

Kanat Skapula

Winging Scapula

İlknur AKTAŞ, Kenan AKGÜN*

Saygı Hastanesi, İstanbul, Türkiye

*İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye

Özet

Kanat skapula (KS), skapulanın medial kenarının veya inferior açısının göğüs duvarından uzaklaşmasıdır. KS nöromuskuler, muskuloskeletal veya yapısal nedenlerle oluşabilir. KS basit bir estetik sorun olmaktan çok önemli bir fonksiyonel problem olarak görülmeli ve tedavi edilmelidir. Fizik muayene ve tanısal çalışmalar klinisyene doğru tanıyı koymak için yardımcı eder. Bu derlemede KS tanı ve tedavisi geniş ölçüde ele alınacak ve literatür verileri aktarılacaktır. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg 2007;53:113-7.*

Anahtar Kelimeler: Kanat skapula, omuz ağrısı

Summary

Winging Scapula (WS) is a condition in which the scapula (usually the medial and inferior borders) is displaced away from the body. WS can occur from neuromuscular, musculoskeletal, or structural causes. WS should be treated as a significant functional problem is not simply an aesthetic issue. Physical examination and diagnostic studies help clinicians to make the correct diagnosis. Diagnosis and treatment of WS will be discussed extensively and data from literature will be presented in this review *Turk J Phys Med Rehab 2007;53:113-7.*

Key Words: Winging scapula, shoulder pain

Kanat skapula (KS), skapulanın medial kenarının veya inferior açısının göğüs duvarından uzaklaşmasıdır (Resim 1). Skapula alata olarak da bilinen bu klinik patolojinin nedenlerinin ortaya konması oluşabilecek komplikasyonların önlenmesi açısından çok önemlidir (1).

Anatomi ve Biyomekanik

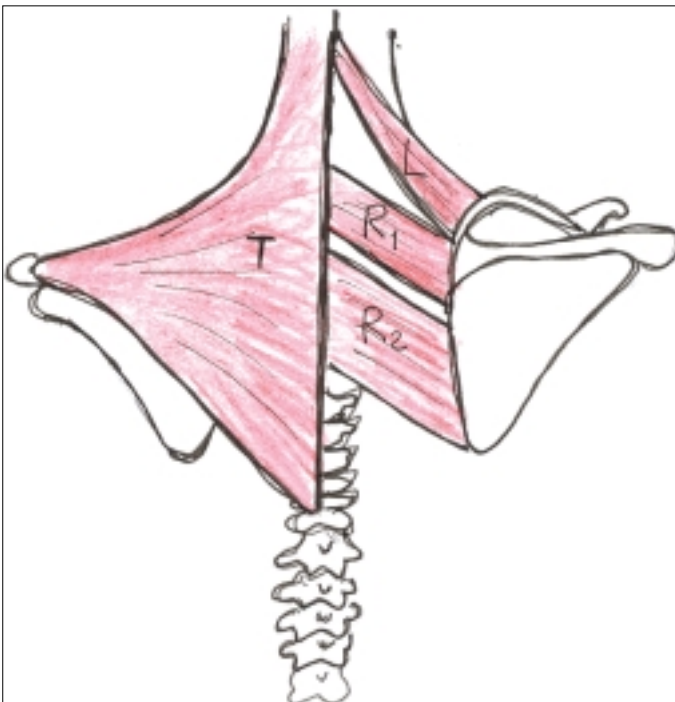
Skapula, 2 ile 7. kostalar arasında bulunur. Spina skapula dış tarafa doğru giderek genişler ve akromiyon ile son bulur, omuz eklemi gibi oldukça karmaşık ve hareket genişliği çok fazla olan eklemi yapısına katılır. Omuz kuşağını oluşturan kemik yapılar ve göğüs kafesi; glenohumeral eklem, akromioklavikular eklem, sternoklavikular eklem ve skapulotorasik eklemi oluşturur. Glenohumeral ve skapulotorasik eklem biyomekaniğine katkıda bulunan birçok kas olmasına rağmen üst ekstremité hareketleriyle skapulanın göğüs duvarından uzaklaşmasını önleyen anahtar kaslar; serratus anterior, trapez, romboidler ve levator skapuladır (2).

Muskulus Trapezius: Servikal ve torakal spinöz çıkıntılardan üst, orta ve alt trapez olarak adlandırılan üç grup kas olarak başlar, spina skapula ve akromiyona tutunur (Şekil 1). Trapez kasının üst bölümü omuz eklemi yukarı çeker ve glenoidi yukarı rotasyona getirir; orta bölüm skapulaya adduksiyon yaptırır; alt bölüm ise serratus anteriorla beraber skapulayı göğüs duvarına fikse ederek, skapula depresyonu ve glenoidin inferiora rotasyonunu sağlar (1). Aksesuar sinir tarafından innerve edilir. Bu sinirin internal parçası bulbustan, eksternal parçası ise medullanın C1-5 segmentinden çıkarak kafa içinde birleşip aksesuar siniri oluşturduktan sonra juguler foramenin kafatasını terk eder. Sternokleidomastoid kasın arkasından bu kası da innerve ederek, önden arkaya doğru posterior servikal üçgenden geçerek, vücudun arka tarafına dolanır ve tüm trapez kası trasesi boyunca uzanarak bu kası innerve eder (3).

Muskulus Levator Skapula; Servikal vertebraların (C1-4) transvers çıkıntılarında başlar ve skapulanın medial yüzünün üst köşesine tutunur (Şekil 1). Skapulayı mediale ve yukarı çekerken glenoidi aşağıya rotasyona getirir. Servikal pleksustan



Resim 1. Sağ kanat skapula.



Şekil 1. Skapulanın göğüs duvarından uzaklaşmasını önleyen kasların posteriordan görünümü.

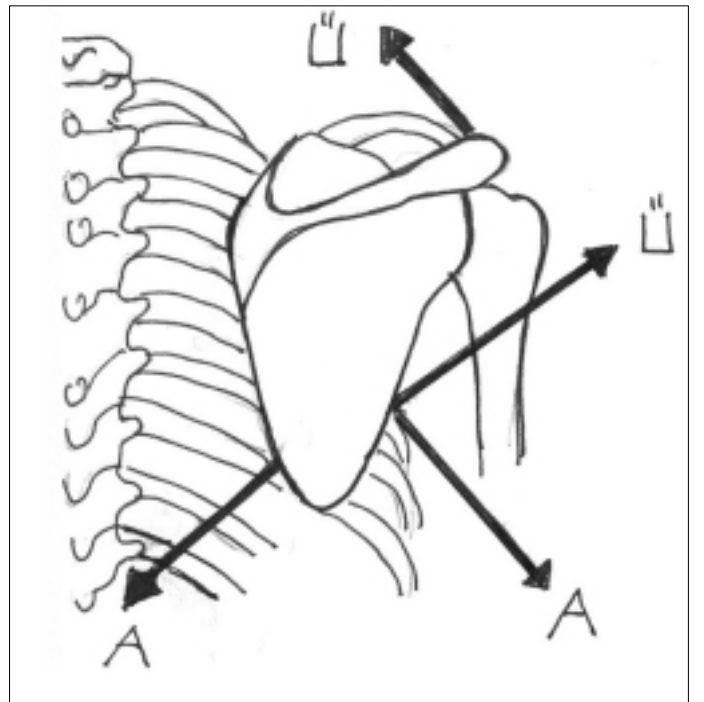
T: Trapez, L: Levator skapula, R1: Romboid minör, R2: Romboid majör

(C3-4) ve bazen de dorsal skapuler sinirin (C5) liflerinden inerve olur (1).

Muskulus Romboideus: Torakal vertebralarının (T2-5) spinöz çıkıntılarından başlar. Üstteki bölümü minör, alttaki bölüm major olmak üzere, iki bölümden oluşur ve skapulanın medial kenarına yapışır (Şekil 1). Romboidler (majör ve minör), skapula rotatordur ve glenoidi aşağıya çevirirler. Ayrıca skapulanın adduksiyon ve elevasyonuna yardım eder. C3-5 sinir köklerinden oluşan dorsal skapuler sinir tarafından inerve edilir (1).

Muskulus Serratus Anterior: Üst bölümü, 1. ve 2. kostalarla skapulanın superior köşesi arasında; orta bölümü, 2., 3. ve 4., kostalar ile skapulanın medial kenarının anterior yüzü arasında; alt bölümü ise, 5-9. kostalar ile skapulanın inferior köşesi arasında yer alır. Serratus anterior kası omuzun fleksiyonu sırasında glenoidin yukarı, skapulanın öne hareketine izin verir. Ayrıca göğüs duvarına karşı skapulanın medial kenarını sabitler. Uzun torasik sinir (C5-C7) tarafından inerve olur. Brakiyal pleksus ve klavikulanın altından 1. kostanın üstünden geçer. Göğüs duvarının lateral yüzü boyunca aşağı inerek serratus anterior kasını inerve eder (4,5).

Omuzda iki kuvvet çifti vardır. Birincisi üst trapez ve üst serratus anterior kasları, ikinci ise alt trapez ve alt serratus anterior kaslarıdır. Üst kuvvet çifti skapulanın yukarı rotasyonu ile kolu eleve ederler. Alt kuvvet çifti bir sinerjist olarak görev yaparak, kanatlaşmayı kontrol ederler ve skapulanın distal segmentinin toraks kafesi ile temasta bulunmasını sağlarlar (Şekil 2). Trapez kası abduksiyon için daha kritik rol oynarken serratus kası, fleksiyon için daha önemlidir. Her iki kas deltoid için stabilizör olarak görev yapar, bir fikse segment olarak skapula üzerinde kolun elevasyonuna izin verirler. Orta trapez ve romboidler skapulanın stabilizasyonunda (eksantrik kontrol) önemli görev yüklenirler. Latissimus dorsi ve pektoral kaslar humerusa yapışması nedeniyle toraks kafesine skapulayı fikse edecekler ve kolun hareketi için stabiliteyi sağlayacaklardır (6).



Şekil 2. Omuzun üst (Ü) ve alt (A) kuvvet çiftleri.

Humerus, skapula ve klavikulanın belirli bir düzen içinde yaptıkları hareket skapula-humeral ritim olarak tanımlanır. Kolun abduksiyonunun her 15 derecesinde 10 derecelik glenohumeral hareket olurken 5 derece skapulotorasik (skapula rotasyonu) hareket olur. Bu oran 2:1'dir (6,7). Kolun 90 derece abduksiyonunda glenohumeral eklem hareketi 60 derece iken skapula rotasyonu 30 derecedir. Kolun tam elevasyonunda skapula rotasyonu 60 derece olurken glenohumeral eklem hareketi 120 dereceye ulaşır. Glenohumeral eklem ve skapula torasik eklemde oluşan skapulohumeral hareket, akromiyoklaviküler eklem aksisi etrafındaki harekettir. Bu nedenle akromiyoklaviküler eklem ve sternoklaviküler eklem kolun tam hareketi için çok önemli rol oynar (6,8).

Etiyoloji

KS nedenleri primer ve sekonder olarak sınıflandırılmaktadır. Primer nedenler olarak; skapulanın kendine ait kemik lezyonları, tümörler, kaynamamış skapululer kırıklar, genel iskelet deformiteleri (skolyoz), skapula stabilizasyonunda görevli kasların (serratus anterior, trapez, romboid) herhangi bir nedenle (travma, cerrahi vb.) hasarı, periskapululer kasların konjenital yokluğu ve kas distrofileri (fasyoskapulahumeral distrofi gibi) yanında skapulotorasik bursa ile ilgili problemler sayılabilir. Bunlarla beraber skapula stabilizasyonunda görevli kasların sinirlerinin travma, hastalık, aşılama, cerrahi girişimler (özellikle boyun, omuz, aksilla veya toraks) veya omuzda ağır yük taşıma gibi nedenlerle hasarlanması KS nedeni olabilirken (9-11) bu sinirlerle ilgili patolojilere ve radikülopatiyeye bağlı da gelişebilir (12,13). Parsonage-Turner sendromunda da (amyotrofik brakial nöralji) uzun torasik sinir tutulumu ile KS görülebilir (14). Konjenital inmemiş skapula gibi gelişimsel nedenler de primer nedenler arasında sayılmaktadır (15).

Sekonder olarak KS yapabilecek patolojiler; primer glenohumeral, subakromiyal patolojiler ve dengesiz kas kontraktürleri olarak sayılabilir. Primer ve sekonder nedenler yanında istemli KS'da mevcuttur. Kas hareketlerine çok hakim olabilen ve gövde kaslarını izole olarak çalıştırabilen insanlarda görülür (9).

Semptomlar

Hastalar genellikle omuz, skapula veya boyun bölgesinde ağrıdan yakınırlar. Omuz eklem hareket açıklığı genellikle kısıtlı ve ağrılıdır. Omuzun hareketi ile kütleme sesi ve KS'ye neden olan patolojiye bağlı olarak spesifik semptomlar ortaya çıkabilir. Spinal aksesuar sinir lezyonuna bağlı KS'li hastalarda omuz seviyesi sağlam tarafa göre düşüktür. Genellikle 70-90 dereceden daha fazla abduksiyon zordur ve ağrılıdır (16).

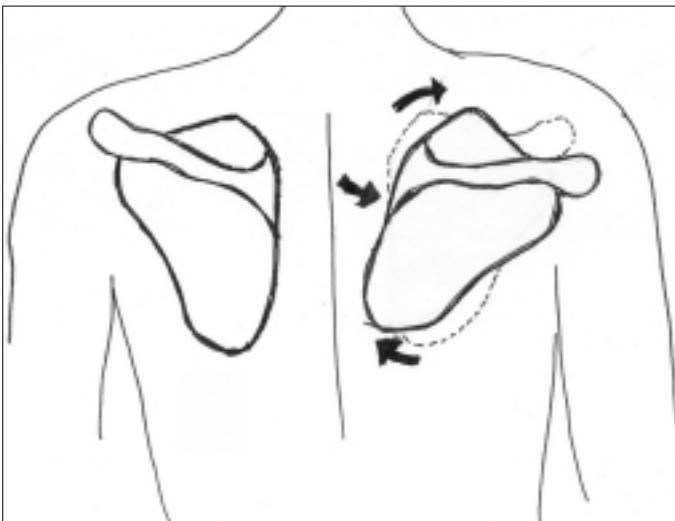
Uzun torasik sinir lezyonu olan hastalarda dominant olarak omuz ve skapula ağrısı yanında kola ve lateral servikal bölgeye yayılan ağrı da görülebilir. Ağrı dışında skapulanın kanatlaşmasına bağlı olarak otururken veya benzer aktivitelerde takılma hissi oluşabilir (16).

KS'nin diğer nedenleri de öncelikle yukarıdaki semptomlara neden olabilir. Hastalar sıklıkla omuzu kullanırken kas yorgunluğu, üst ekstremitede zayıflık yakınması ve omuz bölgesinde sabah tutukluktan yakınırlar (1,16). Ayrıca omuz biomekaniğinin bozulmasına bağlı olarak miyofasyal ağrı sendromu gelişebilir ve tetik noktaların varlığı, bu durumda ikinci bir ağrı kaynağı oluşturur (17).

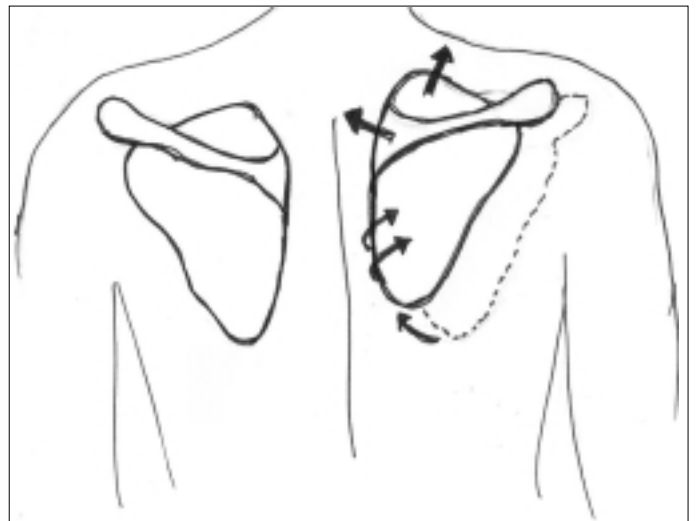
Klinik Değerlendirme

KS'nin değerlendirilmesinde iyi bir hikaye almak ve dikkatli bir fizik muayene tüm hastalıklarda olduğu gibi en önemli aşamadır. Hikayede özellikle ne zaman başladığı, şiddeti, travma, hastalık, aşılama, cerrahi girişimler ve ağır yük taşıma ile ilgili olaylar detaylı bir şekilde sorgulanmalıdır. Ağrının tipi, yeri, yayılımı, artıran faktörler, süresi dikkatlice sorgulanmalıdır. Hasta mutlaka çıplak olarak, hem istirahat pozisyonunda hem de omuz hareketleri sırasında değerlendirilmelidir.

İstirahatte değerlendirme: Hastanın toraks bölgesi ve omuzları anterior ve posterior olarak inspekte edilerek genel postür değerlendirilmesi yapılmalıdır. Kas atrofisi, asimetri, skolyoz, skapululer kanatlaşma, her iki omuz ekleminin seviyeleri, omuz kuşağına ait eklemlerde şişlik, deformite varlığı, konjenital inmemiş skapula (Sprengel deformitesi) saptanabilir (15). Nörojenik veya primer kas nedenli KS'si olan olgularda trapez, romboid veya supraskapululer fossanın daha derin kasları



Şekil 3. Aksesuar sinir lezyonlarında skapulanın görünümü. Okların gösterdiği yönde bir değişim izlenmektedir.



Şekil 4. Uzun torasik sinir lezyonlarında skapulanın görünümü. Okların gösterdiği yönde bir değişim izlenmektedir.

nın atrofisi vardır (1,18). Spinal aksesuar sinir lezyonunda skapula depresedir ve inferior açısı laterale kaymıştır (Şekil 3) (1,16,19). Uzun torasik sinir lezyonlarında skapula normal görülebilir veya eleve olabilir, inferior açısı mediale doğru rotasyona uğrar (Şekil 4) (1,16).

İstirahat halinde her iki skapulanın superior açısından, spina skapula seviyesinden ve inferior açısından spinöz çıkıntılara olan horizontal uzaklık ölçülerek skapulalar arasındaki asimetri değerlendirilir (20). Çeşitli kaslarda kas spazmı görülebilir veya palpe edilebilir. Bu etkilenmemiş kasların daha fazla zorlanmasına bağlıdır (21). Yakınmaların skapuladan veya omuzdan kaynaklandığını ayırmak çoğu zaman zordur. Bu nedenle üst ekstremitenin biyomekaniğine katkıda bulunan tüm kas-iskelet komponentlerinin klinik olarak dikkatli muayenesi gereklidir. Ayrıca KS'nin primer ve sekonder nedenlerini ayırabilmek için ayrıntılı boyun ve omuz muayenesi gerekir (22). Özellikle skapulaya yapışan kasların anatomisini bilmek çok önemlidir. Dikkatli bir nörolojik muayene ile nöromüsküler patoloji bulgularını dışlamak gereklidir. Fizik muayene, kranial sinir testlerini (özellikle omuz elevasyonu ile test edilen XI. kranial sinir), diğer üst ve alt ekstremite kaslarının, boyun ve yüz kaslarının manuel kas testini, refleks ve duyu muayenelerini de içermelidir (23).

Dinamik değerlendirme: Kol fleksiyona getirildiği zaman skapulanın medial kenarının mediale yer değiştirmesi ve kanatlaşması, hastadan omuz ve bel seviyesinde duvarı itmesi istendiğinde; skapulanın medial kenarının kanatlaşması, uzun torasik sinir lezyonu veya serratus anterior kasının disfonksiyonunda daha belirgin olur (12).

Romboid kaslarda zayıflık varsa serratus anteriorun fazla çalışmasına bağlı olarak fleksiyonda skapula aşağıya ve laterale yer değiştirir (24). Skapulanın laterale ve dorsale yer değiştirmesi (özellikle de alt bölümünün) kolların fleksiyon pozisyonunda yavaşça aşağıya indirilmesi ile de görülebilir (1).

Omuz abduksiyonu ile skapulanın kanatlaşması spinal aksesuar sinir lezyonu veya trapez kası disfonksiyonunda daha belirgin hale gelir. Omuz abduksiyonunun ilk 90 derecesinde skapulanın laterale yer değiştirmesi ve elevasyonu görülür. Doksan dereceyi geçtiğimizde belirginliği azalır. Öne fleksiyonla daha hafif bir kanatlaşma oluşur (1,16,19). Halbuki uzun torasik sinir lezyonlu olgularda kolu fleksiyonda 90 dereceden daha yukarı kaldırmak daha zordur (16,24).

Ayrıca hasta değerlendirmede istirahat pozisyonunda iken yavaş bir şekilde abduksiyon yaptırıp tekrar nötral pozisyona gelmesini sağlayarak skapulotorasik ritm gözlenmeli ve her iki skapula arasındaki fark kaydedilmelidir (25-27).

Skapululer stabilizasyonun kaybı ile oluşan omuz elevasyon sınırlandırılması ve ağrıyı, skapululer stabilizasyon testi ile doğrulayabiliriz. Bu amaçla hastanın skapulası elle komprese edilir. Bu manevra ile ağrı giderilir ve kolun horizontal seviye üzerine kaldırılması sağlanır (28). Skapulanın laterale kaymasının derecesinin belirlenmesi ve izlenmesi açısından dinamik olarak fleksiyonda ve abduksiyonda skapulanın inferior kenarının spinöz çıkıntılara olan uzaklıkları ölçülmelidir (29).

Yapısal nedenlere sekonder KS'de kanatlaşma, kolun pozisyonu ile değişmediği gibi kemik ve bursal patolojilere bağlı olanlarda skapular krepitasyon birlikte olabilir (24).

Tanısal Çalışmalar

KS klinik bir tanıdır. Bununla birlikte ileri tanısal testlerle nedeni irdelemek gerekir. Elektrodagnostik çalışmalar, nöromusküler nedenleri ortaya koymak için önemlidir. Radyografiler nadir olarak tanıya yardımcı olmasına rağmen osteokondrom gibi primer kemik tümörleri, primer omuz patolojileri, servikal spondiloz ve skolyoza bağlı kanatlaşma nedenlerini ortaya koymada yardımcı olur. Bu nedenle skapula, omuz, servikal bölge ve toraks radyografileri gözönüne alınmalıdır. Servikal, omuz, skapula veya brakial pleksusun bilgisayarlı tomografisi veya manyetik rezonans görüntülemesi klinik şüpheye göre endike olabilir (30).

Medikal Tedavi ve Rehabilitasyonu

Potansiyel hastalık komplikasyonları arasında; omuz EHA'nın kaybı, adezif kapsülit, kronik kas atrofisi, kronik omuz ağrısı, ve kozmetik deformiteler sayılabilir(9). Bu komplikasyonların önlenmesi tedavinin temel öğelerinden biridir.

Tedavinin başında ağrının kontrolü gereklidir. Genellikle basit analjezik ve steroid olmayan anti enflamatuvar ilaçlarla bu sağlanabilir. Yüzeysel sıcak ve buz tedavisi kas spazmı ve ağrının giderilmesinde yardımcıdır. TENS gibi elektroterapi modaliteleri ağrı kontrolünde önemli yer tutarlar. Ultrason ve kısa dalga diatermi gibi derin ısıtıcılardan hem ağrı kontrolü hem de yumuşak dokuların elastikiyetini sağlamada çok önemli rol oynarlar. Hastanın mesleki uğraşlarına veya hobilerine göre aktivite modifikasyonu veya kısıtlanması gerekebilir. Olguların çoğunda askı kullanılması önerilmez ancak primer omuz patolojine sekonder KS varsa ilk bir hafta içinde ağrının kontrolü amacıyla kullanılabilir (31,32).

KS'nin rehabilitasyonu altta yatan nedene bağlı bazı değişiklikler göstermesine rağmen genel prensipleri içerir. Kontraktürleri önlemek için erken dönemde eklem hareket açıklığı (EHA) egzersizlerine başlanılır. EHA egzersizlerinde genellikle skapulanın stabilizasyonu gerekli olduğundan başlangıçta bu egzersizler bir terapist tarafından yapılmalıdır. Skapululer stabilizasyon egzersizleri, fonksiyonel periskapululer kasların ve omuz kaslarının progresif kuvvetlendirme programı, ağrı sınırları içinde başlanmalıdır (31-33).

Top ile yapılan skapular stabilizasyon egzersizleri, proprioseptif nöromusküler fasilitasyon paternlerinin kullanıldığı egzersizler, pileometrik egzersizler, izole olarak serratus anterior'a, latissimus dorsiye yönelik kuvvetlendirme egzersizleri bu program içinde yer alırlar. Hastalar egzersizleri tam olarak yapabildikleri zaman ev programına geçilmelidir. Skapululer stabilizasyon breysler kullanılmakla birlikte sonuçlar tartışmalıdır (34,35). Lokal steroid enjeksiyonları gibi uygulamalar genellikle gerekli değildir. Ancak sekonder patolojiler geliştiğinde gerekli olabilir (9).

Cerrahi Tedavi

Kronik ağrılı ve dirençli KS cerrahi tekniklerle tedavi edilebilir. Eğer hastanın KS'si tek bir sinir lezyonuna bağlı ise, cerrahi girişimler genellikle sinir fonksiyonlarının düzelmesi için yeterli bir zaman (en azından 1-2 yıl) beklendikten sonra gözönüne alınmalıdır (21).

Cerrahi girişimler skapulotorasik füzyon, statik skapululer stabilizasyon ve dinamik skapululer stabilizasyonu içerir (21,36,37). Bilinen tek bir sinir yaralanması varsa (direk travmaya bağlı spinal aksesuar lezyonu gibi) sinir ekspolarasyonu ve tamiri düşünülmelidir (24).

Kaynaklar

1. Saeed MA, Gatens PF, Singh S. Winging of the scapula. *Am Fam Physician* 1981;24:139-43.
2. Peat M. Functional anatomy of the shoulder complex. *Phys Ther* 1986;66:1855-65.
3. Aboujaoude J, Alnot JY, Oberlin C. The spinal accessory nerve (n. accessorius) I: anatomical study. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot* 1994;80:291-6.
4. Horvitz MT, Tocantins LM. An anatomical study of the role of the long thoracic nerve and the related scapular bursae in the pathogenesis of local paralysis of the serratus anterior muscle. *Anat Rec* 1938;71:375-85.
5. Von Hochstetter A. A surgical significant variation in the anatomy of N. thoracicus longus. *Anat Anz* 1986;162:125-7.
6. Norkin CC, Levangie PK. *Joint Structure and Function: A comprehensive Analysis* 2nd ed. Philadelphia: F.A. Davis Company; 1992.
7. Kennedy K. Rehabilitation of the unstable shoulder. *Oper Tech Sports Med* 1993;1:311-24.
8. Cailliet R. *Shoulder pain*. Philadelphia: F.A. Davis Company; 1981.
9. Lauder TD. Scapular Winging. In: Frontera WR, Silver JK, editors. *Essentials of physical medicine and rehabilitation*. Philadelphia: Hanley and Belfus 2002. p. 96-102.
10. Zander D, Perlick L, Diedrich O. Scapula alata as a complication of infection with human parvovirus B19 (erythema infectiosum) *Z Orthop Ihre Grenzgeb* 2001;139:174-6.
11. Gupta V, Posner B. Trauma to the long thoracic nerve and associated scapula winging in a low-velocity rear-end automobile collision: case report. *J Trauma* 2004;57:402-3.
12. Makin GJ, Brown WF, Ebers GC. C7 radiculopathy: importance of scapular winging in clinical diagnosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1986;49:640-4.
13. Fournier HD, Mercier P, Menei P. Anatomical bases of the posterior approach to the brachial plexus for repairing avulsed spinal nerve roots. *Surg Radiol Anat* 2001;23:3-8.
14. Steinmann SP, Wood MB. Pectoralis major transfer for serratus anterior paralysis. *J Shoulder Elbow Surg* 2003;12:555-60.
15. Cavendish ME. Congenital elevation of the scapula. *J Bone Joint Surg Br* 1972;54:395-408.
16. Hammond SR, Danta GA. Clinical and electrophysiological study of neurogenically induced winging of the scapula. *Clin Exper Neurol* 1981;17:153-66.
17. Travel JG, Simons DG. *Myofascial Pain and Dysfunction: The Trigger Point Manual*. Baltimore: Williams and Wilkins; 1983. p. 185-625.
18. Silliman JF, Dean MT. Neurovascular injuries to the shoulder complex. *J Orthop Sports Phys Ther* 1993;18:442-8.
19. Schultz JS, Leonard JA Jr. Long thoracic neuropathy from athletic activity. *Arch Phys Med Rehabil* 1992;73:87-90.
20. Sobush DC, Simoneau GG, Dietz KE, Levene JA, Grossman RE, Smith WB. The lennie test for measuring scapular position in healthy young adult females: a reliability and validity study. *J Orthop Sports Phys Ther* 1996;23:39-50.
21. Wiater MJ, Flatow EL. Long thoracic nerve injury. *Clin Ortho Rel Research* 1999;368:17-27.
22. Magee DJ. *Cervical Spine and Shoulder in Orthopaedic Physical Assessment*. Philadelphia, W. B. Saunders; 1992. p.34-70, 90-142.
23. Davies GJ, Dickoff-Hoffman S. Neuromuscular testing and rehabilitation of the shoulder complex. *J Orthop Sports Phys Ther* 1993;18:449-58.
24. Kuhn JE, Hawkins RJ. Evaluation and treatment of scapular disorders. In: Warner JJP, Iannotti JP, Gerber C, editors. *Complex and Revision Problems in Shoulder Surgery*. Philadelphia: Lippincott-Raven; 1997. p. 357-75.
25. McQuade KJ, Smidt GL. Dynamic scapulohumeral rhythm: the effects of external resistance during elevation of the arm in the scapular plane. *J Orthop Sports Phys Ther* 1998;27:125-33.
26. Jobe FW, Pink M. Classification and treatment of shoulder dysfunction in the overhead athlete. *J Orthop Sports Phys Ther* 1993;18:427-32.
27. Kibler WB. Role of the scapula in the overhead throwing motion. *Contemp Orthop* 1991;22:525-32.
28. Warner JJP, Navarro RA. Serratus anterior dysfunction: Recognition and treatment. *Clin Ortho Rel Research* 1998;349:139-48.
29. Kibler WB. The role of the scapula in athletic shoulder function. *Am J Sports Med* 1998;26:325-37.
30. Moseley JB Jr, Jobe FW, Pink M, Perry J, Tibone JE. EMG analysis of the scapular muscles during a shoulder rehabilitation program. *Am J Sports Med* 1992;20:128-34.
31. Kibler WB. *Shoulder rehabilitation: principles and practice*. Med Sci Sports Exerc 1998;30:40-50.
32. Kibler WB, Livingston B, Bruce R. Current concepts in shoulder rehabilitation. *Adv Oper Orthop* 1995;3:249-300.
33. Oakes MJ, Sherwood DL. An isolated long thoracic nerve injury in a Navy Airman. *Mil Med* 2004;169:713-5.
34. Marin R. Scapula winger's brace: A case series on the management of long thoracic nerve palsy. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79:1226-30.
35. Klebe TM, Dossing KV, Blenstrup T, Nielsen-Ferreira J, Rejsenhus L, Aalkjaer G, et al. Scapulae alatae-angels' wings. A study of 64 patients treated with braces and physical therapy at the Viberg's hospital. *Ugeskr Laeger* 2003;21;165:1779-82.
36. Krishnan SG, Hawkins RJ, Michelotti JD, Litchfield R, Willis RB, Kim YK. Scapulothoracic arthrodesis: indications, technique, and results. *Clin Orthop Relat Res* 2005;126:33.
37. Demirhan M, Uysal M, Onen M. The use of the cable-grip system in the treatment of winged scapula caused by post-traumatic combined nerve injury: a case report. *Acta Orthop Traumatol Turc* 2002;36:162-6.