



한국운동역학회지, 2004, 제14권 3호, pp. 271-284
Korean Journal of Sport Biomechanics
2004, Vol. 14, No. 3, pp. 271-284

운동형태별 밸런스 테이핑 적용이 EMG 활동 및 혈중 피로물질 반응에 미치는 영향

이효성*(경희대학교) · 이용식(성균관대학교) · 변재철(영남대학교)

ABSTRACT

The effects of EMG activity and blood fatigue makers on balance taping treatment by exercise type.

Lee, Hyo-Seong* · Lee, Yong-Sik · Byun, Jae-Chul

(Kyunghee University · Sungkyunkwan University · Yeongnam University)

H-S Lee, Y-S Lee, J-C Byun. The effects of EMG activity and blood fatigue makers on balance taping treatment by exercise type. Korean Journal of Sport Biomechanics, Vol. 14, No. 3, pp. 271-284, 2004. The purpose of this study was to analyse the EMG activity of selected muscles with balance taping treatment and blood fatigue makers which accumulated during exercise of progressive maximal intensity. Ten male college students who did not experience any cardiovascular and musculo-skeletal disease were participated in this study. Balance taping were applied to rectus femoris, vastus medialis, vastus lateralis, biceps femoris, semitendinous, semimembranous, and around knee joint. Isokinetic knee joint flexion/extension force, EMG activity, lactate and ammonia as blood fatigue makers during progressive maximal intensity exercise were measured for with/without applying balance taping. The results indicated that although flexion force of total work at 60°/sec with taping was increased applied taping did not

* balance@tapingkorea.co.kr

affect to the aerobic exercise ability parameters. Lactate level as blood fatigue makers during progressive maximal intensity exercise after taping was decreased but the ammonia level did not change with same treatment. In isokinetic knee joint test at the angular velocity of 60°/sec, 180°/sec, and 240°/sec the taping treatment did not affect to any selected muscle EMG activities except maximal EMG of vastus lateralis at 240°/sec.

KEY WORDS: BALANCE TAPING, EMG, LACTATE, AMMONIA, ISOKINETIC EXERCISE

I. 서 론

테이핑(taping)은 관절이나 근육의 부상을 예방하거나 보호할 목적으로 신축성이 있는 테이프를 사용하여 그 기능을 보강하는 과정이라 할 수 있다(한국체육과학연구원, 1985). 테이핑에 의해서 인체 내에 흐르는 전기적 반응을 조절하는 기능을 이용하여 긴장된 근육에 이완력을 발휘하고 병변이 있어 약해진 근육에 수축력을 발휘토록 하는 밸런스 테이핑이 개발되어 경기력 향상을 위한 효율적인 방법으로 이용되고 있다. 각종 테이핑의 적용과 근력발현 능력, 그리고 운동선수들의 경기력과 관련하여 선행연구들에서 최근 많이 보고 되고 있다. 근육을 신전 시킨 상태에서 테이프를 부착하게 되면 근수축 시 주름이 생기게 되고, 이로 인해 피부와 근막 사이의 공간이 넓혀지게 되어 근육의 혈액공급이 원활해짐으로 근육 통증이 완화되어지는 것이다(이규진, 2002). 최근에는 테이핑이 근육과 관절의 보호를 위한 단순 고정의 개념을 넘어 적극적 치료의 한 기법으로 임상에서 적용되고 있으며, 나아가서는 근력과 근지구력 등의 기능 향상을 목적으로도 테이핑 방법들이 개발되어 소개되고 있으며(Host, 1995; Hunter, 1985; Shelton, 1992), 족관절의 접착 테이프가 신경근 반사를 강화하여 족관절의 안정성을 제공(Wilfried, 1997)하고, Kerr(1998)는 탄력 테이프가 근막을 늘림으로써 림프가 있는 피부 및 피하에 주름을 잡아 움직일 때마다 마사지의 역할을 함으로써 진피의 내부 압력을 감소시켜 부종이 감소된다고 하였다. 또한 Cesarelli 등(1999)은 전방 무릎 통증(anterior knee pain)이 있는 환자들의 대퇴근육에 표면전극을 부착한 후 등속성 수축 운동을 실시하여 내측광근의 활동이 정상인과 비교하여 유의하게 감소한 것으로 보고하였고, 이에 따라서 테이핑은 고유수용성 감각을 향상시키는 것으로 밝혀져 왔고, 피부에 접촉하여 보다 강화된 피부 고유수용성 신호를 제공하는 것으로 알려져 있다(김장인, 권오윤, 이충휘, 2001; Refshauge, Kilbreath, Raymond, 2000). 그러나 스포츠 현장에서 선수들이 테이핑 적용을 통해 느끼는 운동 수행력의 차이와 안정감에 대한 느낌에는 상당한 차이가 있음을 임상에서 오랜 기간 의문점으로 제기되어 오고 있다. 위승두와 서영환(2003)

은 대퇴부에 테이핑을 적용하여 등속성 근기능과 근피로에 관한 연구에서 EMG를 이용한 테이핑 적용과 적용하지 않았을 때 대퇴근육에서 발생된 말초 근피로 변화를 비교하였다. 이 연구에서 테이핑 적용시에 비해 테이핑을 하지 않은 경우 다소 높은 주파수 감소를 나타냄으로써 유의한 차이가 없었고, 근피로의 발생억제나 감소를 위한 대사기능의 균형 유지 및 혈류 활성화에 대한 테이핑의 효과를 기대할 수 없었다고 보고한 바 있어 아직까지 테이핑의 적용과 근육의 피로 및 전기적 활동 분석에 대한 자료는 의견이 일치하지 않음을 보여주고 있다. 테이핑의 효과에 대한 등속성 운동능력과 관련한 연구 외에도 소수의 문헌이 보고 되었는데, 이성원(1999)은 전신의 테이핑 적용이 폐기능, 근력, 순발력, 지구력에 미치는 영향을 조사하여 테이핑 후 폐기능, 순발력, 지구력에 미치는 영향을 기대할 수 있다고 하였으며, 노정근(1999)은 탄력성 테이핑 적용이 골프 선수의 스윙 동작 시 요구되는 근력 향상과 근 수축으로 인한 운동 능력을 지속시킬 수 있다고 하였다.

이상의 문헌들을 고찰해볼 때 현재까지 진행되어진 연구들은 등속성 운동능력과 관련하여 근기능과 테이핑의 일반적인 효과와 치료적인 면에 접근을 한 문헌들이 대부분이었으며, 테이핑의 처치에 따른 근력의 발현능력이나 지구성 운동시 혈중 피로물질 등에 대한 운동형태에 대해서는 거의 이루어지지 않은 실정이다. 그리고 밸런스 테이핑을 처치 한 후에 처치 전과 비교하여 근육의 전기적 활동변화에 대한 연구는 소수에 불과하다.

이에 본 연구에서는 운동형태에 따라서 테이핑의 처치 유·무와 관련하여 특정 근육부위의 근전도 분석과 점진적 최대 부하 운동시 측정되는 혈중 피로물질 등을 분석하여 좀더 체계적이고 정확한 데이터를 얻기 위해 대퇴부를 중심으로 밸런스 테이핑을 적용하기 전과 테이핑을 적용한 후 등속성 슬관절 굴·신근력, 최대산소섭취능력, 혈중 피로물질 및 대퇴사두근 부위의 EMG 활동을 측정하여 밸런스 테이핑이 이들 요인에 어떠한 영향을 미치는가를 규명하는데 있다.

II. 연구 방법

1. 연구 대상

본 연구의 대상은 K대학교에 재학중이며 평소 규칙적인 운동·스포츠 활동을 하지 않는 일반 남자 대학생으로서 심폐계 및 근·관절계에 관련된 질환이 없는 20~26세의 남자대학생을 임의로 10명을 선정하였다. 피험자들의 신체적 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. Physical characteristics of subjects

N	Age(yr)	Height(cm)	Weight(kg)	Body fat(%)	LBM(kg)
10	25.10±0.57	175.90±5.84	74.71±15.82	16.79±9.18	60.91±5.61

Values are mean±standard deviations

2. 실험 설계 및 방법

운동·스포츠 경기현장 또는 근육, 골격의 상해예방 차원에서 중요하게 작용되는 체력 요소인 근력과 총 일량 및 유산소성 운동능력 테스트시 테이핑 적용 여부의 효과를 다각적인 방법으로 알아보고자 동일한 피험자 10명에게 테이핑 적용 전과 후를 통해 그 효과를 알아보았다. 점진적 최대부하운동 테스트 전 채혈하기 전에 약 10분간 의자에 앉아서 안정상태를 유지시킨 후 테스트 전, 테스트 직후, 회복 2시간 후, 회복 24시간 후, 총 4회에 걸쳐 채혈을 하였다. 등속성 슬관절 굴·신근력 테스트는 각 속도에 따른 강도가 다르기 때문에 짧은 기간에 동시 실시할 경우 다른 데이터에 영향을 미칠 수 있으므로 각 항목별 운동의 실시는 3일의 간격을 두고 실시하였다. 또한 각 테스트별 테이핑 비적용시의 자료 수집을 위해 본 테스트 실시 3일 전에 피험자 10명을 대상으로 사전 테스트를 실시하였다. 그리고 각 형태별 운동 참여 시 테이핑 적용에 의한 효과가 아닌 실험 참여 경험에 의한 효과를 배제하기 위해 각 테스트마다 5명은 테이핑을 적용하고 나머지 5명은 테이핑을 비적용하는 방법을 사용하였다. Treadmill 달리기 시에도 같은 방법을 적용하여 실험을 실시하였다. 테이핑은 하지를 중심으로 적용하였는데, 테이핑 적용 부위는 대퇴직근, 내측광근, 대퇴이두근, 반건양근, 반막양근, 무릎 관절 부위에 balance taping을 실시하였다. 각 운동형태별 세부적인 실험진행 방법은 아래 <그림 1> 및 <그림 2>에서 보는 바와 같다.

1) Treadmill test

최대 유산소성 운동능력을 알아보기 위해 일반적으로 이용되는 기구로써 treadmill (Trackmaster, Quinton Co. USA)을 이용하여 약 10분의 준비 체조와 적응연습을 위해 treadmill 위에서 천천히 걷기 운동을 5분 동안 실시한 다음 본 측정에 돌입하였다. 본 실험에서는 매 3분마다 경사도가 2%씩 증가하고, 속도(mph)는 초기 1단계의 1.7mph에서 매 3분마다 증가시켜 나가면서 총 7단계를 달리도록 구성되어 있다. 피험자들이 지쳐서 더 이상 달릴 수 없을 때까지 달리기 운동을 수행하도록 하는 Bruce protocol을 적용하여 운동 후반부의 중도 포기를 예방하기 위해 보조자는 피험자를 최대한 독려했다. 피험자들의 최대산소섭취량 (VO_2max)은 Treadmill 달리기 시 자동 개스분석장치인 Max-1(미국)을 이용하였다. 점진적 최대부하운동테스트 시 자동심박측정기(Polar, Finland)를 이용하여 트랜스미트를 가슴에 부착하고 계측 모니터는 손목에 착용하여 안정시 및 최대심박수를 측정하였다.

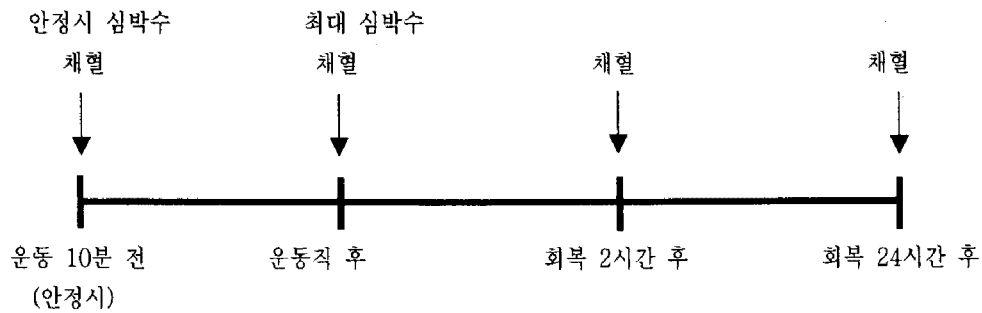


그림 1. Time of blood sampling

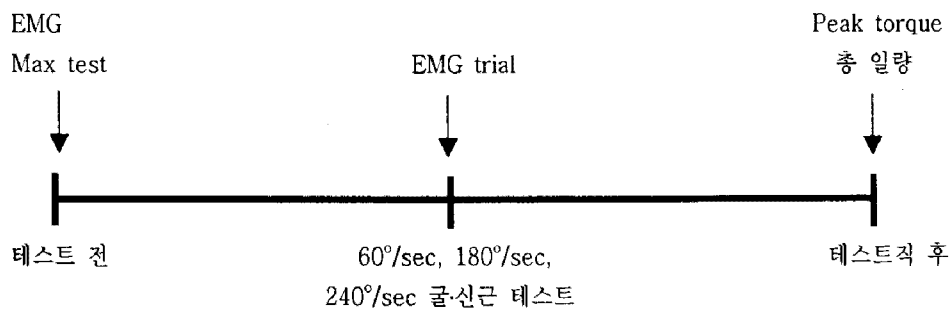


그림 2. Procedure of EMG analysis

2) 등속성 슬관절 굴·신근 운동

등속성 슬관절 굴·신근 운동은 Cybex 770(cybex, division of lumax, N. Y, USA)을 이용하여 동체부위는 등받이에 있는 벨트를 이용하여 상체의 힘을 이용하지 않도록 고정시키고, 피험자의 대퇴 길이에 알맞게 의자의 높이를 조절한 후 하퇴부의 경골부위에 pad를 부착하여 슬관절의 관절가동범위(ROM; range of motion)를 측정하고, 대퇴부 고정띠를 이용하여 굴곡과 신전 운동시 슬관절 외의 다른 힘이 동원되지 않도록 단단하게 고정시켰다. 본 실험시 슬관절 굴·신근력 테스트는 60°/sec 각속도에서 4회, 180°/sec 각속도에서 12회, 그리고 240°/sec 각속도에서는 20회를 피험자들이 평상시 주로 이용하는 대퇴근을 이용하여 측정을 하였다. 이때 발현된 Peak power, Average power, Total work를 측정하였다.

3) 근전도 활동 측정

무산소성 운동시 최대근력, 순발력, 근지구력에 대한 테이핑의 효과를 알아보기 위해 Cybex 770(cybex, division of lumax, N. Y, USA)을 이용한 등속성 슬관절 굴·신근운동을 실시하였다. 슬관절 굴·신근 운동은 최대근력 측정을 위해 60°/sec에서 4회, 순발력 측정을 위해 180°/sec에서 12회, 그리고 근지구력 측정을 위해 240°/sec에서 20회를 피험자들이 평상시 주로 이용하는 바른발 족, 오른쪽 하지를 이용하여 측정을 하였으며 슬관절 신전 운동시 피험자들의 테이핑 적용 전과 적용

후 대퇴사두근 부위의 근활동(근력) 발현 상의 전기적인 특성을 비교하기 위해 근전도 (electromyography; EMG)를 분석하였다.

본 연구에서 사용된 근전도 측정방법은 표면 근전도 측정방법으로 도구로는 QEMG8 (Laxtha Korea, gain=1000, input impedance > $10^{12}\Omega$, CMRR > 100dB, center-to-center distance=4.5 cm)을 사용하였으며 이때 샘플링 주파수는 1024 Hz로 설정하였다. 근전도 측정을 위해 오른쪽 하지의 대퇴사두근 중 내측 광근(Vastus medialis)과 외측광근(Vastus lateralis)에 표면전극을 각각 부착하였으며 접지전극은 상전장골극에 부착하였다. 표면전극의 부착위치는 내측광근의 경우 상전장골극과 슬관절 내측공간 사이의 거리의 근위 20% 지점으로 설정하였고 외측광근의 경우에는 상전장골극과 슬관절 외측공간 사이의 거리의 근위 25% 지점으로 설정하였다(Ericson, Nisell, & Ekholm, 1986). 또한 양질의 근전도 자료를 얻기 위하여 면도기를 사용하여 피부 부위의 털을 제거한 후 알코올을 사용하여 피부 표면의 이물질들을 세척하는 사전 준비작업을 각 피험자에게 실시하였다.

실험절차는 피험자를 Cybex에 앉히고 상체를 고정시킨 후 양손은 등속성 운동기구 양쪽 지지대를 잡게 한 상태에서 실시하였다. 하지 신전 동작 시 정확한 이벤트 구간 설정 및 동조를 위해 피험자의 우측 약 5m의 거리에 비디오 카메라(Panasonic AG 456, 60 Hz)를 고정시켜 셔터 스피드 1/500초로 촬영하였다. 근전도 표준화 작업을 위해 등속성 운동전에 최대정적 수축 근전도치(MVIC) 측정을 위해 무릎을 45° 굴곡시킨 상태에서 최대한 힘을 발휘하게 하여 5초간 자료수집을 실시하였다. 또한 비디오 영상과 근전도 자료의 동조를 위해 이벤트 동조기기를 사용하였다. 실제 동작 시 기 시 이벤트 동조기기에 부착된 버튼을 눌러 비디오 영상의 발광 다이오드의 점멸 시점과 동시에 기록된 근전도 자료의 5 V 전압 순간을 기준으로 영상과 근전도 자료를 동조하였다.

근전도 분석을 위해 동조된 비디오 영상을 바탕으로 슬관절 신전구간을 설정하였다. EMG 신호는 Telescan program(Laxtha, Korea)으로 분석하였으며 일차적으로 얻어진 원자료는 10 Hz의 고역 통과 필터와 350 Hz의 저역 통과필터를 이용하여 필터링한 후 전파 정류하였다. MVIC 시기의 자료들은 다시 50 ms moving average 절차를 이용하여 평균 MVIC값을 구하였다. 실제 동작 시기의 EMG 자료들은 아래에 제시된 방법에 의해 표준화 작업을 거치고 평균 적분 근전도치와 최대 적분 근전도치를 계산하였다.

$$nEMG = \frac{EMG}{EMG_{MVIC}} \quad (1)$$

여기에서 nEMG는 표준화된 적분 근전도치, EMG는 실제 실험결과의 근전도치, EMG_{MVIC} 는 최대 정적 수축근전도치이다.

4) 채혈 및 혈액 분석 항목

피험자의 혈액을 수집하기 위해 실험 전일 저녁9시 이후부터 다음날 아침 9시까지 금식을 하도록 하여 혈액 수집은 우측 상완 정맥에서 1회용 주사기를 이용하여 10cc 채혈하였으며, 채혈된 혈액은

각 항목별로 분석방법이 다르기 때문에 전용용기에 따로 나누어 담았으며, 특히 혈장 암모니아는 항응고처리된 EDTA Vacutainer tube(Becton Dickinson, USA)와 일반 tube에 담아 실온에서 보관을 하였다가 혈청 분리를 위해 3,000rpm으로 10분간 원심 분리하여 혈청 분리관에 담아 급속 냉동 보관 후 E 임상검사센터로 보내어 분석하였다. 본 실험의 혈액 분석은 혈중 피로물질 지표로서 혈장 Lactic acid, 혈장 Ammonia 농도를 분석하였다. 혈장 암모니아의 분석은 Ammonia kit를 사용하여 Dry Chem을 통해 비색법으로 분석하였고, 혈장 젖산 농도는 Intergra 전용시약으로 Intergra를 이용하여 Jaffe법으로 분석하였다.

3. 통계 처리

본 연구의 자료처리는 IBM Pc의 SPSS 12.0 version(영문)을 이용하여 각 항목당 집단별로 평균과 표준편차를 산출 한 후, 테이핑 적용 전과 후의 대퇴굴·신근력의 평균치에 대한 차이는 Paired t-test를 실시하였다. 또한 하지 신전근인 대퇴사두근중 내측광근과 외측광근의 신전구간의 평균 적분 근전도와 최대 적분 근전도를 구하여 테이핑 부착 전후간에 유의한 차이가 있는지를 밝히기 위해 Paired t-test를 실시하였다. 테이핑 적용 전과 후 심폐기능관련 변인들의 평균치 검증은 이원변량 분석 반복측정법(two-way ANOVA, Repeated measure)을 실시하였다. 그리고 모든 통계적 유의수준은 $p<.05$ 로 설정하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 밸런스 테이핑 적용 전과 후 간의 최대운동능력 비교

표 3. Results of peak power during knee extension and flexion

(Unit : Nm)

Angle Velocity	N	Parameters	Before(NT)	After(T)	t	Sig
60°/sec	10	Extension	203.50±42.08	219.00±37.13	-1.815	.103
		Flexion	110.00±29.16	129.50±25.72	-2.110	.064
180°/sec	10	Extension	152.80±29.56	154.60±24.67	-.190	.854
		Flexion	178.46±44.41	193.14±25.09	-.610	.557
240°/sec	10	Extension	153.00±48.11	156.30±46.79	-1.905	.089
		Flexion	102.80±27.45	102.90±30.37	-.052	.960

Values are mean±standard deviations

각속도별 등속성 슬관절의 굴·신근 최대 파워에 대한 결과는 <표 3>에 나타난 바와 같이 테이핑 적용 전과 적용 후 60°/sec, 180°/sec 및 240°/sec의 각속도에서 굴근과 신근 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

표 4. Results of average power during knee extension and flexion (Unit : Watt)

Angle Velocity	N	Parameters	Before(NT)	After(T)	t	Sig
60°/sec	10	Extension	152.28±45.63	149.59±28.88	.182	.860
		Flexion	94.20±38.57	93.22±19.66	.100	.923
180°/sec	10	Extension	249.74±59.54	277.83±55.34	-1.507	.166
		Flexion	178.46±44.41	193.14±25.09	-1.176	.270
240°/sec	10	Extension	221.07±81.51	229.79±91.99	-1.245	.244
		Flexion	162.65±67.35	153.59±62.25	1.805	.105

Values are mean±standard deviations

<표 4>는 테이핑 적용 전과 적용 후 피험자들의 슬관절 굴·신근평균 파워에 대한 결과이다. 테이핑 적용 전과 후 간에 60°/sec, 180°/sec 및 240°/sec 각속도의 굴근과 신근에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

표 5. Results of total work during knee extension and flexion (Unit : Jule)

Angle Velocity	N	Parameters	Before(NT)	After(T)	t	Sig
60°/sec	10	Extension	241.40±42.99	249.40±43.15	-1.689	.125
		Flexion	147.90±27.26	161.70±34.01	-2.493	.034*
180°/sec	10	Extension	180.40±31.19	187.30±32.26	-1.591	.146
		Flexion	129.10±15.45	135.80±13.83	-3.882	.004**
240°/sec	10	Extension	149.10±57.68	146.90±23.60	.545	.599
		Flexion	115.40±15.79	114.00±17.93	.651	.531

Values are mean±standard deviations, *p<.05 **p<.01

60°/sec, 180°/sec 및 240°/sec의 각속도에 따라서 대퇴부위에 테이핑 적용 전과 후의 총 일량에 대한 결과는 <Table 5>에서 보는 바와 같이 60°/sec의 각속도에서 슬관절 굴근시 통계적으로 유의한 차이가 있었고(p<.05), 180°/sec의 각속도에서도 슬관절 굴근시 유의한 차이가 나타났다(p<.01). 그러나 240°/sec의 각속도에서는 굴근과 신근 모두에서 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

<표 6>에서 보는 바와 같이 피험자들의 심폐기능관련 변인들에 대한 결과이다. 테이핑 적용 전과 후에 VO₂max, HRrest, HRmax, Exercise Time에 있어서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았

으나, RER(호흡률)의 경우 테이핑 적용 전과 후 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다($p<.05$).

표 6. Results of physiological variables associated with VO_2 max

Parameters	Before(NT)	After(T)	t	Sig
VO_2 max(ml/kg/min)	43.51±2.16	44.46±2.48	-1.565	.152
HRrest(beats/min)	75.80±7.37	73.40±6.19	1.249	.243
HRmax(beats/min)	199.20±9.94	192.80±7.42	1.807	.104
Ex. Time(min)	12.39±0.93	12.34±0.66	.203	.844
RER	1.26±0.13	1.32±0.17	-2.802	.021*

Values are mean±standard deviations, * $p<.05$

2. 혈액 성분 비교

표 7. Results of blood fatigue factors and serum protein components

Parameters	Type	Before	After	Recovery 2 hr	Recovery 24 hr
Ammonia (μ mol/L)	NT	52.60 ±12.25	138.70 ±29.90	63.60 ±15.07	36.60 ±9.81
	T	47.90 ±7.62	131.00 ±16.93	61.30 ±16.70	43.00*** ±11.48
Lactate (mg/dl)	NT	23.90 ±4.04	146.60 ±31.08	30.70 ±15.23	14.30*** ±2.67
	T	10.10 ±2.47	121.30 ±42.56	23.10 ±7.17	8.80** ±1.75

Values are mean±standard deviations, *** $p<.001$: 채혈시기간의 차이 * $p<.05$: NT vs T 간의 차이

<표 7>은 테이핑 적용 전과 적용 후에 점진적 최대부하운동 시 혈중 피로물질과 단백질에 대한 결과이다. 혈장 Ammonia의 경우 테이핑 적용 유·무에 따라서는 통계적으로 유의한 차이가 없었으나 채혈시기 간에는 유의한 차이가 있었으며($p<.001$), 혈장 Lactate 농도에 있어서도 테이핑 적용 유·무에 따라서 유의한 차이가 나타났다($p<.01$).

3. 근전도 활동 분석

각속도별 슬관절 등속성 운동시 신전구간에서의 내측광근(VM)과 외측광근(VL)의 평균 근전도치의 결과는 <표 8>에 나타난 바와 같이 테이핑 적용 전과 적용 후 60°/sec, 180°/sec, 240°/sec의 각속도에서 모두 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았다.

각속도별 슬관절 등속성 운동시 신전구간에서의 내측광근(VM)과 외측광근(VL)의 최대 근전도치의 결과는 <표 9>에 나타난 바와 같이 테이핑 적용 전과 적용 후 60°/sec와 180°/sec의 각속도에서는 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았으나 240°/sec의 각속도에서는 외측광근에서만 유의한 차이가 나타났다($p < .05$).

표 8. Results of mean EMG during knee extension

(Unit : %MVIC)

Angle Velocity	N	Muscle	Before(NT)	After(T)	t	Sig
60°/sec	10	VL	15.43±3.88	14.43±3.49	.891	.396
		VM	17.02±3.74	15.43±2.85	2.184	.057
180°/sec	10	VL	17.52±4.77	17.42±6.29	.087	.933
		VM	20.51±7.19	20.32±5.23	.201	.846
240°/sec	10	VL	16.82±3.02	15.99±4.09	.732	.485
		VM	20.99±2.90	20.37±3.51	.487	.639

Values are mean±standard deviations

표 9. Results of maximum EMG during knee extension

(Unit : %MVIC)

Angle Velocity	N	Muscle	Before(NT)	After(T)	t	Sig
60°/sec	10	VL	100.40±31.37	90.85±28.27	1.266	.237
		VM	100.77±20.22	91.65±20.99	1.551	.155
180°/sec	10	VL	114.73±40.81	104.30±36.65	1.383	.204
		VM	121.30±50.20	107.41±29.58	1.587	.151
240°/sec	10	VL	108.75±22.15	100.47±15.71	2.438	.041*
		VM	133.68±25.72	128.27±21.98	.828	.432

Values are mean±standard deviations, * $p < .05$: NT vs T 간의 차이

V. 논의 및 결론

최근에는 운동선수들의 체력소비를 최소화하고 경기력을 극대화시키기 위해서 신체 각 관절부위 또는 각 근육부위에 테이프를 붙이거나 감아 사용하는 것으로서 근육의 신전과 수축을 도와 신체활동을 부드럽게 돕는 치료방법으로 이해되어져 왔다(이효성, 이용식, 김현대, 2002). 사용되는 테이프도 과거에는 근육과 관절의 가동영역을 제대로 고려하지 않고 인체의 움직임을 제어하는 역할을 하였던 비신축성 테이프의 소재와는 달리 최근에는 근육의 신장과 수축 그리고 관절의 신전 및 굴곡

을 고려한 신축성 테이프가 이용되면서 테이핑의 효과는 다양해졌다(이용식, 신철호, 이종훈, 2002; 정철정, 이용식, 2003). 일반적으로 테이핑은 무릎통증을 완화시키는 도구로서 재활치료사들에 의해 단시간이나 혹은 간헐적인 처치방법으로 주로 사용되기도 하였다. McConnell(1996)에 의하면 무릎 테이핑 처치가 대퇴 슬개골 관절의 방향을 보정하여 염증이 발생한 세포들의 부하를 경감시켜 통증을 완화시킨다고 보고하였다. 이와 유사한 맥락으로 테이핑은 일반적으로 고유수용성 감각을 향상시키고 피부에 접촉하여 보다 강화된 피부 고유수용성 신호를 제공하는 것으로 알려져 있다(Refsauge, Kilbreath, & Raymond, 2000). 따라서 고유수용성 감각이 떨어지는 사람의 경우 테이핑이 감각의 정확성을 유의하게 향상시킨다고 보고 된 바가 있다(Callaghan, Selfe, Bagley, & Oldham, 2002).

따라서 동일한 피험자에게 테이핑을 적용하기 전과 적용 후의 등속성 슬관절 굴근과 신근력을 알기 위해 60°/sec, 180°/sec 및 240°/sec에서 테스트를 실시해본 연구결과에서 60°/sec, 180°/sec 및 240°/sec에서의 테스트 시 굴근과 신근 모두에서 최대 토크(peak torque)와 평균 파워(average power)에서는 테이핑 적용전과 후 간에 변화가 없는 것으로 나타났고, 총 일량(total work)의 경우에는 60°/sec와 180°/sec에서의 테스트 시 신근력에서는 변화가 없었던 반면, 테이핑 적용 전에 비해 테이핑 적용 후 굴근력이 증가되었다. 이와 같은 결과는 슬관절과 대퇴부위에 밸런스 테이핑을 실시하더라도 굴근과 신근력에 있어서 최대 파워와 평균 파워의 발현에는 많은 영향을 미치지 못한다는 것을 알 수 있었다. 그러나 총 일량에서 굴근력의 증가를 보인 것은 실시하고 있는 운동의 전 과정에서 밸런스 테이핑이 근육과 관절의 지지로 인한 전체 일량의 증가에 도움을 준 것으로 판단된다.

본 연구결과와 비교해서 연구방법상에 있어 다소 차이는 있으나 이용식 등(2003)은 슬관절 테이핑 적용이 근육발현에 미치는 영향에서 60°/sec와 180°/sec의 각속도에서 슬관절 굴·신근력의 경우 굴곡 운동시 최대 근력과 평균 파워, 그리고 총 일량에서 차이가 있었으나 신근 운동시에는 차이가 없었다는 내용과 일치함을 보여주고 있다. 이것은 곧 테이핑이 신체근력의 동원능력과 관절의 가동 범위를 확대시켜 운동 기능향상에 긍정적인 효과를 보이는 것으로 나타났다고 하였으며, 신근에 비해 굴근 운동시 효과가 높은 것으로 나타났음을 보고 한 바, 본 연구결과와 일치함을 의미한다. 그러나 60°/sec와 180°/sec의 굴·신근 운동시 최대 근력과 평균파워에서 유의한 차이가 있었다는 선행 연구와는 일치하지 않음을 보였다.

근전도 활동 분석에서도 테이핑을 적용하기 전과 적용 후의 등속성 슬관절 신전근인 내측광근과 외측광근의 평균 근전도 비교를 위해 각속도별 등속성 슬관절 굴·신근력을 테스트한 결과에서 60°/sec, 180°/sec 및 240°/sec에서 두 근육 모두 평균 근전도치에서는 테이핑 적용전과 테이핑 후 간에 변화가 없는 것으로 나타났다. 하지만 비록 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았지만 테이핑 적용후의 평균 근전도치가 적용전의 근전도치에 비해 전체적으로 낮게 나타났다. 최대 근전도치의 비교에서도 60°/sec, 180°/sec 에서의 테스트 시 두 근육 모두 테이핑 적용전과 후 간에 변화가 없는 것으로 나타났다. 그러나 240°/sec의 각속도에서는 외측광근의 경우 테이핑 적용전과 후 간에

유의한 차이를 발견할 수 있었다. 평균 근전도치 비교의 경우와 마찬가지로 비록 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않았지만 테이핑 적용후의 최대 근전도치가 적용전의 근전도치에 비해 전체적으로 감소된 경향이 나타났다. 이와 같은 결과는 최근의 연구보고(김연정, 채원식, 이민형, 2004)와 유사한 것으로서 이들 연구에서도 하지근육의 테이핑시 처치후의 근전도값이 처치전의 경우보다 감소된 경향을 보였다고 보고한바 있다. 이와 같은 주동근의 활동 감소는 McConnell (1996)에 의해 밝혀진 것과 같이 테이핑이 대퇴슬개골 관절의 작용방향과 근육들의 벡터방향을 바로 잡아주거나 혹은 하지근의 협응 기능을 향상시킴으로 인해 보다 적은 근육활동으로도 동일한 신전 및 굴곡 운동을 가능하게 한 것으로 판단되어진다. 주동근의 활동이 감소된 또 다른 기전(mechanism)은 고유수용기와 관련지를 수가 있는데 근육이 신전한 상태에서 테이핑을 실시하게 되면 건에 위치한 골지건 기관이 테이핑에 의해 근육의 신장 정도를 정확하게 인식할 수 없을 것이며 이에 따라 근육 신전에 민감하게 반응하는 골지건 기관이 특정 막 전위 이상의 탈분극을 초래함으로써 이때 발생한 억제성 활동전위가 근육에 전달되고 근육의 수축작용이 줄어들게 됨으로서 근육활동치가 줄어들 수 있을 것이라고 예상되어진다(김연정 등, 2004).

현재까지 테이핑의 적용 유·무에 따라서 많이 실시되지 않은 운동형태는 점진적 최대부하운동 시에 나타날 수 있는 효과들이다. 본 연구 결과, 피험자들이 테이핑 적용 전과 비교해서 적용 후에도 최대 산소 섭취량, 최대 심박수, 그리고 총 운동시간에서 긍정적인 변화가 나타나지 않았으나 RER(호흡률)에서만 차이가 있었으므로 테이핑을 적용하더라도 피험자들에게 심폐능력의 지표로서 이용되는 최대산소섭취능력에 영향을 미치지 못한다는 것으로 판단된다. 그러나 기존의 선행 연구들은 거의 대부분이 최대 근력과 근지구력 등에 대한 굴근과 신근의 근력발현 능력에 초점이 맞추어져 있었기 때문에 이 결과로서만 테이핑의 효과를 논의하기에 부족함이 많다. 따라서 최대 근력 발현력을 밝히는 연구 외에도 다양한 운동형태에 따른 테이핑의 효과를 규명할 필요가 절실히 요구된다고 생각된다.

혈중 젖산 농도는 운동의 강도와 높은 관련성이 있으며 근피로 현상에도 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(김성수, 박호윤, 김상호, 임용택, 김재우, 이강우, 2001). 본 연구결과에서 점진적 최대부하운동 시 혈중 피로물질 중 혈장 젖산 농도의 축적은 테이핑을 적용하기 전에 비해 테이핑을 적용한 후에 점진적 최대부하운동 시 피험자들 대부분이 거의 동일한 운동시간을 실시한 것으로 나타났으나 테이핑 적용 후에 혈중 젖산의 축적 정도가 훨씬 감소하였다. 이러한 이유에 대해서는 왜 테이핑을 적용한 후 혈중 젖산농도의 생성이 적은 것일까라는 의문을 가지게 되는데 이러한 의문에 대한 기전은 아직 밝혀내지 못하고 있다. 왜냐하면 실시되어진 테이핑 관련 연구들의 대부분은 근력의 향상이나 발현능력, 그리고 관절의 가동범위 등에 대해서만 실시되어진 것도 하나의 이유이기도 하다. 그러나 조성봉, 이용식, 이수영, 조기정, 이용화, 서재명, 1999)은 밸런스 테이핑이 반응시간, 젖산농도 및 CPK의 활성도를 살펴본 연구에서 반응시간에 있어서 비교군이 더 높게 나타났고, CPK의 경우 테이핑 군이 비교군보다 회복 24시간 후에 유의하게 낮은 결과를 나타내었고, 혈중 젖

산 농도의 변화에서는 회복 30분 후에 비교군이 테이핑군보다 더 높은 수준을 유지하였다고 보고하였다. 이와 같이 테이핑 적용을 통해 근력과 혈중 피로요인들에 관계된 소수의 선행연구결과와 본 연구결과가 일치하는 것으로 보인다. 특히 대퇴부위에 테이핑을 실시하기 전보다는 테이핑을 실시한 후에 근육과 관절에 무리가 없는 지지로 인한 근 피로를 줄여주고, 피험자들의 심리적인 면 등의 여러 요인이 함께 작용하여 이러한 결과가 나타났을 것으로 생각된다.

또한 혈장 암모니아 농도의 경우는 젖산 농도와 비슷한 양상을 보였다. 즉, 운동 전의 안정시 보다 운동직후에 급격히 증가하였다가 회복 2시간 후에는 다시 안정시 수준으로 떨어짐을 보였고, 회복 24시간 후에는 안정시 수준 이하로 감소하였다. 이러한 결과는 테이핑 적용하기 전이나 테이핑을 적용한 후 동일한 양상을 보였으므로 테이핑 전·후간에 차이는 없었다. 이러한 결과는 점진적 최대 하 운동시 근대 5종 및 태권도 선수를 대상으로 실시한 김기진(2001)의 연구와 일치하는 결과를 보였다. 이와 같은 결과를 볼 때 혈중 젖산 농도의 경우 테이핑의 적용 유·무에 따라 영향을 많이 받는데 반해서 혈장 암모니아 농도는 거의 동일한 증가양상을 나타낸 결과 운동강도와 일정한 관련성을 가지지 않으며 테이핑 적용 유·무에도 관련이 없는 것으로 볼 수 있다. 그러나 테이핑과 관련하여 점진적 최대부하운동 시 나타나는 혈중 암모니아 축적 수준에 관련된 기전의 제시가 실제로 이루어지지 않았기 때문에 무리한 해석이 될 수도 있다. 따라서 좀더 명확한 결과를 도출하기 위해서는 테이핑 처치와 관련하여 더 다양하고 잘 설계된 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

- 김기진(2001). 근대 5종 및 태권도선수의 심폐기능과 운동유형별 혈중 젖산 및 암모니아농도 변화의 비교. 한국체육학회지, 제40권, 제1호, 481-489.
- 김연정, 채원식, 이민형 (2004). 등속성 운동시 스포츠 테이핑이 하지 근육활동에 미치는 영향, 한국운동역학회 춘계 학술대회 논문집, 17-25.
- 김성수, 박호운, 임용택, 김재우, 이강우(2001). 점증적 최대 운동 후 휴식형태에 따른 혈중 젖산 농도의 변화, 한국사회체육학회지, 제16호, 261-269.
- 김장인, 권오윤, 이충휘(2001). 테이핑이 발목의 관절가동범위와 고유수용성감각에 미치는 영향. 한국전문물리치료학회지, 8(3), 1-10.
- 노정근(1999). 키네시오테이핑 적용이 골프선수의 비거리 향상을 위한 근육 발현능력에 미치는 조사 연구. 경기대학교 박사학위논문.
- 이성원(1999). 전신밸런스 테이핑이 폐기능, 근력, 순발력, 지구력에 미치는 영향, 국민대학교 석사학

위논문.

- 이용식, 신철호, 이종훈(2002). 하지 강화 훈련 후 슬관절 테이핑 적용이 근육발현에 미치는 영향. 한국학교체육학회지, 제12권 제2호, 53-59.
- 이효성, 이용식, 김현태(2002). 하지의 테이핑 적용이 운동 후반부의 족관절 및 슬관절 기능에 미치는 영향. 한국체육학회지, 제41권 제5호, 721-732.
- 위승두, 서영환(2003). 대퇴부의 테이핑 적용이 등속성 근기능 및 근피로에 미치는 영향. 한국체육학회지, 제42권 제2호, 405-417.
- 조성봉, 이용식, 이수영, 조기정, 이용화, 서재명(1999). 장시간 운동후 밸런스 테이핑이 반응시간 및 CPK 활성도 변화에 미치는 영향. 한국사회체육학회지, 제12호, 891-898.
- 체육과학연구원(1985). 스포츠 테이핑-이론과 실제. 스포츠 과학 정보 13, 2-26
- 이규진(2002). 기초 임상 통합 심포지엄(통증): 테이핑 치료 요법. 대한신경과 제 30차 종합학술학회, 3-8.
- Callaghan, M. J., Selfe, J., Bagley, P. J., & Oldham, J. A. (2002). The effects of patellar taping on knee joint proprioception. *Journal of Athletic Training*, March; 37(1): 19-24.
- Cesarelli, M., Bifulco, P. & Bracale, M.(1999). Quadriceps muscle activation in anterior knee pain during isokinetic exercise. *Medical Engineering & Physics*, Jul-Sep, 21(6-7), 469-478.
- Host, H. H.(1995). Scapular taping in the treatment of anterior shoulder impingement. *Physical Therapy*, 75(9), 803-812.
- Hunter, L. Y.(1985). Braces and taping. *Clin Sports Med*, 4(3), 439-454.
- Kerr, A.(1998). Try catching lymphedema on tape, advance for occupational therapy practitioner.
- McConnell, J. (1996). Management of patellofemoral problems. *Manual Therapy*, 1: 60-66.
- Refshauge, K. M., Kilbreath, S. L. & Raymond, J.(2000). The effect of recurrent ankle inversion sprain and taping on proprioception at the ankle. *Medicine and Science in sports and Exercise*, 32(1), 10-15.
- Shelton, G. L.(1992). Conservative management of patellofemoral dysfunction. *Prim. Care.*, 19(2), 331-350.
- Wilfried, A., Heinz, L., Albert, G.(1997). Functional properties of adhesive ankle taping: Neuromuscular and mechanical effects before and after exercise. *The American Orthopaedic Foot and Ankle Society*, 20(4), 238-245.

투 고 일 : 10월 30일

심 사 일 : 11월 4일

심사완료일 : 12월 11일