대한물리의학회지 제3권 제1호, 2008년 2월
Vol.3, No.1, February 2008. p.1~9

발목, 발에 냉적용이 기능 수행에 미치는 효과

주정열 · 이명희 · 최용원

대구대학교 대학원 재활과학과 물리치료전공

The effect of Functional Performance Following an Ice Immersion to the Ankle, Foot

Joung-Youl Ju, P.T., M.S., Myung-Hee Lee, P.T., M.S., Yong-Won Choi, P.T., M.S.

Major in Physical Therapy, Dept. of Rehabilitation Science Graduate School of Daegu University

〈Abstract〉

Purpose : The purpose of this study is to assess the effects of ice immersion to the ankle, foot on vertical jump, isokinetic exercise

Methods : Thirty volunteers from universal students who had not sustained an injury to the lower extremity within the past 6 months were randomly assigned to either an experimental or control group. Subjects in the experimental group performed vertical jump and isokinetic exercise before and after the application of a 15-minute ice immersion(50-55°F) to the ankle and foot. Subjects in the control group performed vertical jump and isokinetic exercise before and after the application of a 15-minute resting.

Results : Shuttle run was not significantly decreased after than before the application of a 15-minute ice immersion(50-55°F) to the ankle and foot($p<0.05$). Vertical jump was significantly decreased after than before the application of a 15-minute ice immersion(50-55°F) to the ankle and foot($p<0.05$). Speed 60° of peak torque was significantly decreased after than before the application of a 15-minute ice immersion(50-55°F) to the ankle and foot($p<0.05$). Speed 120° of peak torque was significantly decreased after than before the application of a 15-minute ice immersion(50-55°F) to the ankle and foot($p<0.05$).

Conclusion : we think because the ice immersion decrease active, physical therapist should carefully consider the consequence of cold therapy to increase active.

Key Words : Ankle, Foot, Ice Immersion, Functional Performance

Ⅰ. 서 론

히포크라테스 이래로 냉적용은 급성손상 치료에 대해 효과가 있다고 언급되어 왔으며(McGowin, 1967),

교신저자 : 주정열, E-mail: pt-jjy@hanmail.net
논문접수일 : 2007년 12월 10일 / 수정접수일 : 2008년 1월 24일 / 게재승인일 : 2008년 2월 10일

급성뿐만 아니라 만성손상의 초기 치료법으로 많이 이용되고 있다. 급성요법으로 염좌, 타박 등의 급성 연부조직 손상에 대한 처치법으로 가장 일반적이고, 오래 전부터 사용되어 왔으며, 손상 조직에 대한 응급처치, 손상 회복기에 있어서의 재활 치료 또는 컨디션 조절 방법으로서도 의료 및 스포츠 현장에서 폭넓게 적용되고 있다. 냉의 국소적인 효과는 염좌, 스포츠 손상, 근육긴장 등으로 인한 부종이나 관절염, 외상 등 근골격 손상으로 인한 동통을 경감시키는 것인데 특히 몇몇의 연구는 급성통증 경감에 있어서 온열요법보다 냉요법이 더욱 효과적임을 주장하였다(Bugaj, 1975; Mcmaster, 1978; Waylonis, 1967).

Melzack와 Bently(1983)은 급성치통을 호소하는 36명의 환자에게 치통완화를 위해 통증이 있는 쪽과 반대쪽의 엄지와 검지사이의 손등부위와 팔꿈치 근처의 상박에 각각 얼음마사지를 시행하였다. 그 결과 동측 손등과 반대쪽 팔 그리고 반대쪽 손등에 얼음마사지를 한 경우에서 통증이 매우 유의하게 감소되었으며 동측 팔에 적용하였을 때는 대조군에 비해 유의한 감소를 보이지 않았다고 한다. 이러한 결과는 얼음 마사지가 경피전기자극이나 침술과 비교할 수 있을 만큼 통증감소에 효과적임을 보여준다.

류마티스성 관절염 환자에게는 흔히 냉적용을 하지 않지만 Lehman와 De Lateur(1989)의 연구에서는 냉이 도움이 되는 것으로 나타났다. 즉 관절문제를 악화시키는 어떤 파괴요소가 더운 온도보다 찬 온도에서 덜 활성화 된다는 것이다. 냉적용은 통증경감, 열감소, 출혈조절, 외상으로 인한 부종과 염증을 예방하거나 축소시키기 위해 적용되며 근방호성 경련을 감소시킨다(배성수, 1999). 또 뇌졸중 후에 발생하는 경직성 근육에 대한 한냉의 적용은 수동적으로 근육을 신장 시켰을 때 느끼게 되는 저항감을 감소시키고, 간대경련(clonus)을 완화시키거나 사라지게 하는데 이용해 왔다(Knutsson와 Mattsson, 1969). 뿐만 아니라 얼음을 사용하여 피부를 짧은 시간동안 문지르거나 촉각자극을 병행하였을 때, 상위운동신경원 질환으로 약화된 수의적 움직임을 촉진 시킬 수 있다는 보고도 있다(Bell와 Lenman, 1987). 한냉을 경직완화에 적용한 Basett와 Lake(1958)의 연구에서는 한냉 적용으로 초기 능동운동을 가능하게 하여 결과적으로 기능적인 움직임에서 만족을 얻을 수 있었다고 하였고, Petajan와 Watt(1962)는 척수 손상 환자의 간대경련 완화를 위해 하퇴 삼두근에 한냉적용이 효과적이라고 보고하였다.

냉방(air-conditioned room)과 냉탕(cold water bath)에 신체를 장시간 노출시키면 한냉의 내적효과(intrinsic effect)에 의해 생리적 기능의 감소가 일어나고 전신적 신진대사와 체온이 떨어지며 심박동률(heart rate)이 감소되고 순환이 느려진다. 또 호흡률(respiratory rate)이 낮아지고 피부감각이 둔해지며 근육의 활동이 느려지면서 명확하지 않게 된다. 소화의 지연이 일어나고 이런 환경이 계속되면 나중에는 모든 감각이 무감각해지게 된다(민경옥, 1993).

민첩성(특정시간에 협응과 기술을 수행하는 능력)은 기능수행의 측정지표이고 최고 운동수행력을 실행하는 기본(Knight, 1995; Lephart 등, 1991)이다. 등속성 운동(isokinetic exercise)은 근육의 수축과 신장 속도, 사지의 각속도가 속도를 제한하는 도구(isokinetic dynamometer)에 의해 미리 결정되어지거나 일정하게 유지되는 가동적 운동이다(Davies, 1992; Hislop, 1967; Moffroid 등, 1969). 근육에 부하되는 힘은 기구에 적용된 힘의 크기에 따라 달라진다(Levangie와 Heny, 1996; Moffroid 등, 1969). 등속성 운동은 저항 운동에 있어서 비교적 새로운 개념으로, 경기력 향상을 생각할 경우 빠른 속도에서 어느 정도의 힘을 낼 수 있는가 또는 그 때의 운동능력을 효과적으로 발휘할 수 있는가하는 문제에 대한 연구에 사용되고 있다. 그리고 등속성 장비는 각 관절의 움직임을 독립적으로 할 수 있게 해 주기 때문에 목적하는 관절 및 근육들을 다른 근육의 영향 없이 운동할 수 있게 한다(David 등. 1993). 플라이오메트릭은 최대의 가속도로 몸을 수직 방향 또는 직선(linearly) 방향으로 뻗으려는 동작에 의해 최대의 수의근 수축을 이용하는 것으로 하지 활동을 위한 플라이오메트릭은 점프(jump)를 하는 동안, 발이 지면에서 접지하는 시간 혹은 입각기시의 정지 시간을 최소화하는 것이다(Kinser와 Colby 1996).

비록 냉적용이 생리적인 작용에 영향을 준다고 알려져 있지만, 냉적용이 기능수행에 영향을 주는지

확실하지 않다. 이에 본 연구는 발, 발목에 냉적용이 민첩성, 플라이오메트릭, 등속성 운동에 미치는 효과를 알아보고자 하는데 그 목적이 있다.

Ⅱ. 연구 방법

1. 연구대상 및 기간

본 연구는 2007년 6월 25부터 8월 30일까지 대구 소재 D대학 학생 중 최근 6개월간 하지에 손상이 없고 평소에 특별한 운동을 하지 않는 남학생 30명을 대상으로 실험에 참여하고자 하는 자를 선정하였으며, 대상자들은 얼음 수조를 적용하는 실험군과 같은 시간 휴식을 취하는 대조군을 무작위로 분류하였다.

2. 실험도구

얼음 수조(50-55°F)
온도계
시간기록계
테이프
줄자
등속성 측정 장비(CYBEX 6000(Cybex. Model 770. N.Y. U.S.A))

3. 실험방법

기능 수행을 측정하는 방법은 여러 가지가 있다. 이중 민첩성을 측정하기 위해서는 왕복 달리기를 수행하고 플라이오메트릭을 측정하기 위해서는 수직 점프를 하였으며, 등속성 운동측정을 위해서는 등속성 측정계(CYBEX 6000(Cybex. Model 770. N.Y. U.S.A))를 사용하였다. 대상자는 반드시 운동복과 운동화를 착용하게 하고 실제 실험에 앞서 각 행동을 연습할 수 있도록 하였다.

왕복 달리기는 바닥에 6야드의 간격으로 시작과 끝 지점에 두 개의 줄을 그어 놓는다. 대상자는 시작점의 줄 뒤에 서있게 하고 끝 지점의 줄까지 최대한 빨리 가서 그 줄을 발로 밟고 돌아서 원래의 시작지점으로 돌아오라고 시킨다. 이 과정이 두 번 연속으로 반복된다(24야드). 한 발 뛰기 실험의 가장 효율적인 방법은 바닥에서부터 손이 닿는 최대의 높이를 측정하는 것인데 이때 냉적용을 한 다리로 뛰게 한다. 측정방법은 대상자가 서있을 때 손이 최대로 높이 닿는 위치를 측정한 후 냉을 적용한 쪽 다리로 서서 최대한 높이 뛰도록 하여 그 시점에서 손이 닿는 부분을 측정한다. 등속성 운동 능력을 알아보기 위하여 CYBEX 6000(Cybex. Model 770. N.Y. U.S.A)을 사용하여 실험자를 엎드리게 한 자세에서 발목 관절을 자연스럽게 움직이게 하기 위하여 무릎 관절을 펴서 고정하며 발목관절을 CYBEX 6000 회전축과 나란히 한 후 고정한다. 등속성 운동은 각속도 60°와 120°으로 실시하였다. 모든 값은 각 과제를 2회 연습한 후, 4회 실시한 값을 평균하여 측정하였다.

4. 절차

1) 각각의 실험에 있어서 대상자의 측정할 다리와 수조에 담그는 높이를 결정한 후 그 결과를 기록한다.

2) 대상자에게 원하는 다리를 수조에 15분 동안 담그라고 한다. 정확한 실험 결과를 위해서 모든 대상자들은 다리를 외측 복사뼈에서 10cm 위까지 담그도록 한다. 이 때 대조군은 15분 동안 앉아서 안정을 취한 후 다시 측정한다.

3) 대상자에게 다리를 꺼낸 다음 빠르게 건조시키고 신발을 신으라고 한다. 대상자는 운동전에 종아리를 간단한 스트레칭으로 풀어준다.

4) 기능적인 검사를 반복하고 대상자별로 검사하는 순서를 다양하게 한다. 그리고 결과를 기록한다.

5. 분석 방법

모든 자료는 통계 프로그램 윈도우용 SPSS 12.0을 이용하여 통계처리 하였다. 실험군과 대조군의 그룹간 차이를 보기 위해 독립표본 t-검정을 하였고, 각 그룹의 냉적용 전과 후의 기능수행력을 알아보기 위해 대응표본 t-검정을 하였다. 유의수준 α=.05

로 하였다.

Ⅲ. 연구결과

1. 연구대상자의 일반적인 특징

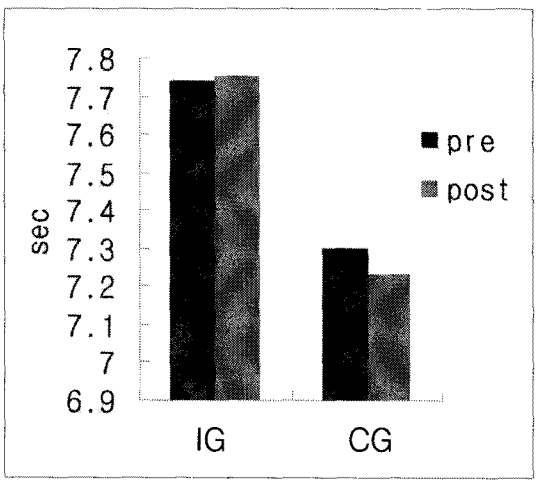
본 연구에 참가한 대상자는 총 30명이고 실험군과 대조군 각 15명씩이다. 실험군의 연령은 24.07±1.94세이고, 키는 175.73±4.18㎝이며, 체중은 70.27±5.36㎏이다. 대조군의 연령은 23.53±2.10이고, 키는 174.60±3.74㎝이며, 체중은 69.60±4.55㎏이다(Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects.

	Icing group	Control group
Age (years)	24.07±1.94	23.53±2.10
Height (cm)	175.73±4.18	174.60±3.74
Weight (kg)	70.27±5.36	69.60±4.55

2. 왕복 달리기의 중재 전후 비교

냉적용군의 중재 전 왕복달리기의 기록은 7.74±0.60sec이고, 중재 후 기록은 7.76±0.60sec으로 통계적으로 유의한 차이는 없었다. 대조군의 중재 전 왕복 달리기의 기록은 7.30±0.95sec이고, 중재 후 왕복달리기의 기록은 7.23±0.93sec으로 이 또한 통계학적으로 유의한 차가 없었다(Table 2)(Fig. 1). 두 그룹간의 차이도 유의하지 않았다(Table 3).



IG : Icing group, CG : Control group

Fig. 1. Comparison of time on pre- and post-intervention shuttle run in groups.

Table 2. Comparison of time on pre- and post-intervention shuttle run in groups.

(unit: sec)

		M±SD	t-value	p
Icing group	pre	7.74±0.60	-.449	.661
	post	7.76±0.60		
Control group	pre	7.30±0.95	1.613	.129
	post	7.23±0.93		

Table 3. The difference between groups in time of shuttle run.

(unit: sec)

	Icing group	Control group	t-value	p
	M±SD	M±SD		
post-pre	0.02±0.18	-0.30±0.16	0.774	0.445

3. 한발 수직 점프의 중재 전후 비교

냉적용군의 중재 전 한발 수직 점프 기록은 240.90±8.57cm이고, 중재 후는 239.27±9.17cm으로 통계적으로 유의하게 줄었고($p<.05$), 대조군의 중재 전 한발 수직 점프 기록은 239.46±7.68cm이고, 중재 후는 240.40±7.33cm으로 통계학적으로 유의한 차가 없었다(Table 3)(Fig. 2). 중재전후 냉적용군과 대조군의 그룹간 차이는 통계적으로 유의하게 나타났다($p<.05$)(Table 5).

Table 4. Comparison of hight on pre- and post-intervention vertical jump in groups.

(unit: cm)

		M±SD	t-value	p
Icing group	pre	240.90±8.57	2.219	0.043
	post	239.27±9.17		
Control group	pre	239.47±7.69	-1.451	0.169
	post	240.40±7.33		

Table 5. The difference between groups in height of vertical jump.

(unit: cm)

	Icing group	Control group	t-value	p
	M±SD	M±SD		
post-pre	-1.70±2.93	0.90±2.47	-2.625	0.014

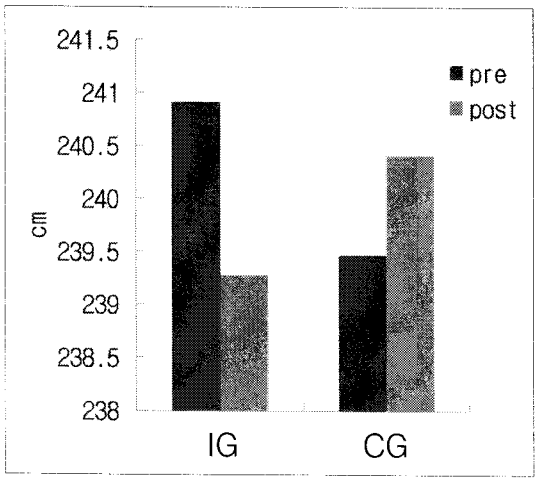


Fig. 2. Comparison of time on pre- and post-intervention vertical jump in groups.

4. 각속도 60° 등속성 운동에서 피크 토크 값의 중재 전후 비교

냉적용군의 각속도 60°에서 중재 전 피크 토크 값은 50.60±11.15Nm이고, 중재 후 피크 토크 값은 47.00±13.07Nm으로 통계적으로 유의하게 감소하였고($p<.05$), 대조군의 중재 전 피크 토크 값은 46.87±7.65이고, 중재 후 피크 토크 값은 47.13±7.66으로 이는 통계학적으로 유의한 차가 없었다(Table 4)(Fig. 3). 두 그룹의 피크 토크 값을 비교했을 때, 통계적으로 유의하였다($p<.05$)(Table 7).

Table 6. Comparison of peak torque on pre- and post-intervention 60° isokinetic exercise in groups.

(unit: Nm)

		M±SD	t-value	p
Icing group	pre	51.67±12.19	2.646	0.031
	post	47.00±13.07		
Control group	pre	46.87±7.65	-.338	0.741
	post	47.13±7.66		

Table 7. The difference between groups in peak torque of 60° isokinetic exercise.

	Icing group	Control group	t-value	p
	M±SD	M±SD		
post-pre	-4.47±6.96	0.33±2.97	-2.458	0.02

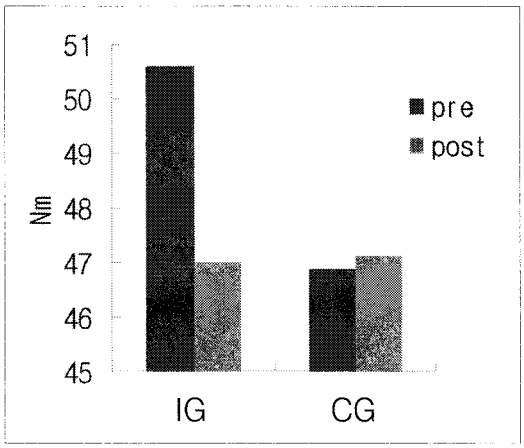


Fig. 3. Comparison of average peak torque value on pre-pro 60° isokinetic exercise in groups.

5. 각속도 120° 등속성 운동에서 피크 토크 값의 중재 전후 비교

냉적용군의 각속도 120°의 등속성 운동에서 중재 전 피크 토크 값은 20.00±5.73Nm이고, 중재 후 피크 토크 값은 18.20±3.84Nm이었다. 이는 통계학적

Table 8. Comparison of average peak torque value on pre-pro 120° isokinetic exercise in groups.

(unit: Nm)

		M±SD	t-value	p
Icing group	pre	20.00±5.73	2.156	0.049
	post	18.20±3.84		
Control group	pre	19.87±7.61	-.683	0.506
	post	21.20±9.03		

으로 유의한 차가 있었다. 대조군의 중재 전 피크 토크 값은 19.86±7.60이고, 중재 후 피크 토크 값은 21.20±9.02으로 이는 통계학적으로 유의한 차가 없었다(Table 5)(Fig. 4). 두 그룹간의 차이는 통계적으로 유의하였다(Table 9).

Table 9. The difference between groups in peak torque of 120° isokinetic exercise.

(unit: Nm)

	Icing group	Control group	t-value	p
	M±SD	M±SD		
post-pre	-1.80±3.23	2.67±5.35	-2.76	0.010

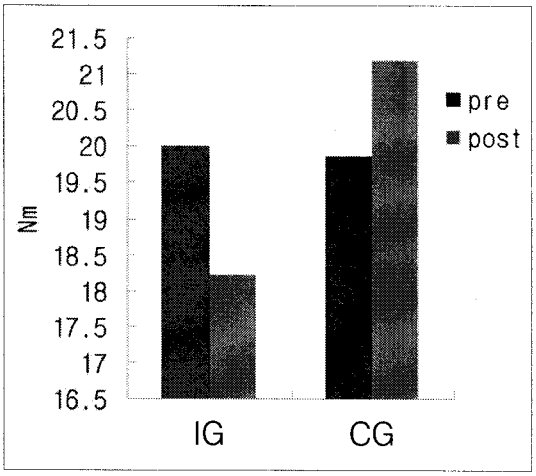


Fig. 4. Comparison of average peak torque value on pre-pro 120° isokinetic exercise in groups.

Ⅳ. 고 찰

체간의 피부온도는 약 33.9℃이며 이보다 11.1℃ 낮거나 8.3℃ 이상이 되면 피부 신경 섬유를 자극한다. 또한 피부의 국소적인 내인성은 4.4~43.3℃의 범위로 알려져 있으며 이 온도보다 낮거나 높으면 조직 손상을 일으킨다고 한다(Du Gas. 1983). 피부 온도 수용기가 자극되면 이 온도자극은 척수 내 신경섬유(anterolateral spinothalamic tract)를 따라 뇌로 전달되며 그곳에서 열, 냉, 통증으로 해석된다. 피부 순환은 동맥, 정맥, 세동맥을 통한 혈류로 구성되며 온도 조절에 관련된 혈관구조인 피하 정맥총(subcutaneous venousplexus)과 동정맥 문합혈관(anteriovenous shunt)이 있다. 피하 정맥총은 다량의 혈류를 보유 할 수 있어서 열을 체표면으로 나른다. 정맥총에 들어간 혈액의 양은 동정맥문합 혈관수축과 혈관 확장에 의해 조절되고 결국 신체로부터 잃은 열의 양을 조절한다. 손, 발, 입술, 코, 귀가 외부환경에 특히 노출되는 부위로서 이곳에는 문합혈관이 발달되어 있다(Sorensen. 1986).

냉의 생리적 효과는 근본적으로 열의 효과와 상반된다. 그러나 전체적인 반응의 결과는 유사하다. 열과 냉 모두 관절이나 골격의 병적 상태에 이차적으로 발생하는 근육경련 치료에 사용될 수 있다. 또한 근육경련 시에 동반되는 통증도 열과 냉 양쪽방법에 의해 감소되는데 두 방법 모두 통증 역치를 증가시킨다고 한다(강현숙, 1990; McCaffery 등, 1989).

냉적용의 장점은 통증 이완, 근경직 감소, 세포 물질대사 감소, 염증반응의 조절 등(Halvorson, 1990)이다. 그리고 냉치료는 신경전도 속도를 감소(Halar 등, 1980) 조직과 관절의 경직 감소(Hunter 등, 1952) 근육 활성 전극의 지속(Knight, 1985) 등이다. 또한 냉적용에 대한 근육의 생리적인 반응에서 근방추와 근신장(myotatic reflex) 반사는 변화되며, 근육 내 조직 온도가 감소 될 때 근방추의 민감성과 신경전위는 영향을 받는다(Halvorson, 1990; Kowal, 1983; McMaster, 1982; McMaster, 1977; Mecomber, 1971; Newton 등, 1965). 더하여 근방추에 대한 자극이 반사 순환에 자극을 더하더라도 증가된 근 활성화에 대한 신경전달은 운동신경 종말의 활성 전위를 감소하기 때문에 억제 된다(McMaster, 1982). Mecomber와 Herman(1971)는 아킬레스건에 냉적용을 한 후 신경전도속도, 연축, 활동전위 진폭의 감소를 확인하였다. 근수행력을 보다 정확하게 양적으로 기록하는 등속성 운동에서 냉적용을 한 근수행에서 근수행력이 의미있게 감소하였다고 보고하였다(Mattacola, 1993). 냉적용에 대한 근수축 속도와 힘 발생 능력은 감소하였고(Bergh와 Ekblom, 1979), Davies와 Young는 냉침수적용으로 하퇴 삼두근의 온도가 8.4℃로 줄어들었을 때 최대 긴장시간과 반감 시간이 의미있게 감소하였다고 하였으며, 또한 전기자극 주파수 40Hz에서 강축과 최대 자의적 수축, 피크출력과

평균 출력은 의미 있게 감소하였다. 이런 수행의 차이는 전기가 일으키는 힘 발생력과 수축력의 소실 때문이다(Davies와 Young, 1983). Adenosine triphosphate (ATP)의 합성속도도 근육의 온도에 영향을 받는다 (Ferretti, 1992).

한발 수직 점프 자세는 운동군의 기능 수행의 전통적인 측정 방식이며 (Andreson, 등 1991), 운동군과 측정을 요하는 참가들의 무산소 능력을 평가 방법이다(Harman, 1991; Semenick, 1990). 우리의 측정방법은 한쪽 발에 냉 적용을 하고 이 발에서 기능을 평가는 데 Risberg와 Ekeland(1994)가 제한하였다.

냉적용에 따른 한발 수직 점프는 실험군에서 통계적으로 유의한 차이를 보였으나($p<0.05$) 대조군에서는 통계적 차이를 보이지 않았다. 각속도 60°, 120°에서 피크토크는 실험군에서 유의하게 감소하였으나($p<0.05$) 대조군에서는 통계적 차이를 보이지 않았다. 이는 위에서 언급한 것과 일치하였다. 이는 앞에서도 언급한 것처럼 냉적용이 신경전도 속도를 감소(Halar 등, 1980) 시키며, 신경전달은 운동신경 종말의 활성 전위를 감소하기 때문에 결국 활동이 억제 되며(McMaster, 1982), 연축, 활동전위 진폭의 감소, 근수축 속도와 힘 발생 능력의 감소(Bergh와 Ekblom, 1979), 강축과 최대 자의적 수축 감소 (Mattacola 등, 1993), 피크출력과 평균 출력의 감소 (Ferretti 등, 1992), 기민성의 감소 등(LeBlanc, 1956)에 의하여 많은 생리적인 효과들이 실험군의 기능 수행에 부정적인 효과를 나타낸 것으로 생각된다.

냉적용에 따른 왕복달리기에서는 실험군이나 대조군 모두에서 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다($p<0.05$). 이는 냉적용에 따른 부정적인 효과보다 냉적용을 하지 않은 발과 같이 기능 수행을 하고 또한 선행적인 학습에 의한 효과가 더 크게 작용하여 통계적으로 유의한 차이가 나타나지 않은 것으로 보인다.

본 연구의 결과로 볼 때 냉적용이 기능수행에 부정적인 효과로 작용하는 것으로 사료되며 냉적용 시 얼마만큼의 효과가 지속적으로 적용되는지는 더 많은 연구가 진행되어야 한다고 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 발과 발목의 냉적용이 기능수행에 미치는 영향에 대해 2007년 6월 25일부터 8월 30일까지 대구 소재 D대학 학생 중 최근 6개월간 하지에 손상이 없고 평소에 특별한 운동을 하지 않는 남학생 30명을 대상으로 실험한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 왕복 달리기에서 중재 전과 후를 비교한 결과 실험군과 대조군 모두 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다. 두 그룹간에도 유의한 차이를 보이지 않았다.
2. 한발 수직점프에서 중재 전과 후를 비교한 결과 대조군에서는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았으나 실험군에서는 유의한 차이를 나타내었다. 두 그룹을 비교했을 때 유의한 차이가 있었다.
3. 각속도 60°에서 피크 토크는 중재 전과 후에서 대조군은 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았으나 실험군은 유의한 차이를 나타내었다. 두 그룹간에도 유의한 차이가 있었다.
4. 각속도 120°에서 피크 토크는 중재 전과 후에서 대조군은 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았으나 실험군은 유의한 차이를 나타내었다. 두 그룹간에도 유의한 차이가 있었다.

참 고 문 헌

강현숙. 열·냉요법, 대한간호. 1990;29(2):16-23.

민경옥. 온열 및 수치료. 대학서림. 1993.

배성수. 물리치료학 개론, 제4판, 서울, 영문출판사. 1999.

Anderson MA, Gieck JH, Perrin D, Weltman A, Rutt R, Denegar C. The relationships among isometric, isoitonic and isokinetic concentric and eccentric quarriceps and hamstrings force and three components of athletic performance. J Orthop sport Phys Ther. 1991;14:114-120.

Bassett SW, Lake BM. Use of cold applications in the management of spasticity; report of three

cases. Phys Ther Rev. 1958;38(5):333-334.

Bell KR, Lehmann JF. Effect of cooling on H- and T-reflexes in normal subjects. Arch Phys Med Rehabil. 1987;68(8):490-493.

Bugaj R. The cooling, analgesic, and rewarming effects of ice massage on localized skin.

Phys Ther. 1975 Jan;55(1):11-19.

Bergh U, Ekblom B. Influence of muscle temperature on maximal muscle strength and power output in human skeletal muscles. Acta Physiol Scand. 1979;107(1):33-37.

David H. Perrin. Isokinetic exercise and assessment. Canada : Human Kinetics Publishers Ltd. 1993; 3-31.

Davies CTM, Young K. Effect of temperature on the contractile properties and muscle power of triceps surae in humans. J Apple Physiol. 1983; 55:191-195.

Davies GJ, A Compendium of Isokinetics in Clincal Usage and Rehabilitation Techniques, ed 4.5 & S Publishing, Onalaska, WI. 1992.

Du Gas, B Witter. Introduction to Patient Care. Philadelphia : W. B. Saunders. 1983; 402-419.

Ferretti G. Cold and muscle performance. Int J Sport Med. 1992;13:(suppll):S185-S187.

Ferretti G, Ishii, Moia C, Cerretelli P. Effect of temperature on the maximal instantaceous muscle power of humans. Eur J Apple Physiol. 1992;64: 112-116.

Halra EM, DeLisa JA, Brozovich FV. Nerve conduction velocity: relationship of skin subcutaneous and intramuscular temeperatures. Arch Phys Med Rehabil 1980;61:199-203.

Halvorson GA. Therapeutic heat and cold for athletic injuries. Phys Sportsmed. May 1990:18: 87-94.

Harman E. The importance of testing power output. Natl Strength Con Assoc. 1991;13:72-73.

Hislop HJ, Perrine J, The isokinetic concept of exercise. Phy Ther. 1967;41:114.

Hunter J, Kerr EH, Whillans MG. The relationship between joint stiffness upon exposure to cold and the characteristics of synovial fluid. Can J Sports Med. 1952;30:367-377.

Kisner C, Colby LA : Therapeutic Exercise. Functional and Techniques. 3rd ed. F.A. Davis. 1996.

Knight KL. Cryotherapy: Theory, Technique, and Physiology. Chattanooga, TN:Chattanooga Corporation. 1995;149-169.

Knight KL. Guidelines for rehabilitation of sports injuries. In:Harvey JS, ed. Ckinics in Sports Medicine. Philadelphia, PA:WB Saunders Company. 1985;405-416.

Knutsson E, Mattsson E. Effects of local cooling on monosynptic reflexes in man. Scan J Rehabil Med. 1969;1(3):126-132.

Kowal MA. Review of physiological effects of cryotherapy. J Orthop Sport Phys Ther. 1983;5: 66-73.

LeBlanc JS. Impairment of manual dexterity in the cold . J Appl Physiol. 1956;9:62-64.

Lehmann J F, De Lateur B J. Cryotherapy in Lnhmann J F. Therapeutic Heat & Cold(4th Ed), Baltmore, Wiliarms & Wilkins. 563-602.

Levangie SM, Heny TJ. The physiological basis for open and closed kinetic chain rehabilitation for the upper extremity. J Sport Rehabil. 1996;5:71.

Lephart SM, Perrin DH, Fu FH, Minger K. Functional performance tests for the anterior cruciate ligament insufficient athlete. Athl Train, JNATA. 1991;26:44-50.

Mattacola CG, Perrin DH. Effects of cold water application on isokinetic strength of the plantar flexors. Isokiner Exerc Sci. 1993;3:152-154.

McCaffery M, Beebe A Pain-Clinical Manual for Nursiong Practice-St. Louis: C. V. Mosby. 1989; 145-155.

Mcmaster WC. A literary review on ice therapy in injury. Am J Sport Med. 1977;2:124-126.

Mcmaster WC. Cryotherapy. PHys Sportsmed. Nov

1982;10:112-119.

McMaster WC, Liddle S, Waugh TR.. Laboratory evaluation of various cold therapy modalities. Am J Sports Med. 1978;6(5):291-294.

McGowin HL. Effects of cold application on maximal isometric contraction. phys The Rev. 1967;47: 185-192.

Mecomber SA, Herman RM. Effects of local hypothermia on reflex and voluntray activity. Phys Ther. 1971;51(3):271-281.

Melzack R, Bentley K C. Relief of dental pain by ice massage of either hand or the contralateral arm. J Canad Dent Ass. 1983;4:257-260.

Newton MJ, Lehmkuhl D. Muscle spindle response to body heating and localized muscle cooling: implications for relief of spasicity.. J Am Phys Ther Assor.1965;45:91-105.

Moffroid M, Whipple R, Hofkosh J et al. A study of isokinetic exercise. Phys Ther. 1969;49(7): 735-747.

Petajan R.H, Watts N. Effects of cooling on the triceps surae reflex. Am J Phys Med. 1962;41: 240-251.

Risberg MA, Ekeland A. Assessment of functional tests after anterior cruciate ligament surgery. J Orthop Sports Phys Ther. 1994;19(4):212-217.

Semenick D. The vertical jump. Natl Strength Cond Assoc Jun/Jul. 1990;12:68-69.

Sorensen KC, Luckmann J. Basic Nursing. Philadelphia : W. B. Saunders. 1986;965-981.

Waylonis GW. The physiologic effects of ice massage. Arch Phys Med Rehabil. 1967;48(1): 37-42.