



포지션별 농구용 휠체어가 추진동작에 미치는 효과

임 비 오* · 유 연 주** · 서 정 석***

국 문 요 약

본 연구의 목적은 정상인 휠체어 농구 선수 8명을 대상으로 추진 및 방향전환 동작의 소요시간 측정 및 운동학적 분석을 통하여 포지션별 농구용 휠체어가 추진동작에 미치는 효과를 규명하는데 있다. 포지션별(포드, 센타, 가드) 휠체어의 한 주기(핸드립 접촉에서 다음 핸드립 접촉까지)를 2차원 DLT 방식을 이용하여 구하고자 하는 변인을 산출하였다. 가드용 휠체어는 직선 구간 및 방향전환 구간 모두에서 제일 빠르게 나타났으며, 센타용 휠체어는 방향전환 구간에서 제일 느린 것으로 나타났다. 이동 속도가 가장 빠른 가드용 휠체어는 손이 TDC(Top Dead Center)에 더 가깝게 접촉하며, 더 오랫동안 핸드립에 힘을 가해서 추진하며, 분당 추진빈도는 가장 적은 것으로 나타났다. 반면에 센타용 휠체어는 손이 TDC에서 가장 멀리 접촉하며, 가장 짧은 범위에서 핸드립에 힘을 가해서 추진하는 것으로 나타났다. 가드용 휠체어는 핸드립 접촉시 팔꿈치를 가장 많이 굽히고 몸통을 가장 많이 세우며, 센타용 휠체어는 핸드립 접촉시 팔꿈치를 가장 많이 펴고 몸통을 많이 굽히며 핸드립 이지지 가드용 휠체어에 비해 팔꿈치를 많이 펴는 것으로 나타났다. 휠체어 추진시 좌석의 높이가 가장 낮은 가드용 휠체어는 포드용 및 센타용 휠체어보다 팔꿈치 및 몸통각의 범위가 가장 큰 것으로 나타났다. 몸통 최대 각속도에서 가드용 휠체어는 다른 휠체어와 비교해서 가장 큰 값을 나타냈다.

주제어 : 농구용 휠체어, 캠퍼, 운동학적 변인

2002년 11월 8일(금) 접수

* Corresponding author, 시간강사, 151-742, 서울시 관악구 신림동 산56번지 서울대학교 종합체육관 124호 운동역학 실험실, 연락처 : imbo@biomechanics.snu.ac.kr, Tel : 016-656-7805

** 박사과정, 151-742, 서울시 관악구 신림동 산56번지 서울대학교 종합체육관 124호 운동역학 실험실

*** 시간강사, 151-742, 서울시 관악구 신림동 산56번지 서울대학교 종합체육관 124호 운동역학 실험실

I. 서 론

휠체어 농구는 운동량이 많으며 공격과 수비 전환이 빠른 박진감 있는 경기로서 휠체어 의존 장애인들에게 가장 인기 있는 팀 스포츠 중의 하나이다. 휠체어 농구의 원활한 운동수행을 위해서는 빠른 추진 및 신속한 방향 전환이 요구된다. 농구용 휠체어는 이러한 요구로 인하여 일반용(의료용) 및 경주용 휠체어와 달리 좌석의 높이, 핸드립 크기, 뒷바퀴 캠버 등의 디자인 특징을 가지고 있다.

농구용 휠체어는 포지션에 따라 크게 3가지로 나누어진다. 일반적으로 가드용 휠체어는 좌석이 낮으며 캠버 각을 크게 해서 빠른 추진 및 신속한 방향 전환이 용이하도록 설계되어 있으며, 센터용 휠체어는 좌석이 높게 설계되어 고공 플레이에 유리하도록 설계되어 있다. 포드용 휠체어는 가드와 센터의 중간 정도의 디자인으로 설계되어 있다.

휠체어 디자인에 대한 선행연구가 많이 이루어져왔다(Woude, L. H. V. 등, 1988; Veeger, D. 등, 1989; Hughes, C. J. 등, 1992; Masse, L. M. 등, 1992; Trudel, G. 등, 1997; van der Linden ML. 등, 1996; Shelley, M. B. 등, 1998; Richter, W. M., 2001). 그러나 선행연구의 대부분이 경주용 휠체어에 관한 것이며, 농구용 휠체어 디자인에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

휠체어 농구의 경기력 향상을 위해서는 공격 및 수비 시에 빠른 추진뿐만 아니라 신속한 방향전환이 중요한데, 그러한 요인을 결정짓는 포지션별 농구용 휠체어 디자인이 추진동작에 미치는 효과에 대한 연구가 필요한 실정이다.

본 연구의 목적은 휠체어 농구 선수들을 대상으로 추진 및 방향전환 동작의 소요시간 측정 및 운동학적 자료를 통하여 포지션별 농구용 휠체어가 추진동작에 미치는 효과를 규명하는데 있다.

본 연구를 통하여 휠체어 농구 선수들의 추진동작의 메커니즘을 이해할 수 있으며, 포지션별 농구용 휠체어 디자인 및 운동수행력에 대한 기초 자료를 휠체어 제작자, 코치 및 선수들에게 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구의 대상자는 신체에 특별한 질환이 없는 특히, 손, 손목, 팔꿈치, 어깨, 몸통 등에 이상이 없는 건강한 정상인 휠체어 농구선수 8명을 선정하였다. 장애인이 아닌 정상인을 선정한 이유는 장

애정도가 포지션별 휠체어 디자인에 미치는 영향을 배제하기 위함이다. 연구 대상자의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 연구대상자의 신체적 특성

구분	연령 (세)	체중 (kg)	신장 (cm)	좌고 (cm)	상완장 (cm)	전완장 (cm)	손길이 (cm)	우악력 (kg)	좌악력 (kg)	운동경력 (월)
1	20	63	177	94	33	26	18	32.4	32.3	16
2	20	65	173	94	35	27	20	30.6	39.7	16
3	22	72	178	96	36	27	18	33.6	30.4	16
4	25	70	179	95	35	26	18	36.4	40.3	16
5	22	75	178	97	35	27	19	36.5	42.0	26
6	22	78	173	93	37	26	18	30.6	30.9	26
7	24	73	179	98	36	26	19	36.7	39.5	48
8	27	67	170	93	33	23	18	38.3	31.9	60
평균±	22.22.75.8	70.4	175.9	95.0	35.0	26.0	18.5	34.4	35.9	28.0
표준편차	± 2.4	± 5.1	± 3.4	± 1.9	± 1.4	± 1.3	± 0.8	± 3.0	± 4.9	± 16.9

2. 실험 도구

1) 영상분석 시스템

영상 촬영 장비는 비디오카메라(panasonic D-5100) 1대, 시각코드 발생기(Horita SR-50), 비디오 녹화기(panasonic AG-5700), 통제점 틀이다. 영상 촬영 속도는 초당 30프레임(30frames/s)이며, 셔트 속도는 1/500로 세팅하였다. 분석 장비는 펜티엄 III 컴퓨터이며, 분석 프로그램으로 kwon3d 3.0을 사용하였다.

2) 휠체어

본 연구에 사용된 휠체어의 모델 및 디자인 특성은 <표 2>와 같다.

표 2. 휠체어의 모델 및 디자인 특성

포지션	모델명	좌석의 높이(cm)	핸드립 크기(in.)	캠버(°)	국명
가드용	Quickie All-Court	44	25	20	한국
포드용	BW-02	49	26	20	미국
센터용	Quickie All-Court	53	26	16	일본

3. 실험 설계 및 절차

본 연구의 목적은 휠체어 농구 선수들을 대상으로 추진 및 방향전환 동작의 소요시간 측정 및 운동학적 자료를 통하여 포지션별 농구용 휠체어가 추진동작에 미치는 효과를 규명하는데 있다.

본 연구를 달성하기 위한 추진 및 방향전환 동작의 소요시간 측정 변인은 왕복 과제이다. 운동학적 변인은 시간 및 손의 위치 변인, 팔꿈치 및 몸통 각도, 팔꿈치 및 몸통 최대 각속도이다.

본 연구의 실험 절차는 연구대상자 표집 및 선정, 포지션별 3가지 휠체어 적응 훈련, 소요시간 측정 및 운동학적 자료 획득을 위한 추진 및 방향전환 동작 과제(왕복 과제)를 실시하였다.

1) 추진 및 방향전환 동작의 소요시간 측정

학습 및 순서 효과를 배제하기 위하여 8명의 연구대상자를 세 집단으로 나누어 <표 3>과 같은 순서로 소요시간을 측정하였다. 피로 효과를 배제하기 위하여 충분한 휴식을 취하여 심박수가 안정 시 수준으로 회복된 후 다음과제를 실시하였다.

표 3. 무작위로 할당된 과제의 시행 순서

시행 순서			
집단 1	A	B	C
집단 2	B	C	A
집단 3	C	A	B

A : 가드용 휠체어, B : 포드용 휠체어, C : 센터용 휠체어

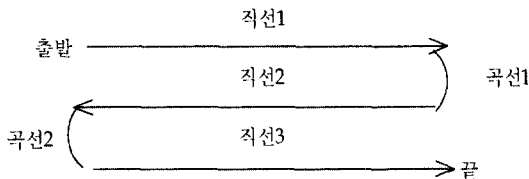


그림 1. 소요시간 측정

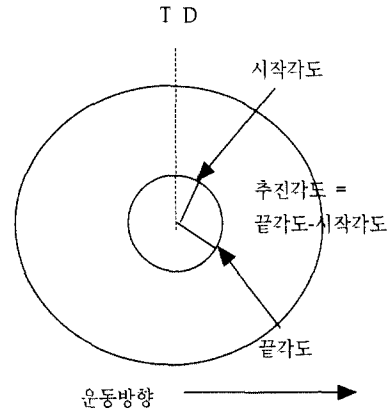


그림 2. 시작 각도, 끝각도, 추진각도(Goosey et al, 1998).

2) 추진 동작의 영상 촬영

공간 좌표 설정을 위해 통제점 틀을 휠체어 추진 동작이 이루어지는 전 구간을 완전히 포함할 수 있을 정도의 범위로 세우고, 고해상도 비디오카메라 1대를 설치하였다. 분석 대상점은 어깨, 팔꿈치, 손목, 3번째 손가락 끝, 엉덩, 휠 허브(wheel hub)이다.

4. 자료 분석 및 통계처리

영상으로 촬영된 자료의 분석은 kwon3d 3.0을, 자료 처리 및 그래픽 처리는 MS Excel 2000을, 통계처리는 윈도우용 SPSS 10.0 분석 프로그램을 활용하였다. SPSS(version 10.0) 프로그램을 이용하여 포지션별 3가지 농구용 휠체어가 추진동작에 미치는 효과를 규명하기 위하여 일원변량분석(one-way ANOVA)을 실시하였다.

III. 연구결과 및 논의

1. 소요시간

3가지 농구용 휠체어의 소요시간은 <표 4>와 같다. 출발하여 처음 10m 직선구간인 직선1에서 포드용 휠체어는 3.86 ± 0.31 초로 가장 늦었으며, 센터용 휠체어는 3.71 ± 0.16 초로 나타났으며, 가드용 휠체어는 3.53 ± 0.15 초로 가장 빠른 것으로 나타났다. 통계적으로 포드용 휠체어와 가드용 휠체어에서 유의한 차이가 나타났다($p < .05$).

표 4. 소요시간

구분	포드	센터	가드
직선1(초)	3.86 ± 0.31 *	3.71 ± 0.16	3.53 ± 0.15 *
곡선1(초)	1.40 ± 0.17	1.57 ± 0.18	1.40 ± 0.18
직선2(초)	3.30 ± 0.23	3.30 ± 0.18	3.24 ± 0.17
곡선2(초)	1.37 ± 0.13	1.43 ± 0.20	1.37 ± 0.16
직선3(초)	3.47 ± 0.22	3.44 ± 0.21	3.30 ± 0.27
전체(초)	13.40 ± 0.78	13.45 ± 0.65	12.83 ± 0.59

주. 통계적 차이 : * $p < .05$, ** $p < .01$.

<그림 3>에서 나타낸바와 같이 직선2, 직선3, 직선3구간의 순서로 소요시간이 더 빠르게 나타났다. 그 이유는 직선1에서는 정지했다가 출발했기 때문이며, 직선3구간에서는 피로가 소요시간에 영향을 미쳤기 때문이라고 사료된다.

<표 3> 및 <그림 4>에서 나타낸바와 같이 방향전환 구간인 곡선1과 곡선2에서는 가드용 휠체어와 포드용 휠체어의 결과는 비슷하게 나타났으며, 센터용 휠체어보다 더 빠르게 나타났다. 또한 3가

지 휠체어 모두 곡선1구간보다 곡선2구간에서 소요시간이 약간 더 빠르게 나타났다.

전체구간 소요시간에서 직선 및 곡선 구간에서 제일 빨랐던 가드용 휠체어가 12.83 ± 0.59 초로 가장 빨랐으며, 포드용 휠체어는 13.40 ± 0.78 초, 센터용 휠체어는 13.45 ± 0.65 초로 각각 나타났다. 그러나 통계적인 차이는 나타나지 않았다.

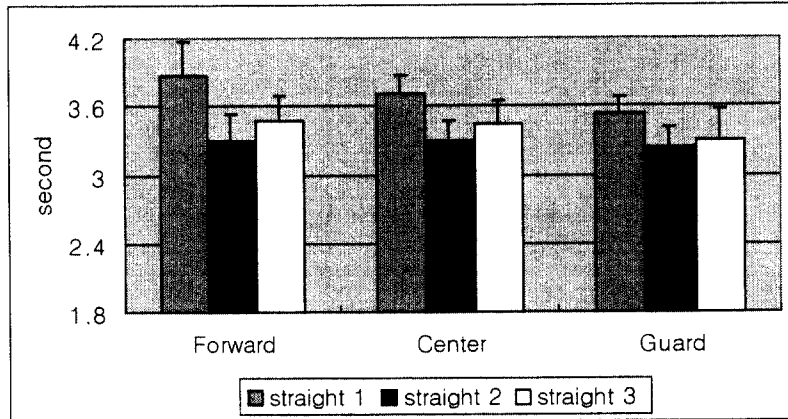


그림 3. 직선구간 소요시간

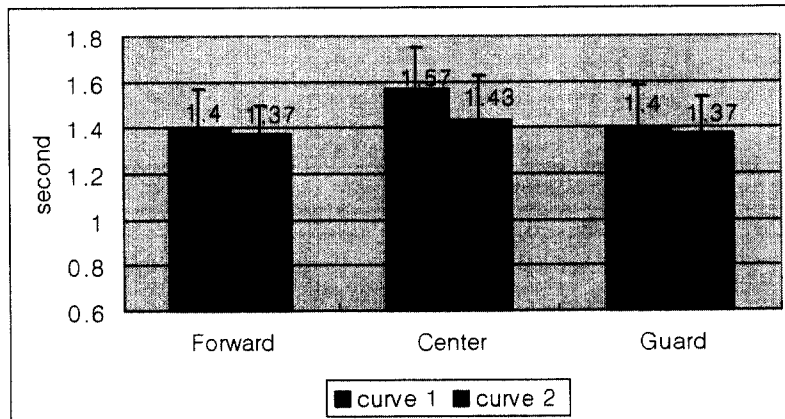


그림 4. 곡선구간 소요시간

2. 시간 및 손의 위치 변인

3가지 농구용 휠체어의 시간 및 손의 위치 변인은 <표 5>와 같다. 추진시간은 손이 핸드립에 접촉한 후부터 떨어질 때까지의 시간이며, 회복시간은 손이 핸드립에 떨어진 후 다시 핸드립에 접촉할 때까지의 시간이며, 사이클시간은 추진시간과 회복시간을 더한 시간으로, 세 가지 변인 모두 가드용 휠체어가 가장 길게 나타났으며, 통계적인 차이는 나타나지 않았다.

표 5. 시간 및 손의 위치 변인

구분	포드	센터	가드
추진시간(초)	0.1632 ± 0.0297	0.1670 ± 0.0262	0.1770 ± 0.0254
회복시간(초)	0.2500 ± 0.0259	0.2532 ± 0.0380	0.2566 ± 0.0449
사이클시간(초)	0.4132 ± 0.0274	0.4202 ± 0.0543	0.4336 ± 0.0656
추진비율(%)	39.4 ± 6.1	39.8 ± 4.2	41.0 ± 3.1
추진빈도(회/분)	145.7 ± 9.5	144.6 ± 17.7	140.97 ± 21.5
시작각도(°)	14.75 ± 8.45	19.94 ± 3.52 *	7.26 ± 7.03 *
끝각도(°)	97.05 ± 5.69	100.10 ± 8.34	110.35 ± 16.30
추진각도(°)	82.31 ± 13.92	80.17 ± 8.84 *	103.09 ± 17.79 *

주. 통계적 차이 : *p<.05, **p<.01.

추진비율은 사이클시간에 대한 추진시간의 비율로 <그림 5>에서 나타난바와 같이 가드용 휠체어가 가장 높은 비율을 보였다.

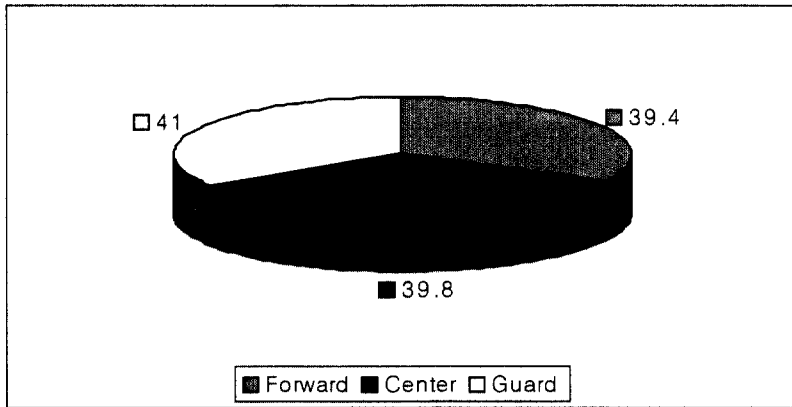


그림 5. 추진 비율

추진빈도는 분당 추진 횟수로 포드용 휠체어가 가장 높은 빈도를 보였으며 가드용 휠체어가 가장 낮은 빈도를 보였다. 시작각도 및 끝각도는 TDC(Top Dead Center)와 휠과 손의 사이 각도로서, 손이 핸드립의 어느 지점에 접촉 또는 떨어졌는가를 알 수 있다. 가드용 휠체어는 시작각도가 7.26 ± 7.03°로 가장 작은 각도를 나타냈으며, 끝각도는 110.35 ± 16.30°로 가장 큰 각도를 나타냈다. 추진각도는 끝각도에서 시작각도를 뺀 각도로 손이 핸드립에 접촉하여 추진하는 범위이다. <그림 6>에서 나타난바와 같이 가드용 휠체어가 가장 큰 추진각도를 나타냈다. 통계적으로 시작각도 및 추진각도의 센터용 휠체어와 가드용 휠체어에서 유의한 차이가 나타났다(p<.05).

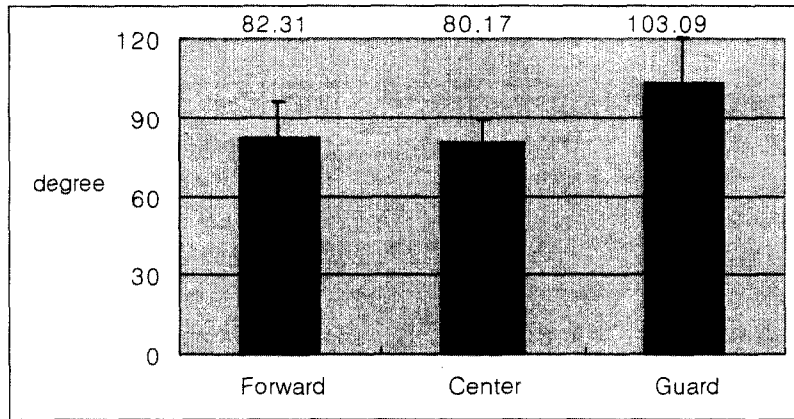


그림 6. 추진 각도

Vanlandewijck 등(1994)은 40명의 휠체어 농구 선수들을 대상으로 한 연구에서 더 낮은 추진빈도는 근육의 노력을 덜 사용해서 요구되는 파워를 생산하기 때문에 에너지 소비가 적고 핸드림에 힘을 더 효과적으로 가해주는 것이라고 하였다. Goosey 등(1998)은 경주용 휠체어 선수 12명을 대상으로 한 연구에서 경제적인 집단은 비경제적인 집단보다 손이 TDC에 더 가깝게 접촉한다고 하였다.

본 연구에서 이동 속도가 가장 빠른 가드용 휠체어는 손이 TDC에 더 가깝게 접촉하며, 더 오랫동안 핸드림에 힘을 가해서 추진하며, 분당 추진빈도는 가장 적은 것으로 나타났다. 따라서 가드용 휠체어가 가장 효과적으로 핸드림에 힘을 전달했다는 것을 알 수 있다. 반면에 센터용 휠체어는 손이 TDC에서 가장 멀리 접촉하며, 가장 짧은 범위에서 핸드림에 힘을 가해서 추진하는 것으로 나타났다. Woude 등(1988)은 농구용 휠체어를 타지 않는 9명을 대상으로 한 트레드밀 연구에서 휠체어 좌석의 높이가 증가하면 추진 각도와 추진 시간은 감소한다고 하였는데 본 연구에서도 일치하게 나타났다.

표 6. 선행연구와 비교한 시간 및 손의 위치 변인

구분	경주용 휠체어 (Goosey, 1998)	농구용 휠체어 (Vanlandewijck 등, 1994)	가드용 휠체어 (본 연구)
추진시간(초)		0.29 ± 0.07	0.1770 ± 0.0254
회복시간(초)		0.50 ± 0.14	0.2566 ± 0.0449
사이클시간(초)	1.1 ± 0.3	0.79 ± 0.11	0.4336 ± 0.0656
추진비율(%)	22 ± 4		41.0 ± 3.1
추진빈도(회/분)	46 ± 13	77.60 ± 11.46	140.97 ± 21.5
시작각도(°)	34 ± 25	-19.79 ± 17.08	7.26 ± 7.03
끝각도(°)	214 ± 17	76.22 ± 13.57	110.35 ± 16.30
추진각도(°)	174 ± 38	95.97 ± 17.87	103.09 ± 17.79

본 연구의 가드용 휠체어, Vanlandewijck 등(1994)이 연구한 농구용 휠체어(캠버 : 0도, 핸드립 직경 : 53cm, 좌석의 높이 : 팔꿈치 각도의 90도, 트레드밀 위에서 최대산소섭취량의 80%, 2.22m/s²으로 수행) 및 Goosey 등(1998)이 연구한 경주용 휠체어(에르고미터 위에서 4.70m/s²으로 수행)와 비교한 자료는 <표 6>과 같다.

3. 팔꿈치 및 몸통 각도

3가지 농구용 휠체어의 팔꿈치 및 몸통 각도는 <표 7>과 같다. 핸드립 접촉시 좌석의 높이가 가장 낮은 가드용 휠체어가 팔꿈치를 가장 많이 굽히는 것으로 나타났으며, 좌석의 높이가 가장 높은 센터용 휠체어가 팔꿈치를 가장 많이 펴는 것으로 나타났다. 핸드립 이지시 센터용 휠체어가 팔꿈치를 가장 많이 펴는 것으로 나타났으며, 포드용 휠체어가 가장 많이 굽히는 것으로 나타났다. 통계적으로 팔꿈치 최소각에서 센터용 휠체어와 가드용 휠체어에서 유의한 차이를 나타냈다($p < .05$). 팔꿈치 각도의 범위는 가드용 휠체어가 가장 크게 나타났다.

핸드립 접촉시 센터용 휠체어에서 몸통을 가장 많이 굽히는 것으로 나타났으며, 가드용 휠체어에서 몸통을 가장 많이 세우는 것으로 나타났다. 핸드립 이지시 포드용 휠체어가 몸통을 가장 많이 세우며, 센터용 휠체어와 가드용 휠체어는 비슷하게 굽히는 것으로 나타났다. 몸통 최대 각도에서 포드용 휠체어와 가드용 휠체어($p < .05$) 및 센터용 휠체어와 가드용 휠체어에서 통계적으로 유의한 차이를 나타냈다($p < .01$). 통계적으로 몸통 각도의 범위에서 포드용 휠체어와 가드용 휠체어가 유의한 차이를 나타냈다($p < .05$).

표 7. 팔꿈치 및 몸통 각도

구분	포드	센터	가드
핸드립 접촉시 팔꿈치각(°)	92.58 ± 7.25	95.29 ± 3.04	87.70 ± 8.10
핸드립 이지시 팔꿈치각(°)	149.54 ± 5.74	163.83 ± 9.54	153.90 ± 12.17
팔꿈치 최소각(°)	77.39 ± 2.09	85.59 ± 7.62 *	73.78 ± 7.50 *
팔꿈치 최대각(°)	159.57 ± 12.48	168.80 ± 6.43	167.38 ± 5.30
팔꿈치각의 범위(°)	82.17 ± 12.38	83.21 ± 11.88	93.61 ± 12.18
핸드립 접촉시 몸통각(°)	43.19 ± 6.60	40.66 ± 9.76	53.11 ± 10.48
핸드립 이지시 몸통각(°)	27.60 ± 4.75	23.36 ± 12.91	23.69 ± 10.05
몸통 최소각(°)	25.74 ± 3.28	21.47 ± 11.86	23.25 ± 10.04
몸통 최대각(°)	47.94 ± 3.99 *	45.91 ± 8.15 * *	61.66 ± 7.13 * , * *
몸통각의 범위(°)	22.20 ± 3.22 *	24.43 ± 10.90	38.40 ± 8.94 *

Goosey 등(1998)과 Vandlandewijck 등(1994)은 과도한 몸통 움직임은 에너지 소비를 증가시키며, 기계적 효율을 감소시킨다고 보고하였다. 또한, Goosey 등(1998)은 경주용 휠체어 추진의 메케닉은 속도와 종속적인 관계로서 속도가 증가하면 빠른 속도를 유지하기 위해서 몸통 기울기를 증가시킨다고 보고하면서, 6.58%의 빠른 속도에서 상대적으로 몸통 경사의 많은 범위에도 불구하고 경제적으로 추진하는 것은 몸통 움직임의 증가로 생성된 몸통 운동량을 통하여 핸드립에 파워를 전달하는 것으로 나타났다. 본 연구의 가드용 휠체어와 Goosey 등(1998)이 연구한 경주용 휠체어(에르고미터 위에서 4.70%로 수행)와 비교한 자료는 <표 8>과 같다.

표 8. 선행연구와 비교한 팔꿈치 및 몸통 각도

구분	경주용 휠체어 (Goosey 등, 1998)	가드용 휠체어 (본연구)
팔꿈치 최소각(°)	91 ± 8	73.78 ± 7.50
팔꿈치 최대각(°)	169 ± 9	167.38 ± 5.30
팔꿈치각의 범위(°)	78 ± 12	93.61 ± 12.18
몸통 최소각(°)	33 ± 10	23.25 ± 10.04
몸통 최대각(°)	38 ± 10	61.66 ± 7.13
몸통각의 범위(°)	6 ± 3	38.40 ± 8.94

4. 팔꿈치 및 몸통 각속도

3가지 농구용 휠체어의 팔꿈치 및 몸통 최대 각속도는 <표 9>와 같다. 팔꿈치 최대 각속도는 포드용, 가드용, 센터용 휠체어 순으로 나타났으나 개인간 변량이 크며 통계적 차이는 나타나지 않았다. 몸통 최대 각속도에서 가드용 휠체어는 다른 휠체어와 비교해서 가장 큰 값을 나타냈다. 통계적으로 포드용 휠체어와 가드용 휠체어($p < .05$), 센터용 휠체어와 가드용 휠체어($p < .01$)에서 유의한 차이가 나타났다.

표 9. 팔꿈치 및 몸통 최대 각속도

구분	포드	센터	가드
팔꿈치 최대 각속도(°/초)	962.64 ± 108.67	934.15 ± 134.19	941.25 ± 105.41
몸통 최대 각속도(°/초)	177.24 ± 48.98 *	157.78 ± 57.30 * *	288.70 ± 48.14 * , * *

주. 통계적 차이 : * $p < .05$, ** $p < .01$.

IV. 결론

본 연구는 정상인 휠체어 농구선수 8명을 대상으로 추진 및 방향전환 동작의 소요시간 측정 및 운동학적 자료 분석을 통하여 포지션별 농구용 휠체어가 추진동작에 미치는 효과를 규명하여 추진 동작의 메커니즘을 이해하고, 포지션별 농구용 휠체어 디자인 및 운동수행력에 대한 기초 자료를 휠체어 제작자, 코치 및 선수들에게 제시하는데 그 목적을 두며 본 연구를 통한 결론은 다음과 같다.

1. 가드용 휠체어는 직선 구간 및 방향전환 구간 모두에서 제일 빠르게 나타났다. 센터용 휠체어는 방향전환 구간에서 제일 느린 것으로 나타났다. 포드용 휠체어는 직선 구간에서는 제일 느린 것으로 나타났으나, 방향 전환 구간에서는 가드용 휠체어와 비슷할 만큼 빠르게 나타났다. 통계적인 차이는 직선1에서 가드용 휠체어와 포드용 휠체어에서 유의한 차이를 나타냈다 ($p < .05$). 직선구간에서 3가지 휠체어 모두 직선2, 직선3, 직선1구간의 순서로 소요시간이 더 빠르게 나타났다. 그 이유는 직선1에서는 정지했다가 출발했기 때문이며, 직선3구간에서는 피로가 소요시간에 영향을 미쳤기 때문이라고 사료된다. 방향전환 구간에서 가드용 휠체어와 포드용 휠체어의 결과는 비슷하게 나타났으며, 센터용 휠체어보다 더 빠르게 나타났다. 또한 3가지 휠체어 모두 곡선1구간보다 곡선2구간에서 소요시간이 약간 더 빠르게 나타났다.
2. 이동 속도가 가장 빠른 가드용 휠체어는 손이 TDC에 더 가깝게 접촉하며, 더 오랫동안 핸드림에 힘을 가해서 추진하며, 분당 추진빈도는 가장 적은 것으로 나타났다. 따라서 가드용 휠체어가 가장 효과적으로 핸드림에 힘을 전달했다는 것을 알 수 있다. 반면에 센터용 휠체어는 손이 TDC에서 가장 멀리 접촉하며, 가장 짧은 범위에서 핸드림에 힘을 가해서 추진하는 것으로 나타났다.
3. 가드용 휠체어는 핸드림 접촉시 팔꿈치를 가장 많이 굽히고 몸통을 가장 많이 세우며, 센터용 휠체어는 핸드림 접촉시 팔꿈치를 가장 많이 펴고 몸통을 많이 굽히며 핸드림 이지시 가드용 휠체어에 비해 팔꿈치를 많이 펴는 것으로 나타났다. 휠체어 추진시 좌석의 높이가 가장 낮은 가드용 휠체어는 포드용 및 센터용 휠체어보다 팔꿈치 및 몸통각의 범위가 가장 큰 것으로 나타났다.
4. 몸통 최대 각속도에서 가드용 휠체어는 다른 휠체어와 비교해서 가장 큰 값을 나타냈다. 통계적으로 포드용 휠체어와 가드용 휠체어($p < .05$), 센터용 휠체어와 가드용 휠체어($p < .01$)에서 유의한 차이가 나타났다.

참 고 문 헌

- Hughes, C. J., Weimar, W. H., Sheth, P. N., & Brubaker, C. E.(1992). Biomechanics of wheelchair propulsion as a function of seat position and user-to-chair interface. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 73. pp.263-269.
- Masse, L., Lamontagne, M., & O'Riain, M.(1992). Biomechanical analysis of wheelchair propulsion for various seating position. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 29, pp.12-28.
- Richter, W. M.(2001). The effect of seat position on manual wheelchair propulsion biomechanics: a quasi-static model-based approach. *Medical Engineering & Physics*. 23, pp.707-712.
- Shelley, M. Buckley., & Yagesh, N. Bhambhani(1998). The Effects of Wheelchair Camber on Physiological and Perceptual Responses in Younger and Older Men. *Adapted physical activity quarterly*, 15. pp.36-50.
- Trudel, G., Kirby, R. L., & Ackroyd-Stolarz, S. A.(1997). Effects of rear-wheel camber on wheelchair stability. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78. pp.78-81.
- van der Linden ML., Veeger L., Veeger HE., & van der Woude LH.(1996). The effect of wheelchair handrim tube diameter on propulsion efficiency and force application(tube diameter and efficiency in wheelchairs). *IEEE Trans Rehabil Eng Sep*; 4(3):pp.123-32.
- Vanlandewijck, Y. C., Spaepen, A. J., & Lysens, R. J.(1994). Wheelchair propulsion efficiency: movement pattern adaptations to speed changes. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 26, pp.1373-1381.
- Veeger, D., van der Woude, L. H., & Rozendal, R. H(1989). The effects of rear wheel camber in manual wheelchair propulsion. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 26, pp.37-46.
- Victoria, L. Goosey., & Ian, G. Campbell(1998). Pushing Economy and Propulsion Technique of Wheelchair Racers at Three Speeds. *Adapted physical activity quarterly*, 15. pp.36-50.
- Woude, L. H. V. van der., Veeger, H. E. J., Meys, P., & Oers, L. van(1988). The effect of sitting height on physiology and propulsion technique. In *Proceedings of the Third European Conference on Research in Rehabilitation*.

ABSTRACT

The effects of three basketball wheelchairs on propulsion movement

Bee-Oh Lim^{*} · Yeon-Joo Yu^{**} · Joung-Seok Seo^{***}

The purpose of this study was to investigate propulsive time and kinematic variables on the three different kinds of the basketball wheelchairs in each play position for eight abled basketball wheelchair players. Kinematic data were collected by a video camera for two-dimensional analysis. The wheelchairs for the guard position showed the fastest in total propulsive time. The wheelchairs for the center position revealed the slowest in the phase of the change of the direction. The wheelchair for the guard position which shows fast movement velocity demonstrated closer hand contact with TDC(Top Dead Center). The wheelchair for the center position revealed the largest extension of the elbow and flexion of the trunk at handrim contact. The wheelchair for the guard position which has the lowest seat height presented larger elbow angle and trunk angle. The wheelchair for the guard position produced more fast trunk angular velocity than the wheelchair for other positions.

key words : basketball wheelchair, camber, kinematic variables

Received in final form 8 November 2002

* Corresponding author, Instructor, Dept. of Physical Education Seoul National University, San 56-1, Shillm-dong, Kwanak-gu Seoul, 151-742, Korea E-mail : imbo@biomechanics.snu.ac.kr

** Graduate Student, Dept. of Physical Education Seoul National University, San 56-1, Shillm-dong, Kwanak-gu Seoul, 151-742, Korea

*** Instructor, Dept. of Physical Education Seoul National University, San 56-1, Shillm-dong, Kwanak-gu Seoul, 151-742, Korea