

## Athletic Shoulder: Throwing Sports

대구가톨릭대학교 의과대학 정형외과학교실

### 최 창 혁

### 서 론

투구운동은 견관절에 반복적인 압박력 및 신장력을 가하게 되며, 이는 견관절의 정적 안정력의 약화를 유발하게 된다. 초기의 경도의 불안정성은 근육 등 동적 안정력의 작용으로 안정적인 운동상태를 유지할 수 있으나, 반복적인 운동이 지속될 경우 근육이 피로해 져서 동적 안정력의 보상작용을 통한 안정성을 얻을 수 없게 된다. 이는 일차적으로 견관절의 불안정성을 유발할 뿐만 아니라, 이차적으로 견봉하충돌증후 및 내적충돌증후 등의 증상을 나타내기도 한다. 과 투구로 인한 대부분의 운동손상은 보존적 치료로 좋은 결과를 볼 수 있으며, 이는 일차적으로 투구를 중지하여 관절을 안정시키며 진통소염제나 물리치료 등을 통한 항 염증치료, 그리고 회전전개 및 견갑골주위근육의 강화운동 등의 단계로 진행된다. 적절한 보존적 치료에도 불구하고 증상이 지속될 경우 정확한 진단에 근거한 수술적 치료 및 조절된 재활운동 프로그램을 통해 조기 운동 복귀를 기대할 수 있다.

#### 1. 투구의 생 역학(Biomechanics of the throwing)

##### 1)투구단계( Throwing phase)

투구단계는 windup, early cocking, late cocking, acceleration 및 deceleration 그리고 follow-throw의 단계를 거치며 전체동작은 2초 이내에 이루어지게 된다. windup phase는 준비동작이며 어깨근육의 동작 및 스트레스를 최소로 한 상태에서 이루어지게 된다. early cocking phase는 90도의 외전과 15도의 수평 외전으로 최소한의 부하가 걸리는 자세이며, 초기에는 삼각근이, 후기에는 상견갑근, 하견갑근 그리고 소원근 등이 작용하게 된다. late cocking phase는 앞발이 땅에 닿은 후부터 최대한의 외회전을 할 때 까지이며 정상관절에서는 상완골두가 후방전위 된다. Acceleration phase는 공을 놓는 시기까지이며 이때 편심성수축(eccentric contracture) 근육과 동심성수축(concentric contracture) 근육의 작용이 바뀌게 된다. Follow throw phase는 deceleration phase와 구분하기도 한다. 이 경우 deceleration phase는 투구단계 중 관절에 걸리는 부하가 가장 큰 시기이며 공을 놓은 후 상완골의 회전이 0도로 돌아오는 시기까지 이며 follow throw의 rebalancing phase로 투구주기(throwing cycle)가 끝나게 된다(Fig. 1)<sup>10,22)</sup>.

---

\*통신저자: 최 창 혁

대구시 남구 대명 4동 3056-6번지

대구가톨릭대학교 의과대학 정형외과학교실

Tel: 053) 650-4276, Fax: 053) 650-4272, E-mail: chchoi@cataegu.ac.kr.

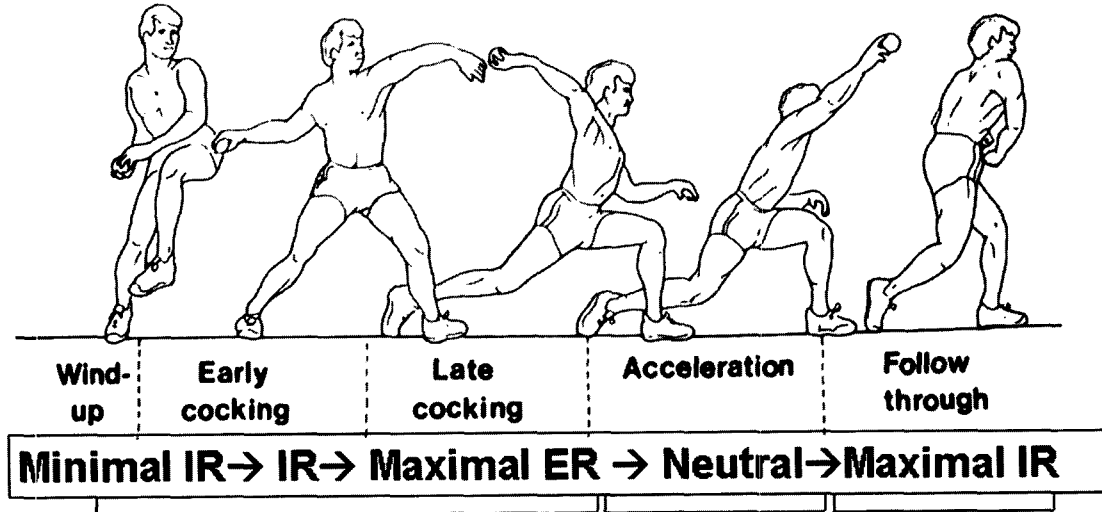


Fig. 1. The five phase of pitching a baseball

## 2) 운동별 투구양상

(Sports specific throwing)

투구 동작 시 우세팔은 비우세팔에 비해 외회전력은 약하나 내회전 및 내전력이 강한 근력을 보이게 되며<sup>13)</sup> 편심성 수축근군의 근력이 동심성 수축근군의 근력에 비해 10 내지 15% 증가된 양상을 보인다<sup>23,31)</sup>. 투구운동으로 인한 적응성 변화는 우세 팔의 비후와 함께 내회전 범위는 작아지고 외회전이 증가되는 양상으로 나타나게 된다. 일반적으로 외회전의 증가에 비해 내회전의 감소가 두드러져서, 투구경력이 오래될수록 전체적으로는 운동범위의 감소를 보이는 경우가 많은 것으로 보고되고 있다<sup>4,5)</sup>. Crockett 등<sup>7)</sup>은 성공적인 프로 야구 투수들이 가져서 볼 수 있는 과도한 외회전의 증가는 반복적인 자극에 대한 상완골 성장의 적응 변화로 인한 것이며, 운동시 적절한 사용과 과사용을 잘 조절하여 유지 함으로써 투수의 기량을 안전하고도 성공적으로 향상시킬 수 있다고 하였다.

미식축구선수의 투구동작은 야구에 비해 초기에 최대 외회전이 되며 상대적으로 내회전을 통한 가속기가 길어지지만 각속도는 야구의 7600 deg/sec에 비해 5000 deg/sec로써 줄어들게 된다. 또한 무거운 풋볼 공을 지탱하기 위해 투구

동작 시 주관절이 앞서 나가게 되며, late cocking phase에 주관절의 굴곡이 커지게 됨으로써 견관절에 가해지는 lever arm을 줄여 어깨의 부하를 줄이는 위치를 취하게 된다. 이러한 동작은 견관절의 상대적으로 기립위에서 투구동작을 끝낼 수 있어 어깨손상을 줄일 수 있는 동작이 된다<sup>9)</sup>.

소프트볼의 투구는 야구나 풋볼 등의 체상 투구(overhead throw)와는 다른 양상을 취하게 되며, 상완골은 외전되지 않고 몸의 방향으로 회전하게 되고, 투구 시 가해지는 힘은 내회전이 아니라 대흉근에 의한 내전력이 주로 작용하게 된다. 또한 ball release 후 deceleration phase에는 근육의 작용이 급격히 감소하게 되어, 체상 투구와는 달리 이 시기의 견관절 손상의 위험성은 감소된다<sup>21)</sup>.

## 2. 투구손상( Throwing injury)

### 1) 손상의 기전( Mechanism of injury)

투구로 인한 견관절의 손상은 과도한 투구에 의해(overthrowing)에 의해 근육이나 관절주위조직에 미세 손상이 축적되어 유발된다<sup>2,28)</sup>. 성인기나 프로선수등에서 발생하여 수술적 치료나 재활 치료를 필요로 하는 대부분의 손상은 청소년기에

서부터 시작되며 이 시기에 발생하는 견관절이나 주관절의 통증은 과 사용 손상의 초기 증상으로 생각 할 수 있다. 청소년기는 견관절과 주관절의 성장판이 열려 있는 시기로서 과 투구로 인한 손상을 쉽게 받을 수 있으므로, 구질(pitch types), 투구 수(pitch count), 그리고 투구역학(pitching mechanics) 등 투구에 영향을 미칠 수 있는 여러 요소에 대한 고려를 통해 손상을 예방하는 것이 중요하다. Andrews 등<sup>1)</sup>과 Lyman 등<sup>20)</sup>은 투구 시 사용하는 구질의 경우 14세 이하의 청소년기에는 주로 속구나, change-up등을 사용하도록 하며 curve ball이나 slider등의 breaking pitch는 성장판의 손상을 유발할 수 있으므로 사용하지 않는 것이 좋다고 하였다. 투구 수의 경우, 600에서 800회 정도의 투구 시 주관절 부위의 통증이 증가하게 되며, 800회 이상의 투구 시 견관절 통증의 위험이 증가 하기 때문에 한 게임 당 75회 이하의 투구 및 시즌 동안 600회 이내의 투구로 제한 하는 것이 좋다고 하였다. 투구역학(pitching mechanics) 또한 안전하고 효과적인 투구를 위해 고려해야 할 사항이다. 정상적인 투구동작은 목표점을 향해 몸의 무게 중심이 부드럽게 이동하는 동작이며, 이때 발을 놓는 방법과 위치에 따라 팔에 가해지는 충격이 달라질 수 있다. 즉, 무릎을 과신전하고 발뺨꿈치로 땅에 디디게 되면 체간에 갑작스런 감속을 유발하여 던지는 팔에 충격을 주게 되며 이러한 현상은 과하게 투구를 하였거나, 강속구를 던질려고 할 때 생기게 된다<sup>29)</sup>. 또한 내디디는 발의 위치는 home plate를 향해야 하며, 만약 내디딘 발이 1루 쪽을 향하게 되면 체간이 너무 일찍 열리게 되어 견관절 전방부와 주관절부에 과도한 스트레스를 받게 된다. 또한 내디딘 발이 3루 쪽을 향하게 되면 체간의 회전을 막게 되어 투구는 전적으로 팔 힘으로 만 하게 된다<sup>22)</sup>. 따라서 운동을 배우는 초기 단계에 적절한 투구동작을 익히게 함으로써 손상의 위험성을 줄이고 기량을 향상시킬 수 있다.

## 2) 분류(Classification)

과도한 투구에 의해(overthrowing)에 의해 근육의 피로가 가중되거나, 부적절한 투구동작

**Table 1.** Classification of shoulder instability

I. Primary disease (overuse syndrome)
Primary tendonitis
Tensile rotator cuff failure
SLAP lesions
Subacromial impingement
Bennett's lesion
II. Primary instability
A. Secondary to repetitive microtrauma
Secondary impingement
Labral tears
Fraying
SLAP lesions
B. Secondary to generalized ligamentous laxity
III. Acute traumatic instability
IV. Posterosupeviop glenoid impingement

그리고 준비운동 등이 부족할 경우 투구 시 견관절의 손상을 유발할 수 있다.

손상의 양상은 견봉하공간의 문제, 견관절의 불안정성, 견봉쇄골관절의 문제, 신경포착증후군, 그리고 청소년기의 성장판 손상등 다양하게 발생할 수 있으며, 이중 견관절의 불안정성과 관련된 문제는 과사용으로 인한 질환(overuse syndrome), 일차성불안정성, 급성 외상성불안정성, 그리고 내적충돌증후등으로 분류할 수 있다. 과사용증후군은 deceleration phase 중 회전건개와 이두박근에 가해지는 신장력에 의한 건염 및 회전건개 손상, SLAP병변, 충돌증후군, 그리고 관절와의 후하방에 골외골증(bony exostosis)를 유발할 수 있다(Table 1)<sup>17)</sup>.

### 3) 일차성 불안정성(Primary instability)

일반적으로 전방 아탈구나 불안정성의 증상이 보이게 되며, 이는 투수에게서 가장 흔히 볼 수 있는 손상의 양상이다. 반복적인 투구동작이 지속적으로 가해질 경우 late cocking phase에 전방관절순 및 하관절와상완인대의 신장 및 과부하로 인한 손상 때문에 발생하게 된다. 이는 관절순 및 인대손상 뿐만 아니라, 회전건개근육의 피로나 불균형등으로 생길 수 있으며 이차성 충돌증후나 관절순파열등의 병변을 유발하게 된다. 불안정성이 진행되면 회전건개의 불균형뿐만 아니라 전갑골주

위근육 불균형을 을 초래하게 되어 관절의 안정성을 더욱 악화시키게 된다. 진단은 전방 불안정성의 병력과 함께 최대외전위에서 외회전의 감소, apprehension sign, relocation sign 등의 이학적 검사를 통하여 할 수 있으며, 단순방사선 촬영 및 MRI 검사를 통하여 병변의 양상을 확인할 수 있다. 경도의 불안정성을 보이는 대부분의 환자는 잘 조절된 재활치료를 통해 좋은 결과를 볼 수 있으며, 이는 회전건개근육 뿐 아니라 견갑근육의 단계적인 강화운동을 포함하여야 한다. 중등도 이상의 불안정성이 지속될 경우 관절경 혹은 개방적 방법을 이용한 수술적 치료를 시행할 수 있으며, 이는 견관절의 해부학적 구조에 손상을 주지 않으며 전방 관절와상완인대 복합체의 견고한 재건을 함으로써 운동범위의 제한 없이 조기에 운동에 복귀하는 것을 목표로 한다.

#### 4) 내적 충돌 및 상부관절순 손상 (Internal impingement and SLAP lesion)

상부관절와에 부착되는 후상방관절순과 이두박건 장두의 해부학적인 특성은, 이두박건의 뒤쪽이 주로 힘을 받는 periarticular fiber system으로 구성되어 있으며, 관절순과 관절와상완인대가 bumper를 형성하고, 이로 인한 suction cup effect 등으로 안정성을 유지하는데 도움을 준다<sup>19,33)</sup>.

투구단계중 팔의 위치와 상부관절순 및 이두박건 장두에 가해지는 힘에 따라 손상의 양상이 달라지게 되며, 내적 충돌증후(internal impingement)는 late cocking phase에 전방관절낭의 이완 및 과도한 외회전으로 인해 관절순과 상완골두 사이에서 회전건개의 하부가 끼이는 병변을 말한다. 전방견관절 불안정성이 있을 경우 상완골이 견갑면 뒤쪽으로 과각을 이루게 되며, 이때 상완골두의 전방전위가 동반되면 내적충돌증후가 유발된다. 내적충돌증후는 일반적으로 전방 불안정성이 있는 투수에서 호발하는 것으로 알려지고 있으나, cocking phase에서의 충돌자체는 정상적인 것이며, 불안정성 또한 내적충돌증후의 직접적인 유발요인은 아닌 것이라는 견해도 있다<sup>8,11,14, 34)</sup>. SLAP 병변의 경우, 이두박건에 가해지는 과신장력에 의해 발생되며, cocking phase에 Peel-back mechanism으로 SLAP 병변이 더욱 커지

게 된다. 이는 결국 내적충돌증후때와 마찬가지로 접촉되는 부위에 회전건개 하부의 손상을 유발할 수 있다. Peel back mechanism은 팔이 외전 및 외회전 할 때 이두박건의 뒤쪽으로 가해지는 힘이, 이두박건-관절순복합체에 회전력을 유발시켜 관절와로 부터 뒤로 제껴지게 되는것을 말한다<sup>3,6)</sup>. SLAP 병변과 내적충돌증후병변은 서로 영향을 끼칠 수 있으며 특징적인 관절 순의 손상 양상 및 회전건개의 손상을 유발하게 된다. Morgan 등<sup>26)</sup>은 이두박건의 과신장으로 인한 SLAP 병변이 내적충돌증후를 유발한다고 하였으며, Jobe 등<sup>15)</sup>은 내적충돌증후로 인해 SLAP 병변이 생길 수 있다고 하였다. 그러나 어떤 경우에서건 SLAP병변을 치료함으로써 관절의 안정성을 얻고 내적충돌증후의 증상을 없앨 수 있다고 하였다.

진단은 overhead throwing등의 병력을 확인하는 것이 중요하며, 특징적인 동통의 양상 및 증상의 발현여부를 확인하는 것이다. 이학적 검사는 내적충돌증후의 경우 relocation test로써<sup>12)</sup>, SLAP 병변의 경우 상부 이두박건관절순복합체의 자극을 유발하는 다양한 검사로 확인할 수 있다<sup>30)</sup>. 진단적 검사로써 MRI나 MR arthrography를 통해 SLAP 병변과 내적충돌증후의 소견을 의심할 수 있으며, 관절경적 검사로 확인할 수 있다.

내적충돌증후 및 SLAP 병변의 치료는 보존적 치료치료 및 수술적 치료를 시행할 수 있다. 내적충돌증후의 경우 보존적 치료로써 좋은 결과를 얻을 수 있는 것으로 알려지고 있으며, 증상이 지속될 경우 관절경하 변연절제술 및 thermal capsulorrhaphy, anterior capsulolabral repair, rotational osteotomy등의 수술적 치료를 시행할 수 있다<sup>18,25)</sup>. SLAP병변은 관절경 수술로 치료할 수 있는 질환이며, 치료 방법은 병형의 양상에 따라 결정된다. 가장 흔하게 볼 수 있는 형태인 Type II의 경우 screw type의 suture anchor 고정을 통해 치료할 수 있다. Type I 이나 Type III의 경우 변연절제 후 관절와상완관절의 안정성을 확인해야 하며, Type IV의 경우는 동반된 이두박건의 파열정도에 따라 치료방침이 결정된다<sup>24)</sup>.

#### 5) 기능성 충돌증후군(Functional impinge-

ment syndrome)

관절와 상완관절의 과 이완성을 보이고 있는 투구 운동선수의 경우 관절와 상완관절의 불안정성이나 명백한 견봉하 충돌증후군의 소견이 없이도 견봉하 충돌증후군의 증상을 보일 수 있다. 운동선수에서 볼 수 있는 이차성 충돌증후군 즉 기능성 충돌증후군(FIS)은 일반적인 견봉하 충돌증후군과는 통증의 양상이 다르며, 오구견봉인대에 주된 병변을 볼 수 있다

일반적인 증상은 견관절 전상방부의 동통을 호소하며, 투구동작 시 악화되어 투구능력이 저하되는 소견을 보이나, 이학적 검사 및 진단적 검사상 특별한 소견을 보이지 않는 경향이며 MRI 검사상 오구견봉인대의 비후를 보이는 것이 유일한 소견으로 보이기도 한다. 휴식하면 증상이 호전되는 양상을 보이며, 보존적 치료는 휴식과 약물투여 및 스테로이드 주사를 시행할 수 있으며 관절경소견을 바탕으로 수술적 치료를 시행할 수도 있다.

특징적인 관절경 소견은 점액낭의 염증성변화와 오구견봉인대의 비후등으로써 전외측대(anterolateral band)를 확인하여 제거해 주면 좋은 결과를 얻을 수 있다.

### 3. 재활치료

투구손상에 대한 견관절 재활치료의 목적은 조기에 통증 없이 기능적인 회복을 얻음으로써 운동시 최대한의 기량을 발휘하며 새로운 손상을 예방하는데 있다. 이를 위해서는 몇 가지의 고려사항을 감안하여 재활치료를 시행하여야 한다.

첫째로 견관절의 기능적 운동면인 견갑면 혹은 견갑면의 전방에서 운동이 시행되어야 통증 없이 운동이 가능하며, 관상면을 따라 운동을 시행할 경우 회전건개에 충돌증후를 유발하게 된다. 둘째로 견관절 근력강화 운동시 팔꿈치를 굽혀 몸 가까이 함으로써 지렛대길이(lever arm)를 짧게 유지하여야 한다는 것이다<sup>32)</sup>. 셋째로 투구동작 중 deceleration phase에 작용하는 편심성 수축 근육에 대한 강화운동에 중점을 두어야 한다는 것이며<sup>16)</sup>, 넷째로는 견갑골주위근육에 대한 강화운동을 통하여 안정적인 견갑골 기저를 얻음으로써 원위부의 운동을 원활하게 할 수 있다는 것이다. 다

섯째로는 점진적으로 운동감각과(kinesthesia) 고유수용감각(proprioception)을 증가시킴으로써 운동선수에게 필요한 운동능력을 강화시키는 것이다<sup>27)</sup>. 마지막으로 운동 자체의 특성 및 운동선수의 필요에 따라 운동프로그램을 개별화 하여야 하며, 필요 시 open chain 및 closed chain exercise를 번갈아 함으로써 효과적인 운동이 가능하다.

### 요 약

투구동작은 견관절의 안정성을 유지한 가운데 최대 각속도를 얻기 위하여 견관절 주위근육의 중심성 및 편심성 수축운동이 지속적으로 이루어지는 운동이며, 반복적인 투구동작을 통해 골, 관절 및 주위 연부조직의 손상을 유발할 수 있다. 손상을 예방하기 위해서는 운동초기단계부터 적절한 투구방법과 투구 횟수 및 운동역학에 대한 이해를 바탕으로 한 운동프로그램을 시행하여야 하며, 정기적인 검사를 통하여 과 사용으로 인해 운동경력 기간 중 발생할 수 있는 손상의 양상을 확인함으로써 조기치료 및 운동복귀가 가능하다.

### REFERENCES

- 1) **Andrews JR and Fleisig GS:** How many pitches should I allow my child to throw. *USA Baseball News(April):*5, 1996.
- 2) **Andrews JR and Fleisig GS:** Preventing throwing injuries. *J Orthop Sports Phys Ther,* 27:187-188, 1998.
- 3) **Bey MJ, Elders GJ, Huston LJ, Kuhn JE, Blaster RB, and Soslowsky LJ:** The mechanism of creation of SLAP lesions in a dynamic biomechanical model of the shoulder: The role of inferior subluxation. *J Shoulder Elbow surg,* 7:397-401, 1998.
- 4) **Bigliani LU, Codd TP, Connor PM, et al:** Shoulder motion and laxity in the professional baseball player. *Am J Sports Med* 25:609-613, 1997.
- 5) **Brown LP, Niehues SL, Harrah A, et al:** Upper extremity range of motion and isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators in major league baseball players. *Am J Sports Med,*

- 16:577-585, 1988.
- 6) **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 rehabilitation. *Arthroscopy*, 14:637-640, 1998.
  - 7) **Crockett HC, Gross LB and Wilk KE:** Osseous adaptation and range of motion at the glenohumeral joint in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*, 30:20-26, 2002.
  - 8) **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*, 4:384-90, 1995.
  - 9) **Fleisig GS, Escamilla RF and Andrews JR:** Kinematics and kinetic comparison between baseball pitching and football passing. *J Appl Biomech*, 12:207-224, 1996.
  - 10) **Glousman RE, Jobe FW, Tibone JE, Moynes D, Antonelli D and Perry J:** Dynamic EMG analysis of the throwing shoulder with glenohumeral instability. *J Bone Joint Surg*, 70-A:220-226, 1988.
  - 11) **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.
  - 12) **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.
  - 13) **Hinton RY:** Isokinetic evaluation of shoulder rotational strength in high school baseball pitchers. *Am J Sports Med*, 16:274-279, 1988.
  - 14) **Jobe CM:** Evidence for a superior glenoid impingement upon the rotator cuff. *J Shoulder Elbow Surg*, 2:19, 1993.
  - 15) **Jobe CM:** Superior glenoid impingement. *Clin Orthop*, 330:98-107, 1996
  - 16) **Jobe FW, Myones DR, Tibone JE and Perry J:** An EMG analysis of the shoulder in pitching: a second report. *Am J Sports Med*, 12:218, 1984.
  - 17) **Kvitne RS and Jobe FW:** The diagnosis and treatment of anterior instability in the throwing athlete. *Clin Orthop*, 291:107-123, 1993.
  - 18) **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
  - 19) **Lippitt S, Vanderhooft J, Harris S, Sidles J, Harryman DI, and Matsen FI:** Glenohumeral stability from concavity-compression: a quantitative analysis. *J Shoulder Elbow Surg*, 2:27-35, 1993.
  - 20) **Lyman S, Fleisig GS, Andrews JR and Osinski ED:** Effect of pitch type, pitch count, and pitching mechanics on risk of elbow and shoulder pain in youth baseball pitchers. *Am J Sports Med*, 30:463-468, 2002.
  - 21) **Maffet MW, Jobe FW and Pink MM:** Shoulder muscle firing patterns during the windmill softball pitch. *Am J Sports Med*, 25:369-374, 1997.
  - 22) **Meister K:** Injuries to the shoulder in the throwing Athlete. Part one : Biomechanics/pathophysiology/classification of injury. *Am J Sports Med*, 28:265-275, 2000.
  - 23) **Mikesky AE, Edwards JE , Wigglesworth JK et al:** Eccentric and concentric strength of the shoulder and arm musculature in collegiate baseball pitchers. *Am J Sports Med*, 23:638-642, 1995.
  - 24) **Mileski RA, and Snyder SJ:** Superior labral lesions in the shoulder: Pathoanatomy and surgical management. *J Am Acad Orthop surg*, 6:121-131, 1998.
  - 25) **Montgomery WH and Jobe FW:** Functional outcomes in athletes after modified anterior capsulolabral reconstruction. *Am J Sports Med*, 22:352-358, 1994.
  - 26) **Morgan CD, Burkhart SS, Palmeri M and Gillespie M:** Type II SLAP lesions: Three subtypes and their relationships to superior instability and rotator cuff tears. *Arthroscopy*, 14:553-565, 1998.
  - 27) **Newton R:** Joint receptor contributions to reflexive and kinesthetic response. *Phys Ther*, 62:22, 1982.
  - 28) **Oberlander MA, Chisar MA and Campbell B:** Epidemiology of shoulder injuries in throwing and overhead athletes. *Sports Med Arthrosc Rev*, 8:115-123, 2000.
  - 29) **Sain J and Andrews JR:** Proper pitching techniques, in Zarins B, Andrews JR, Carson WG(eds): *Injuries to the throwing arm. Philadelphia, WB Saunders*, pp30-37, 1985.
  - 30) **Savoie FH and Field LD:** Lesions of the superior aspect of the shoulder. *Orthop knowledge*

- update*, AAOS, 269-275, 1997.
- 31) **Sirota SC, Malanga GA, Eischen JJ, et al:** An eccentric and concentric strength profile of shoulder external and internal rotator muscles in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*, 25:59-64, 1997.
- 32) **Townsend H, Jobe FW, Pink M and Perry J:** Electromyographic analysis of the glenohumeral muscles during a baseball rehabilitation program. *Am J Sports Med*, 19:264, 1991.
- 33) **Vangness CT Jr, Jorgenson SS, Watson T, and Johnson DL:** The origin of the long head of the biceps from the scapula and glenoid labrum: an anatomical study of 100 shoulders. *J Bone Joint Surg*, 76-B:951, 1994.
- 34) **Walch G, Boileau P, Noel E, and Donell ST:** Impingement of the deep surface of the supraspinatus tendon on the posterosuperior glenoid rim: An arthroscopic study. *J Shoulder Elbow Surg*, 1:238-45, 1992.