

무릎관절 퇴행성 골관절염 환자에 대한 초음파, 레이저, 초음파-레이저 복합치료의 효과 비교

전범수, 권혁수¹⁾, 정성관¹⁾, 박지환²⁾

대전 NPT 센터, 가톨릭대학교 대전성모병원 재활센터¹⁾, 대전보건대학교 물리치료학과²⁾

Comparison of the Effects of Ultrasound, Laser, Ultrasound-Laser Integration in Patients with Knee Degenerative Osteoarthritis

Bom-su Jeon, Hyuk-su Kwon¹⁾, Seong-gwan Jeong¹⁾, Ji-whan Park²⁾

Dept. of Physical Therapy, NPT center of Daejeon.

Dept. of Physical Therapy, The Catholic Univ. of Korea Daejeon St. Mary's Hospital¹⁾

Dept. of Physical Therapy, Daejeon Health Sciences College²⁾

Key Words:

Degenerative osteoarthritis, Laser, Ultrasound

ABSTRACT

Background: The number of old people with degenerative osteoarthritis one of the chronic disease, were constantly increased. Many researchers have made a great effort to verify the effects of ultrasound and laser therapy in degenerative osteoarthritis treatment. This study applied ultrasound-laser integration therapy on knee joint degenerative osteoarthritis and compared its effect with ultrasound and laser. **Methods:** We assigned 60 patients age 65 to 85 who had been diagnosed as knee joint degenerative osteoarthritis in G nursing home in Daejeon city. Randomization was done in blocks of three, holding twenty people per each group to receive either ultrasound, laser, ultrasound-laser integration therapy. This study carried out the experiment for 6 weeks to from April 17, 2010. We measured variables using visual analog scale (VAS) and pressure threshold meter (PTM) of the effects by before and after exercise. **Results:** It has been found that VAS was reduced and PTM was increased in all three groups. Compare with the other groups, Ultrasound-laser integration therapy group had lower VAS and higher PTM than ultrasound therapy and laser therapy group. **Conclusions:** These results lead us to the conclusion that ultrasound-laser integration have influenced the pain reduction of the knee degenerative osteoarthritis.

I. 서론

우리나라의 기대여명과 사망률에 대한 '2010년 생명표'를 발표하였는데, 산출 결과를 보면 지난해 태어난 아이의 기대수명(출생 시 기대여명)은 남자 77.2년, 여자 84.1년 등 평균 80.8년이였다. 대부분 연령대에서 사망률이 고르게 감소한 덕에 10년 전보다 4.8년(남자 4.9년, 여자 4.5년) 길어졌다(통계청, 2011). 노령화 사회에서 골관절염(osteoarthritis; OA)은 자주 발생하는 관절 질환인데, 관절통증, 장애와 건강비용을 지출하는 원인이 된다. 이것은 나이든 사람들 중 절반이 관절 통증

증상을 호소하고 있고, 골관절염은 대개 무릎, 고관절, 척추와 손 관절에 영향을 준다(Keenan 등, 2006).

퇴행성 질환으로 잘 알려진 골관절염은 인체에서 체중부하가 되는 다른 관절보다 무릎관절에서 흔히 발견된다(Imhof 등, 2002). 이 질환에 대한 중요한 병리학적 특징은 관절연골이 점차적으로 퇴화하는 것이고, 이것은 만성통증과 관련이 있으며 관절기능이 감소한다(Moskowitz 등, 2004). Wang 등(2009)은 노인 인구에서 골관절염 유병률이 증가되고, 골관절염의 발생률 증가와 지방조직의 비율 증가 사이의 상관관계 때문에 체질량지수(body mass index; BMI)가 증가하고, 전 세계인구가 비만이 될수록 골관절염은 더 늘어날 것이라고 하였다.

유럽 류마티즘 협회(European League Against

교신저자: 정성관(대전성모병원, skjsk70@naver.com)

논문접수일: 2012.06.03, 논문수정일: 2012.06.15,

게재확정일: 2012.06.23

Rheumatism, EULAR)에서 무릎 골관절염에 대해 추천한 33가지 치료법 중에서 비약물치료는 5가지가 포함되어 있다. 이 5가지를 세분하면, 침(acupuncture), 전침(electro acupuncture, EA), 경피전기신경자극(transcutaneous electrical nerve stimulation, TENS), 간섭파(interferential current therapy, ICT), 단파(shortwave), 전자기장(pulsed electromagnetic fields, PEMF), 레이저(laser), 초음파(ultrasound) 치료의 8가지로 구분하였는데(Jordan 등, 2003), 초음파는 통증완화, 부종감소 그리고 다양한 근육격계 질환에서 관절가동을 향상시키기 위하여 물리치료에서 폭넓게 사용되어 왔다(Van der Windt 등, 2003).

초음파의 생리적인 효과는 온열효과와 비온열효과가 있는데, 온열효과는 국소적인 온도상승으로 혈류량이 증가하며 혈관의 확장으로 영양분, 백혈구, 항체, 대사 부산물, 조직파편 등이 혈류 속으로 나와서 염증을 완화시킬 뿐만 아니라 건의 신장성을 증진시키며 통증을 완화시킨다(이재형, 1995). 비온열효과는 연부조직에서 섬유모세포의 활동을 자극하여 이러한 자극활동으로 단백질 합성, 조직재생, 만성 허혈조직의 혈류, 골절과 뼈의 치유를 촉진한다. 또한 비온열효과는 공동현상(cavitation)과 음파 미세유동(acoustic microrstreaming)이 함께 나타난다(이재형, 1995). 공동화는 초음파 빔(beam)의 통로에서 용해된 가스의 축적으로 생긴 형태의 미세 크기의 가스 기포에 대한 초음파의 진동효과이다. 적절한 조건하에 초음파에 의해 생성되는 국소적인 압력에서의 변화들은 가스 기포의 형성에 원인이 되거나 혈액, 림프, 상처 삼출물과 조직액과 같은 생물학적 액체와 물과 생리학적 식염수와 같은 초음파 매질에서 공동화를 일으킬 수 있다(Young, 2002).

저출력 레이저는 최근 상처 치유 과정에 적용되고 있고, 레이저 치료 후 나타난 생물학적 효과는 ATP생산, 사립체막(mitochondrial membrane)의 활동, 근섬유모세포(myofibroblasts)에서의 섬유아세포(fibroblasts)의 변화 그리고 생체 내 각질형성세포의 증식이 증가한다(Greco 등, 2001). 상처치유과정에서 He-Ne레이저의 치료적 작용은 림프구들이 성장인자와 항체들을 민감화시킨다. 림프구들은 9~12 μ m의 크기로 항원들을 발견하고 구별하기 위한 특별한 면역을 담당한다. 림프구는 말초혈액의 백혈구 중 20~30%이고 기능에 따라 2가지로 구분된다. B-림프구는 항체를 생산하는 세포로 B세포 성숙의 초기에 골수에서 나타나고, T-림프구는 세포매개면역의 작용세포이고 골수에서 전구물질로 나타나지만 흉선에서 성숙하고 이동한다. 단핵 백혈구는 혈액의 백혈구 중 5~8%이고 감염이 있는 동안 혈액을 경

유하여 조직으로 이동하고 활성화된다. 이것은 면역반응이라 할 수 있고 림프구와 단핵구는 섬유아세포의 증식에 영향을 준다(Rappl 등, 2001).

장문경(2005)은 저출력 레이저가 동통 완화와 신경세포의 재생 촉진 및 항염증 효능에 널리 이용되고 있고, 근육, 인대 및 관절부위의 레이저 조사는 부종과 통증을 감소시키며 관절의 기능을 유지시키는데 효능이 있을 뿐만 아니라 퇴행성 골관절염 등으로 인한 염증성 통증에 대한 진통 효능이 우수한 것으로 보고하였다.

본 연구는 초음파, 레이저, 초음파-레이저 복합치료가 노인들에게 자주 발생하는 퇴행성골관절염에 대한 세 가지 치료의 효과를 비교해보고자 한다.

II. 연구 방법

1. 연구대상자

본 연구는 목적을 이해하고 참여를 수락한 대전 동구 가양동 노인정에 등록되어 있는 65세 이상 85세 이하의 노인 중 무릎관절의 퇴행성 골관절염을 아래 기준에 의해 선정된 남자 30명과 여자 30명을 대상으로 하였다. 실험 전 대상자들에게 일반적 특성 및 아래의 기준을 포함하는 총 10문항으로 구성된 설문 내용에 답하도록 하였고 설문지 작성은 실험자가 직접 하였다. 4월 10일부터 16일까지 일주일간 예비실험 내용을 바탕으로 대상자들의 실험 전 상태를 측정 후 그룹간의 형평성에 유의하여 초음파 치료, 레이저 치료, 초음파-레이저 복합치료 그룹으로 나누어 각 그룹 당 남자 10명, 여자 10명씩 난수표를 이용하여 무작위로 선정하여 2010년 4월 17일부터 5월 29일까지 6주간 실험하였다.

2. 선정기준

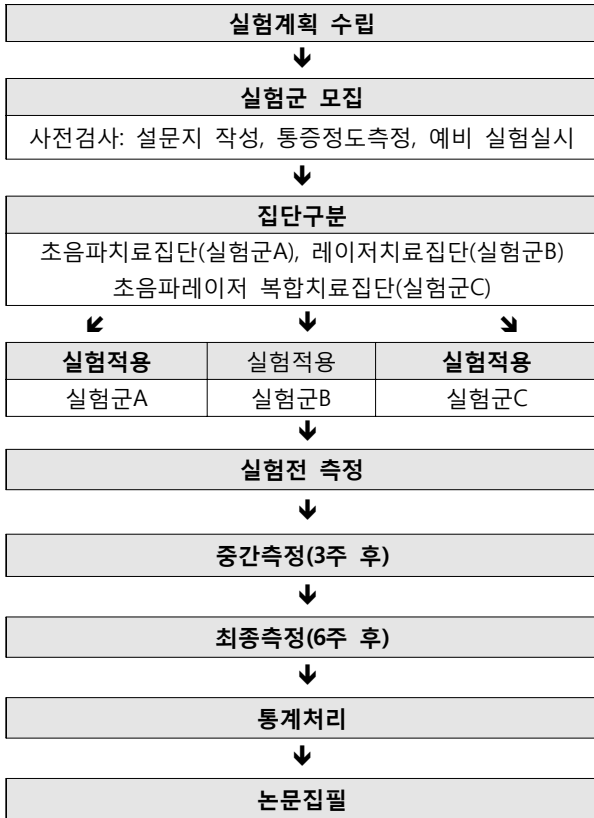
본 연구는 대전광역시 가양동 노인정에 등록된 65~85세의 노인들 중 연구조건을 충족시켜 본 연구를 수행하는데 어려움이 없는 환자 60명을 선정하였다(Table 1).

Table 1. Inclusion and exclusion standard

선정기준	배제기준
1. 아침강직 30분 미만인 자	1. 류마티스 인자 양성
2. 무릎관절에서 마찰음이 나타나는 자	2. 인공관절 치환술을 시행 받은 자
3. 관절 주위의 압통이 있는 자	3. 외상성으로 인한 2차적 퇴행성 골관절염
4. 관절가동범위 감소가 있는 자	4. 최근 한 달 이내 통원치료 받은 자
5. 휴식 시 통증 발현	5. 의사소통이 불가능한 자

3. 연구설계

Table 2. Diagram of experimental procedure



4. 실험 방법

적용부위는 양쪽 무릎관절 중 더 통증이 심한 쪽을 치료하였다. 세 그룹의 치료 시 환자의 자세는 침대에 편안하게 누워 무릎관절 밑에 베개를 받쳐 굴곡 30도로 하였고, 주 5회 치료하였다.

1) 초음파 치료

초음파(Sonoplus 590, 네덜란드)는 1MHz의 저주파, 0.5W/cm²이하의 강도로 30~50%의 순환주기를 적용하였다. 도자를 이동하여 원형기법으로 초음파 전용 젤을 사용하여 5분간 적용하였다.

2) 레이저 치료

레이저(Unique Therapy Laser, 미국)는 저에너지인 He-Ne 레이저를 파장 632.8nm, 출력 10mW로 관절염 치료를 위해 6J의 에너지 선량으로 5분간 조사하였다. 조사방법은 비접촉법의 주사선 조사법(scanning technique)을 사용하였다. 환부에서 .5cm떨어진 높이에 90도를 유지하여 조사하였다.

3) 초음파-레이저 복합치료

초음파는 1MHz의 저주파, .5W/cm²이하의 강도로 30~50%의 순환주기를 설정하였고, He-Ne 레이저는 파장 632.8nm, 출력 10mV로 6J의 에너지 선량으로 5분간 조사하였다.

5. 측정방법

1) 운동

치료 후 통증수준 측정 시 2회 측정을 하였는데, 첫 번째는 치료 후 바로 측정하였고, 두 번째는 앉고-서기(굴곡-신전) 운동을 10회를 시킨 후 측정하였다.

2) 시각적 상사척도(visual analogue scale; VAS)

VAS는 눈금이 표시된 막대위에 환자가 느끼고 있는 통증의 정도를 환자 자신이 표시하게 한 후, 시작점에서 시점까지의 거리를 측정하여 점수화하는 방법으로 측정하였고, 노인들을 대상으로 하는 실험이기 때문에 알기 쉽고 빠른 이해를 돕기 위해 그림을 동반하였다.

3) 압통역치측정(pressure pain threshold; PPT)

Algometer(Algometer™ COMMANDER, 미국)는 통증이 나타나는 부위에 압력을 가하고 증가되는 압력으로 인하여 통증이 재현된다. 2회 측정하였는데 1회 측정 후 1분 휴식을 두어 측정에 미치는 영향을 최소화 하였다.

6. 자료처리 및 분석

실험 후 측정된 자료는 SPSS Window용 14.0을 이용하여 통계 처리하였다. 세 군의 치료효과를 비교하기 위하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)으로 분석하였고, 각 군의 측정 시점별 VAS와 압통역치의 변화를 알아보기 위하여 반복측정에 의한 일요인 분산분석(one-way repeated ANOVA)을 실시하였다. 사후검정(post-hoc)은 Bonferroni법을 이용하였으며, 유의수준은 α=.05로 하였다.

Ⅲ. 실험 결과

1. 그룹별 VAS scale 변화

1) 운동 전

무릎 운동 전 VAS scale의 통증수준을 비교하였다(Table 3). 사후검정 결과 초음파, 레이저에서 측정시점에 따라 유의한 차이가 없었고, 초음파-레이저 복합치료에서 치료 전과 비교해 유의한 차이를 보였다

($p < .05$). 세 군의 통증수준에서, 실험 전에는 유의한 차이가 없었으나 3주후($p < .05$), 6주후($p < .05$)에서 유의한 차이가 나타났다. 3주와 6주후에는 초음파와 레이저에 비해 초음파-레이저 복합치료가 통증수준이 유의하게 낮은 것으로 나타났다($p < .05$).

Table 3. The change of pain between each groups before exercise

Group	before	after 3weeks	after 6weeks	F
Ultrasound (n1=20)	5.40±1.95 ^a	4.91±1.84	4.58±1.72	.059
Laser (n2=20)	5.01±1.96	4.72±2.06	4.59±1.90	6.309
Ultrasound-Laser integration (n3=20)	5.01±2.41	3.35±2.13	2.81±2.10	8.207
F	.102	6.090*	5.503*	

^aMean±SD, * $p < .05$

2) 운동 후

무릎 운동 후 VAS scale의 통증수준을 비교하였다 (Table 4). 사후검정 결과 운동 전 보다 운동 후 통증수준이 높았으며, 초음파, 레이저에서 측정시점에 따라 유의한 차이가 없었고, 초음파-레이저 복합치료에서 치료 전과 비교해 6주 후에 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 세 군의 통증수준에서, 실험 전과 3주 후에는 유의한 차이가 없었으나 6주후($p < .05$)에서 유의한 차이가 나타났다. 6주후에는 초음파와 레이저에 비해 초음파-레이저 복합치료가 통증수준이 유의하게 낮은 것으로 나타났다($p < .05$).

Table 4. The change of pain between each groups after exercise

Group	before	after 3weeks	after 6weeks	F
Ultrasound (n1=20)	6.21±2.05 ^a	5.65±1.87	5.27±1.69	.092
Laser (n2=20)	5.94±1.85	5.38±1.77	5.14±1.76	5.101
Ultrasound-Laser integration (n3=20)	6.30±2.12	4.35±1.99	3.59±1.95	7.907
F	.655	3.447	7.503*	

^aMean±SD, * $p < .05$

2. 그룹별 압통역치 변화

1) 운동 전

무릎 운동 전 Algometer로 측정된 압통역치를 비교

하였다(Table 5). 사후검정 결과 초음파, 레이저에서 측정시점에 따라 유의한 차이가 없었고, 초음파-레이저 복합치료에서 치료 전과 비교해 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 세 군의 통증수준에서, 실험 전에는 유의한 차이가 없었으나 3주후($p < .05$), 6주후($p < .05$)에서 유의한 차이가 나타났다. 3주와 6주후에는 초음파와 레이저에 비해 초음파-레이저 복합치료가 통증수준이 유의하게 낮은 것으로 나타났다($p < .05$).

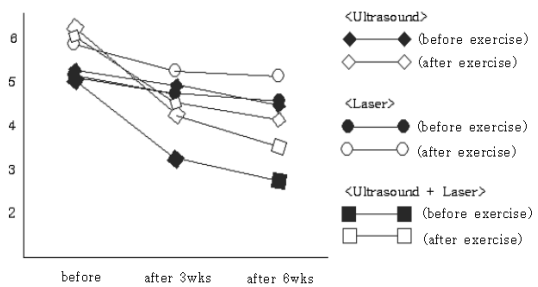


Fig 2. The change of VAS scale of each groups

Table 5. The change of Algometer between each groups before exercise

Group	before	after 3weeks	after 6weeks	F
Ultrasound (n1=20)	6.59±1.60 ^a	7.32±1.58	7.48±1.51	.468
Laser (n2=20)	6.36±1.64	6.78±1.56	6.80±1.49	4.759
Ultrasound-Laser integration (n3=10)	5.94±1.71	6.50±1.84	7.67±1.74	6.245
F	.462	3.074*	5.512*	

^aMean±SD, * $p < .05$

2) 운동 후

무릎 운동 후 Algometer로 측정된 압통역치를 비교하였다(Table 6). 사후검정 결과 운동 전과 후가 역치수준이 비슷하게 나타났으며, 초음파, 레이저에서 측정시점에 따라 유의한 차이가 없었고, 초음파-레이저 복합치료에서 치료 전과 비교해 6주 후에 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 세 군의 통증수준에서, 실험 전과 3주 후에는 유의한 차이가 없었으나 6주후($p < .05$)에서 유의한 차이가 나타났다. 6주후에는 초음파와 레이저에 비해 초음파-레이저 복합치료가 통증수준이 유의하게 낮은 것으로 나타났다($p < .05$).

Table 6. The change of Algometer between each groups after exercise

Group	before	after 3weeks	after 6weeks	F
Ultrasound (n1=20)	6.37±1.59 ^a	6.74±1.57	6.94±1.55	3.074
Laser (n2=20)	6.31±1.54	6.42±1.58	6.53±1.54	6.797
Ultrasound-Laser integration (n3=20)	5.61±1.38	6.88±1.60	7.79±1.54	8.778
F	.353	2.374	5.370*	

^a Mean±SD, *p<.05

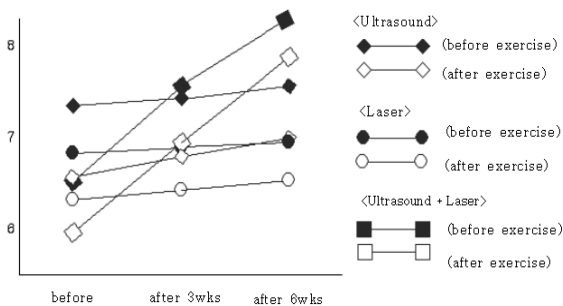


Fig 3. The change of Algometer measurement of each groups

IV. 고 찰

무릎의 골관절염은 일차적 또는 이차적으로 점차 만성질환으로 진행되는데, 이것은 연골 물질대사에 연골을 파괴시켜 장애를 일으키고, 그 후 무릎이 손상된다. 높은 산화체에 노출된 환자들과 무릎에 골관절염이 있는 환자에서, 과산화 음이온, 과산화수소와 히드록실 라디칼을 포함한 활성산소종(reactive oxygen species; ROS)은 관절연골과 관절손상을 중재시킨다(Ostalowska 등, 2006).

최근 여러 연구를 통하여 초음파와 레이저가 통증 감소와 치료 효과를 증가시키는 역할을 하는 것으로 알려져 있다. 초음파와 레이저의 효과가 입증되면서 이 두 가지를 복합기능 체계로 적용 시 치료효과 상승에 대한 가능성이 제시되고 있다. 초음파는 1MHz의 저주파, 0.5W/cm²이하의 강도로, 레이저는 He-Ne 레이저를 파장 632.8nm, 출력 10mW로 6J의 에너지 선량으로 5분간 조사하였으며, 평균적으로 여러 학위논문들에서 사용하는 적정 주파수에 맞추어 실험하였다. 또한, 여러 보고에서 DNA 합성과 단백질의 증가, 세포막의 투과도 변화 등에 의한 뼈, 근육, 연골 등 각종 결합조직의 수복

에는 낮은 세기의 초음파가 유리하다고 입증되어 고주파보다는 저주파 치료를 기준으로 하였기 때문에 임상에 적용시 안정성이 보장되는 것으로 사료된다. 저출력 He-Ne 레이저 치료에서 정상관절연골과 비교하여 4주간의 고정기 깊은 부위의 세포수, 근육의 섬유성 연속과 표면의 불규칙성이 유의하게 증가하였고 (Halbrechet 등, 1990), Bayat 등(2007)은 대조군의 고정된 관절연골과 비교하여, 4주간 고정된 대퇴관절연골에서 연골세포 filopodia의 깊이와 7주간 고정된 무릎의 관절연골 깊이가 유의하게 증가되었다고 하였다.

퇴행성 골관절염에 초음파치료를 적용한 선행 논문에서 초음파치료를 좌우측 힌지의 전지와 후지에서서의 증창을 효과적으로 억제하였으며 관절염지수는 감소하였고, 육안적인 소견에서는 흉반과 파행을 예방하였다. 병리조직학적 검사에서는 관절의 연골파괴와 염증 세포의 침윤을 효과적으로 억제하였다. 즉, 이상의 결과에 따라 프로인트 완전면역보강제(complete Freund's adjuvant; CFA)에 의해 유발된 힌지에 초기 관절염치료에 초음파 치료를 통하여 증창의 변화, 관절염 지수의 변화, 육안적인 소견, 병리 조직학 적인 실험에서 관절염의 진행을 효과적으로 억제하였다(이병욱, 2001). 본 연구에서도 선행연구와 같이 초음파와 레이저가 통증 감소와 치료 효과를 증가시키는 역할을 하였지만 유의성은 없었다.

조흥식(2003)은 초음파의 약물 전달 및 골관절염에 대한 치료효과 연구에서, 저강도 초음파가 활막 파괴를 일으키지 않고 약물전달을 할 수 있기 때문에 저강도 초음파 사용했다는 점이 유사하며, 좁은 공간에서 강제적인 운동의 관절염을 극대화 시킨 후 실험 하는 방법은 본 연구의 운동 후 결과와 동일하다고 하였다. 장문경(2005)은 저출력 GaAlAs 레이저 자극에 의한 소염, 진통 효과에 관한 연구에서, 다발성 관절염 동물을 모델로 한 실험을 신경활성의 일간 변동을 배제시키기 위해 오전10-12시 사이에 실행하였는데, 본 연구의 실험시간을 정하는데 직접적인 영향을 주었다.

앞의 연구들은 초음파나 레이저의 분리된 효과를 검증하는데 중점을 두었으나, 본 연구는 초음파와 레이저의 효과가 복합적으로 이루어 질 때의 효과검증에 중점을 두었고, 실험관리 담당이 실험 전 습도와 온도를 측정하여 평균범위에 알맞은 상태에서 실험하였으며, 퇴행성 골관절염에 영향을 줄 수 있는 기후요인이 있는 날에는 실험을 중지하였다.

실험결과 초음파와 레이저치료에서 치료효과가 있었지만 유의성은 없었으며, 초음파-레이저 복합치료의 효과가 가장 효과적으로 나타났고 유의성이 있었다. 그리

고 퇴행성 골관절염에 대한 강제적인 운동은 통증수준을 높이고 압통역치를 낮게 하여 통증을 민감화시키는 것으로 나타났다. 현재 초음파와 레이저 각각의 효과에 대한 검증결과는 많으나 초음파-레이저 복합의 효과에 대한 결과는 소수이므로 이와 같은 실험을 통하여 좀 더 다양한 방면에서의 연구가 지속적으로 이루어져야 할 것이다. 본 연구의 제한점은 각 실험자들은 초음파 도자를 슬개골 주위에 원형으로 50 바퀴 돌리기를 연습하였는데, 누르는 강도에 있어서는 실험자 개인차가 있어 정확히 동일하게 적용할 수 없었다는 점, 연령대가 고령이었기 때문에 대다수의 실험대상자가 약물 복용 상태이었기에 선택적 편견을 제거하지 못한 점, VAS 적용 시 숫자표기 없이 막대기로 평가하려 하였으나, 고령인 실험대상자의 이해정도를 높이기 위해 주관성에 영향을 줄 수 있는 그림을 삽입하여 평가하였다는 점이다.

V. 결론

본 연구는 무릎관절 골관절염의 노인 60명을 대상으로 초음파, 레이저, 초음파-레이저 복합치료의 효과를 비교하기 위하여 세 군으로 무작위 배정하여 치료를 6주간 실시하였고, 평가는 치료 전, 3주 후, 6주 후에 실시하였다. 그에 따른 결론은 다음과 같다.

1. VAS scale의 통증수준에서 초음파, 레이저의 측정시점에 따라 통증이 감소하였으나 유의한 차이가 없었고, 초음파-레이저 복합치료에서 치료 전과 비교해 3주 후부터 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 세 군의 통증수준에서, 실험 전과 후에는 공통적으로 6주후($p < .05$)에서 유의한 차이가 나타났다.
2. Algometer의 압통역치에서 초음파, 레이저의 측정시점에 따라 압통역치가 증가하였으나 유의한 차이가 없었고, 초음파-레이저 복합치료에서 치료 전과 비교해 3주 후부터 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 세 군의 통증수준에서, 실험 전과 후에는 공통적으로 6주후($p < .05$)에서 유의한 차이가 나타났다.

참고 문헌

이병옥. 인위적으로 유도된 흰쥐의 류마티스 관절염에 초음파와 극저전류 치료가 미치는 효과. 용인대학교 대학원. 석사학위논문. 2001.

이재형. 임상전기치료학. 대학서림. 521. 1995.

장문경. 다발성 관절염 실험동물 모델에서 저출력 GaAlAs 레이저 자극에 의한 소염 및 진통효과에 관한 연구. 경희대학교 대학원. 박사학위논문. 2005.

조홍식. 초음파의 약물전달 및 골관절염에 대한 치료효과. 아주대학교 대학원. 박사학위논문. 2003.

통계청. 2010년 생명표. 2011.

Bayat M, Ansari E, Gholami N, et al. Effect of low-level helium-neon laser therapy on histological and ultrastructural features of immobilized rabbit articular cartilage. J Photochem Photobiol B. 2007;87(2):81-87.

Greco M, Vacca RA, Moro L, et al. Helium-neon laser irradiation of hepatocytes can trigger increase of the mitochondrial membrane potential and can stimulate c-fos expression in a Ca-2+ dependent manner. Lasers Surg Med. 2001;29(5):433-441.

Halbrecht J, Carlstedt CA, Parsons JR, et al. The influence of growth hormone on the reversibility of articular cartilage degeneration in rabbits, Clin Orthop Relat Res. 1990;259:245-255.

Imhof H, Czerny C, Gahleitner A, et al. Coxarthrosis Radiology. 2002;42(6):416-431.

Jordan KM, Arden NK, Doherty M, et al. EULAR Recommendations 2003: an evidence based approach to the management of knee osteoarthritis: Report of a Task Force of the Standing Committee for International Clinical Studies Including Therapeutic Trials. Ann Rheum Dis. 2003;62(12):1145-1155.

Keenan AM, Tennant A, Fear J, et al. Impact of multiple joint problems on daily living tasks in people in the community over age fifty-five. Arthritis Rheum. 2006;55(5):757-764.

Moskowitz RW, Kelly MA, Lewallen DG. Understanding osteoarthritis of the knee-causes and effects. Am J Orthop. 2004;33:5-9.

Ostalowska A, Birkner E, Wiecha M, et al. Lipid peroxidation and antioxidant enzymes in synovial fluid of patients with primary and secondary

osteoarthritis of the knee joint. *Osteoarthritis Cartilage*. 2006;14(2):139-145.

Rappl G, Kapsokafalou A, Heuser C, et al. Dermal fibroblasts sustain proliferation of activated T cells via membrane-bound interleukin-15 upon long-term stimulation with tumor necrosis factor- α . *J Invest Dermatol*. 2001;116(1):102-109.

Van Der Windt DA, Van Der Heijden GJ, Van Den Berg SG, et al. Ultrasound therapy for acute ankle sprains. (Cochrane Review).

2002;(1):CD001250.

Wang Y, Simpson JA, Wluka AE, et al. Relationship between body adiposity measures and risk of primary knee and hip replacement for osteoarthritis: a prospective cohort study. *Arthritis Res Ther*. 2009;11(2):R31.

Young S. Ultrasound therapy. IN: Kitchen, S(ed): *Electrotherapy: Evidence-Based Practice*. ed. New York. Churchill Livingstone. 2002;211-230.