

미국 스포츠 저널

약

<http://ajs.sagepub.com/>

성인 야구 투수 Arnel L. Aguinaldo 및 Henry Chambers Am J Sports Med 2009 37: 2043 에서 던지기 역학과 팔꿈치 외
반 부하의 상관관계 DOI:
10.1177/0363546509336721

이 기사의 온라인 버전은 [http://ajs.sagepub.com/content/
37/10/2043](http://ajs.sagepub.com/content/37/10/2043) 에서 찾을 수 있습니다.

에 의해 출판 된:



<http://www.sagepublications.com>

대신에:

[스포츠의학을 위한 미국정형외과학회](#)



The American Journal of Sports Medicine에 대한 추가 서비스 및 정보는 다음에서 찾을 수 있습니다.

이메일 알림: <http://ajs.sagepub.com/cgi/alerts>

구독: <http://ajs.sagepub.com/subscriptions>

재판: <http://www.sagepub.com/journalsReprints.nav>

권한: <http://www.sagepub.com/journalsPermissions.nav>

>> 레코드 버전 - 2009년 9월 29일

OnlineFirst 레코드 버전 - 2009년 7월 24일

[이게 뭔가요?](#)

던지기 역학의 상관 관계 성인의 팔꿈치 외반 부하 야구 투수

Arnel L. Aguinaldo,* MA, ATC 및 Henry Chambers, MD 캘리포니아
주 샌디에고 Rady 어린이 병원 인간 수행 및 동작 분석 연구소 센터 소속

배경: 다양한 생체역학적 요인이 야구 투수 시 외반 신전 과부하에 영향을 미친다는 연구 결과가 있습니다. 그러나 이들의 관계는 명확하게 정의되지 않았으며 몸통 회 전 및 팔 슬롯과 같은 요인은 조사되지 않았습니다.

가설: 순차적인 신체 움직임을 정의하는 다른 생체 역학적 변수와 함께 몸통 회전의 시작은 팔꿈치 외반 부하를 상당히 예측할 것입니다.

연구 설계: 기술적인 실험실 연구.

방법: 69명의 성인 야구 선수가 240Hz에서 전신 운동학 및 동역학을 측정하기 위해 3차원 동작 분석 중에 실내 마운드에서 투구했습니다. 팔꿈치 외반 부하와의 연관 성을 조사하기 위해 회귀 분석을 위해 13개의 생체역학적 변수를 계산하고 추출했습니다. 2방향 분산 분석은 몸통 회전의 2개 시작(앞발 접촉 전후)과 2개의 팔 슬롯 위 치(오버핸드 및 사이드암)가 있는 투수 간의 외반 토크를 비교했습니다.

결과: 6개의 생체 역학적 변수는 팔꿈치 외반 회전력과 유의한 상관관계 ($P < .02$)를 가졌습니다. 최대 어깨 외회전, 최대 외반 회전력에서 팔꿈치 굴곡 및 분산의 68% 를 차지하는 팔꿈치 외반 부하율이 있습니다. 감소된 팔꿈치 외반 토크는 증가된 팔꿈치 굴곡과 관련이 있었습니다 ($P < .01$). 앞발 접촉 전에 몸통 회전을 시작한 선 수는 나중에 회전한 선수보다 팔꿈치 외반 토크가 훨씬 더 높았습니다 ($P = .02$). 14명의 투수는 사이드암 딜리버리를 보였고 오버핸드 암 슬롯 포지션을 가진 투수보 다 훨씬 더 높은 팔꿈치 외반 토크를 보였습니다.

결론: 야구 투수 시 팔꿈치의 외반 토크는 순차적 신체 동작의 6가지 생체 역학적 변수와 관련이 있습니다. 늦은 몸통 회전, 어깨의 외회전 감소, 팔꿈치 굴곡의 증가는 외반 토크와 가장 밀접한 관련이 있는 것으로 나타났습니다. 사이드암 투수는 오버핸드 투수보다 팔꿈치 외반력 감소에 더 민감한 것으로 나타났습니다.

임상적 관련성: 이 연구의 생체역학적 발견은 투수 관련 팔꿈치 부상에 대한 외반 부하의 영향을 최소화하는 데 사용되는 방법을 개발하기 위한 과학적 피드백을 제공 합니다.

키워드: 투구 역학; 동력학; 운동학; 팔꿈치; 토크; 힘; 외반

연구자들은 일반적으로 던지는 팔에 가해지는 스트레스 증가가 야구에서 과사 용 부상의 발생을 증가에 기여한다고 믿고 있습니다. 특히, 청소년 및 성인 투수 의 팔꿈치 부상은 던지는 팔꿈치 에 과도한 외반 부하로 인해 발생하는 이러한 관절 스트레스의 생리적 영향과 관련이 있는 것으로 보고되었습니다 .5,12,21 더 높은 위험은 코칭으로 이어질 수 있습니다

그리고 높은 외반 부하로 이어지는 비효율적인 투구 역학을 교정하기 위해 고 안된 훈련 방법. 이러한 운동학적 및 운동학적 매개변수는 피치와 팔꿈치의 관 절 반작용력에 영향을 미치는 순차적 신체 동작의 패턴을 나타냅니다. 이와 같 이 효율적인 투구 역학은 투수가 다리, 골반, 몸통에서 더 작은 원위 팔 부분 으 로 진행되는 신체 부분에서 일련의 움직임을 수행하는 능력에 근거합니 다.3,9,13,15

*주소 서신은 Arnel L. Aguinaldo, MA, ATC, Center for Human Performance, 3020 Children's Way MC 5054, San Diego, CA 92123(이메일 주소: aaguinaldo@sdchp.com) 입니다.

한 명 이상의 작성자가 잠재적인 이해 상충을 선언했습니다.
이 연구는 메이저 리그 야구의 연구 보조금으로 지원되었습니다.

미국 스포츠 의학 저널, Vol. 37, No. 10 DOI: 10.1177/0363546509336721
© 2009 The Author(s)

효율적인 순차적 신체 동작의 한 가지 중요한 측면은 공을 던지기 전의 팔 슬롯 위치이며, 이는 투구하는 동안 던지는 말단의 수직 수평 위치입니다. 이 위 치는 몸통 기울기, 어깨 벌림 및 팔꿈치 굴곡에 의해 운동학적으로 결정되며 팔 꿈치에서 외반력의 크기에 상당한 영향을 미치는 것으로 여겨집니다 . Albright et al²는 표본에 포함된 73명의 투수 중 73%가 다음과 같은 증상을 보였다 고 보고했습니다.



그림 1. 실험 설정 및 참가자 준비.

팔꿈치 굴곡이 증가하면서 팔 슬롯이 상대적으로 수평일 때 팔꿈치 부상. 수사관들은 극단적인 경우 투수들이 던지는 동안 채찍질 동작을 보일 때 증상을 보이는 것을 관찰했으며, 이는 사이드암 투구를 하는 투수들에게서 가장 자주 볼 수 있습니다. 이러한 경우 조기 체간 회전 및 증가된 팔꿈치 굴곡이 종종 관련됩니다.

잠재적으로 해로운 관절 스트레스로 이어질 수 있습니다.1,20 Werner 등 20은 다른 요인들 중에서도 팔꿈치 굴곡이 외반 부하의 강력한 예측 인자이지만 몸통 회전 타이밍은 고려하지 않았다는 사실을 발견했습니다. 열립니다.

연구에 따르면 투수 주기 후반에 회전 하는 프로 투수는 먼저 회전하는 투수보다 어깨에서 더 적은 내부 회전 토크를 생성한다고 보고되었습니다. 몸통 회전의 시작은 팔꿈치 굴곡과 같은 다른 운동학적 패턴과 함께 팔꿈치 외반 부하에 영향을 미칠 것입니다. 따라서 이 연구의 목적은 야구 투구 중 팔꿈치 외반 토크에 대한 일련의 운동학적 및 운동학적 매개변수에 의해 정의된 순차적 신체 동작의 효과를 측정하는 것이었습니다.

재료 및 방법

참가자 준비

대학(n=58), 마이너리그(n=8), 메이저리그(n=3) 팀에서 69명의 성인 투수를 모집하여 최종적으로 본 연구에 포함시켰다. 참가하기 전에 모든 투수는 병원의 기관 검토 위원회에서 승인한 서면 동의서에 서명했습니다.

그들의 평균 나이, 신장, 체중은 각각 20 ± 2 세, 180 ± 14 cm, 86 ± 10 kg이었다. 모든 투수들은 각자의 리그에서 조직화된 야구를 활발히 하고 있었고 테스트 당시 심각한 신체 부상 없이 비교적 건강한 것으로 간주되었습니다.



그림 2. 팔꿈치 외반 토크는 측면 구조가 압축되고 내측이 장력을 받는 팔꿈치 관절에 대한 굽힘 모멘트로 측정되었습니다.

각 참가자에 대해 엉덩이, 무릎, 발목, 어깨, 팔꿈치 및 손목 관절과 상지 및 하지 부분을 양측으로 정의하기 위해 34개의 해부학적 랜드마크 위에 12.5mm 구형 반사 마커를 피부에 배치했습니다. 투구의 3차원 동작 분석 중(그림 1).1

설정 및 프로토콜

모션 캡처는 실시간 모션 캡처 시스템(Eagle 1M, Motion Analysis Corp, Santa Rosa, California)과 연결된 8개의 가시적 적색 디지털 카메라를 사용하여 수행되었습니다. 스트로브 제어는 전체 픽셀 해상도로 240Hz로 설정되었지만 데이터 샘플링 속도는 240Hz로 고정되었습니다. 모션 캡처 시스템의 평균 3차원 잔류 오차는 시스템이 캡처 볼륨에서 각 마커의 위치를 재구성할 수 있는 정확도인 0.9 ± 0.4 mm였습니다. 마커 트랙은 18Hz의 컷오프 주파수에서 버터워스 필터를 포함하는 디지털 신호 처리 및 마커 식별 기술을 사용하여 처리되었습니다. 마커 기반 광학 시스템은 실내 마운드에서 던지는 동작을 캡처하기 위해 $5 \times 2 \times 4$ m(길이 \times 너비 \times 높이)의 보정된 공간 볼륨을 허용하도록 카메라가 배치된 130m2 동작 분석 실험실에 보관되었습니다. , $2.7 \times 2.5 \times 0.3$ m(길이 \times 너비 \times 높이)

(ProMounds Inc, Winthrop, Massachusetts). 볼 속도는 Bushnell Speedster 레이더 건(Bushnell Performance Optics, Lenexa, Kansas)을 사용하여 모니터링되었습니다.

스트레칭과 워밍업 투구 준비 루틴을 수행한 후 각 투수는 실내 마운드에서 피칭 라바에서 18.4m의 규정 거리에 있는 모의 스트라이크 존으로 최대 15개의 패스트볼 투구를 던졌습니다.

투수 또는 코치는 각 투구를 1에서 5까지의 등급으로 평가하도록 요청받았습니다. 1은 최악이고 5는 최적입니다.

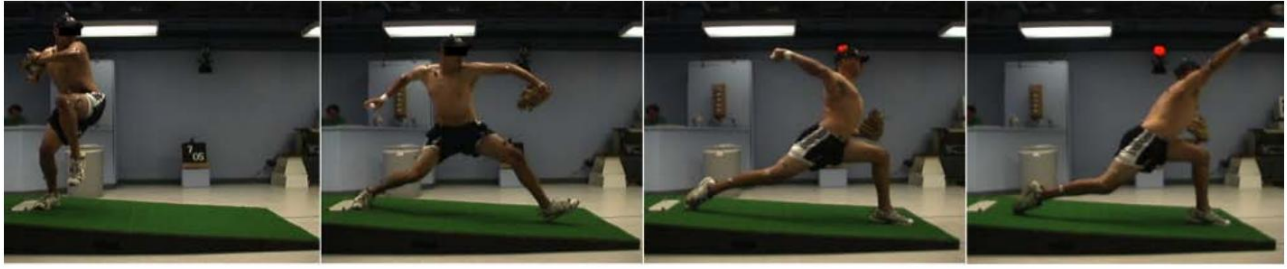


그림 3. 투구 이벤트에는 보폭, 앞발 접촉, 최대 외부 회전 및 볼 릴리스가 포함됩니다(왼쪽에서 오른쪽으로 표시됨). 피칭 주기는 모든 참가자의 생체역학적 비교가 가능하도록 앞발 접촉에서 볼 릴리스까지 정규화되었습니다.

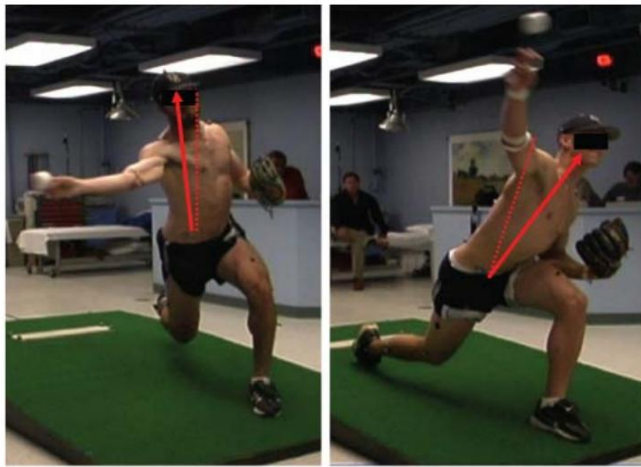


그림 4. 사이드 암 슬롯 위치(왼쪽)와 오버핸드 또는 "3/4" 슬롯 위치(오른쪽)는 각각 동측 및 대측 외측 체간 기울기로 식별되었습니다.14

볼의 위치와 공을 던질 때 몸의 자세라는 주관적인 기준을 사용하는 것이 가장 좋습니다. 가장 높은 평가를 받은 세 개의 투구가 각 참가자에 대해 분석되었습니다. 이러한 투구의 데이터는 이후 낮은 투수 내 변동성을 나타냈습니다(변동 계수 <6%). 따라서 유사한 방법을 사용한 이전 연구와 일치하여 신뢰할 수 있는 마커 데이터가 있는 가장 빠른 투수가 스트라이크 존에 도달하는 것을 최종적으로 선택하여 분석했습니다.14,16

생체 역학 모델

어깨와 팔꿈치 관절에서 3차원 회전을 계산하기 위해 몸통, 상완, 전완, 손 분절에 대한 로컬 좌표계를 정의했습니다. 이전에 설명한 방법을 기반으로 합니다.1 고정 좌표계를 기준으로 골반 운동 데이터를 계산했습니다. 골반을 기준으로 몸통 회전을 계산할 수 있습니다. 골반에 대한 몸통의 가로 평면 회전은 일부 야구 코치가 엉덩이-어깨 분리라고 부르는 것을 제공했으며, 분리 정도가 0일 때 중립으로 간주되었습니다.

던지는 팔의 관절 토크는 Feltner와 Dapena⁷가 설명한 역동역학 기법을 사용하여 계산되었습니다. 이 기법은 움직임의 운동학 및 인접 세그먼트의 관성 특성을 기반으로 관절에 대한 힘과 토크를 추정합니다. 본 연구에서는 어깨의 내외 회전 토크와 팔꿈치의 외반 토크만을 분석하였다.

외반 토크는 측면 구조에 압축력을 증가시키고 내측에 인장력을 증가시키는 팔꿈치 관절에 대한 굽힘 모멘트로 정의되었습니다(그림 2). 이 분석에 사용된 던지는 팔 부분의 관성 특성은 성인 남성 사체에서 측정된 인체 측정 비율을 사용하여 추정되었습니다.6,p59 둘레 23cm 야구공의 질량은 0.14kg입니다.

모든 참가자의 시간적 패턴을 평가하기 위해 각 매개변수의 시작은 그림 3과 같이 앞발 접촉(0%)에서 볼 릴리스(100%)까지 정의된 정규화된 투구 주기의 함수로 표현되었습니다. 특히, 몸통 회전의 시작 시간은 골반에 대한 몸통 회전의 크기가 최대값에서 감소하기 시작하는 이벤트로 정의되었습니다. 홈플레이트를 향해.

통계 분석

팔꿈치 관절 외반 토크에 대한 다양한 생체 역학적 매개 변수의 영향을 평가하기 위해 상관 분석을 위해 몸통, 어깨 및 팔꿈치 운동학 및 동역학을 추출했습니다. 팔꿈치 외반 토크에 대한 13가지 생체 역학 매개변수의 관계를 조사하고 팔꿈치 외반 부하를 종합적으로 예측하는 운동학적 및 운동 매개변수의 최적 세트를 결정하기 위해 선형 단계별 다중 회귀 분석을 수행했습니다.20 이러한 매개 변수에는 몸통 회전의 시작, 몸통 회전 크기, 몸통 기울이기, 최대 어깨 외회전, 어깨 외전, 수평 외전, 최대 팔꿈치 굴곡, 최대 팔꿈치 굴곡 시작, 최고 외반 토크에서 팔꿈치 굴곡, 볼 릴리스 시 팔꿈치 굴곡, 최대 수평 내전 속도 및 외반 로딩 속도. 팔꿈치 외반 토크와 통계적으로 유의한 상관관계($\alpha = .05$)를 보인 매개변수를 식별하고 회귀 모델에서 독립 변수로 선택했습니다. 또한, 2방향 분석은

1 번 테이블

참가자 투수에 대한 몸통 회전 및 팔 슬롯 위치별 인구 통계 정보

그룹	N	나이, 년	높이, cm	무게, kg	볼 속도, m/s
몸통 회전의 시작					
발 전 접촉	34	20.3±2.5	177.0 ± 15.0	86.5±9.3	33.1±4.1
발 후 접촉	35	20.9±2.4	185.0 ± 6.4	85.6±10.3	31.8±1.6
암 슬롯 위치					
보조무기	14	21.1±3.0	181.0 ± 12.7	87.0 ± 10.0	30.8±1.2
오버핸드	55	20.7±2.5	175.2 ± 16.1	85.9 ± 9.8	33.0±2.9

표 2

유의미한 운동학적 및 운동학적 매개변수
팔꿈치 외반 토크와의 상관관계

모수	평균 ± SD r	피
몸통 회전 시작, % PC -1 ± 28	-.24	.019
최대 어깨 외회전, deg 169 ± 15	.60	.000
최대 팔꿈치 굴곡 시간, % PC 51 ± 23	-.32	.012
최대 외반에서 팔꿈치 굴곡, deg 43 ± 22	-.36	.004
볼 릴리스 시 팔꿈치 굴곡, deg 41 ± 24	-.35	.005
외반부하율, N m/s 29 ± 14	.74	.000

¹ PC, 피칭 사이클.

2번의 몸통 회전 시작 시간(발 앞 접촉 대 발 뒤 접촉)과 반대쪽 몸통 기울기를 기준으로 팔 슬롯 위치(오버핸드 대 사이드암)를 사용하여 팔꿈치 외반 토크에 대해 분산을 수행했습니다. 14 반대쪽 몸통 기울기가 0인 투수 또는 던지는 팔과 동측으로 기울어진 몸통을 나타내는 음수는 사이드 암 슬롯 위치를 갖는 것으로 간주되었습니다(그림 4). 두 요인 사이에 유의미한 상호 작용이 발견되지 않았기 때문에 ($P = .84$), 팔 슬롯 위치에 관계없이 발 전 접촉 시작 시간을 가진 모든 투수의 데이터를 발 후 접촉 시간을 가진 투수의 데이터와 비교했습니다. 마찬가지로 모든 오버핸드 투수의 데이터를 사이드암 투수의 데이터와 비교했습니다. 두 비교 데이터의 차이는 조정된 알파 수준 .03 미만에서 중요한 것으로 간주되었습니다. 표 1에는 각 그룹에 대한 인구 통계 정보, 샘플 크기 및 평균 볼 속도가 나열되어 있습니다.

결과

모든 참가자의 던지는 팔에 대한 평균 팔꿈치 외반 토크는 $50 \pm 29 \text{ N} \cdot \text{m}$ 입니다. 6개의 운동학적 및 운동학적 매개변수가 팔꿈치 외반 토크와 유의한 상관관계가 있는 것으로 나타났습니다(표 2). 그러나 팔꿈치 외반력은 최대 어깨 외회전, 최대 외반 토크에서 팔꿈치 굴곡, 팔꿈치 외반 하중 비율의 68%를 차지하는 3가지 매개변수에 의해 가장 큰 영향을 받았습니다. 최대 외반 회전, 최대 외반 토크에서 팔꿈치 굴곡 및 외반 부하율의 평균값

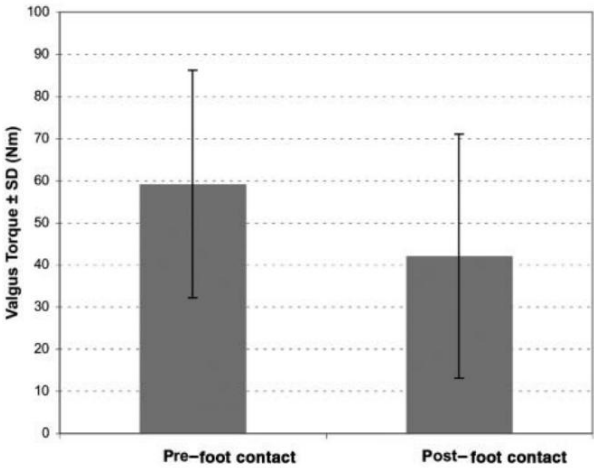


그림 5. 앞발 접촉(pre-foot contact) 전 몸통 회전 시작 시간을 가진 투수의 평균 팔꿈치 외 반력은 앞발 접촉(post-foot contact) 후 시작한 투수보다 훨씬 더 높았습니다 ($P = .02$). 연락하다).

팔꿈치 외반력과 상관관계는 각각 $169^\circ \pm 15^\circ$ ($r = .60, P < .01$), $41^\circ \pm 24^\circ$ ($r = -.36, P < .01$), $29 \pm 14 \text{ N} \cdot \text{m}$ ($r = .74, P < .01$). 또한 샘플 데이터의 추세는 팔꿈치 외반이 최대 반대측 체간 경사 ($r = .22, P = .06$) 및 어깨 외전 ($r = -.23, P = .06$)과 상관관계가 있음을 나타냅니다.

팔꿈치 외반력에 대한 몸통 회전 및 팔 슬롯 위치의 영향을 결정하기 위해 수행된 분산 분석에서는 두 요인 사이에 유의미한 상호작용이 없음을 보여주었습니다 ($P = .84$). 따라서 후속 그룹 간 분석에서 샘플에 포함된 69명의 투수 중 34명이 앞발 접촉 전에 몸통 회전을 시작한 반면, 35명은 워드 이후에 그렇게 한 것으로 나타났습니다(표 1). 그룹 간에 인구통계나 볼 속도에 유의미한 차이는 없었지만 ($P > .10$), 발 접촉 전 선수는 발 접촉 후 선수보다 훨씬 더 많은 팔꿈치 외반 토크($59 \pm 27 \text{ N} \cdot \text{m}$)를 보였습니다($42 \pm 29 \text{ N} \cdot \text{m}, P = .02$) (그림 5). 14명의 투수는 사이드 암 투구를 보여 평균 팔꿈치 외반력이 $66 \pm 24 \text{ N} \cdot \text{m}$ 로 더 일반적인 투수 투수보다 훨씬 더 높았습니다 ($P = .02$). ” 슬롯 위치($46 \pm 29 \text{ N} \cdot \text{m}$)(그림 6).

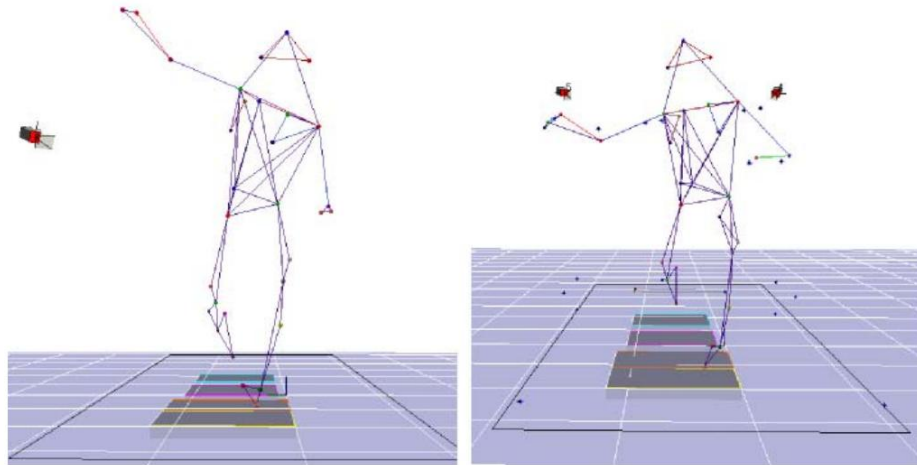


그림 6. 3/4 또는 오버핸드 슬롯 위치로 던진 투수(왼쪽)는 보조 무기 투구를 한 투수(오른쪽)보다 팔꿈치 외반력($46 \pm 29 \text{ N} \cdot \text{m}$, $P = .02$)이 훨씬 적었습니다($66 \pm 24 \text{ N} \cdot \text{m}$).

논의

야구 투수들 사이에서 발생하는 높은 팔꿈치 부상 발생률은 아마도 팔꿈치 관절에 과도한 외반 부하를 가하는 던지는 동안 유도된 굽힘 모멘트와 관련이 있는 것으로 추정됩니다. 4,8,17,21 외반 신전 과부하의 병리학을 확인하기 위해, 팔꿈치 외반 토크 예측에서 야구 피칭 중 관절 운동의 운동학 및 운동 패턴을 조사했습니다.

본 연구 결과 팔꿈치 외반력은 최대 어깨 외회전, 최고 외반부하 시 팔꿈치 굴곡, 볼 릴리스 시 팔꿈치 굴곡, 최대 팔꿈치 굴곡 시점, 볼 릴리스 전 몸통 회전 개시, 팔꿈치 외반부하가 가장 큰 영향을 미치는 것으로 나타났습니다. 비율.

회귀 분석에서는 팔꿈치 외반 토크가 이러한 요인에 의해 직접적으로 발생하는지 여부를 결정하지 않지만 이러한 매개 변수를 기반으로 예측할 확률이 높습니다. 이러한 운동학적 및 운동학적 패턴은 팔꿈치 외반 토크가 투구하는 동안 어깨와 팔꿈치의 각도 역학과 밀접한 관련이 있음을 나타내는 이전에 발표된 연구 결과를 강화합니다. 따라서 팔꿈치 외반력과의 관계를 결정하면 과도한 외반 부하를 줄이는 방법에 대한 더 깊은 통찰력을 제공합니다. 더 높은 어깨 외회전이 팔꿈치 외반을 증가시킬 것으로 예상되지만, 17 이 연구 결과는 분만 중에 팔꿈치가 더 곧아야 한다는 투수 코치들의 일반적인 믿음에 도전합니다. 2 특히, 이 연구는 팔꿈치 외반 토크는 팔꿈치 굴곡 감소와 관련이 있습니다. 유사하게, 최대 팔꿈치

외반의 순간에 더 높은 팔꿈치 굽힘 각도는 팔꿈치 외반 토크의 감소된 크기와 연관되었습니다. 이전 조사자들은 유사한 관계를 발견했지만 이것이 대부분의 투수 강사의 교육 원칙과 모순되는 이유에 대한 제안을 제공하지 않았습니다.

팔꿈치 외반부하를 최소화하기 위해 팔꿈치가 신전됨에 따라 몸이 직각이 될 때 몸통의 회전축에 대한 모멘트 팔이 증가합니다. 확장된 팔꿈치는 특히 어깨가 $1,2,14,90^\circ$ 또는 그 부근에서 외전될 때 가속 초기 부분에서 던지는 팔이 뒤처짐에 따라 팔꿈치에서 굽힘 모멘트를 유도합니다.

팔꿈치 외반 하중에 직접적인 영향을 미치는 상완골에 대한 모멘트 대 몸통에 대한 모멘트의 정확한 기여도는 추가 조사가 필요합니다. 그러나 몸통의 회전축에 대한 모멘트는 더 높은 분절 관성 모멘트와 지렛대 팔이 몸통에서 멀어지기 때문에 상완골 장축에 대한 모멘트(팔꿈치가 더 구부러짐에 의해 생성됨)보다 더 클 수 있습니다. 따라서 더 구부러진 팔꿈치에서 회전 몸통에서 멀어지는 레버 암이 짧을수록 외반 토크가 감소하고 레버 암이 길어질수록 증가합니다.

성인 투수와 젊은 투수를 비교한 이전 연구에서 입증된 바와 같이 분절 관성 모멘트가 클수록 관절 토크가 높아집니다. 토크는 각각의 상대 그룹보다 발전 접촉 및 보조 무기 그룹에서 더 높았습니다. 따라서 투구 효율성의 잠재적인 척도는 볼 속도 대 외반 토크의 비율로 설명할 수 있습니다. 여기서 고효율 투수는 최소 비용(공동 부하)으로 출력(볼 속도)을 최대화할 수 있는 사람입니다. 투수가 높은 효율로 공을 던지는 방법은 이 연구에서 설명한 생체역학적 요인과 볼 속도 18 및 팔꿈치 외 반력 과 관련이 있는 것으로 밝혀진 요인에 근거합니다. 14,17,20 몸통을 회전한 투수 (즉, 정사각형으로) 피칭 사이클 후반에 팔꿈치 외반 토크의 크기가 감소한 것으로 나타났습니다. 이 연구에서 앞발 접촉 전에 몸통 회전을 시작한 투수는 나중에 몸통 회전을 한 투수보다 훨씬 더 많은 팔꿈치 외반 토크를 보였습니다. 이 결과는 몸통 회전이 늦은 투수에게서 어깨 회전 토크가 감소했다는 이전에 보고된 결과와 일치합니다.

이는 효율적인 역학이 골반, 몸통 및 팔 회전의 순서에서 적절한 타이밍에 근거한다는 개념을 뒷받침합니다. 홈 플레이트를 향한 회전을 시작하기 위해 대부분의 투수 코치는 앞발이 마운드에 닿기 전에 발생해서는 안된다고 생각합니다.

이 연구는 어깨 외전 각도가 낮을수록 팔꿈치 외반 토크가 높아지는 경향을 보여주었습니다. 따라서 사이드 암 분만에서 조기 체간 회전으로 인한 휘핑 동작은 수평으로 배치된 팔이 볼 릴리스로 뒤쳐지기 때문에 더 높은 외반 부하를 악화시킬 수 있습니다. 몸통 기울기, 어깨 벌림, 팔꿈치 굴곡에 의해 결정되는 수평 팔 슬롯 위치는 내측 팔꿈치 힘 증가와 관련이 있는 것으로 나타났습니다. 1,2,14 토크는 더 일반적인 3/4 또는 오버핸드 슬롯 위치로 던진 투수보다 훨씬 더 높으므로 팔꿈치의 외반력이 수직 슬롯 위치에서 가장 적을 것이라는 이전 제안을 뒷받침합니다. 1,2,14 결론적으로, 팔꿈치에서 외반 신전 토크의 생체역학적 예측 변수가 설명되었습니다. 늦은 몸통 회전, 감소된 어깨 외부 회전 및 증가된 팔꿈치 굴곡 상태는 감소된 팔꿈치 외반 토크와 관련이 있는 것으로 나타났습니다. 많은 내적 및 외적 요인이 투구와 관련된 팔꿈치 부상에 관여하지만, 이러한 생체역학적 발견

은 이러한 부상에 대한 외반 하중의 영향을 최소화하는 데 사용되는 방법을 개발하기 위한 추가적인 과학적 피드백을 제공합니다.

승인

이 프로젝트를 수행하는 데 기술 및 관리 지원을 제공한 John Collins, Kyle Jenson 및 Kit Holm에게 감사드립니다. 이 연구는 메이저 리그 베이스볼의 연구비 지원으로 이루어졌습니다.

참조

1. Aguinaldo AL, 버터모어 J, 챔버스 HG. 다양한 수준의 야구 투수의 어깨 관절 회전력에 대한 상체 회전의 영향. J Appl Biomech. 2007;23:42-51.

2. 올브라이트 JA, 조를 P, 쇼 R, 올브라이트 JP. 야구 투수에 대한 임상 연구: 던지는 팔 부상과 투구 방법의 상관관계. J Sports Med. 1978;6(1):15-21.
3. 수중 AE. 팔 위로 던지는 동작의 생체 역학
던지는 부상. Exerc Sport Sci Rev. 1979;7:43-85.
4. Cain EL Jr, Dugas JR, Wolf RS, Andrews JR. 던지는 선수의 팔꿈치 부상. J Sports Med. 2003;31:621-635.
5. 첸 FS, 로키토 AS, 조베 FW. 오버핸드 던지기 선수의 내측 팔꿈치 문제. J Am Acad Orthop Surg. 2001;9:99-113.
6. Clauser C, McConville J, Young J. 인체 부위의 무게, 부피 및 질량 중심. 오하이오 주 데이턴: 라이트-패터슨 공군기지; 1969.
7. Feltner ME, Dapena J. 2분할 운동 사슬의 3차원 상호 작용, 1부: 일반 모델. J Appl Biomech. 1989;5:403-419.
8. Fleisig GS, Andrews JR, Dillman CJ, Escamilla RF. 부상 메커니즘에 대한 암시와 베이 스포츠 피칭의 동역학. J Sports Med. 1995;23(2):233-239.
9. Fleisig GS, Barrentine SW, Escamilla RF, Andrews JR. 오버핸드 던지기의 생체역학과 부상에 대한 합의. 스포츠메드 1996; 21(6):421-437.
10. Fleisig GS, Barrentine SW, Zheng N, Escamilla RF, Andrews JR. 다양한 발달 단계에서 야구 투구의 운동학적 및 운동학적 비교. 제이바이오펜. 1999;32:1371-1375.
11. Fleisig GS, 에스카밀라 RF. 던지는 선수의 팔꿈치의 생체 역학. 기술 스포츠 메드 운영. 1996;4:62-68.
12. Hang YS, Lippert FG III, Spolek GA, Frankel VH, Harrington RM. 피칭엘보의 생체역학적 연구. 인트 직교. 1979;3(3): 217-223.
13. Joris HJ, van Muyen AJ, van Ingen Schenau GJ, Kemper HC. 여자 핸드볼 선수의 오버암 던지기 동안의 힘, 속도 및 에너지 흐름. 제이바이오펜. 1985;18(6):409-414.
14. Matsuo T, Fleisig GS. 모의 투구 중 대학 야구 투수의 최대 팔꿈치 내반 토크에 대한 어깨 외전 및 측면 몸통 기울기의 영향. J Appl Biomech. 2006;22(2):93-102.
15. 퍼트넘 CA. 타격 및 던지기 기술에서 신체 분절의 순차적인 동작: 설명 및 설명. 제이바이오펜. 1993년; 26(suppl 1):125-135.
16. Sabick MB, Torry MR, Kim YK, Hawkins RJ. 프로야구 투수의 상완골 토크. J Sports Med. 2004;32(4):892-898.
17. Sabick MB, Torry MR, Lawton RL, Hawkins RJ. 유소년 야구 투수의 외반 토크: 생체 역학 연구. J 어깨 팔꿈치 수술. 2004;13(3):349-355.
18. Stodden DF, Fleisig GS, McLean SP, Andrews JR. 야구 투구 속도에 대한 생체역학적 요인의 관계: 투수 편차 내. J Appl Biomech. 2005;21(1):44-56.
19. Werner SL, Fleisig GS, Dillman CJ, Andrews JR. 야구 투구 시 팔꿈치의 생체역학. J Orthop Sports Phys Ther. 1993년; 17(6):274-278.
20. 베르너 SL, 마레이 TA, 호킨스 RJ, 길 TJ. 프로야구 투수의 던지는 역학과 팔꿈치 외반의 관계. J 어깨 팔꿈치 수술. 2002;11(2):151-155.
21. 월슨 FD, 앤드류스 JR, 블랙번 TA, 맥클러스키 G. 피칭 엘보의 외반 확장 과부하. J Sports Med. 1983;11(2):83-88.

재인쇄 및 허가 문은 SAGE 웹 사이트 <http://www.sagepub.com/journalsPermissions.nav>를 방문하십시오.