

## Rehabilitation of the Shoulder

경북대학교 의과대학 정형외과학교실

전 인 호

### 서 론

어깨 관절의 정상적인 기능을 위해서는 흉쇄관절(Sternoclavicular joint), 견봉쇄골 관절(Acromio-clavicular joint), 그리고 관절와-상완 관절(Glenohumeral joint)의 정상적인 작동과 견갑흉곽 운동(scapulothoracic motion)과 회전전개와 오구-견봉 아치(coracoacromial arch)와의 정상적인 운동이 필요하다.

어깨 관절의 주된 기능은 일상생활 동작에서 공간에 정확하게 손을 위치시키고, 머리위 동작(예를 들어 던지기나 무거운 물건을 올려 놓을때)에서 외력을 체간으로 옮겨주는 역할을 하게 된다.

어깨 관절의 재활 치료를 위해서는 어깨 관절에 대한 정확한 해부학적 지식과 기능 그리고 그 운동 역학에 대한 정보가 있어야겠다.

치료자는 치료를 시작하기 전에 환자가 어깨 관절에 대한 지식과 정보가 결여되어 있음을 알고, 환자에게 치료 과정에 대한 설명을 한후, 해부학적 지식과 시각적 정보를 충분히 제공하는 것이 좋다. 그리고 치료 과정은 Pain → Range of motion → Control (static) → Dissociation/selective movement → Strength → Stamina의 각 단계를 거치면서 진행하게 된다.

### 가. 안정성과 운동성

#### 1. 골성 구속(Bony constraint)

해부학적으로 관절와-상완 관절에서는 제한없는 운동이 이루어진다. 이는 특이한 골성 구조로 인해 상완골의 25~30%만이 관절와와 접촉하기 때문이다. 비슷하게 견갑골도 흉곽에서 비교적 자유로운 운동이 이루어지고 있다.

\* golf ball on a tee: static situation

\* ball on the seal's nose: dynamic situation  
(ball:humerus, seal:scapula, glenoid)

#### 2. 인대 구속(Ligamentous constraint)

어깨 관절의 안정성은 대부분 연부조직에 의해 이루어지는 데 관절막 인대는 static stabilizer로서, extreme motion in rotation, abduction, or flexion에서 primary stabilizer로 작용한다.

### 3. 근육 구속 (Muscular constraint)

어깨 주위 근육은 dynamic stabilizer 로서, 여러 방향으로 안정성에 기여한다. 1. 견갑골에 dynamic positioning 과 관절막인대 구조물에 stiffness 를 증가시킨다. 2. passive stretching 때에 dynamic ligament 와 비슷한 역할을 한다. 3. force couple 로 역할을 한다.

#### \* Force couples around the shoulder

##### 1. Coordinated co-activation

- a. upper trapezius/levator scapulae: lower trapezius/serratus anterior  
(to control scapular rotation)
- b. deltoid : subscapularis/infraspinatus/teres minor  
(to control glenohumeral rotation)
- c. subscapularis : infraspinatus/teres minor  
(to control glenohumeral movement)

##### 2. Agonist/antagonist

- a. trapezius/rhomboids: serratus  
(to control scapular retraction and protraction)
- b. pectoralis/lattissimus dorsi: post deltoid/infraspinatus/teres minor  
(to control arm internal rotation)

정상적인 어깨 관절의 운동을 위해서는 견갑골의 정상적인 운동과 안정성이 필수 요건이다. 임상에서 많은 경우 비정상적인 견갑골의 비정상적인 운동으로 인해 던지기 선수나 머리위 활동이 많은 노동자에서 문제를 야기한다. 이런 비정상적인 견갑골의 위치와 운동으로 인해 scapulothoracic dyskinesis는 대표적으로 충돌 증후군(impingement) 이나 불안정성(instability)을 야기하는데 이런 경우 견갑골의 병리를 이해하지 못하고 수술적 치료를 할 경우, 그 결과는 실망스럽게 된다. 외상으로 인하여 골절의 불유합 또는 견봉쇄골관절의 이개등을 제외하면 대부분이 근육에서 기인하는 것이기에 재활치료로 기능의 회복이 가능하다. 따라서 대부분의 어깨 관절 손상후에 견갑골 안정화 근육(scapular stabilizer)의 강화 운동이 중요한 부분을 차지하게 된다.

대부분의 재활치료의 시작은 동통의 조절과 어깨 관절의 잘 조절된 운동을 회복하는 것이다. 일단 운동 범위가 회복되고 나면, 정상적인 작업을 위해서는 어깨 주위 근육의 강화 및 재교육이 필요하다.

#### 일반적인 원칙

급성 또는 만성 어깨 관절의 손상이후 운동, 근력, 안정성이 중요한 기능 요소이다. 성공적인 재활 치료를 위해서는 원인인자를 밝혀내고 그 병리를 치료하는 것이 가장 중요하다고 하겠다.

### 나. 재활 치료 전 평가 조사

1. hip, knee joint: rotation 제한 또는 tightness 유무

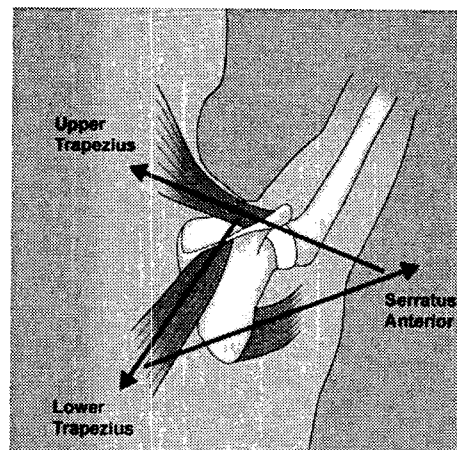
lumbar spine, thoracic spine evaluation: scoliosis  
trunk muscle strength

많은 던지기 선수에서 hip과 spine에 motion limitation이 발견된다. lower limb과 trunk를 shoulder와 연결된 하나의 kinematic chain으로 이해, 치료하여야 normal force generation and transfer가 이루어진다. (예, 특히 던지기 선수에서 힘은 하지와 지면사이에서 만들어져, 체간을 통해 견갑골을 지나 공에 전달이 된다)

2. scapular evaluation: 환자의 후면에서 관찰.
  - a. scapular positioning 이상: winging, excessive protraction, retraction.
  - b. smooth symmetric motion in ascending and descending phase on both sides
  - c. scapular stabilizer strength measurement  
(wall push ups or "lateral slide" measurement )
3. acromioclavicular joint evaluation  
motion in ant/post, sup/inf direction
4. glenohumeral joint evaluation  
ROM: goniometer measurement at humerus in the scapular plane.  
strength: manual muscle testing (individual muscle component)  
provocative test

### I. Scapular biomechanics

1. Kinematics
  - a. two individual but paired mechanism
    - i) a closed chain mechanism consisting of the thorax, clavicle and scapula (SC, AC, ST joint)
    - ii) an open mechanism consisting of the scapula and humerus
    - iii) elevation is achieved by a coordinated action of the two mechanism
2. Scapular motion
  - a. depends on the plane in which it is measured
  - b. scapular vs. glenohumeral motion
  - c. phase of shoulder motion
  - d. ICR of scapula migrates from base of spine towards AC joint with elevation
3. Muscle forces
  - a. scapulohumeral rhythm



- b. muscle functions
- c. scapular force couples
  - i) scapular stabilization
  - ii) scapular elevation

## II. Scapular functions

1. provide an anatomic and kinematic link between the trunk and the arm
2. provide a stable socket for the humeral head (movable platform)
3. elevate the acromion in abduction (to avoid impingement)

## III. Scapular dysfunction

Dysfunction in scapular position and mechanics is seen in 100% of cases of glenohumeral instability, 68% of those with abnormalities to the rotator cuff, and 94% with labral tears.

1. Postural dysfunction
  - a. head forward position
  - b. focal cervical lordosis
  - c. thoracic kyphosis
  - d. protracted scapula
2. Loss of strut function of the clavicle
  - a. displaced clavicle fracture
  - b. AC separation or arthrosis
  - c. SC separation or arthrosis
3. Neurologic injury
  - a. long thoracic nerve
  - b. spinal accessory nerve
4. Muscle dysfunction (Scapular dyskinesia): The serratus and low trapezius are the two muscles that are most susceptible to inhibition, and weakness to these is seen more often in the early phase of the problem.
  - a. Primary
    - i) proximal weakness
    - ii) force couple imbalance
  - b. Secondary
    - i) intra-articular GH joint pathology
      - a. instability
        - i. ligament laxity
        - ii. labral abnormality
      - b. arthritis
    - ii) subacromial pathology
      - a. rotator cuff tear

- b. subacromial impingement synd
- c. calcific tendinitis
- d. painful Os acromiale
- iii) posterior capsular tightness
- 5. Association between scapular dysfunction and clinical diagnosis
  - a. glenohumeral instability
  - b. subacromial impingement

#### IV. Three types of scapular dyskinesia (B Kibler)

Type I - Prominence of the inferiomedial scapula border.

Type II - Prominence of entire medial scapula border.

Type III - Superior translation of entire scapula

#### 다. 기능적 어깨 재활 치료에 있어 원칙

기능적 재활 치료의 목표는 증상을 완화하기 보다는 정상 기능의 회복에 있다.

체간 중심성 기능 재활(Core-based functional rehabilitation)팔이나 다리의 우노이 시작 되기 전에 transverse abdominalis muscle의 activation 되고, 복강내 압력이 올라가게 되는 것을 발견하고, 이는 어깨 재활 치료에 있어, 체간, 고관절, 견갑골 주위부터 유연성과 힘이 회복된 후 어깨 관절이 회복되게 되는 것을 말한다. 그래서 근위부(proximal segment)를 먼저 교정한 후(good postural alignment, pelvic level, scapular retraction, depression) 이에 연속된 원위부의 교정이 촉진되게 된다.

Plyometrics는 필요한 근력을 완전 회복하기 위한 재활 치료의 마지막 부분에 이용하는 운동으로 해부학적인 치유가 이루어지고, 만족할 만한 운동 범위가 회복되고, 정상 kinetic의 통합이 이루어지면 시작할 수 있다.

##### 1. 운동성(motion)

일단 임상 조사가 이루어지고 나면 치료자는 환자의 치료에 대한 반응에 조금더 확신을 가지게 된다. 회복에 있어 가장 중요한 것은 운동이다. 운동에 가장 큰 장애물은 동통이다. 동통은 수술이나 손상으로부터 발생가능한데 동통의 이완을 위해 여러 가지가 이용되고 있다. 1. rest 2. avoidance of painful motions 3. cryotherapy 4. ultrasound 5. medications 6. galvanic stimulation

일단 불편함이 사라지고 나면 90도 이하의 굴곡과 외전상태에서 조기 운동을 시행하게 한다. ROM 운동은 passive → active assisted → active 로 진행을 하고, 정상 proprioception 과 movement pattern 을 회복하는 것을 목표로 하여야 한다. 운동은 supine 상태에서 시작하고, 팔꿈치를 굽힌 상태에서 하게 한다. → 중력의 효과를 줄이고, lever arm 을 줄이는 효과가 있다.

##### 2. 근력 강화 운동

운동은 비교적 pain free한 상태에서 이루어져야 하고, 그 양보다는 질이 우선시 되어야 한다

(Quality not quantity). 자주 조금씩 하는 것이 좋고, 최고 강도 보다 못 미치는 노력에서 시작해서 최고 강도로 진행을 하는 것이 좋다. Isometric → eccentric → concentric 으로 진행을 하고, 반대편 상지에 대해서도 치료를 시행한다.

근력 강화 운동은 환자의 상태나 진단에 따라 다른데, 회전전개 봉합을 한 경우 라면 최소 6 주간은 견치유를 위해 근력 강화 운동은 피해야 한다. closed chain exercise는 가장 안전한 방법으로 agonist 와 antagonist의 동시 수축을 야기한다. 이로서 정상적인 생리적 운동 패턴 과 기능을 을 유지하고, 관절의 shear force 양을 줄이는 효과가 있다.

견갑골 안정화 근육 강화 운동(scapular stabilizer strengthening): 재활 치료 초기에 있어 가장 중요한 것으로 closed chain exercise에서 open chain exercise로 진행하게 한다.

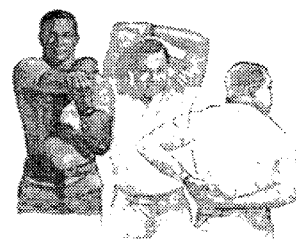
### Stretching Exercise



Back Stretcher

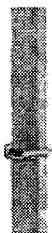


Back Stretcher



Pretzel Twist

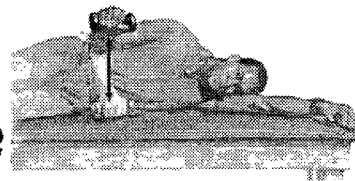
### Strengthening Exercise



Taffy Pull



Wings



Drawbridge

### 라. 재활의 각 단계 (Phase of rehabilitation)

급성기는 최초 0~3주까지로 초음파나 전기자극등을 통해 긴장된 근육(latissimus, upper trapezius, levator scapulae, pectoralis minor, infraspinatus and teres minor)을 느슨하게 하고, 안정성을 도모하기 위한 closed chain exercise 를 하게 한다. 능동적 체간 신전 운동, 외측 회전 운동 그리고 고관절 신전 운동등이 scapular retraction 을 향상시키는 데 이용된다. 회복기는 3~8주로 조금더 공격적인 closed chain exercise 를 하게 되는데, shrugging 이나 winging 을 하지 않고 고무줄을 이용하여 견갑골 운동과 함께 고관절과 체간

의 운동을 조금 더 추가하게 한다. 유지기는 6~10주로 plyometric exercise, 머리위 덤벨이나 punch를 추가 한다.

### 1. Acute phase

goals

- a. control pain and inflammation
- b. muscle re-education
- c. begin ROM
- d. clear soft tissue restrictions and postural abnormality
- e. scapular positioning
- f. postural and core strengthening

\* advancement criteria

- a. minimal pain on ROM
- b. adequate scapular control
- c. adequate soft tissue healing
- d. soft tissue restrictions essentially cleared

### 2. Recovery phase - Early phase and Late phase

\* goals

- a. increase ROM and flexibility
- b. increase control
- c. increase strength, power, endurance
- d. restore normal kinematics

\* advancement criteria

Early recovery phase

- a. pain free ROM
- b. almost full ROM and flexibility
- c. improved strength and control
- d. improved kinematics

Late recovery phase

- a. full ROM and flexibility
- b. normal kinematics
- c. approximately 75% strength

### 3. Functional phase

\* goals

- a. restore sport & work specific kinematics
- b. increase strength, power, endurance
- c. sport and activity specific training to increase speed (quickness)

- d. work specific conditioning to enhance endurance and coordination
- e. return to play or work.
- \* advancement criteria
  - a. normal kinematics, ROM, flexibility for specific activities
  - b. approximately 90% strength
  - c. symptom free activity specific drills

## REFERENCES

1. Davies GJM and Matheson JW. Shoulder plyometrics. Sports Med. Arthroscopy, 9:1-18, 2001.
2. Dillman CJ, Murray TA and Hintermeister RA: Biomechanical differences of open and closed chain exercise with respect to the shoulder. J Sports Rehab, 3:228-238, 1994.
3. Dines DM, Levinson M. The conservative management of the unstable shoulder including rehabilitation. Clin Sports Med. 1995 Oct;14(4):797-816.
4. Fees M, Decker T, Snyder-Mackler L, Axe MJ. Upper extremity weight-training modifications for the injured athlete. A clinical perspective. Am J Sports Med. 1998 ;26(5):732-42.
5. Kibler WB and Livingston BP: Closed chain rehabilitation for the upper and lower extremities. J Am Acad Orthop surg,9:412-421, 2001.
6. Kibler WB, Garrett WE Jr. Pathophysiologic alterations in shoulder injury. Instr Course Lect. 1997;46:3-6.
7. Kibler WB, Livingston B. Closed-chain rehabilitation for upper and lower extremities. J Am Acad Orthop Surg. 2001 Nov-Dec;9(6):412-21.
8. Kibler WB, McMullen J, Uhl T. Shoulder rehabilitation strategies, guidelines, and practice. Orthop Clin North Am. 2001 Jul;32(3):527-38.
9. Kibler WB, McMullen J. Scapular dyskinesis and its relation to shoulder pain.
10. Kibler WB. Normal shoulder mechanics and function. Instr Course Lect. 1997;46:39-42.
11. Kibler WB. Shoulder rehabilitation: principles and practice. Med Sci Sports Exerc, 30:40-59, 1998.
12. McDermott DM, Neumann L, Frostick SP et al. Early results of Bankart repair with a patient-controlled rehabilitation program. J Shoulder Elbow Surg, 8:146-150, 1999.
13. Rubin BD, Kibler WB. Fundamental principles of shoulder rehabilitation: conservative to postoperative management. Arthroscopy. 2002 Nov-Dec;18(9 Suppl 2):29-39.
14. Wilk KE, Meister K and Andrews JR. Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. Am J Sports Med, 30:136-151, 2002.