pearson korelasyon analizi kullanılmış; korelasyon analizleri Padua sınıfları ayrı ayrı ve tüm olgular birlikte olacak şekilde gerçekleştirilmiştir.

Hasta olan ve olmayan bireylerin ayırt edilmesinde elektrofizyolojik parametrelerin tanısal performansını değerlendirmek amacıyla ROC (Receiver Operating Characteristic) analizi uygulanmış; her bir parametre için eğri altında kalan alan (AUC), duyarlılık, özgüllük, %95 güven aralığı ve optimal cut-off değerleri hesaplanmıştır. Tüm istatistiksel analizlerde $p<0,05$ değeri istatistiksel açıdan anlamlı kabul edilmiştir.

4. BULGULAR

Çalışmaya toplamda 159 katılımcının 276 eli alındı. Grade 1 olan 56 el (%20,28), grade 2 olan 38 el (%13,76), grade 3 olan 88 el (%31,88), grade 4 olan 61 el (%22,1), grade 5 olan 28 el (%10,14), grade 6 olan 5 el (%1,81) çalışıldı. Tablo 2'de katılımcıların cinsiyet ve meslek dağılımları Padua sınıflarına göre sunulmuştur.

Cinsiyet dağılımı incelendiğinde, katılımcıların 136'sı kadın (%85,53) 23'ü erkekti (%14,46). Hem kadın hem erkek katılımcılarda en yüksek oran Padua sınıf 3'te yer almakta olup, kadınların dağılımı genel toplamla paralel bir seyir göstermektedir. Erkek katılımcıların da büyük çoğunluğu sınıf 3'te yoğunlaşmıştır.

Meslek gruplarına göre dağılım değerlendirildiğinde, ev hanımlarının tüm Padua sınıflarında yer aldığı ve özellikle sınıf 1, 3 ve 4'te daha yüksek oranlara sahip olduğu görülmektedir. Tekstil sektörü çalışanları ve temizlik görevlileri de sınıf 3'te belirgin bir yoğunluk göstermektedir. Hasta grubunun meslekleri incelendiğinde ev hanımlarının (%59,1), tekstil çalışanlarının (%10) ve temizlik görevlilerinin (%5,9) ilk üç sırayı oluşturduğu görülmektedir. Diğer meslek gruplarının büyük çoğunluğunun sınırlı sayıda katılımcı ile temsil edildiği ve belirli Padua sınıflarında yoğunlaştığı dikkat çekmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Katılımcıların Sosyodemografik Özelliklerinin Padua Sınıflarına Göre Dağılımı

Değişkenler	Gruplar	Padua Sınıfı					
		1	2	3	4	5	6
Cinsiyet	Kadın	48(20,1)	34(14,2)	72(30,1)	55(23)	25(10,5)	5(2,1)
	Erkek	8(21,6)	4(10,8)	16(43,2)	6(16,2)	3(8,1)	0(0)
Meslek	Asansör İşçisi	0(0)	0(0)	1(50)	0(0)	1(50)	0(0)
	Aşçı	1(7,1)	3(21,4)	6(42,9)	4(28,6)	0(0)	0(0)
	Ayakkabıcı	2(50)	0(0)	0(0)	1(25)	1(25)	0(0)
	Bulaşıkçı	1(20)	1(20)	1(20)	1(20)	1(20)	0(0)
	Çiğ Köfteci	0(0)	0(0)	2(100)	0(0)	0(0)	0(0)
	Diş Hekimi	2(50)	0(0)	2(50)	0(0)	0(0)	0(0)
	Doktor	3(60)	0(0)	1(20)	1(20)	0(0)	0(0)
	Dökümcü	0(0)	1(25)	3(75)	0(0)	0(0)	0(0)
	Ev Hanımı	34(20,7)	24(14,6)	42(25,6)	42(25,6)	18(11)	4(2,4)
	Güvenlik Görevlisi	0(0)	0(0)	1(25)	2(50)	1(25)	0(0)
	Hastane Personeli	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(100)	0(0)
	Hurdacı	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(100)	0(0)
	İnşaat İşçisi	0(0)	0(0)	2(100)	0(0)	0(0)	0(0)
	İtfaiye Eri	1(100)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	Kalite Kontrol	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	1(100)	0(0)
	Kaynakçı	0(0)	0(0)	1(50)	1(50)	0(0)	0(0)
	Kuaför	2(100)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	Kuruyemişçi	1(100)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	Makineci	0(0)	0(0)	1(50)	1(50)	0(0)	0(0)
	Manav	0(0)	1(25)	3(75)	0(0)	0(0)	0(0)
	Mimar	0(0)	0(0)	2(100)	0(0)	0(0)	0(0)
	Muhasebeci	3(50)	1(16,7)	2(33,3)	0(0)	0(0)	0(0)
	Öğretmen	0(0)	1(50)	0(0)	1(50)	0(0)	0(0)
	Teknisyen	1(100)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)
	Tekstilci	3(12)	6(24)	10(40)	4(16)	1(4)	1(4)
	Temizlik Görevlisi	2(13,3)	0(0)	8(53,3)	3(20)	2(13,3)	0(0)
Toplam		56(20,3)	38(13,8)	88(31,9)	61(22,1)	28(10,1)	5(1,8)

Veriler n (% satır) olarak sunulmuştur.

Hastalık durumuna göre bireylerin yaş ortalamaları karşılaştırıldığında, kontrol grubunun yaş ortalaması 39,71±9,15 yıl, hasta grubun yaş ortalaması ise 44,60±8,47 yıl olarak saptanmıştır (Tablo 3). Gruplar arasındaki yaş farkının istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir ($t=-3,793$; $p<0,001$). Padua sınıflarına göre yaş ortalamaları incelendiğinde, Padua sınıf 6'nın en yüksek yaş ortalamasına sahip olduğu görülmektedir (52,4±13,16) (Tablo 4). Bu grubun yaş ortalaması, diğer Padua sınıflarından istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklı bulunmuştur ($F=4,200$;

p=0,001). Padua sınıf 1–5 arasında yer alan gruplar ise benzer yaş ortalamalarına sahiptir.

Tablo 3. Hastalık Durumuna Göre Yaş Dağılımı

Gruplar	Yaş
Kontrol	39,71±9,15
Hasta	44,6±8,47
t	-3,793
p	<0,001*

*: p<0,05

Tablo 4. Padua Sınıflarına Göre Yaş Ortalamalarının Dağılımı

Padua Sınıf	Yaş
1	39,71±9,15b
2	42,71±6,99b
3	44,52±8,27b
4	44,75±8,60b
5	45,71±9,34b
6	52,4±13,16a
F	4,200
p	<0,001*

*: p<0,05; a,b,c: Aynı harf ile işaretlenen gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Hastalık varlığı ile alışkanlıklar (sigara, alkol) arasında kontrol grubuyla karşılaştırıldığında anlamlı istatistiksel fark izlenmemiştir (p=0,839) (Tablo 5).

Tablo 5. Hasta ve Kontrol Gruplarında Alışkanlık Özelliklerinin Dağılımı

Değişkenler	Gruplar	Kontrol	Hasta	X	p
Alışkanlıklar	Yok	39(20,9)	148(79,1)	0,352	0,839
	Sigara	16(19,8)	65(80,2)		
	Sigara ve Alkol	1(12,5)	7(87,5)		

Veriler n (% satır) olarak sunulmuştur.

Vücut kitle indeksi (VKİ) incelendiğinde, Padua sınıf 2–6 gruplarında VKİ ortalamalarının Padua sınıf 1'e kıyasla daha yüksek olduğu görülmektedir. En düşük VKİ değeri Padua sınıf 1'de (26,97±4,94), en yüksek VKİ değeri ise Padua sınıf 6'da (33,86±6,16) saptanmıştır. Padua sınıfları arasındaki VKİ farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (F=6,994; p<0,001) (Tablo 6).

El bileği çevresi ortalamaları Padua sınıflarına göre karşılaştırıldığında, Padua sınıf 4 ve 6'da daha yüksek değerler elde edilmiştir. En düşük el bileği çevresi Padua

sınıf 1'de (16,39±1,34) ölçülürken, en yüksek değer Padua sınıf 6'da (17,80±0,45) görülmüştür. Yapılan analiz sonucunda gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir farklılık olduğu gösterilmiştir (F=6,111; p<0,001) (Tablo 6).

El uzunluğu ortalamaları incelendiğinde, Padua sınıfları arasında sayısal farklılıklar bulunmasına rağmen istatistiksel açıdan anlamlı kabul edilmemiştir (F=1,926; p=0,090). El uzunluğu değerlerinin Padua sınıfları arasında benzer bir dağılım gösterdiği izlenmiştir. El bileği çevresi/ el uzunluğu oranının grade arttıkça genel olarak yükseldiği görülmektedir. En düşük oran Grade 1 ve 2'de saptanırken, en yüksek oran Grade 6'da belirlenmiştir (0,95±0,06). Yapılan varyans analizi sonucunda gradeler arasında el oranı bakımından anlamlı istatistiksel fark olduğu bulunmuştur (F=4,334; p=0,001). Farklı harflerle gösterilen gruplar arasındaki farklılıklar, el oranının grade düzeyine bağlı olarak anlamlı biçimde değiştiğini ortaya koymaktadır (Tablo 6).

Genel olarak değerlendirildiğinde, Padua sınıflarına göre yaş, VKİ, el bileği çevresi ve el bileği çevresi/el oranı değişkenlerinde anlamlı farklılıklar saptanırken, el uzunluğu için gruplar arasında anlamlı bir fark izlenmemiştir (Tablo 6).

Tablo 6. Padua Sınıflarına Göre VKİ, El Bileği Çevresi, El Uzunluğu ve El Bileği Çevresi/El Uzunluğu Oranı Değerleri

Padua Sınıf	VKİ	El Bileği Çevresi	El Uzunluğu	El Bileği Çevresi/El Uzunluğu
1	26,97±4,94b	16,39±1,34b	18,52±1,16	0,89±0,07c
2	30,79±5,43a	16,71±1,21b	18,74±1,00	0,89±0,06bc
3	30,95±5,19a	17,15±1,24ab	18,92±1,26	0,91±0,06abc
4	32,14±5,81a	17,61±1,37a	18,97±0,95	0,93±0,07ab
5	32,07±5,58a	17,18±1,44ab	18,39±1,07	0,93±0,06ab
6	33,86±6,16a	17,80±0,45a	18,80±0,45	0,95±0a
F	6,994	6,111	1,926	4,334
p	<0,001*	<0,001*	0,090	0,001*

*: p<0,05; a,b,c: Aynı harf ile işaretlenen gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Padua sınıflarına göre şikâyet süresi incelendiğinde, en yüksek ortalama sürenin Padua sınıf 6'da olduğu görülmektedir (8,85±15,85 yıl) (Tablo 7). Bu grubun şikâyet süresinin, diğer Padua sınıflarından istatistiksel olarak anlamlı biçimde daha uzun olduğu fark edilmektedir (F=3,518; p=0,004). Padua sınıf 1–5 arasındaki gruplarda ise şikâyet sürelerinin birbirine benzer olduğu izlenmiştir.

VAS (Visual Analog Scale) skorları değerlendirildiğinde, Padua sınıfı arttıkça ağrı şiddetinin de artış gösterdiği görülmektedir. En düşük VAS ortalaması Padua sınıf 1'de (2,96±3,38), en yüksek VAS ortalaması ise Padua sınıf 6'da (5,80±4,38) saptanmıştır. Padua sınıfları açısından anlamlı istatistiksel fark bulunmuştur (F=3,255; p=0,007) (Tablo 7).

BKTS-SSS (Semptom Şiddeti Skoru) açısından yapılan karşılaştırmada, Padua sınıfı yükseldikçe skorların belirgin biçimde arttığı dikkat çekmektedir. En düşük BKTS-SSS değeri Padua sınıf 1'de (1,67±0,63), en yüksek değer ise Padua sınıf 6'da (2,92±1,03) izlenmiştir. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (F=10,094; p<0,001) (Tablo 7).

Benzer şekilde, BKTS-FDS (Fonksiyonel Durum Skoru) da Padua sınıflarına paralel olarak artış göstermektedir. En düşük ortalama Padua sınıf 1'de (1,95±1,04), en yüksek ortalama Padua sınıf 6'da (4,22±0,86) saptanmıştır. BKTS-FDS skorları Padua sınıflarına göre istatistiksel olarak anlamlı ölçüde farklıdır (F=11,224; p<0,001). Genel olarak değerlendirildiğinde, Padua sınıfı arttıkça şikâyet süresi, ağrı şiddeti (VAS), semptom şiddeti ve fonksiyonel kayıp düzeylerinin anlamlı biçimde yükseldiği görülmektedir (Tablo 7).

Tablo 7. Padua Sınıflarına Göre Şikâyet Süresi, VAS, BKTS-SSS ve BKTS-FDS Skorlarının Dağılımı

Padua Sınıfı	Şikâyet Süresi (Yıl)	VAS	BKTS-SSS	BKTS-FDS
1	2,86±3,78b	2,96±3,38b	1,67±0,63d	1,95±1,04d
2	2,63±3,45b	3,29±3,16b	1,73±0,62d	2,07±0,84cd
3	2,74±3,00b	3,78±3,20ab	1,91±0,72cd	2,21±1,04cd
4	4,27±4,25b	4,82±3,64ab	2,25±0,81bc	2,71±1,09bc
5	4,78±4,35b	5,29±3,53ab	2,60±0,94ab	3,20±1,07b
6	8,85±15,85a	5,80±4,38a	2,92±1,03a	4,22±0,86a
F	3,518	3,255	10,094	11,224
p	0,004*	0,007*	<0,001*	<0,001*

*: p<0,05; Aynı harf ile işaretlenen gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

BKTS-SSS açısından bakıldığında, dominant elin puanı (2,13±0,74) dominant olmayan ele göre (1,90±0,83) istatistiksel olarak anlamlı derecede daha yüksektir (t=2,234; p=0,026). Yani semptom şiddeti, baskın elde belirgin biçimde daha fazladır. BKTS-FDS açısından ise dominant el (2,53±1,05) ile dominant olmayan el

(2,31±1,15) arasında gözlenen fark istatistiksel olarak anlamlı değildir (t=1,495; p=0,136) (Tablo 8).

Tablo 8. Dominant ve Non Dominant Elde BKTS-SSS ve BKTS-FDS Puanlarının Karşılaştırılması

Gruplar	BKTS-SSS	BKTS-FDS
Dominant El	2,13±0,74	2,53±1,05
Non Dominant El	1,90±0,83	2,31±1,15
t	2,234	1,495
p	0,026*	0,136

Şikâyet lokalizasyonu Padua sınıflarına göre değerlendirildiğinde, gruplar arasında dağılım farklılıkları gözlenmekle beraber bu farkın istatistik açıdan anlamlı olmadığı düşünülmüştür (χ^2=55,308; p=0,054) (Tablo 9).

Tablo 9. Padua Sınıflarına Göre Şikâyet Lokalizasyonu Dağılımı

Değişkenler	Gruplar	Padua Sınıf						X^2	p
		1	2	3	4	5	6		
Şikâyet Lokalizasyonu	Dirsek, Parmak Uçları, Avuç İçi	0(0)	0(0)	0(0)	1(100)	0(0)	0(0)	55,308	0,054
	Parmak Uçları	19(18,6)	19(18,6)	35(34,3)	15(14,7)	10(9,8)	4(3,9)		
	Parmak Uçları, Avuç İçi	12(16,2)	9(12,2)	30(40,5)	15(20,3)	8(10,8)	0(0)		
	Parmak Uçları, Avuç İçi, Dirsek	6(11,3)	5(9,4)	11(20,8)	22(41,5)	8(15,1)	1(1,9)		
	Parmak Uçları, Avuç İçi, Dirsek, Omuz	5(41,7)	1(8,3)	1(8,3)	3(25)	2(16,7)	0(0)		
	Parmak Uçları, Dirsek	0(0)	0(0)	1(100)	0(0)	0(0)	0(0)		
	Parmak Uçları, Dirsek, Avuç İçi	0(0)	0(0)	1(50)	1(50)	0(0)	0(0)		
	Semptom yok	13(46,4)	4(14,3)	8(28,6)	3(10,7)	0(0)	0(0)		

Veriler n (% satır) olarak sunulmuştur.

Flick bulgusu sonuçlarına göre pozitiflik oranının Padua sınıfı arttıkça yükseldiği izlenmiştir. Padua sınıfları ile Flick testi sonuçları arasındaki ilişki istatistiksel olarak anlamlıdır (χ^2=20,280; p=0,001) (Tablo 10).

Tinel testi açısından değerlendirildiğinde, Padua sınıfı ile Tinel testi sonuçları arasında istatistiksel anlamlılık gösteren bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (χ^2=25,172; p<0,001) (Tablo 10).

Phalen testi sonuçlarında da benzer bir dağılım izlenmiş olup, gruplar arasındaki değişkenlik istatistiksel açıdan anlamlıdır (χ^2=21,634; p=0,001) (Tablo 10).

Ters Phalen testi pozitifliği Padua sınıfı yükseldikçe artış göstermiştir. Padua sınıfı ile ters Phalen testi arasında istatistik bakımından anlamlı ilişki olduğu belirlenmiştir (χ^2=26,023; p<0,001) (Tablo 10).

Tablo 10. Padua Sınıflarına Göre Klinik Testler Dağılımı

Değişkenler		**Padua Sınıf**						**X^2**	**p**
		1	2	3	4	5	6		
FLİCK	Pozitif	23(13,5)	19(11,2)	59(34,7)	43(25,3)	23(13,5)	3(1,8)	20,280	0,001*
	Negatif	33(31,1)	19(17,9)	29(27,4)	18(17)	5(4,7)	2(1,9)		
TİNEL	Pozitif	9(8,3)	13(11,9)	40(36,7)	27(24,8)	15(13,8)	5(4,6)	25,172	<0,001*
	Negatif	47(28,1)	25(15)	48(28,7)	34(20,4)	13(7,8)	0(0)		
PHALEN	Pozitif	15(11,9)	14(11,1)	39(31)	40(31,7)	14(11,1)	4(3,2)	21,634	0,001*
	Negatif	41(27,3)	24(16)	49(32,7)	21(14)	14(9,3)	1(0,7)		
TERS PHALEN	Pozitif	12(10)	17(14,2)	33(27,5)	36(30)	18(15)	4(3,3)	26,023	<0,001*
	Negatif	44(28,2)	21(13,5)	55(35,3)	25(16)	10(6,4)	1(0,6)		

*: p<0,05, veriler n (% satır) olarak sunulmuştur.

Flick bulgusu, Tinel, Phalen ve Ters Phalen testleri pozitif olan olgularda, hasta olma oranlarının negatif olanlara kıyasla daha fazla olduğu ve bu farkların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde olduğu saptanmıştır (sırayla p<0,001; p<0,001; p=0,001; p<0,001) (Tablo 11).

Tablo 11. Olguların Flick Bulgusu ve Provokasyon Manevraları ile Hastalık Durumu Arasındaki İlişki

Değişkenler	**Gruplar**	**Kontrol**	**Hasta**	**X**	**p**
FLİCK	Pozitif	23(13,5)	147(86,5)	12,509	<0,001*
	Negatif	33(31,1)	73(68,9)		
TİNEL	Pozitif	9(8,3)	100(91,7)	16,128	<0,001*
	Negatif	47(28,1)	120(71,9)		
PHALEN	Pozitif	15(11,9)	111(88,1)	10,079	0,001*
	Negatif	41(27,3)	109(72,7)		
TERS PHALEN	Pozitif	12(10,0)	108(90,0)	13,899	<0,001*
	Negatif	44(28,2)	112(71,8)		
	Yok	39(20,5)	151(79,5)		

*: p<0,05, veriler n (% satır) olarak sunulmuştur.

Padua sınıflarına göre APB kas kayıtlı median sinir motor distal latansı ve BKAP amplitüd değerleri karşılaştırılmıştır. Bulgular incelendiğinde, Padua sınıfı arttıkça distal latansın düzenli ve belirgin biçimde arttığı görülmektedir. En kısa distal

latans Padua sınıf 1'de (2,82±0,25 ms), en uzun distal latans ise Padua sınıf 5'te (6,88±0,93 ms) saptanmıştır. Gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir (F=424,633; p<0,001) (Tablo 12).

Median sinir BKAP amplitüdü açısından değerlendirildiğinde, Padua sınıfı arttıkça amplitüd değerlerinde genel olarak azalma olduğu görülmektedir. En yüksek amplitüd değeri Padua sınıf 1'de (10,82±2,26 mV), en düşük amplitüd değeri ise Padua sınıf 5'te (7,12±3,23 mV) bulunmuştur. Gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu saptanmıştır (F=14,476; p<0,001) (Tablo 12).

Tablo 12. Padua Sınıflarına Göre APB Kas Kayıtlı Median Sinir Motor Distal Latansı ve BKAP Amplitüd Değerleri

Padua Sınıfı	Median Sinir Motor Distal Latansı (ms)	BKAP Amplitüdü (mV)
1	2,82±0,25e	10,82±2,26a
2	3,10±0,27d	10,67±1,85a
3	3,62±0,32c	10,12±2,09ab
4	5,00±0,66b	9,59±2,10b
5	6,88±0,93a	7,12±3,23c
F	424,633	14,476
p	<0,001*	<0,001*

*: p<0,05; Aynı harf ile işaretlenen gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Tablo 13'te, Padua sınıflarına göre 1., 2. ve 3. parmak median duyusal amplitüdleri karşılaştırılmıştır. Tüm parmaklar için amplitüd değerlerinin grade arttıkça belirgin biçimde azaldığı görülmektedir. En yüksek amplitüd değerleri Grade 1 ve 2'de saptanırken, en düşük değerler Grade 5'te belirlenmiştir. Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, her üç parmak için sınıflar kıyaslandığında istatistiksel olarak anlamlı ölçüde farklılık saptanmıştır (1.Parmak: F=52,357; 2.Parmak: F=54,757; 3.Parmak: F=85,889; tümü için p<0,001). Farklı harflerle gösterilen gruplar arasındaki farklılıklar, median duyusal amplitüd değerlerinin gradelere bağlı olarak anlamlı şekilde değiştiğini göstermektedir. Grade 1 ve 2'de median duyusal amplitüdlerde anlamlı fark izlenmezken, Grade 3'ten itibaren tüm parmaklarda amplitüdlerde belirgin ve anlamlı düşüş saptanmıştır; grupları ayırt etme gücü en yüksek değişken 3. parmak median duyusal amplitüd olarak görülmüştür (F=85,889; p<0,001).

Tablo 13. Padua Sınıflarına Göre 1., 2. Ve 3. Parmak Median Duyusal Amplitüd Değerlerinin Dağılımı

Grade	1.P Median Duyusal Amplitüd (µv)	2.P Median Duyusal Amplitüd (µv)	3.P Median Duyusal Amplitüd (µv)
1	21,90±6,06a	24,95±6,46ab	27,42±6,72a
2	19,15±4,33ab	26,00±6,86a	27,29±4,83a
3	16,32±4,43b	21,11±6,98b	20,74±7,61b
4	9,92±4,93c	10,98±5,00c	10,17±5,42c
5	2,63±0,74d	3,93±0,85d	0,00±0,00d
F	52,357	54,757	85,889
p	<0,001*	<0,001*	<0,001*

*: p<0,05; Aynı harf ile işaretlenen gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Tablo 14'te Padua sınıflarına göre 1. parmak, 2. parmak ve 3. parmak median duyusal ileti hızı değerleri karşılaştırılmıştır. Bulgular incelendiğinde, Padua sınıfı arttıkça her üç parmağa ait median duyusal ileti hızı değerlerinin kademeli olarak azaldığı görülmektedir. 1. parmak median duyusal ileti hızında en yüksek değer Padua sınıf 1'de (57,94±3,91), en düşük değer ise Padua sınıf 5'te (22,30±2,75) saptanmıştır. Gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir (F=431,697; p<0,001).

2. parmak median duyusal ileti hızı değerlendirildiğinde, en yüksek değer Padua sınıf 1'de (57,73±3,57), en düşük değer ise Padua sınıf 5'te (25,25±0,58) bulunmuştur. Padua sınıfları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (F=428,595; p<0,001).

3. parmak median duyusal ileti hızı açısından da Padua sınıfı arttıkça düzenli bir azalma olduğu görülmektedir. En yüksek değer Padua sınıf 1'de (57,81±3,26), en düşük değer ise Padua sınıf 4'te (33,02±6,35) belirlenmiştir. Gruplar arasındaki farkın istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı olduğu saptanmıştır (F=411,108; p<0,001).

Tablo 14. Padua Sınıflarına Göre 1., 2. ve 3. P Median Duyusal İleti Hızı Değerleri

Padua Sınıfı	1. Parmak median duysal ileti hızı	2. Parmak median duysal ileti hızı	3. Parmak median duyusal ileti hızı
1	57,94±3,91a	57,73±3,57a	57,81±3,26a
2	52,28±2,52b	52,45±1,82b	52,31±2,08b
3	43,54±2,71c	44,94±2,91c	43,90±2,85c
4	32,73±4,79d	33,88±4,60d	33,02±6,35d
5	22,30±2,75e	25,25±0,58e	-
F	431,697	428,595	411,108
p	<0,001*	<0,001*	<0,001*

*: p<0,05; Aynı harf ile işaretlenen gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Hasta grubuyla kontrol grubunun ayırt edilmesi amacıyla yapılan ROC analizinde, değerlendirilen tüm karşılaştırmalı testlerin yüksek ayırt etme gücüne sahip olduğu izlenmektedir. Tüm değişkenler açısından bakıldığında alan altı eğri (AUC) değerleri 0,97'nin üzerinde olup, istatistiksel olarak anlamlı sonuçlanmıştır ($p<0,001$) (Tablo 15).

Palmar karma median sinir tepe latansı, 2,18 cut-off değeri ile %96,1 duyarlılık ve %98,2 özgüllük göstermiştir. Bu parametreye ait AUC değeri 0,989 olup, hasta ve sağlıklı bireylerin ayrımında çok yüksek tanısal doğruluğa sahip olduğu izlenmiştir (Tablo 15).

Palmar karma median–ulnar tepe latans farkı, 0,33 ms cut-off değeri ile %90,6 duyarlılık ve %98,2 özgüllük sağlamış, AUC değeri 0,988 olarak bulunmuştur. Bu sonuç, median ve ulnar sinir karşılaştırmasının ayırıcı tanıda güçlü bir belirteç olduğunu göstermektedir (Tablo 15).

4. parmak uyarımlı median-ulnar tepe latans farkı, 0,43 ms cut-off değeri ile %94,4 duyarlılık ve %100 özgüllük değerine ulaşmış olup, AUC değeri 0,989'dur. Bu parametrenin hasta olmayan bireyleri hatasız biçimde dışladığı dikkat çekmektedir (Tablo 15).

1. parmak uyarımlı median-radial tepe latans farkı, 0,38 ms cut-off değeri ile %91,1 duyarlılık ve %100 özgüllük göstermiş, AUC değeri 0,979 olarak saptanmıştır. Bu bulgu, 1. parmak ölçümünün de tanısal ayrımda yüksek doğruluk sağladığını ortaya koymaktadır (Tablo 15).

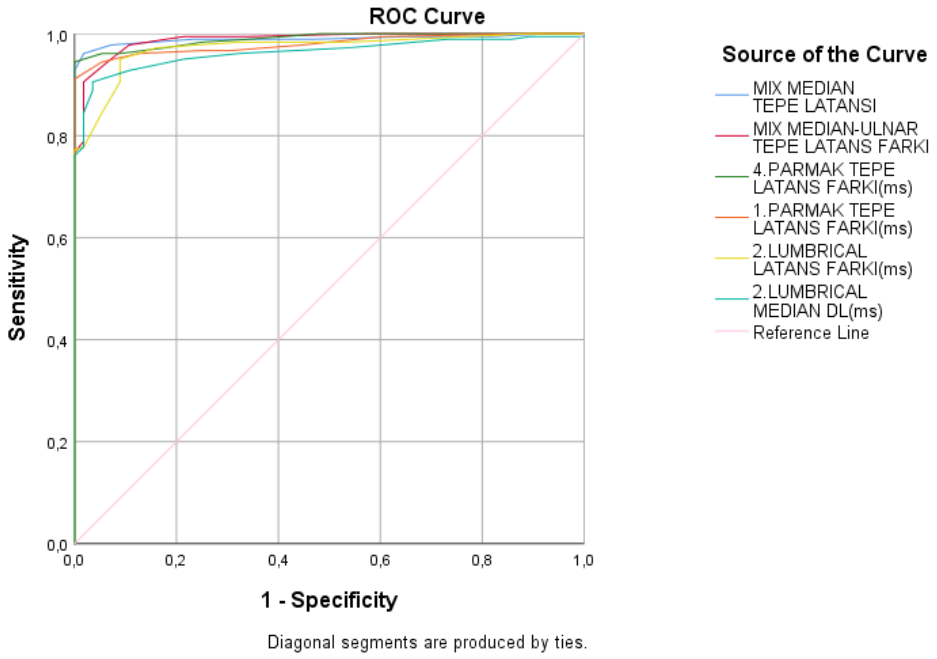
2. lumbrikal-ulnar interossei distal motor latans farkı, 0,28 ms cut-off değeri ile %95,0 duyarlılık ve %91,1 özgüllük göstermiştir. AUC değeri 0,972 olup, diğer parametrelere kıyasla özgüllük değeri nispeten daha düşük olmakla birlikte, halen yüksek ayırt edici güce sahiptir (Tablo 15).

2. lumbrikal motor distal latansı 3,02 eşik değeri kullanıldığında %92 duyarlılık ve %96 özgüllük göstermiştir. AUC değeri 0,970 olup yüksek ayırt edici güce sahiptir. Genel olarak değerlendirildiğinde, çalışmada kullanılan tüm karşılaştırmalı testlerin hasta olan ve olmayan bireylerin ayrımında yüksek duyarlılık ve özgüllük gösterdiği, güvenilir tanısal performans sergilediği görülmektedir (Tablo 15).

Tablo 15. Hasta ve Kontrol Grubunun Ayırt Edilmesine Yönelik ROC Analiz Sonuçları

Değişkenler	Cut-Off	Duyarlılık	Özgüllük	Area	SE	p	95% CI	
							Lower	Upper
Palmar Karma Median Tepe Latansı	2,18	0,961	0,982	0,989	0,006	<0,001*	0,977	1,000
Palmar Karma Median-Ulnar Tepe Latans Farkı	0,33	0,906	0,982	0,988	0,006	<0,001*	0,977	0,999
4.Parmak Uyarımlı Median-Ulnar Tepe Latans Farkı (ms)	0,43	0,944	1,000	0,989	0,005	<0,001*	0,980	0,999
1.Parmak Uyarımlı Median-Radial Tepe Latans Farkı (ms)	0,38	0,911	1,000	0,979	0,008	<0,001*	0,964	0,995
2.Lumbrikal-Ulnar Interossei Distal Latans Farkı (ms)	0,28	0,950	0,911	0,972	0,010	<0,001*	0,953	0,991
2. Lumbrikal Median DL (ms)	3,0250	0,923	0,964	0,970	0,009	0,000*	0,951	0,988

*: p<0,05; Aynı harf ile işaretlenen gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.



Şekil 20. Roc Eğrisi

Tablo 16'da Padua sınıflarına göre 2. lumbrikal median amplitüdü, 2. lumbrikal median distal latans (DL) ve 2. lumbrikal-ulnar interossei latans farkı değerleri karşılaştırılmıştır. Bulgular incelendiğinde, Padua sınıfı arttıkça 2. lumbrikal median amplitüd değerlerinin kademeli olarak azaldığı görülmektedir. En yüksek amplitüd değeri Padua sınıf 1'de (2,69±0,70 µV), en düşük amplitüd değeri ise Padua sınıf 6'da (0,58±0,35 µV) saptanmıştır. Gruplar arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (F=29,258; p<0,001).

2. lumbrikal median distal latans değerleri değerlendirildiğinde, Padua sınıfı yükseldikçe latans sürelerinin belirgin biçimde uzadığı izlenmiştir. En kısa distal latans Padua sınıf 1'de (2,82±0,15 ms), en uzun distal latans ise Padua sınıf 6'da (8,32±0,63 ms) belirlenmiştir. Padua sınıfları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (F=486,118; p<0,001).

2. lumbrikal-ulnar interossei latans farkı açısından yapılan değerlendirmede de Padua sınıfı arttıkça düzenli bir artış olduğu görülmektedir. Latans farkı Padua sınıf 1'de 0,11±0,11 ms iken Padua sınıf 6'da 5,61±0,53 ms'ye yükselmiştir. Bu farklılık da istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı bulunmuştur (F=632,035; p<0,001).

Tablo 16. Padua Sınıflarına Göre 2. Lumbrikal Median Amplitüdü, 2. Lumbrikal Median Distal Latans ve 2. Lumbrikal-Ulnar İnterossei Latans Farkı Değerleri

Padua Sınıfı	2. Lumbrikal Median Amplitüd(µV)	2.Lumbrikal Median DL (ms)	2.Lumbrikal-Ulnar Interossei Latans Farkı (ms)
1	2,69±0,70a	2,82±0,15f	0,11±0,11e
2	2,57±0,46a	3,10±0,19e	0,32±0,13e
3	2,38±0,58a	3,53±0,24d	0,76±0,18d
4	2,01±0,57b	4,61±0,55c	1,94±0,52c
5	1,52±0,61c	6,20±0,78b	3,56±0,71b
6	0,58±0,35d	8,32±0,63a	5,61±0,53a
F	29,258	486,118	632,035
p	<0,001*	<0,001*	<0,001*

*: p<0,05; Aynı harf ile işaretlenen gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.

Padua sınıf 1'de yer alan olgularda yapılan korelasyon analizinde, 2. lumbrikal median BKAP amplitüdü ile diğer elektrofizyolojik ve klinik skorlar arasında istatistik bakımından anlamlı ilişki saptanmamıştır (p>0,05) (Tablo 17).

2. lumbrikal median distal latans (DL) ile 2. parmak median duyusal ileti hızı arasında orta seviyede, negatif ve anlamlı istatistik ilişki bulunmuştur (r=−0,451;

p<0,001). Bu bulgu, distal latans uzadıkça 2. parmak duyu ileti hızının azaldığını göstermektedir. Ayrıca 2. lumbrikal DL ile 3. parmak median duyu ileti hızı arasında da zayıf-orta seviyede negatif ilişki gözlemlenmiştir (r=−0,303; p=0,023) (Tablo 17).

2. lumbrikal latans farkı ile 2. lumbrikal median BKAP amplitüdü arasında zayıf düzeyde negatif ilişki saptanmış olup, bu korelasyon istatistik açıdan anlamlıdır (r=−0,271; p=0,043). Diğer değişkenlerle olan ilişkiler anlamlı bulunmamıştır (Tablo 17).

Median duyu ileti hızları kendi aralarında değerlendirildiğinde, 1., 2. ve 3. parmak duyu ileti hızları arasında pozitif ve istatistik bakımından anlamlı korelasyonlar görülmüştür. En güçlü ilişki 2. ve 3. parmak duyu ileti hızları arasında gözlenmiştir (r=0,698; p<0,001) (Tablo 17).

Klinik skorlar açısından değerlendirildiğinde, BKTS-SSS ile elektrofizyolojik ölçümler arasında anlamlı bir korelasyon kaydedilmemiştir (p>0,05). Buna karşın BKTS-FDS ile 3. parmak median duyu ileti hızı arasında güçlü ve pozitif yönde anlamlı ilişki belirlenmiştir (r=0,682; p<0,001). Diğer elektrofizyolojik değişkenlerle BKTS-FDS arasındaki ilişkiler istatistiksel açıdan anlamlı değildir (Tablo 17).

Genel olarak bakıldığında, Padua sınıf 1 olgularında elektrofizyolojik ölçümler ile klinik skorlar arasındaki ilişkilerin sınırlı olduğu, buna karşın duyu ileti hızlarının kendi aralarında güçlü ilişkiler gösterdiği ve erken evrede bazı duyusal parametrelerin fonksiyonel durumla ilişkili olabileceği görülmektedir (Tablo 17).

Tablo 17. Padua Sınıf 1 Olgularında Elektrofizyolojik Parametrelerin Klinik Skorlarla İlişkisi

Değişkenler		2.Lumbrikal Median Amplitüd (µV)	2.Lumbrikal Median DL (ms)	2.Lumbrikal Latans Farkı (ms)	1.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	2.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	3.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	BKTS-SSS
2.Lumbrikal Median DL (ms)	r	-0,064						
	p	0,640						
2.Lumbrikal Latans Farkı (ms)	r	-0,271	0,167					
	p	0,043*	0,219					
1.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	r	0,018	-0,249	0,051				
	p	0,894	0,065	0,708				
2.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	r	0,018	-0,451	-0,013	0,636			
	p	0,894	<0,001*	0,922	<0,001*			
3.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	r	-0,156	-0,303	-0,101	0,649	0,698		
	p	0,250	0,023*	0,460	<0,001*	<0,001*		
BKTS-SSS	r	0,010	-0,109	0,089	0,094	0,127	0,047	
	p	0,941	0,426	0,512	0,490	0,352	0,730	
BKTS-FDS	r	0,107	-0,175	0,128	0,245	0,138	0,136	0,682
	p	0,432	0,197	0,349	0,069	0,309	0,318	<0,001*

*: p<0,05; r: Korelasyon Katsayısı

Padua sınıf 2 olgularında yapılan korelasyon analizinde, 2. lumbrikal median BKAP amplitüdü ile diğer elektrofizyolojik ve klinik skorlar arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ilişki görülmemiştir (p>0,05) (Tablo 18).

2. lumbrikal latans farkı ile 2. lumbrikal median distal latans (DL) arasında orta seviyede, pozitif ve istatistiksel anlamlı korelasyon belirlenmiştir (r=0,564; p<0,001). Bu bulgu, distal latans uzadıkça latans farkının da arttığını göstermektedir. Aynı zamanda 2. lumbrikal DL ile 3. parmak median duyu ileti hızı arasında zayıf-orta seviyede negatif ilişki saptanmıştır (r=−0,346; p=0,034) (Tablo 18).

3. parmak median duyu ileti hızı, 1. parmak (r=0,536; p=0,001) ve 2. parmak median duyu ileti hızı (r=0,602; p<0,001) ile güçlü ve pozitif yönde anlamlı korelasyonlar göstermiştir. Bu durum, duyusal iletim hızlarının kendi aralarında yüksek derecede ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır (Tablo 18).

Klinik skorlar açısından değerlendirildiğinde, BKTS-SSS ile elektrofizyolojik ölçümler arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir korelasyon bulunmamıştır (p>0,05). Buna karşın BKTS-FDS ile 1. parmak median duyu ileti hızı arasında zayıf-orta seviyede, negatif yönde istatistiksel açıdan anlamlı korelasyon saptanmıştır (r=−0,336;

p=0,039). Ayrıca BKTS-FDS ile BKTS-SSS arasında pozitif yönde ve güçlü ilişki görülmüştür (r=0,620; p<0,001). Genel olarak değerlendirildiğinde, Padua sınıf 2 olgularında elektrofizyolojik parametreler ile klinik semptom şiddeti arasındaki ilişkilerin sınırlı olduğu, buna karşın duyusal ileti hızlarının kendi aralarında güçlü ilişkiler gösterdiğive fonksiyonel durum skorunun bazı duyusal parametrelerle ilişkili olabileceği görülmektedir (Tablo 18).

Tablo 18. Padua Sınıf 2 Olgularında Elektrofizyolojik Parametrelerin Klinik Skorlarla İlişkisi

Değişkenler		2.Lumbrikal Median Amplitüd (µV)	2.Lumbrikal Median DL (ms)	2.Lumbrikal Latans Farkı (ms)	1.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	2.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	3.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	BKTS-SSS
2.Lumbrikal Median DL (ms)	r	-0,225						
	p	0,175						
2.Lumbrikal Latans Farkı (ms)	r	-0,033	0,564					
	p	0,845	<0,001*					
1.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	r	-0,250	-0,201	-0,256				
	p	0,131	0,225	0,121				
2.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	r	0,140	-0,110	-0,006	0,287			
	p	0,401	0,510	0,971	0,081			
3.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	r	-0,075	-0,346	-0,121	0,536	0,602		
	p	0,655	0,034*	0,470	0,001*	<0,001*		
BKTS-SSS	r	-0,090	-0,067	0,141	-0,155	-0,099	-0,115	
	p	0,590	0,688	0,398	0,354	0,555	0,492	
BKTS-FDS	r	0,185	0,053	0,135	-0,336	-0,070	-0,240	0,620
	p	0,267	0,753	0,417	0,039*	0,674	0,146	<0,001*

*: p<0,05; r: Korelasyon Katsayısı

Padua sınıf 3 olgularında yapılan korelasyon analizinde, 2. lumbrikal median Bileşik Kas Aksiyon Potansiyeli (BKAP) amplitüdü ile diğer elektrofizyolojik ve klinik skorlar arasında istatistiksel bakımdan anlamlı korelasyon saptanmamıştır (p>0,05) (Tablo 19).

2. lumbrikal median distal latans (DL) ile 2. lumbrikal latans farkı arasında orta seviyede ve pozitif yönde anlamlı korelasyon izlenmiştir (r=0,398; p<0,001). Buna karşılık, 2. lumbrikal latans farkı ile 2. lumbrikal median BKAP amplitüdü arasında orta seviyede ve negatif yönde anlamlı ilişki saptanmıştır (r=−0,338; p=0,001). Bu

bulgular, latans farkı arttıkça amplitüd değerinin azaldığını ve distal latansın uzadığını göstermektedir (Tablo 19).

Median duyu ileti hızları incelendiğinde, 1., 2. ve 3. parmak median duyu ileti hızları ile 2. lumbrikal latans farkı arasında orta-güçlü seviyede, negatif ve istatistiksel açıdan anlamlı korelasyonlar olduğu görülmektedir (r=−0,610 ile −0,629; p<0,001). Ayrıca duyu ileti hızlarının kendi aralarında çok güçlü ve pozitif yönde ilişki gösterdiği saptanmıştır. Özellikle 2. ve 3. parmak duyu ileti hızları arasındaki korelasyonun oldukça yüksek olduğu dikkat çekmektedir (r=0,924; p<0,001) (Tablo 19).

Klinik skorlar açısından değerlendirildiğinde, BKTS-SSS ile elektrofizyolojik ölçümler arasında anlamlı korelasyon kurulamamıştır (p>0,05). BKTS-FDS ile BKTS-SSS arasında ise güçlü ve pozitif yönde anlamlı istatistiksel ilişki saptanmıştır (r=0,682; p<0,001) (Tablo 19).

Genel olarak değerlendirildiğinde, Padua sınıf 3 olgularında elektrofizyolojik iletim bozukluğunu yansıtan parametreler arasındaki ilişkilerin belirginleştiği, özellikle latans farkı ile duyusal ileti hızları arasındaki güçlü negatif ilişkilerin orta evre tutulumda nörofizyolojik bozulmayı daha net ortaya koyduğu görülmektedir (Tablo 19).

Tablo 19. Padua Sınıf 3 Olgularında Elektrofizyolojik Parametrelerin Klinik Skorlarla İlişkisi

Değişkenler		2.Lumbrikal Median Amplitüd (μV)	2.Lumbrikal Median DL (ms)	2.Lumbrikal Latans Farkı (ms)	1.P Median Duyusal İleti Hızı	2.P Median Duyusal İleti Hızı	3.P Median Duyusal İleti Hızı	BKTS-SSS
2.Lumbrikal Median DL (ms)	r	0,106						
	p	0,326						
2.Lumbrikal Latans Farkı (ms)	r	-0,338	0,398					
	p	0,001*	<0,001*					
1.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	r	0,029	-0,338	-0,629				
	p	0,785	0,001*	<0,001*				
2.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	r	-0,013	-0,424	-0,610	0,809			
	p	0,905	<0,001*	<0,001*	<0,001*			
3.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	r	0,061	-0,389	-0,614	0,835	0,924		
	p	0,575	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*		
BKTS-SSS	r	-0,026	0,063	0,132	-0,118	-0,155	-0,154	
	p	0,813	0,561	0,220	0,272	0,150	0,152	
BKTS-FDS	r	-0,041	-0,074	0,157	-0,125	-0,127	-0,098	0,682
	p	0,703	0,494	0,145	0,246	0,239	0,363	<0,001*

*: p<0,05; r: Korelasyon Katsayısı

Padua sınıf 4 olgularında yapılan korelasyon analizinde, 2. lumbrikal median BKAP amplitüdü ile 2. lumbrikal median distal latans (DL) arasında zayıf-orta düzeyde ve negatif yönde anlamlı ilişki tespit edilmiştir (r=−0,301; p=0,019). Bu bulgu, distal latans uzadıkça amplitüd değerinin azaldığını göstermektedir (Tablo 20).

2. lumbrikal latans farkı ile 2. lumbrikal median BKAP amplitüdü arasında orta düzeyde ve negatif anlamlı korelasyon bulunmuştur (r=−0,363; p=0,004). Buna karşılık, 2. lumbrikal latans farkı ile 2. lumbrikal median DL arasında pozitif yönde ve çok güçlü anlamlı ilişki saptanmıştır (r=0,933; p<0,001). Bu durum, latans farkının esas olarak distal latans uzamasını yansıttığını düşündürmektedir (Tablo 20).

Median duyu ileti hızları incelendiğinde, 1., 2. ve 3. parmak median duyu ileti hızları ile 2. lumbrikal median DL ve 2. lumbrikal latans farkı arasında güçlü ila çok güçlü düzeyde, negatif ve istatistiksel açıdan anlamlı korelasyonlar belirlenmiştir (r=−0,701 ile −0,827; p<0,001). Ayrıca duyu ileti hızlarının kendi aralarında çok güçlü ve pozitif yönde ilişkili olduğu görülmektedir (r=0,700–0,899; p<0,001) (Tablo 20).

Klinik skorlar değerlendirildiğinde, BKTS-SSS ile 1. parmak median duyu ileti hızı arasında zayıf seviyede, negatif yönlü ve istatistiksel açıdan anlamlı korelasyon saptanmıştır (r=−0,255; p=0,047). Diğer elektrofizyolojik parametreler ile BKTS-SSS arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görülmektedir (p>0,05). BKTS-FDS ile elektrofizyolojik parametreler arasında anlamlı bir ilişki bulunmazken, BKTS-FDS ile BKTS-SSS arasında pozitif yönde ve güçlü anlamlı korelasyon belirlenmiştir (r=0,749; p<0,001) (Tablo 20).

Genel olarak değerlendirildiğinde, Padua sınıf 4 olgularında latans uzaması ve latans farkının artışı ile duyusal ileti hızlarında belirgin azalma arasındaki ilişkilerin güçlendiği, klinik semptom şiddetinin ise sınırlı ölçüde elektrofizyolojik bozulma ile ilişkili olduğu görülmektedir. Bu bulgular, orta-ileri evrede elektrofizyolojik hasarın daha tutarlı ve belirgin hale geldiğini düşündürmektedir (Tablo 20).

Tablo 20. Padua Sınıf 4 Olgularında Elektrofizyolojik Parametrelerin Klinik Skorlarla İlişkisi

Değişkenler		2.Lumbrikal Median Amplitüd (µV)	2.Lumbrikal Median DL (ms)	2.Lumbrikal Latans Farkı (ms)	1.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	2.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	3.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	BKTS-SSS
2.Lumbrikal Median DL (ms)	r	-0,301						
	p	0,019*						
2.Lumbrikal Latans Farkı (ms)	r	-0,363	0,933					
	p	0,004*	<0,001*					
1.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	r	0,080	-0,755	-0,764				
	p	0,538	<0,001*	<0,001*				
2.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	r	0,172	-0,827	-0,818	0,899			
	p	0,184	<0,001*	<0,001*	<0,001*			
3.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	r	0,136	-0,708	-0,701	0,700	0,747		
	p	0,295	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*		
BKTS-SSS	r	0,141	0,220	0,203	-0,255	-0,220	-0,174	
	p	0,278	0,089	0,117	0,047*	0,089	0,179	
BKTS-FDS	r	0,013	0,116	0,122	-0,135	-0,079	-0,037	0,749
	p	0,921	0,372	0,349	0,301	0,547	0,775	<0,001*

*: p<0,05; r: Korelasyon Katsayısı

Padua sınıf 5 olgularında yapılan korelasyon analizinde, 2. lumbrikal median BKAP amplitüdü ile 2. lumbrikal median distal latans (DL) arasında negatif yönlü fakat istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmeyen bir ilişki izlenmiştir (r=−0,305; p=0,121) (Tablo 21).

2. lumbrikal latans farkı ile 2. lumbrikal median BKAP amplitüdü arasında negatif yönlü fakat istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmeyen bir ilişki izlenmiştir (r=−0,343; p=0,080). Buna karşılık, 2. lumbrikal latans farkı ile 2. lumbrikal median DL arasında pozitif yönde ve çok güçlü anlamlı bir ilişki olduğu görülmüştür (r=0,953; p<0,001). Bu bulgu, latans farkındaki artışın büyük ölçüde distal latans uzamasına bağlı olduğunu göstermektedir (Tablo 21).

Klinik skorlar değerlendirildiğinde, BKTS-SSS ile elektrofizyolojik kayıtlamalar arasında istatistiksel bakımdan anlamlı ilişki olmadığı saptanmıştır

(p>0,05). Benzer şekilde BKTS-FDS ile 2. lumbrikal median BKAP amplitüdü, distal latans ve latans farkı arasında anlamlı ilişki görülmemiştir (p>0,05). Ancak BKTS-FDS ile BKTS-SSS arasında pozitif yönde ve güçlü istatistiksel anlamlı değerlendirilen korelasyon belirlenmiştir (r=0,704; p<0,001). Genel olarak değerlendirildiğinde, Padua sınıf 5 olgularındaelektrofizyolojik bozulmayı yansıtan parametreler arasındaki ilişkilerin belirgin olduğu, buna karşın klinik semptom ve fonksiyonel durum skorlarının elektrofizyolojik ölçümlerle olan ilişkisinin sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu durum, ileri evrede klinik skorların elektrofizyolojik hasarı doğrudan yansıtma duyarlılığının azalabileceğini düşündürmektedir (Tablo 21).

Tablo 21. Padua Sınıf 5 Olgularında Elektrofizyolojik Parametrelerin Klinik Skorlarla İlişkisi

Değişkenler		2.Lumbrikal Median Amplitüd (µV)	2.Lumbrikal Median DL (ms)	2.Lumbrikal Latans Farkı (ms)	BKTS-SSS
2.Lumbrikal Median DL (ms)	r	-0,305			
	p	0,121			
2.Lumbrikal Latans Farkı (ms)	r	-0,343	0,953		
	p	0,080	<0,001*		
BKTS-SSS	r	0,103	0,059	0,071	
	p	0,608	0,769	0,724	
BKTS-FDS	r	0,116	0,210	0,228	0,704
	p	0,566	0,294	0,253	<0,001*

*: p<0,05; r: Korelasyon Katsayısı

Padua sınıf 6 olgularında yapılan korelasyon analizinde, 2. lumbrikal median BKAP amplitüdü ile 2. lumbrikal median distal latans (DL) arasında negatif yönlü fakat istatistiksel açıdan anlamlı olmayan ilişki saptanmıştır (r=−0,435; p=0,389) (Tablo 22).

2. lumbrikal latans farkı ile 2. lumbrikal median BKAP amplitüdü arasında güçlü ve negatif yönde istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmıştır (r=−0,899; p=0,015) (Tablo 22).

Klinik skorlar değerlendirildiğinde, Padua sınıf 6 olgularında BKTS-SSS ile 2. lumbrikal median distal latans ve 2. lumbrikal latans farkı arasında negatif yönde **ve** istatistiksel olarak anlamlı korelasyon saptanmıştır (sırasıyla p=0,019 ve p=0,042). BKTS-FDS ile 2. lumbrikal median distal latans arasında da negatif yönde anlamlı ilişki izlenmiştir (ρ=−0,870; p=0,024). Buna karşın BKTS-SSS ve BKTS-FDS'nin 2.

lumbrikal median amplitüdü ile olan ilişkileri ile BKTS-FDS'nin latans farkı ile ilişkisi istatistiksel olarak anlamlı değildir (p>0,05). Bununla birlikte bu grupta örneklem sayısının sınırlı olması (n=6), korelasyon katsayılarının kararlılığını azaltabileceğinden bulguların yorumlanması güçleşmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, Padua sınıf 6 olgularında klinik skorların bazı elektrofizyolojik gecikme göstergeleriyle (özellikle distal latans) ilişkili olabildiği görülmekle birlikte, amplitüd gibi parametrelerle ilişki daha zayıf kalmıştır; bu durum ileri evrede klinik tablonun elektrofizyolojik hasarın farklı boyutlarını (iletim gecikmesi–aksonal kayıp) aynı ölçüde yansıtmayabileceğini düşündürmektedir (Tablo 22).

Tablo 22. Padua Sınıf 6 Olgularında Elektrofizyolojik Parametrelerin Klinik Skorlarla İlişkisi

Değişkenler		2.Lumbrikal Median Amplitüd (µV)	2.Lumbrikal Median DL (ms)	2.Lumbrikal Latans Farkı (ms)	BKTS-SSS
2.Lumbrikal Median DL (ms)	r	-0,435			
	p	0,389			
2.Lumbrikal Latans Farkı (ms)	r	-0,899	0,714		
	p	0,015*	0,111		
BKTS-SSS	r	0,609	-0,866	-0,829	
	p	0,200	0,019*	0,042*	
BKTS-FDS	r	0,132	-0,870	-0,493	0,783
	p	0,803	0,024*	0,321	0,066

*: p<0,05; r: Korelasyon Katsayısı

Tüm olgular birlikte değerlendirildiğinde yapılan korelasyon analizinde, 2. lumbrikal median BKAP amplitüdü ile 2. lumbrikal median distal latans (DL) arasında orta–güçlü seviyede, negatif ve istatistiksel açıdan anlamlı ilişki saptanmıştır (r=−0,506; p<0,001). Bu bulgu, distal latans uzadıkça amplitüd değerinin belirgin biçimde azaldığını göstermektedir (Tablo 23).

2. lumbrikal latans farkı, hem 2. lumbrikal median BKAP amplitüdü ile güçlü negatif yönde (r=−0,544; p<0,001) hem de 2. lumbrikal median DL ile çok güçlü pozitif yönde anlamlı korelasyon göstermektedir (r=0,959; p<0,001). Bu durum, latans farkının esas olarak distal latans uzamasını yansıtan güçlü bir elektrofizyolojik belirteç olduğunu ortaya koymaktadır (Tablo 23).

Median duyu ileti hızları incelendiğinde, 1., 2. ve 3. parmak median duyu ileti hızları ile 2. lumbrikal median DL ve latans farkı arasında çok güçlü seviyede, negatif

ve istatistiksel bakımdan anlamlı ilişkiler olduğu görülmektedir (r=−0,925 ile −0,946; p<0,001). Buna karşılık, duyu ileti hızları ile 2. lumbrikal median BKAP amplitüdü arasında zayıf–orta düzeyde pozitif ve anlamlı ilişkiler saptanmıştır (r=0,340–0,356; p<0,001). Ayrıca duyu ileti hızlarının kendi aralarında son derece güçlü pozitif korelasyonlar gösterdiği dikkat çekmektedir (r=0,960–0,971; p<0,001) (Tablo 23).

Klinik skorlar açısından değerlendirildiğinde, BKTS-SSS ile 2. lumbrikal median DL ve latans farkı arasında pozitif ve orta düzeyde istatistiksel olarak anlamlı korelasyonlar izlenmiştir (r=0,363–0,377; p<0,001). Buna karşın BKTS-SSS ile median duyu ileti hızları arasında negatif yönde ve anlamlı ilişkiler izlenmiştir (r=−0,288 ile −0,302; p<0,001). Benzer bir korelasyon örüntüsü BKTS-FDS için de gözlenmiş; BKTS-FDS'nin distal latans ve latans farkı ile pozitif, duyu ileti hızları ile negatif ve istatistiksel açıdan anlamlı ilişkiler gösterdiği belirlenmiştir (p<0,001). Ayrıca BKTS-FDS ile BKTS-SSS arasındaki ilişkinin pozitif yönde ve güçlü anlamlı korelasyon gösterdiği saptanmıştır (r=0,744; p<0,001) (Tablo 23).

Genel olarak değerlendirildiğinde, tüm olgularda elektrofizyolojik bozulmayı yansıtan 2. Lumbrikal motor distal latans ve 2. Lumbrikal-ulnar interossei latans farkı parametrelerinin hem duyusal ileti hızları hem de klinik semptom ve fonksiyonel durum skorları ile güçlü ve tutarlı ilişkiler gösterdiği, buna karşılık amplitüd azalmasının daha çok ileri düzey iletim bozukluğunu yansıtan ikincil bir gösterge olduğu görülmektedir. Bu bulgular, elektrofizyolojik ölçümlerin klinik tabloyu açıklamada yüksek duyarlılığa sahip olduğunu ortaya koymaktadır (Tablo 23).

Tablo 23. Tüm Olgularda Elektrofizyolojik Parametreler ile Klinik Skorlar Arasındaki Korelasyonlar

Değişkenler		2.Lumbrikal Median Amplitüd (µV)	2.Lumbrikal Median DL (ms)	2.Lumbrikal Latans Farkı (ms)	1.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	2.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	3.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	BKTS-SSS
2.Lumbrikal Median DL (ms)	r	-0,506						
	p	<0,001*						
2.Lumbrikal Latans Farkı (ms)	r	-0,544	0,959					
	p	<0,001*	<0,001*					
1.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	r	0,342	-0,929	-0,946				
	p	<0,001*	<0,001*	<0,001*				
2.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	r	0,356	-0,942	-0,945	0,971			
	p	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*			
3.P Median Duyusal İleti Hızı (m/s)	r	0,340	-0,925	-0,932	0,960	0,966		
	p	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*		
BKTS-SSS	r	-0,188	0,363	0,377	-0,288	-0,297	-0,302	
	p	0,002*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	
BKTS-FDS	r	-0,203	0,367	0,396	-0,278	-0,281	-0,251	0,744
	p	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	<0,001*

*: p<0,05; r: Korelasyon Katsayısı

5. TARTIŞMA

Karpal tünel sendromu, tuzak nöropatileri arasında en sık karşılaşılan ve en fazla araştırılan klinik tablolardan biridir (60). Çalışmaların hasta üzerinden mi yoksa el üzerinden mi yapılacağı ayrı bir istatistik tartışma konusudur. Aynı kişide dominant ve non-dominant elin farklı derecelerde kullanılması, değişken düzeylerde kompresyona maruz kalması kliniğin birbirinden farklı olmasına sebep olabilir. Geleneksel olarak KTS ile ilgili elektrodiagnostik araştırmalar, verileri hasta düzeyi yerine el düzeyinde analiz eder; bu da bilateral değerlendirilen bir hastanın çalışmaya iki ayrı olgu olarak dâhil edilmesi anlamına gelir (61) . Biz de çalışmamızı literatürdekine benzer şekilde el üzerinden değerlendirmeye aldık ve toplamda 159 olgunun 276 elini çalışmaya dahil ettik.

KTS'nin kadınlarda daha yaygın görüldüğü çeşitli popülasyon temelli çalışmalarda bildirilmektedir (62). KTS'nin kadınlarda daha sık görülmesinin sebebi gebelik, menopoz, kontraseptif ilaçların kullanımı ve kadınları ödeme yatkın hale getiren hormonal özelliklerden kaynaklanmaktadır (63). Sassi ve Giddins'in MRG temelli çalışması, kadınlarda karpal tünelin el boyutuna göre orantısız biçimde daha dar olabileceğini düşündürmekte ve bu anatomik özelliğin KTS'ye yatkınlık geliştirebilecek muhtemel bir mekanizma olabileceğini düşündürmektedir (64). Kadın cinsiyetin KTS gelişimi ile ilişkili bağımsız risk faktörlerinden biri olduğu belirtilmektedir (65). Çalışmamızın sonuçları da literatürle paralel olarak hasta grubunda kadın cinsiyetin belirgin bir çoğunluk oluşturduğunu göstermektedir (%86,8).

KTS'nin meslek hayatı ile ilişkisi değerlendirildiğinde, tekrarlayan ve yüksek kuvvet gerektiren işler yapmanın hastalık gelişmesi açısından risk faktörü olduğu saptanmıştır(66). Kaliforniya'da 2007-2014 yılları arasında işçi tazminatı kayıtlarına dayalı yapılan bir çalışmada, en yüksek KTS oranları tekstil/kumaş bitim–kaplama tesisleri ve giyim aksesuarları/diğer giyim imalatı sektörlerinde görülmüştür (67). Başka bir çalışmada işe atfedilebilen KTS oranı değerlendirildiğinde 7 meslek grubu riskli olarak görülmüş ve bunlardan özellikle kat görevlisi/temizlik işçiliği, yük taşıma ve gıda işleme gibi tekrarlayıcı/kuvvet gerektiren işlerde KTS cerrahisi riskinin belirgin olarak arttığı saptanmıştır (68). Tam zamanlı ev hanımlarında özellikle elle

yıkama, hamur yoğurma ve açma gibi ev işleriyle bağlantılı olarak cerrahi müdahale gerektiren karpal tünel sendromu riskinin daha fazla olduğu bilinmektedir (69, 70). Bizim çalışmamızda ise hasta grubunun meslekleri incelendiğinde ev hanımlarının (%59,09), tekstil çalışanlarının (%11,36) ve temizlik görevlilerinin (%6,81) ilk üç sırayı oluşturduğu dikkati çekmektedir. Kontrol grubunda (Grade 1) ev hanımlarının oranı benzer düzeyde iken, tekstil ve temizlik işçileri hasta grupta daha yüksek oranda görülmektedir. Kontrol grubumuz, genel popülasyondan değil KTS ön tanısı ile başvuran olgulardan seçildiği için, seçilim yanlılığından etkilenebilir. Bu nedenle meslek ve KTS arasındaki ilişkinin daha kapsamlı biçimde incelenebilmesi için popülasyon temelli araştırmaların yapılması gerekmektedir.

KTS insidansı ilerleyen yaşla birlikte artmaktadır (71). Buna sebep olarak yıllar içerisinde dolaşımın bozulması, ellerin travma ve tekrarlayıcı kuvvete maruz kalması, yaşla birlikte tünel içerisindeki basıncı arttırabilen komorbiditelerin artması (osteoartrit, diabetes mellitus vb.) sayılabilir (45, 72, 73, 74). Bizim çalışmamızda komorbiditesi olan hastalar çalışmaya alınmamasına rağmen hasta grubunun yaş ortalaması (44,6±8,47) kontrol grubundan (39,71±9,15) yüksek izlenmektedir. Hasta grubunun yaş ortalamasının literatürdekinden düşük olması, çalışmamıza 65 yaş ve altı hastaları dahil etmemizden kaynaklanabilir. Çalışmamızda aynı zamanda Padua sınıfı arttıkça hastaların yaşının anlamlı bir şekilde yükseldiği görülmektedir. Bu da yaş arttıkça travma ve tekrarlayıcı kuvvete maruz kalmanın kliniği şiddetlendirdiğini düşündürebilir.

Çalışmalarda KTS tanılı hastaların şikâyet süresi uzadıkça hastalık şiddeti artmış görülse de (75) diğer bazı çalışmalarda yaşın şikâyet süresine oranla daha yüksek korelasyon gösterdiği raporlanmaktadır (76). Bizim çalışmamızda da en uzun şikâyet süresi grade 6'da görülmekle beraber diğer grupların şikâyet süresinin birbirine benzer olduğu izlenmektedir.

KTS gelişmesinde sigaranın rolünü araştırmak açısından yapılmış bir meta analizde, vaka kontrol ve kohort çalışmaları ele alındığında sigara içmekle KTS gelişmesi arasında bir ilişki görülmemiştir ancak bazı kesitsel çalışmalarda sigara ve KTS ilişkisi mevcuttur. Bu durum seçim yanlılığından kaynaklı olabileceğinden anlamlı ilişki olmadığı düşünülmektedir (77). Alkol kullanımının KTS riski

oluşturduğuna dair yeterli sayıda çalışma bulunmamakta ancak alkol kötüye kullanımının bağımsız risk faktörü olabileceğine dair yayınlar bulunmaktadır (78). Çalışmamızda hasta ve kontrol gruplarının sigara ve alkol alışkanlıkları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemektedir.

Vücut kitle indeksinin yüksek olmasının KTS için bağımsız risk faktörü olduğu kabul edilmektedir (78). Obez kişilerde bilek çevresindeki yağ dokunun artışı MRG çalışmaları ile gösterilmiştir. Aynı zamanda hiperinsülinemiye bağlı olarak kemik dokuda oluşan anabolik etki nedeniyle tünel içerisindeki hacim azalmaktadır (79). Median sinirde anormal yağ depolanmasıyla karakterize benign tümöral lezyonlar olan lipomlar tünel içerisinde median sinirin sıkışmasına neden olur (80). Yine metabolik sendroma bağlı gelişen insülin direnci, median sinirin mikrosirkülasyonunun bozulmasına yol açar. Sistemik inflamatuar ve oksidatif stres iskemiye ve dejenerasyona katkıda bulunur (81). Obez kişilerde kas ve tendon yapısında meydana gelen değişiklikler, tünel içerisindeki basıncı etkileyen mekanik faktörlerdir (79). Bizim çalışmamızda da VKİ kontrol grubundan anlamlı olarak yüksekti ve Padua sınıfı arttıkça VKİ 'nin korele olarak arttığı görülmektedir.

KTS'nin el bileği çevresi, el bileği derinliği, el genişliği ve el uzunluğu ile ilişkisini araştıran çeşitli çalışmalar ve kullanılan farklı indeksler bulunmaktadır. Bilek indeksinin (bilek derinliği/ bilek genişliği) yüksek olduğu kare el bileğine sahip kişilerde KTS görülme oranı daha yüksek kabul edilmektedir (82). Bilek çevresi ise çeşitli çalışmalarda hasta grubunda daha yüksek görülmüş ancak lojistik regresyon analizlerinde bağımsız risk faktörü olarak değerlendirilmemektedir (83, 84). KTS'li ellerin normal ellerden farklı şekle sahip olup olmadığını araştıran bir çalışmada el bileği çevresinin el uzunluğuna oranının KTS grubunda daha yüksek olduğu görülmüştür (85). Bizim çalışmamızda el bileği çevresi Padua sınıflarına göre karşılaştırıldığında en geniş bilek çevresi Padua sınıf 6'da görülürken en küçük bilek çevresi kontrol grubunda (Padua sınıf 1) izlenmektedir. Gruplar arasındaki fark istatistiksel açıdan anlamlıdır. Yine el bileği çevresi/ el uzunluğu oranının grade arttıkça genel olarak yükseldiği görülmekte ve bu oranın grupları ayırt etme gücünün yüksek olduğu görülmektedir.

KTS'nin şiddeti ile VAS arasında anlamlı ilişki gösteren çalışmalar bulunmakla beraber (86, 87), bazı hastalarda ileri evrelerde duyusal liflerin etkilenmesine bağlı olarak ağrı duyumu azalabilir (35) .Bizim çalışmamızda ise Padua sınıfı arttıkça ağrı şiddetinin de artış gösterdiği ve en yüksek VAS ortalamasının Padua sınıf 6' da olduğu görülmektedir. Literatürde ağrı skorlarına ilişkin farklı sonuçların bildirilmesi bu testin subjektif bir değerlendirme olmasından kaynaklanabilir. Aynı zamanda ağrı ince liflerin etkilenmesi ile oluşan bir semptomdur, elektrofizyolojik incelemeler ise kalın lifleri değerlendirir (88).

Literatürde BKTS-SSS ve BKTS-FDS skorları ile elektrofizyolojik şiddet arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar farklı sonuçlar içermektedir. Çalışmaların bir kısmı özellikle semptom şiddeti ölçeğinde (SSS) elektrofizyolojik şiddet ile zayıf-orta düzeyde korelasyon bildirse de fonksiyonel durum ölçeğinin (FDS) daha zayıf korele olabildiğini göstermektedir (89). Yapılan bir prospektif kohort çalışmasında cerrahi tedavi uygulanan karpal tünel sendromu hastalarında, ameliyat öncesi ve sonrası BKTS değişikliğinin elektrodiagnostik şiddetle paralel seyretmediği görülmüştür (10). Semptom şiddet skoru kişilerin ağrı eşiğinin farklı olmasına, eşlik eden komorbiditelerine; fonksiyonel durum skoru ise özellikle non dominant eldeki tutulumda yazı yazma, giysilerin düğmesini ilikleme, kavanoz kapağı açma gibi günlük yaşam aktivitelerinin sınırlı olarak etkilenmesine bağlı olarak değişkenlik gösterebilir. Bizim çalışmamızda ise hem SSS'nin hem FDS'nin Padua evresi arttıkça anlamlı olarak yükseldiği görülmektedir. Ayrıca her iki eli çalışmaya dâhil edilen olguların alt grup analizinde aynı kişinin dominant elinde non dominant eline göre BKTS-SSS anlamlı olarak yüksek çıkmasına rağmen, BKTS-FDS bakımından anlamlı fark izlenmemektedir. Bu durum ise dominant elde tekrarlayan travmaya maruziyetin semptom şiddetini artırabileceğini ancak fonksiyonel skorların ise ayırt etme gücünün sınırlı olduğunu gösterebilir.

KTS olgularında semptom lokalizasyonunun parmaklarda, avuç içinde (tenar bölge genellikle korunur), dirseğe ve omuza kadar olabildiği bilinmektedir. Literatürde elektroklinik şiddetin lezyon lokalizasyonuna etkisini inceleyen bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Bizim çalışmamızda da median sinir boyunca devam eden uyuşmanın proksimale kadar yükseldiğinde KTS şiddetinin arttığına dair anlamlı bir veri elde edilmedi.

KTS olgularında yakınmaların dağılımı çoğunlukla median sinir dermatomunun distaline sınırlı olmakla birlikte, bazı hastalarda parestezi ve ağrının önkola yayıldığı ve daha nadiren proksimal üst ekstremiteye (dirsek/omuz) kadar uzandığı bildirilmektedir (90). Semptomların proksimale yayılımı ile elektrofizyolojik şiddet arasındaki ilişkiyi doğrudan inceleyen çalışmalar sınırlıdır. Çalışmamızda şikâyet lokalizasyonu Padua evrelerine göre değerlendirildiğinde, semptomların yalnızca parmak uçlarında sınırlı kalmasından avuç içi/önkol ve daha proksimal bölgelere uzanmasına kadar farklı dağılımlar gözlenmektedir ancak bu dağılım ile Padua sınıfları arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir ilişki görülmemektedir. Bu bulgu, semptomların daha proksimale yayılmasının her zaman median sinirdeki elektrofizyolojik hasarın derecesini yansıtmadığını; yayılımın bireysel ağrı algısı, eşlik eden kas-iskelet yakınmaları gibi nedenlerle değişebileceğini düşündürmektedir.

Gece uykusunda el uyuşması KTS'nin erken evrelerinden itibaren gözlenebilen bir semptomdur. Bu durum el bileğinin fleksiyon/ekstansiyon pozisyonlarına bağlı artan tünel içi basıncın, median sinirin beslenmesini sekteye uğratmasından kaynaklanmaktadır (91, 92). Hastalar bu uyuşmayı gidermek için uykudan uyanarak ellerini sallamaktadır (Flick bulgusu). Bu sayede bilek yeniden nötral pozisyona geldiği için tünel içi basınç azalır, dolaşım serbestleşir, proprioseptif girdi artar ve uyuşma kısa süreliğine kaybolur. Flick bulgusuyla ilgili yapılan ilk çalışmalarda duyarlılık (%93) ve özgüllüğü (%96) oldukça yüksek bulunmuştur (93). Takip eden yıllarda yapılan çalışmalarda kliniği ön görmede önemli bir bulgu olmasına rağmen tek başına tanı koydurmayacağı bildirilmiştir (53). Hansen ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada duyarlılığı %37, özgüllüğü %74 olarak bulunmuştur (94). Bizim çalışmamızda ise duyarlılık %66,8 ve özgüllük %58,9 olarak bulundu. Padua sınıfı arttıkça flick bulgusunun pozitiflik oranının istatistiksel olarak anlamlı düzeyde artmaktadır (χ^2=20,280; p=0,001). Grade 6'da hasta sayısının az olması pozitiflik oranının değişken olduğunu düşündürmektedir.

Tünel içi basıncın artırılmasıyla semptomların alevlendirilmesi prensibine dayanan Tinel, ters Phalen ve Phalen bulgularının literatürde duyarlılıkları sırasıyla %59, %57 ve %70 olarak bulunmuştur (39). Bizim çalışmamızda ise üç test de orta düzey performans göstermektedir (sırasıyla %45,5, %49,1 ve %50,5). Özgüllüğe bakıldığında ise testlerin ortalama yüzdeleri sırasıyla %80, %78 ve %80 olarak

sıralanmaktadır (39). Bizim çalışmamızda ise literatür ile benzer şekilde tinel bulgusu en yüksek özgüllüğe sahipken (%83,9), ters Phalen ve Phalen testlerinin özgüllüğü orta–yüksek düzeydedir (%78,6 ve %73,2). Bu testlerin duyarlılık ve özgüllüklerinin literatürde heterojen görünmesinin sebebi örneklem dağılımından ve test sırasında uygulanan şiddetin farklı düzeylerde olmasından kaynaklandığı düşünülebilir (95). Bizim verimizde provakasyon testlerinin pozitiflik oranlarının Padua sınıfı arttıkça genel olarak yükseldiği görülmekle birlikte, özellikle ileri evrelerdeki bazı dalgalanmaların küçük örneklem sayısından kaynaklanabileceği düşünülebilir.

Rutin sinir iletim çalışmalarında median sinir motor yanıtları APB kasından kaydedilmektedir. Çalışmamızda da APB kas kayıtlı median sinir motor distal latansı ve BKAP amplitüd değerlerinin Padua sınıflarına göre tutarlı değişkenlik gösterdiği izlenmektedir (Sırasıyla $F=424,63$ $p<0,001$ ve $F=14,47$ ve $p<0,001$). Bununla birlikte motor distal latansta uzamanın ve amplitüdde düşmenin hatta yanıt alınamamasının gerçeği tam olarak yansıtmadığı durumlar vardır. Örneğin opere KTS hastalarında ya da median-ulnar sinir anastomoz varlığında elektrofizyolojik etkilenme olduğundan fazla gözükebilir. Bizim çalışmamızda KTS operasyon öyküsünün dışlama kriteri olması testlerin Padua sınıflarını ayırt etme gücünü arttırdığı düşünülebilir (96,97).

Rutin sinir iletim çalışmalarında median sinir duyusal etkilenmesini göstermek için hangi parmağın değerlendirilmesi gerektiği tartışma konusudur (98). Bizim çalışmamızda ise birinci, ikinci ve üçüncü parmak median duyusal amplitüdlerinin özellikle grade 3'ten itibaren Padua sınıfı arttıkça anlamlı bir biçimde azaldığı görülmektedir. Bununla birlikte grupları ayırt etme gücü en yüksek olan üçüncü parmak olarak saptandı ($F=85,8$). Grade 5'te 3. parmaktan hiçbir olguda yanıt alınamazken bazı hastalarda grade 5 olmasına rağmen 1. ve 2. parmakta düşük amplitüdlü de olsa duyusal yanıt alınabilmesi bu bulguyu destekler niteliktedir. Bu bulgu literatür ile uyumlu olarak KTS'ye bağlı median duyusal amplitüd etkilenmesinin en çok üçüncü parmakta izlendiğini düşündürebilir.

Çalışmamızda median sinir duyusal ileti hızları 1., 2. ve 3. parmak ölçümlerinde Padua sınıfı arttıkça anlamlı şekilde azalmaktadır ($p<0,001$). Başparmak düzeyinde yapılan karşılaştırmalı duyusal ölçümlerin, median sinirdeki erken demiyelinizan değişiklikleri daha duyarlı biçimde yansıttığı düşünülmektedir. Bu

durum, KTS'de hastalık şiddeti arttıkça median sinirde gelişen demiyelinizasyonun özellikle duyusal lifleri etkilediğini göstermekte olup, literatürde duyusal liflerin erken ve daha belirgin etkilenmesine ilişkin bilgilerle uyumludur (37).

İleri evrelerde duyusal yanıtların belirgin şekilde azalması ve bazı olgularda elde edilememesi, ağır demiyelinizasyon ve eşlik eden aksonal hasarın bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Ancak özellikle ileri evre veya opere olgularda yanıt alınamaması, hastalığın şiddetini yansıtmakla birlikte sınıflamada bazı sınırlılıklara yol açabilmektedir. Sonuç olarak, median duyusal ileti hızları KTS şiddetini yansıtmada güvenilir bir parametre olmakla birlikte, ileri evrelerde yanıt kaybı göz önünde bulundurularak diğer elektrofizyolojik bulgularla birlikte değerlendirilmelidir.

Sinir iletim çalışmalarında kişinin yaşı, boyu, ekstremite sıcaklığı, ölçüm mesafesi, cilt kalınlığı ve ödem gibi faktörler ölçüm yapılan sinirin latansını ve iletim hızını etkilemektedir. Eşit mesafeden uyarımla karşılaştırmalı çalışmalar yapıldığında bu faktörler her iki siniri de benzer şekilde etkileyeceğinden daha doğru sonuç elde edilmektedir (59). Aynı zamanda tuzak nöropatilerde erken dönemde segmental demiyelinizasyon görülebileceğinden tek sinirin distal latansı yerine karşılaştırmalı olarak latans farkını değerlendirmek daha güvenilir sonuçlar vermektedir (99). Diabetik polinöropatili hastaları değerlendiren bir çalışmada karşılaştırmalı yöntemlerin, yapılan USG ve elektrodiagnostik çalışmalardaki tüm parametrelerden daha duyarlı olduğu bulunmuştur (100). KTS tanısında bu testlerden hangisinin daha üstün olduğu konusunda literatürde bir uzlaşı yoktur ve duyarlılıkta bildirilen büyük farklılıkların hasta seçim yanlılığının bir sonucu olduğu düşünülmektedir (7). Bizim çalışmamızda karşılaştırmalı yöntemlerin tümü literatür ile benzer şekilde yüksek ayırt edici güce sahiptir. Yapılan ROC analizinde AUC'nin bu denli yüksek bulunması kontrol grubunun iyi tanımlanmış olması, polinöropati, servikal radikülopati gibi tanıları olan hastaların dışlanmasına bağlı olabilir. En yüksek duyarlılık 2. lumbrikal-ulnar interossei distal motor latans farkında görülmektedir (%95) ve bunu sırasıyla 4. Parmak uyarımlı median-ulnar tepe latans farkı (%94), 1.parmak uyarımlı median-radial tepe latans farkı (%91) ve palmar karma sinir median-ulnar tepe latans farkı (%90) izlemektedir. En yüksek özgüllük (%100) 4. parmak uyarımlı median-ulnar tepe latans farkı ve 1. parmak uyarımlı median-radial tepe latans farkında görülmektedir ve bunu sırasıyla palmar karma sinir median-ulnar tepe latans farkı (%98) ve 2.

lumbrikal-ulnar interossei distal motor latans farkı (%91) izlemektedir. 2. lumbrikal median distal latansı literatürde genellikle tek başına değerlendirilen bir ölçüm değildir. Duyarlılığı 2.lumbrikal-ulnar interossei latans farkından düşük olmakla birlikte (%92) özgüllüğünün daha yüksek olması (%96) yanlış pozitifliğinin daha az olduğunu göstermektedir. Palmar karma median sinir tepe latansı Padua sınıflamasında doğrudan kullanılan bir parametre olmamakla birlikte literatürde ≥2.2 msn olması patolojik kabul edilir (4). Çalışmamızda ise 2,18 cut off değeri ile %96 duyarlılık ve %98 özgüllük göstermesi palmar segmentin erken demiyelinazyonu göstermesi açısından tanısal duyarlılığı arttırabilecek bir parametre olduğunu düşündürebilir.

Şiddetli KTS olgularında APB kasından yanıt alınamazken, ikinci lumbrikal kastan halen yanıt alınabiliyor olması lumbrikal korunma paternini göstermektedir. Bu durumun olası açıklaması, karpal tünelde lumbrikal kasları innerve eden motor liflerin, tenar kasları innerve eden liflere göre daha posterior yerleşimli olması ve bu nedenle fleksör retinakulum düzeyindeki basılardan görece daha az etkilenmesidir. Nitekim KTS'de lumbrikal motor aksonların, tenar motor aksonlara kıyasla daha hafif etkilenebildiği; hatta bazı olgularda 2. parmak duyusal liflerinden bile daha az etkilendiği bildirilmektedir. İleri evrelerde, tenar yanıtların belirgin bozulduğu veya kaybolduğu durumlarda dahi lumbrikal yanıtın korunabilmesi, KTS'nin elektrodiagnostik olarak desteklenmesine katkı sağlar. Erken/orta evrelerde ise APB DML'nin normal sınırlarda olduğu olgularda bile, 2. lumbrikal DML'deki hafif uzamaların (özellikle 2.lumbrikal-ulnar interossei distal latans farkında) daha kolay ortaya konabilmesi nedeniyle duyarlılığı artırabilir (6). Bizim çalışmamızda ise Padua sınıfı arttıkça 2. lumbrikal median amplitüdünde azalma, buna karşılık 2. lumbrikal distal latans ve 2. lumbrikal-ulnar interossei distal latans farkında belirgin artış olduğu ve bu parametrelerin Padua sınıflarını güçlü bir şekilde ayırt edebildiği görülmektedir (Sırasıyla $F=29,258$, $p<0,001$ ve $F=486,118$, $p<0,001$ ve $F= 632,035$, $p<0,001$). Çalışmamızda 2.lumbrikal-ulnar interossei latans farkının yüksek duyarlılığı; hem erken evrede hafif gecikmeleri gösterebilmesi hem de ileri evrede ölçülebilir olmasıyla açıklanabilir. Bununla birlikte, 2. lumbrikal–ulnar interossei distal latans farkının Padua gradelerine göre standart sapmasının ilk üç evrede daha düşük (sırasıyla ±0,11, ±0,13 ve ±0,18), ileri evrelerde ise belirgin şekilde daha yüksek (sırasıyla ±0,52, ±0,71

ve ±0,53) olduğu gözlenmektedir. Bu durumun, erken evrelerde patofizyolojinin görece homojen olup ağırlıklı olarak demiyelinizasyon ile sınırlı kalmasına karşın, ileri evrelerde demiyelinizasyon ve aksonal hasarın farklı oranlarda bir arada bulunmasına bağlı heterojen bir elektrofizyolojik paternin ortaya çıkmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Nitekim Padua sınıf 4 olgularında median sinir motor distal latansında uzama ve ileti hızında yavaşlama mevcut olmakla birlikte, duyusal yanıt amplitüdlerinin bazı hastalarda korunmuş, bazılarında ise azalmış olması, aynı sınıf içerisindeki olguların elektrofizyolojik ve klinik açıdan homojen olmadığını göstermektedir. Benzer şekilde Padua sınıf 5 olgularında duyusal yanıtlar kaydedilemezken motor yanıtların varlığını sürdürmesi, ancak motor amplitüdlerin hastalar arasında değişkenlik göstermesi, bu grupta da heterojen bir hasar dağılımını düşündürmektedir. Padua sınıf 6'da gözlenen standart sapma artışının ise büyük ölçüde örneklem sayısının sınırlı olmasına bağlı olduğu değerlendirilmektedir.

Bu bulgular, özellikle orta ve ileri evrelerde yer alan hastalarda aynı elektrofizyolojik sınıflama içinde yer alsalar dahi farklı derecelerde sinir hasarı bulunabileceğini ve bu durumun klinik şiddet ile tedavi kararlarını etkileyebileceğini düşündürmektedir. Bu nedenle, ara evrelerdeki hastaların daha ayrıntılı elektrofizyolojik parametrelerle değerlendirilmesi (bu noktada 2. Lumbrikal yanıtlarının değerlendirilmesini önermekteyiz), cerrahi karar sürecinde klinisyene ek katkı sağlayabilir.

2.lumbrikal-ulnar interossei distal latans farkı ve 2. lumbrikal distal latansın tüm olgular bir arada değerlendirildiğinde (özellikle grade 3'ten itibaren) median duyusal ileti hızları ile çok güçlü seviyede, negatif ve istatistiksel açıdan anlamlı korelasyon göstermesi elektrodiagnostik sınıflamada güvenilir parametreler olduğunu destekleyebilir. Ayrıca median duyusal yanıtların alınamadığı ve APB'den median BKAP yanıtı elde edilemeyen olgularda tanısal ek bilgi sağladığı bildirilmiştir(101).

Bazı olgularda median sinir duyusal yanıtları elde edilememesine rağmen motor yanıtlar ve hastaların kliniği o ölçüde etkilenmemektedir. Bazen de APB kasını innerve eden rekürren motor dal etkilenmesi daha fazla olabilir. Bu vakalarda elektrofizyolojik sınıflama yaparken ileri evre olarak düşünmek yanıltıcı olabilir ve gereksiz cerrahi yapılmasıyla sonuçlanabilir. Bu durumda 2.lumbrikal-ulnar interossei

distal latans farkı ve 2. lumbrikal distal latans ölçümleri doğru değerlendirme yapmak açısından önemlidir.

Padua sınıflarında klinik skorların (BKTS-SSS ve BKTS-FDS) aynı evre içinde birbirine yakın değerlerde kümelenmesi ve bazı evrelerde örneklem sayısının düşük olması, korelasyon analizinin gücünü sınırlayabilmektedir ancak tüm olgular bir arada değerlendirildiğinde 2. lumbrikal median distal latansı ile klinik şiddet skorları arasında anlamlı ve pozitif bir ilişki (BKTS-SSS: $r=0,363$; $p<0,001$ ve BKTS-FDS: $r=0,367$; $p<0,001$) ve 2. lumbrikal-ulnar interossei distal latans farkı ile klinik şiddet skorları benzer yönde anlamlı ilişkiler (BKTS-SSS: $r=0,377$; $p<0,001$ ve BKTS-FDS: $r=0,396$; $p<0,001$) mevcuttur. Bu bulgular her iki parametrenin de hastaların şikayetlerini ve fonksiyonel kısıtlılığını yansıtabilen, klinik değerlendirmeye katkı sağlayabilecek tamamlayıcı göstergeler olduğunu düşündürmektedir. Öte yandan klinik skorlar ile elektrofizyolojik şiddet arasındaki ilişki her evrede aynı güçte olmayabilir. Bu durum hastaların ağrı/uyuşma algılamasının kişiden kişiye farklılık göstermesinden, ileri evrelerde duyusal yakınmaların yerini daha çok motor defisitin almasından ve çalışmamızda ileri evrelerde hasta sayısının daha az olmasından kaynaklanabilir.

Elde edilen tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde, 2. lumbrikal temelli elektrofizyolojik parametrelerin karpal tünel sendromunun yalnızca tanısında değil, aynı zamanda evrelenmesinde ve klinik şiddetin öngörülmesinde de anlamlı katkı sağlayabileceğini düşündürmektedir. Bu durum, mevcut elektrofizyolojik sınıflamaların ötesinde daha ayrıntılı ve bütüncül bir değerlendirmenin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

Çalışmamızın tek merkezli olması nedeniyle sonuçların genellenebilirliğini sınırlıdır. Farklı popülasyonlarda ve farklı EMG cihazlarında çalışmaların tekrarlanması sonuçların güvenilirliğini artıracaktır. Kesitsel araştırma yapıyor olmamız nedeniyle katılımcıların ilerleyen yıllarda (tedavi almış ya da almamış) elektrofizyolojik parametrelerinin değişimini değerlendirmeye alamadık. EMG incelemesi ölçüm standardizasyonu amacıyla tek araştırmacıyla yapılmış olsa da bu durum sonuçların kişiye bağlı etkilenimlerini içerebilir. Son olarak kullandığımız klinik değerlendirme skalaları nicel bir değer elde etmek amacıyla araştırmalarda

kullanılsa bile kişilerin subjektif ifadelerine dayalı olduğu için sonuçları bu durum göz önünde bulundurularak yorumlanmalıdır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

İkinci lumbrikal kasın erken evrelerde demiyelinizasyonu göstermesine rağmen ileri evrelerde aksonal dejenerasyona uğramaması ve APB'den yanıt alınamayan olgularda halen 2.lumbrikal motor yanıtın alınabilmesinin mekanizması net değildir (102). Mevcut literatür incelendiğinde, 2. lumbrikal temelli elektrofizyolojik parametrelerin elektrofizyolojik evrelere göre değişkenliğini sistematik olarak değerlendiren bir çalışmaya rastlanmamaktadır. Bu çalışmada, karpal tünel sendromunda ikinci lumbrikal kas kayıtlı median sinir motor distal latansı ile ikinci lumbrikal–ulnar interosseöz distal motor latans farkının elektrofizyolojik evrelemelere göre değişkenliği ve klinik şiddet ile ilişkisi incelenmektedir. Elde edilen bulgular, her iki parametrenin de Padua elektrofizyolojik sınıflaması ile istatistiksel olarak anlamlı ve tutarlı bir ilişki gösterdiğini ortaya koymaktadır.

Çalışmamızda, ikinci lumbrikal–ulnar interosseöz distal latans farkının yüksek duyarlılık ve özgüllük değerlerine sahip olduğu izlenmektedir, ayrıca Padua evresi arttıkça belirgin ve lineer bir artış göstermektedir. Benzer şekilde, ikinci lumbrikal kas kayıtlı median sinir distal latansının da hastalığın şiddeti ile paralel olarak arttığı ve klinik semptom şiddeti ile anlamlı korelasyon göstermektedir. Bu bulgular, ikinci lumbrikal temelli parametrelerin yalnızca tanısal değil, aynı zamanda hastalığın şiddetini ve klinik yansımasını değerlendirmede de önemli bir rol oynayabileceğini düşündürmektedir.

Mevcut elektrofizyolojik sınıflandırmalar incelendiğinde, Padua, Bland, Stevens ve Hirani sınıflamalarının büyük ölçüde duyusal iletim çalışmaları ve abduktor pollicis brevis kası üzerinden elde edilen motor parametreleri baz aldığı görülmektedir. Bu sınıflamalarda karşılaştırmalı yöntemlere belirli ölçüde yer verilmekle birlikte, ikinci lumbrikal temelli parametrelerin sistematik olarak evreleme kriterlerine dahil edilmediği dikkat çekmektedir.

Bu açıdan çalışmamız, ikinci lumbrikal temelli motor parametrelerin yalnızca ileri evrelerde ölçülebilirliğini koruyan alternatif bir yöntem olmanın ötesinde, erken evrelerden itibaren hastalığın saptanmasında yüksek duyarlılık gösterdiğini ve elektrofizyolojik evrelerle uyumlu şekilde değişkenlik gösterdiğini ortaya koyarak literatüre katkı sağlamaktadır. Özellikle klasik tenar kas kayıtlarının alınamadığı ileri

evre olgularda, eşlik eden polinöropati varlığında ve anatomik varyasyon durumlarında ikinci lumbrikal temelli ölçümlerin evrelendirmede güvenilir bir değerlendirme aracı olabileceği düşünülmektedir.

Bununla birlikte, çalışmamızın bulguları doğrultusunda, mevcut elektrofizyolojik sınıflamaların bu parametreleri içerecek şekilde genişletilmesi veya modifiye edilmesi, KTS'nin hem erken tanısında hem de şiddetinin daha güvenilir bir şekilde derecelendirilmesinde katkı sağlayabilir.

Gelecekte yapılacak çalışmalarda, daha geniş örneklem gruplarında ve prospektif tasarımla, ikinci lumbrikal temelli parametrelerin farklı elektrofizyolojik sınıflamalar ile karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi, ayrıca bu parametrelerin cerrahi ve konservatif tedavi sonuçları ile ilişkilerinin araştırılması önem arz etmektedir. Bu sayede, söz konusu parametrelerin yalnızca tanısal değil, aynı zamanda prognostik değerinin de ortaya konulabileceği düşünülmektedir. Bir başka açıdan değerlendirildiğinde polinöropatili olgularda karpal tünel patolojisinin ağırlığının belirlenmesinde referans bir parametre olarak kullanılabileceği kanaatindeyiz.

Sonuç olarak, ikinci lumbrikal kas kayıtlı median sinir motor distal latansı ve ikinci lumbrikal–ulnar interosseöz distal motor latans farkı, KTS'nin elektrofizyolojik değerlendirmesinde yüksek duyarlılığa sahip, klinik ile uyumlu, tutarlı ve tüm evrelerde kullanılabilir parametreler olup, rutin sinir ileti çalışmalarına dahil edilmesi ve evrelendirmede kullanılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

1. Bland JD. Carpal tunnel syndrome. BMJ. 2007 Aug 18;335(7615):343-6. doi: 10.1136/bmj.39282.623553.AD. PMID: 17703044; PMCID: PMC1949464.

2. Genova A, Dix O, Saefan A, Thakur M, Hassan A. Carpal Tunnel Syndrome: A Review of Literature. Cureus. 2020 Mar 19;12(3):e7333. doi: 10.7759/cureus.7333. PMID: 32313774; PMCID: PMC7164699.

3. Trillos-Chacón MC, Castillo-M JA, Tolosa-Guzman I, Sánchez Medina AF, Ballesteros SM. Strategies for the prevention of carpal tunnel syndrome in the workplace: A systematic review. Appl Ergon. 2021 May;93:103353. doi: 10.1016/j.apergo.2020.103353. Epub 2021 Jan 13. PMID: 33453588.

4. Preston, D. C., & Shapiro, B. E. (2022). Elektriksel tanı çalışmaları için anatomi ve nörofizyoloji. İçinde B. Örmeci, Z. Matur, & A. E. Öge (Çev.), Elektromiyografi ve nöromüsküler hastalıklar: Klinik-elektrofizyoloji (4. baskı). Nobel Tıp Kitabevleri.

5. Padua L, LoMonaco M, Gregori B, Valente EM, Padua R, Tonali P. Neurophysiological classification and sensitivity in 500 carpal tunnel syndrome hands. Acta Neurol Scand. 1997 Oct;96(4):211-7. doi: 10.1111/j.1600-0404.1997.tb00271.x. PMID: 9325471.

6. Logigian EL, Busis NA, Berger AR, Bruyninckx F, Khalil N, Shahani BT, et al. Lumbrical sparing in carpal tunnel syndrome: anatomic, physiologic, and diagnostic implications. Neurology. 1987 Sep;37(9):1499-505. doi: 10.1212/wnl.37.9.1499. PMID: 3627450.

7. Preston DC, Logigian EL. Sensitivity of the three median-to-ulnar comparative tests in diagnosis of mild carpal tunnel syndrome. Muscle Nerve. 1994 Aug;17(8):955-6. doi: 10.1002/mus.880170820. PMID: 8041408.

8. Meena AK, Srinivasa Rao B, Sailaja S, Mallikarjuna M, Borgohain R. Second lumbrical and interossei latency difference in Carpal Tunnel Syndrome. Clin Neurophysiol. 2008 Dec;119(12):2789-94. doi: 10.1016/j.clinph.2008.09.019. Epub 2008 Nov 4. PMID: 18986835.

9. Forcelini CM, Chichelero ER, de Oliveira AT, Tres da Silva F, Durigan PHB, Ramos NO, Bianchini L, et al. Boston Carpal Tunnel Questionnaire and Severity of Carpal Tunnel Syndrome. J Clin Neuromuscul Dis. 2022 Jun 1;23(4):183-188. doi: 10.1097/CND.0000000000000409. PMID: 35608641.

10. Koo JH, Bae JY, Lee K, Park HS. Correlation between electrodiagnostic severity and Boston carpal tunnel questionnaire in surgically treated carpal tunnel syndrome patients. Acta Orthop Traumatol Turc. 2023 Oct 20;57(6):357–60. doi: 10.5152/j.aott.2023.22057. Epub ahead of print. PMID: 37860992; PMCID: PMC10837589.

11. Bland JD. Carpal tunnel syndrome. Curr Opin Neurol. 2005 Oct;18(5):581-5. doi: 10.1097/01.wco.0000173142.58068.5a. PMID: 16155444.

12. Lo SL, Raskin K, Lester H, Lester B. Carpal tunnel syndrome: a historical perspective. Hand Clin. 2002 May;18(2):211-7, v. doi: 10.1016/s0749-0712(01)00014-2. PMID: 12371024.

13. Simovic D, Weinberg DH. Carpal tunnel syndrome. Arch Neurol. 2000 May;57(5):754-5. doi: 10.1001/archneur.57.5.754. PMID: 10815148.

14. Pfeffer GB, Gelberman RH, Boyes JH, Rydevik B. The history of carpal tunnel syndrome. J Hand Surg Br. 1988 Feb;13(1):28-34. doi: 10.1016/0266-7681_88_90046-0. PMID: 3283274.

15. Amadio PC. The Mayo Clinic and carpal tunnel syndrome. Mayo Clin Proc. 1992 Jan;67(1):42-8. doi: 10.1016/s0025-6196(12)60278-x. PMID: 1732691.

16. Çevik, M. U. (2009). Karpal tünel sendromunda F-yanıtının ters dönmesinin tanısal değeri (Uzmanlık tezi, Gazi Üniversitesi).

17. Phalen G.S., Kendrick J.I. Compression neuropathy of the median nerve in the carpal tunnel. J Am Med Assoc. 1957 Jun 1;164(5):524-30. doi: 10.1001/jama.1957.02980050014005. PMID: 13416008.

18. Cornejo A, Vo ML. Updates on Common Mononeuropathies. Semin Neurol. 2025 Feb;45(1):13-23. doi: 10.1055/s-0044-1791578. Epub 2024 Oct 11. PMID: 39393796.

19. Burton C, Chesterton LS, Davenport G. Diagnosing and managing carpal tunnel syndrome in primary care. Br J Gen Pract. 2014 May;64(622):262-3. doi: 10.3399/bjgp14X679903. PMID: 24771836; PMCID: PMC4001168.

20. Ibrahim I, Khan WS, Goddard N, Smitham P. Carpal tunnel syndrome: a review of the recent literature. Open Orthop J. 2012;6:69-76. doi: 10.2174/1874325001206010069. Epub 2012 Feb 23. PMID: 22470412; PMCID: PMC3314870.

21. Hakim AJ, Cherkas L, El Zayat S, MacGregor AJ, Spector TD. The genetic contribution to carpal tunnel syndrome in women: a twin study. Arthritis Rheum. 2002 Jun 15;47(3):275-9. doi: 10.1002/art.10395. PMID: 12115157.

22. Boz C, Ozmenoglu M, Altunayoglu V, Velioglu S, Alioglu Z. Individual risk factors for carpal tunnel syndrome: an evaluation of body mass index, wrist index and hand anthropometric measurements. Clin Neurol Neurosurg. 2004 Sep 1;106(4):294–9. doi:10.1016/J.CLINEURO.2004.01.002 PubMed PMID: 15297003.

23. Ulusoy, M., Acar, M. (2013). Nervus medianus: Anatomik seyri, varyasyonları ve kliniği. Düzce Medical Journal, 15(2), 55–58.

24. Putz, R., & Pabst, R. (2017). Sobotta insan anatomisi atlası: Genel anatomi ve kas-iskelet sistemi (Cilt 1, A. Elhan & S. T. Karahan, Ed.). Elsevier.

25. Rotman MB, Donovan JP. Practical anatomy of the carpal tunnel. Hand Clin. 2002;18(2):219–30. doi:10.1016/S0749-0712(01)00003-8 PubMed PMID: 12371025.

26. Scelsi R, Zanlungo M, Tenti P. Carpal tunnel syndrome. Anatomical and clinical correlations and morphological and ultrastructural aspects of the tenosynovial sheath. Ital J Orthop Traumatol. 1989;15(1):75–80. PMID: 2737895.

27. Padua L, Padua R, Aprile I, D'Amico P, Tonali P. Carpal tunnel syndrome: relationship between clinical and patient-oriented assessment. Clin Orthop Relat Res. 2002 Feb;(395):128-34. doi: 10.1097/00003086-200202000-00013. PMID: 11937872.

28. Hirata H, Nagakura T, Tsujii M, Morita A, Fujisawa K, Uchida A. The relationship of VEGF and PGE2 expression to extracellular matrix remodelling of the tenosynovium in the carpal tunnel syndrome. J Pathol. 2004 Dec;204(5):605–12. doi:10.1002/PATH.1673. PMID: 15538733.

29. Mohammad Ghasemi-rad, Emad Nosair, Andrea Vegh, Afshin Mohammadi, Adam Akkad, Emal Lesha, et al. A handy review of carpal tunnel syndrome: From anatomy to diagnosis and treatment. World J Radiol. 2014;6(6):284. doi:10.4329/WJR.V6.I6.284. PMID: 24976931.

30. Alfonso C, Jann S, Massa R, Torreggiani A. Diagnosis, treatment and follow-up of the carpal tunnel syndrome: a review. Neurol Sci. 2010 Jun;31(3):243–52. doi:10.1007/S10072-009-0213-9. PMID: 20145967.

31. Levine DW, Simmons BP, Koris MJ, Daltroy LH, Hohl GG, Fossel AH, et al. A self-administered questionnaire for the assessment of severity of symptoms and functional status in carpal tunnel syndrome. J Bone Joint Surg Am. 1993 Nov;75(11):1585-92. doi: 10.2106/00004623-199311000-00002. PMID: 8245050.

32. Delgado DA, Lambert BS, Boutris N, McCulloch PC, Robbins AB, Moreno MR, et al. Validation of Digital Visual Analog Scale Pain Scoring With a Traditional Paper-based Visual Analog Scale in Adults. J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev. 2018 Mar 1;2(3). doi:10.5435/JAAOSGLOBAL-D-17-00088. PMID: 30211382

33. Schulze DG, Nilsen KB, Killingmo RM, Zwart JA, Grotle M. Clinical Utility of the 6-Item CTS, Boston-CTS, and Hand-Diagram for Carpal Tunnel Syndrome. Front Neurol. 2021 Jul 27;12:683807. doi: 10.3389/fneur.2021.683807. PMID: 34385969; PMCID: PMC8353366.

34. Simon O, Petit A, Marteau É, Bigorre N. QuickDASH: Reliability in the assessment of carpal tunnel syndrome. Hand Surg Rehabil. 2025 Sep;44(4):102202. doi: 10.1016/j.hansur.2025.102202. Epub 2025 Jun 9. PMID: 40499681.

35. Sevy JO, Sina RE, Varacallo MA. Carpal Tunnel Syndrome. [Updated 2023 Oct 29]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 Jan-. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448179/

36. MacDermid JC, Wessel J. Clinical diagnosis of carpal tunnel syndrome: A systematic review. Journal of Hand Therapy. 2004;17(2):309–19. doi:10.1197/j.jht.2004.02.015. PMID: 15162113.

37. Wipperman J, Goerl K. Carpal Tunnel Syndrome: Diagnosis and Management. Am Fam Physician. 2016 Dec 15;94(12):993-999. PMID: 28075090.

38. Slutsky DJ. Use of Nerve Conduction Studies and the Pressure-Specified Sensory Device in the Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. Journal of Hand Surgery (European Volume). 2009;34(1):60–5. doi:10.1177/1753193408094921. PMID: 19129354.

39. Ozdag Y, Hu Y, Hayes DS, Manzar S, Akoon A, Klena JC, et al. Sensitivity and Specificity of Examination Maneuvers for Carpal Tunnel Syndrome: A Meta-Analysis. Cureus. 2023 Jul 24;15(7). doi:10.7759/CUREUS.42383. PMID: 37621797.

40. Yesildag A, Kutluhan S, Sengul N, Koyuncuoglu HR, Oyar O, Guler K, et al. The role of ultrasonographic measurements of the median nerve in the diagnosis of carpal tunnel syndrome. Clin Radiol. 2004 Oct;59(10):910–5. doi:10.1016/j.crad.2004.03.020. PMID: 15451351.

41. Moran L, Perez M, Esteban A, Bellon J, Arranz B, Del Cerro M. Sonographic measurement of cross-sectional area of the median nerve in the diagnosis of carpal tunnel syndrome: correlation with nerve conduction studies. J Clin Ultrasound. 2009 Mar;37(3):125–31. doi:10.1002/JCU.20551. PMID: 19170107.

42. Jarvik JG, Yuen E, Haynor DR, Bradley CM, Fulton-Kehoe D, Smith-Weller T, et al. MR nerve imaging in a prospective cohort of patients with suspected carpal tunnel syndrome. Neurology. 2002 Jun 11;58(11):1597–602. doi:10.1212/WNL.58.11.1597. PMID: 12058085.

43. Keith MW, Masear V, Chung K, Maupin K, Andary M, Amadio PC, et al. Diagnosis of Carpal Tunnel Syndrome. J Am Acad Orthop Surg. 2009;17(6):389. doi:10.5435/00124635-200906000-00007. PMID: 19474448.

44. Buschbacher RM. Mixed nerve conduction studies of the median and ulnar nerves. Am J Phys Med Rehabil. 1999 Nov;78(6 SUPPL.). doi:10.1097/00002060-199911001-00013. PMID: 10573101.

45. Werner RA, Andary M. Carpal tunnel syndrome: pathophysiology and clinical neurophysiology. Clin Neurophysiol. 2002 Sep;113(9):1373-81. doi: 10.1016/s1388-2457(02)00169-4. PMID: 12169318.

46. Stevens JC. AAEE minimonograph #26: The electrodiagnosis of carpal tunnel syndrome. Muscle Nerve. 1987 Feb;10(2):99-113. doi: 10.1002/mus.880100202. PMID: 3821791.

47. Bland, J.D.P. (2000), A neurophysiological grading scale for carpal tunnel syndrome. Muscle Nerve, 23: 1280-1283. https://doi.org/10.1002/1097-4598(200008)23:8<1280::AID-MUS20>3.0.CO;2-Y

48. Hirani S. A study to further develop and refine carpal tunnel syndrome (CTS) nerve conduction grading tool. BMC Musculoskelet Disord. 2019 Dec 3;20(1):581. doi: 10.1186/s12891-019-2928-y. PMID: 31795987; PMCID: PMC6892195.

49. Huisstede BM, Fridén J, Coert JH, Hoogvliet P; European HANDGUIDE Group. Carpal tunnel syndrome: hand surgeons, hand therapists, and physical medicine and rehabilitation physicians agree on a multidisciplinary treatment guideline—results from the European HANDGUIDE Study. Arch Phys Med Rehabil. 2014 Dec;95(12):2253-63. doi: 10.1016/j.apmr.2014.06.022. Epub 2014 Aug 12. PMID: 25127999.

50. Ostergaard PJ, Meyer MA, Earp BE. Non-operative Treatment of Carpal Tunnel Syndrome. Curr Rev Musculoskelet Med. 2020 Apr;13(2):141-147. doi: 10.1007/s12178-020-09616-0. PMID: 32124335; PMCID: PMC7174467.

51. Bilge, N. (2014). Karpal tünel sendromunda akupunktur tedavisinin klinik ve elektrofizyolojik bulgular üzerine olan etkisi (Uzmanlık tezi, Atatürk Üniversitesi).

52. Page MJ, O'Connor D, Pitt V, Massy-Westropp N. Exercise and mobilisation interventions for carpal tunnel syndrome. Cochrane Database Syst Rev. 2012 Jun 13;2012(6):CD009899. doi: 10.1002/14651858.CD009899. PMID: 22696387; PMCID: PMC11536321.

53. Shapiro LM, Kamal RN; Management of Carpal Tunnel Syndrome Work Group; American Academy of Orthopaedic Surgeons. American Academy of Orthopaedic Surgeons/ASSH Clinical Practice Guideline Summary Management of Carpal Tunnel Syndrome. J Am Acad Orthop Surg. 2025 Apr 1;33(7):e356-e366. doi: 10.5435/JAAOS-D-24-01179. Epub 2024 Dec 3. PMID: 39637428; PMCID: PMC11928260.

54. O'Connor D, Marshall S, Massy-Westropp N. Non-surgical treatment (other than steroid injection) for carpal tunnel syndrome. Cochrane Database Syst Rev. 2003;2003(1):CD003219. doi: 10.1002/14651858.CD003219. PMID: 12535461; PMCID: PMC6486195.

55. Weiss AP, Sachar K, Gendreau M. Conservative management of carpal tunnel syndrome: a reexamination of steroid injection and splinting. J Hand Surg Am. 1994 May;19(3):410-5. doi: 10.1016/0363-5023(94)90054-X. PMID: 8056967.

56. Kaplan SJ, Glickel SZ, Eaton RG. Predictive factors in the non-surgical treatment of carpal tunnel syndrome. The Journal of Hand Surgery: British & European Volume. 1990 Feb 1;15(1):106–8. doi:10.1016/0266-7681(90)90061-8. PMID: 2307866.

57. Chou RC, Robinson DM, Homer S. Ultrasound-guided percutaneous carpal tunnel release: A systematic review. PM R. 2023 Mar;15(3):363-379. doi: 10.1002/pmrj.12801. Epub 2022 May 16. PMID: 35254722.

58. Jbarat A, Obeidat M, Abu Qa'oud M, Jaradat M, Al-Oun M. The association of late carpal tunnel syndrome with carpal misalignment following distal radius fracture in old Jordanian women. Int J Res Orthop. 2023 Oct 26;9(6):1121–5. doi:10.18203/ISSN.2455-4510.INTJRESORTHOP20233256

59. Jablecki CK, Andary MT, Floeter MK, Miller RG, Quartly CA, Vennix MJ, et al. American Association of Electrodiagnostic Medicine; American Academy of Neurology; American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. Practice parameter: Electrodiagnostic studies in carpal tunnel syndrome [RETIRED]. Report of the American Association of Electrodiagnostic Medicine, American Academy of Neurology, and the American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation. Neurology. 2002 Jun 11;58(11):1589-92. doi: 10.1212/wnl.58.11.1589. PMID: 12058083.

60. Dahlin LB, Zimmerman M, Calcagni M, Hundepool CA, van Alfen N, Chung KC. Carpal tunnel syndrome. Nat Rev Dis Primers. 2024 Dec 1;10(1). doi:10.1038/S41572-024-00521-1.PMID: 38782929.

61. Padua L, Pasqualetti P, Rosenbaum R. One patient, two carpal tunnels: statistical and clinical analysis--by hand or by patient? Clin Neurophysiol. 2005 Feb;116(2):241-3. doi: 10.1016/j.clinph.2004.08.006. PMID: 15661099.

62. Gelfman R, Melton LJ 3rd, Yawn BP, Wollan PC, Amadio PC, Stevens JC. Long-term trends in carpal tunnel syndrome. Neurology. 2009 Jan 6;72(1):33-41. doi: 10.1212/01.wnl.0000338533.88960.b9. PMID: 19122028; PMCID: PMC2633642.

63. McDiarmid M, Oliver M, Ruser J, Gucer P. Male and female rate differences in carpal tunnel syndrome injuries: personal attributes or job tasks? Environ Res. 2000 May;83(1):23-32. doi: 10.1006/enrs.2000.4042. PMID: 10845778.

64. Sassi SA, Giddins G. Gender differences in carpal tunnel relative cross-sectional area: a possible causative factor in idiopathic carpal tunnel syndrome. J Hand Surg Eur Vol. 2016 Jul;41(6):638-42. doi: 10.1177/1753193415625404. Epub 2016 Jan 22. PMID: 26802792.

65. Moghtaderi A, Izadi S, Sharafadinzadeh N. An evaluation of gender, body mass index, wrist circumference and wrist ratio as independent risk factors for carpal tunnel syndrome. Acta Neurol Scand. 2005 Dec;112(6):375-9. doi: 10.1111/j.1600-0404.2005.00528.x. PMID: 16281919.

66. Hassan A, Beumer A, Kuijer PPFM, van der Molen HF. Work-relatedness of carpal tunnel syndrome: Systematic review including meta-analysis and GRADE. Health Sci Rep. 2022 Nov 2;5(6):e888. doi: 10.1002/hsr2.888. PMID: 36340637; PMCID: PMC9629628.

67. Jackson R, Beckman J, Frederick M, Musolin K, Harrison R. Rates of Carpal Tunnel Syndrome in a State Workers' Compensation Information System, by Industry and Occupation - California, 2007-2014. MMWR Morb Mortal Wkly Rep. 2018 Oct 5;67(39):1094-1097. doi: 10.15585/mmwr.mm6739a4. PMID: 30286058; PMCID: PMC6171895.

68. Rossignol M, Stock S, Patry L, Armstrong B. Carpal tunnel syndrome: what is attributable to work? The Montreal study. Occup Environ Med. 1997 Jul;54(7):519-23. doi: 10.1136/oem.54.7.519. PMID: 9282130; PMCID: PMC1128823.

69. Tang X, Zhuang L, Lu Z. Carpal tunnel syndrome: a retrospective analysis of 262 cases and a one to one matched case-control study of 61 women pairs in relationship between manual housework and carpal tunnel syndrome. Chin Med J (Engl). 1999 Jan;112(1):44-8. PMID: 11593640.

70. Mattioli S, Baldasseroni A, Curti S, Cooke RM, Mandes A, Zanardi F, et al. Incidence rates of surgically treated idiopathic carpal tunnel syndrome in blue- and white-collar workers and housewives in Tuscany, Italy. Occup Environ Med. 2009 May;66(5):299-304. doi: 10.1136/oem.2008.040212. Epub 2009 Mar 1. PMID: 19254910; PMCID: PMC2664992.

71. Atroshi I, Gummesson C, Johnsson R, Ornstein E, Ranstam J, Rosén I. Prevalence of carpal tunnel syndrome in a general population. JAMA. 1999 Jul 14;282(2):153-8. doi: 10.1001/jama.282.2.153. PMID: 10411196.

72. Aboonq MS. Pathophysiology of carpal tunnel syndrome. Neurosciences (Riyadh). 2015 Jan;20(1):4-9. PMID: 25630774; PMCID: PMC4727604.

73. Shin J, Kim YW, Lee SC, Yang SN, Chang JS, Yoon SY. Effects of diabetes mellitus on the rate of carpal tunnel release in patients with carpal tunnel syndrome. Sci Rep. 2021 Aug 4;11(1):15858. doi: 10.1038/s41598-021-95316-9. Erratum in: Sci Rep. 2021 Aug 19;11(1):17166. doi: 10.1038/s41598-021-96729-2. PMID: 34349164; PMCID: PMC8338959.

74. Chen S, Ho T, Asubonteng J, Sobel RE, Eng S, DiMartino SJ, et al. Risk of carpal tunnel syndrome among patients with osteoarthritis: a US population-based study. BMC Musculoskelet Disord. 2024 Jun 15;25(1):468. doi: 10.1186/s12891-024-07459-1. PMID: 38879540; PMCID: PMC11179394.

75. Tunç A, Güngen BD. Karpal Tünel Sendromu Hastalarında Elektrodiagnostik Evreleme ile Klinik Evre, Semptom Süresi ve Vücut Kitle İndeksi Arasındaki İlişkinin Değerlendirilmesi. Dicle Medical Journal. 2017 Jun 7;44(2):159–66. doi:10.5798/DICLETIP.319741

76. Kouyoumdjian JA. Carpal tunnel syndrome. Age, nerve conduction severity and duration of symptomatology. Arq Neuropsiquiatr. 1999 Jun;57(2B):382-6. doi: 10.1590/s0004-282x1999000300007. PMID: 10450343.

77. Lampainen K, Hulkkonen S, Ryhänen J, Curti S, Shiri R. Is Smoking Associated with Carpal Tunnel Syndrome? A Meta-Analysis. Healthcare (Basel). 2022 Oct 11;10(10):1988. doi: 10.3390/healthcare10101988. PMID: 36292435; PMCID: PMC9601480.

78. Spahn G, Wollny J, Hartmann B, Schiele R, Hofmann GO. Metaanalyse zur Bestimmung von Risikofaktoren für das Karpaltunnelsyndrom (KTS) Teil I. Allgemeine Risikofaktoren [Metaanalysis for the evaluation of risk factors for carpal tunnel syndrome (CTS) Part I. General factors]. Z Orthop Unfall. 2012 Oct;150(5):503-15. German. doi: 10.1055/s-0032-1315345. Epub 2012 Oct 17. PMID: 23076749.

79. Otelea MR, Nartea R, Popescu FG, Covaleov A, Mitoiu BI, Nica AS. The Pathological Links between Adiposity and the Carpal Tunnel Syndrome. Curr Issues Mol Biol. 2022 Jun 8;44(6):2646-2663. doi: 10.3390/cimb44060181. PMID: 35735622; PMCID: PMC9221759.

80. Tahiri Y, Xu L, Kanevsky J, Luc M. Lipofibromatous hamartoma of the median nerve: a comprehensive review and systematic approach to evaluation, diagnosis, and treatment. J Hand Surg Am. 2013 Oct;38(10):2055-67. doi: 10.1016/j.jhsa.2013.03.022. Epub 2013 May 17. PMID: 23684521.

81. Scholz GH, Hanefeld M. Metabolic Vascular Syndrome: New Insights into a Multidimensional Network of Risk Factors and Diseases. Visc Med. 2016 Oct;32(5):319-326. doi: 10.1159/000450866. Epub 2016 Oct 7. PMID: 27921043; PMCID: PMC5122997.

82. Shiri R. A square-shaped wrist as a predictor of carpal tunnel syndrome: A meta-analysis. Muscle Nerve. 2015 Nov;52(5):709-13. doi: 10.1002/mus.24761. Epub 2015 Jul 24. PMID: 26138327.

83. Arslan Y, Bülbül İ, Öcek L, Şener U, Zorlu Y. Effect of hand volume and other anthropometric measurements on carpal tunnel syndrome. Neurol Sci. 2017 Apr 1;38(4):605–10. doi:10.1007/S10072-017-2809-9 PubMed PMID: 28083759.

84. Karaer Ünaldı, H., Kurt, S., Çevik, B., Mumcuoğlu, İ., & Sümbül, O. (2015). The Relationship Between Waist Circumference, Wrist Circumference, and Body Mass Index in Carpal Tunnel Syndrome. Journal of Turgut Ozal Medical Center, 22(3), 152-157. https://izlik.org/JA35DK85WY

85. Sahebalam M, Ghayyem Hassankhani G, Azhari A, Moradi A. Do carpal Tunnel Hands Have Different Shape Compare to Normal Hands? Arch Bone Jt Surg. 2021 Mar;9(2):180-188. doi: 10.22038/abjs.2020.41835.2131. PMID: 34026935; PMCID: PMC8121036.

86. Sarılar AÇ, Polat BSA. Karpal Tünel Sendromundaki Ağrının Elektrofizyolojik Bulgularla Korelasyonu. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi. 2022 Mar 21;17(1):182–5. doi:10.17517/KSUTFD.1025318

87. Soykök G, Güler E. The Correlation Between Electrodiagnostic Severity and Patient-Reported Disability Among Carpal Tunnel Syndrome Patients. Ann Indian Acad Neurol. 2024 Nov 1;27(6):677-683. doi: 10.4103/aian.aian_241_24. Epub 2024 Nov 22. PMID: 39585299; PMCID: PMC11745245.

88. Chong PS, Cros DP. Technology literature review: quantitative sensory testing. Muscle Nerve. 2004 May;29(5):734-47. doi: 10.1002/mus.20053. PMID: 15116380.

89. Almigdad A, Odat M, Almanasir G, Megdadi N, Sharadgeh S. Carpal tunnel syndrome: correlation of the severity of the clinical picture and electrophysiological studies. Archives of Hand and Microsurgery. 2023 Mar 1;28(1):16–23. doi:10.12790/AHM.22.0043

90. LeBlanc KE, Cestia W. Carpal tunnel syndrome. Am Fam Physician. 2011 Apr 15;83(8):952-8. PMID: 21524035.

91. Nakao E, Short WH, Werner FW, Fortino MD, Palmer AK. Changes in carpal tunnel pressures following endoscopic carpal tunnel release: a cadaveric study. J Hand Surg Am. 1998 Jan;23(1):43-7. doi: 10.1016/S0363-5023(98)80087-7. PMID: 9523953.

92. McCabe SJ, Uebele AL, Pihur V, Rosales RS, Atroshi I. Epidemiologic associations of carpal tunnel syndrome and sleep position: Is there a case for causation? Hand (N Y). 2007 Sep;2(3):127-34. doi: 10.1007/s11552-007-9035-5. Epub 2007 May 2. PMID: 18780073; PMCID: PMC2527141.

93. Pryse-Phillips WE. Validation of a diagnostic sign in carpal tunnel syndrome. J Neurol Neurosurg Psychiatry. 1984 Aug;47(8):870-2. doi: 10.1136/jnnp.47.8.870. PMID: 6470728; PMCID: PMC1027954.

94. Hansen PA, Micklesen P, Robinson LR. Clinical utility of the flick maneuver in diagnosing carpal tunnel syndrome. Am J Phys Med Rehabil. 2004 May;83(5):363-7. doi: 10.1097/01.phm.0000124439.14757.99. PMID: 15100625.

95. Aroori S, Spence RA. Carpal tunnel syndrome. Ulster Med J. 2008 Jan;77(1):6-17. PMID: 18269111; PMCID: PMC2397020.

96. Alanazy MH. Clinical and electrophysiological evaluation of carpal tunnel syndrome: approach and pitfalls. Neurosciences (Riyadh). 2017 Jul;22(3):169-180. doi: 10.17712/nsj.2017.3.20160638. PMID: 28678210; PMCID: PMC5946360.

97. Osiak K, Mazurek A, Pękala P, Koziej M, Walocha JA, Pasternak A. Electrodiagnostic Studies in the Surgical Treatment of Carpal Tunnel Syndrome-A Systematic Review. J Clin Med. 2021 Jun 18;10(12):2691. doi: 10.3390/jcm10122691. PMID: 34207345; PMCID: PMC8235020.

98. Macdonell RA, Schwartz MS, Swash M. Carpal tunnel syndrome: which finger should be tested? An analysis of sensory conduction in digital branches of the median nerve. Muscle Nerve. 1990 Jul;13(7):601-6. doi: 10.1002/mus.880130707. PMID: 2388658.

99. Abuzinadah AR. Diagnostic Accuracy of Electrodiagnostic Comparative Latency Studies of Carpal Tunnel Syndrome: Single Test and Concordance Between Multiple Tests. Diagnostics (Basel). 2025 Nov 14;15(22):2888. doi: 10.3390/diagnostics15222888. PMID: 41300912; PMCID: PMC12650925.

100. Drăghici NC, Tămaș MM, Leucuța DC, Lupescu TD, Strilciuc Ș, Rednic S, et al. Diagnosis Accuracy of Carpal Tunnel Syndrome in Diabetic Neuropathy. Medicina (Kaunas). 2020 Jun 5;56(6):279. doi: 10.3390/medicina56060279. PMID: 32517033; PMCID: PMC7353862.

101. Ozben S, Acar H, Gunaydin S, Genc F, Ozer F, Ozben H. The second lumbrical-interosseous latency comparison in carpal tunnel syndrome. J Clin Neurophysiol. 2012 Jun;29(3):263-7. doi: 10.1097/WNP.0b013e3182570eff. PMID: 22659722.

102. Brannegan R, Bartt R. Second lumbrical muscle recordings improve localization in severe carpal tunnel syndrome. Arch Phys Med Rehabil. 2007 Feb;88(2):259-61. doi: 10.1016/j.apmr.2006.10.035. PMID: 17270527.