

Internal Impingement of the Shoulder

가톨릭의과대학 정형외과

김양수

Introduction

1992년 Walch가 arm의 abduction and external rotation시 후외방 관절면 쪽의 회전근 개가 후상방 관절 순과 관절와 연에서 압박되는 소견을 관찰하여 처음으로 보고하면서 고전적인 'subacromial impingement' 와 구분하여 'internal impingement' 로 명명하여 왔다. 주로 운동선수에서 발견되는 질환으로 알려져 있지만 여러 저자들에 의해 운동선수가 아닌 일반인의 견관절에서 과외회전을 억제하는 정상적인 소견이며, 정상적인 내적 충돌의 범위를 벗어난 과외회전 및 외전이 반복될 때 증상을 유발하게 된다고 알려져 있다. 하지만 'internal impingement' 의 명확한 biomechanics와 pathophysiology, anterior capsular laxity와 posterior capsule tightness, scapular motion과의 관계 등 아직 확실히 규명되지 않고 있는 분야가 많다. 따라서 본 장에서는 이에 대한 전반적인 이해와 함께, 실제 임상으로서 'internal impingement' 환자를 대할 때 도움을 주고자 그 진단과 치료를 포함한 임상적인 정보를 기술하고자 한다.

Pathophysiology

- * Internal impingement의 basic etiology가 'anterior capsular laxity' 인가 아니면 'posterior capsular tightness' 인가?
- * Pathologic phenomenon인가 아니면 physiologic condition인가?
- * 다른 원인은 없는가?
- * Overhead athlete에서 shoulder hyperexternal rotation은 왜 오는가?

1. Dr. Jobe FW said 'anterior capsular laxity가 internal impingement의 원인이다.'

Dr. Jobe는 반복적인 투구 동작(cocking position) (Fig. 1)으로 인해 anterior capsule에 microtrauma주고 capsule을 stretching 시켜서 anterior capsular laxity를 일으킨다고 생각하였다. 정상 glenohumeral joint에서 cocking position(shoulder abduction-ext.rotation)을 취하면 humeral head는 약간 뒤쪽으로 translation되며 rotator cuff 와 posterosuperior labral contact을 최소화 하게 한다. 하지만 반복되는 투구 동작으로 인해 anterior capsular laxity는 점점 심해지면 humeral head를 gleoid에서 excessive anterior translation시키고 이로 인해 posterosuperior rotator cuff 와 labral contact을 유발하게 된다는 것이다. 1989년 Jobe 등은 shoulder pain이 있는 overhead athlete 환자에서capsular shift를 시행하여 74%의 환자가 스포츠 활동에 복귀하였다고 보고하였다. 최근 Tibone 의 cutaneous marke 를 이용한 study에서 thrower's dominant가 nondominant shoulder보다 anterior translation이 증가되었다고 기술하였다. 이러한 Jobe의 생각은 Jobe's relocation test에서 보다 명확하게 나타난다. 즉, internal impingement환자에서 first part of

relocation test(ABER position)을 실시하면 humeral head가 anterior translation되면서 rotator cuff가 greater tuberosity와 posterior glenoid rim사이에 compression되어 통증을 호소하게 된다. 이 때 proximal humerus에 posterior force를 가하는 second maneuver를 실시하면 humeral head가 뒤쪽으로 translation 되면서 rotator cuff의compression이 소실되어 통증도 함께 없어지는 것을 관찰할 수 있다. 또한 견관절 anterior capsule에 영향을 주는 여러 가지 요소 중 병적인 변화를 줄 수 있는 4가지를 일컬어 Potentially Inevitable and Evil 4 (stretching, microtrauma, fatigue/weakness, and hyperangulation)라 하고, 이중 하나 또는 둘의 combination이 축적되게 되면 anterior capsule이 stretching되고 instability를 유발하게 된다고 하면서 이러한 instability는 SLAP이나 int. impingement를 일으키는 원인이 된다고 하였다.

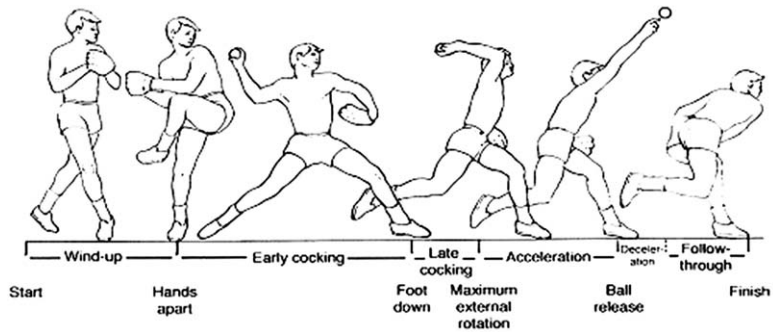


Fig. 1. Phases of the baseball pitching

throwing cycle 은 wind-up, early/late cocking, acceleration and deceleration, follow-through의 네 단계로 구성된다.

2. Dr. Burkhart SS said ‘posterior capsular tightness가 internal impingement의 원인이다.’

Dr. Burkhart은 throwing athlete에서 반복되는 투구동작으로 인해 contracted posteroinferior capsule이 발생하면 anterior capsule의 실제 laxity가 없더라도 마치 laxity가 있는 것과 같이 ‘pseudolaxity’ 상태가 되어 rotator cuff와 posterosuperior glenoid의 contact가 증가하여 internal impingement가 발생된다고 주장하였다. 즉, 투구 동작 중 follow-through phase에서는 상당히 큰 distraction forces (750 newtons)가 posteroinferior capsule에 가해지게 되는데, 이러한 큰 힘이 반복하여 되풀이된다 보면 posteroinferior capsule은 hypertrophy되고 contraction 을 일으키게 된다. 이렇게 contracted된 posteroinferior capsule로 인해 glenohumeral contact point를 후상방으로 이동하여(Fig. 2) clearance of the greater tuberosity를 증가시킨다. 이는 humerus 의 hyperexternal rotation을 가능하게 하고 정상적인 greater tuberosity와 glenoid contact (internal impingement)은 delay시키는 glenohumeral internal rotation deficit (GIRD)이 발생하는데 overhead throwing athletes 흔히 관찰할 수 있는 external rotation의 증가와 또 같은 양의 internal rotation의 감소는 이 때문에 발생한다고 주장하였다. 이렇게 증가된 humeral head의 외회전과 hyperangulation으로 인해 rotator cuff의 fatigue failure와 posterosuperior labral lesion (SLAP lesion)이 발생된다고 하였다. 즉, humeral head가 비정상적으로 돌아가기 때문에 biceps anchor에 torsional stress를 증가시키고 팔을 외전-외회전(abduction-external rotation)시키면 ‘peel-back’ mechanism에 의하여 SLAP lesion까지 야기시킨다는 얘기이다. 그래서 GIRD가 25° 이상일 때에는 SLAP lesion이 발생할 확률이 높다고 하였다. Rotator cuff 도 마찬가지이다. internal impingement에서 관찰되는 rotator cuff pathology의 원인

으로 greater tuberosity 와 posterosuperior labrum 사이의 abrasive effect 보다는 hyperexternal rotation 으로 인한 hypertwist of the rotator cuff fibers 가 더욱 중요한 원인이라고 주장하였다.

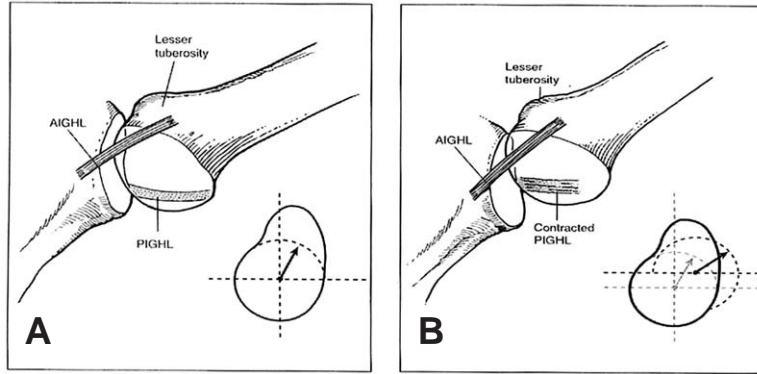


Fig. 2. abduction-external rotation시 정상 견관절에서는 AIGHL와 PIGHL가 균형을 맞춰 정상 glenohumeral contact point를 유지한다(A). 반면 contracted posterior cable (PIGHL)가 있는 경우 glenohumeral contact point는 posterosuperior shift를 일으켜서 외회전 arc를 증가시켜 internal impingement를 delay 시킨다(B).

Contracted된 posteroinferior capsule은 glenohumeral contact point를 후상방으로 이동하여 capsule의 'cam effect' 를 감소시켜서anteroinferior capsule의 상대적인 redundancy를 초래하는데 이를 true laxity와 대비하여 'pseudolaxity' 라 하며 'microinstability' 라고도 한다(Fig. 3). Capsule의 'cam effect' 란 shoulder abduction-ext. rotation position에서 humeral head의 space-occupying effect로서, Fig. 3A에서 보듯이 humerus의 prominent knob에 의해 anterior capsule이 tensioning되는 효과를 말한다. glenohumeral contact point가 후상방으로 이동함으로써 humeral head의 space-occupying effect가 줄어들어 anterior capsule에 redundancy를 초래한다(Fig. 3B)

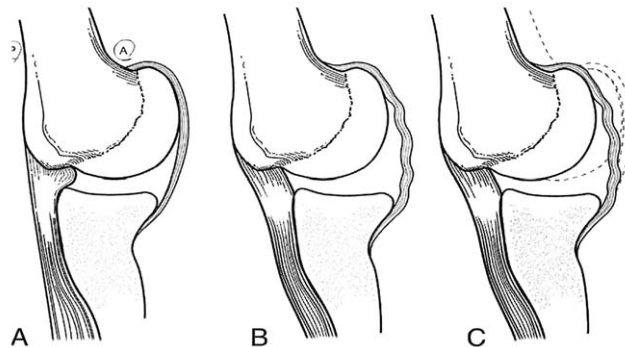


Fig. 3. Cam effect. Shoulder abduction-ext. rotation position에서 humeral head의 space-occupying effect로 인해 inferior capsule이 tensioning된다(A). Glenohumeral contact point가 posterosuperior shift되면 humeral head의 space-occupying effect가 감소하여 inferior capsule이 느슨해진다(pseudolaxity, B). A 와 B의 비교(C).

Shoulder joint의 pseudolaxity를 초래하는 원인으로는 위에서 설명한 anteroinferior capsule의 cam effect 감소뿐 만 아니라 labral ring의 breakage를 일으키는 SLAP lesion 도 있다. Circle concept을 생각할 때 glenoid위의 labral ring의 한 부위가 파열되는 SLAP lesion으로 인하여 glenohumeral contact point가 후상방으로 이동함으로써 lesion의 반대쪽으로 pseudolaxity가 야기된다(Fig. 4). 최근 manual testing과 stress radiography를 통한 study들에서도 throwing 과 nonthrowing shoulder사이에서 true anterior laxity는 유의한 차이를 발견할 수 없었다고 하였다.

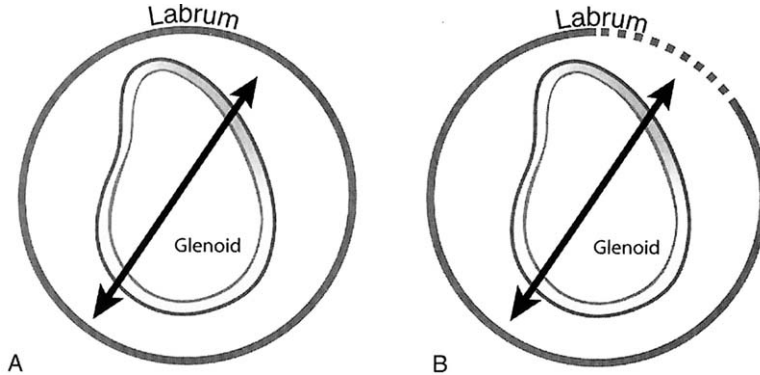


Fig. 4. Circle concept of pseudolaxity. Labral ring의 한 부위가 파열되면glenohumeral contact point가 후상방으로 이동함으로써 lesion의 반대쪽으로 pseudolaxity가 증가된다.

3. Internal impingement는 과연 pathologic phenomenon인가 아니면 physiologic condition인가?

Internal impingement는 투수와 같은 운동 선수에게서 볼 수 있는 마비 상완 증후군(dead arm syndrome)의 원인 중 하나로 여겨져 왔으나, 최근 보고들에 의하여 Internal impingement는 pathologic phenomenon이 아니라 오히려 견관절의 hyperexternal rotation을 방지하는 순 기능이 있는 것으로 받아들여지고 있다. 90년대 초Walch 등은 운동선수가 아닌 일반인과 증상이 없는 견관절에서 hyperexternal rotation을 억제하는 정상적인 소견이며, 정상적인 내적 충돌의 범위를 벗어난 과외회전 및 외전이 반복될 때 증상을 유발하게 된다고 주장하였다. 또한 Burkhart는 최근 internal impingement 는pathologic한 것이 아니고 견관절의 abduction & external rotation 상태(투구동작)에서 정상적으로 나타날 수 있는 현상이며, 반복되는 투구동작으로 인한 후하방 관절낭 구축으로 glenohumeral internal rotation deficit (GIRD)이 발생하여 이러한 internal impingement 가 delay되는 것이 pathologic한 것이라고 발표하였다.

4. Overhead athlete에서 관찰할 수 있는shoulder hyperexternal rotation/reduction of internal rotation의 원인은 무엇인가?

Jobe을 비롯한 많은 저자들은 anterior capsular laxity가 그 원인이라고 믿고 있다. 반복적인 투구 동작으로 인해 anterior capsule은 과도한 tensile stress를 받게 되어 capsular laxity가 발생하여 humeral head는 excessive anterior translation을 일으키면서 glenohumeral hyperexternal rotation된다. 반면, Burkhart 등은 반복되는 투구 동작으로 인해contracted된 posteroinferior capsule이 glenohumeral contact point를 후상방으로 이동시켜서 greater tuberosity와 superior glenoid rim사이의 거리를 증가시키고 humeral cam

effect를 감소시킴으로써 hyperexternal rotation이 가능하다고 설명하였다. 또한 유럽 일각에서는 glenohumeral hyperexternal rotation의 원인을 humeral retroversion의 증가 때문이라고 설명하고 있다. 청소년기 때부터 반복되는 투구 동작은 성장하면서 proximal humerus의 osseous adaptation을 일으켜서 견관절의 내회전은 감소시키고 외회전은 증가시키는 shift of rotation arc를 야기한다. 따라서 치료로는 proximal humeral rotational osteotomy를 권장하지만 만족할 만한 결과는 보고하지 못하였다. 이렇듯 아직 까지 그 pathologic mechasim에 대한 debate가 많이 있는 영역이다.

5. Scapular dyskinesis

Throwing athletes의 internal impingement syndrome의 원인 중 하나로 SICK scapula syndrome(scapular dyskinesis)을 들기도 한다. SICK scapula syndrome이란 pectoralis minor muscle tightness와 scapular malposition으로 인해 inferomedial border가 prominent해지고 coracoid pain을 유발시키는 scapular dyskinesis를 말한다. 이러한 scapular dyskinesis는 투구 동작시 pathologic internal impingement를 유발 시킬 수 있으며 치료는 sleeper stretching, pectoralis minor stretching 그리고 scapular stabilizer strengthening exercise를 시행해야 한다.

Diagnosis

1. History taking and physical examination

환자의 병력청취가 매우 중요하다. 주로 운동력의 소실과 함께 통증을 호소하게 된다. 대부분 외상력은 없으며 통증은 insidious onset하며 주로 shoulder joint의 posterior aspect에 있고 abduction& external rotation 자세에서 가장 심하게 호소한다. 견관절 주위에 injection이나 수술 여부 등을 자세히 물어보아 앞으로의 처치에 참고를 해야 한다. 또한 증상에 대한 자세한 분석이 필요하다. 즉 onset, location, timing of occurrence 등을 세밀히 따져봐야 하는데 예를 들어 환자가 운동할 때 주로 anterior side보다는 posterior pain을 호소한다면 anterior labral pathology보다는 posterosuperior cuff pathology를 의심해야 한다. 투구 동작 중 어떤 동작일 때 통증을 느끼는지 또한 진단에 중요한 단서가 된다. 만일 late cocking phase (forceful abduction-ext. rotation)때 통증이 있다면 이는 posterosuperior cuff pathology나 posterior labrum injury가 있음을 시사하고 follow-through시 통증을 느낀다면 SLAP lesion을 생각할 수 있다.

철저한 신체검사 또한 정확한 진단에 필수적이다. 먼저 cervical pathology를 R/O하기 위하여 Spurling maneuver, cervical motion 등의 신체검사를 실시한다. 그 다음으로 환자의 뒤로 가서 posterior shoulder girdle을 검사한다. 이 때에는 suprascapular nerve palsy 에 의한 근위축이 있는지 여부를 체크하고 scapular motion을 체크해야 한다. Shoulder forward elevation을 실시하여 scapular dyskinesis, protraction, retraction, 그리고 winging여부를 관찰해야 한다. 특히 scapular winging은 30° resistant forward elevation, push-up, wall push 등의 maneuver시 더욱 확실히 나타난다. 이어 glenohumeral ROM을 검사하는데 특히 내회전과 외회전 정도를 체크하여 GIRD의 정도를 확인해야 한다. Glenohumeral joint의 stability를 확인하기 위하여 anterior/posterior translation test, apprehension test, sulcus sign, Jobe's relocation test, rotator interval accessing 등을 실시할 수 있다. 특히 Jobe's relocation test는 anterior instability evaluation뿐만 아니라 internal impingement에서 posterosuperior cuff pathology진단에 매우 도움이 되는 test이다. 즉 견관절을 full abduction-ext. rotation position에서 불안정성이나 전방으로

의 빠져나가려는 느낌이 upper arm에 posterior stress를 가할 때 안정감을 느낀다면 apprehension sign양성으로서 instability가 있는 것으로 진단이 되지만, internal impingement환자에서는 full abduction-ext,rotation position시에 posterior shoulder pain이 있으며 upper arm에 posterior stress를 가하는 동작(second maneuver)으로 인해 그 통증이 소실되는 현상을 보인다. 이는 Jobe's relocation test의 initial position인 full abduction-ext,rotation position으로 인해 posterosuperior cuff가 posterior labrum 과 impingement 되어 통증을 유발하였던 것이 second maneuver로 인해 impingement 가 소실되면서 통증도 함께 소실되는 것으로 해석된다. 이 때에는 glenohumeral instability와 확실히 구분을 해야 하며, internal impingement환자에서는 추가로 posterior glenoid margin에 tenderness 가 일반적으로 detect된다. SLAP lesion이 의심된다면 O'Brien's active compression test, passive compression test, compression-rotation test, Whipple test 등을 실시해야 한다.

2. Imaging study

Internal impingement의 진단은 방사선 검사가 많은 도움을 주지는 않는다. 건관절 단순 방사선 검사는 주로 정상 소견이어서 정확한 진단을 위하여는 ultrasound나 MRI (arthrogram) 등의 추가 검사가 불가피하다. 최근 각광을 받고 있는 초음파 검사는, Internal impingement의 pathology는 주로 건관절 후외측이기 때문에 건관절 전방 검사 후, 추가로 환자의 팔을 반대편 어깨를 잡게함으로써 adduction시킨 자세에서 검사를 실시한다. 환자의 scapular spine의 1 inch 하방에 spine과 평행하게 probe를 방향을 잡고 위아래로 scan을 하면서 posterosuperior labrum과 극하근의 anterior portion을 관찰하여 병변 여부를 확인할 수 있다. MR arthrography는 보다 자세히 병변을 확인할 수가 있다. 특히 팔을 abduction & external rotation (ABER)자세로 촬영하면 greater tuberosity, posterosuperior labrum, supraspinatus/infraspinatus 등의 병변을 관찰하는데 도움을 받을 수 있다. 필요하다면 glenohumeral joint의 관절경 검사를 실시할 수 있다. 특징적인 소견으로는 극상근 articular surface의 fraying은 고전적인 impingement 환자보다 뒤쪽에 위치하고 있으며 posterosuperior labral fraying이 동반되기도 한다.

Treatment

1. Conservative treatment

Internal impingement는 비교적 보존적 치료에 반응을 잘 하는 질환이다. 치료의 목적은 humeral head가 glenoid cavity center에 있게 유지하는 것이고 humeral head가 상방이나 전방으로 migration하는 것을 방지하는 것이다. 이를 위하여는 stretching of contracted posterior capsule, glenohumeral rotator와 scapular stabilizer의 strengthening으로 이루어진 rehabilitation protocol을 충실히 따라야 한다. Posterior capsule을 stretch 하기 위한 운동은 'sleeper stretch'가 효과적이며(Fig. 5), glenohumeral rotator의 강화를 위해 rotator cuff와 deltoid muscle의 concentric/eccentric strengthing 운동이 필요하다. Scapular stabilizer에 대한 strengthing exercise로 push-up plus bear hug, seated row, shrug 등을 실시할 수 있으며, 특히 scapular dyskinesia가 의심될 때에는 pectoralis minor muscle tightness를 풀기 위한 anterior stretch와 함께 scapular muscle strengthening 운동을 실시하여 scapular malposition 교정과 정상적인 scapulothoracic kinematic을 회복해야 한다. 통증완화를 위한 NSAID medication이나 intraarticular corticoid injection등도 보존적 요법에 포함이 된다.

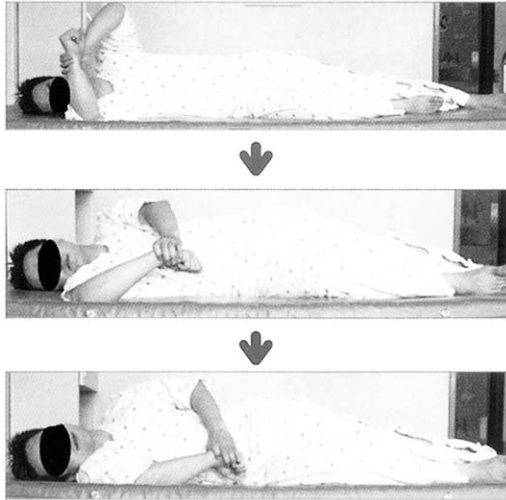


Fig. 5. 'Sleeper's stretch' exercise for posterior capsule release. 환자는 측와위 상태에서 어깨 관절을 90° 굴곡, 주관절을 90° 굴곡시킨다. 반대편 팔을 이용해 환측의 forearm을 아래로 서서히 밀어낸다.

2. Surgical treatment

3개월간의 재활치료에도 증상 완화에 개선이 없거나 6개월간의 치료에도 이전 수준의 활동 정도로 복귀가 안 되었을 때 수술을 고려할 수 있다. 성공적인 수술을 위해서는 정확한 진단이 우선적으로 이루어져야 하지만 대개는 여러 가지 병변이 동시에 동반하는 경우가 많아서 주의를 요한다. 따라서 환자의 증상과 직접 관련된 주 병소(appropriate pathology)를 찾아 이에 대한 적절한 시술이 이루어져야 하겠다.

수술 전 마취하에서 양측 견관절의 운동범위(ROM), anterior translation 등 신체검사를 실시한다. 관절경으로 수술 시작시에도 ant. labrum과 capsule, sup. labrum과 biceps anchor, posterior capsule, supraspinatus/infraspinatus의 undersurface 등을 세밀히 관찰하여야 한다. SLAP tear는 type에 따라 debridement, excision, repair using suture anchor 등을 실시한다. 만일 수술 전부터 증상을 일으킬만한 큰 SLAP 병변이라면 그 SLAP fixation만으로도 anterior capsule laxity는 보정될 수 있다. 많은 저자들이 Biceps tendon에 degeneration이 있다면 이는 수술 후 통증의 원인이 될 수 있으므로 tenotomy나 tenodesis를 실시하기를 권장하고 있다. 하지만 overhead athlete에서 이러한 술식은 아직도 controversy가 있는 문제로 남아 있다. 만일 수술 전 검사에서 anterior capsular laxity가 존재한다면 다른 술식과 함께 추가로 capsulorrhaphy를 실시할 수 있다. Anterior capsular laxity에 대한 수술 방법으로는 ACLR(anterior capsulolabral reconstruction), thermal capsulorrhaphy, suture capsulorrhaphy 등이 있다. 여러 저자들에 의해 anterior capsulorrhaphy를 실시한 환자가 실시하지 않은 환자에 비하여 증상 완화와 운동력의 회복에 있어서 우수한 결과를 보인다고 보고하고 있다. Burkhart는 open anterior stabilization은 반대하면서 수술전 130° 이상의 hyperexternal rotation이 있는 환자에서는 MGHL과 IGHL사이에서 miniplication을 시행하면 overrotation에 대한 checkrein으로서의 역할을 한다고 기술하고 있다. 또한 glenohumeral internal rotation deficit을 일으키는 posteroinferior capsule의 tightness는 posterior inferior capsulotomy를 실시하여 정상 cam effect를 회복할 수 있다고 주장하였다. Rotator cuff tear에 대한 처치는 일반적인 회전근개 복원술의 원칙을 따라서 실시한다.

Summary

견관절의 ABER position에서 posterosuperior rotator cuff 가 posterior glenoid에 contact 하여 internal impingement가 일어나는 현상은 운동선수가 아닌 일반인에게도 발생하는 physiologic phenomenon이며 과도한 반복 동작으로 인하여 증상이 발현한다. Internal impingement는 증상이 모호할 뿐만 아니라 견관절 내 여러 병소가 함께 존재하기 때문에 각각의 pathology에 대한 자세하고 정확한 evaluation이 필수적이다. 아직 controversy가 있지만 internal impingement의 pathologic factors로서는 anterior capsular laxity (true anterior laxity), posteroinferior capsular tightness (pseudo anterior laxity)와 이로 인한 glenohumeral internal rotation deficit (GIRD), 그리고 SICK scapula syndrome (scapular dyskinesis) 등으로 요약할 수 있다. 진단은 주로 병력 청취와 신체 검사로 내려지며 ultrasonogram, MRA등으로 확진한다. Sleeper stretching exercise 등과 같은 보존적 치료에 반응이 좋지만 6개월간의 재활 치료에도 호전이 없다면 증상과 직접 관련된 주 병소(appropriate pathology)를 찾아 이에 대한 적절한 수술이 이루어져야 한다.

REFERENECES

1. Andrew JR, and Casey PJ. Internal impingement. The shoulder & over head athlete. Lippincott Williams and Wilkins, 125-134, 2005.
2. Budoff JE, Nirschl RP, Ilahi OA, et al.. Internal impingement in the etiology of rotator cuff tendinosis revisited. Arthroscopy, 8:810-814, 2003.
3. Burkhart SS. Internal impingement of the shoulder. Instr Course Lect, 55:29-34, 2006.
4. Burkhart SS and Morgan CD. The peel-back mechanism: Its role in producing and extending posterior type II SLAP lesions and its effect on SLAP repair and rehabilitation. Arthroscopy, 14:637-640, 1998.
5. Davidson PA, Eltrache NS, Jobe CM, and Jobe FW. Rotator cuff and posterior-superior glenoid labrum injury associated with increased glenohumeral motion: A new site of impingement, J Shoulder Elbow Surg, 4:384-390, 1995.
6. Halbrecht, JL, Tirman, P, and Atkin, D. Internal impingement of the shoulder: comparison of findings between the throwing and nonthrowing shoulders of college baseball players. Arthroscopy, 15: 253-258, 1999.
7. Hamner DL, Pink MM, and Jobe FW. A modification of the relocation test: Arthroscopic findings associated with a positive test, J Shoulder Elbow Surg, 9:263-267, 2000.
8. Jobe CM. Superior glenoid impingement. Orthop Clin North Am, 28: 137-143, 1997.
9. Jobe FW, Kvitne RS, and Giangarra CE. Shoulder pain in the overhead or throwing athlete: The relationship of anterior instability and rotator cuff impingement. Orthop Rev, 18:963-975, 1989.
10. Kibler WB. Scapular involvement in impingement: signs and symptoms. Instr Course Lect, 55:35-43, 2006.
11. Kim TK, and McFarland EG. Internal impingement of the shoulder in flexion. CORR, 112-119, 2004.
12. Levitz CL, Dugas J, and Andrews JR. The use of arthroscopic thermal capsulorrhaphy to treat internal impingement in baseball players. Arthroscopy, 17:573-577, 2001.
13. McFarland EG, Hsu CY, Neira CN, and O' Neil O. Internal impingement of the shoulder: A clinical and arthroscopic analysis. J Shoulder Elbow Surg, 8:458-460, 1999.
14. Montgomery WH, and Jobe FW. Functional outcomes in athletes after modified anterior capsulolabral reconstruction. Am J Sports Med, 22:352-358, 1994.

15. Pagnani, MJ, Deng, XH, Warren, RF, Torzilli, PA, and O' Brien, SJ. Role of the long head of the biceps brachii in glenohumeral stability: a biomechanical study in cadavera. *J Shoulder Elbow Surg*, 5: 255-262, 1996.
16. Ramappa AJ, Hawkins RJ, and Suri M. Shoulder disorder in the overhead athlete. *Instr Course Lect*, 56:35-43, 2007.
17. Riand, N, Boulahia, A, and Walch, G. Posterosuperior impingement of the shoulder in the athlete: results of arthroscopic debridement in 75 patients. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*, 88: 19-27, 2002.
18. Rubenstein DL, Jobe FW, Gloumsman RE, Kvitne RS, Pink M, and Giangarra CE. Anterior capsulolabral reconstruction of the shoulder in athletes. *J Shoulder Elbow Surg*, 1:229-237, 1992.
19. Walch G, Boileau P, Noel E, and Donell ST. Impingement of the deep surface of the supraspinatus tendon on the posterior glenoid rim: An arthroscopy study. *J Shoulder Elbow Surg*, 1:238-245, 1992.
20. Walch, G, Liotard, JP, Boileau, P, and Noel, E. Postero-superior glenoid impingement. Another impingement of the shoulder. *J Radiol*, 74: 47-50, 1993.