



프로야구 투수의 볼 스피드와 견관절의 등속성 회전력 비교 연구 C Ball speed by a professional baseball player, and study of comparison of uniform rotational speed by the shoulder joint

박성진(경희대학교) · 박영진*(경희대학교)

Park, Sung-Jin(Kyunghee University) · Park, Young-Jin*(Kyunghee University)

ABSTRACT

S. J. PARK, Y. J. PARK, C Ball speed by a professional baseball player, and study of comparison of uniform rotational speed by the shoulder joint. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 16, No. 1, pp.81-88, Present study is to know the relation with throwing speed according to the uniform torque by the shoulder joint, over 20 persons of professional baseball, and were measured the uniform torque by the shoulder joint accordance with throwing speed between (A-low speed) and (B-high speed) of each group. In the present study, three components were measured, and analyzed with having an approximated output value appearing by changing angular velocity, and in 30°/sec, the maximum strength of muscles was measured, and in 210°/sec, the points of endurance strength of muscles were measured and analyzed, and the following result could be obtained.

1. In muscles strength (peak torque)of inner rotation, and outer rotation for respect to each speed of shoulder joint, though there did not appear outstanding difference between A group and B group in the 30°/sec, it showed that group B has priority in a little. Also in outer rotation by shoulder joint, though there appeared the same difference between A group and B group, B group is tended to be prior to A group in a little.

2. In the view of muscles strength (peak torque)of inner rotation, and outer rotation for respect to each speed of shoulder joint, though there did not appear outstanding difference between A group and B group in the 180°/sec, it showed that group B has priority in a little. Also in outer rotation by shoulder joint, though there appeared the same difference between A group and B group, B group is tended to be prior to A group in a little.

3. In the view of muscles strength(peak torque)of inner rotation, and outer rotation for respect to each speed of shoulder joint, though there did not appear outstanding difference between A group and B group in the 30°/sec, it showed that B group has priority in a little. Also in outer rotation by shoulder joint, though there appeared the same difference between A group and B group, B group is tended to be prior to A group in a little.

4. In the view of peak torque for respect to the weight accordance with each velocity of shoulder joint,

there did not appear outstanding difference between A group and B group. In outer rotation by the shoulder joint, there was not appeared clear difference between A group and B group.

5. In the concern of the peak torque for respect to the weight accordance with each velocity of shoulder joint, there did not appear outstanding difference between A group and B group in 180°/sec . In outer rotation by the shoulder joint, there was not appeared clear difference between A group and B group.

6. In the concern of the peak torque for respect to the weight accordance with each velocity of shoulder joint, there did not appear outstanding difference between A group and B group in 210°/sec . In outer rotation by the shoulder joint, there was not appeared clear difference between A group and B group.

As conclusion, there did not appear a correlation of uniform torque by shoulder joint versus the speed throwing by a pitcher of professional base ball.

KEYWORDS: PEAK TORQUE, SHOULDER JOINT, OVERTHROW, BASEBALL

I. 서론

야구는 펜스(Fence)로 둘러싸인 경기장에서 감독 지휘아래 9명(지명 타자제의 경우 10명)의 선수로 구성된 투 팀이 한명 이상의 심판원의 주재아래 규칙에 따라 이루어지는 경기이다. 이러한 야구가 우리나라에 처음 소개된 것은 1905년이다. 미국인 선교사 Gilbert가 황성 기독교 청년단 회원들에게 야구를 가르쳐 준 이래 77년이 흐른 1982년에 이르러서 한국의 프로야구가 출범하게 되었다(한국야구위원회, 1983). 프로야구는 1982년 3월에 6개 팀으로 출범하여 2005년 현재 25년의 역사를 가지게 되었으며 8개팀으로 증가하였고 관중동원 1위의 한국프로 스포츠로 자리 잡아 가고 있다.

야구는 투수와 야수를 구분하기 전에 공을 던지는 것이 야구의 시작이라고 할 만큼 공을 던지는 것이 야구에서 매우 중요한 역할을 차지하고 있다. 특히 투수가 야구에서 차지하는 비중은 절대적이며 '야구는 투수 싸움이다'라고 할 정도로 야구에서 투수의 역할은 매우 중요한 부분이다. 투수들은 빠른 볼과 다양한 변화구로 타자를 제압하고 성공적인 투구를 위하여 과학적인 트레이닝 방법이 필요하고 투구 폼에 따라서 오버핸드와 사이드암 그리고 언더핸드로 분류되며 투구의 동작은 크게 5단계로 구분할 수 있다.

투구준비 단계인 Wind up을 시작으로 견관절이 외전(abduction)되는 상태인 cocking에서 내전(adduction)이

시작되는 가속화(acceleration)시기로부터 볼이 손에서 이탈되며, 감속화(deceleration) 단계에는 견관절이 내회전(internal rotator)할 때 외회전근(external rotator)이 토크(torque)를 감속시켜서 마지막으로 follow-through의 동작으로 5단계의 투구동작이 종료된다.

이와 같은 5단계 투구 동작중 일어나는 근육운동은 발끝에서 상체근육 및 팔에서 손끝까지의 신체 전반적인 근육이 복합적으로 갖추어져야 하므로 어느 한 부위의 근력이 강해야 된다고 단정할 수는 없다. 그러나 그 중에서도 견관절의 회전력의 중요성이 많이 강조 되고 있는데, Wilk와 Arrigo(1991)는 투구동작 중 감속기(deceleration phase)와 follow-through기 동안의 견관절의 미세한 조정역할을 하는 회전건개(rotator cuff)의 원심성(eccentric)수축력이 중요하므로 이에 대한 훈련이 여러 방향으로 이용된다고 하였다.

Tullos와 King(1973)은 등속성 견관절 회전력에 대한 연구에서 투구동작을 주로 하는 야구에서 외측회전력이 증가하면 내측회전력의 근육이 증가되어 볼이 더 가속화되고 또한 빠른 볼을 던지려면 볼을 던지기 시작할 때 외회전의 각도가 클수록 볼스피드가 붙는다고 보고 하였다. Alderink와 Kuck(1986)는 같은 연령대의 고등학생과 대학생 투수를 대상으로 등속성 운동능력을 연구한 결과 내측력과 외측력이 3:2로 내측력이 강하다고 보고하였다.

또한 Brown, Niehuse와 Harrah(1988)은 투수를 대상으로 등속성 견관절 내전, 외전을 조사한 결과 주축

이 비주축보다 강하다고 하였으며 Pappas, Zawacki와 Sullivan(1985)도 메이저리그 투수를 대상으로 동일한 결과를 보고하였다. 그리고 견관절의 회전력이 중요시 되는 이유는 투수가 투구를 할 때 볼을 힘차게 뿌리는 견관절의 분산력은 몸무게의 2배 정도에 해당하고 프로야구 투수들의 견관절의 최대 각속도는 6500°/sec에서 7200°/sec 정도인데, 7000°/sec를 1초간의 회전수에 비교한다면, 360도 1바퀴를 1초에 약 20회 정도 회전하는 속도와 같다(김상규, 1995). 한국프로야구 투수집단을 대상으로 최대토크 및 내, 외회전력의 비율이 국내 선수와 메이저리그 선수를 비교한 연구결과에서 국내 선수가 내, 외회전력의 비율이 낮으며, 특히 내회전력에서는 현저한 차이로 낮고 고속으로 갈수록 더욱 낮게 나타나 내회전근의 근력 강화에 관심을 기울여야 됨을 강조하였다(김철준, 김명화, 김상규, 1994). 이처럼 투수는 투구시 강한 분산력 에도 이겨낼수 있는 견관절의 유연성 및 견관절의 강한 고정과 안정성이 필요하다. 따라서 견관절의 회전력을 측정하기 위해서는 Cybex와 같은 등속성 장비가 필요하며, 이와 같은 등속성 기기의 용도는 근력, 순발력, 지구력 검사시 다른 측정기기의 검사보다 객관성과 정확성이 높다고 검증되었으며, 1967년 Thistle의 연구에서 임상적인 방법이 소개되었다.

이러한 등속성 수축은 운동 속도를 미리 정하여 운동시 운동속도가 변화함에 따라 근육을 받는 저항이 달라지도록 고안된 Cybex 기기에서 실시하는 운동방법으로 만일 운동속도가 정한 속도에 미치지 못하게 되면, 근육은 아무런 저항을 받지 않게 되고, 정한 속도보다 빠를 때 비로소 이에 상응하는 저항이 생기게 된다. 그러므로 등속성 운동은 관절운동의 전 구간을 통하여 근육이 최대의 저항을 받으며 운동을 할 수 있는 장점이 있다.

따라서 본 연구에서는 투수들의 볼 스피드와 등속성 토크와의 연구를 통해 투수들의 견관절 내측 토크와 외

측 토크를 측정하고, 볼 스피드 측정기를 이용하여 투수들이 투구한 볼 스피드를 분석하여 볼 스피드와 등속성 토크에는 어떤 관계가 있는지 알아보고 프로야구 투수들의 견관절 등속성 근력의 기준을 제시하는데 연구의 목적을 갖는다.

II. 연구방법

프로야구 투수들의 스피드와 견관절 등속성 근력과 의 관계를 규명하기 위해서 Cybex 770(Division of Lumex, Inc, N.Y. USA)을 이용하여 견관절 근력을 측정하였다. 구체적인 연구방법은 다음과 같이 진행하였다.

1. 연구대상

본 연구의 대상자는 한국 프로야구(KBO)에 등록되어 있는 프로 야구선수 오버핸드 투수 20명으로 신체적, 정신적으로 건강한 선수로 선정하였다. 대상자의 분류기준은 투수의 투구의 스피드를 기준으로 A(low speed) 집단과 B(high speed) 집단으로 구분하였다.

A 집단은 투구의 최고 스피드가 131-140km인 투수 10명과, B 집단은 투구의 최고 스피드가 141-150km인 투수 10명을 선정하였다. 구체적인 대상자의 신체적인 특징은 <표 1>과 같다.

2. 실험방법 및 절차

1) 등속성 근력과 파워의 측정방법

본 연구의 실험에서 등속성 근력을 측정하기 위하여 등속성 측정기구의 하나인 Cybex 770을 사용하여 견관절 등속성 근력을 측정하였다. 실험 대상자들은 최근 1년간 견관절의 상해 병력이 없는 선수들로 선정하였으며 컨디션 조건이 안되고 부상중 이거나 싸이드 폼이나

표 1. 피험자들의 신체적 특성

Group	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	No.of Subjects
A(low speed)	26.90±4.95	180.60±2.95	82.85±6.37	10
B(high speed)	27.40±2.88	184.70±3.94	91.67±8.55	10

언더핸드 폼으로 투구하는 대상자는 실험에서 제외시켰다. 견관절의 등속성 각속도는 30°/sec, 180°/sec, 210°/sec에서 견관절의 등속성 내회전과 외회전 검사를 하였으며, 견관절의 등속성 내측 회전력과 외측 회전력을 측정하기 위해서 대상자를 검사대 위에 누운 자세를 취하게 하고 정확한 측정을 위하여 상체를 고정시켰다.

검사시에는 다이나 모메터의 정중앙에 위치하도록 견관절의 운동축과 기계의 운동축이 평행하게 하도록 하였다. 측정시 최대 회전력이 발휘하도록 측정의 목적과 기구의 동작원리 및 측정순서를 피검자에게 설명하였으며, 견관절의 근력, 근 순발력, 근지구력 검사를 30°/sec에서 3회, 180°/sec에서 3회, 210°/sec, 15회를 실시하였으며, 검사기기의 적응을 위해 각 속도별 검사 이전에 3회의 연습을 하도록 하였고, 측정 후에 다음 측정시 까지 30초 동안의 휴식을 취하였다.

2) 볼 스피드 측정방법

2005년 시즌중 경기에서 던진 직구의 최고 스피드를 측정하였다. radar gun (sport rader, GHZ, SP 78585 APPLIED CONCEPTS, INC, USA) 을 이용하여 측정하였다. 볼 스피드 측정 시 스트라이크로 판정되는 볼의 속도만을 측정하였고, 초속을 측정하였다.

3. 자료처리

본 연구의 자료처리는 SPSS 12.0 for Window 통계 Package를 이용하였다. 볼스피드차이에 따른 각 집단의 견관절 회전력의 요인은 평균(mean)과 표준편차(standard deviation)를 구하였다 각 집단간의 견관절 측정 항목의 유의성 검증은 독립 t-test를 실시하였고 최고스피드와 견관절 각속도별 피크토크 변인간의 상

관분석(Correlation analysis)을 실시하였다. 모든 결과의 통계처리에서 유의수준은 p<.05로 설정하였다.

III. 결과 및 논의

1. 견관절의 각속도별 내회전, 외회전 근력(피크 토크)

<표 2> 에 나타난 바와 같이 각속도 30°/sec에서 견관절 내회전 에서는 A집단이 54.80Nm, B집단이 57.20Nm로 B집단이 높게 나타났고 외회전 에서는 A집단이 41.80Nm, B집단이 43.10Nm로 내회전과 마찬가지로 B집단이 높게 나타났다. A집단보다, B집단이 높은 경향을 보였지만 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

180°/sec에서의 견관절 내회전 에서는 A집단이 36.50Nm, B집단이 37.80Nm로 B집단이 높게 나타났고 외회전 에서는 A집단이 30.60Nm, B집단이 33.60Nm로 내회전과 마찬가지로 B집단이 높게 나타났다. A집단보다, B집단이 조금 높은 경향을 보였지만 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

210°/sec에서의 견관절 내회전 에서는 A집단이 34.40Nm, B집단이 38.90Nm로 B집단이 높게 나타났고 외회전 에서는 A집단이 27.60Nm, B집단이 32.50Nm로 내회전과 마찬가지로 B집단이 높게 나타났다. A집단보다, B집단이 조금 높은 경향을 보였지만 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

30°/sec, 180°/sec, 210°/sec, 전 각속도에서 견관절의 내회전, 외회전의 피크토크 비교에서 A집단보다, B집단이 조금씩은 높은 경향을 보였지만 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다. 따라서 A(low speed), B

표 2. 견관절 각속도별 평균 피크 토크 (단위:Nm)

Group°/sec	30°/sec		180°/sec		210°/sec	
	내회전	외회전	내회전	외회전	내회전	외회전
A(low speed)	54.80±12.94	41.80±6.12	36.50±9.81	30.60±7.27	34.40±6.04	27.60±3.83
B(high speed)	57.20±14.87	43.10±7.13	37.80±6.57	33.60±5.42	38.90±7.06	32.50±5.40
t-value	-.385	-.438	-.348	-1.046	-1.531	-2.229

*P<.05

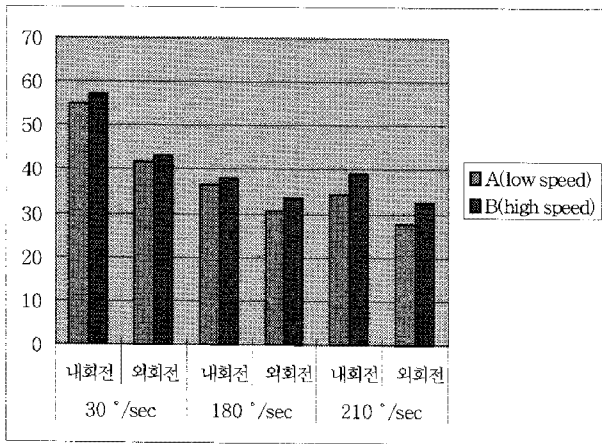


그림 1. 견관절 각속도별 내회전,외회전 피크토크 (Nm)

(high speed) 집단간 차이는 나타나지 않았다. Bartlett, Storey와 Simons(1989)은 프로야구투수 11명을 대상으로 볼 스피드와 견관절 내측, 외측회전력에는 상관 없었다고 보고한 연구 결과와 일치하게 나타났다.

빠른투구와 견관절의 내회전, 외회전 피크토크에는 큰 상관이 없어 보이는 것으로 나타났다. <그림 1>의 결과에서 보듯이 모든 각속도에서 A집단보다, B집단이 조금씩은 높은 경향을 나타냈으므로 A집단이 견관절 보강운동과 트레이닝을 꾸준히 실시한다면 좀 더 빠른 투구를 할 수 있을 것이라 사료된다.

2. 견관절 각속도별 체중에 대한 피크 토크(%)

<표 3>에서 나타난 바와 같이 30°/sec에서 견관절 내회전에서는 A집단이 66.33%, B집단이 63.39%로 A집단이 B집단보다 높게 나타났고 외회전에서는 A집단이 50.54%, B집단이 47.72%로 내회전과 마찬가지로 A집단이 B집단보다 높게 나타났다. A집단이 B집단보다 높은 경향을 보였지만 통계적으로 유의한 차이는

나타나지 않았다.

180°/sec 견관절 내회전 에서는 A집단이 43.91%, B집단이 41.86%로 A집단이 B집단보다 높게 나타났고 외회전 에서는 A집단이 36.72%, B집단이 37.30%로 내회전과 마찬가지로 A집단이 B집단보다 높게 나타났다. A집단이 B집단보다 조금 높은 경향을 보였지만 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

210°/sec 견관절 내회전 에서는 A집단이 41.49%, B집단이 43.10%로 B집단이 A집단보다 높게 나타났고 외회전 에서는 A집단이 33.40%, B집단이 35.95%로 내회전과 마찬가지로 B집단이 A집단보다 높게 나타났다. B집단이 A집단보다 높은 경향을 보였지만 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

30°/sec, 180°/sec, 210°/sec, 전 각속도에서 견관절 각속도별 체중에 대한 피크 토크 비교에서는 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

Fleck, Smith, Craid,와 Denahan(1992)은 미국 남자 핸드볼 대표 11명을 대상으로 한 연구에서 제자리 슛 (set shot), 점프슛(jump shot)의 볼 스피드와 180, 240,

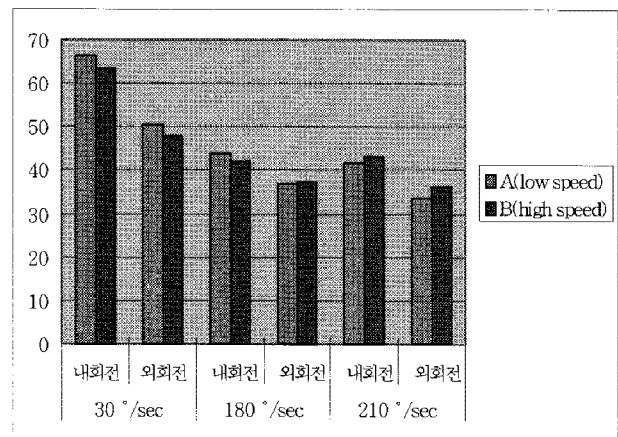


그림 2. 견관절 각속도별 체중에 대한 피크토크 (Nm/Kg)

표 3. 견관절 각속도별 체중에 대한 피크 토크

(단위:Nm/Kg)

Group°/sec	30°/sec		180°/sec		210°/sec	
	내회전	외회전	내회전	외회전	내회전	외회전
A(low speed)	66.33±15.85	50.54±6.96	43.91±10.44	36.72±6.77	41.49±5.97	33.40±4.43
B(high speed)	63.39±17.53	47.72±8.51	41.86±8.19	37.30±7.27	43.10±8.71	35.95±6.46
t-value	.810	.393	.488	-.184	-.482	-1.028

* P<.05

300°/sec에서 등속성 근력을 분석한 결과 야구에서의 투구 동작과 비슷한 제자리 슛의 최고 볼 스피드와 견관절 내회전/외회전 근력에는 유의한 상관관계가 없다고 보고하였는데 본 연구결과와 일치된 결과이다.

3. 최고스피드와 견관절 각속도별 피크토크 상관관계 분석

견관절의 내회전, 외회전 각속도별 피크토크와 최고 스피드와의 상관관계를 분석한 결과는 <그림 3>과 같다.

30°/sec, 180°/sec, 210°/sec의 견관절 내회전, 외회전 피크토크와 최고스피드와 상관관계 분석에서 모든 변인과의 상관관계는 나타나지 않았다. 견관절 각속도별 피크토크와, 견관절 각속도별 체중에 대한 피크토크와 같은 결과를 나타냈다.

진영수 등(1997)은 국내의 프로야구 투수 25명을 대상으로 한 연구에서 등속성 장비를 이용하여 측정된 견관절의 근력과 파워는 프로야구 투수의 볼 스피드와 유의한 상관관계가 없다고 보고하였다. 본 연구에서도 진 등(1997)의 연구결과와 일치된 결과로 견관절의 근력과 파워에서 유의한 상관관계가 나타나지 않았다.

Clements, Ginn와, Henley(2001)은 13에서 16세 청소년 야구선수 18명을 대상으로 한 연구에서 등속성 장비를 이용하여 견관절과 주관절의 등척성, 등장성, 그

리고 신전성 수축에 의한 근력과 볼 스피드 검사한 결과 견관절의 등척성 내회전력과 볼 스피드 간에 $r=.636(p=.006)$ 의 유의한 상관관계가 나타났다는 본 연구결과와 상반된 보고를 하였다.

이상의 선행연구와 본 연구결과를 종합해 볼 때 견관절의 내회전력과 외회전력은 볼 스피드와 관련이 없는 것으로 일치하게 나타났지만, 견관절 내회전력과 외회전력을 볼 스피드 강화보다는 반복적으로 많은 투구를 하는 프로야구 투수들에게 부상의 예방차원이나 근력보강, 강화운동을 하는 것이 많은 도움이 되리라 사료된다.

IV. 결론

본 연구에서는 프로야구 투수 20명을 대상으로 등속성 견관절 토크에 따른 투구 스피드와의 관계를 알아보고 각 집단간의 (A-low speed), (B-high speed) 투구 스피드에 따른 등속성 견관절 토크를 측정하였다. 본 연구에서는 각속도가 변화함에 따라 나타나는 근 출력치를 가지고 세 가지의 요소를 측정, 분석하였는데 30°/sec에서는 최대근력을, 180°/sec에서는 근순발력을 210°/sec에서는 근지구력의 항목들을 측정 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 견관절의 각속도별 내회전, 외회전 근력(피크토크)

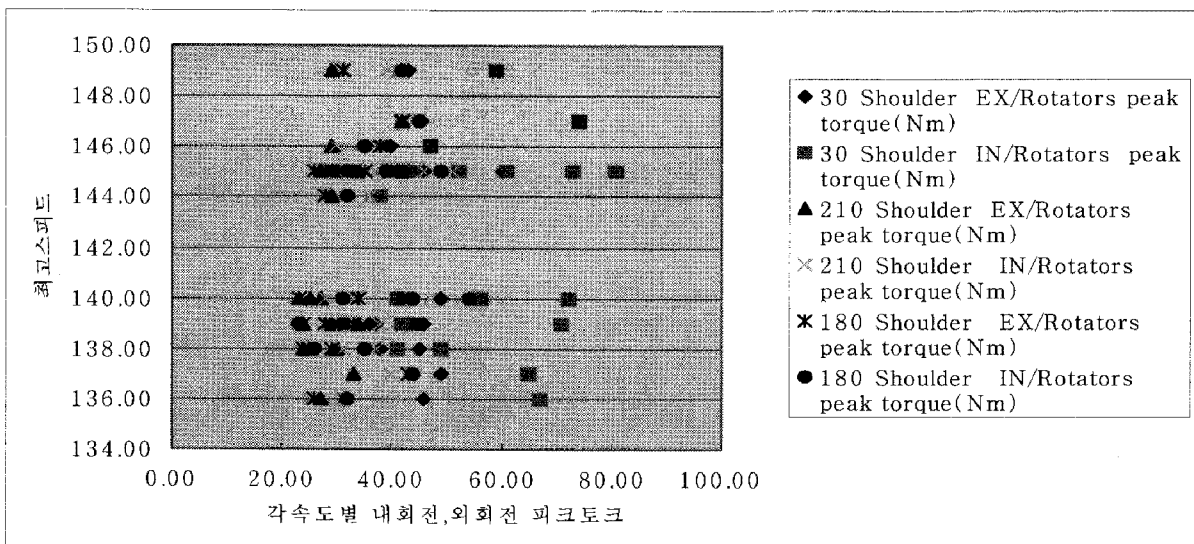


그림 3. 최고스피드와 견관절 각속도별 피크토크 상관분석 (최고스피드 Km, 피크토크 Nm)

에서는 30°/sec에서 견관절 내회전에서는 A집단과 B집단간 유의한 차이는 나지 않았지만 B집단이 높은 경향을 보였다. 견관절 외회전에서도 A집단과 B집단간 유의한 차이는 나지 않았지만 B집단이 높은 경향을 보였다.

2. 견관절의 각속도별 내회전, 외회전 근력(피크토크)에서는 180°/sec에서 견관절 내회전에서는 A집단과 B집단간 유의한 차이는 나지 않았지만 B집단이 높은 경향을 보였다. 견관절 외회전에서도 A집단과 B집단간 유의한 차이는 나지 않았지만 B집단이 높은 경향을 보였다.
3. 견관절의 각속도별 내회전, 외회전 근력(피크토크)에서는 210°/sec에서 견관절 내회전에서는 A집단과 B집단간 유의한 차이는 나타나지 않았지만 B집단이 높은 경향을 보였다. 견관절 외회전에서도 A집단과 B집단간 유의한 차이는 나타나지 않았지만 B집단이 높은 경향을 보였다.
4. 견관절 각속도별 체중에 대한 피크 토크에서는 30°/sec에서 견관절 내회전에서는 A집단과 B집단간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 견관절 외회전에서도 A집단과 B집단간 유의한 차이가 나타나지 않았다.
5. 견관절 각속도별 체중에 대한 피크 토크에서는 180°/sec에서 견관절 내회전에서는 A집단과 B집단간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 견관절 외회전에서도 A집단과 B집단간 유의한 차이가 나타나지 않았다.
6. 견관절 각속도별 체중에 대한 피크 토크에서는 210°/sec에서 견관절 내회전에서는 A집단과 B집단간 유의한 차이가 나타나지 않았다. 견관절 외회전에서도 A집단과 B집단간 유의한 차이가 나타나지 않았다.
7. 견관절 각속도별 피크토크와 최고스피드간의 상관관계 분석에서는 모든 변인간에 유의한 상관관계가 나타나지 않았다.

결론적으로 프로야구 투수의 투구 스피드와 견관절 등속성 토크와의 상관성은 나타나지 않았다. 투구 스피드에 영향을 미치는 에너지 동원 체계에 대한 기전과 추후 연구가 기대된다.

참 고 문 헌

- 김상규(1995), 야구와 스포츠의학, 주간야구소식 3:78-79.
- 진영수, 김용권, 김재훈, 김명화, 이혁종, 남궁영립, 박준영 (1997). 프로야구 투수의 볼스피드와 견관절, 요부관절의 등속성 회전력과 상관연구. 대한 스포츠의학회지, 15(1), 58-66
- 김철준, 김명화, 김상규(1994), 프로야구 투수들의 견관절 회전 근력. 대한 스포츠의학회지 12:1-7
- Alderink, G.J., & Kuck, D.J. (1986). Isokinetic shoulder strength of high school and college-aged pitchers. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 7(4).
- Bartlett LR, MPT., Storey MD., Simons BD. (1989) Measurement of upper extremity torque production and its relationship to throwing speed in the competitive athlete. *Am J Sports Med*, 17.1. pp89-91
- Brown, L. P., Niehuse, S. L & Harrah, A(1988). 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(3). pp 274-279
- Clements, A. S., Ginn, K. A., & Henley. E. (2001). Correlation between muscle strength and throwing speed in adolescent baseball players. *Physical therapy in sports*, 2, 123-131
- Cybox, (1993). cybox 6,000 testing & rehabilitation system; User's guide. 3:28-3:29
- Fleck, S. J., Smith, S. L., Craid, M. W., Denahan T (1992). Upper extremity isokinetic torque and throwing velocity in team handball. *Journal of applied sports science research*, 6(2). 120-124.
- Pappas, A.M., Zawacki, R.M., & Sullivan, T.J (1985). Biomechanics of baseball pitching. Preliminary report. *Am. J. Sports Med.* 13:216-222.
- Thistle, H.G., Hislop, H.J., Moffroid, M., & Lowman, E.W. (1967). Isokinetic contraction: new concept of resistive exercise. *Arch. Phys. Med.*

Rehabil. 48:279-282.

Tullos, H.S., King, J.W. (1973). Throwing mechanism in sports. *Orthop. Clin. N. Am.* 4:709-730

Wilk, K.E., & Arrigo, C.A. (1991). A standardized isokinetic testing protocol for the throwing shoulder: The throwers. *senses iso-kinetics exercise science*, 1. pp. 5

Wilk Kevin E., Andrews James R., Arrigo Christopher A., Keirns Michael A., Erber Donna J. (1993).

The strength characteristics of internal and external rotator muscles in professional baseball pitchers. *The American Journal of Sports Medicine*, Vol. 21, No1. pp 61-66

투 고 일 : 1월 30일

심 사 일 : 2월 1일

심사완료일 : 3월 1일