

초음파 투과성 매질들의 여러 특성에 관한 연구

우신향병원 물리치료과

강 군 용 · 김 영 배

The study was to analyze the effect of various ultrasound transmission media

Ghang, Goon Yong, M.E.D., R.P.T., Kim, Young Bae, R.P.T

Dept. of Physical Therapy, Woosshingyang Hospital

- ABSTRACT -

Ultrasound has been found useful as a therapeutic modality for the reduction of muscular and tendinous spasm. It has also been utilized for pain and other pathologic conditions through the ability of soundwaves to introduce molecules of chemical substances through the skin by a process. Choice of the transmission medium is very important for effective ultrasound treatment in clinical field. The purpose of this study was to analyze the effects of various ultrasound conduction media in regard to ultrasound conductivity and degree of absorption, evaporation and of skin irritation. The media used in this study were Antiplamine, Sacch lotion, Stereogel, Trastgel, Antiplamine S lotion, and Mentholatum lotion that have been used in clinical medicine. The study revealed that Antiplamine was not compatible with a good ultrasound transmitter. Other media excluding Antiplamine were compatible with a good ultrasound conductor, but they had some drawback with their nature of higher absorption, evaporation and skin irritation. The medium that was prepared by mixing of Antiplamine with Gel in 1 to 10 ratio was a good ultrasound transmitter and extents of absorption and evaporation and of skin irritation of it were less than the other media.

Key Words : Media, Conduction, Phonophoresis, Absorption, Evaporation

I. 서론

초음파 치료는 동통, 근골격의 손상, 연부조직의 문제를 가진 환자를 치료하는데 있어서 오랜 기간 임상에서 사용하고 있는 치료이다.

치료적 초음파의 생물물리학적(biophysical) 효과는 vitro 연구에 의해 널리 알려졌고 상대적으로 vivo 연구에서 발생하는 변화의 증거는 거의 없다 (Watson et al, 1992).

특히 임상에서 널리 사용되는 여러 가지 약리효과가 있는 매질에 있어서 매질의 투과성 여부와 피부 자극성, 흡수성, 증발성에 대한 정확한 연구가 이루어지지 않은 상태에서 편리성 및 측정된 보험 숫자에 의해서 사용되어 온 것이 현실이다.

따라서 본 연구에서는 본래의 초음파 효과만을 가지고 환자의 치유를 얻으려고 했던 약리효과가 없는 매질사용에서 벗어나 기존에 임상에서 사용하고 있는 여러 가지 로손이나 연고 형태의 매질의 특성과 약리효과를 이해하여 환자를 위한 올바른 치료를 위해 매질 사용의 중요성에 관하여 실험을 통해 알아보고자 했다.

이에 초음파의 정의와 역사, 효과, 매질의 특성을 알아보고 현재 임상에서 약리효과로 사용되어지고 있는 매질의 투과성, 피부자극성, 흡수성, 증발성에 대해 연구 실험의 필요성을 가졌다. 그러므로 초음파의 본래의 효과와 더불어 약리효과가 있는 매질에 대한 투과성, 피부자극성, 흡수성, 증발성 연구는 의미 있는 시도라 할 수 있다.

따라서 본 연구는 초음파의 본래 효과에 약리효과로 사용되어지는 매질의 투과성, 피부자극성, 흡수성, 증발성의 비교 실험을 통해 환자들에게 초음파 치료를 행함에 있어 가장 적합한 매질에 어떤 것들이 있는지를 알아보았다.

II. 본론

초음파(ultrasound wave 또는 ultrasonic wave)란

음향 진동의 일종으로서 주파수가 높은 음파를 말한다. 음파란 공기, 수중, 및 고체 속을 전파하는 기계적 진동인데, 음파 중에서 주파수가 20Hz~20KHz 범위의 것은 인간이 귀로 들을 수 있기 때문에 가청음이라 부른다(민경옥, 1998).

대개 초음파라고 하면 가청음보다 주파수가 높아서 인간이 귀로 직접 들을 수 없는 주파수를 말하는데 20KHz 이상을 말한다. 초음파는 0.5~5MHz, 대개는 1MHz 내외의 초음파를 사용하여 여러 질병을 치료하는 것을 말하고, 음향영동치료는 초음파에너지로 피부를 통하여 약물을 조직 안으로 도입시키는 치료방법이다(이재형, 1995).

1880년 Pierre Curie와 Paul Jacque Curie가 수정판에 압력을 가하면 전기가 발생하는 압전효과에 대해 처음 기술한 이래 큐리의 친구인 Langevin이 1910년 역압전효과를 이용하여 초음파를 발생시키는 방법을 이용하였으며, 1917년 조그만 물고기가 초음파의 빔 (beam)속에서 헤엄치다 죽는 것을 보고 처음으로 초음파의 생물학적 효과에 대해 기록한 것을 기점으로 1927년 미국의 물리학자 RW Wood와 AL Loomis가 Langevin의 이론적 연구를 토대로 초음파 에너지의 생물학적 효과에 대한 연구결과를 출판한 이래 많은 간행물이 등장하였다. 1930년대 주로 독일에서 초음파의 의학적 이용이 시작되고 1940년대 미국에 소개된 이래, 1952년에 미국 물리학협회의회 (American Council of Physical Medicine and Rehabilitation)에서 초음파를 공식 물리치료 요소로 채택한 후 초음파 치료는 오늘날 널리 쓰이는 열치료의 하나이다.

초음파의 주요한 효과는 신체에서 초음파에 의해 생리학적 반응을 일으키는 열 효과, 기계적 효과, 화학적 효과, 전기적 효과등에서 연구되어 왔지만 초음파는 몇몇 종류의 작용을 동시에 나타낸다. 구체적으로 초음파의 효과를 전통적으로 분류해온 기계적 효과와 열효과(Kitchen & Partridge, 1990), 또한 전파매개물질 그리고 매질을 이용한 이온도입 (iontophoresis)과 음파영동(phonophoresis)에 대해 알

아 보았다.

vivo의 좋은 증거는 아니다(Harvey et al, 1975).

1. 기계적 효과(nonthermal effect)

기계적 효과는 첫째로 공동효과(cavitation)로서 초음파의 진동(vibration)의 결과로 조직에 생기는 얇은 가스 거품의 형태를 말한다(Low & Reed, 1994). 높은 강도의 초음파의 중요한 특징이며 이것은 치료적인 적용에 의해서 발생하지 않는다는 사실에 유념해야 한다. 생물학적인 매질에는 분해된 기체가 항상 존재하므로 조직에 높은 강도의 초음파가 투여될 때, 희화기(phase of rarefaction) 동안에 가스가 차 있는 공동이 액체의 매질에서 발생될 것이다. 압박기 동안에는 고도의 에너지의 집중을 조성하면서 공동이 와해될 것이다. 가스의 기포가 음파에 의한 공진에서 진동하기에 충분하리 만큼 클 때 혹은 공동이 와해될 때 기계적인 파괴가 발생할 것이다(이재학, 1992).

둘째로 음향흐름(acoustic streaming)으로 진동에 의해 발생한 거품주위의 국소적인 액체의 흐름이다(ter Haar, 1987). 이것은 거대흐름(bulk streaming)과 미세흐름(microstreaming)으로 구분되어지며 거대흐름은 초음파의 빔이 전파될 때 액체 안에서 한 방향으로 움직이는 것을 말하며 미세흐름은 진동(oscillating)하는 근원의 인접한 곳에서 소용돌이(eddy) 형태로 발생한다(Williams, 1983). 두 개의 중요한 차이는 거대흐름은 vivo에서 발생하지만 미세흐름은 가스가 찬 곳을 제외하고는 vivo에서 발생하지 않는다.

셋째로 조직을 통해서 초음파의 움직임으로 인한 국소량의 작은 진동에(small oscillation of particles) 의해 만들어지는 기계적 효과이다(Williams, 1983).

넷째로 논쟁의 여지가 있지만 상처가 치유되는 동안에 주위에 새로운 혈관이 성장한다는 맥관형성(angiogenesis) 효과가 있다(Rubin et al, 1990).

마지막으로 섬유아 세포의 증식(fibroblast proliferation)이다. 그러나 이 증거는 vitro에서 있으나

2. 열효과(thermal effect)

첫째로 초음파의 마이크로 마사지 효과에 의하여 발생된 마찰은 조직에서 열을 발생시킨다. 혈액공급이 일반적으로 되고 있기 때문에 상승된 온도는 분산된다. 가장 큰 장점은 단파 및 극초단파로 할 때처럼 피부나 피하의 근막에서의 에너지의 소실이 없으므로 심부에 위치한 부위가 효과적으로 가열될 수 있다는 점이다(이재학, 1992).

조직의 온도 상승은 초음파 열효과의 중요한 증거이고 다양한 변수에 의해 결정된다. 우선 열(heating)은 초음파의 강도(intensity)와 주파수 의해 좌우되며 파동초음파(pulsed ultrasound)인지 지속초음파(continus ultrasound)인지도 중요한 요소이다.

둘째로 열에 의한 세포 활동의 증가가 발생하며 셋째로 초음파에 의해 교원질 조직(collagen tissue)의 유연성이 증가한다. vivo 실험에서 소수의 결과이지만 초음파의 임상실험에서(1.5W/cm², 1MHz, 8 minutes) 외측·내측 측부인대의 가벼운 유연성 증가가 있었다(Reed & Ashikaga, 1997).

3. 전파매개물질

초음파는 극초단파, 적외선 및 자외선과 같은 전자기 방사선과는 다르며, 에너지가 종파로서 전달되고 전달매체가 이러한 주파수에서는 신체와 진동의 원천 사이에서 요구된다. 헤드에서 조직으로 에너지를 최대한으로 이동시키기 위해서는 기계의 변환기의 헤드와 신체 사이에 밀접한 접촉이 있어야 한다. 소량의 공기마저도 열의 흐름을 분열시킬 수 있다. 공기 중에서는 초음파에너지가 현저하게 감쇄되고 공기-피부 경계면에서 거의 100%가 반사된다. 현미경으로 겨우 관찰할 수 있을 정도의 아주 미세한 기포가 있어도 초음파의 전파는 현저하게 감소된다. 따라서 임상적인 치료에서는 변환기와 환자와의 사이

의 공간이 액체의 얇은 층으로 채워지는데, 이것은 음파에너지의 전달을 허용할 것이다(이재형, 1995).

전파매개물질은 초음파에너지의 전도도가 좋아야 하고, 흡수력을 무시할 정도이어야 하며, 치료 중 피부에 지속적으로 체류할 수 있는 점착성이 충분하고, 접촉이동치료시 초음파변환기의 이동이 원활하도록 윤활성이 좋아야 한다. 또한 피부자극이 없어야 하며 값이 싸고 구하기 쉬워야 한다.

초음파의 에너지는 결합하는 액체 속에 용해되거나 현탁되어 있는 물질을 피부를 경유하여 밑에 있는 조직으로 몰고 갈 것이다. 이것은 음파영동으로서 알려져 있다.

음파영동치료에 사용하는 약품은 윤활성과 점성도가 좋은 연고, 크림, 로손으로 사용하기 때문에 약물 자체를 전파매개물질로 쓸 수 있다.

4. 이온도입과 음파영동

이온도입은 피부의 2지점에 양극과 음극의 전극을 장착하고 하전한 약물을 전기영동의 원리로 이동시켜 흡수시키는 방법이다. 이온성 약물에 전장을 가하면 약물이 표피 안으로 수송되는 방법으로서 투과 경로는 땀샘 또는 모공이다. 원리적으로는 이온성 약물이 흡수촉진의 대상이 되나 전류가 흐르는 것에 따라 물의 흐름도 발생하기 때문에 비이온성 약물이나 분자량이 큰 약물도 피부투과성이 상승한다고 보고 되어 있다. 따라서 현재, 인슐린과 같은 단백질이나 펩타이드를 필요한 경우에 경피투여가 가능한 소형 의료장비의 개발이 활발히 이루어지고 있다. 또 이온도입 보다도 높은 전압을 극히 단시간 내에 걸어줌으로써 표피세포의 구조변화를 야기해 약물을 전송하는 방법이 전기이동으로서 고분자량의 펩타이드 등의 투과에 효과가 있다고 밝혀지고 있으나 세포막의 손상이라는 문제점도 간과하여서는 아니된다.

음파영동은 피부표면에 초음파를 조사시킴으로써 약물의 경피흡수를 촉진시키는 방법으로 대부분의

약물은 피부에서 느리게 흡수된다. 그러나 초음파의 열효과에 의해서 세포막의 투과성이 증진되고 음향 흐름과 같은 기계적 효과에 의해 확산속도가 증가됨에 따라 약물의 흡수속도가 촉진된다. 이온도입은 물질의 한가지 이온만 조직에 침투되고 대개 침투 깊이가 낮지만 음파영동은 물질 분자 전체를 약 10cm, 적어도 5~6cm 깊이까지 침투시킬 수 있어 골격근과 신경에 영향을 준다. 1950년대 관절염에 음파영동치료가 처음 소개된 이래 여러 가지 약물이 음파 영동치료에 이용되고 있다.

이온도입과 음파영동은 경피흡수 촉진제와는 달리 외부의 에너지에 의해 투과성을 개선시키는 방법이다. 또한 경피흡수 촉진제와의 조합 사용에 의해 보다 강력한 흡수 촉진 효과도 기대할 수 있다.

본 연구에서는 이러한 점을 고려하여 임상에서 일반적으로 사용하고 있는 초음파 투과성 매질의 여러 특성 즉, 투과성, 피부자극성, 흡수성, 증발성에 관한 연구가 초음파치료에 사용되는 매질 선택의 중요성을 알아 볼 수 있는 매우 의미 있는 시도라 여겨진다.

Ⅲ. 연구방법

1. 대상 및 준비

서울 소재 W 병원 물리치료과에 내원하는 환자중 요통을 겪고 있는 20세 이상 환자 중에서 실험에 동의하신 2명을 대상(남 1명, 여 1명)으로 하였다. 환자의 나이는 각각 남자 29세, 여자 25세이었다. 실험자는 경력 5년 이상의 물리치료 선생 2명으로 하였다.

환자의 자세는 실험해야 할 허리 부위를 적절하게 노출시켜 편안한 자세를 취하게 하고 긴장을 풀게 하였다. 환자에게 치료의 원리, 초음파에너지 및 경험 해야할 감각을 설명해 주었다. 치료부위에 창상, 피부의 병변 혹은 염증, 화상의 유무를 확인하였다. 초음파로 치료하는데 금기(임산부, 처수, 생식기, 중

양) 되는 부위 특히 척수에 주의를 하였다. 치료를 시행하기전 선택된 전달매질의 얇은 코팅으로 초음파의 헤드를 감싸므로 해서 기계가 초음파를 발생하고 있는가를 테스트하였다. 초음파의 강도가 증가될 때 증가하는 강도에 의하여 기계가 순조롭게 작동하는가를 체크하였다. 실험 부위의 낮은 온도 때문에 원하는 결과의 감소를 제거하기 위하여 초음파의 헤드와 오일을 예비적으로 따뜻하게 하였다.

2. 도구

W 병원에서 보유하고 있는 장비중 초음파 치료기 1대, 초음파 영상진단기 1대를 설정하여 실험하였다. 초음파 치료기는 피부에 초음파의 헤드면이 균일한 압력으로 가해지지 않을 때와 적절하지 않은 매질을 사용할 때 초음파가 체내로 투과되지 않음을 소리와 계기로 알려주는 기능을 가진 기종(Phyaction 190i 네덜란드)을 선택하였고, 초음파 영상진단기(메디슨 SA-6000 한국)를 이용해서 영상유무를 관찰하여 초음파투과성 매질의 투과성 여부를 최종 확인하였다.

음파영동치료에 사용하는 매질은 약물자체를 전파 매개물질로 사용할 수 있다. 따라서 임상에서 널리 사용되는 안티푸라민(유한양행), 싸이크 로션(영진약품), 맨소래담 로션(영진약품), 안티푸라민S 로션(유한양행), 스테로 겔((주)한국파마), 트라스트 겔(SK제약)을 사용하였고 여기에 일반적으로 임상에서 사용되는 겔(gel)에 겔 성분이 포함되어 있지 않은 4가지 즉 안티푸라민, 싸이크 로션, 맨소래담 로션, 안티푸라민S 로션에 한해서는 겔과 1:10 비율로 혼합하여 실험하였다. 이 실험의 내용을 투과, 비투과, 피부자극 성, 흡수성, 증발성 여부 등으로 구분하여 본 실험을 하였다.

3. 방법

본 연구에서는 맥동초음파와 연속초음파 방법중

초음파투과성이 높은 것으로 알려진 연속초음파를 사용하였다. 또한 주파수가 높으면 표면조직에서 열 발생이 많이 되기 때문에 상피, 진피 등 표재조직에 1.5~3MHz의 높은 주파수의 초음파를 사용하였다.

초음파의 강도는 세포막의 투과성에 영향을 미치기 때문에 3.0W/cm²의 강도면 세포막의 투과성이 200% 정도 증가한다. 따라서 음파영동은 1.0~1.5W/cm² 정도의 비교적 높은 강도를 사용하였다. 치료시간은 5분을 적용하였다. 헤드는 경사 시키지 않도록 하였다. 경찰의 속도는 2~3초 동안 한번 원을 돌렸다. 초음파 헤드의 이동은 균일한 압력으로 천천히 부드럽게 하였다.

IV. 결 과

본 연구는 초음파 치료기와 초음파 영상진단기를 통하여 약리효과가 있는 매질 즉 안티푸라민, 싸이크 로션, 맨소래담 로션, 안티푸라민S 로션, 스테로 겔, 트라스트 겔들과 성분중 겔이 포함되어 있지 않은 안티푸라민, 싸이크 로션, 맨소래담 로션, 안티푸라민S 로션은 겔과 1:10 비율로 각각 혼합하여 투과성 여부와(표1.) 피부자극성, 흡수성, 증발성에(표2.) 대하여 실험하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 매질의 투과성

약리효과가 있는 매질 즉 안티푸라민, 싸이크 로션, 맨소래담 로션, 안티푸라민S 로션, 스테로 겔, 트라스트 겔들과 성분중 겔이 포함되어 있지 않은 안티푸라민, 싸이크 로션, 맨소래담 로션, 안티푸라민S로션은 겔과 1:10 비율로 각각 혼합하여 투과성 여부의 결과를 보면 (표1.)과 같은 결과가 나타났다

첫째, 안티푸라민은 투과성이 없으므로 초음파 치료에 사용하는 매질로서는 적합하지 않은 것으로 나타났다.

둘째, 실험에 사용한 매질 중 안티푸라민을 제외한 싸이크 로션, 맨소래담 로션, 안티푸라민S 로션 스

테로 젤, 트라스트 젤은 투과성이 있어 초음파 치료에 사용하는 매질로서 적합한 것으로 나타났다.

셋째, 성분중 젤이 포함되어 있지 않은 안티푸라민, 싸이크 로션, 맨소래담 로션, 안티푸라민S 로션은 젤과 1:10 비율로 각각 혼합한 것은 투과성이 있어 초음파 치료에 사용하는 매질로서 적합한 것으로 나타났다.

이상의 결과를 보면 안티푸라민을 제외한 모든 매질은 초음파 치료에 사용하는 매질로서 적합한 것으로 나타났다.

따라서 약리효과가 있는 매질중 안티푸라민은 투과성이 없으므로 임상에서 초음파투과성 매질로 사용하는 것은 적합하지 않은 것으로 나타났다. 반면에 그 외의 약리효과를 주는 매질은 임상에서 초음파투과성 매질로 사용함에 있어서 적합한 것으로 나타났다.

표1. 매질의 투과성 여부

매질종류/투과성	투과	비투과
안티푸라민		○
싸이크 로션,	○	
맨소래담 로션,	○	
안티푸라민S 로션	○	
스테로 젤	○	
트라스트 젤	○	
안티푸라민 + 젤(1:10)	○	
싸이크 로션 + 젤(1:10)	○	
맨소래담 로션 + 젤(1:10)	○	
안티푸라민S 로션 + 젤(1:10)	○	

2. 매질의 피부자극성, 흡수성, 증발성

약리효과가 있는 매질 즉 안티푸라민, 싸이크 로션, 맨소래담 로션, 안티푸라민S 로션, 스테로 젤, 트라스트 젤들과 성분중 젤이 포함되어 있지 않은 안티푸라민, 싸이크 로션, 맨소래담 로션, 안티푸라민S 로션은 젤과 1:10 비율로 각각 혼합하여 피부자극성, 흡수성, 증발성 여부의 결과를 보면 (표2.)과 같은

결과가 나왔다.

첫째, 안티푸라민은 피부자극성, 흡수성, 증발성 모두가 낮게 나타났다.

둘째, 싸이크 로션은 피부자극성, 흡수성, 증발성 모두가 높게 나타났다.

셋째, 맨소래담 로션은 피부자극성, 흡수성, 증발성 모두가 높게 나타났다.

넷째, 안티푸라민S 로션은 피부자극성, 흡수성, 증발성 모두가 높게 나타났다.

다섯째, 스테로 젤은 피부자극성은 낮게, 흡수성, 증발성은 높게 나타났다.

여섯째, 트라스트 젤은 피부자극성은 낮게, 흡수성, 증발성은 높게 나타났다.

일곱째, 안티푸라민에 젤을 1:10으로 혼합한 것은 피부자극성, 흡수성, 증발성 모두가 낮게 나타났다.

여덟째, 싸이크 로션에 젤을 1:10으로 혼합한 것은 피부자극성은 높게, 흡수성, 증발성은 낮게 나타났다.

아홉째, 맨소래담 로션에 젤을 1:10으로 혼합한 것은 피부자극성은 높게, 흡수성, 증발성은 낮게 나타났다.

열째, 안티푸라민S 로션에 젤을 1:10으로 혼합한 것은 피부자극성은 높게, 흡수성, 증발성은 낮게 나타났다.

이상의 결과를 보면 싸이크 로션, 맨소래담 로션, 안티푸라민S 로션, 싸이크 로션과 젤, 맨소래담 로션과 젤, 안티푸라민S 로션과 젤은 피부자극이 높아 반복적인 사용에 적합하지 않은 것으로 나타났고 반면에 안티푸라민, 스테로 젤, 트라스트 젤, 안티푸라민과 젤은 피부자극이 낮아 반복적인 사용에 적합한 것으로 나타났다.

또한 안티푸라민, 안티푸라민과 젤, 싸이크 로션과 젤, 맨소래담 로션과 젤, 안티푸라민S 로션과 젤은 흡수성, 증발성이 낮게 나타났고 반면에 싸이크 로션, 맨소래담 로션, 안티푸라민S 로션, 스테로 젤, 트

라스트 겔은 흡수성, 증발성이 높게 나와 피부에 지속적으로 체류할 수 있는 점착성이 부족하고, 접촉 이동치료시 초음파 변환기의 이동이 원활하도록 하는 윤활성이 좋지 않게 나타났다.

따라서 약리효과가 있는 매질중 피부자극이 낮고 흡수성, 증발성이 낮은 매질은 순수한 안티푸라민과 안티푸라민과 겔을 1:10으로 혼합한 것으로 나타났다.

표2. 매질의 피부자극, 흡수성, 증발성 여부

매질종류/구분	피부자극	흡수성	증발성
안티푸라민	낮다	낮다	낮다
싸이크 로션	높다	높다	높다
맨소래담 로션	높다	높다	높다
안티푸라민S 로션	높다	높다	높다
스테로 겔	낮다	높다	높다
트라스트 겔	낮다	높다	높다
안티푸라민+겔(1:10)	낮다	낮다	낮다
싸이크 로션+겔(1:10)	높다	낮다	낮다
맨소래담 로션+겔(1:10)	높다	낮다	낮다
안티푸라민S 로션+겔(1:10)	높다	낮다	낮다

V. 결 론

본 연구는 임상에서 사용되는 초음파투과성 매질의 투과성, 피부자극성, 흡수성, 그리고 증발성을 실험연구를 통하여 서로 비교 검토하였다. 그리하여 초음파치료에 있어 사용되는 가장 적절한 초음파투과성 매질이 어떤 것인지를 알아보고 다음과 같은 결론을 얻었다.

첫째, 안티푸라민은 피부자극성, 흡수성, 증발성은 낮아서 사용하기에 적합하였다. 그러나 그 초음파 투과성에 있어서는 부적절하였다.

둘째, 로션 형태의 초음파투과성 매질 즉 싸이크 로션, 맨소래담 로션, 안티푸라민S 로션은

그 초음파 투과성은 높아 매질로 사용하기에 좋았으나 피부자극성, 흡수성, 증발성이 높은 단점이 있었다.

셋째, 겔 형태의 초음파투과성 매질 즉 스테로 겔 및 트라스트 겔은 초음파투과성은 높았고 피부자극성은 낮아 매질로 사용하기에 좋았으나 그 흡수성과 증발성이 높은 단점이 있었다.

넷째, 안티푸라민, 싸이크 로션, 맨소래담 로션, 안티푸라민S 로션에 순수한 겔을 1:10의 일정 비율로 혼합하면 안티푸라민의 단점인 초음파의 비투과성은 좋아졌다. 그러나 로션형태의 초음파투과성 매질의 높은 피부자극성은 낮아지지 않았다.

이상의 결과로 보아 초음파투과성 매질의 투과성을 비교검토 할 때 안티푸라민을 제외한 다른 모든 초음파투과성 매질에서 그 초음파 투과성은 높았다. 그리고 초음파투과성 매질의 피부자극성, 흡수성 그리고 증발성을 비교 검토 할 때 겔 형태의 초음파투과성 매질 즉 스테로 겔 및 트라스트 겔은 피부자극성은 낮은 반면 그 흡수성과 증발성은 높았다. 로션 형태의 초음파투과성 매질 즉 싸이크 로션, 맨소래담 로션, 안티푸라민S 로션들은 피부자극성, 흡수성, 증발성등이 모두 높았다. 안티푸라민, 싸이크 로션, 맨소래담 로션, 안티푸라민S 로션들을 순수한 겔과 1:10의 일정 비율로 혼합한 초음파투과성 매질에 대한 실험에서는 안티푸라민의 경우 피부자극성, 흡수성, 증발성은 낮았고 비투과성이 투과성으로 나타났다. 그리고 로션 형태의 초음파투과성 매질의 경우에는 투과성은 높았고 흡수성과 증발성은 낮았으며 피부자극성은 높았다.

따라서 초음파투과성 매질의 초음파 투과성, 피부자극성, 흡수성, 증발성등에서 초음파 투과성은 높으

면서 피부자극성과 흡수성, 증발성이 낮은 경우는 안티푸라민에 겔을 1:10의 비율로 혼합한 초음파투과성 매질이 임상학적 이용에 가장 적합하다고 생각되어졌다.

참 고 문 헌

- 민경옥. 전기치료학. 도서출판 현문사; 185-295, 1998.
- 이재학 : 전기치료학. 도서출판 대학서림; 373-438, 1992.
- 이재형 : 전기치료학. 도서출판 대학서림; 491-541, 1995.
- Biological Effects of Ultrasound : Mechanisms and Clinical Implications. No. 74, 1983.
- Coleman AJ, Choi MJ, Saunders JE. Detection of acoustic emission from cavitation in tissue during clinical extracorporeal lithotripsy. *Ultrasound Med Biol*: 1079-1087, 1996.
- Duck FA, Baker AC, Starrit E. *Ultrasound in Medicine*: 39-56, 1998.
- Dyson M. Mechanisms involved in therapeutic ultrasound; p.116-120, 1987.
- Fahnestock M, Rimer VG, Yamawaki PR, et al. Effects of ultrasound exposure in vitro on neuroblastoma cell membranes; 133-144, 1989.
- Harvey W, Dyson M, Pond J, et al. Metabolic changes induced by ultrasound in fibroblasts in vitro; 10-21, 1975.
- Kitchen SS, Partridge CJ. A review of therapeutic ultrasound; 593-595, 1990.
- Lehmann JF, Lateur BJ. *Therapeutic Heat and Cold* Baltimore; 417-581, 1990.
- Low J, Reed A. *Electrotherapy Explained : Principles and Practice*; 1994.
- Ramirez A, Schwane JA, McFarland C, et al. fibroblast proliferation in vitro; 326-332, 1997.
- Reed B, Ashikaga T. The effects of heating with ultrasound on knee joint displacement; 131-137, 1997.
- Robertson VJ, Ward AR. Dangers in extrapolating in vitro uses of therapeutic ultrasound; 78-79, 1996.
- Rubin MJ, Etchison MR, Condra KA, et al. Acute effects of ultrasound on skeletal muscle oxygen tension, blood flow and capillary density; 261-269, 1990.
- Suslick KS : *Physical and Biological Effects*. 1988,ter Haar G : *Basic physics of therapeutic ultrasound*. p.110-113, 1987,ter Haar G : *Biological effects of ultrasound in clinical applications*. p.305-320, 1988,ter Haar G : *Therapeutic ultrasound*; 3-9, 1999.
- Vander A, Sherman J, Luciano D. *Human Physiology : The Mechanism of Body Function*; 1998.
- Watson JD, Gilman M, Witkowi J, et al : *Recombinant DNA*; 1992.
- Williams AR. *Ultrasound: Biological Effects and Potential Hazards*; 1983.
- World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology. *Conclusions and recommendations on thermal and non-thermal mechanisms for biological effects of ultrasound*; 2-4, 1997.