

Rehabilitation of the Throwing Athlete

조선대 병원

문 영 래

서 론

머리 위로 던지는 동작은 견관절 구조물에 많은 스트레스가 가해지는 숙련이 요구되는 복잡한 운동이다. 머리 위로 던지기 동작은 견관절의 완벽한 견관절 안정성이 요구된다. 환자에게 가해지는 최대 긴장은 던지기 선수에 의해 생성되는 강력한 힘이 견관절에 가해진다. 과도한 외회전을 위해서는 관절의 이완이 필수적이지만 아탈구까지는 가지 않는 안정성은 반드시 요구된다. 따라서 운동성과 기능적 안정성을 동시에 유지하는 세밀한 균형이 필요한 것이다. 그래서 이를 “던지기 모순(thrower paradox)”이라 부르기도 한다. 운동시 균형은 쉽게 흔들릴 수 있으며 이는 손상과 직결될 수 있다. 수많은 유형의 던지기 동작에 의해 유발된 상해는 잘 조직된 재활 프로그램으로 성공적인 결과를 얻을 수 있다. 이 장에서는 던지기 동작을 수행하는 선수에서 근골격학적인 관점과 각각의 상해에 대한 재활 프로그램을 논한다. 재활 프로그램은 염증 상태를 개선하고, 근육의 균형을 회복하고 고유수용체감각과 신경근육 조절능력을 강화시켜 선수에게 강력한 던지기 동작을 효과적으로 수행하게 하는데 있다.

운동선수에서 던지기 동작시 견관절 구조물에 가해지는 반복적인 미세손상은 주위 조직의 생리적인 한계에 쉽게 노출되게 된다. 반복된 다양한 던지기 동작은 근육의 피로, 근쇠약 또는 불균형 및 과도한 관절낭의 이완, 조직 손상과 상해에 지도할지도 모른다. 이때 상해는 주로 관절낭, 연골순, 및 회전근개 근육에 발생한다.

던지는 선수의 운동 손상은 특정한 병인에 의하여 발생하는데 많은 경우에서 적절한 비수술적 재활 프로그램으로 효과적으로 치료될 수 있다. 재활 프로그램은 활동을 조절, 유연성 운동, 근력 강화 운동으로 구성되어 있다. 재활 계획을 위해서는 정확한 병인 요인을 파악하고 임상 검사를 시행하여 이상에 따른 방식이 필요하다. 효과적인 대우에 열쇠는 철저한 임상 검사 및 적당한 감별진단이다. 이 장에서는 각종 견관절 손상에 대한 전형적인 비수술적 재활 프로그램을 토론할 것이다.

재활의 개요

재활 계획의 세우기 전, 견관절의 구구조물 이상에 대한 철저한 임상진단이 필요하다. 던지기 선수의 견관절 손상을 평가시 확실한 감별 진단을 시행하고 다음 실제 원인이 될 만한 질환의 가능성을 평가한다. 이때 관절운동 범위, 근력, 유연성, 및 고유 수용체 감각의 범위를 평가해야 한다. 또한 재활전문가는 운동선수 던지는 프로그램, exercise 계획, 및 던지는 기계공을 연설해야 한다. 이 지역이 사정되면 하자마자, 포괄적인 재활program은 설치될 수 있다. 또한 환자를 평가시 선수들의 정상 그리고 생리적 특성을 고려하고 보아야 한다.

운동 범위

많은 던지기 선수에서 90도 외전시 108~141°의 과도한 외회전과 내회전 제한을 보여준다. 최근 Bigliani 등²⁾은 직업선수에서 90도 외전-외회전의 범위가 비우성측 팔에 비해 10도 정도 증가됨을 보고했다.

유연성

대부분의 던지기 선수는 일반인 보다 매우 넓은 운동 범위가 요구되는데 그에 맞는 유연성을 보여준다. 이러한 넓은 운동범위를 던지기 선수의 유연성(thrower's laxity)라 한다¹⁹⁾.

Bigliani 등²⁾은 72명의 프로 야구 투수 및 76명의 야수에서 우성 견관절의 유연성을 검사했는데 투수의 61%, 야수의 47%에서 하방 불안정성을 보였고, 비우성 견관절에서는 투수의 89%, 야수의 100%에서 sulcus sign 양성 소견 보였다. 이 연구를 보면 야구선수들에서는 선천적으로 유연성을 가지고 있는 경우가 많고 이 상태가 던지기 동작을 하면서 가중되는 것으로 보인다.

근 력

근력 평가를 시행한 많은 논문에서 다양한 결과와 결론이 보고되고 있다^{1,4,6,17)}. 근력의 균형은 운동시 안정에 매우 중요하며 작용근/길항근의 상호 작용으로 안정을 유지할 수 있게 된다. 적당한 근육 균형을 제공하기 위하여는, 외회전 근력은 내회전근에 비하여 최소한 65%의 힘이 요구된다¹⁸⁾.

가장 적당한 외회전-내회전 근력의 비율은 66~75% 이어야 한다^{13,16)}. Table 1 에서는 프로야구 선수들의 근력을 보여준다.

Table 1. Glenohumeral Muscular Strength Values (in percent) in Professional Baseball Players^a

	180 deg/s	300 deg/s	450 deg/s
Bilateral comparisons			
External rotation	95-109	85-95	80-80
Internal rotation	105-120	100-115	100-110
Abduction	100-110	100-110	
Adduction	120-135	115-130	
Unilateral muscle ratios			
External/internal rotation	63-70	65-72	62-70
Abduction/adduction	82-87	92-97	
External rotation/abduction	64-69	66-71	
Isokinetic torque/body weight ratios			
External rotation	18-23	15-20	
Internal rotation	27-33	25-30	
Abduction	26-32	20-26	
Adduction	32-36	28-33	

^a Data condensed from Wilk et al.¹⁸

Magnusson 등¹²⁾은 프로야구 투수와 던지기 동작을 하지 않는 운동 선수나 일반인과 등장성 근력 비교 연구를 시행하였는데 투수의 경우 극상근력과 외전, 내외회전력이 약함을 관찰하였다.

견갑근육의 기능은 던지기 동작에 필수적이다⁵⁾. 이 근육들은 작용근/길항근 상호작용으로 효과적인 기능과 안정성을 동시에 제공한다.

고유 수용체 감각

신경 근육 조절이 감각 정보에 반응하는 수출성(efferent) 반응이라면 고유수용체 감각(proprioception)은 관절의 위치변화를 감지하는 기능이다. 던지기 선수는 고유 수용체 감각 능력을 높여 신경근육 시스템에 영향을 줌으로써 투구동작 중 발생하는 과도한 운동 범위와 관절낭의 불안정 상태를 동적 안정성을 부여받아 해결한다. 따라서 우성 견관절의 비우성측에 비하여 고유 수용체 감각이 떨어져 있다는 연구 결과에는 논란이 많지만 외전-외회전시에는 개선되는 상태를 보인다는 의견에는 대부분 동의하고 있다.

관절에 유연성이 높은 사람은 고유 수용체 감각이 덜 예민하다.

던지기 선수를 위한 재활 프로그램

제 1 단계 - 급성기

초기 재활의 1차 목표는 목표들은 유연성을 개선하고, 기본적인 동적인 안정성을 회복하고, 근육 균형을 정상화하고, 견관절 자극 증상이나 통증이 없이 고유 수용 감각을 회복하는 것이다. 이중 통증과 염증 상태는 전기자극, 얼음 요법, 초음파 등으로 조절할 수 있다. 추가적으로 운동시 통증이 유발되지 않는 범주에서 시행하는 것이 중요하다. 또한 능동적인 운동시 보조를 받으면서 시행하면 통증을 줄이면서 훈련이 가능하다.

Table 2. 던지기 선수에서 재활 - 단계와 목표

제 1 단계 - 급성기

목표

- 통증과 염증 상태를 완화
- 관절운동을 정상화
- 근육 위축을 최소화
- 동적 안정성(근육 균형)을 회복
- 기능적 긴장 조절 능력을 획득

운동 치료

- 냉요법, 초음파, 전기 자극
- 유연성과 후방 견관절 근육의 스트레칭(내회전과 수평내전을 개선)
- 회전근 개 강화(특히 외회전근)
- 견갑근육 강화 (특히 retractor, protractor, depressor muscles)

동적 안정성 운동 (올동적 안정)

Closed kinetic chain 운동

고유수용체 훈련

던지기는 중단

Table 2. 던지기 선수에서 재활 - 단계와 목표 (continue)

제 2 단계 - 중간기

목표

- 점진적인 강화운동
- 근력 균형을 회복 (내외회전)
- 동적 안정성을 강화
- 유연성과 스트레칭을 조절

운동 치료

- 스트레칭과 유연성 운동을 지속 (특히 내회전, 수평 내전)
- 동력성 강화 운동을 진행
- 올동적 안정성 수련
- 체간 근력 강화를 시작
- 하지 프로그램을 시작

제 3 단계 - 진행된 강화 단계

목표

- 적극적인 강화 운동
- 신경 근육 조절 운동 진행
- 근력, 지구력을 개선
- 가벼운 던지기 동작을 시작

운동 치료

- 유연성과 강화 운동
- 올동적 안정성 훈련
- 던지기 선수용 운동 프로그램
- 플라이오메트릭 프로그램을 시작
- 단거리 던지기 프로그램을 시작

제 4 단계 - 활동으로 복귀

목표

- 던지기 프로그램으로 진행
- 강력한 투구로의 복귀
- 근력 강화와 유연성 운동을 지속

운동 요법

- 스트레칭과 유연성 훈련
- 던지기 선수용 운동 프로그램
- 플라이오메트릭 프로그램
- 원활한 던지기를 위한 훈련

재활의 제 1 단계 동안의 또 다른 중요한 목표는 견관절 운동, 특히 견관절 내회전과 수평 내전을 정상화 시키는 것이다. 오버헤드 투수에서는 심각한 내회전 운동 범위가 소실을 보여준다. 이는 감속기 동안에 발생하는 반복적인 편심성 근육 활동으로 발생하는 근육의 유연성 소실 때문이다.

극하근과 소원근의 구축이 일어나면 상완골두가 운동시 전방 전위가 발생하여 불안정성이 가중되므로 후방 회전근개 유연성 운동이 요구되는 것이다.

던지기 선수 재활의 10가지 원칙¹⁹⁾

1. 치유 조직에 과한 스트레스를 금기
2. 고정에 의한 부작용을 예방

3. 외회전 근력을 강화
4. 근육의 균형을 획득
5. 견갑근육의 근력을 강화
6. 후방 견관절 유연성(내회전 운동 범위)을 개선
7. 고유 수용체 감각과 신경 근육 조절 능력을 개선
8. 생역학적으로 효율적인 투구를 시행
9. 점진적인 던지기 운동의 복귀
10. 현 상태의 해결에 대한 확실한 결론을 맺고 다음 단계로 진행

이 1단계 치료에서 또 다른 주요한 목표는 근력을 회복하고, 동적 안정성과 고유 수용체 감각을 다시 얻는 것이다. 이 단계 중 초기에는 근육 균형을 얻는 것을 일차목표로 삼는다¹⁸⁾. 따라서 약해진 외회전 근육, 극상근, 견갑골 근육의 강화시켜 주는 것이다. 견갑근육 중 승모근, 전거근, 능형근에 초점을 맞추어 강화를 시행한다.

손상받은 운동 선수의 통증이 심한 경우, 등장성 운동을 시행하는 것이 좋으며 통증의 정도가 경미하면 가벼운 등력성 운동을 안전하게 시행할 수 있다. 또한 신경 근육 조절 운동을 시행하여 안정된 기능을 얻도록 한다.

이 시기의 또 다른 운동법은 관절 위치 복원(joint repositioning)과 부하 운동(axial loading exercise)이다¹¹⁾. 능동적인 관절의 압박은 관절 반응을 자극한다¹⁰⁾. 따라서 공 위에서 시행하는 체중 이동 운동, 벽에서의 팔굽혀 펴기 등은 고유수용체 감각 회복에 도움을 준다^{16,17)}.

제 2 단계 중간기

재활의 제 2단계인 이 때의 일차 목표는 점차적인 근력강화, 유연성 개선을 계속하고, 신경 근육 조절 기능을 촉진한다. 이 시기에는 근육 균형과 대칭을 유지하는 훈련과 더불어 좀 더 강력한 등력성 운동을 시행한다. 이미 기술하였듯 던지기 선수에서는 외회전근, 견갑근육이 쉽게 약해진다, 따라서 이때 치료의 근본적인 목적은 던지기 동작에 필요한 근육을 선별적으로 강화하는 것이다²⁰⁾.

이때 던지기 선수에서의 운동 프로그램(thrower's ten program)은 많은 근전도 연구에서 얻어진 결과를 토대로 만들어 졌다^{5,8,14,19)}.

여러 저자들이 견갑부 근력과 신경근육 조적이 정상적인 견관절 운동에 매우 중요함을 강조하였다^{3,9,15)}. 이때 견갑부는 원위부 움직임에 부여하면서 견관절 근위부 안정성을 제공한다. 이러한 견갑부의 안정성은 증상이 없이 던지기 기능을 효과적으로 수행하는데 필수적이다. 이때 견갑근육 강화를 위하여 사용되는 방식은 등력성 운동이다.

운동 선수들에 자주 사용되는 또 운동법 중 하나는 "empty can" 방식이다⁷⁾. 이 방식은 엄지손가락이 바닥을 향할 정도로 팔을 내회전 시키고 견갑위에서 운동하는 것이다. 이 때 극상근육의 근전도 활동이 높아진다. 그러나 많은 운동 선수들이 이 운동 시 상완골두가 상방 전위 되면서 견관절 통증을 유발하는 경우가 많아 "full can" 운동법을 시행하는 것이 안전할 수 있다.

이 시기에는 복부와 하요부의 체간근육 강화 훈련과 달리기를 시행하고 상지 스트레칭을 시행하여 연부조직의 유연성을 얻도록 한다.

제 3 단계-진행된 강화 훈련기

이 시기의 목표는 강력한 근력 강화와 지구력을 높여 단계적으로 던지기 동작을 시작할 수 있도록 한다. 이때 던지기 선수용 운동법, 플라이오메트릭 운동법을 시행하여 고유 수용체 감각과 신경 근육 조절 기능을 올려준다. 동적 안정 운동법에는 벽에 공 던지기, 벽에 대고 시행하는 팔굽혀 펴기 등이 있다. 필요에 따라 플라이오 메트릭 운동을 시행함으로써 견관절에 스트레스를 주면서 고유 수용체 감각과 동적 안정성을 얻을 수 있다.

제 4 단계 - 던지기로의 복귀

이 시기에는 피칭을 위주로 시행하는데 이를 long-toss 운동법이라 한다. 약 35~45 m 거리에서 볼을 주고 받는 운동에서 시작하여 55 m 까지 연장한다.

추가적으로 이전단계 시행하였던 상지 근력 강화, 체간 근육 강화, 지구력 강화 운동을 계속하면서 스트레칭, 하지 근력 강화 훈련을 한다.

이때 절대 주의할 점은 과도한 훈련이 되지 않도록하는 것이다.

요 약

머리 위 던지는 운동선수는 전방 관절낭의 이완과 강력한 동적 안정성이 요구되므로 조금이라도 흔들리면 쉽게 견관절 통증이 유발될 수 있다. 이러한 상태가 계속되면 견관절 조직의 강한 스트레스로 손상이 발생하게 된다. 따라서 정확한 재활 프로그램을 통하여 효과적인 결과를 얻을 수 있다. 상해가 발생한 던지기 선수에서 내회전의 소실, 외회전근과 견갑근육의 약화를 교정하여 주는 것에 중점을 두고 치료한다.

추가적으로 재활에 성공한 선수에서 던지기 동작의 생역학을 평가하고 오류를 교정하면서 지속적인 교육을 시행하여 재발을 방지하고 원활한 동작을 수행하게 한다.

REFERENCES

1. Bayios IA, Anastasopoulou EM, Sioudris DS, Boudolos KD: Relationship between isokinetic strength of the internal and external shoulder rotators and ball velocity in team handball. *J Sports Med Phys Fitness*, 41: 229-35, 2001.
2. Bigliani LU, Codd TP, Connor PM, Levine WN, Littlefield MA, Hershon SJ: Shoulder motion and laxity in the professional baseball player. *Am J Sports Med*, 25: 609-13, 1997.
3. Burkhart SS, Morgan CD, Kibler WB: The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy*, 19: 641-61, 2003.
4. Ellenbecker TS, Mattalino AJ: Concentric isokinetic shoulder internal and external rotation strength in professional baseball pitchers. *J Orthop Sports Phys Ther*, 25: 323-8, 1997.
5. Gowan ID, Jobe FW, Tibone JE, Perry JM, Moynes DR: A comparative electromyographic analysis of the shoulder during pitching. Professional versus amateur pitchers. *Am J Sports Med*, 15: 586-90, 1987.

6. Gozlan G, Bensoussan L, Coudreuse JM et al.: [Isokinetic dynamometer measurement of shoulder rotational strength in healthy elite athletes (swimming, volley-ball, tennis): comparison between dominant and nondominant shoulder]. *Ann Readapt Med Phys*, 49: 8-15, 2006.
7. Jobe FW, Moynes DR: Delineation of diagnostic criteria and a rehabilitation program for rotator cuff injuries. *Am J Sports Med*, 10: 336-9, 1982.
8. Jobe FW, Moynes DR, Tibone J, Perry J: An EMG analysis of the shoulder in pitching. A second report. *Am J Sports Med*, 12: 218-20, 1984.
9. Kibler WB: The role of the scapula in athletic shoulder function. *Am J Sports Med*, 26: 325-37, 1998.
10. Lephart SM, Fu FH: Proprioception and neuromuscular control in joint stability. Edited by Lephart, S. M., and Fu, F. H., Champaign, IL, Human Kinetics, 2000.
11. Lephart SM, Pincivero DM, Giraldo JL, Fu FH: The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sports Med*, 25: 130-7, 1997.
12. Magnusson SP, Gleim GW, Nicholas JA: Shoulder weakness in professional baseball pitchers. *Med Sci Sports Exerc*, 26: 5-9, 1994.
13. Sirota SC, Malanga GA, Eischen JJ, Laskowski ER: 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.
14. Townsend H, Jobe FW, Pink M, Perry J: Electromyographic analysis of the glenohumeral muscles during a baseball rehabilitation program. *Am J Sports Med*, 19: 264-72, 1991.
15. Voight ML, Thomson BC: The Role of the Scapula in the Rehabilitation of Shoulder Injuries. *J Athl Train*, 35: 364-372, 2000.
16. Wilk KE, Andrews JR, Arrigo CA, Keirns MA, Erber DJ: The strength characteristics of internal and external rotator muscles in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med*, 21: 61-6, 1993.
17. Wilk KE, Arrigo C: Current concepts in the rehabilitation of the athletic shoulder. *J Orthop Sports Phys Ther*, 18: 365-78, 1993.
18. Wilk KE, Arrigo CA, Andrews JR: Current concepts: the stabilizing structures of the glenohumeral joint. *J Orthop Sports Phys Ther*, 25: 364-79, 1997.
19. Wilk KE, Meister K, Andrews JR: Current concepts in the rehabilitation of the overhead throwing athlete. *Am J Sports Med*, 30: 136-51, 2002.
20. Wilk KE, Voight ML, Keirns MA, Gambetta V, Andrews JR, Dillman CJ: Stretch-shortening drills for the upper extremities: theory and clinical application. *J Orthop Sports Phys Ther*, 17: 225-39, 1993.