

육상 단거리 선수와 장거리 선수의 체간과 하지의 근기능 및 근전도 비교 분석

정재후¹ · 김정태²

¹ 창원대학교 대학원 체육학과 · ² 창원대학교 자연과학대학 체육학과

Comparative Analysis on Muscle Function and EMG of Trunk and Lower Extremity in Short and Long Distance Athlete

Jae-Hu Jung¹ · Jung-Tae Kim²

¹ Department of Physical Education, Graduate School of Changwon National University, Changwon, Korea

² Department of Physical Education, College of Natural Science, Changwon National University, Changwon, Korea

Received 31 January 2012; Received in revised form 15 February 2012; Accepted 18 March 2012

ABSTRACT

The purpose of this study was to compare and analyze muscle function and EMG of the trunk and the lower extremity in short and long distance athletes and in order to determine difference in peak torque per unit weight, muscle power per unit weight, endurance ratio, and %MVIC classified by muscle. For that purpose, isokinetic muscle function tests for waist, knee, and ankle joints and EMG measurements for the trunk and the lower extremity muscle with running motion were conducted for 7 short and long distance high school athletes respectively. The study over muscle function of waist, knee, and ankle joints indicates that peak torque per unit weight of short distance athletes is higher than that of long distance athletes in extension and flexion of waist joint, plantar flexion of right ankle joint, and dorsi flexion of left ankle joint. In case of the muscle power per unit weight of short distance athletes is also higher than long distance athletes in waist, knee, and ankle joints. No difference in endurance ratio of waist, knee, and ankle joints between the two groups was founded. The results of the test over EMG of the trunk and the lower extremity show that %MVIC of erector spinae, rectus femoris, vastus medialis, vastus lateralis, and tibialis anterior is higher than that of long distance athletes in support phase. The above results proved to be the same in flight phase except for %MVIC of medial gastrocnemius. In other words, %MVIC of medial gastrocnemius for short distance athletes turned out to be higher than that of long distance athletes in flight phase.

Keywords : Muscle Function, EMG, Trunk, Lower Extremity

I. 서 론

달리기 동작은 신체와 지면의 상호작용에 의해 이루어지는 이동운동의 기본적인 형태로써, 100여 개의 골격근이 상지(upper extremity)와 하지(lower extremity)의 여러 관절과 협응(coordination)을 이루고 있는 복합적인 신체 활동(Whittle, 1990)

Corresponding Author : Jae-Hu Jung
Department of Physical Education, Graduate School of Changwon National University, 92 Toechon-ro, Uichang-gu, Changwon, Korea
Tel : +82-55-213-3520 / Fax : +82-55-213-2721
E-mail : jjhjh81@naver.com

이기 때문에 달리기 능력을 향상시키기 위해서는 근육과 골격의 균형을 유지하는 것이 매우 중요하다. 달리기 동작 시 발생되는 하지의 근수축 현상을 보면, 고관절의 신전근인 대퇴이두근(hamstrings), 무릎관절(knee joint)의 신전근인 대퇴사두근(quadriceps), 발목관절(ankle joint)의 굴근인 종아리 근육(calf muscle)이 신장성 수축(eccentric contraction)과 단축성 수축(concentric contraction)을 반복하면서, 연속적인 신전과 굴곡 동작(stretch-shortening cycle movement)을 통해 이루어지기 때문에 달리기 동작의 안정성 유지와 수행능력 향상에 있어서 하지의 역할이 중요하다. 그러나 달리를 비롯한 모든 스포츠 활동에 있어서 각 관절을 중심으로 이루어지는 근수축에 의한 장력 발

생은 그 중심이 파워 존(power zone)인 허리 주변근이 가장 먼저 동원되면서 동작 수행에 따른 2차 동작인 주 동작 수행이 이루어지기 때문에 달리기 동작 시 원활한 하지의 움직임을 위해서는 허리 주변근의 역할이 더욱 중요하다고 할 수 있다(O'shea, 1983).

허리 주변근의 균력약화나 불균형은 스포츠 선수에게 경기력 수행 및 활동에 지장을 주는 요인으로 작용하게 되고 더 나아가 허리 주변근의 균력 약화나 불균형이 심할 경우에는 슬관절을 중심으로 발휘되는 신전 및 굴곡력인 각근력 발휘에 지장을 초래하게 된다. 이는 척추 주변근(paravertebral muscles)과 장요근(iliopsoas muscles)이 척추를 직접적으로 신전시키고 간접적으로 대퇴사두근(quadriceps muscles)을 신전시키며, 또한 복근(abdominal muscles) 및 대퇴이두근(hamstring muscles)을 굴곡시키기 때문에 하지의 근기능을 원활하게 수행하기 위해서는 허리 주변근의 균력강화가 필요하다(Youn, Sun & Cho, 1996).

Foster and Fulton(1991)은 허리 주변근의 균력약화나 불균형이 슬관절을 중심으로 발휘되는 각근력 발휘에 부정적 영향을 미치게 되므로 허리 보강운동은 하지의 균력 향상에 영향을 미칠 수 있다고 보고하였고, Youn et al.(1996)은 체간 균력운동은 대퇴의 신전 및 굴곡력 강화에 효과적인 운동방법이라고 보고하였다. 또한 경기수행 중 신체의 균형을 유지하면서 혼들림을 최소화하기 위해서는 체간과 하지 근육들의 활동이 협응되어야 하고, 만약 이러한 능력들이 저하되면 안정성 유지 및 동작의 수행에 지장을 초래하여 경기력에 큰 결림돌이 된다고 하였다(Jung & Lee, 2003). 이처럼 체간과 하지의 균력 강화는 모든 스포츠 활동의 기초 기술인 달리기 능력을 향상시키는데 필수적이다. 특히 체간을 중심으로 하지를 이용하는 육상 트랙 경기의 경우 체간 균력에 따른 신체의 안정성 유지와 하지의 원활한 움직임은 경기력과 매우 밀접한 관련이 있다고 할 수 있다.

육상 트랙경기는 크게 단거리와 장거리 종목으로 나뉘는데, 각 종목별 특성과 주법에 따라 체간과 하지의 균력은 물론 동원되는 근육에서도 차이를 보이게 된다. 이는 단거리와 장거리 종목의 경기력에 결정적인 요소로 작용하는 보폭의 길이와 빈도를 최적화하기 위하여 달리기 동작 시 발의 착지 형태에서 차이를 보이기 때문이다. 단거리 달리기에서 착지 동작은 발의 앞부분으로 이루어지고, 장거리 달리기에서는 착지 동작 시 발바닥 전체가 지면과 닿게 되는데, 이러한 착지 형태의 차이로 인하여 발목관절과 무릎관절의 움직임이 달라지기 때문에 체간과 하지의 균력과 동원되는 근육이 다르게 나타날 것으로 판단된다. 따라서 육상 단거리 선수와 장거리 선수들의 체간과 하지에 대한 근기능 검사와 달리기 동작 시 근전도 측정을 통해 각각의 차이를 대한 과학적인 분석이 매우 중요하다.

현재 달리기 동작과 관련된 선행 연구로는 주행동작의 생체역학적 분석(Lee, 1999), 달리기 속도변화에 따른 체간과 하지 분절각도 비교분석(Cho, 2003), 조깅 시 발의 착지 유형에 따른

지면반력의 변화(Kim, 1993) 등이 있으나 대부분 영상분석과 지면반력에 관련된 연구이며, 근전도 분석의 경우 전방보행과 후방보행 시 속도변화에 따른 근전도 비교분석(Cho, Kim & Cho, 2007), 파워보행과 일반보행 시 하지근의 근전도 비교 분석(Gi, Chae, Kang, Jang, Yoon, 2008) 등의 선행연구가 주로 보행 동작 시 하지의 근전도 분석에 관한 연구에 국한되어 있다. 그리고 체간과 하지 균력의 특성에 관한 연구 또한 구기종목이나 투기종목의 선수들을 대상으로 실시한 근기능 연구가 대부분이고 육상 선수의 근기능에 관련된 연구는 거의 전무한 상태라고 볼 수 있다. 이러한 측면에서 경기종목의 특성과 주법이 서로 다른 육상 단거리 선수와 장거리 선수를 대상으로 체간과 하지에 대한 근기능 및 근전도 분석이 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 육상 단거리 선수와 장거리 선수를 대상으로 등속성 근기능 검사와 달리기 동작 시 근전도 측정을 실시하여 허리, 무릎, 발목관절에 대한 균력, 균파워, 균지구력, 및 체간과 하지근육에 대한 근활성도의 차이를 규명하는데 그 목적이 있다.

II. 연구방법

1. 연구 대상자

본 연구의 대상자는 전국규모대회에서 입상 경력이 있는 남자고등부 육상 단거리 선수(Short Distance Athlete; SDA) 7명과 장거리 선수(Long Distance Athlete; LDA) 7명, 총 14명으로 선정하였다. 연구대상자의 평균 연령, 신장, 체중은 단거리 선수가 18.29 ± 0.76 yrs, 181.40 ± 3.44 cm, 70.20 ± 3.83 kg 이고, 장거리 선수가 18.57 ± 0.53 yrs, 173.20 ± 6.38 cm, 55.20 ± 4.15 kg 이다.

2. 실험 도구

본 연구에서는 허리관절, 무릎관절, 및 발목관절의 등속성 근기능 검사를 실시하기 위하여 근기능 검사기기(Biodex System 3, USA)를 사용하였고, 체간과 하지 근육의 근전도를 측정하기 위하여 근전도 측정기기(Laxtha Inc., Korea)를 사용하였다.

3. 실험 방법

1) 근기능 검사

근기능 검사를 실시하기 전 연구대상자에게 본 검사의 목적과 검사순서 및 방법에 대한 사전교육을 실시하였고, 연구대상자가 검사기기에 대한 생소함이나 거부감을 줄이고 최대 능력을 발휘할 수 있도록 3회 연습 후 본 검사를 실시하였다. 본 검

사에서는 육상 단거리 선수와 장거리 선수의 체간과 하지에 대한 근기능을 비교 분석하기 위하여 허리관절, 무릎관절, 발목관절의 등속성 근력, 근파워, 근지구력을 각각 측정하였다.

근기능 검사 프로토콜은 Biodex Medical Systems에서 제시하는 각 부위별 표준 프로그램을 적용하였다. 최대근력은 부하속도 $60^{\circ}/\text{sec}$ 에서 5회 반복 시 최대값, 근파워는 부하속도 $180^{\circ}/\text{sec}$ 에서 10회 반복 시 최대값, 근지구력비는 부하속도 $180^{\circ}/\text{sec}$ 에서 10회 반복 시 처음 3회와 마지막 3회의 차이를 측정하도록 설정하였고, 이때 각 관절의 가동범위(Range of Motion; ROM)는 허리관절의 신전과 굴곡 시 60° , 무릎관절의 신전과 굴곡 시 80° , 발목관절의 저측굴곡과 배측굴곡 시 60° 로 설정하였다.

2) 근전도 측정

실험 전 연구대상자에게 사전교육을 실시한 후 측정하고자 하는 근육에 표면전극을 부착하였고, 표면전극과 측정기기 사이의 연결선에 의한 노이즈(noise)를 방지하기 위하여 테이프로 연결선을 고정하였다. 달리기 동작 시 우측 발바닥의 착지와 이지를 기준으로 분석구간을 설정하기 위하여 연구대상자의 우측에 비디오카메라를 설치하였고, 연구대상자 각각의 근전도 자료를 정규화하기 위하여 근육별 최대 수의적 등척성 수축(Maximum Voluntary Isometric Contraction; MVIC)값을 측정하였다.

근전도 측정은 트레드밀에서 진행되었기 때문에 트레드밀의 속도에 적응할 수 있도록 $8-12 \text{ km/h}$ 의 속도로 5분 동안 워밍업을 실시하였고, 본 실험에서는 운동부하를 동일한 조건으로 통제하기 위해 연구대상자별 주 종목의 최고기록 70%에 해당하는 속도로 설정한 후 20초 동안 각 근육에 대한 근전도 자료를 측정하였다. 이때 근전도 자료와 영상 자료의 동기화를 위하여 임의의 구간에서 동조기에 부착된 스위치를 눌러 근전도 측정기기와 비디오카메라에 각각 마커신호와 발광다이오드신호가 나타나도록 하였고, 근전도 자료와 영상 자료에 기록된 신호를 기준으로 분석구간을 설정하였다.

(1) 분석구간

달리기 동작의 분석구간은 <Figure 1>에서 보는 바와 같이 오른발이 지면에 닿는 순간(E1), 오른발이 지면에서 떨어지는 순간(E2), 다시 오른발이 지면에 닿는 순간(E3)의 3개 이벤트(Event)를 기준으로 하여 E1에서 E2까지를 지지구간(Support Phase; SP), E2에서 E3까지를 체공구간(Flight Phase; FP)으로 설정하였다.

(2) 표면전극의 부착위치

근전도 자료 측정을 위한 표면전극의 부착위치는 <Figure 2>에서 보는 바와 같이 복횡근(Transverse Abdominis; TA¹)은 전상장골근(ASIS)의 하·내측 2cm 지점, 척추기립근(Erector Spinae;

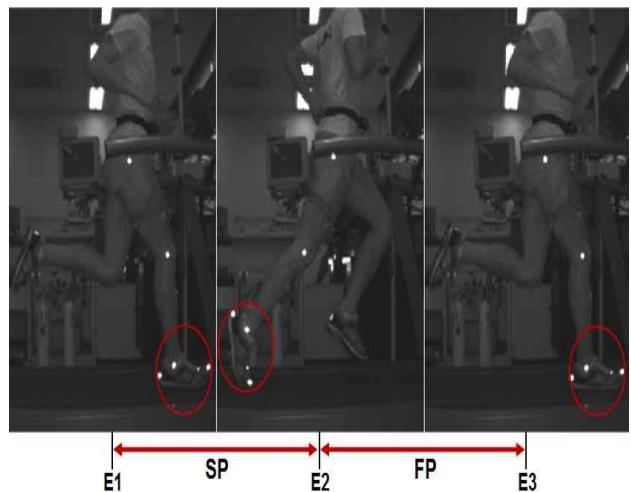


Figure 1. Events and phases

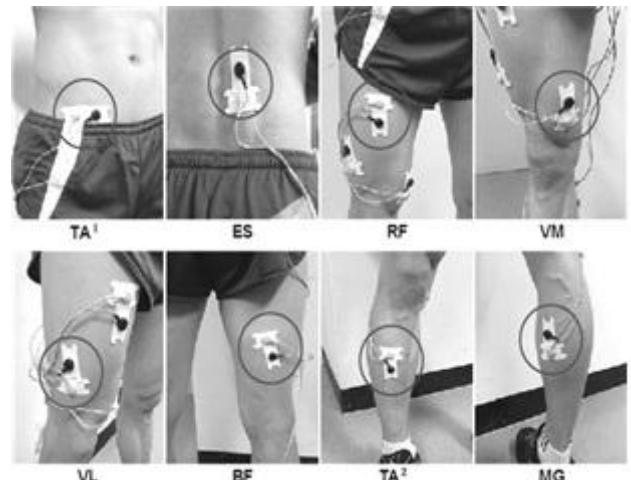


Figure 2. Electrode placements

ES)은 요추 4-5번 극돌기에서 외측 3cm 지점(Chae, 2006), 대퇴직근(Rectus Femoris; RF)은 전상장골근(ASIS)과 슬개골 상부 사이의 중앙부위, 내측광근(Vastus Medialis; VM)은 슬개골 내측 상부와 인접한 4손가락 지점, 외측광근(Vastus Lateralis; VL)은 대퇴 외측면의 슬개골 위 5손가락 지점, 대퇴이두근(Biceps Femoris; BF)은 좌골조면과 비골두 사이의 중앙부위, 전경골근(Tibialis Anterior; TA²)은 경골조면 아래 4손가락과 경골릉 외측 1손가락이 교차되는 부위, 내측비복근(Medial Gastrocnemius; MG)은 슬와부 내측 아래의 5손가락 지점(Delagi & Perotto, 1981)이다.

(3) 근전도 자료의 분석

근전도 자료는 WEMG-8(Laxtha Inc., Korea)을 사용하여 측정하였고, 샘플링 주파수는 1024 Hz로 설정하였다. 측정된 각각의 근전도 자료는 Telescan(Laxtha Inc., Korea)을 사용하여 10 Hz의

고역 통과 필터로 필터링 한 후 노이즈를 최소화하였고, 이후 얻어진 RMS(root mean square)값을 MVIC값으로 표준화하여 %MVIC값을 계산하였다.

4. 자료 처리

본 연구의 자료처리는 SPSS Statistics 19를 이용하여 육상 단거리 선수와 장거리 선수의 체간과 하지에 대한 균기능 및 균전도의 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출한 후 도표화하였고, 평균 차이를 검증하기 위하여 독립 t-검증을 실시하였다. 유의수준(a)은 .05로 설정하였다.

III. 결 과

1. 허리, 무릎, 발목관절의 체중당 최대근력 측정 결과

허리, 무릎, 발목관절의 체중당 최대근력 측정 결과는 <Table 1>에서 보는 바와 같다. 허리관절의 신전과 굴곡, 발목관절의 우측 저측굴곡과 좌측 배측굴곡의 체중당 최대근력은 단거리 선수가 장거리 선수에 비해 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났지만($p<.05$), 무릎관절의 좌우측 신전과 굴곡, 발목관절의 우측 배측굴곡과 좌측 저측굴곡의 체중당 최대근력은 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p>.05$).

Table 1. Peak torque to body weight (unit: %)

	SDA		LDA		t	p
	M	SD	M	SD		
Extension	657.10	77.87	464.97	45.80	5.627	.000
Flexion	318.18	43.95	239.49	26.61	4.053	.002
R. Extension	307.95	22.61	288.28	40.69	1.118	.286
R. Flexion	172.32	16.28	152.92	18.71	2.069	.061
L. Extension	302.82	18.49	284.95	41.14	1.049	.315
L. Flexion	159.71	19.35	156.19	28.45	.270	.791
R. Plantar extension	165.53	25.88	133.38	18.87	2.655	.021
R. Dorsi flexion	58.26	5.74	49.87	20.82	1.028	.339
L. Plantar extension	151.30	30.95	134.40	9.76	1.378	.193
L. Dorsi flexion	66.85	5.62	48.91	13.10	3.331	.006

* $p<.05$

2. 허리, 무릎, 발목관절의 체중당 근파워 측정 결과

허리, 무릎, 발목관절의 체중당 근파워 측정 결과는 <Table 2>에서 보는 바와 같다. 허리관절의 신전과 굴곡, 무릎관절의 좌우측 신전과 굴곡, 및 발목관절의 좌우측 저측굴곡과 배측굴곡의 체중당 근파워는 모두 단거리 선수가 장거리 선수에 비해 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다($p<.05$).

Table 2. Muscle power to body weight (unit: %)

	SDA		LDA		t	p
	M	SD	M	SD		
Extension	549.08	46.10	298.86	49.61	9.775	.000
Flexion	290.36	37.32	155.66	23.18	8.112	.000
R. Extension	226.77	12.14	200.65	18.89	3.077	.010
R. Flexion	141.41	13.87	118.91	15.37	2.875	.014
L. Extension	225.87	5.89	200.77	21.02	3.041	.010
L. Flexion	143.23	21.04	115.52	18.93	2.591	.024
R. Plantar extension	102.51	15.60	75.31	11.26	3.741	.003
R. Dorsi flexion	45.21	6.32	18.11	4.91	8.960	.000
L. Plantar extension	94.88	12.00	73.49	14.28	3.033	.010
L. Dorsi flexion	49.20	4.95	21.70	5.95	9.403	.000

* $p<.05$

Table 3. Endurance ratio (unit: %)

	SDA		LDA		t	p
	M	SD	M	SD		
Extension	96.81	9.71	86.81	18.96	1.242	.238
Flexion	78.71	5.28	73.47	10.37	1.192	.256
R. Extension	70.65	3.77	76.52	7.49	-1.853	.089
R. Flexion	71.93	2.98	74.05	9.43	-.567	.581
L. Extension	73.89	2.87	71.17	6.17	1.056	.312
L. Flexion	73.18	4.55	72.09	7.98	.315	.758
R. Plantar extension	77.36	7.51	69.18	13.37	1.411	.184
R. Dorsi flexion	70.34	5.00	61.85	11.93	1.735	.108
L. Plantar extension	75.28	13.64	82.93	7.66	-1.294	.220
L. Dorsi flexion	70.37	5.07	61.62	10.18	2.033	.065

* $p<.05$

3. 허리, 무릎, 발목관절의 근지구력비 측정 결과

허리, 무릎, 발목관절의 근지구력비 측정 결과는 <Table 3>에서 보는 바와 같다. 허리관절의 신전과 굴곡, 무릎관절의 좌우측 신전과 굴곡, 및 발목관절의 좌우측 저측굴곡과 배측굴곡의 근지구력비는 모두 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p>.05$).

4. 지지구간에서 체간과 하지 근육의 근전도 측정 결과

지지구간에서 체간과 하지 근육에 대한 근전도 측정 결과는 <Table 4>에서 보는 바와 같다. 척추기립근, 대퇴직근, 내측광근, 외측광근, 및 전경골근의 %MVIC는 단거리 선수가 장거리 선수에 비해 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났지만($p<.05$), 복횡근, 대퇴이두근, 및 내측비복근의 %MVIC는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p>.05$).

Table 4. Normalized EMG in the SP
(unit: %MVIC)

	SDA		LDA		t	p
	M	SD	M	SD		
TA ¹	154.63	29.76	140.20	31.53	.881	.396
ES	117.43	21.59	47.35	9.33	7.882	.000
RF	141.93	25.41	43.97	28.35	6.808	.000
VM	198.30	50.95	94.06	17.91	5.107	.001
VL	137.16	41.45	85.51	13.82	3.128	.016
BF	148.39	53.62	131.12	16.29	.815	.441
TA ²	159.54	45.89	35.62	13.18	6.867	.000
MG	413.07	64.59	381.22	45.50	1.066	.307

* $p<.05$

Table 5. Normalized EMG in the FP
(unit: %MVIC)

	SDA		LDA		t	p
	M	SD	M	SD		
TA ¹	136.37	34.55	161.39	48.25	-1.115	.287
ES	132.84	30.78	95.20	26.54	2.450	.031
RF	96.54	34.26	38.12	22.31	3.781	.003
VM	143.95	33.58	51.48	18.53	6.379	.000
VL	64.14	18.21	31.33	3.34	4.689	.003
BF	68.80	16.01	90.65	23.50	-2.032	.065
TA ²	94.63	26.68	46.67	13.21	4.263	.001
MG	309.72	51.33	172.58	29.48	6.129	.000

* $p<.05$

5. 체공구간에서 체간과 하지 근육의 근전도 측정 결과

체공구간에서 체간과 하지 근육에 대한 근전도 측정 결과는 <Table 5>에서 보는 바와 같다. 척추기립근, 대퇴직근, 내측광근, 외측광근, 전경골근, 및 내측비복근의 %MVIC는 단거리 선수가 장거리 선수에 비해 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났지만($p<.05$), 복횡근과 대퇴이두근의 %MVIC는 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다($p>.05$).

IV. 논 의

각 관절의 체중당 최대근력 측정 결과를 살펴보면, 허리관절의 신전과 굴곡, 발목관절의 우측 저측굴곡과 좌측 배측굴곡 시 단거리 선수가 장거리 선수에 비해 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다.

달리기 동작의 수행 속도가 상대적으로 빠른 단거리 선수의 경우, 달리기 동작 시 하지의 원활한 움직임과 신체의 안정성 유지를 위해 높은 수준의 허리근력이 필수적이기 때문에 허리관절의 최대근력이 장거리 선수에 비해 높은 수준을 보인 것으로 판단된다. 즉, 축구선수들의 체간근력이 대퇴근력과 유의한 상관이 있는 것으로 나타났다고 보고한 Hong(2002)의 연구와 스피드 스케이팅에서 허리관절을 중심으로 한 무릎관절과 발목관절의 협응은 스피드를 증가시키는데 필수적이라고 보고한 Jaegal(1999)의 연구가 본 연구의 결과를 뒷받침한다고 사료된다. 또한 Jeon and Jaegal(2007)의 연구에서는 스피드 스케이팅 경기종목의 거리가 짧을수록 하지의 빠른 퍼치가 요구되는데, 이때 하지의 빠른 움직임을 위해 허리근력이 크게 관여하기 때문에 허리관절을 중심으로 발휘되는 근력 수준에 따라 단거리 스피드 스케이팅 선수의 경기력에 영향을 미치는 것으로 나타났고, 특히 허리관절의 신근이 굴근에 비해 우수한 것으로 나타났다고 보고함으로써 육상 단거리 선수의 최대근력이 허리관절의 신전 시 높은 것으로 나타난 본 연구의 결과와 유사한 양상을 보였다.

발목관절의 우측과 좌측에서 유의한 차이를 보인 근육이 서로 다르게 나타난 것은 일반적으로 우측 발은 추진력이 강하고 좌측 발은 지지기능이 강하다고 보고한 Jeong(2007)의 연구와 같이 달리기 동작 시 양발의 기능이 다르기 때문에 발목의 강한 힘이 필수적인 단거리 선수의 경우, 우측 발목관절의 저측굴곡과 좌측 발목관절의 배측굴곡 시 최대근력이 높은 수준을 보인 것으로 사료된다.

반면, 좌우측 무릎관절의 체중당 최대근력은 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 이는 단거리 선수나 장거리 선수 모두 달

리기 동작 시 무릎관절이 직접적으로 하지의 움직임에 관여하고 경기력에 큰 영향을 미치기 때문에 근파워와 근지구력의 발달에 앞서 적정수준의 최대근력이 발달한 것으로 사료된다. Jung(2000)은 경기력에 직접적인 영향을 미치는 근파워 및 근지구력을 향상시키기 위해서는 각 종목의 움직임에 결정적인 역할을 하는 근육들의 최대근력을 적정 수준으로 증가시킨 후 근육의 수축 속도를 향상시키는 훈련, 또는 근력을 지속적으로 발휘하는 훈련을 하는 것이 효과적이라고 보고하였다.

각 관절의 체중당 근파워 측정 결과를 살펴보면, 허리관절, 무릎관절, 및 발목관절에서 모두 단거리 선수가 장거리 선수에 비해 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다.

근파워에 관한 선행연구 중 하지관절의 신전과 굴곡 시 발휘되는 근력과 근파워가 단거리 질주 능력에 상당한 영향을 미친다고 보고한 Choi and Lee(2000)의 연구, 육상 단거리 선수의 근파워가 증가함에 따라 경기력이 향상된다고 보고한 Back and Sung(2004)의 연구, 육상 종목별 선수들의 근기능을 비교하여 단거리 종목의 선수가 장거리, 도약, 투척 종목의 선수에 비해 무릎관절과 발목관절의 근파워가 우수한 것으로 나타난 Ha(2010)의 연구가 본 연구와 비슷한 결과를 보였다. 이는 육상 단거리와 장거리의 서로 다른 경기 특성에 기인한 것으로써 짧은 순간에 강한 근력을 발휘하여 최대 속도로 달리는 단거리 선수의 훈련방법이 허리, 무릎, 발목관절의 근파워 발달에 영향을 미친 것으로 사료된다. 따라서 육상 단거리 선수는 경기종목의 특성상 높은 수준의 근파워를 발휘할 수 있는 능력이 필수적이기 때문에 근파워의 수준을 결정하는 요소인 최대근력과 운동속도를 증가시키는 훈련을 통해 기록단축 및 경기력 향상을 도모할 수 있다.

각 관절의 근지구력비 측정 결과를 살펴보면, 허리관절, 무릎관절, 및 발목관절에서 모두 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 하지만 육상 종목별 선수와 일반 학생의 대퇴근력을 비교한 Kim(2001)의 연구에서 단거리, 도약, 투척 종목 선수들의 근지구력비는 일반 학생과 유의한 차이가 없는 것으로 나타났으나, 장거리 선수의 근지구력비에서는 일반 학생과 유의한 차이가 나타났다고 보고하였다.

이처럼 장거리 선수가 단거리 선수에 비해 근지구력이 우수하다고 보고한 선행연구의 결과와는 달리 본 연구에서는 단거리 선수의 근지구력이 장거리 선수와 비슷한 수준인 것으로 나타났는데, 이는 근력강화 운동이 나타내는 직접 효과에 따른 전이 현상으로써 근력이 증가함에 따라 근지구력의 증가가 수반된 결과(Dudley, 1987)인 것으로 사료된다.

달리기 동작 시 육상 단거리 선수와 장거리 선수의 근육별 %MVIC 측정 결과를 살펴보면, 지지구간은 척추기립근, 대퇴근근, 내측광근, 외측광근, 및 전경골근의 %MVIC, 체공구간은 척추기립근, 대퇴직근, 내측광근, 외측광근, 전경골근, 및 내측비

복근의 %MVIC에서 단거리 선수가 장거리 선수에 비해 통계적으로 유의하게 높은 것으로 나타났다. 이러한 결과는 상대적으로 속도가 빠르고 하지의 움직임이 큰 파워보행이 정상보행에 비해 대퇴직근, 내측광근, 외측광근, 내측비복근의 활성도가 높은 것으로 나타났다고 보고한 Gi et al.(2008)의 연구, 보행 속도가 증가함에 따라 하퇴 근육의 활성도가 증가한 것으로 나타났다고 보고한 Moon(2005)의 연구와 같이 단거리 선수의 주행 속도가 빠르기 때문인 것으로 판단된다.

지지구간에서 단거리 선수의 척추기립근, 대퇴직근, 내측광근, 외측광근 및 전경골근에 대한 %MVIC가 높게 나타난 것은 단거리 선수가 상대적으로 강한 추진력을 얻기 위하여 허리관절과 무릎관절을 최대로 신전시키는 동작 시 허리관절과 무릎관절의 신전근인 척추기립근, 대퇴직근, 내측광근, 및 외측광근이 빠르고 강하게 수축한 결과이고, 발의 앞부분으로 차지하는 전족 차지형(fore-foot)인 단거리 선수의 발이 지면에 차지되는 순간, 발목관절의 배측굴곡이 이루어지면서 지면과의 충격을 완화하고 신체의 안정성을 유지하는 동작과 함께 발목관절의 내번(inversion)을 통제하는 동작으로 인해 전경골근이 활성된 것으로 판단된다(Williams, 2000).

체공구간에서 단거리 선수의 척추기립근, 대퇴직근, 내측광근, 외측광근, 전경골근, 및 내측비복근에 대한 %MVIC가 높게 나타난 것은 발이 이지된 후 공중 동작인 체공구간에서 빠른 속도와 하지 관절의 움직임에 대한 전체적인 신체의 안정성 유지 및 대퇴의 전방 이동에 따른 관성모멘트를 최소화하고 보폭을 증가시키기 위하여 척추기립근, 대퇴직근, 내측광근, 및 외측광근이 기여한 것으로 사료된다. 또한 상대적으로 달리기 속도가 빠른 단거리 선수의 전경골근과 내측비복근의 활성도가 높게 나타난 것은 달리기 속도가 증가함에 따라 차지 동작 시 강한 충격에 대비하는 중추신경의 의도적 명령에 의한 근수축 활동으로 인하여 차지 직전 체공구간의 근활성도가 증가(Mero, 1987)하였기 때문이다.

반면, 복횡근과 대퇴이두근의 %MVIC는 지지구간과 체공구간에서 모두 통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 달리기 동작에 대한 Williams(2000)의 연구에 따르면 지지구간과 체공구간에서 전경자세 유지와 상·하체의 안정적인 움직임을 위해 복횡근이 관여한다고 하였고, 대퇴이두근은 차지 동작에서의 충격력과 스윙 동작에서의 관성모멘트를 줄이기 위한 무릎관절의 굴곡에 관여한다고 보고하였다. 이와 같이 달리기 동작 시 신체의 기본적인 움직임은 서로 동일하기 때문에 집단 간 근활성도의 차이가 나타나지 않은 것으로 판단된다.

V. 결 론

본 연구는 육상 단거리 선수와 장거리 선수의 체간과 하지

에 대한 근기능과 근전도를 비교 분석하여 체중당 최대근력, 체중당 근파워, 근지구력비, 및 근육별 근활성도(%MVIC)의 차 이를 규명하는데 그 목적이 있다. 본 연구의 결과를 살펴보면, 허리, 무릎, 발목관절의 근기능에서 체중당 최대근력은 허리관절의 신전과 굴곡, 우측 발목관절의 저측굴곡, 및 좌측 발목관절의 배측굴곡 시 단거리 선수가 장거리 선수에 비해 높은 것으로 나타났다. 체중당 근파워는 허리관절, 무릎관절, 및 발목관절에서 모두 단거리 선수가 장거리 선수에 비해 높은 것으로 나타났다. 근지구력비는 허리관절, 무릎관절, 및 발목관절에서 모두 집단 간 차이가 없는 것으로 나타났다. 체간과 하지의 근전도는 지지구간에서 단거리 선수가 장거리 선수에 비해 척추기립근, 대퇴직근, 내측광근, 외측광근, 및 전경골근의 %MVIC가 높은 것으로 나타났고, 체공구간에서 단거리 선수가 장거리 선수에 비해 척추기립근, 대퇴직근, 내측광근, 외측광근, 전경골근, 및 내측비복근의 %MVIC가 높은 것으로 나타났다.

참고문헌

- Back, H. H., & Sung, B. J.(2004). The effects of periodized training on the improvement of isokinetic muscle power and performance in sprinters. *Exercise Science*, 13(4), 513-524.
- Chae, J. B.(2006). *The effects of proprioceptive movie control on the balance and gait in the patients with stroke*. Unpublished Doctor's Thesis, Graduate School of Daegu University.
- Cho, B. J.(2003). A comparative analysis of segment angle of trunk and lower limb by changing of running velocity. *The Korean Journal of Physical Education*, 42(1), 695-702.
- Cho, K. K., Kim, Y. S., & Cho, S. H.(2007). The comparative analysis of EMG depending on variations of speed in forward walking and backward walking. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 17(3), 1-10.
- Choi, J. Y., & Lee, S. G.(2000). Effects of power and strength properties of lower limb on sprint abilities. *The Korean Journal of Sports Science*, 9(1), 585-593.
- Delagi, E. F., & Perotto, A.(1981). *Anatomic guide for the electromyograph*. 2nd edition. Springfield, Charles C Thomas.
- Dudley, G. A., & Fleck, S. J.(1987). *Strength and endurance training*. American College of Sport Medicine Review, 4(2), 79.
- Foster, D. N., & Fulton, M. N.(1991). Back pain and the exercise prescription. *Clinics in Sports Medicine*, 10(1), 197-209.
- Gi, S. J., Chae, W. S., Kang, N. J., Jang, J. I., & Yoon, C. J.(2008). The comparative analysis of EMG activities on the lower limb muscles during power walking and normal walking. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 18(4), 125-133.
- Ha, H. S.(2010). *Muscular function comparison by sports type for men's high school elite track and field athletes*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Yeungnam University.
- Hong, S. M.(2002). The relationships among isokinetic trunk muscle, knee, and ankle strengths of soccer players. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Yeungnam University.
- Jaegal, S. Y.(1999). *The study of relation of an isokinetic strength and anaerobic power on the record of elite speed skating athletes*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Dankook University.
- Jeon, Y. K., & Jaegal, S. Y.(2007). The relationship on an isokinetic for the Lumbar spinal joint muscular on the record of elite short speed skating athletes. *The Korean Journal of Physical Education*, 46(3), 495-502.
- Jeong, J. M.(2008). *A Study on the Characteristics of Long Distance Superior Runners' Landing Motion*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Changwon University.
- Jung, C. J., & Lee, Y. S.(2003). The effect on extension muscle power of waist by taping during exercise. *The Korean Journal of Physical Education*, 42(6), 849-855.
- Jung, D. S.(2000). Periodization of muscle function. *Sports Science*, 74, 51-76.
- Kim, H. T.(2001). The study for comparative thigh muscle between male athletic athletes and common children in elementary school. *The Korean Journal of Physical Education*, 40(3), 613-625.
- Kim, J. Y.(1993). *Variation of the ground reaction force with foot strike patterns in jogging*. Unpublished Master's Thesis, Graduate School of Ewha Womans University.
- Lee, M. H.(1999). *Biomechanical analysis of running motion*. Unpublished Doctor's Thesis, Graduate School of Pusan University.
- Mero, A.(1987). *Electromyographic activity, force and anaerobic energy production in sprint running with special reference to different constant speeds ranging from*

- submaximal to supramaximal.* Physical education and health 24, University of Jyvaskyla.
- Moon, G. S.(2005). The kinematic analysis of the ankle joint and EMG analysis of the Lower Limbs muscle for the different walking speed. *Korean Journal of Sport Biomechanics*, 15(1), 177-195.
- O'shea, J. P.(1983). *Scientific principles and methods of strength fitness*. Lew & Philadelphia Co.
- Whittle, M. W.(1990). *Gait analysis*. Oxford Orthopaedic Engineering Center, University of Oxford.
- Williams, K. R.(2000). *Performance Enhancement and injury prevention*. The IOC Encyclopaedia of Sports Medicine, 9, 161-183.
- Youn, S. W., Sun, S. G., & Cho, S. G.(1996). The effect of trunk extension/flexion isokinetic exercise on low back pain and thigh muscles. *Korean Journal of Sport Science*, 7(4), 43-53.