

38고유수용성감각은 근방추, 골지건 기관, 관절이나 관절낭, 인대에 분포하는 기계적 수용기에 의해 시각적
39정보 없이 신체 부위의 공간적 위치 혹은 움직임을 감지하는 무의식적인 감각정보이다.⁴⁾ 요통 환자의 경우
40고유수용감각 결손으로 인한 신경근 조절 능력이 상실되어 관절의 기능적 불안정성이 유발되어 재 손상의
41주요 요인으로 작용하고 있으며,⁵⁾ 육군창(2007)의 연구에 의하면 만성요통환자는 체간 위치 감지력 저하
42와 근육의 안정화가 떨어져 고유수용성감각이 저하되어 있다고 하였다.

43또한, 만성요통환자는 근육의 이완이 지연되는 현상으로 인해 안정 시 허리뼈 주위근(가장긴근, 허리엉덩갈
44비근 등)의 근활성도가 증가되어 있으며 요통 환자의 30~60%는 정상인에서 보이는 체간 굽힘 이완 현상
45이 나타나지 않는다.⁷⁾ 체간 굽힘 이완 현상이란, 정상인이 체간을 굽힘 시킬 때 허리뼈 주위근의 신장성 수
46축으로 근전도 신호가 증가되다가 체간 굽힘이 증가되면서 점차 근전도 신호가 감소하여 끝 범위까지 체간
47을 굽힘 시키면 허리뼈 주위근이 현저하게 이완되는 현상이다.⁸⁾ 요통 환자는 정상인에 비해 물건 들기, 물건
48놓기, 일어서기, 앉기, 계단 오르기를 할 때 모든 동작에서 가장긴근(longissimus), 허리엉덩갈비근
49(iliocostalis lumborum), 뭇갈래근(deep mulifidus)의 근활성도가 더 증가되어있다.⁹⁾

50요통을 관리하기 위한 치료법은 비수술적 처치로는 침상안정, 생활 스타일 변경(체중 감소, 금연, 운동 프로
51그램), 열 또는 한랭 치료가 있다.¹⁰⁾ 한랭과 온열은 일상생활에서 누구나 쉽게 적용할 수 있으며 안전하면서
52비침습적 치료로 비용 면에서도 저렴하다. 일반적으로 급성 및 아급성 손상 시에는 한랭 치료를, 만성 손상
53에는 온열 치료를 주로 사용한다.¹¹⁾

54손상된 조직에 온열치료를 하는 것은 통증과 근육의 경련을 감소시키기 위해 오래전부터 사용되어 왔다. 온
55열의 생리적 효과는 통증을 감소시키며, 혈류를 증가시키고 조직의 치유를 증진시키며, 근육을 이완시킨다.
56¹²⁾ 열의 국소적용은 근방추 자극역치를 낮추고 감마 날신경섬유 발화율을 낮추어 근육을 이완시킬 수 있는
57데, 이것은 근방추가 쉽게 흥분한다는 것을 뜻하며, 결론적으로 근육은 열이 적용되는 동안 아무런 자극이
58없으면 근전도상 반응이 없는 상태로 있을 수 있지만 아주 약간의 수의적 또는 수동적 운동이 일어난다면 날
59신경섬유 흥분을 일으켜 근육의 수축이 증가하게 된다.¹³⁾

60냉처치의 목적은 신체의 열을 억제하여 조직의 온도를 낮추는 역할을 하며,¹⁴⁾ 조직의 온도, 대사과정, 염증,
61통증, 순환, 조직의 경직, 근경련, 지연성 근통증 등을 감소시키기 위해 일반적으로 사용되고 있다.¹⁵⁾ 냉의
62국소적용은 국소 신경 활동을 감소시키며, 냉에 의해서 냉각이 일어나면 고리나선 신경종말과 꽃술 신경종
63말, 그리고 골지힘줄기관 신경종말의 모든 발화율이 느려지며 실제로 냉각은 들신경 활동률을 감소시키고
64근 긴장은 높이며 결론적으로 냉은 근방추의 자극역치를 높여서 근활동을 감소시킨다.¹⁶⁾

65선행 논문의 연구에 따르면 슬관절의 냉온처치 시 고유수용성감각 수용기에 영향을 미치며 운동 손상 예방
66과 재활치료에 효과적인 처치 방법으로 제시할 수 있을 것 같다고 발표했다.¹⁷⁾ 지금까지 온열과 한랭의 적용
67에 따른 신경생리학적 연구는 많이 있지만 만성요통환자를 대상으로 하여 허리의 냉온처치에 따른 고유수
68용성감각과 근활성도에 미치는 영향에 대한 연구는 아직까지 부족한 실정이다.

69이에 본 연구는 만성 요통으로 인한 허리의 고유수용성감각의 저하와 근활성도의 이상이 냉온처치로 인해
70변화가 있는지 알아보기 위해 실시하였다.

71

II. 연구 방법

721. 연구대상

73 본 연구의 대상자는 부산시 C대학교에 재학 중인 대학생 30명을 무선 표집하여 측정하였다. 실험 전 연구
74대상자들에게 연구의 목적 및 과정에 관한 설명을 한 후 동의를 받아 연구를 실시하였다. 대상자 30명 중 중

75재 방법에 따라 무작위로 냉처치군과 온처치군으로 나누었다. 본 연구에 참여한 연구대상자의 신체적 특징 76은 (Table 1)과 같다.

771) 참여기준

78(1) 만성적으로 3개월 이상 허리에 통증을 호소하는 VAS(Visual Analog Scale) 수준 4이상인 자

79(2) 20~25세인 자

80(3) 선 자세에서 극심한 통증을 느끼지 않고 허리 굽힘과 폼을 할 수 있는 자

812) 제외기준

82(1) 최소 6개월 이상 외과적 수술을 한 병력이 없는 자

83(2) 전정기관에 문제가 있거나 신경손상이 있는 자

842. 연구내용 및 절차

85 본 연구는 실험실 내의 실내온도 18.8°C를 유지한 상태로 온열과 한랭 처치를 실시하였으며 실험 절차는 86(Figure 1)과 같다.

871) 중재 방법

88(1) 냉 적용

89냉처치는 1kg의 아이스를 수건 한 장으로 감싸 만든 아이스팩(ice pack)을 이용하여 허리관절에 15분간 처 90치를 한 후,¹⁷⁾ 허리관절의 표면 온도를 측정하였다. 허리관절의 평균 표면온도는 적외선온도계(성광, 91TM330)를 이용하여 측정하였으며, ice pack 적용 시 22.23±1.75°C, 무처치 시 33.01±1.24°C를 유지 92하였다.

93(2) 온 적용

94온처치는 전기핫팩을 이용하여 허리관절에 15분간 적용하였으며, 온도 측정 방법은 냉처치와 같다. 이때 95핫팩(hot pack) 적용 시 36.99±1.40°C를 유지하였다.

962) 측정 방법

97(1) 재위치오류(reposition error) 측정

98능동적으로 관절의 위치감각을 정확히 재현할 수 있는 능력을 알아보는 검사로써 허리굽힘 목표각 30°, 9960°를 각각 재현하도록 하였다. 대상자에게 바로 선 자세에서 눈을 감은 후 허리굽힘 30°의 위치를 5초간 100알려주었다. 그 다음 다시 눈을 감은 채로 그 각도에 위치하도록 지시하여 오차를 측정하였다.⁶⁾ 허리 굽힘 10160°도 같은 방법으로 실시하였으며 모두 3회 측정하여 평균값을 사용하였다. 측정 자세는 (Figure 2)와 같 102다.

103(2) 근활성도 측정

104 냉온처치 전후의 근활성도를 비교하기 위하여 가장긴근(longissimus)과 허리엉덩갈비근(iliocostalis 105lumborum)의 근전도를 측정한다. SENIAM 지침에 따라 전극을 배치하였으며,¹⁹⁾ 가장긴근에 대한 전극은 106허리뼈 2번 높이에서 근육 섬유 방향과 평행하게하여 가시돌기로 부터 30mm 가쪽 지점에 부착하였다. 허 107리엉덩갈비근의 경우 전극은 허리뼈 2번의 높이에서 뒤엉덩뼈가시(posterior superior iliac spine)으로 108부터 손가락 한마디 정도의 거리와 갈비뼈의 가장 하부의 지점에 전극을 부착한다. 각 근육의 활동전위를 109표준화하기 위하여 최대 등척성 수축운동(MVIC)을 사용한다. 최대등척성 수축을 위한 근력자세는 팔과 다 110리를 30°정도 들게 하여 슈퍼맨 자세에서 30초간 유지하도록 실시한다 (Figure 3). 처치 전후의 근전도 비

111교자세는 30° 허리를 숙인 자세에서 30초간 측정한다. 전기적 잡음을 최소화 하기 위해 움직임을 제한하지
112않는 하에 피부에 테이프로 전극을 고정한다.

1133. 측정도구

1141) 적외선온도계(성광, TM330) : 무처치 시 온도와 냉온처치 후의 온도를 측정하기 위하여 적외선 온도계
115로 허리부위에서 2cm 간격을 두고 온도를 잰다 (Figure 4).

1162) surface EMG : 근육의 근 활성도를 보기 위해 근전도 4채널(LAXTHA Inc, LXM3204)를 사용하였다.

117전극 부착부위를 알콜솜으로 닦아 피부저항을 감소시켰고 전극을 부착한다. 시작과 끝부분에서 오차를 줄

118이기 위하여 처음 5초와 마지막 5초를 제외한 측정값을 사용하여 근전도값을 분석한다. 표면근전도 표본

119추출률은 521.4Hz 이었으며, 60Hz 노치필터와 5~500Hz 밴드패스필터를 사용한다. 수집된 신호는

120RMS(Root Mean Square)로 처리 분석한다 (Figure 5).

1213) 안드로이드 각도기 어플(Smart Tools co, 1.44ver, Republic of Korea) : 관절위치각각 측정 시 각도

122계는 안드로이드폰의 각도기 어플을 사용하고 허리띠는 배꼽위치에 하여 측정한다 (Figure 6).

1234. 자료처리 및 평가방법

124본 연구에서 얻어진 모든 자료는 윈도우용 SPSS ver 21.0 통계프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 구

125하였다. 모든 데이터는 정규성을 만족하여 모수적 검정방법을 사용하였으며, 처치방법에 따른 차이를 검증

126하기 위해 대응표본t-검정(paired t-test)을 실시하였다. 유의수준은 0.05로 설정하였다.

127

III. 결과

1281. 처치방법에 따른 관절위치각각

129목표각에 대한 오차들을 절대값으로 바꾼 후 얻은 재위치 오류 각도의 평균과 표준편차는 (Table 2)와 같다.

1301) 처치방법 간 관절위치각각 30° 결과 : 관절위치각각 30°에 대한 차이를 비교 분석 한결과 온처치 시에만

131통계적으로 유의한 결과가 나타났다.

1322) 처치방법 간 관절위치각각 60° 결과 : 관절위치각각 60°에 대한 차이를 비교 분석한 결과 처치방법간에

133통계적으로 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

1342. 처치방법에 따른 근활성도 결과

1351) 처치방법 간 가장긴근 근활성도 결과 : 온처치와 냉처치 시 가장긴근의 처치 전후 근전도 차이는 유의하

136게 있었으며 온처치의 경우 처치 후 근활성도가 높아졌고 냉처치의 경우 처치후 근활성도가 낮아졌다.

1372) 처치방법 간 허리엉덩갈비근 근활성도 결과 : 온처치 시 허리엉덩갈비근의 처치 전후 근활성도가 높게

138나타났으나 통계적으로 유의한 차이는 없었으며, 냉처치 후에도 근활성도가 낮게 나타났지만 유의한 차이

139는 없었다. (table 5)

140

IV. 고찰

141이 연구는 만성요통환자에게 냉온의 적용이 허리 관절의 위치감각에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위

142해 실시하였다. 20대의 만성요통환자 30명을 대상으로 냉온의 적용에 따른 근활성도의 변화와 체간 위치

143오류 각도의 차이를 비교하여 고유수용성감각에 미치는 영향을 알아보았다. 연구 결과, 온처치를 하였을 때

144근활성도가 증가하였고 냉처치를 하였을 때 근활성도가 감소하였으며 온열을 적용한 그룹의 30° 굽힘 자세

145에서 재위치 오류가 유의하게 감소하였다.

146만성 요통 환자들에게 많이 사용되는 보존적 치료 방법 중 하나인 냉온처치는 간편하고 일상생활에서 안전

147하면서 비용의 부담도 낮아 흔히 사용하고 있다.¹⁰⁾ 그러나 Costello와 Donnelly(2010)는 건강한 사람

148204명을 대상으로 냉처치를 사용하여 어깨 관절의 관절위치감각을 검사하였는데 냉처치의 적용은 고유수
149용성감각에 영향을 미치지 않는다는 사실을 확인할 수 있었다. 본 연구에서도 고유수용성감각은 처치방법
150간 30°에서만 온처치 시 유의한 차이가 나타났으며 냉처치 시에는 고유수용성감각에 영향을 미치지 않았기
151때문에 본 연구의 결과를 뒷받침할 수 있을 것이다. 반면 Uchio 등(2003)은 건강한 20명에게 냉각 패드를
15215분 동안 무릎관절에 적용하여 무릎관절 표면온도를 21-23°C로 유지하였을 때 무릎 관절이 더 뻣뻣해지
153고 위치감각의 민감도가 줄어든다는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구에서도 냉처치를 15분 실시하고, 표면
154온도를 22.23±1.75°C로 유지하여 같은 조건임에도 불구하고 결과가 다르게 나타났던 이유는 무릎관절은
155표면적이고 둘러싸고 있는 조직이 적어 냉처치 시 관절까지 온도가 전도되는 속도가 빠르지만 허리는 둘러
156싸고 있는 조직이 많아 냉이 전도되는 속도가 느렸기 때문으로 생각된다. 오재근 등(2016)은 무릎관절의
157냉온처치가 고유수용성감각 수용기에 미치는 영향에 대하여 실험을 하였는데 온처치를 실시하였을 때 관절
158위치감각의 재위치 오류가 유의하게 감소하였으며 이를 온처치가 고유수용성감각에 긍정적인 영향을 미친
159다고 보았다. 반면 본 연구에서는 재위치오류 측정에서 온처치 시 처치 방법 간 30°에서 유의한 차이를 나
160타냈지만 60°에서는 유의한 차이가 없었다. 이렇게 본 연구와 선행연구에서 차이가 나는 이유는 오재근 등
161(2016)의 연구에서는 건강한 20대 남성 16명이 대상이었고, 이들이 근골격계 질환이 없었던 것과는 달리
162본 연구의 대상자는 고유수용성감각이 손상된 만성 요통환자였기 때문에 차이가 있었을 것으로 생각한다.
16330°와 60°에서 차이가 있었던 이유는 허리굽힘 자세 30°에서는 뒤넙다리근의 장력이 발생하지 않지만
16460°에서는 뒤넙다리근의 장력이 발생하고 허리굽힘 횟수가 증가할수록 뒤넙다리근이 스트레칭되어 유연해
165짐에도 불구하고 대상자는 뒤넙다리근의 감각에 의존하여 재위치검사에 임하였을 것으로 사료된다.
166Lima 등(2018)은 만성요통환자는 정상인과 비교할 때, 일어서기, 앉기 등 일상생활 동작 시 허리엉덩갈비
167근의 근활성도가 증가되어 있으며 그 이유는 척추를 보호하기 위한 근육 방어작용의 부적응 때문이라고 하
168였다. 이처럼 만성요통환자는 통증뿐만 아니라 여러 이유로 인해서 허리 부위의 고유수용성감각이 저하되
169고 근활성도가 증가되어 있음을 알 수 있다.

170스포츠 분야에서 냉처치에 관한 연구는 다양하게 이루어지고 있으나 그 결과가 다소 상반된 것을 볼 수 있
171다. 많은 선행연구에서 근활성도가 감소하게 되면 고유수용성감각 또한 감소하게 되고 건조직의 탄성에서
172지가 감소하여 부상의 위험을 높일 수 있다고 하였다.²⁰⁾²¹⁾ 그러나, 이영신과 배세현(2017)은 냉처치의 적
173용시간에 따라 장딴지근의 근활성도에 미치는 영향에 대하여 연구하였는데, 냉처치 시 초기에는 근활성도
174가 증가하였으나 30분의 적용 후에는 근활성도가 감소함을 확인할 수 있었다. 본 연구에서도 15분간 냉처
175치를 하였으며 적용 전에 비해 유의하지는 않았으나 근활성도가 감소하는 것을 볼 수 있었다. Schmid 등
176(2010) 또한 무릎관절에 20분간의 냉처치를 실시한 후 근활성도가 낮아진 것을 보고하며 냉처치에 관해서
177는 추가적인 연구가 필요할 것이라고 제안하였다.

178최동미(2012)는 온처치가 씹기근의 근전도 활성과 근피로에 미치는 영향에 대하여 연구하였는데 10분간
179의 온처치 시 씹기근의 근활성도가 감소하였음을 알 수 있었다. 또한 이준희와 전재근(2012)의 연구에서도
180위팔두갈래근에 온처치 시 5분이 경과한 시점에서 근활성도와 근수축력이 가장 증가하였으며, 시간이 지날
181수록 근활성도가 감소한다고 보고하였다. Pireira 등(2011)의 연구에서도 16분의 온처치 시 위팔두갈래근
182의 근활성도와 근피로도가 감소한 것을 확인할 수 있었다. 본 연구에서는 15분간의 온처치 후 두 허리 근육
183의 근활성도가 모두 유의하지는 않았으나 증가하였는데, 위의 두 연구와 비교할 때 씹기근은 얼굴을 둘러
184싼 근육 중 가장 표면근이며 단일근이고 위팔두갈래근 또한 비교적 표면근에 속하는 것에 비해 허리의 가장

185긴근과 허리엉덩갈비근은 표면근이지만 씹기근이나 위팔두갈래근에 비하여 심부에 존재하기 때문에 열의
186전도 속도가 달라 근활성도가 높은 상태 였을 것이라고 사료된다. 또한 위의 두 연구는 말초혈관이나 근골
187격계 질환이 없는 정상인을 대상으로 한 것에 비해 본 연구의 대상자는 만성허리통증으로 인해 근활성도가
188증가되어 있어 다른 결과를 나타낸 것으로 생각된다.

189

190본 연구의 제한점은 만성 질환인 요통을 가진 환자에게 냉온을 처치하여 즉각적인 변화를 알아보았으나 시
191간이 지난 후의 변화를 살펴보지 않은 점이다. 또한 대조군을 이용하여 정상인과 비교하지 않았기 때문에
192만성요통환자들에게 냉온처치의 효과를 명확히 알기에는 어려움이 있었으며 연구대상자의 수가 적어 이를
193일반화하기 어렵다. 그러나 기존의 냉온처치에 대한 연구가 대부분 정상성인에게 이루어진 것과 달리 만성
194요통환자에게 냉온처치를 하였으며 이를 통해 근활성도와 고유수용성감각에 미치는 영향을 알아본 의미 있
195는 연구라 생각된다. 향후 연구에서는 요통환자들에게 냉온처치를 하여 시간에 따른 변화를 살펴보고 고유
196수용성감각과 근활성도의 변화를 알아보는 연구가 수행 되어야 할 것으로 사료된다.

197

V. 결론

198본 연구는 요통환자들을 대상으로 냉온처치에 따른 허리 관절의 고유수용성감각과 근활성도의 차이가 있는
199지를 알아보았으며 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

200냉처치 군과 온처치 군 모두 처치 후 허리 관절의 관절위치감각을 각각 30°와 60°에서 측정하였고 온처치
201시 관절위치감각 30° 측정 시에만 유의한 결과가 나타났기 때문에, 이는 냉온처치가 고유수용성감각에 영
202향을 미치지 않을 것이라고 사료된다. 그리고 근활성도에서는 가장긴근(longissimus)은 유의한 차이가 있
203었고, 허리엉덩갈비근(Iliocostalis lumborum)의 경우에는 유의한 차이가 없지만 온처치시에 근활성도가
204증가되었고, 냉처치 시에는 근활성도가 낮아진 것을 확인할 수 있었다.

205본 연구에는 단기간 온처치를 실시하였지만 장기간의 온처치 후에는 근활성도의 감소를 예견할 수 있기 때
206문에 요통환자의 온처치에 대한 연구가 활발히 이루어져야 할 것으로 생각된다.

207

208References

2091. Chae-Woo Lee, Hyeon-Su Kim, In-Sil Lee. The effect of Horse-Riding Exercise on the Balance Ability in the
210Chronic Low Back Pain Patients. Journal of The Korean Society of Integrative Medicine. 2014;2(1):101~108.

2112. Tae-Woo Kang & Young-Jeon Kim. The Effects of Lumbar Stabilization Exercise in Male Worker with Low Back
212Pain. Journal of Special Education & Rehabilitation Science. 2015;54(4):31-44.

2133. Tae-Sung Ko, Ho-Bal Jung, Jeong-Ah Kim. The Effects of Thoracic Mobilization on Pain, Disability Index and
214Spinal Mobility in Chronic Low Back Pain. J Special EduRehabil Sci. 2009;48(2):115-137.

2154. Bayramoglu M, Toprak R, Sozay S. Effects of Osteoarthritis and Fatigue on Proprioception of the Knee Joint. Arch
216phys Med Rehabil. 2007;99:346-350.

2175. Jin-Mo Yang & Suhn-Yeop Kim. The Effect of Thoracic Joint Mobilization on Pain, Proprioception and Static
218Balance in Patients With Chronic Low Back Pain. Phys Ther Korea. 2015;22(3):1-11.

2196. Goon-Chang Yuk, Jin-Tae Han, Hyun-Suk Shin, Ho-Geon Lee, Rae-Joon Park. The Comparison of Trunk
220Repositioning Errors in Individuals with and without Low Back Pain at Different Postures. Journal of the Korean
221Society of Physical Medicine. 2008;3(2):63-74.

2227. Shirado O, Ito T, Kaneda K, Strax T. E. Flexion-Relaxation Phenomenon in the Back Muscle: A Comparative Study
223Between Healthy Subjects and Patients with Chronic Low Back Pain. *American Journal of Physical Medicine &*
224*Rehabilitation*. 1995;74(2):139-144.

2258. Colloca C. J & Hinrichs R. N. The Biomechanical and Clinical Significance of the Lumbar Erector Spinae
226Flexion-Relaxation Phenomenon: A Review of Literature. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*.
2272005;28(8):623-631.

2289. Lima M, Ferreira AS, Reis FJJ, Paes V, Meziat-Filho N. Chronic Low Back Pain and Back Muscle Activity During
229Functional Tasks. *Gait Posture*. 2018;61:250-256.

23010. Harwood MI & Smith BJ. Low Back Pain: A Primary Care Approach. *Rheumatology*. 2005;7:279-303.

23111. Grana WA. Physical Agents in Musculoskeletal Problem: Heat and Cold Therapy Modalities. *Instr Course Lect*.
2321993;42:439-42.

23312. Lehman JF & Delateur BJ. *Therapeutic Heat and Cold*. 4th ed. Baltimore, Williams & Wilkins. 1990.

23413. Fishcher E & Soloman S. *Therapeutic Heat and Cold*. New haven, CT:Elizabeth Licht. 1972.

23514. Khanmohammadi R., Someh M, Ghafarinejad F. The effect of Cryotherapy on the Normal Ankle Joint Position
236Sense. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2011;2(2):91-98.

23715. Halvorson G. A. *Therapeutic Heat and Cold for Athletic Injuries*. *Physician and Sports Medicine*. 1990;19:87-94.

23816. William E. *Therapeutic Modalities in Rehabilitation*. 4th ed. New York. McGraw-Hill Medical . 2011.

23917. Costello J. T. & Donnelly A. E. Cryotherapy and Joint Position Sense in Healthy Participants: Asystematic
240Review. *Journal of Athletic Training*. 2010;45(3):306–316.

24118. Jae-Keun Oh, Sung-Woo Kang, Shun-Zhe Piao. Differences in Knee Joint Proprioceptive Capabilities According
242to Hot and Cold Stimulation. *Sport Science*. 2016;33(2):125-135.

24319. Hermens H.J, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G, Development of Recommendations for SEMG Sensors and
244Sensor Placement Procedures. *J. Electromyogr. Kinesiol*. 2000;10(5):361–374. .

24520. Yuji Uchio MD, Mitsuo Ochi MD, Atsushi Fujihara RPT, Nobuo Adachi MD, Junji Iwasa MD, Yasuo Sakai MD.
246Cryotherapy Influences Joint Laxity and Position Sense of the Healthy Knee Joint. *Archives of Physical Medicine and*
247*Rehabilitation*. 2003;84(1):131-135.

24821. Viitasalo JT, Salo A, Lahtinen J. Neuromuscular functioning of athletes and nonathletes in the drop jump. *Eur J*
249*Appl Physiol* 1998;78(5):432–40.

25022. Young-Sin Lee, Sea-Hyun Bae. The Effect of Transfer Modality, Temperature, and Application Time on
251Gastrocnemius Muscle Activation in Healthy People. *J Korean Soc Phys Med*. 2017;12(2):1-8.

25223. Schmid S, Moffat M, Gutierrez GM. Effect of Knee Joint Cooling on the Electromyographic Activity of Lower
253Extremity Muscles during a Plyometric Exercise. *J Electromyogr Kinesiol*. 2010;20(6):1075-81.

25424. Dong-Mi Choi. Effect of Superficial Heat Therapy on the Electromyographic Activity and Fatigue of the Human
255Masseter Muscle. Department of Dental Science School of Dentistry, Chonnam National University.

25625. Joon-Hee Lee & Jae-Keun Jeon. Change of Isometric Contractile Force and Muscle Activity Applying Ice and Hot
257According to the Time on Biceps Brachii Muscle. *Journal of Digital Convergence*. 2012;10(11):459-465.

25826. Wagner Menna Pereira, Luiz Alfredo Braun Ferreira, Luciano Pavan Rossi, Ivo Ilvan Kerpens, Luanda Andre,
259Collange Grecco St, Alderico Rodrigues de Paula Jr, Claudia Santos Oliveira. Influence of Heat on Fatigue And

260Electromyographic Activity of the Biceps Brachii Muscle. Journal of Bodywork & Movement Therapies. 2612011;15:478-484.

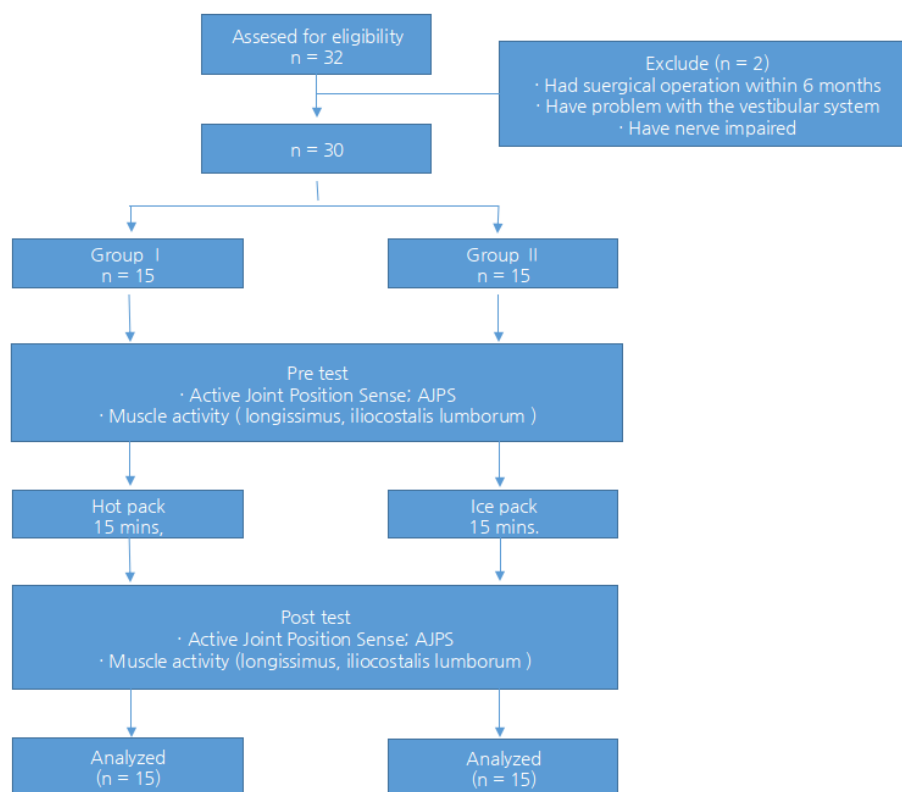
26227. Sandra E, Paul S, Steve R., Jackie H, Neil E. Short-Term Effect of Superficial Heat Treatment on Paraspinal 263Muscle Activity, Stature Recovery, and Psychological Factors in Patients With Chronic Low Back Pain. Archives of 264Physical Medicine and Rehabilitation. 2012;93(2):367-372.

265

266Table 1. General characteristics of subjects

	Group I (hot)	Group II (ice)
sex(male/female)	4/11	6/9
age(y)	22.07±1.22	21.93±1.16
height(cm)	162.1±9.30	163.42±5.65
weight(kg)	52.8±8.63	56.4±9.19
Visual Analog Scale	6.19±0.94	6.32±0.82

(mean±SD)



267

268

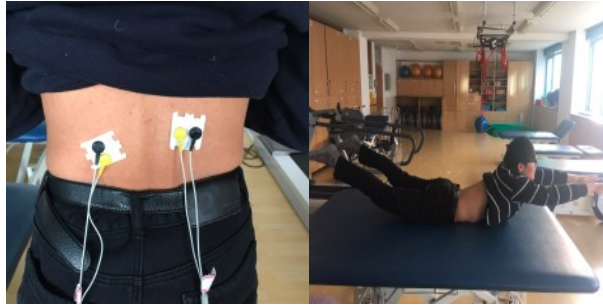
Figure 1. Flow diagram of the study

269



270
271

Figure 2. Starting position



272
273
274

Figure 3. Left : EMG pad attachment, Right : superman position for MVIC



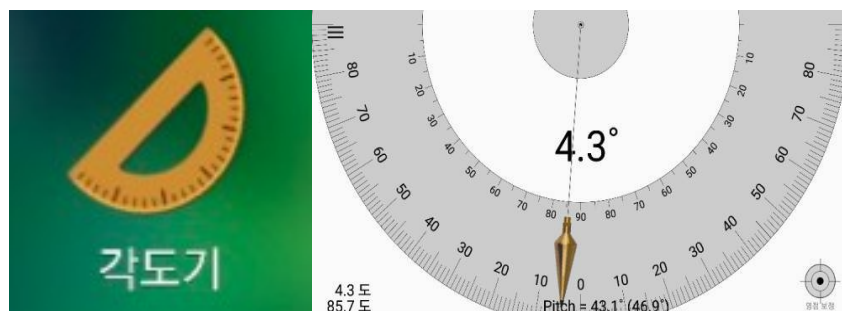
275

Figure 4. Infrared Thermometer



276
277

Figure 5. surface EMG



278

279

Figure 6. Protractor application

280

281Table 2. Comparison of reposition errors for each group

variables		pre	post	post-diff.	t	p
30°	Group I (Hot)	9.64±7.99	10.26±9.02	.62	.233	.819
	Group II (Ice)	11.44±5.18	6.85±4.98	-4.59	-2.494	.026*
60°	Group I (Hot)	4.83±5.78	5.72±5.43	.89	.556	.587
	Group II (Ice)	8.05±9.19	4.62±3.79	-3.42	-1.444	.171

(mean±SD, *p<.05)

282Table 3. Comparison of muscle activities between for each group

variables		pre	post	post-diff.	t	p
longissimus	Group I	57.19±24.81	49.03±18.91	-8.16±12.69	-2.492	.026*
	Group II	41.59±14.70	52.59±23.62	11.00±19.04	2.238	.042*
iliocostalis - lumborum	Group I	48.92±26.20	45.66±24.64	-3.26±10.38	-1.218	.243
	Group II	38.90±17.42	41.76±17.02	2.85±14.76	.749	.466

(mean±SD, *p<.05)

283