

무릎밴드 가압과 가온요법이 퇴행성 무릎관절염 노인의 혈류속도에 미치는 효과

김남임 · 홍경희[†]
충남대학교 의류학과

The Effect of Compression Knee Band and Heat Treatment on Blood Velocity of the Elderly with Osteoarthritis

Nam Yim Kim, and Kyunghi Hong[†]

Dept. of Clothing & Textiles, Chungnam National University; Daejeon, Korea

Abstract : The purpose of this study was to investigate the change in blood velocity(mm/sec) when compression and/or heat were applied to the knee joint for the elderly who has both normal and painful legs with osteoarthritis(OA). Experimental compression knee band was prepared from the 3D knee data of the average women in 60's. 3D replica of knee was reduced by 7, 10, and 13% from the nude pattern in course direction. Clothing pressure was measured at the front and back of each healthy and painful knee of elderly women for one minute while standing and sitting on the chair. Blood velocity was measured at 13 cm upper from the mid-patella for 15 minutes. Results are as follows: first, compression or heating treatment itself did not change blood velocity of both legs; second, combination treatment with heating and compression was effective to increase blood velocity. In details, for healthy legs, combination treatments with compression by 10% reduced pattern(about 1.3kPa) and heating(43°C) induced the maximal blood velocity, however, for knees with OA, 7% reduced pattern(about 1.0kPa) with simultaneous heating(43°C) was more effective than other cases. These results indicated that pain and spasticity of knee joint with OA could be reduced by applying heat and compression therapy, where the compression level of painful knee should be slightly lower than of healthy leg.

Key words : osteoarthritis(퇴행성관절염), heating therapy(가온요법), compression therapy(가압요법), blood velocity(혈류속도), clothing pressure(의복압)

1. 서 론

첨단 의료기술과 경제수준이 향상되면서 세계적으로 평균 수명은 지속적으로 증가하면서 65세 이상의 고령인구는 꾸준한 증가를 나타내고 있다. 연령이 높아질수록 건강이 악화되면서 우울과 불안, 자아 존엄감 상실 등 정서적인 불안감을 유발하면서 삶의 질이 현저히 떨어지게 된다. 건강문제의 경우 특히, 만성퇴행성 질환을 갖고 있는 노인인구 비율이 86.6%로 가장 높았으며 가장 발병률이 높은 신체 부위는 무릎으로 나타났다. 퇴행성 질환은 노화가 진행되면서 관절의 가동을 부드럽게 해 주고 충격을 흡수하는 연골(cartilage)이 마모되어 유발한다. 특히, 무릎관절은 동작 시 굴곡과 신전 운동이 가능한 경첩관절로 반복적이고 높은 동적부하로 더 악화시킨다고 보고되고 있

다(Choi, 2016; Lee & Park, 2013; Mills & Hunter, 2014; Park et al., 2008).

퇴행성관절염 질환은 현재까지 병리적 진행과정을 멈추게 하는 극적인 치료법은 없고, 다만 통증경감 및 기능적 능력을 유지해주기 위한 약물 및 비약물적 치료와 같은 간호중재방법(nursing intervention)이 주로 시행되고 있다(Han & Park, 2013). 약물치료는 통증 경감을 위해 빈번하게 약물을 복용하게 되면 피하조직이 위축, 피부 탈색, 위통, 소화불량 등 스테로이드 과다사용으로 약물 부작용 또는 합병증과 같은 이차적인 통증을 유발할 수 있다(Chung & Cho, 2015; Hong, 2007). 비 약물적 요법은 주로 가온요법(heat therapy), 침술(acupuncture), 레이저요법(laser therapy), 전기자극법(electrogalvanic stimulation therapy), 키네시오 테이핑(Kinesio taping therapy) 요법, 운동요법(Exercise therapy) 등이 있다(Kim et al., 2012). 이러한 요법 중에서 특히, 가온요법은 특별한 훈련이나 기술 없이도 가정에서 누구나 손쉽게 수행할 수 있는 것으로 피부온도보다 더 높은 온도를 적용하면 혈액순환에 도움이 되고 상처치유에 효과가 있다(Kim & So, 2012). 특히, 관절염 환자를 대상으로 시행하면 통증경감, 근·관절기능향상, 수면 등에 효과가 있어 증상관리를 위한 목적으로 사용된다(Khanafer et al.,

[†]Corresponding author; Kyunghi Hong
Tel. +82-42-821-6826, Fax. +82-42-821-8887
E-mail: khhong@cnu.ac.kr

© 2016 (by) the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

2007; Kim et al., 2013; Lee, 2006; Ochiai et al., 2014; Son et al., 2008).

퇴행성 무릎관절염 환자를 대상으로 가온요법을 실시한 선행연구를 살펴보면, Ochiai et al.(2014)는 수면시간만 제외하고 40°C의 발열시트를 6일 동안 매일 무릎에 붙이고 설문지법으로 평가하였는데 통증감소와 관절가동범위를 증가시키는데 도움이 되었다고 하였다. Son et al.(2013)는 세라믹 원적외선, 탄소 면상발열체를 적용하고 통증의 정도에 대해 시각상사척도법(Visual Analog Scale, VAS)으로 확인했을 때 세라믹 원적외선과 탄소 면상발열체를 환부에 시행하면 통증을 완화시키는데 도움이 되었다고 하였다. Kim et al.(2003)은 가온요법을 기상 전, 활동 중, 취침 전에 적용하였는데 적용 시기에 따른 유의차는 없었고, 통증완화, 불편감, 관절가동범위를 증가시키는데 도움이 되었다고 하였다. 위에서 언급한 선행연구 대부분은 가온요법을 시행하고 통증, 관절가동범위 등에 대한 효과를 VAS이나 설문지법으로 접근한 것으로 이를 정량적 수치로 객관화시키지 못했다는 한계점을 확인할 수 있다. 그런가 하면 환부에 가온요법을 적용하고 혈류측정법으로 접근한 연구도 다수 진행되었고 혈류흐름에 도움이 되었다고 하였다(Heinonen et al., 2011; Kim & So, 2012; Okada et al., 2005).

키네시오 테이핑 요법은 스포츠 현장 및 환자들의 근골격계의 기능 증진, 통증감소, 피로회복 등을 위해 광범위하게 사용되고 있다. 특히, 퇴행성 무릎관절염 환자를 대상으로 테이핑 요법을 적용한 다수의 연구에서는 통증완화(Lee et al., 2008; Son et al., 2008), 관절가동범위 증가 및 근기능 회복(Han & Park, 2013; Son et al., 2008)에 대해 검증하였다. 그러나 대부분의 연구에서 통증완화에 대한 효과를 VAS로 검증이 이루어졌고 테이프의 어떠한 메커니즘으로 인해 통증이 완화되었는지에 대해서는 충분한 설명이 없었다. 키네시오 테이핑의 효과를 극대화시키기 위해서는 테이프를 환부에만 붙이는 것이 아니고 통증이 있는 근육의 시작과 끝을 정확하게 찾아 근육의 크기 및 형태를 고려하여 테이프의 길이를 조절한 후 정확한 위치에 붙여야 한다. 또한 민감한 피부는 테이프의 접착제로 인해 피부 가려움, 발진 등 피부 장애를 유발할 수 있고 필요에 따라 붙었다 떼었다 하는 번거로움이 있다. 이러한 이유로 키네시오 테이핑 요법은 퇴행성 무릎관절염 환자 스스로 시행하는 것에 한계가 있어 전문가의 도움이 필요하다고 사료된다.

최근에는 이러한 테이프의 단점을 극복하고 테이핑과 유사한 효과를 나타내는 컴프레션 제품에 대한 연구가 지속적으로 이루어지고 있다. 컴프레션 의복이 인체 성능에 미치는 효과가 과학적으로 입증되면서 국·내외에서는 스포츠 현장 및 의료계 등에서 광범위하게 사용되고 있다. 스포츠 현장에서는 이 제품군이 근육의 진동 억제, 피로감 경감, 부상방지 및 운동 능력을 향상시켜 퍼포먼스에 효과적이라고 보고하고 있다(Duffield et al., 2016; MacRea et al., 2011). 의료분야에서는 체조직에 압력이 가해져 여과역제 작용을 유도하여 혈액순환을 원활하게 하고 부종 제거 및 예방에 효과가 있다고 하였다(Bone et al.,

2013; Bouman et al., 2016; Liu et al., 2008; Nakanishi et al., 2016; Yasuda et al., 2015). 그러가 하면 하지 정맥류 환자에게 적절한 가압수준을 적용한 가압스타킹을 신기면 하지 부종과 혈류정체를 막아주는 효과가 있고(Blättler et al., 2016; Chassagne et al., 2015), 화상환자 또는 외상 수술로 수술을 받은 환자에게는 피부 조직의 회복과 수술로부터 빠른 회복(Zohreh et al., 2009)에 효과가 있다고 하였다. 이상과 같이 위에서 언급한 가압효과는 적절한 수준으로 가압할 때 기대할 수 있는 가압효과이다. 가압이 너무 낮으면 혈류의 변화는 거의 없고, 가압이 너무 높으면 오히려 혈액순환 장애를 초래할 수도 있다(Bochmann et al., 2005).

위와 같이 컴프레션 웨어 착용효과를 검증한 다수의 연구에서는 하지 정맥류 환자, 화상 또는 외과적 수술을 받은 환자가 대부분이었고 퇴행성 무릎관절염 환자를 대상으로는 거의 진행되지 않았다. 또한 컴프레션 제품의 착용 효과를 극대화시키기 위한 적정 가압수준에 대해서도 거의 언급이 없다. 컴프레션 웨어의 착용 효과를 검증한 연구들은 주로 일반 루즈 핏의 스포츠웨어와의 비교 또는 컴프레션 웨어 착용 전과 착용 후에 대한 대응비교로 제한적이었다. 반면, Kim(2016)은 혈액순환에 도움이 되는 정도의 압력수준을 선정하기 위해 가압수준을 높여가며 혈류변화를 확인하였다. 가장 낮은 수준에서는 혈류변화가 거의 없었고, 적정 수준에서는 혈류속도가 증가한 반면, 가장 높은 수준으로 가압했을 때에는 오히려 혈류속도가 감소되었다고 발표했다. 따라서 본 연구에서는 퇴행성 무릎관절염 질환을 한쪽 무릎에만 갖고 있는 피험자를 대상으로 양쪽 무릎의 혈류속도 측정을 통해 통증 및 관절의 뻣뻣함을 완화시키는데 가장 적절한 무릎밴드 가압수준을 알아보고 이 때 가열을 병행했을 때의 혈류속도 변화를 알아보고자 한다.

2. 연구방법

2.1. 피험자 선정

본 연구를 위한 피험자는 70대 여성 6인(키: 158.4±2.9cm, 체중: 60.7±4.2kg)으로 한쪽 다리는 정상이고 다른 쪽 다리는 퇴행성 무릎관절염 질환을 갖고 있는 환자들로 무릎 외 다른 근·골격계나 신경계에 문제가 없는 자들로 선정하였다. 실험 전 사전 모임을 통해 본 연구의 목적 및 방법에 대해 충분한 설명을 듣고 이 연구에 자발적으로 참여의사를 밝힌 대상자를 선정하여 연구를 진행하였다.

2.2. 컴프레션 무릎밴드형 실험복 제작

1) 소재 신장률 측정

사용된 소재는 신축성이 우수한 CDP(Cation Dyable Polyester) 77%, 폴리우레탄(polyurethane) 23%로 조성된 스트레치 원단으로 두께는 0.55mm이다. 본 연구의 실험복은 무릎에 완전히 밀착되는 형태로 원형패턴에서 일정량을 축소시킨 축소패턴으로 제작하였다. 컴프레션 제품은 원형패턴에서 사용목적과

Table 1. Mechanical characteristic of the experimental knit

Fiber contents	'% stretch' measured by Zigert & Keil(1988)	Thickness
CDP(Cation Dyable Polyester) 77% Polyurethane 23%	Wale 9.75% Course 14.1%	0.55mm

용도에 따라 축소한 축소패턴을 사용하게 된다. 그러나 소재마다 섬유 조성률과 역학적 특성이 다르기 때문에 소재의 신장률을 측정하고 이를 고려하여 축소패턴을 전개하는 것은 매우 의미 있는 것이다(Kim et al., 2015). 이에 본 연구에서는 소재 신장률 측정은 Zigert and Keil(1988)이 비교적 명확한 표준 규격의 ASTM D2594를 응용하여 제안한 방법으로 측정하였고, 소재 신장률 측정값은 Table 1과 같다.

2) 3차원 원형패턴 및 축소패턴 전개

컴프레션 무릎밴드형 실험복의 길이 설정은 의자에 앉았을 때 실험복이 흘러내리지 않고 무릎 부위 및 발열체를 완전히 커버할 수 있는 적절한 길이로 무릎 중앙점을 기준으로 대퇴방향으로 15cm, 발목방향으로 16cm로 선정하였다. 원형패턴으로의 전개는 Size Korea(<http://sizekorea.kats.go.kr>)에서 제공하는 60대 여성 평균 치수의 3차원 인체데이터를 사용하여 3차원 솔루션인 Giomagic Design X(3D system, USA)프로그램 상에 직접 디자인 라인을 도식하고(Fig. 2(a)), 2C-AN프로그램(Korea Patent No. 10-0115130, 2009)을 사용하여 2차원 평면으로 전개한 다음 이를 Yuka CAD(Youthhitec, Korea)로 원형패턴을 완성하였다(Fig. 1(b)). 무릎밴드는 오른쪽 다리를 기준으로 패턴을 전개하였고, 이를 반전하여 왼쪽 다리의 패턴으로 활용하

였다. 피험자 6인은 다리의 길이 및 둘레 치수가 모두 다르기 때문에 개인 맞춤형으로 제작하여 사이즈 부정확으로 인해 유발되는 오차를 최소화하였다. 피험자 각각의 원형패턴은 앞서 진행한 60대 여성의 원형패턴을 사용하여 피험자 각각의 인체치수를 대입한 후 조절하여 전개하였다.

축소패턴으로의 전개는 Lee et al.(2015)는 무릎 안전성을 위한 컴프레션 웨어 설계 시 소재 신장률을 고려하고 웨일(wale) 방향으로 50%(패턴 축소율 9%) 코스(course) 방향으로 66%(패턴 축소율 16%)를 적용했을 때 착용 쾌적감이 우수하다고 하였다. 이에 본 연구에서는 Lee et al.(2015)의 연구를 기준으로 Table 2, Fig. 1(c)와 같이 원형패턴에서 코스방향으로만 3단계로 축소하였고, 가압수준이 다른 3종 컴프레션 무릎밴드 형태로 제작하였다. Band-7은 가장 낮은 가압단계로 Zigert와 Keil의 신장률(Z 신장율)에 대해 50%(패턴 축소율 7%), Band-10은 보통단계로 Z 신장율의 70%(패턴 축소율 10%)를 적용하였다. 그리고 Band-13은 압력수준이 가장 높은 형태로 Z 신장율의 90%(패턴 축소율 13%)를 적용하였다.

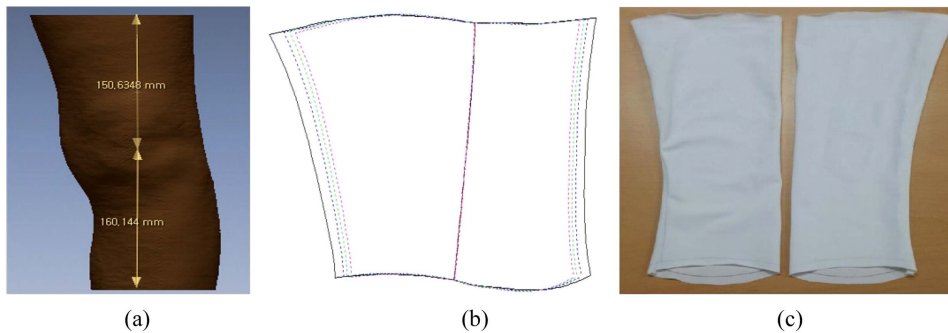
2.3. 객관적 및 주관적 평가

1) 의복압 측정

가압수준이 다른 3종 컴프레션 무릎밴드의 압력정도를 확인

Table 2. Stretchability and pattern reduction of experimental compression bands

Experimental bands	'% stretch' measured by Zigert & Keil(1998)		Z-applied % stretch		Pattern reduction rate (%)	
	Wale	Course	Wale	Course	Wale	Course
Band-7				50		7
Band-10	9.75	14.1	0	70	0	10
Band-13				90		13



(a: 3D image, b: 2D nude pattern, c: compression knee band)

Fig. 1. Experimental compression knee band using 3D data.

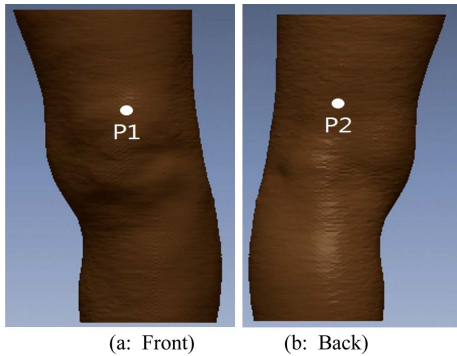


Fig. 2. Measurement points of clothing pressure.

하기 위해 의복압을 측정하였다. 측정장비는 공기 주입식 의복압 센서 AMI3037-2(AMI Techno, Co, Ltd., Japan)를 사용하였고, 측정위치는 Fig. 2와 같이 P1(앞면)과 P2(후면)에서 각각 1곳씩 총 2곳에서 측정하였다. 측정은 서 있는 자세와 의자에 앉은 자세에서 각각 1분간 측정하고, 측정값의 앞·뒤 10초 값은 노이즈로 처리한 후 40초에 대한 평균값을 사용하였다.

2) 혈류속도(blood velocity) 및 피부온(skin temperature) 측정
본 실험에 앞서, 맨다리 상태의 정상무릎에서 기본 혈류속도 및 피부온을 15분 동안 측정하고 스트레칭 및 가볍게 걷기 등을 20분 동안 한 뒤 퇴행성 무릎관절염 다리에 대해서도 같은 방법으로 측정하였다(Fig. 3(a)). 본 실험에서는 무릎밴드 종류를 랜덤하게 착장 후 다리에 대한 순서효과를 배제하기 위하여 하루에 가온, 가압, 가온과 가압 병행 중 하나의 실험 조건에 대하여 한 다리만 실험하였다. 측정시간은 피험자별로 동일한 시간대에서 측정을 하였고 측정 전날에는 피험자의 건강상태를 확인하였다. 측정 당일에는 피험자가 실험실에 도착하면 20분 동안 호흡을 안정화시키고 적외선 체온계(IRT 4520, Mexico)로 귀내온을 측정하여 체온이 정상범위에 있는지 확인하였다. 측정위치는 의자에 앉았을 때 무릎 중앙점에서 상측 대퇴방향으로 13cm 올라온 지점으로 무릎밴드로 피복되는 부분을 고려하여 선정하였다. 피험자 전원을 대상으로 동일한 위치에서 측정하기 위해 피험자들의 양쪽 다리에 측정위치를 표시하였다.

혈류속도 측정 장비(FLO-C1 OMEGAWAVE, INC., Japan)는 비침습적인 레이저 도플러 방식으로 비교적 간단한 조작으로 말단뿐만 아니라 인체 모든 부위에서 측정이 가능하고 미세혈류변화를 비교적 정확하게 측정할 수 있는 장비이다.

피부온 측정장비(LT-8, Technox, INC., Korea)를 사용하였고, 측정위치는 Fig. 3(a)와 같이 무릎 중앙점에서 상측 대퇴방향으로 2cm 올라온 지점으로 선정하였고 피험자 전원 동일한 위치에서 측정하였다.

가온요법 시 온도설정은 Ochiai et al.(2014)의 연구를 토대로 예비평가에서 피험자 1인(키: 157cm, 체중: 62kg)을 대상으로 Fig. 3(b)와 같이 발열체(BD1311, Bandi INC.)를 3개를 붙였을 때 피부온은 약 43°C로 이를 적용하여 본 실험을 진행하였다. 수집된 모든 데이터는 앞뒤 1분씩 2분은 노이즈로 처리하고 13분에 대한 평균값을 사용하였다. 혈류속도 측정 결과 분석은 SPSS STATICS 20.0을 이용하여 일원배치분산분석(ANOVA)과 사후검증(Duncan)을 실시하였다.

3) 주관적 평가

주관적 평가는 퇴행성 무릎관절염 다리에 대해서만 평가가 이루어졌다. 실험대조군(맨다리)에 비해 가온, 가압, 가온과 가압 병행요법을 각각 시행했을 때 통증 및 관절의 뻣뻣함에 영향을 미치는지 확인하고자 평가를 실시하였다. 피험자는 실험실에 도착하면 맨다리 상태에서 20분 동안 의자에 앉았다가 시간이 경과되면 ‘의자에서 일어서기, 앉기’ 동작을 3회 반복 실시하고 각각의 설문항목에 응답하였다. 가온, 가압, 가온과 가압 병행 요법을 적용했을 때에 대한 평가는 앞서 진행한 혈류속도 및 피부온 측정이 종료된 직후 동일한 동작을 실시하고 평가하였다. 평가는 5점 리커트 척도(1-매우 심하지 않다, 2-심하지 않다, 3-보통이다, 4-심하다, 5-매우 심하다)로 점수가 높을수록 통증강도가 심하고 관절이 뻣뻣함을 의미한다.

3. 결과 및 논의

3.1. 의복압 측정

3중 컴프레션 무릎밴드(band-7, band-10, band-13)의 의복압

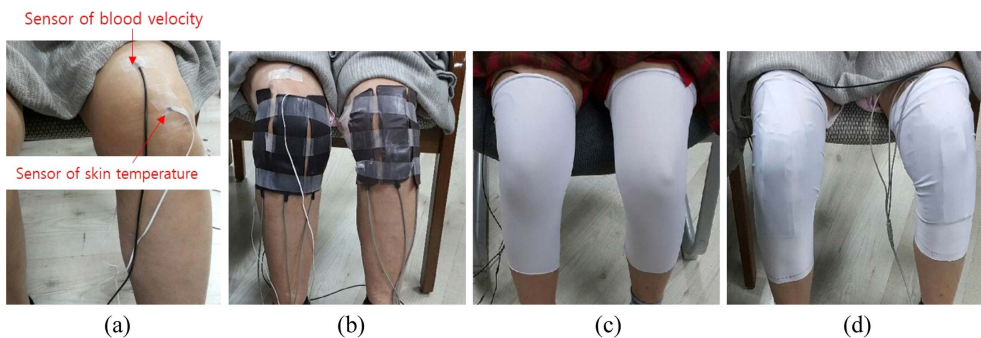


Fig. 3. Treatments for measuring blood velocity and skin temperature. a: bare(control), b: control with heat, c: compression, d: compression with heat.

Table 3. Clothing pressure of three types of band when standing and sitting on the chair (unit: kPa)

Condition of knee	Experimental compression band	Standing			Sitting on the chair		
		Anterior	Posterior	M(S.D.)	Anterior	Posterior	M(S.D.)
Normal knee	Band-7	0.54	0.48	0.51	1.09	0.98	1.04
	Band-10	0.84	0.81	0.83	1.31	1.26	1.29
	Band-13	1.05	1.02	1.04	1.48	1.42	1.45
Knee with osteoarthritis	Band-7	0.52	0.45	0.49	1.06	0.95	1.01
	Band-10	0.74	0.70	0.72	1.25	1.18	1.22
	Band-13	1.02	0.97	1.00	1.39	1.37	1.38

측정 결과는 Table 3과 같다. 의복압은 패턴 축소율이 클수록, 서 있는 자세보다 의자에 앉은 자세에서 더 큰 측정치를 보였다. Band-7의 경우 정상무릎 다리는 정자세 0.51kPa, 앉은 자세 1.04kPa를 나타냈다. 퇴행성 무릎관절염 다리에서는 정자세 0.49kPa, 앉은 자세 1.01kPa이었다. Band-10의 평균 의복압은 정상무릎 다리 0.83kPa, 퇴행성 무릎관절염 다리 0.72kPa이고, 의자에 앉은 자세에서 정상무릎 다리 1.29kPa, 퇴행성 무릎관절염 다리 1.22kPa이었다. 가장 높은 수준인 Band-13은 정자세에서 정상무릎 다리 1.04kPa, 퇴행성 무릎관절염 다리 1.00kPa, 의자에 앉은 자세에서 정상무릎 다리 1.45kPa, 퇴행성 무릎관절염 다리 1.38kPa이었다. 이와 같은 결과로 의복압은 다리 상태에 따라 차이가 발생하였는데 정상무릎 다리가 퇴행성 무릎관절염 다리보다 약간 더 높은 수준으로 측정되었다. 이는 실험복 제작 시 정상무릎 패턴을 사용하여 퇴행성 무릎관절염 다리용 무릎밴드를 제작한 결과라 판단된다. 퇴행성 무릎관절염 다리는 정상 다리 쪽 보다 무릎을 덜 쓰게 되면서 근육이 쇠퇴하여 둘레치수가 정상 다리에 비해 작기 때문이라고 판단된다. 또한 의복압은 패턴 축소율의 조건에 따라 측정값은 다르게 나타났고, 서 있을 때보다 의자에 앉았을 때 인체에 더 높은 압력이 가해진다는 것이 확인되었다. 가압수준이 다른 3종 컴프레션 무릎밴드의 의복압은 서 있는 자세에서 0.49~1.04kPa 수준이고, 의자에 앉았을 때에는 1.02~1.45kPa로 모든 자세에서 쾌적한 영역에 포함되었다(Kim et al., 2015; Lee et al., 2015; Park & Chun, 2013).

이상과 같이 의복압은 측정자세에 따라 차이가 발생하므로 컴프레션 제품을 개발할 때에는 서있는 자세뿐만 아니라 다양한 자세에서도 측정이 이루어져야 한다고 사료된다. 이는 인체는 의복을 착용하고 정지된 동작보다는 다양한 동작을 더 많이 수행하게 되는데 의복압이 너무 높으면 동작에 따라 관절의 가동범위가 축소되고 더 나아가 부상으로까지 이어질 가능성이 높기 때문이다.

3.2. 혈류변화

1) 정상무릎 다리

정상무릎 다리에 가온, 가압, 가온과 가압 병행요법을 적용했을 때 각각의 요법에 따른 혈류변화를 분석한 결과는 Table

4와 같다. 실험대조군의 혈류속도 측정값은 피부온 28.90°C일 때 0.49mm/s 측정값을 나타냈다. 피부온이 실험대조군과 동일한 수준일 때, Band-7 착용 시 혈류속도는 0.51mm/s, Band-10은 0.52mm/s, Band-13은 0.51mm/s로 실험대조군과 유사한 수준이었고 실험복 간에도 차이는 거의 없었다. 피부를 43.43°C 수준으로 가온하면 혈류속도는 0.55mm/s로 실험대조군에 비해 평균값은 증가하였으나 유의한 수준은 아니었다. Band-7을 착용하고 피부온 42.96°C로 가압과 가온을 동시에 적용하면 혈류속도는 0.59mm/s로 맨다리에 단일 가온요법만 적용했을 때보다 평균값은 더 증가하였다. Band-10을 착용하고 43.08°C로 가압과 가온을 동시에 시행하면 0.62mm/s로 유의하게 증가하였다($p<0.05$). 그러나 가장 높은 가압수준인 Band-13을 착용하고 43.21°C로 가온을 하면 0.58mm/s로 Band-10을 착용하고 43.08°C로 가온을 병행했을 때보다는 감소하는 경향을 보였다. 이와 같은 결과는 Band-10과 Band-13의 피부온은 거의 동일한 수준이었기 때문에 두 실험용 밴드의 의복압 차이로 인해 나타난 결과로 사료된다. 위와 같은 결과로 정상무릎에서 혈류속도를 증가시키는데 가장 유익한 방법은 Band-10(정자세 0.83kPa, 앉은 자세 1.29kPa)수준의 컴프레션 무릎밴드를 착용하고 피부온 43.08(약 43°C)로 가압과 가온을 병행했을 때로 판명되었다.

Table 4. Blood velocity and skin temperature depending of the experimental treatment for a normal knee

Experimental treatment (normal knee)	Blood velocity(mm/s)			Skin temperature (°C)
	M(S.D.)	F	p	
Control	0.49 ^a (0.07)			28.90
Band-7	0.51 ^{ab} (0.67)			28.90
Band-10	0.52 ^{ab} (0.06)			28.90
Band-13	0.51 ^{ab} (0.08)			28.90
Control + heat	0.55 ^{abc} (0.07)	2.46	.034*	43.43
Band-7 + heat	0.59 ^{abc} (0.07)			42.96
Band-10 + heat	0.62 ^c (0.07)			43.08
Band-13 + heat	0.58 ^{abc} (0.08)			43.21

* $p<0.05$
Duncan's multiple range test: a<b<c

2) 퇴행성 무릎관절염 다리

퇴행성 무릎관절염 다리에 대한 혈류속도 및 피부온 측정결과는 Table 5와 같다. 퇴행성 무릎관절염 질환을 가진 맨다리 상태(실험대조군)에서 피부온이 26.90°C일 때 혈류속도 측정치는 0.43mm/s로 확인되었다. 가압요법은 실험대조군과 동일한 피부온도일 때 Band-7의 측정치는 0.45mm/s, Band-10은 0.42mm/s, Band-13은 0.39mm/s였다. 가압요법만을 적용하면 Band-7, 10, 13 순으로 혈류속도가 감소하는 경향을 보였고 유의한 차이는 없었다. 가온요법을 적용한 경우는 맨다리에 42.43°C 수준으로 피부를 가온했을 때 혈류속도는 0.48mm/s로 실험대조군과 거의 동일한 수준이었다. 가압과 가온 병행요법은 Band-7로 가압을 하고 43.02°C 수준으로 피부를 가온 시 혈류속도는 0.55mm/s, Band-10과 피부온을 42.86°C 수준으로 처치하면 0.51mm/s로 감소하였다. Band-13을 착용하고 43.24°C로 환부를 가온했을 때 혈류속도는 0.44mm/s로 감소하였다.

위와 같은 결과로 퇴행성 무릎관절염 질환을 갖고 있는 다리는 가온요법만을 적용하면 실험대조군보다 혈류속도가 약간 증가하는 경향을 나타냈지만 유의한 차이는 없었다. 반면, 가압과 가온을 동시에 적용하면 실험대조군에 비해 증가하는 경향을 보였다. 특히, Band-7(정자세 0.49kPa, 의자에 앉은 상태 1.01kPa)수준으로 가압하고 피부를 42.86°C 정도로 가온을 동시에 병행하면 혈류흐름에 효과가 있었고 통계적으로 유의한 차이를 보였다.

종합해보면, 누드 상태에서 정상무릎 다리와 퇴행성 무릎관절염 다리의 피부온과 혈류속도 측정치는 무릎의 건강 상태에 따라 차이를 보였다. 퇴행성 무릎관절염 다리는 정상 상태보다 피부온이 약 2°C 정도 더 낮은 것으로 나타났고 혈류속도도 더 낮게 측정되었다. 가압요법보다는 가온요법이 혈류개선에 도움은 있으나 의미 있는 차이는 없었고 가압요법과 가온요법을 동시에 적용했을 때 양쪽 다리 모두 통계적으로 유의했다. 병행요법의 처치 조건은 정상 다리는 Band-10(정자세 0.83kPa,

Table 5. Blood velocity and skin temperature depending on the experimental treatment for an osteoarthritis knee

Experimental treatment (osteoarthritis knee)	Blood velocity(mm/s)			Skin temperature (°C)
	M(S.D.)	F	P	
Control	0.43 ^a (0.04)	2.32	.044*	28.90
Band-7	0.45 ^{ab} (0.08)			
Band-10	0.42 ^{ab} (0.11)			
Band-13	0.39 ^{ab} (0.14)			
Control + heat	0.48 ^{abc} (0.05)			42.43
Band-7 + heat	0.55 ^c (0.07)			43.02
Band-10 + heat	0.51 ^{abc} (0.06)	42.86		
Band-13 + heat	0.44 ^{abc} (0.06)	43.24		

* p<.05

Duncan's multiple range test: a<b<c

의자에 앉은 자세 1.29kPa)을 착용하고 43°C 가온, 퇴행성 무릎관절염 다리는 Band-7(정자세 0.50kPa, 의자에 앉았을 때 1.02kPa)과 43°C 가온했을 때 효과가 있었다. 이와 같은 결과로 양쪽다리의 피부온이 동일한 수준일 때 유의미한 가압조건은 퇴행성 무릎관절염 다리가 정상 다리보다 더 약한 수준으로 가압하는 것이 효과가 있는 것으로 판명되었다.

3.3. 주관적 평가

퇴행성 무릎관절염 환자를 대상으로 가압요법, 가온요법, 가압과 가온병행요법을 적용하고 통증의 변화, 관절의 뻣뻣함 그리고 기타 의견에 대한 주관적 평가 결과는 다음과 같다 (Table 6).

1) 통증의 변화

실험대조군과 각각의 요법을 적용했을 때 통증의 변화를 검증한 결과, 실험대조군의 평균척도는 4점으로 통증은 심한 것으로 나타났다. 그러나 환부에 가온요법을 실시하면 척도의 평균은 2.8점으로 통증을 완화시키는데 효과가 있는 것으로 나타났다. 단일 가압요법만 적용하면 실험대조군과 거의 비슷한 수준으로 통증을 느꼈다. 가압과 가온을 동시에 적용하면 통증경감 효과는 단일 가온요법과 유사한 것으로 나타났다.

2) 뻣뻣함의 변화

각각의 요법을 적용한 후 의자에 앉았다 일어서는 동작을 실시하는 동안 무릎관절의 뻣뻣함 정도에 대한 분석결과, 아무것도 조치를 취하지 않은 맨다리 상태에서는 관절의 뻣뻣함의 정도가 4.5점으로 매우 높은 척도 값을 나타냈다. 단일 가온요법을 적용하면 평균 척도 2.6점으로 관절이 한결 부드러워졌다는 것을 알 수 있다. 단일 가압을 하면 평균 척도는 약 4점(심하다)으로 뻣뻣함을 완화시키는데 효과는 없었다. 반면 가압과 가온을 병행 시행했을 때에는 '3점- 보통이다' 이하로 뻣뻣함을 경감시키는데 도움이 되는 것으로 나타났다.

Table 6. Subjective evaluation of pain and spasticity on knee joint (unit: score)

Treatments		Evaluation items	
		Pain	Spasticity
		M(S.D.)	M(S.D.)
Control		4.0(0.4)	4.5(0.4)
Heating		2.8(0.6)	2.6(0.3)
Compressing	Band-7	4.1(0.3)	4.4(0.3)
	Band-10	3.6(0.3)	3.8(0.3)
	Band-13	4.0(0.4)	3.9(0.3)
Compressing+heat	Band-7+heat	2.9(0.5)	2.5(0.3)
	Band-10+heat	2.2(0.2)	2.3(0.3)
	Band-13+heat	2.3(0.4)	2.4(0.4)

3) 기타 의견

퇴행성 무릎관절염 질환을 앓고 있는 맨다리(실험대조군)상태에서 의자에 앉아있으면 시간이 흐를수록 무릎관절이 뻣뻣해지면서 통증 정도가 높아지고 부종으로 인해 다리가 무겁게 느껴진다고 하였다. 그러나 가온요법을 적용하면 맨다리 상태에서 느끼는 고통이 경감되고 의자에서 일어서는 동작을 할 때 훨씬 관절이 부드러워 편안하다고 하였다. 특히 가온과 가압(Band-7)을 동시에 적용하면 가온요법의 효과뿐만 아니라 무릎관절을 지지해 주어 좋은 간호중재방법이라고 의견을 모았다.

4. 결 론

본 연구에서는 70대 여성을 대상으로 한쪽은 정상무릎이고 다른 한쪽은 퇴행성 무릎관절염 질환을 갖고 있는 피험자를 대상으로 통증 및 관절의 뻣뻣함에 효과적인 무릎밴드 처치방법에 대해 연구하였고, 종합적 결론은 다음과 같다.

첫째, 가압 시 정상 다리 및 퇴행성 무릎관절염 다리는 혈류속도 측정치가 실험대조군과 거의 동일한 수준으로 무릎밴드에 의한 가압은 혈액순환 개선에 기여하지 못하였다.

둘째, 가온은 양측 다리 모두에서 실험대조군보다 평균 혈류속도는 증가하는 경향을 보였으나 유의한 차이는 없었다.

셋째, 가압과 가온을 동시에 시행하면 정상무릎 다리는 실험대조군보다 모든 단계에서 평균 혈류속도가 증가하였다. 특히, 컴프레션 무릎밴드 Band-10(정자세 의복압 0.83kPa, 의자에 앉은 자세 1.29kPa)수준으로 가압하고 피부온 43°C일 때 혈류속도는 유의미하게 증가하였다. 그러나 Band-13(정자세 1.04kPa, 의자에 앉은 자세 1.45kPa)에서는 감소하는 경향을 보였다. 퇴행성 무릎관절염 다리는 Band-7(정자세 0.49kPa, 의자에 앉은 자세 1.01kPa)로 가압하고 43°C로 가온을 동시에 적용했을 때 혈류속도가 통계적으로 유의하게 증가하였다. 이상의 결과로 무릎상태에 따라 혈액순환에 도움이 되는 무릎밴드 처치법은 차이가 있는 것으로 확인되었다. 퇴행성 무릎관절염 다리는 정상 무릎 다리와 동일한 피부온도(43°C)일 때 의복압은 더 낮은 수준으로 가압하는 것이 더 효과적인 것으로 나타났다.

넷째, 주관적 착용감 평가는 Band-10(정자세 0.83kPa, 의자에 앉은 자세 1.02kPa)를 착용하고 43°C로 피부를 가온 시 가압요법 및 가온요법의 유의한 효과를 모두 지지하였다. 즉, 무릎밴드로 동시에 가온과 가압을 하면 무릎관절지지, 통증, 뻣뻣함에 매우 도움이 되었다.

본 연구는 퇴행성 무릎관절염 질환으로 인해 유발되는 통증 및 뻣뻣함을 완화시키는데 유익하고 쾌적한 무릎밴드 처치법을 제안하고 이를 주관적 평가뿐만 아니라 정량적 평가로 검증한 데 의의가 있다. 추후 연구에서는 무릎밴드에서 나아가 피복면적이 확대되었을 때에 가압, 가온, 가압과 가온 병행요법이 퇴행성 무릎관절염 환자의 혈류변화에 어떠한 효과를 미치는가를 정량적 측정방법으로 검증할 필요가 있다고 사료된다.

감사의 글

본 연구는 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 BK21플러스 사업의 지원을 받아 수행된 연구결과임(관리번호: 22B20151113044).

References

Blättler, W., Thomae, H. J., & Amsler, F. (2016). Venous leg symptoms in healthy subjects assessed during prolonged standing. *Journal of Vascular Surgery: Venous and Lymphatic Disorders*, 4(4), 455-462. doi:10.1016/j.jvsv.2016.03.002

Bochmann, R. P., Seibel, W., Haase, E., Hietschold, V., Rödel, H., & Deussen, A. (2005). External compression increases forearm perfusion. *Journal of Applied Physiology*, 99(6), 2337-2344. doi:10.1152/jappphysiol.00965.2004

Born, D. P., Sperlich, B., & Holmberg, H. C. (2013). Bringing light into the dark: effects of compression clothing on performance and recovery. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8(1), 4-18.

Bouman, A. C., Cate-Hoek, T., Dirksen, C. D., & Joore, M. A. (2016). Eliciting patients' preferences for elastic compression stocking therapy after deep vein thrombosis: Potential for improving compliance. *Journal of Thrombosis and Haemostasis*, 14(3), 510-517. doi:10.1111/jth.13228

Chassagne, F., Martin, F., Badel, P., Convert, R., Giroux, P., & Molimard, J. (2015). Experimental investigation of pressure applied on the lower leg by elastic compression bandage. *Annals of Biomedical Engineering*, 43(12), 2967-2977. doi:10.1007/s10439-015-1352-1

Choi, E. Y. (2016). A research on lateral displacement of patella of degenerative arthritis threatening lives of the elderly - Focusing on structure and function of knee muscles. *Journal of the Entertainment Industry Association*, 10(1), 251-257.

Chung, J. S., & Cho, N. J. (2015). Micro-current treatment effects on pain, balance of the degenerative knee arthritis. *Journal of The Korean Society of Integrative Medicine*, 3(2), 9-16. doi:10.15268/ksim.2015.3.2.009

Duffield, R., & Kalkhoven, J. (2016). Effects of compression garments in strength, power and speed based exercise. in *compression garments in Sports: Athletic Performance and Recovery* (pp. 63-78). Springer International Publishing. doi:10.1111/jth.13228

Han, S. W., & Park, J. K. (2013). The effects of composition exercise for females elderly from degenerative arthritis on pain, leg muscle strength, ROM and gate function. *The Korea Journal of Sports Science*, 22(1), 1021-1032.

Heinonen, I., Brothers, R. M., Kempainen, J., Knuuti, J., Kalliokoski, K. K., & Crandall, C. G. (2011). Local heating, but not indirect whole body heating, increases human skeletal muscle blood flow. *Journal of Applied Physiology*, 111(3), 818-824. doi:10.1152/jappphysiol.00269.2011

Hong, E. J. (2007). *The effects on 8-week exercise program of functional status of knee joint, strength, flexibility and balance in elderly women with osteoarthritis of knee*. Unpublished master's thesis, Konyang University, Nonsan.

- Hong, K., Kim, S. J., Seo, H. W., Kim, S. Y., Lee, Wu, Y. J., Choi, J. Y., Kwon, J. G., & Jeon, S. H. (2009). Method for detecting skin Lines of none-extension, *Korea Patent No. 2009-0115130*. Daejeon: Korean Intellectual Property Office.
- Khanafer, K., Bull, J. L., Pop, I., & Berguer, R. (2007). Influence of pulsatile blood flow and heating scheme on the temperature distribution during hyperthermia treatment. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 50(23), 4883-4890. doi:10.1016/j.ijheatmasstransfer.2007.01.062
- Kim, H., Suzuki, T., Saito, K., Kim, M., Kojima, N., Ishizaki, T., & Yoshida, H. (2013). Effectiveness of exercise with or without thermal therapy for community-dwelling elderly Japanese women with non-specific knee pain: A randomized controlled trial. *Archives of Gerontology and Geriatrics*, 57(3), 352-359. doi:10.1016/j.jv.2009.09.004
- Kim, M. S., & So, H. Y. (2012). Effects on blood flow velocity, wound healing and pain in hand microsurgery patients following heating on non-affected side. *Journal of Korean Academy of Nursing*, 42(4), 579-588. doi:10.4040/jkan.2012.42.4.579
- Kim, N. Y., Wu, Y. J., & Hong, K. (2015). Design of 3D compression upper wear based on skin deformation during arm abduction. *Korean Journal of Human Ecology*, 24(5), 687-700. doi:10.5934/kjhe.2015.24.5.687
- Kim, N. Y. (2016). *Development of functional compression wear considering pressure levels and blood velocity of upper body*. Unpublished doctoral dissertation, Chungnam National University, Daejeon.
- Kim, S. H., Kim, M. H., & Kim, J. S. (2003). Effects of heat therapy according to the application time among the elderly with osteoarthritis. *Journal of Muscle and Joint Health*, 10(1), 7-18.
- Kim, Y. J., Seo, N. S., Lim, Y. N., Kim, H. S., Kim, Y. S., & Kim, S. J. (2012). Effects of Taekwondo exercise program in women with osteoarthritis. *Journal of Muscle and Joint Health*, 19(2), 210-222. doi:10.5953/JMJH.2012.19.2.210
- Korean Agency for Technology and Standards. (2010). *The 6th Size Korea 3D scan & measurement technology report*. Seoul: Government Printing Office.
- Lee, G. S. (2006). *Effect of heat therapy given at a community health clinic on sleep and pain in rural elders who have osteoarthritis*. Unpublished master's thesis, Yonsei University, Seoul.
- Lee, H. J., Kim, N. Y., Hong, K., & Lee, Y. J. (2015). Selection and design of functional area of compression garment for improvement in knee protection. *Korean Journal of Human Ecology*, 24(1), 97-109. doi:10.5934/kjhe.2015.24.1.97
- Liu, R., Lao, T. T., Kwok, Y. L., Li, Y., & Ying, M. T. C. (2008). Effects of graduated compression stockings with different pressure profiles on lower-limb venous structures and haemodynamics. *Advances in Therapy*, 25(5), 465-478. doi:10.1007/s12325-008-0058-2
- Lee, J. A., Park, D. A., & Ji, E. S. (2008). Effect of kinesiio-taping therapy on pain among community-dwelling older adults. *Journal of East-West Nursing Research*, 14(2), 67-73.
- Lee, J. C., & Park, G. D. (2013). Review of rehabilitation exercise for elderly with regenerative knee osteoarthritis. *The Korea Journal of Growth and Development*, 21(3), 171-183.
- MacRae, B. A., Cotter, J. D., & Laing, R. M. (2011). Compression garments and exercise. *Sports Medicine*, 41(10), 815-843. doi:10.2165/11591420-000000000-00000
- Mills, K., & Hunter, D. J. (2014). Patellofemoral joint osteoarthritis: an individualised pathomechanical approach to management. *Best Practice & Research Clinical Rheumatology*, 28(1), 73-91. doi:10.1016/j.berh.2014.01.006
- Nakanishi, K., Takahira, N., Sakamoto, M., Yamaoka-Tojo, M., Katagiri, M., & Kitagawa, J. (2016). Effects of intermittent pneumatic compression of the thigh on blood flow velocity in the femoral and popliteal veins: developing a new physical prophylaxis for deep vein thrombosis in patients with plaster-cast immobilization of the leg. *Journal of Thrombosis and Thrombolysis*, 42(4), 579-584. doi:10.1007/s11239-016-1403-y
- Ochiai, S., Watanabe, A., Oda, H., & Ikeda, H. (2014). Effectiveness of thermotherapy using a heat and steam generating sheet for cartilage in knee osteoarthritis. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(2), 281-284. doi:10.1589/jpts.26.281
- Okada, K., Yamaguchi, T., Minowa, K., & Inoue, N. (2005). The influence of hot pack therapy on the blood flow in masseter muscles. *Journal of Oral Rehabilitation*, 32(7), 480-486. doi:10.1111/j.1365-2842.2005.01448.x
- Park, J. S., Yoo, W. K., Jung, H. S., Han, J. M., & Yang, K. H. (2008). The effect of aqua exercise on female patients with knee degenerative arthritis. *Korea Journal of Oriental Preventive Medical Society*, 12(3), 129-139.
- Park, J. H., & Chun, J. (2013). Comparison of evaluation methods for measuring pressure of compressionwear. *The Research Journal of the Costume Culture*, 21(4), 535-545. doi:10.7741/rjcc.2013.21.4.535
- Son, G. S., Lee, M. H., & Lee, S. Y. (2008). The effects of kinesio taping on the gait pattern in patients with degenerative arthritis. *The Journal of Korean Society of Physical Therapy*, 15(1), 57-66.
- Son, M. Y., Lee, B. H., Oh, K. A., & Park, J. (2013). The effect of pain control and improve function of knee applied to osteoarthritis by carbon surface heating. *The Journal of Digital Policy & Management*, 11(9), 247-254.
- Yasuda, T., Fukumura, K., Uchida, Y., Koshi, H., Iida, H., Masamune, K., & Nakajima, T. (2015). Effects of low-load, elastic band resistance training combined with blood flow restriction on muscle size and arterial stiffness in older adults. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 70(8), 950-958. doi:10.1093/gerona/glu084
- Ziegert, B., & Keil, G. (1988). Stretch fabric interaction with action wearables: Defining a body contouring pattern system. *Clothing and Textiles Research Journal*, 6(4), 54-64. doi:10.1177/0887302X8800600408
- Zohreh, K., Farah, A. E., Mehrab, M., Abbas, S. O., Alireza, H. G., Soraya, M., & Soheil, S. (2009). Comparison of compression stocking with elastic bandage in reducing postoperative edema in coronary artery bypass graft patient. *Journal Vascular Nurse*, 27(4), 103-106. doi:10.1016/j.jvn.2009.09.004

(Received 6 September 2016; 1st Revised 27 September 2016;
2nd Revised 7 October 2016; Accepted 20 October 2016)