



# Non-Spesifik Boyun Ağrısında Üst Ekstremitte Fonksiyonlarında Görülen Değişiklikler

## Changes in Upper Extremity Functions in Non-Specific Neck Pain

Abdulkadir GÖZ<sup>1</sup>, Sevgi ÖZALEVLİ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Tarsus Devlet Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Ünitesi, Mersin, Türkiye

<sup>2</sup>Dokuz Eylül Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Fakültesi, Kardiyopulmoner Fizyoterapi Rehabilitasyon Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

**Yazışma adresi:** Abdulkadir GÖZ ✉ fzt.kadir@hotmail.com

### ÖZ

Non-spesifik boyun ağrısı, nörolojik bulgu ve belirgin yapısal patoloji olmaksızın boynun posterior ve lateral kısmında superior nuchael çizgi ile 1. torakal vertebranın spinöz çıkıntısı arasında kalan ağrı olarak tanımlanmaktadır. Kadınlarda erkeklere göre daha fazla görülmektedir. Boyun ağrısının üst ekstremitte fonksiyonlarını etkilediği düşünülmektedir. En çok etkilenen fonksiyonların el becerileri, kavrama kuvveti, propriosepsiyon ve reaksiyon süresi olduğu bilinmektedir. Kesin nedeni bilinmese de mekanik yükleme, minör periferik sinir hasarı ve dekontüsyonun boyun ağrılı bireylerde üst ekstremitte fonksiyonlarını olumsuz etkileyerek yaşam kalitesini azalttığı bildirilmektedir. Literatürde boyun ağrısı olan hastalar sıklıkla üst ekstremitte problemleri yaşadığı belirtilmesine rağmen boyun ile üst ekstremitte arasındaki ilişkiyi değerlendiren sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır.

**ANAHTAR SÖZCÜKLER:** Non-spesifik boyun ağrısı, Üst ekstremitte fonksiyonları, El becerisi

### ABSTRACT

Non-specific neck pain is defined as pain in the posterior and lateral part of the neck between the superior nuchal line and the spinous process of the 1st thoracic vertebra, without any neurological findings or obvious structural pathology. It is more common in women than men. Neck pain is thought to affect upper extremity functions. It is known that the most affected functions are dexterity, grip strength, proprioception, and reaction time. The exact cause is unknown but it has been reported that mechanical loading, minor peripheral nerve damage and deconditioning affect the upper extremity functions negatively and reduce the quality of life in individuals with neck pain. Although it is stated in the literature that patients with neck pain often experience upper extremity problems, there are limited studies evaluating the relationship between the neck and upper extremity.

**KEYWORDS:** Non-specific neck pain, Upper extremity functions, Hand dexterity

### ■ GİRİŞ

**N**on-spesifik boyun ağrısı (NSBA), nörolojik bulgu ve belirgin yapısal patoloji (kırık, tümör, enfeksiyon ya da inflamatuvar spondiloz vb.) olmaksızın boynun posterior ve lateral kısmında superior nuchael çizgi ile 1. torakal vertebranın spinöz çıkıntısı arasında kalan ağrı olarak tanımlanmaktadır. Kadınlarda erkeklere göre daha fazla görülmele birlikte genel popülasyonda yaşam boyu insidans oranı %12

ila %70 olan NSBA, tüm fizyoterapi başvuru sebeplerinin yaklaşık %25'ini oluşturmaktadır (5,16).

Kas, bağ, bursa, eklem, disk, nöromüsküler kavşaktaki patolojiler, servikal bölge kas aktivasyonundaki değişiklikler ve propriosepsiyon duyusundaki bozukluklar servikal yapıların mekanik özelliklerini değiştirmekte ve bu değişiklikler de boyun ağrısı ve dizabiliteye neden olabilmektedir (9,33).

### Üst Ekstremitte Etkilenimi

Boyun bölgesinde görülen ağrı, yakın anatomik ilişkileri nedeniyle üst ekstremitteyi de etkileyebilmektedir (8). Bu nedenle boyun ağrısı olan hastalar, sıklıkla üst ekstremitte problemlerinden yakınmaktadır (21). Nörolojik bulguların eşlik etmediği boyun ağrılı hastalarda yapılan bir çalışmada hastaların %67'sinde üst ekstremitte semptomlarının mevcut olduğu saptanmıştır (11). Literatürde, boyun ağrılarında eşlik eden omuz problemlerinin boyun dizabilitesini ve ağrının tekrarlama riskini öngördüğü bildirilmektedir (9). NSBA olan hastalarda üst ekstremitte problemlerinin gelişmesine yol açan mekanizmalar tam olarak anlaşılamasa da üç mekanizma üzerinde durulmaktadır. Bunlar mekanik yüklenme, minör periferik sinir hasarı ve dekonduzyondur (20).

Birincisi, üst ekstremiteler muskuloskeletal yapılar aracılığıyla boyun ve omuz kuşağına mekanik olarak bağlıdır. Üst ekstremitteye mekanik yüklenmenin artması, boyun eklem ve bağ yapılarında mekanik yükü artırmakta ya da koruyucu spazma sebep olarak boyun ağrısına neden olmaktadır (14). Bu durum hastaların üst ekstremitte kullanımını olumsuz etkileyebilmektedir (10,21,24,33).

İkinci olarak, üst ekstremiteler brakial pleksus yoluyla mekanik olarak boyuna bağlıdır. Araştırmalar, NSBA'da üst ekstremitte görülen yaygın ağrılı semptomların, sinir fonksiyonunda belirgin bir değişikliğin olmadığı nispeten küçük sinir yaralanmalarından kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Nörojenik boyun ağrısı, servikal sinir köklerinin bağ dokusu yapısı içinde ve çevresinde inflamasyonu ve artmış nöral mekanik duyarlılık ile sonuçlanabilir. Üst ekstremitte işlevi, boyun da dahil olmak üzere brakial pleksus boyunca nöral yapıların kayması veya elongasyonu ile sonuçlanır. Boyundaki inflamuar ve hassas nöral yapıların elongasyonu boyun ağrısına yol açarak bu hastaların üst ekstremitelerini kullanmakta sorun yaşamalarına neden olabilmektedir (21).

Son olarak, eğer hastalar doğrudan mekanik bir ağrı tepkisi nedeniyle üst ekstremitelerinin işlevsel kullanımını kısıtlarsa, bu fiziksel dekonduzyona neden olmakta, bu durum da kardiyovasküler kapasitenin ve kasların kuvvet ve endüransının azalmasına yol açmaktadır. Hastalar sıklıkla ağır ev ve bahçe işleri, ağır taşıma veya kolun serbest hareketlerini içeren sporlar gibi kuvvet ve endürans gerektiren aktivitelerde zorlanmaktadır (20,21).

Mahmoud ve ark. 2020 yılında 60 NSBA'lı hasta ve 30 sağlıklı kontrolle yaptıkları çalışmada NSBA'lı olguların el kavrama kuvveti, parmak kavrama kuvveti ve el kavrama endüransı açısından kontrol grubuna göre daha kötü sonuçları olduğunu bildirmiştir. Yazarlar ayrıca Kısa Form McGill ölçeği ile sorguladıkları ağrı skoru ile el kavrama kuvveti arasında negatif yönde anlamlı korelasyon olduğu sonucuna ulaşmıştır (19). Benzer şekilde Fayed ve ark. da 2014 yılında boyun ağrısı olan 25 diş hekiminde boyun ağrısı ve el kavrama kuvveti arasındaki ilişkiyi incelemiş ve boyun ağrısı ile el kavrama kuvveti arasında yüksek düzeyde korelasyon olduğunu bildirmiştir (10). McLean ve ark. 151 NSBA'lı hastada yaptıkları çalışmada boyun ağrısı/dizabilitesi ile üst ekstremitte dizabilitesi arasında ilişki olduğunu belirtmiştir (21). Osborn ve Jull 2013 yılında 103 NSBA'lı

hastada yaptıkları çalışmada boyun dizabilitesi ile üst ekstremitte dizabilitesi arasında ilişki olduğunu belirtmiştir. Çalışmaya katılan hastaların %80'i spontan olarak üst ekstremitte aktivitelerinin boyun ağrılarını şiddetlendirdiğini bildirmiştir (24). Benzer olarak Jang ve ark. 2013 yılında yaptıkları çalışmada boyun dizabilitesi ile üst ekstremitte dizabilitesi arasında korelasyon olduğunu ve şiddetli boyun ağrısı/dizabilitesi olan hastaların ciddi üst ekstremitte dizabilitesi bildirdiklerini ifade etmiştir (18). Gurav ve Panhale 2017 yılında 30 NSBA'lı hasta ve 30 sağlıklı kontrolle yaptıkları çalışmada katılımcılara Neck Disability Index (NDI), Disabilities of The Arm, Shoulder and Hand (DASH) ölçeği ve Single Arm Military Press (SAMP) testleri uygulamış ve boyun ağrısı olan ve olmayan bireyler arasında SAMP skorları açısından anlamlı fark bulmuştur. Yazarlar ayrıca NDI skorları ile hem DASH hem de SAMP skorları arasında anlamlı ilişki olduğunu belirtmiştir (15). Bu konudaki en güncel çalışma ise 2021 yılında Ünlüer ve Ateş'in yaşlı bireylerde boyun ağrısı ile üst ekstremitte fonksiyonları arasındaki ilişkiyi incelediği çalışmadır. Bu çalışmada yaşlı bireylerin boyun ağrıları Görsel Analog Skala ile sorgulanmış, üst ekstremitte fonksiyonları ise 9 delikli Peg testi ile değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda boyun ağrısı olan yaşlı bireylerde üst ekstremitte fonksiyonlarının da etkilendiği bildirilmiş ve boyun ağrısı ile dominant olmayan üst ekstremitte fonksiyonu arasında ilişki olduğunu belirtilmiştir (33).

### Propriosepsiyon

Propriosepsiyon, vücut bölümlerinin birbirine göre hareket veya konumunun algılanmasıdır. Kalitesi çoğunlukla, gözler kapalı iken ilgili vücut bölümünün konumlandırma doğruluğu ölçülerek değerlendirilmektedir (17). Proprioseptif bilgi motor kontrol için önemlidir (26). Bu bilginin kalitesi düştüğü takdirde ince motor hareketleri gerçekleştirmek çok daha zor olacaktır (3). Proprioseptif, görsel ve vestibüler sistemler, hareketlerin kontrolü için gerekli olan sensorimotor sisteme bilgi sağlamaktadır (25). Hareketlerin kontrolü ve doğruluğu için görsel ve proprioseptif girdi oldukça önemlidir (28). Merkezi sinir sistemi, başlangıç ve hedef konumlar arasındaki hareket mesafesini tahmin etmek için duyuşal bilgileri bütünleştirmektedir. Başarılı sensorimotor entegrasyon, belirli bir hareketi gerçekleştirmek için verimli bir motor planı oluşturmayı içermektedir. Bu nedenle, hatalı sensorimotor entegrasyon ve/veya anormal proprioseptif bilgi, uyarılara yanıtın gecikmesine ve hız ve doğruluk açısından performans kaybına yol açabilmektedir (29).

Servikal proprioseptif bilgi, vestibüler, görsel ve merkezi sinir sistemi bağlantıları sebebiyle sensorimotor işlevin önemli bir komponentidir (32). Boyun kaslarının, pozisyon ve hareket hissi için önemli olan kas içiçi yoğunluğu yüksektir (2). Hareket ve destek rollerine ek olarak, servikal kaslar baş ve gözlerin stabilizasyonu ile ilişkili refleks sistemleri, vestibüler fonksiyon ve genel postüral oryantasyon ve stabilizeye hizmet eden proprioseptif sistemler ile yakından ilişkilidir. Servikal bölgede ağrı nedeniyle kaslardan gelen afferent feedbacklerdeki değişimlerin, servikal motor kontrolünde önemli değişikliklere neden olması beklenir. Buna göre çeşitli görevler sırasında boyun ağrısı olan bireylerde kas aktivitesinde değişiklik gözlenmiştir (9). Motor aktivite ve ağrıdaki değişiklik, afferent duyuşal

propriozeptif girdileri etkilemekte ve bu nedenle boyun ağrılı bireylerde repropriozeptif bozulmaktadır (33). Ayrıca propriozeptif sistemdeki kayıpla beraber sensorimotor entegrasyon da bozulmaktadır. Anormal propriozeptif bilgi, uyarılara yanıtta gecikmeye ve hız ile doğruluk açısından değişen performansa yol açmaktadır (30). Boyun ağrısı olan hastalarda hedefe yönelik kol hareketlerinde ve pozisyon duyusunda azalma da gösterilmiştir (17,27).

Huysmans ve ark. 2010 yılında NSBA ve üst ekstremitte ağrısı olan hastalarda üst ekstremitte pozisyon hissini değerlendirmek amacıyla NSBA ve üst ekstremitte ağrısı olan 23 hasta ve 26 sağlıklı kontrol ile yaptıkları çalışmada, ağrısı olan hastaların sağlıklı kontrollere kıyasla %20-30 daha fazla pozisyon hatası yaptıklarını ve ağrılı olguların hassas görevleri yerine getirmede kısıtlılık yaşadığını bildirmiştir (17). Ünlüer ve Ateş ise 2021 yılında yaşlı erişkinlerde boyun ağrısının omuz pozisyon duyusunu ve üst ekstremitte fonksiyonlarını etkileyip etkilemediğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada boyun ağrısı olan yaşlı erişkinlerde üst ekstremitelerde pozisyon duyusu ve fonksiyonunda azalma olduğunu bildirmişlerdir. Ünlüer ve Ateş ayrıca üst ekstremitte pozisyon hissinde görülen kaybin hastaların bağımsızlık düzeyini etkileyebileceği sonucuna ulaşmışlardır (33). Sandlund ve ark.'nın Boyun ağrılı (NSBA ve whiplash yaralanması) ve sağlıklı bireylerde hedefe yönelik hareketler sırasında propriozeptif fonksiyonları değerlendirdikleri çalışmada da boyun ağrılı bireylerde propriozeptif fonksiyonun etkilendiğini ve bu nedenle hedefe yönelik hareketler sırasında son nokta keskinliğinin azaldığını bildirmiştir (27).

### Reaksiyon Zamanı

Reaksiyon zamanı, uyarı ile eylemin gerçekleşmesi için gerekli olan hazırlık süresi olarak açıklanmaktadır (22). Reaksiyon zamanı iki aşamadan oluşmaktadır. Uyarının alınması ile kas hareketinin başlaması arasında geçen süre reaksiyon süresinin ilk aşaması olarak tanımlanır. Bu zaman aralığı hareket gerçekleşmeden önce herhangi bir tepki olup olmadığına karar verme aşamasıdır. İkincisi motor süre olarak adlandırılır. Bu aşama potansiyel kas hareketinden gerçek hareketin başlamasına kadar geçen süreye karşılık gelmektedir (13). Reaksiyon süresindeki değişimler kas-iskelet sistemi yaralanma riskiyle ilişkilidir (31).

Boyun ağrılı hastalarda azalan propriozeptif fonksiyonla beraber sensorimotor entegrasyon da bozulmaktadır. Tüm bu süreç sonunda reaksiyon zamanında kayıplar görülmektedir. Azalan el reaksiyonu ve tepki sürelerinin yanı sıra bozulmuş el-göz koordinasyonu da bireyin günlük faaliyetlere katılma becerisini olumsuz etkileyebilmektedir. Gerçek hayattaki özellikle araba kullanmak, yazmak, spor yapmak ve müzik aletleri çalmak gibi birçok görev, hızlı bir reaksiyon ve koordinasyon becerisi gerektirmektedir. Bu nedenle, reaksiyon süresinin boyun ağrısı olan bireylerde değerlendirilmesi önerilmektedir (30).

Sittikraipong ve ark. 2020 yılında boyun ağrılı bireylerde el ayak reaksiyon ve tepki süreleri ile el-göz koordinasyonunu araştırmak ve boyun ağrısının klinik özellikleri ile ilişkisini belirlemek amacıyla boyun ağrısı olan 60 hasta ve 60 sağlıklı kontrolle yaptıkları çalışmada boyun ağrısı olan bireylerde kontrol grubuna göre daha yavaş el ve ayak reaksiyonu ve tepki süreleri

olduğunu bildirmiştir. Ayrıca boyun ağrılı olguların el-göz koordinasyonunda bozulmalar yaşadığını ifade etmiştir. Yazar, sonuçların boyun ağrısı ile ilişkili sensorimotor eksiklikleri ortaya koymaktadır ve bunların, boyun ağrısı olan bireylerin klinik değerlendirmesinde dikkate alınması gerektiğini belirtmiştir (30).

Üst ekstremitte disfonksiyonu, bireyi günlük yaşam aktivitelerinde bağımlı hale getirebilen, yaşam kalitesini etkileyen boyun ağrısı gibi bir dizi klinik durumdan kaynaklanabilmektedir (33). Kronik ağrısı olan bireylerde fonksiyonel kısıtlılık ile dizabilite arasında ilişki olmakla birlikte ağrı yönetimi için sağlık hizmetlerini ve ilaçları sıklıkla kullanmaktadır. Bu durum bir halk sağlığı sorunu olarak kabul edilmekte, yüksek sosyoekonomik maliyetlere ve iş gücü kaybına neden olmaktadır. Ayrıca boyun ağrısı, bireylerin üst ekstremitte fonksiyonlarını etkileyerek günlük yaşam aktivitelerini kısıtlamaktadır. Tüm bu faktörler güçlü bir şekilde ilişkili olduğundan NSBA'lı hastalarda sağlıklı ilişkili yaşam kalitesinin olumsuz etkilendiği düşünülmektedir (5,33).

### Boyun Ağrısında Üst Ekstremitte Fonksiyonlarını Değerlendirmede Kullanılan Yöntemler

Literatürde boyun ağrılı olgularda üst ekstremitte değerlendirmesinde kullanılan yöntemler incelendiğinde, üst ekstremitte dizabilitesi için DASH ve QuickDASH ölçekleri en sık kullanılan yöntemler olarak karşımıza çıkmaktadır (1,12,15,18,21,23,24,31). Üst ekstremitte performansı ve ince el becerisini değerlendirmede 9 Delikli Peg Testi sıklıkla kullanılmaktadır (6,33). El ve parmak kavrama kuvvetleri ise dinamometre ve pinçmetre ile ölçülmektedir (6,7,10). Üst ekstremitte kuvvet ve endüransı genellikle Single Arm Military Press (SAMP) test ile değerlendirilmektedir (1,15,20). Üst ekstremitte pozisyon hissi dijital inklinometre veya bilgisayarlı sistemler aracılığıyla değerlendirilmektedir (17,33). Günümüzde reaksiyon zamanını değerlendirmede bilgisayarlı sistemlerden de yararlanılmaktadır (30).

### ■ SONUÇ

Sonuç olarak literatürü incelediğimizde boyun ağrısı ile üst ekstremitte fonksiyonları arasındaki ilişkiyi vurgulayan çalışmalar olmasına rağmen üst ekstremitte fonksiyonlarını bütüncül bakış açısıyla farklı anketler ve performans ölçümleriyle detaylı olarak değerlendiren çalışmalara rastlanmamıştır. Boyun ağrılı hastalarda üst ekstremitte performansını detaylı olarak değerlendiren ve boyun ağrısıyla ilişkisini inceleyen çalışmalara ihtiyaç vardır.

### ■ KAYNAKLAR

1. Alreni ASE, Harrop D, Lowe A, Potia T, Kilner K, McLean SM: Measures of upper limb function for people with neck pain. A systematic review of measurement and practical properties. *Musculoskelet Sci Pract* 29:155-163, 2017
2. Boyd-Clark L, Briggs C, Galea M: Muscle spindle distribution, morphology, and density in longus colli and multifidus muscles of the cervical spine. *Spine* 27(7):694-701, 2002
3. Burdet E, Osu R, Franklin DW, Milner TE, Kawato M: The central nervous system stabilizes unstable dynamics by learning optimal impedance. *Nature* 414(6862):446-449, 2001

4. Carr SD, Bowyer D, Cox G: Upper limb dysfunction following selective neck dissection: A retrospective questionnaire study. *Head Neck* 31(6):789-792, 2009
5. Cerezo-Téllez E, Torres-Lacomba M, Mayoral-Del-Moral O, Pacheco-da-Costa S, Prieto-Merino D, Sánchez-Sánchez B: Health related quality of life improvement in chronic non-specific neck pain: Secondary analysis from a single blinded, randomized clinical trial. *Health Qual Life Outcomes* 16(1):207, 2018
6. Cole TS, Almefty KK, Godzik J, Muma AH, Hlubek RJ, Martinez-del-Campo E, Theodore N, Kumar Kakarla U, Turner JD: Functional improvement in hand strength and dexterity after surgical treatment of cervical spondylotic myelopathy: A prospective quantitative study. *J Neurosurg Spine* 32(6):907-913, 2020
7. Egwu MO, Ajao BA, Mbada CE, Adeosun IO: Isometric grip strength and endurance of patients with cervical spondylosis and healthy controls: A comparative study. *Hong Kong Physiotherapy J* 27(1):2-6, 2009
8. Falla D, Bilenkij G, Jull G: Patients with chronic neck pain demonstrate altered patterns of muscle activation during performance of a functional upper limb task. *Spine* 29(13):1436-1440, 2004
9. Falla D, Farina D: Neuromuscular adaptation in experimental and clinical neck pain. *J Electromyogr Kinesiol* 18(2):255-261, 2008
10. Fayez ES: The correlation between neck pain and hand grip strength of dentists. *Occup Med Health Aff* 2:185, 2014
11. Frank A, De Souza L, Frank C: Neck pain and disability: A cross-sectional survey of the demographic and clinical characteristics of neck pain seen in a rheumatology clinic. *Int J Clin Pract* 59(2):173-182, 2005
12. Gane EM, McPhail SM, Hatton AL, Panizza BJ, O'Leary SP: The relationship between physical impairments, quality of life and disability of the neck and upper limb in patients following neck dissection. *J Cancer Surviv* 12(5):619-631, 2018
13. Geçitli G, Kavak S, Metiner H, Esmece M, Kesilmiş İ: Reaction time in target shooting sports: Perspective of bocce and archery. *Eur Res Sport Sci* 6(2):121-129, 2021
14. Gorski JM, Schwartz LH: Shoulder impingement presenting as neck pain. *JBJS* 85(4):635-638, 2003
15. Gurav RS, Panhale VP: The association between neck pain and upper limb disability in patients with non-specific neck pain. *Int J Allied Med Sci Res* 7(7):92-97, 2017
16. Hidalgo B, Hall T, Bossert J, Dugeny A, Cagnie B, Pitance L: The efficacy of manual therapy and exercise for treating non-specific neck pain: A systematic review. *J Back Musculoskelet Rehabil* 30(6):1149-1169, 2017
17. Huysmans MA, Hoozemans MJ, van der Beek AJ, de Looze MP, van Dieën JH: Position sense acuity of the upper extremity and tracking performance in subjects with non-specific neck and upper extremity pain and healthy controls. *J Rehab Med* 42(9):876-883, 2010
18. Jang HJ, Kim SY, Jeon JG, Shin EJ: The association between neck pain/disability and upper limb disability in patients with non-specific neck pain. *J Korea Academia-Industrial Cooperation Society* 14(6):2862-2868, 2013
19. Mahmoud MA, El Keblawy MA, El-Dein AS, El Erian AE: Relation between neck pain and hand function in patients with non-specific neck pain. *International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Research* 7(12):6471-6477, 2020
20. McLean S, Taylor J, Balassoubramanien T, Kulkarni M, Pattekar P, Darne R, Jain RV: Measuring upper limb disability in non-specific neck pain: A clinical performance measure. *Int J Physiotherap Rehab* 1(1):44-52, 2010
21. McLean SM, Moffett JK, Sharp DM, Gardiner E: An investigation to determine the association between neck pain and upper limb disability for patients with non-specific neck pain: A secondary analysis. *Man Ther* 16(5):434-439, 2011
22. Nakamoto H, Mori S: Sport-specific decision-making in a Go/NoGo reaction task: Difference among nonathletes and baseball and basketball players. *Percept Mot Skills* 106(1):163-170, 2008
23. Nitsure P, Welling A: Effect of gross myofascial release of upper limb and neck on pain and function in subjects with mechanical neck pain with upper limb radiculopathy: A clinical trial. *Int J Dental Med Res* 1(3):8-16, 2014
24. Osborn W, Jull G: Patients with non-specific neck disorders commonly report upper limb disability. *Man Ther* 18(6):492-497, 2013
25. Riemann BL, Lephart SM: The sensorimotor system, part I: The physiologic basis of functional joint stability. *J Athlet Train* 37(1):71, 2002
26. Sainburg RL, Ghilardi MF, Poizner H, Ghez C: Control of limb dynamics in normal subjects and patients without proprioception. *J Neurophysiol* 73(2):820-835, 1995
27. Sandlund J, Röijezon U, Björklund M, Djupsjöbacka M: Acuity of goal-directed arm movements to visible targets in chronic neck pain. *J Rehabil Med* 40(5):366-374, 2008
28. Sarlegna FR, Sainburg RL: The roles of vision and proprioception in the planning of reaching movements. *Adv Exp Med Biol* 629:317-335, 2009
29. Schouenborg J: Somatosensory imprinting in spinal reflex modules. *J Rehabil Med* 41 Suppl:73-80, 2003
30. Sittikraipong K, Silsupadol P, Uthaihpun S: Slower reaction and response times and impaired hand-eye coordination in individuals with neck pain. *Musculoskelet Sci Pract* 50:102273, 2020
31. Taimela S, Kujala UM: Reaction times with reference to musculoskeletal complaints in adolescence. *Percept Mot Skills* 75 Suppl 3:1075-1082, 1992
32. Treleaven J: Sensorimotor disturbances in neck disorders affecting postural stability, head and eye movement control. *Man Ther* 13(1):2-11, 2008
33. Ünlüer N, Ateş Y: An investigation of neck pain in older adults, and its relation with shoulder position sense and upper extremity function. *Somatosens Mot Res* 38(4):333-338, 2021