

ROMATOİD ARTRİT HASTALARINDA PERİFERİK SİNİRLERİN ELEKTROFİZYOLOJİK VE SONOGRAFİK OLARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

THE ELECTROPHYSIOLOGIC AND SONOGRAPHIC EVALUATION OF PERIPHERAL NERVES IN RHEUMATOID ARTHRITIS PATIENTS

Şule ŞAHİN ONAT, MD¹, Zuhâl ÖZİŞLER, MD¹, Ali ORHAN, MD¹,
Sibel ÜNSAL DELİALİOĞLU, MD¹, Sumru ÖZEL, MD¹

¹Ankara Physical and Rehabilitation Medicine Training and Research Center; Ankara - Türkiye

Özet

Amaç: Romatoid artrit (RA) hastalarında median, ulnar ve tibial sinirin morfolojik ve elektrofizyolojik olarak değerlendirilmesidir.

Method: Çalışmaya 20-60 yaş arasında, Amerikan Romatoloji Koleji kriterlerine göre en az 1 yıl önce RA tanısı almış 15 kadın hasta ve 12 sağlıklı kontrol vakası toplandı. Toplam 30 RA hasta ekstremitesi ve 24 sağlıklı kontrol ekstremitede çalışmaya alındı. Vakaların demografik verileri (yaş, meslek), hastalık süresi, sabah tutukluğu süresi, medikal tedavileri sorgulandı. Romatoid faktör, C-reaktif protein seviyesi kaydedildi. Nöropatik ağrılarının olup olmadığı DN4-nöropatik ağrı sorgulama anketi ile, hastalık aktivitesi klinik hastalık aktivite indeksi ile değerlendirildi. Vakaların elektronöromyografik (ENMG) değerlendirmesinde periferik sinirlerden her iki üst ekstremitede median ve ulnar sinirler ile, her iki alt ekstremitede tibial motor sinirler ile sural duysal sinirler incelendi. Ultrasonografik değerlendirilme de bilateral median, ulnar ve tibial sinir sinirlerin aksiyal olarak incelenmesi sonucunda alansal ölçümleri (mm² olarak) yapıldı. Sinirlerin ekojeniteleri, bal peteği görünümleri kaydedildi.

Bulgular: RA hastalarının sonografik sinir alan ölçümlerinin median sinir el bileği seviyesinde, ulnar sinirin el bileği, ön kol ortası ve kübital tünel seviyesinde, tibial sinirin de hem ayak bileği hem de poplitea seviyesinde sağlıklı kontrollere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede büyük olduğu gözlemlendi ($p < 0.05$). ENMG incelemesinde 6 RA hastasında, 2 sağlıklı kontrolde kübital tünel sendromu bulunmaktaydı. Bu fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p < 0.05$). RA hastalarının 4 tanesinde, sağlıklı grubun 2 tanesinde hafif tutulumlu karpal tünel sendromu bulunmaktaydı. Bu fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p < 0.05$).

Sonuç: RA hastalarının periferik sinirlerinde henüz fonksiyonları bozulmamasına rağmen morfolojik değişiklikler olabilmektedir. Bunlardan dolayı RA hastalarında periferik sinirlerin sonografik olarak değerlendirilmesi önemlidir.

Anahtar kelimeler: Romatoid Artrit, Sonografi, Elektrografi, Periferik Sinirler.

Abstract

Aim: The compression neuropathies due to arthritis, tenosynovitis and deformities in the joints, mononeuritis multiplex are very common in patients with rheumatoid arthritis (RA). This study was aimed to compare the morphology and electrophysiology of median, ulnar and tibial nerves in patients with RA to healthy controls.

Methods: Fifteen female patients (20-60 years) were diagnosed with RA at least 1 year before ACR criteria and and 12 healthy women were enrolled. The RA group had a duration of disease, morning stiffness, medical treatments were examined. Rheumatoid factor, C-reactive protein level was recorded. Disease activity was assessed by using the clinical disease activity index (CDAI), DN4-neuropathic pain questionnaire, with or without neuropathic pain. After clinical assessment of the clinician (SUD), the patients were referred to the electrodiagnosis laboratory. Nerve conduction studies (NCS) were performed by the same electrodiagnostician (ZO) who was blinded to clinical findings. The electromyographer excluded the patients who had an electrodiagnostic abnormality and referred patients to ultrasonographic assessment, which was done by a third blinded researcher (SSO). In the electronomyography

* Yazışma Adresi (Adress for Correspondance):

Şule Şahin Onat, MD
Ankara Physical and Rehabilitation,
Medicine Training and Research Center
Ankara - Türkiye
Tel: (0312) 310 32 30
e-mail: sahinuleester@gmail.com

(ENMG measurement; median (motor and sensory), ulnar (motor and sensory), tibial (motor), and sural (sensory) nerve conduction studies were performed bilaterally .

Results: It was observed that the measurements of median nerve cross sectional area in patients with RA were significantly larger than control group at wrist level, the measurements of ulnar nerve cross sectional area in patients with RA were significantly larger than control group at wrist, mid-arm and cubital tunnel level. In addition to, the cross sectional area of tibial nerve in patients with RA were significantly larger than control group at ankle and poplitea levels. ($p<0.05$). Cubital tunnel syndrome (6 in RA patients, 2 in control group; $p<0.05$) and carpal tunnel syndrome (4 in RA patients, 2 in control group; $p<0.05$) were observed significantly more in RA patients than control group in ENMG study.

Conclusion: In our study, there were no findings showing the functions of the nerves related to RA when the results of local compression were obtained by ENMG evaluation. On the other hand, it was observed that the edema was swollen and edematous in other evaluated parts, not only in the places where it was exposed only to sonography. In summary, there are morphological changes in the peripheral nerves of RA patients, although their functions are not impaired yet. Therefore, it is important to evaluate the peripheral nerves sonographically in RA patients.

Key words: Rheumatoid Arthritis, Sonography, Electrography, Peripheral Nerves.

Giriş

Romatoid artrit (RA) sinovyanın olduğu tüm dokuları tutabilen sistemik inflamatuvar bir hastalıktır. En sık eklemleri tutmasına rağmen %10-20 oranında eklem dışı bulgularla karşımıza çıkmaktadır (1). Klinik olarak nöropati %0.5'den %85'e kadar uzanan çok geniş bir aralıkta bildirilmektedir (2-5). Bunları sensorimotor nöropati, mononöritis multipleks ve tuzak nöropatiler oluşturmaktadır (4). Klinik olarak parestiziden kas güçsüzlüğüne kadar geniş bir spekturumda bulgu verebilir ve RA'deki fonksiyonel yetersizliği arttırmaktadır (6). Nöropatik şikayetleri olan RA hastalarında inceleme için altın standart elektrofizyolojik incelemelerdir. Çalışmalarda RA hastalarında her zaman hastaların elektrofizyolojik bulgularla klinik bulgularının korele olmadığı gösterilmiştir (5-7). Fakat literatürde RA'in hastaların sinir morfolojisinde yaptığı değişikliklerle ilgili veri bulunmamaktadır. Bundan dolayı bu çalışmada RA hastalarında bilateral median, ulnar ve tibial sinirin morfolojik olarak ultrasonografiyle ve fonksiyonel olarak elektrofizyolojik olarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Method

Bu çalışma 2016-2017 tarihleri arasında Ankara Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nde romatoloji polikliniğine başvuran hastalar üzerinde yapılmıştır. Etik kurul izni Ankara Numune Eğitim ve Araştırma Hastanesi'nden (NO: E-17/1688) alınmıştır. Hastalar romatolojik hastalıklar konusunda 10 yıllık deneyime sahip aynı klinisyen (SUD), elektrofizyolojik değerlendirmede 5 yıllık deneyime sahip aynı elektrofizyolog (ZÖ) ve ultrasonografik değerlendirme kas iskelet sistemi ultrasonografisinde 5 yıllık deneyime sahip aynı sonografer (SSO) tarafından kör olarak gerçekleştirildi.

Çalışmaya 20-60 yaş arasında, ACR kriterlerine göre en az 1 yıl önce RA tanısı almış 15 kadın hasta ve yaş-vücut kitle indeksi açısından eşleştirilmiş 12 sağlıklı kontrol vakası toplandı. Polinöropatiye yol açabilecek ek bir hastalığı (diya-

bet, hipotiroidi, üremi, Lyme, Sarkoidoz, lepra, Guillain Barre sendromu, nörotoksik ilaç kullanımı vb) olan hastalar dışlandı. Vakaların demografik verileri (yaş, meslek) kaydedildi. RA olan grubun hastalık süresi, sabah tutukluğu süresi, medikal tedavileri sorgulandı. Romatoid faktör, C-reaktif protein seviyesi kaydedildi. Nöropatik ağrılarının olup olmadığı DN4-nöropatik ağrı sorgulama anketi ile, hastalık aktivitesi klinik hastalık aktivite indeksi (CDAI) ile değerlendirildi.

Vakaların elektronöromyografik (ENMG) değerlendirmesinde periferik sinirlerden her iki üst ekstremitede median ve ulnar sinirler ile, her iki alt ekstremitede tibial motor sinirler ile sural duyuşal sinirler incelendi. Cilt sıcaklığı 31°C ve 32°C'de tutuldu. Tüm kayıtlarda yüzeysel elektrotlar kullanılmıştır. Median sinir birleşik kas aksiyon potansiyelleri (BKAP) abduktor pollicis brevis kası kaydıyla; bilek ve antekübital fossa uyarımı ile gerçekleştirilmiştir. Ulnar sinir BKAP'ları abduktor digiti minimi kası kaydıyla; bilek, dirsek altı ve dirsek üstü uyarımı ile gerçekleştirilmiştir. Tibial sinir BKAP'ları abductor hallucis kası kaydıyla; iç malleol ve popliteal uyarı ile gerçekleştirilmiştir. Median ve ulnar sinirlerin duyuşal aksiyon potansiyelleri (DAP) antidromik yöntemle median sinir için 2. parmak ve ulnar sinir için 5. parmaktan yüzük elektrot kaydı ile elde edilmiştir. Ayrıca median sinir için avuç içi-bilek segmentinde ve ön kolda ortodromik yöntemle mikş iletici çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Her iki alt ekstremitede sural sinir DAP incelemesi dış malleolun lateral bölgesinden kayıt yapılarak 12-15 cm proksimalden antidromik yöntemle uyarılmıştır.

Median ve ulnar sinir motor iletici çalışmalarında iletim hızları 50 m/s'nin altındaki değerler anormal olarak kabul edilmiştir. Median sinir için BKAP amplitüdü 6,8 mV'un altı, motor distal latansı 3,8 ms'nin üzeri anormal kabul edilmiştir. Ulnar sinir için BKAP amplitüdü 8,7 mV'un altı, motor distal latansı 3,3 ms'nin üzeri anormal olarak kabul edilmiştir. Median sinir için 7,4 µV altı ve ulnar sinir 7,2 µV altı DAP amplitüdü; iletici hızı 40 m/s altı anormal kabul edilmiştir. Median sinir mikş iletici çalışmasında avuç içi bilek segmenti için

48 μ V altı amplitüd ve 36,7 m/s altı hız; ön kolda 14 μ V altı amplitüd ve 50 m/s altı hız anormal olarak kabul edilmiştir. Tibial sinir motor distal latansı için 5,9 ms'nin üzeri, tibial sinir BKAP amplitüdü için 5,9 mV'un altı, sural sinir DAP amplitüdü için 9,5 μ V'un altı değerler anormal olarak kabul edilmiştir.

Vakaların ultrasonografik değerlendirilmesinde hastalar supin pozisyonunda yatarken, Logic P5 cihazında 7-12 MHz lineer prob ile bilateral median, ulnar ve tibial sinir sinirlerin aksiyal olarak incelenmesi sonucunda sinirlerin alansal ölçümleri (mm^2 olarak) yapıldı. Sinirlerin ekojeniteleri, bal peteği görünüşleri kaydedildi. Median sinir el bileği seviyesinde karpal tünelin içinde, ön kolun ortasında ve dirsek seviyesinde brakial arter komşuluğunda, ulnar sinir el bileği seviyesinde ulnar arter komşuluğunda, ön kolun ortasında ve dirsekte kübital tünel içerisinde medial epikondil komşuluğunda, tibial sinir ise popliteal fossada ve ayak bileği seviyesinde tarsal tünel içinde değerlendirildi.

İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analiz 'Statistical Package for the Social Science Program' (SPSS Version 20.0) ile yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler yapıldı. İki grubun ortalamalarının karşılaştırılmasında student t testi, kategorik verilerin karşılaştırılmasında ki-kare ve Fisher'in exact ki-kare testi kullanıldı. p değeri 0.05'in altında istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Toplam 30 RA hasta ekstremitesi ve 24 sağlıklı kontrol ekstremitede çalışmaya alındı. RA hastalarının yaş (51.8 ± 9.3) ve vücut kitle indeksi ortalamaları (28.3 ± 4.2) ile kontrol grubunun yaş (46.4 ± 8.51) ve vücut kitle indeksi ortalamaları (26.6 ± 2.2) arasında istatistiksel olarak farklılık yoktu ($p=0.761$, $p=0.097$). RA hastalarının hastalık süresi ortalaması 62.4 ± 6.8 ay, sabah tutukluğu süresi ortalaması 10 ± 1.5 dakikaydı. RA hastalarının hepsinde RF pozitif, C-reaktif protein seviyeleri normaldi. RA hastalarının 4 tanesinde DN4 pozitif. Hastaların hastalık aktivitesinin görüldüğü CDAI ortalaması 13.03 ± 11.4 idi. Hastaların 9'unda (%16.7) el bileğinde, 2'sinde (%3.7) aktif sinovit vardı, 19'unda (%79.6) aktif sinovit yoktu.

RA hastalarının ve kontrol grubunun yapılan ENMG incelemesindeki median, ulnar ve tibial sinirlerin motor distal latans, amplitüd ve hızlarının farklı seviyelerdeki değerleri Tablo 1'de izlenmektedir. Buna göre median sinirin motor distal latansı ve duyu amplitüdü, ulnar sinirin dirsek seviyesinde hızı, sural sinir amplitüdü hasta grupta kontrol grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde farklıydı ($p<0.05$). Yine 6 RA hastasında, 2 sağlıklı kontrolde kübital tünel sendromu bulunmaktaydı. Bu fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.05$). RA hastalarının 4 tanesinde, sağlıklı grubun 2 tanesinde hafif tutulumlu karpal tünel sendromu bulunmaktaydı. Bu fark istatistiksel olarak anlamlıydı ($p<0.05$).

Tablo 1 | RA hastaları ve sağlıklıların yapılan ENMG incelemesindeki sinirlerin motor ve duysal ileti çalışma ortalamalarının karşılaştırılması.

	Hasta	Kontrol	p
MOTOR İLETİ ÇALIŞMALARI			
Median Sinir			
Amplitüd (μ V)	14.2 \pm 3.9	14 \pm 3.4	0.781
Distal latans (ms)	2.7 \pm 0.4	3 \pm 0.5	0.036*
Hız (m/s)	55.6 \pm 3.8	54.5 \pm 3.1	0.261
Ulnar Sinir			
Amplitüd (μ V)	13 \pm 3.1	12.6 \pm 2	0.533
Distal latans (ms)	2.2 \pm 0.2	2.3 \pm 0.3	0.619
Hız (önkol) (m/s)	58.6 \pm 5.1	59.4 \pm 5.2	0.567
Hız (dirsek) (m/s)	49.9 \pm 7.8	54.7 \pm 6.7	0.022*
Tibial Sinir			
Amplitüd (μ V)	14.5 \pm 5	14 \pm 4.8	0.721
Distal latans (ms)	3.7 \pm 0.7	3.4 \pm 0.5	0.181
Hız (m/s)	48.1 \pm 5.2	48.2 \pm 4.1	0.926
DUYU İLETİ ÇALIŞMALARI			
Median Sinir (ikinci parmak-bilek)			
Amplitüd (μ V)	42.4 \pm 12.2	35.5 \pm 16.1	0.080
Hız (m/s)	47.4 \pm 4.9	44 \pm 4.2	0.010*
Ulnar Sinir (beşinci parmak-bilek)			
Amplitüd (μ V)	40.2 \pm 15.7	37.9 \pm 14.7	0.595
Hız (m/s)	44.6 \pm 3.6	45.5 \pm 4.1	0.376
Sural Sinir			
Amplitüd (μ V)	20.7 \pm 7.4	16.2 \pm 4.1	0.010*
Hız (m/s)	40.4 \pm 3.1	40.6 \pm 3.5	0.862

Hastaların sonografik sinir alan ölçümlerinin kontrol grubuyla karşılaştırılması Tablo 1'de görülmektedir. Buna göre median sinir el bileği seviyesinde, ulnar sinirin el bileği, ön kol ortası ve kübital tünel seviyesinde, tibial sinirin de hem ayak bileği hem de poplitea seviyesinde sağlıklı kontrollere göre istatistiksel olarak anlamlı derecede büyük olduğu gözlemlendi ($p<0.05$).

Tartışma

Ultrason kas iskelet sistemi patolojilerini değerlendirmede çok önemli bir yere sahiptir. Periferik sinirlerin anatomik seyirlerini takip etmede, morfolojisini görüntülemeye, eşlik eden arter ve venlerin izlenmesinde, kemik çıkıntılar ve tünellerdeki durumlarının belirlenmesinde kullanılmaktadır (8).

Tablo 2 | RA hastaları ve sağlıklıların ultrasonografik olarak ölçülen sinir alan ortalamalarının karşılaştırılması.

	Hasta	Kontrol	p
Median Sinir Alanı (mm^2)			
El bileği	11.8 \pm 3.8	9.6 \pm 1.2	0.046*
Ön kol ortası	8.2 \pm 2.6	7.1 \pm 3.4	0.231
Dirsek	14.4 \pm 4.7	10.3 \pm 4.9	0.828
Ulnar Sinir Alanı (mm^2)			
El bileği	5.2 \pm 2.7	3.1 \pm 1.3	0.005*
Ön kol ortası	7.2 \pm 3.1	4.3 \pm 1.5	0.001*
Dirsek	10.6 \pm 3.2	7.9 \pm 3.4	0.016*
Tibial Sinir Alanı (mm^2)			
Ayak bileği	6.1 \pm 3.1	3.9 \pm 1.7	0.044*
Poplitea	29.9 \pm 12.1	17.3 \pm 6.4	0.003*

Periferik sinirlerin ultrasonografik olarak değerlendirilmesi hasta tarafından kolay tolere edilebilir, invaziv olmayan, tekrar tekrar uygulanabilir, dinamik değerlendirmeyi sağlayan bir yöntemdir. Ultrasonografide periferik sinirler aksiyal kesitte bal peteği görünümünde, longitudinal kesitte ise faskulleri uzunlamasına şekilde görünmektedir. Her sinir bası altında kaldığında ödemli ve şiş görünmektedir (9). Sinir bası altında kaldığında hücre gövdesi ve aksondaki morfolojik ve biyokimyasal değişikliklerle aksonal transport bozulduğu için proksimal kısmı ödemlenir. Bundan dolayı tıpkı diğer polinöropatilerde olduğu gibi (Diabetes mellitus, Charcot-Marie-Tooth, kronik inflamatuvar demyelinizan nöropati...) ultrasonda sinirde şişlik izlenmektedir.

Aslında nöroapatik şikayetleri olan RA hastalarında inceleme için altın standart elektrofizyolojik incelemelerdir. Fakat literatürde birçok çalışmada elektrofizyolojik parametrelerle klinik bulgular arasında korelasyon saptanmamıştır (6,5,7). Sim Kyung M ve ark.'ları RA hastalarında elektrofizyolojik değişiklikleri ve bunların demografik, klinik ve laboratuvar parametreleriyle ilişkisini araştırdıkları çalışmalarında sadece yaşlı olan ve anti-CCP'si pozitif olan hastaların nöroapatik değişiklikler açısından elektrofizyolojik olarak incelenmesini önermişlerdir (10).

Ayrıca elektrofizyolojik olarak çalışılan sinir iletim çalışmalarını pahalı, zaman alıcı, kısmen de olsa invaziv ve tüm merkezlerde ulaşılamayan incelemeler olarak tanımlanmaktadır (11). Ayrıca elektrofizyolojik çalışmalar sinirin altta yatan patolojisini göstermemektedir. Ultrasonografik incelemede ise sinire bası oluşturan fleksör tenosinovit gibi bir durum görülebilmektedir. Bizim çalışmamızda da elektrofizyolojik değerlendirmede lokal bası durumlarına ait sonuçlar elde edilirken RA'ye bağlı sinirlerin bozulan fonksiyonlarını gösteren bulguya rastlanılmamıştı. Öte yandan sonografik olarak sadece basıya maruz kaldığı yerlerde değil diğer değerlendirilen kısımlarda da ödemli ve şiş olduğu gözlenmişti. Yapılan çalışmalarda periferik sinirlerin ultrasonografik değerlendirilmesi genelde yapılan elektrofizyolojik çalışmalarla uyumlu bulunmuştur (12,13). Ama bunlar genelde kompresyona bağlı çalışmalardı. Bizim çalışmamızda ise RA gibi sinirin tüm anatomik seyri boyunca etkileyebilecek bir neden vardı. Aynen bu literatürlerde olduğu gibi çalışmamızda da kompresyon olan yerlerde tanıda hem ENMG hem ultrasonografi başarıyla tüm anatomik seyir boyunca ultrasonografi değişiklikleri göstermede daha başarılıydı. Bundan dolayı RA gibi periferik sinirleri etkileyen bu durumlarda ENMG yanında mutlaka ultrasonografik olarak değerlendirilmesi gerekmektedir.

Çalışmamızın eksik tarafı RA'in periferik sinirlerde yaptığı değişiklikleri biyopsi alarak histopatolojik olarak doğrulamamızdı. Fakat bu daha invaziv bir işlemdi. Hasta ve kontrol sayılarının fazla olduğu, histopatolojik tanıların da olduğu daha çok sayıda prospektif çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

Sonuç

RA hastalarında nöroapatik şikayetler bulunmasa bile sinirlerin morfolojik olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. RA hastalarının periferik sinirlerinde henüz fonksiyonları bozulmamasına rağmen morfolojik değişiklikler olabilmektedir. Bunlardan dolayı RA hastalarında periferik sinirlerin sonografik olarak değerlendirilmesi önemlidir.

Kaynaklar

1. Turesson C, O'Fallon WM, Crowson CS, et al. Occurrence of extraarticular disease manifestations is associated with excess mortality in a community based cohort of patients with rheumatoid arthritis. *J Rheumatol* 2002;29:62-7.
2. Johnson RL, Smyth CJ, Holt GW, et al. Steroid therapy and vascular lesions in rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum* 1959;2:224-9.
3. Good AE, Christopher RP, Koepke GH, et al. Peripheral neuropathy associated with rheumatoid arthritis: a clinical and electrodiagnostic study of 70 consecutive rheumatoid arthritis patients. *Ann Intern Med* 1965;63:87-99.
4. Nadkar MY, Agarwal R, Samant RS, et al. Neuropathy in rheumatoid arthritis. *J Assoc Physicians India* 2001;49:217-20.
5. Agarwal V, Singh R, Wiclaf, Chauhan S, Tahlan A, et al. A clinical, electrophysiological, and pathological study of neuropathy in rheumatoid arthritis. *Clin Rheumatol* 2008;27(7):841-4.
6. Kaeley N, Ahmad S, Pathania M, et al. Prevalence and patterns of peripheral neuropathy in patients of rheumatoid arthritis. *J Family Med Prim Care*. 2019;8(1):22-26.
7. Lanzillo B, Pappone N, Crisci C, et al. Subclinical peripheral nerve involvement in patients with rheumatoid arthritis. *Arthritis Rheum* 1998;41:1196-202.
8. Hung CY, Hsiao MY, Özçakar L, et al. Sonographic Tracking of the Lower Limb Peripheral Nerves: A Pictorial Essay and Video Demonstration. *Am J Phys Med Rehabil*. 2016;95(9):698-708.
9. Kowalska B, Sudof-Szopińska I. Normal and sonographic anatomy of selected peripheral nerves. Part III: Peripheral nerves of the lower limb. *J Ultrason*. 2012;12(49):148-63.
10. Sim MK, Kim DY, Yoon J, et al. Assessment of peripheral neuropathy in patients with rheumatoid arthritis who complain of neurologic symptoms. *Ann Rehabil Med*. 2014;38(2):249-55.
11. Karadag O, Kalyoncu U, Akdogan A, et al. Sonographic assessment of carpal tunnel syndrome in rheumatoid arthritis: prevalence and correlation with disease activity. *Rheumatol Int*. 2012;32(8):2313-9.
12. Rayegani SM, Raeissadat SA, Kargozar E, et al. Diagnostic value of ultrasonography versus electrodiagnosis in ulnar neuropathy. *Med Devices (Auckl)*. 2019;12:81-88. doi: 10.2147/MDER.S196106. eCollection 2019.
13. Drakopoulos D, Mitsiokapa E, Karamanis E, et al. Ultrasonography Provides a Diagnosis Similar to That of Nerve Conduction Studies for Carpal Tunnel Syndrome. *Orthopedics*. 2019;42(5):e460-e464.