투구집단과 저항운동집단의 어깨관절 손상유형에 관한 고찰

조영진¹⁾ · 김용권^{2)*}

1)호서대학교 2)전주대학교

ABSTRACT

Young-Jin Jo · Yong-Kweon Kim. Different types of shoulder injuries of throwing and resistance training groups. *KINESIOLOGY*, 2016, 18(3): 73-83. **[PURPOSE]** The purpose of this review was to review different types of shoulder injuries of throwing group (TG) and resistance training group (RTG). **[METHODS]** A literature review was conducted via web based search engines such as the PUBMED and OVID to collect information about physical characteristics of the overhead sports activity. **[RESULTS]** The overhead athlete including TG and RTG has unique physical traits and adaptive changes as a result of the repetitive nature of overhead motion. Especially, they have a higher range of motion of external rotation of glenohumeral joint and low range of motion in the internal rotation. In overhead athlete, glenohumeral internal rotation deficiency (GIRD) is a normal phenomenon that can be easily expected. However, this change leads to contracture of the posterior shoulder, increases humerus retroversion, and results in imbalance of rotator cuff. Therefore, overhead throwing and resistance training induce soft tissue damage, anterior instability or subluxation, subacromial impingement, nerve compression, and acromioclavicular injury. Throwing was well reported on rotator cuff injury while overhead resistance training induces injuries on biceps brachii long tendon and supraspinatus. There are similarities between high five position in RTG and 90° abduction and external rotation of the shoulder in TG groups. **[CONCLUSIONS]** We know that TG and RTG have a similar to the shoulder injuries from this review. However, Because the types of shoulder injuries are different by the motion of resistance training, we recommend the adaptation of resistance training for shoulder injury prevention.

Key words : throwing injury, overhead injury, resistance injury, shoulder injury, shoulder instability

주요어 : 투구손상, 오버헤드손상, 저항성손상, 어깨손상, 어깨불안정

서론

공을 던지는 투구동작은 발에서 손가락까지 동시다발적이고 협력적인 움직임을 수반하며 이 때 수행되는 각속도는 최대6000~6940°/sec로 알려져 있다(Fleisig et al., 2011). 이러한 동작을 반복적으로 수행하는 것은 전방 관절주머니에 많은 스트레스를 초래하며, 베드민턴과 같은 라켓 스포츠의 스매싱 동작에서도 지나친 가쪽 돌림과 벌림 움직임을 포함하고 있기 때문에 오목위관절(glenohumeral joint)에 많은 스트레스를 만들어 내는 것으로 알려져 있다(Abrams et al., 2012; Burkhart et al., 2003; Kibler et al., 2016; Noonan et al., 2015; Provencher et al., 2014). Kolber et al.(2013)는 저항운동이 어깨손상을 유발시킬 수 있으며, 그 원인이 과도한 부하와 반복적인 수행이라고 하였다. 특

히 밀리터리 프레스(military press)와 같은 오버헤드(overhead) 동작 시 손상이 발생하는 것으로 보고하였다(Kolber et al., 2013).

투구종목과 마찬가지로 웨이트 트레이닝은 많은 오버헤드 동작이 있다. 그러나 두 유형의 운동은 가장 큰 차이점이 있다. 즉, 투구종목은 어깨관절에 회전력이 부가되어 등속성 운동이 적용되는 종목이지만(Burkhart et al., 2003; Kibler et al., 2016), 저항성운동은 근육의 구심성 수축과 편심성 수축에 의한 등장성 운동의 개념이 적용된다는 점이다(Amin et al., 2015; Kolber et al., 2013; Noonan et al., 2015). 이러한 움직임으로 인해 어깨손상에는 어떤 차이가 발생하는 것일까에 대한 의문이 발생하게 된다. 그러나 두 집단을 대상으로 비교한 연구는 아직 없는 실정이다.

따라서 각각의 집단을 대상으로 어깨 손상을 연구

* 교신저자: caliperkim@hanmail.net

한 선행연구를 근거로 손상 유형의 공통점과 차이점을 비교분석함으로써 상대적으로 연구가 미흡한 저항운동의 어깨 손상 연구를 투구 종목과 비교하는 것이 저항운동을 하는 사람의 손상 예방에 큰 도움이 될 것으로 사료된다.

그러므로 이 연구의 목적은 투구집단과 저항운동집단의 어깨손상 유형에 관한 연구를 고찰함으로써 손상예방을 위한 재활운동 및 트레이닝 프로그램을 작성하는데 도움을 제공하고자 함이다.

투구집단과 저항운동집단의 어깨관절 구조적 변화

어깨관절의 손상을 예방하기 위해서는 오목위팔관절의 안정성과 가동성을 동시에 가지고 있어야 하며, 최대한의 속도를 만들어내기 위하여 어깨는 큰 가동성이 요구됨과 동시에 과도한 가쪽돌림 중 위팔뼈머리는 관절테두리 내에서 지속적으로 유지되고 있어야만 하는 "thrower's paradox"가 존재한다(Wilk et al., 2002). 투구종목과 웨이트트레이닝은 공통적으로 과부하의 반복된 오버헤드(overhead) 동작으로 인하여 어깨의 구조적 변화가 초래하게 된다(Kim Y. K, 2007; Kolber et al., 2009, 2013; Wilk et al., 2009). 주된 어깨의 구조적 변화는 어깨 안쪽돌림 결핍(GIRD; glenohumeral internal rotation deficit)과 뒤쪽 관절주머니 구축(posterior shoulder tightness), 회전근개의 불균형(imbalance of rotator cuff), 어깨뼈 위치 및 운동기능장애(scapular dyskinesis)가 있다.

어깨 안쪽돌림 결핍

어깨 안쪽돌림 결핍은 주측(involved)과 비주측(uninvolved)의 안쪽돌림각의 차를 의미한다. 오버헤드 스포츠 활동 참가자들의 가장 큰 특징은 위팔 어깨관절의 안쪽돌림각이 감소된다는 점이다. 이러한 신체적 특징을 GIRD라고 명명하였다(Burkhart, 2003). 특히 투구종목과 웨이트 트레이닝에 참가하는 사람들의 가장 큰 신체적 특성은 어깨관절의 안쪽돌림각은

작아지지만 가쪽돌림각은 커진다는 것이며, 많은 선행 연구들은 어깨관절의 주측과 비주측 간 관절운동범위에 차이가 있는 것으로 보고하고 있다(Amin et al., 2015; Barlow et al., 2002; Burkhart, 2003; Kim, 2007; Kolber et al., 2009, 2013; Noonan et al., 2015; Wilk et al., 2009, 2011, 2014).

Wilk et al.(2009)는 2003년부터 2008년까지 879명의 메이저 리그 투수를 대상으로 한 연구에서 어깨 90° 벌림에서 측정된 가쪽돌림의 각도는 136.9°와 안쪽돌림의 각도는 40.1°로 비주측에 비해 가쪽돌림은 주측이 9°가 컸으며, 안쪽돌림은 주측이 -8.5° 더 작은 것으로 보고하였다(Wilk et al., 2009). Kim et al.(2007)은 79명의 야구선수(중학교 - 대학교)를 대상으로 수동 관절운동범위(PROM) 연구에서 가쪽돌림각은 122.2°와 안쪽돌림은 39.1°로 비주측에 비해 가쪽돌림은 9°가 컸고 안쪽돌림은 주측이 5° 더 작은 것으로 보고하였다(Kim, 2007).

투구 종목 선수들의 어깨관절 안쪽돌림각과 가쪽돌림각의 변화는 유소년 선수도 마찬가지로 보고되었다(Andrea et al., 2004; Astolfi et al., 2015; Clarsen et al., 2014; Cools et al., 2014; Kim, 2010). 연령별로 분석한 결과 고등학교 투수집단은 중학생 투수집단에 비해 주측의 안쪽돌림각이 10°, 가쪽돌림각은 11°가 더 크지만, 대학교이상 투수집단은 고등학교 투수집단에 비해 오히려 안쪽돌림각이 7°, 가쪽돌림각이 14° 더 작은 것으로 보고하였다. 즉, 고등학교시기에 관절운동각이 가장 크지만 연령이 증가할수록 더 이상 커지지 않고 오히려 감소한다고 하였다(Kim, 2010). 이렇듯 투구 선수의 관절 특징을 "던지기 선수의 관절 느슨함(thrower's laxity)"이라고 하였으며, 반복적인 과도한 가쪽돌림력에 의한 신체적 적응으로 판단하여 "획득된 관절 느슨함(acquired laxity)"이라고 언급하였다(Wilk et al., 2002).

저항운동에 참가하는 웨이트 트레이닝 집단에서도 과도한 가쪽돌림각과 안쪽돌림각의 제한이 있음이 보고되었다(Barlow et al., 2002; Kolber et al., 2009, 2011). Kolber et al.(2009)은 60명의 저항운동집단을 대상으로 어깨 굽힘각, 벌림각, 가쪽돌림각이 통제 집단과 비교하여 각각 13°, 12°, 16.4° 유의하게 더 큰 것으로 보고하였다(Kolber et al., 2009). 이러한 결과는 벤치프레스, 랫풀다운, 인클라인 덤벨 프레스와 같은 웨이트 트레이닝에서 실시하는 대부분의 운동이 <Figure 1>과 같이 "하

이 파이프 포지션(pipe position)에서 수행되어지기 때문이라고 보고하였으며, 어깨관절의 벌림 및 가쪽돌림 자세를 지속적으로 수행하는 것은 앞·아래쪽 관절주머니를 느슨하게 만들고 뒤쪽 관절주머니를 구축시키기 때문이라고 하였다(Kolber et al., 2009; 2013). 반면 여성 저항운동집단을 대상으로 한 어깨관절의 굽힘각, 벌림각, 가쪽돌림각, 안쪽돌림각 그리고 수평모음각을 측정한 결과 안쪽돌림각과 수평모음각에서만 유의한 차이가 있는 것으로 보고하였다(Kolber et al., 2011).

Figure 1. "high five" position on overhead sports activity population.

뒤쪽 관절주머니 구축

GIRD는 오목위팔관절의 뒤·아래쪽 관절주머니의 구축이 주된 원인이다. 특히 오목위팔관절의 안쪽돌림 결핍이 있는 던지기 선수의 경우, 위팔뼈 머리의 회전 중심이 오목위팔관절의 가쪽돌림과 벌림시 관절테두리(glenoid)로부터 벗어나 뒤·위쪽으로 움직이게 된다(Amin et al., 2015; Burkhart, 2003; Wilk et al., 2002, 2011). 이러한 관절 축의 이동(shift)은 기능적으로 위팔뼈 머리가 앞·아래쪽 관절주머니에 접촉되지 않음으로써 결과적으로 더 많은 가쪽돌림을 만들어내어 위팔 두갈래근 긴머리의 접지부(anchor)에 더 큰 스트레스를 만들어낸다. 이를 박피기전(peel-back mechanism)이라고 명명하였다(Burkhart, 2003). 이러한 안쪽돌림 결핍의 원인으로는 오목위팔관절을 둘러싸고 있는 뒤·아래쪽 관절주머니의 구축 때문인 것으로 가장 많이 보고하였으며(Burkhart, 2003; Harshbarger et al., 2013; Laudner et al., 2006), 회전근개 중 가시아래근

과 작은원근과 같은 가쪽돌림근의 구축도 원인이라고 보고하고 있다(Reinold et al., 2008; Lane et al., 2015). 또한 안쪽돌림각의 제한이 없는 투수는 제한이 있는 투수에 비해 위팔뼈의 후굴(retroversion)이 유의하게 더 큰 것으로 나타나 뼈의 변형이 안쪽돌림 제한의 원인일 것이라고 보고하였으며(Noonan et al., 2015; Wilk et al., 2011), 야구의 경력이 증가할수록 후굴이 더 큰 것으로 보고하였다(Kim, 2010).

저항운동집단과 통제집단을 대상으로 한 어깨관절 운동범위를 측정한 결과 저항운동집단은 통제집단에 비해 안쪽돌림과 수평모음의 운동범위가 각각 20.1°와 21° 유의한 감소가 있었으며(Kolber et al., 2009), 25명의 보디빌더를 대상으로 실시한 연구에서도 보디빌더 집단과 통제집단과 비교하여 안쪽돌림이 각각 60.8°와 71.8°로 약 11°의 유의한 차이가 있는 것으로 보고되었다(Barlow et al., 2003). 반면 최근에는 296명의 메이저리그 투수들을 대상으로 한 연구결과 GIRD를 가진 선수보다 가쪽돌림각이 제한된 선수가 어깨손상이 2.2배 더 많은 것으로 보고하였으며, 저자들은 이것을 "가쪽돌림 불충분(external rotation insufficiency)"이라고 언급하였다(Wilk et al., 2015). 이러한 관절 변화의 원인으로는 어깨 뒤쪽을 둘러싸고 있는 어깨세모근과 가시아래근, 작은원근으로 구성된 가쪽돌림 근육의 구축(Reinold et al., 2008; Torres et al., 2009), 뒤쪽 관절주머니의 구축(Takenaga et al., 2015), 어깨뼈 위치의 변화(Kibler et al., 2010; 2013; Provencher et al., 2014), 위팔뼈머리의 후굴의 변화로 보고하였다(Noonan et al., 2015; Wilk et al., 2009).

회전근개의 불균형

현재까지 다양한 선행연구들은 오버헤드 스포츠 활동 참가자들은 안쪽돌림근의 강화와 상대적으로 약한 가쪽돌림근을 가지고 있는 것으로 보고하였다(Amin et al., 2015; Clarsen et al., 2014; Kolber et al., 2009; Phil, 2011; Wilk et al., 1993). 주축의 안쪽돌림근이 비주축에 비해 약 10%까지 유의하게 더 큰 것으로 보고하였다. 이런 결과는 테니스와 같은 라켓스포츠 종목에서도 주축의 안쪽돌림근이 가쪽돌림근에 비해 유의하게 더 큰 것으로 보고되고 있다(Andrea et al., 2004;

Cools et al., 2014). 모든 스포츠 참가자에게 사용되는 관절의 주동근과 길항근의 상대적 근력은 손상을 예방하고 적절한 근력을 발휘하는 데 매우 중요한 역할을 담당한다. 이러한 관점에서 어깨관절의 가쪽돌림근은 안쪽돌림근에 최소 65%까지 발휘되어야 한다. 선행 연구를 통한 최적의 가쪽돌림 대 안쪽돌림의 근력의 비율은 66-75%인 것으로 보고된다(Wilk et al., 1993). 또한 이러한 특성을 가진 사람은 가시위근의 근력이 주축 어깨에서 유의하게 작기 때문에 어깨 충돌증후군과 같은 손상의 위험에 더욱 노출될 수 있을 것이라고 추정하였다(Cools et al., 2014; Kolber et al., 2009; Phil, 2011). 어깨뼈의 움직임에 작용하는 어깨가슴관절(scapulothoracic joint)의 근육은 어깨뼈의 적절한 움직임과 안정성에 매우 중요한 역할을 한다. 이러한 근육은 위팔뼈와 어깨뼈의 짝힘(force couple)을 만들어 내어 어깨 기능 향상에 도움을 주고 최대의 수행력을 만들어 낸다(Ludewig & Reynolds, 2009; Provencher et al., 2014). Wilk et al.(1993)은 112명의 메이저리그 야구선수를 대상으로 한 연구에서 투수와 포수는 야수에 비해 내림과 올림 근력이 상대적으로 유의하게 더 큰 것으로 나타났으며, 모든 선수들은 주축의 어깨뼈 내림 근력이 비주축에 비해 유의하게 더 큰 것으로 보고하였다(Wilk et al., 1993).

한편, 저항운동을 주 3회 이상 실시하는 집단은 통제 집단에 비해 어깨 벌림, 안쪽돌림, 올림 근육이 어깨의 모음, 가쪽돌림, 내림 근육에 비해 상대적으로 강하게 되면 상대적 근력(relative strength)이 높다고 하며, 이는 곧 충돌증후군과 밀접한 상관관계가 있게 된다(Kolber et al., 2009, 2011). 특히 가쪽돌림 대 안쪽돌림, 벌림 대 가쪽돌림, 어깨뼈 위쪽 회전 시 위등세모근과 아래등세모근의 짝힘에 중점을 두어야 한다. 어깨 움직임 시 상대적 근력의 불균형은 손상 위험성을 크게 하고 어깨 기능 운동 장애(scapular dyskinesis)를 가진 집단은 안쪽돌림과 벌림 근력이 가쪽돌림의 근력보다 상대적으로 더 큰 것으로 나타났다(Clarsen et al., 2014; Russ et al., 2013). 반면 Cools et al.(2014)은 엘리트 청소년 테니스 선수를 대상으로 어깨안정근을 측정한 결과 주축 팔에서 위등세모근과 앞뒹근이 유의하게 더 크다고 하였지만 비주축과 비교할 때는 중간 및 아래 앞뒹근에서는 근력의 차이가 없다고 하였다(Cools et al., 2014).

어깨뼈 위치 및 운동기능 장애

어깨뼈의 위각은 등뼈 2번에 위치하고, 아래각은 등뼈 7번에 위치한다. 안쪽모서리는 척주의 가시돌기와 평행을 이루면서 약 5-7cm의 거리를 두고 있다(Provencher et al., 2014). Kibler et al.(2010)은 위팔뼈의 움직임과 함께 어깨뼈의 변형된 협응력을 어깨뼈 운동기능 장애라고 하였으며(Kibler et al., 2010), Burkhart(2003)은 잘못된 정적 어깨뼈 자세를 SICK scapular(Scapular malposition, Inferior medial border prominence, Coracoid pain and malposition, dyskinesis of scapular)라고 하였다(Burkhart, 2003). 이러한 증후군은 둥근 어깨(round shoulder)를 가진 사람에게서 주로 보여지며, 어깨뼈의 내림 및 어깨뼈 아래각의 돌출 등으로 확인된다(Burkhart, 2003). 투구 동작은 어깨뼈의 내림, 앞쪽 기울임(anterior tilting), 내림이 유의하게 증가한다고 하였으며(Wilk et al., 1993; 2009). 또한 단축된 후방 관절주머니 가진 투수는 안정 시 어깨뼈의 내림과 내림이 있게 되며, 이러한 자세는 반복된 오버헤드 동작 후 어깨뼈의 앞쪽 기울임과 불충분한 위쪽 회전을 유발함으로써 충돌증후군이나 회전근개 손상을 유발하게 된다(Kibler et al., 2013; Laudner et al., 2006; Shane et al., 2009). 이러한 동작은 투구 동작에서 어깨의 벌림과 가쪽돌림이 동반되는 후기 코킹 단계에서 더욱 두드러지게 되며, 투구 회수의 증가로 아래등세모근과 앞뒹근이 피로해지면 어깨뼈의 위쪽회전이 감소하게 된다. 이렇듯 어깨뼈 위치는 앞쪽 기울임과 내림은 안쪽돌림 각이 감소하게 되며, 어깨뼈의 운동기능 장애가 발생하게 된다. 이러한 현상은 저항운동을 하는 집단에서도 유사한 것으로 보고되고 있다(Barlow et al., 2002; Kolber et al., 2009).

투구집단과 저항운동집단의 어깨관절 손상 유형(Table 1)

연부 조직 손상

투구종목의 경우 어깨관절에서 주로 발생하는 연부 조직 손상은 회전근개, 위팔두갈래근 그리고 큰가슴근

손상을 들 수 있다. 특히 어깨 90° 벌림에서의 반복적인 움직임은 회전근개의 충돌증후군 및 힘줄염이 발생되며, 투구종목의 선수는 회전근개 손상이 가장 빈번하게 발생된다(Economopoulos et al., 2012; Lane et al., 2015; Phil, 2011; Wilk et al., 2009). 또한 회전근개의 완전 파열을 경험한 메이저리그 투수 중 12명당 1명 정도(약 8%)는 약 66개월이 지난 후에 완벽한 투구 능력을 발휘할 수 있고 경기에 복귀할 수 있는 것으로 조사되었다(Mazoue et al., 2004).

웨이트리프터 121명을 대상으로 한 연구에서는 어깨 손상이 27%를 차지하지만, 가장 손상이 많은 부위는 위팔두갈래근의 긴머리와 가시위근인 것으로 보고되었다(Konig & Biener, 1990). 그러나 일부 선행연구에서는 저항운동 중 큰가슴근 파열을 보고하고 있다(Haley et al., 2014; Rijnberg et al., 1993). 그 원인은 벤치프레스 운동 중 가장 하위 지점인 복장뼈 부위에 큰 부하가 터치했을 때 큰가슴근은 가장 큰 신장(stretch)을 하면서 폭발적인 단축성(concentric) 수축을 하기 때문에 이 구간에서 큰가슴근의 근건 연결부가 주로 손상 받는 것으로 나타났다.

따라서 투구종목과 웨이트트레이닝에서 발생하는 연부조직의 손상부위는 매우 유사한 것을 알 수 있다.

전방 불안정성과 탈구

투구집단과 저항운동집단은 오목위팔관절의 전방 불안정이 흔하게 발생된다(Fleisig et al., 2011; Kolber et al., 2013). 던지기 시 발생된 과도한 반복된 가쪽돌림 및 벌림은 관절의 병리학적 느슨함(laxity)을 만들어낸다(Reinold et al., 2008). 관절의 느슨함은 통증을 동반하고 과도한 수동적 움직임이 감지되는 병리학적

상태를 말하며, 관절 손상의 위험성에 쉽게 놓이게 만든다. 그 중에서 투구 동작에서 쉽게 발생하는 어깨 전방 불안정성은 오목위팔관절의 위팔뼈 머리가 어깨 관절테두리에서 벗어나는 증후군이다(Kolber et al., 2013; Savoie et al., 2014). 특히 빠른 각속도에서 발생하는 위팔뼈의 벌림 및 가쪽돌림 움직임 중 위팔뼈 회전 중심이 관절테두리(glenoid)내에서 앞쪽으로 벗어나며 앞·아래쪽 관절주머니를 반복적으로 미세손상을 유발시키기 때문인 것으로 알려져 있다(Fleisig et al., 2011; Wilk et al., 2009).

보디빌더를 비롯한 많은 시간을 웨이트 트레이닝에 참가하는 사람들도 오목위팔관절의 전방 불안정이 쉽게 발생한다(Gross et al., 1993; Kolber et al., 2013). 인클라인 벤치 프레스(incline bench press), 비하인드 넥 숄더 프레스(behind neck shoulder press)나 비하인드 넥 랫 풀 다운(behind neck lat pull down)과 같은 웨이트 트레이닝 운동은 위팔뼈를 벌림 및 가쪽돌림 시킨 "하이 파이프" 자세에서 주로 실시되며 이때 앞쪽 관절주머니에 큰 스트레스를 놓이게 하고 뒤쪽 관절주머니는 구축(contracture)되는 것으로 보고되었다(Kolber et al., 2009, 2011, 2014). Gross et al.(1993)은 저항운동 중 어깨 통증을 호소한 역대 선수를 대상으로 실시한 연구에서 오목위팔관절의 전방 불안정성을 발견하였으며 주로 실시되는 벤치 프레스 운동 중 위팔뼈의 먼쪽이 몸통을 지나 뒤로 가로 지르는 반복적인 운동 때문에 이러한 관절의 특성을 갖게 되는 것이라고 하였다(Gross et al., 1993). Reeves et al.(1998a, 1998b)은 급·만성 저항운동의 손상에 대한 연구결과, 비하인드 랫 풀 다운과 큰가슴근 운동인 체스트 플라이(chest fly) 운동이 위팔뼈를 찢히기 때문에 전방 불안정을 유발시키는 또 다른 원인이라고

Table 1. Injuries causes or motions between throwing and resistance training groups

Injuries	Throwing Group	Resistance training group
Soft tissue injuries	Rotator cuff > Biceps long tendon > Pectoralis major	Biceps long tendon > Supraspinatus > Pectoralis major
Anterior dislocation	External rotation and abduction	Incline bench press Behind neck shoulder press Behind neck lat pull down
Subacromial impingement	Rotator cuff imbalance and weakness	Upright row, Side dumbbell raise
Nerve and blood compression	Muscle contracture by repetitive throwing	Behind neck military press
Acromioclavicular injuries	None injuries	Bench press, Dips

지적하였다(Reeves, 1998). 투구 동작에서 어깨 탈구와 같은 극단적인 손상은 거의 발생하지 않지만 벤치프레스 운동 중 양측 위팔뼈 앞쪽 탈구와 비하인드 넥숄더 프레스(behind neck shoulder press) 중 양측 앞쪽 탈구가 발생하는 것으로 보고되고 있다(Esenkaya et al., 2000; Reeves et al., 1998a, 1998b).

봉우리밑 충돌증후군

환자나 봉우리밑 충돌증후군(subacromial impingement)은 투구 동작에서는 가장 흔한 손상 중 하나이다(Economopoulos et al., 2012; Escamilla et al., 2014). Phil(2011)은 어깨 손상 환자의 44-65%가 이 질환을 경험한 것으로 보고하였다(Phil, 2011). 봉우리밑 충돌증후군은 크게 구조적인 원인과 기능적인 원인으로 분류된다. 구조적 원인은 잘못된 골격의 위치 변형이나 뼈의 성장으로 인하여 봉우리밑 공간이 감소되고 연부조직에 염증이 유발되는 경우이다. 반면 기능적 원인은 회전근개 불균형 및 약화에 의해 위팔뼈와 봉우리뼈가 잦은 충돌이 발생하게 되는 경우이다. 특히 봉우리밑 충돌증후군은 가시위근, 위팔두갈래근의 긴갈래, 봉우리밑 윤활낭이 봉우리밑 공간 아래에서 압박을 받아 염증이 발생한다(Robert et al., 2013; Wilk et al., 2009). 가시위근 힘줄은 그 중에서도 가장 많은 위험성에 노출되어 있으며 위팔뼈가 45°의 안쪽돌림된 상태에서 90° 이상의 벌림 움직임 중 가장 많이 손상을 받는 것으로 나타났다. 충돌증후군이 있는 집단은 MRI 검사 결과 봉우리밑 공간이 감소하지만, 충돌증후군이 없는 집단은 어깨 올림시 위팔뼈 머리가 관절테두리 안에서 잘 유지되었으며, 특히 0-30° 올림 중에는 오히려 위팔뼈의 하방 전위(inferior translation)가 발생되어 충돌의 위험이 감소되는 것으로 보고되고 있다(Hinterwimmer et al., 2003).

상지 근력강화를 위한 웨이트트레이닝 운동 중 업라이트 로우(upright row)와 사이드 덤벨 레이즈(side dumbbell raise)와 같은 운동은 어깨세모근을 강화하기 위해 주로 사용된다. 이때 위팔뼈 머리는 안쪽돌림된 상태에서 90° 이상의 벌림이 반복적으로 발생되기 때문에 봉우리밑 충돌증후군을 발생시키는 전형적인 상지 강화운동으로 보고된다(Kolber et al., 2014).

신경혈관 압박

사례연구에서 과도한 투구 동작은 상지의 신경근을 압박하여 손상을 유발시킨다. 반복된 던지기에 의하여 구축된 근육과 근막의 변형은 골격의 위치를 변화시킨다(Shane et al., 2009). 임상적 증상으로는 과도한 던지기 후 신경 기능 장애(nerve dysfunction)를 경험하게 되며 악력의 약화, 손가락의 무감각(numbness)과 얼얼함(tingling), 사지의 온도 저하 및 창백함(pale extremities)등의 증상이 발생 할 수 있다(Baltopoulos et al., 2008). 가슴문증후군(thoracic outlet syndrome)은 흉곽 출구 공간에 신경혈관 해부학적 구조물이 압박되어 신경학적 증상을 나타내는 질환이다. 특히 팔 신경 열기(brachial plexus)는 변형된 어깨뼈의 위치 변화로 인하여 첫 번째 앞과 중간 목갈비근(anterior and middle scalene)<Figure 2b>, 첫 번째 갈비뼈와 빗장뼈의 사이, 짧아진 작은가슴근과 같은 구조물에 의해 압박받을 수 있으며<Figure 2b>, 어깨를 과도하게 벌림 및 가쪽돌림시키는 투수는 작은가슴근과 부리돌기 아래에서 압박을 받을 수 있다<Figure 2c-d>(Baltopoulos et al., 2008). 또한 과도하게 사용된 근육의 불균형, 어깨뼈의 내림, 내밀, 안쪽돌림은 등근 어깨를 만들어 질환을 더욱 악화시키는 것으로 알려져 있다(Shane et al., 2009).

Figure 2. regions of neurovascular compression on overhead sports activity population

투구집단과 마찬가지로 저항운동에 참가하는 집단도 급성 및 만성적인 신경 문제가 발생한다. 운동 중 과도한 관절운동범위와 부적절한 자세, 과도한 훈련량, 급성 외상, 근비대와 같은 원인들이 신경 손상을 더 악화시키는 것으로 추정되었으며 손상 중 약 8% 이내로 보고

되었다(Lodhia & Barunashish, 2005). 특히 어깨위신경(suprascapular nerve)은 목뒤로 실시되는 밀리터리 프레스(military press)와 같은 극단적인 벌림 및 기죽돌림을 만들어내는 운동 중 압박을 받는 것으로 알려져 있으며, 큰가슴근과 넓은등근과 같은 대근육 운동을 장기간 동안 실시한다면 어깨뼈의 전방기울임으로 변형되면서 증상을 악화시킬 수 있다(Baltopoulos et al., 2008).

봉우리빗장관절 손상

투구집단에서는 봉우리빗장관절에서 받는 스트레스는 크지만 투구를 제한할 정도의 손상으로 연결되지는 않는다. 그러나 웨이트트레이닝을 자주하는 집단은 손상이 매우 쉽게 발생된다(Gloria et al., 2000; Myer et al., 2009; Preusen et al., 2003; Rachel et al., 2015; Yoo, 2015). 장기간 동안의 상지 웨이트 트레이닝 참가자에게서 발생하는 봉우리빗장관절의 미세 손상을 “웨이트 리프터의 어깨(weight lifter’s shoulder)”라고 하며, 정형외과적으로는 빗장뼈 먼쪽 골융해증(digital clavicle osteolysis: DCO)이라고 한다(Ku et al., 2005; Preusen et al., 2003; Yoo, 2015). 이러한 특징의 원인은 벤치프레스(bench press)와 딥스(dips)같은 오버헤드 상지 저항성 운동 중 신장성 부하의 마지막 단계에서 위팔뼈의 먼쪽이 몸통을 가로질러 과신전 되었을 때 위팔뼈의 몸쪽은 봉우리빗장관절에 큰 스트레스를 만들어내어 두드러지게 증상을 악화시키는 것으로 추정하였다(Augustus et al., 2007; Gloria et al., 2000). 한 선행 연구에서는 봉우리빗장관절의 증상을 가진 46명의 손상 환자를 조사한 결과 45명이 저항운동에 참가하는 것으로 조사되었으며 다른 조사에서는 어깨 손상 환자 중 27%는 빗장뼈 먼쪽 관절 질환을 앓는 것으로 보고하였다(Schwarzkopf et al., 2008).

결론 및 제언

투구집단과 저항운동집단의 어깨관절 손상유형에 관한 고찰을 통해서 볼 때, 두 집단 간 손상의 부위는 매우 유사함을 알 수 있었다. 그러나 저항성운동은 각

동작에 따라 손상의 유형이 달라지기 때문에 어깨손상을 예방하기 위해서는 손상의 원인이 되는 저항성 운동을 변형시킬 것을 권장한다. 이러한 결론을 토대로 향후 연구에서는 손상예방을 위해 주로 사용되는 슬리퍼 스트레칭(sleeper stretching) 또는 블랙번 운동(blackburn exercise) 등의 임상연구 고찰을 통하여 예방운동의 임상효과와 적용방법에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

- Amin N. H., Ryan J., Fening S. D., Soloff L., Schickendantz M. S., & Jones M. (2015). The relationship between glenohumeral internal rotational deficits, total range of motion, and shoulder strength in professional baseball pitchers. *Journal of American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 23(12): 789-796.
- Andrea S., Romola M., Jenni H., Leanda M., & Kathryn B. (2004). Shoulder strength and range of motion in female amateur-league tennis players. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 34: 402-409.
- Astolfi M. M., Struminger A. H., Royer T. D., Kaminski T. W., & Swanik C. B. (2015). Adaptations of the shoulder to overhead throwing in youth athletes. *Journal of Athletic Training* 50(7): 726-732.
- Augustus D. M., Robert A. A., & James B. (2007). Evaluation and Treatment of Acromioclavicular Joint Injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 35(2): 316-329.
- Baltopoulos P., Tsintzos C., Prionas G., & Tsironi M. (2008). Exercise-Induced Scalenus Syndrome. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(2): 369-374.
- Barlow J. C., Benjamin B. W., Birt P. J., & Hughes C. J. (2002). Shoulder strength and range-of-motion characteristics in bodybuilders. *Journal of Strength Conditioning Research*, 16(3): 367-372.

- Burkhart S. S., Morgan C. D., & Kibler W. B. (2003). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy*, 19(6): 641-661.
- Clarsen B., Bahr R., Andersson S. H., Munk R., & Myklebust G. (2014). Reduced glenohumeral rotation, external rotation weakness and scapular dyskinesis are risk factors for shoulder injuries among elite male handball players: a prospective cohort study, *British Journal of Sports Medicine*, 48(17): 1327-1333.
- Cools A. M., Palmans T., & Johansson F. R. (2014). Age-related, sport specific adaptations of the shoulder girdle in elite adolescent tennis players. *Journal of Athletic Training*, 49(5): 647-653.
- Economopoulos K. J., & Brockmeier S. F. (2012). Rotator cuff tears in overhead athletes. *Clinics in Sports Medicine*, 31(4): 675-692.
- Escamilla R. F., Hooks T. R., & Wilk K. E. (2014). Optimal management of shoulder impingement syndrome. *Open Access J Sports Med* 5: 13-24.
- Esenkaya I., Tuygun H., & Trkmen I. M., (2000). Bilateral anterior shoulder dislocation in a weight lifter. *Physician & Sports Medicine*, 28(3): 93-100.
- Fleisig G. S., Bolt B., Fortenbaugh D., Wilk K. E., & Andrews J. R. (2011). Biomechanical comparison of baseball pitching and long-toss: implications for training and rehabilitation. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 41(5): 296-303.
- Field L. D., Bokor D. J., & Savoie F. H. (1997). Humeral and glenoid detachment of the anterior inferior glenohumeral ligament: A cause of anterior shoulder instability. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 6(1): 6-10.
- Geoffrey D. A., Per A. R., & Marc R. S. (2012). Epidemiology of musculoskeletal injury in the tennis player. *British Journal of Sports Medicine*, 46: 492-498.
- Gloria M. B. (2000). Acromioclavicular Joint Injuries. *Journal of Athletic Training* 35(3): 261-267.
- Gregory D. M., Carmen E. Q., Jane K., Eric J. W., & Timothy E. H. (2009). Youth Versus Adult "Weight lifting" Injuries Presenting to United States Emergency Rooms: Accidental Versus Nonaccidental Injury Mechanisms: *Journal Strength and Conditioning Research*, 23(7): 2054-2060.
- Gross M. L., Brenner S. L., Esformes I., & Sonzogni J. J. (1993). Anterior Shoulder Instability in Weight Lifters. *The American Journal of Sports Medicine*, 21(4): 599.
- Haley C. A., & Zacchilli M. A. (2014). Pectoralis major injuries: evaluation and treatment. *Clin Sports Med*, 33(4): 739-756.
- Harshbarger N. D., Eppelheimer B. L., Valovich McLeod T. C., & Welch M. C. (2013). The effectiveness of shoulder stretching and joint mobilization on posterior shoulder tightness. *Journal of Sport Rehabilitation*, 22(4): 313-319.
- Hibberd E. E., Oyama S, Tatman J, & Myers J. B. (2014). Dominant-limb range-of-motion and humeral-retrotorsion adaptation in collegiate baseball and softball position players. *Journal of Athletic Training* 49(4): 507-513.
- Hinterwimmer S, Von E. R., Siebert M., Putz R., Eckstein F., Vogl T., & Graichen H. (2003). Influence of adducting and abducting muscle forces on the subacromial space width. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 35(12): 2055-2059.
- Kibler W. B., Ludewig P. M., McClure P. W., Michener L. A., Bak K., & Sciascia A. D. (2013). Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the 'Scapular Summit'. *British Journal of Sports Medicine*, 47(14): 877-85.
- Kibler W. B., & Sciascia A. (2010). Current concepts:

- scapular dyskinesis. *British Journal of Sports Medicine*, 44(5): 300-305.
- Kibler W. B., & Sciascia A. (2016). The role of the scapula in preventing and treating shoulder instability. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 24(2): 390-397.
- Kim Y. K. (2010). The Relationships of Humerus Retroversion and Range of Motion associated with Baseball Career in the Throwing Shoulder. *Kinesiology*, 12(3): 89-96.
- Kim Y. K., Han K. J., Park J. Y., & Ajai G. (2007). The Study on Changes of Shoulder, Elbow and Forearm ROM with increasing Age in Youth Baseball Players. *J Kor Sports Med* 25(1): 45-52.
- Ku J. H., Kim J. W., Ko Y. C., Cho H. L., & Ahn S. H. (2005). Osteolysis of the Distal Clavicle: Two Cases Report. *J Korean Orthop Assoc*, 40(6): 782-786.
- Kolber M. J., Cheatham S. W., Salameh P. A., & Hanney W. J. (2014). Characteristics of shoulder impingement in the recreational weight-training population. *Journal of Strength Conditioning research* 28(4): 1081-1089.
- Kolber M. J., & Corrao M. (2011). Shoulder joint and muscle characteristics among healthy female recreational weight training participants. *Journal of Strength Conditioning Research* 25(1): 231-241.
- Kolber M. J., Beekhuizen, K. S., Cheng M. S., & Hellman M. A. (2009). Shoulder joint and muscle characteristics in the recreational weight training population. *Journal of Strength Conditioning Research* 23(1): 148-157.
- Kolber M. J., Corrao M., & Hanney W. J. (2013). Characteristics of Anterior Shoulder Instability and Hyperlaxity in the Weight-Training Population: *Journal of Strength Conditioning Research* 27(5): 1333-9.
- Konig M, & Biener K. (1990). Sport-specific injuries in weight lifting. *Schweiz Z Sportmed* 38(1): 25-30.
- Lane B. B., & Ellen S. (2015). Mechanisms of Shoulder Range of Motion Deficits in Asymptomatic Baseball Players. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(11): 2783-2793.
- Laudner K. G., Myers J. B., Pasquale M. R., Bradley J. P., & Lephart S. M. (2006). Scapular dysfunction in throwers with pathologic internal impingement. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 36(7): 485-494.
- Lodhia K, & Barunashish B. (2005). Peripheral nerve injuries in resistance training. *The Physician and Sports medicine*, 33: 1-19.
- Lucado A M, Kolber M J., Cheng M S., & Echtermach J. L. Sr. (2012). Upper extremity strength characteristics in female recreational tennis players with and without lateral epicondylalgia. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 42(12): 1025-1031.
- Ludewig P. M., & Reynolds J. F. (2009). The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 39(2): 90-104.
- Mazoue C. G., & Andrews J. R. (2004). Injuries to The Shoulder in Athletes. *Southern medical journal*, 97(8): 748-754.
- McClure P, B., Heiland D., Broersma M. E., Thorndike C. K., & Wood A. (2007). A randomized controlled comparison of stretching procedures for posterior shoulder tightness. *J Orthop Sports Phys Ther*, 37(3): 108-114.
- Noonan T., Shanley E., Bailey L. B., Wyland D. J., Kissenberth M., Hawkins R. J., & Thigpen C. A. (2015). Professional pitchers with glenohumeral internal rotation deficit display greater humeral retroversion than pitchers without GIRD. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(6): 1448-1454.
- Phil P. (2011). Shoulder Muscle Imbalance And Subacromial Impingement Syndrome In

- Overhead Athletes. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 6(1): 51-58.
- Preusen S. E., Pierce K., Demos T. C., & Lomasney L. M. (2003). Radiologic case study. Stress-induced osteolysis of the distal clavicle. *Orthopaedics*, 26(2): 136, 214-216.
- Provencher M. T., & Makani A., M. (2014). The Role of the Scapula in Throwing Disorders. *Sports Medicine & Arthroscopy Review*, 22(2): 80-87.
- Rachel M. F., Matthew T. P., Yale F., Anthony A. R., & Augustus D. M. (2015). Injury to the Acromioclavicular and Sternoclavicular Joints. *DeLee & Drez's Orthopaedic Sports Medicine*, 60: 678-711.
- Reinold M. M., Wilk K. E., Macrina L. C., Sheheane C., Dun S., Fleisig G. S., Greshaw K., & Andrews J. R. (2008). Changes in shoulder and elbow passive range of motion after pitching in professional baseball players. *The American Journal of Sports Medicine*, 36(3): 523-527.
- Reeves R. V., Laskowski E. R., & Smith J. (1998). Weight training injuries: Part 1: Diagnosing and managing acute conditions. *The Physician and Sportsmedicine*, 26(2): 67-96.
- Reeves B., & Edward R. L. (1998). Weight Training Injuries. Part 2: Diagnosing and Managing Chronic Conditions. *The Physician and Sportsmedicine*, 26(3): 54-73.
- Torres R. R., & Gomes J. L. (2009). Measurement of Glenohumeral Internal Rotation in Asymptomatic Tennis Players and Swimmers. *The American Journal of Sports Medicine*, 37(5): 1017-1023.
- Rijnberg W. J., & van Linge B. (1993). Rupture of the pectoralis major muscle in body-builders. *Arch Orthop Trauma Surg*, 112(2): 104-105.
- Robert C. (2013). Shoulder Posterior Internal Impingement In The Overhead Athlete. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(2): 194-204.
- Russ P., & Michael L. V. (2013). The role of the scapula. *The International Journal of Sports Physical Therapy*, 8(5): 617-629.
- Savoie F. H., & O'Brien M. J. (2014). Anterior instability in the throwing shoulder. *Sports Medicine & Arthroscopy Review*, 22(2): 117-119.
- Schwarzkopf I. C., Elman M., Gelber J., Strauss D. N., & Jazrawi L. M. (2008). Distal clavicular osteolysis: a review of the literature. *Bulletin of the NYU Hospital for Joint Diseases*, 66(2): 94-101.
- Shane T. S., Shane J. N., & Bernard R. B. Jr. (2009). Shoulder Pain in the Overhead Throwing Athlete. *Sports Health*, 1(2): 108-120.
- Takenaga T., Sugimoto K., Goto H., Nozaki M., Fukuyoshi M., Tsuchiya A., Murase A., Ono T., & Otsuka T. (2015). Posterior Shoulder Capsules Are Thicker and Stiffer in the Throwing Shoulders of Healthy College Baseball Players: A Quantitative Assessment Using Shear-Wave Ultrasound Elastography. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(12): 2935-2942.
- Wilk K. E., Andrews J. R., Arrigo C. A., Keirns M. A., & Erber D. J. (1993). The strength characteristics of internal and external rotator muscles in professional baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*, 21: 61-66.
- Wilk K. E., Leonard C. M., Glenn S. F., Kyle T. A., Ron A. P., Paul H., Timothy J. E., & James R. A. (2015). Deficits in Glenohumeral Passive Range of Motion Increase Risk of Shoulder Injury in Professional Baseball Pitchers: A Prospective Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 43(10): 2379-2385.
- Wilk K. E., Macrina L. C., Fleisig G. S., Aune K. T.,

- Porterfield R. A., Harker P., Evans T. J., & Andrews J. R. (2014). Deficits in glenohumeral passive range of motion increase risk of elbow injury in professional baseball pitchers: a prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(9): 2075-2081.
- Wilk K. E., Macrina L. C., Fleisig G. S., Porterfield R., Simpson C. D., Harker P., Paparesta N., & Andrews J. R. (2011). Correlation of glenohumeral internal rotation deficit and total rotational motion to shoulder injuries in professional baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*, 39(2): 329-335.
- Wilk K. E., Meister K., & Andrews J. R. (2002). Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. *Am J Sports Med*, 30(1): 136-151.
- Wilk K. E., Obma P., Simpson C. D., Cain E. L., Dugas J. R., & Andrews J. R. (2009). Shoulder injuries in the overhead athlete. *J Orthop Sports Phys Ther*, 39(2): 38-54.
- Wilk K. E., Reinold M. M., Dugas J. R., & Andrews J. R. (2002). Rehabilitation following thermal-assisted capsular shrinkage of the glenohumeral joint: current concepts. *J Orthop Sports Phys Ther*, 32(6): 268-292.
- Yoo Y. S. (2015). Acromioclavicular joint problems in athletes: part 1- Osteolysis of the distal clavicle. *Sports Injuries to the Shoulder and Elbow*, 251-263.
- Yu J. S., & Habib P. A. (2005). Common injuries related to weightlifting: MR imaging perspective. *Seminars in Musculoskeletal Radiology*, 9(4): 289-301.