

동통완화를 위한 전기치료 기술

서울대학교 병원 재활의학과

정진우

고려대학교 보건전문대학 물리치료과

박찬의

Current Electrotherapy Procedure for Pain Relief

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| I. 동통의 개요 | B. 간섭전류치료 |
| II. 동통환자의 평가 | C. 저주파경음초음파치료 |
| III. 동통완화를 위한 전기치료기술 | D. 초음파의 phonophoresis |
| A. 경미신경 자극치료 | 참고문헌 |

I. 동통의 개요

사람이 병에 걸릴때 몸에 나타나는 최초의 증후는 동통이며 동통이 없는 병이란 매우 드물다. 질병이나 손상으로 나타나는 동통은 인간을 가장 무능하게 만드는 증상이다. 그러나 동통을 느끼게 하는 통각은 인간생존에 필수 불가결한 감각으로써 하나의 방어기전으로 설명된다. 이와같은 통증은 피부, 내장, 심부근과 골격계 등에 동통을 수용하는 신경말단 장치가 있고, 이 말단장치에서 시작하여 뇌증후에 이르는 고유한 신경경로를 통해 일어남이 확인되었다. 이 고유한 신경경로는 삼단계의 신경원경로를 거치게 된다. 첫째 신경원은 말초신경인 지각신경세포로서 유해자극을 받아 척수 후각에 있는 세포나 뇌간에 있는 지각중지핵에서 둘째 신경원과 접합한다. 둘째 신경원은 후각세포나 지각중지핵에서 시작하여 시상에서 중지하여 셋째 신경원과 접합한다. 셋째 신경원은 시상에서 시작하여 대뇌 피질의 체성지각영역에 중지하게 되는 경로이다. 통각에 대한 신경생리학적 이론은 많은 논의가 계속되고 있으나 크게 네 가지로 설명할 수 있다. 첫째는 Von Frey(1896)의 specific theory이며, 이는 피부에 각종 피부감각을 위하여 특수한 형태로 분화된 수용체(receptor)가 있고, 이 수용체의 흥분이 일정한 전도를 통하여 감각성피질에 전달된다는 것이다. 예를들면 Pacini 소체는 압각을 위하여, Meissner 소체는 촉각을 위하여 작용하고, 통각의 경우는 자유신경말단 (free

nerve ending)이 그 수용체로 작용한다는 것이다. 둘째는, Goldscheider의 pattern theory로써 수용체로부터 구심성섬유를 통하여 중추로 전달되는 충격(impulse)의 temporal pattern이나 spatial pattern에 따라 감각의 종류가 결정된다는 주장이나, 이들은 각종 피부감각을 구별 할 수 있는 pattern을 구체적으 제시하지 못하였다. 셋째는, 1965년 Wall과 Melzack이 발표한 관문조절설(gate control theory)이다. 이는 통각성 충격이 고위중추에 전달되는 과정에서 척수후각에 위치하는 관문조절제(gate control sy-

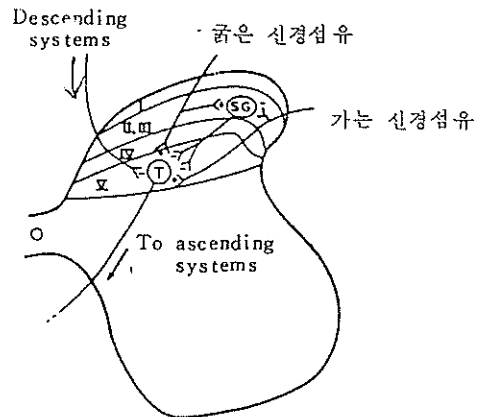


그림 1. 관문조절설

- SG : substantia gelatinosa,
T : transmission cell
+ : 촉진접합 (facilitatory synapse)
- : 억제접합 (inibitory synapse)

stem)에 의하여 일차적으로 제어 받는다는 것이다(그림 1). 네찌르, 관문조절설과 함께 통증조절 이론으로 받아들여지고 있는 이론은 endogenous theory이다. 피하에 서로다른 신경종말부(cutaneous undifferentiated nerve ending)는 한가지 또는 몇가지의 화학물질을 함유하고 있으며 이 물질들은 포나 미립자안에 있어 자극에 의하여 유리되고 반응으로 나타나는 것이다. 이 물질의 종류는 수용기 물질과 유사할 것으로 추정되며 아직 증명한 사람은 없다. 그러나 이 종말부의 물질은 신경주위의 특수한 효소(enzyme)라고 추정하며 자극에 의해 발생되어 SG(substantia gelatinosa)까지 전달되고 관문조절에 의거하여 SG에서 작용되는 것으로 설명하고 있다.

I. 통증환자의 평가

환자의 아픔의 호소 즉 언제(아침, 낮, 저녁, 밤, 특히 심하게 나타나는 때), 어디서(통증이 나타나는 부위), 어떻게(바늘로 찌르는 듯한 아픔, 칼로 자르

는 듯한 아픔, 찢어지는 듯한 아픔, 타는 듯한 아픔, 맥박성 아픔, 둔통...등) 아프며 얼마나 오래, 어느 정도 심하게 아픈가 따위의 상세한 정보가 이를 진단하는데 큰 도움을 주는 것은 질병과 손상의 유형에 따라 통증은 제각기 다르기 때문이다.

또한 환부를 관찰하여 근긴장이나 부종이 있는가 등을 확인하며 관찰범위 측정이나 근력검사 그리고 신경학적검사를 통하여 신체이상을 발견한다. 신체적이상의 발견에 못지 않게 중요한 것은 정신적 문제(psychological problem)의 발견이다. 통증을 호소하는 환자는 대개가 일차적이건 이차적이건 정신적인 문제를 가지고 있다.

이는 한 인간의 질병은 인간개체와 그 인간을 둘러싸고 있는 환경과의 관계라 할 수 있다. 이와 같은 모든 평가를 통해 올바른 치료계획을 해야 할 것이다.

다음은 동통이 있는 환자에게 치료계획을 수립하기 앞서 동통에 대한 여러가지 질문사항을 통해 평가하는 Melzack이 창안한 McGill pain assessment questionnaire의 기록지이다(표 1, 2, 3, 4).

Patient's name _____

Hospital No. _____

Clinical category (e.g. Cardiac, Neurological, etc.) : _____

Diagnosis : _____

Analgesic (it already administered) :

1. Type _____

2. Dosage _____

3. Time given in relation to this test _____

Patient's Intelligence : Circle number that represents best estimate.

1 (low) 2 3 4 5 (high)

.....

This questionnaire has been designed to tell us more about your pain.

Four major questions we ask are :

1. Where is your pain ?

2. What does it feel like ?

3. How does it change with time ?

4. How strong is it ?

It is important that you tell us how your pain feels now. Please follow the instructions at the beginning of each part.

표 1. 동통환자의 의무기록지

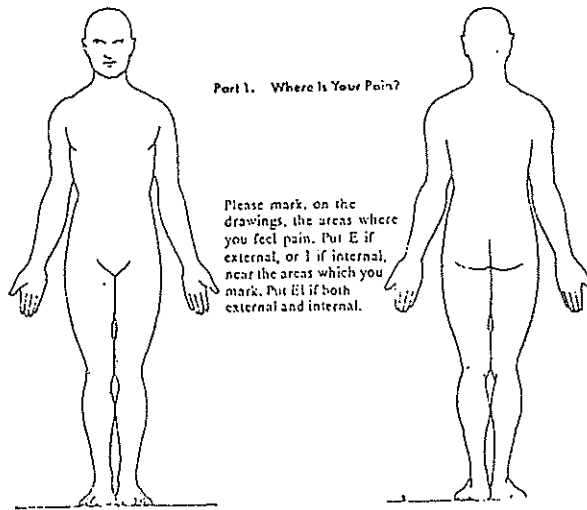


표 2. 동통을 느끼는 부위를 표시하는 기록지

Part 2. What Does Your Pain Feel Like ?

Some of the words below describe your present pain. Circle ONLY those words that best describe it. Leave out any category that is not suitable. Use only a single word in each appropriate category—the one that applies best.

1 Flickering Quivering Pulsing Throbbing Beating	2 Jumping Flashing Shooting	3 Pricking Boiling Drilling Stabbing Lancinating	4 Sharp Cutting Lacerating	5 Pinching Pressing Gnawing Cramping Crushing
6 Tugging Pulling Wrenching	7 Hot Burning Scalding Searing	8 Tingling Itchy Smarting Stinging	9 Dull Sore Hurting Aching Heavy	10 Tender Taut Rasping Splitting
11 Tiring Exhausting	12 Sickening Suffocating	13 Fearful Frightful Terrifying	14 Punishing Gruelling Cruel Vicious Killing	15 Wretched Blinding
16 Annoying Troublesome Miserable Intense Unbearable	17 Spreading Radiating Penetrating Piercing	18 Tight Numb Drawing Squeezing Tearing	19 Cool Cold Freezing	20 Nagging Nauseating Agonizing Dreadful Torturing

표 3. 동통의 호소상태를 기록하는 기록지

Part 3 . How Does Your Pain Change With Time ?

1 . Which word or words would you use to describe the pattern of your pain ?

1	2	3
Continuous	Rhythmic	Brief
Steady	Periodic	Momentary
Constant	Intermittent	Transient

2 . What kind of things relieve your pain ?

3 . What kind of things increase your pain ?

Part 4 . How Strong Is Your Pain ?

People agree that the following 5 words represent pain of increasing intensity. They are :

1	2	3	4	5
Mild	Discomforting	Distressing	Horrible	Excruciating

To answer each question below, write the number of the most appropriate word in the space beside the question.

- 1 . Which word describes your pain right now ? _____
- 2 . Which word describes it at its worst ? _____
- 3 . Which word describes it when it is the least ? _____
- 4 . Which word describes the worst toothache you ever had ? _____

표 4 . 동통의 양상 및 호소정도를 기록하는 기록지

II . 동통완화를 위한 전기치료기술

A . 경피신경자극 (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation)

1 . 생리적 효과

경피신경자극은 감각신경을 전기적으로 자극하여 동통완화를 시키는 치료법으로 판문조절설의 개념을 임상에 활용하는 대표적인 예이다. 경피신경자극치료는 동통완화가 주된 치료목적이며 부수적으로 미열효과와 맛사지효과가 나타날 수 있다.

2 . 치료기술

경피신경자극치료의 중요한 사항은 치료기의 올바른 전류선택, 자극부위 및 전극배치법이다. 전류선택에서 고려되어야 할 사항은 전류의 파형, 주파수, 자극시간 폭, 전류강도 등이며 가장 효과적인 전류선택의 기준은 아직 밝혀지지 않았다. 자극부위의 결정은 동통의 원인에 따라 결정되어야 하며 특수한 경우(수술후 동통치도시)를 제외하고는 가능한 두 가지 이상의 방법을 시도하여 치료하는 것이 효과적이다. 전극배치법도 여러가지 방법이 있으며 치료부위에 따라 적절한 방법을 적용하는데 두개의 채널을 이용하는 이중채널배치법(dual channel displacement)이 가장 많이 이용되고 있다.

(1) 전류선택

경피신경 자극에 사용되는 전류는 저전압 (low voltage) 전류로 변형된 펄스나 저주파전류이다. 경피신경 자극치료에 이용되는 전류의 파형은 대체로 다섯가지 형태로 시중에 시판되는 경피신경 자극치료기는 대부분 이 다섯가지중 한 가지 파형에 속한다 (그림 2). 그러나 아직도 가장 효과적인 파형에 관한 연구보고는 없다.

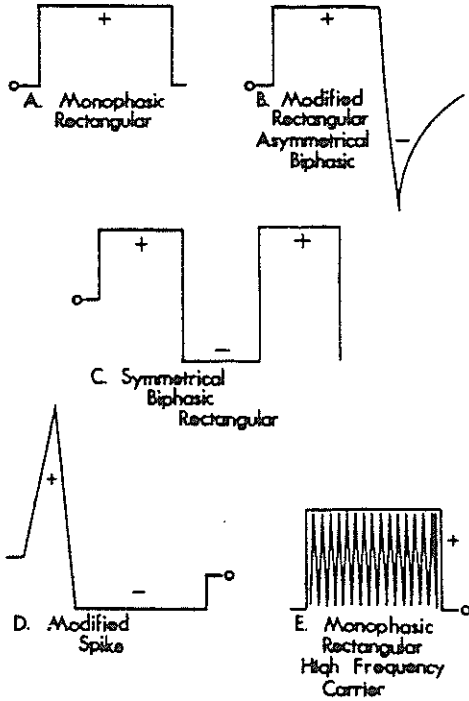


그림 2. 경피신경자극치료기의 다섯 가지 파형

경피신경 자극치료기의 재원율 보면 주파수 (자극빈도)의 범위는 0-200 pps 이고, 자극시간폭은 20-600 msec이며 전류강도는 0-150 mA 이다. 임상에서 적용되고 있는 주파수는 대부분 100 pps 정도이다.

경피신경 자극치료시 전류강도는 150mA의 범위에서 환자가 평안하고 좋은 감각을 느낄 수 있는 정도가 이상적이며 근수축이 나타나지 않아야 한다. 치료시간은 1회 치료에 30~60 분정도이며, 환자에게 안전하게 치료하는 법을 가르쳐주고 가정치료를 권하는 것이 좋다. 치료빈도는 하루에 가능한 여러번 치료하는 것이 좋다.

(2) 자극부위

경피신경 자극치료시 자극부위는 동통의 원인, 부위 및 동통의 양상에 따라 결정해야 한다. 심장병 환자에

게 심장을 교차하는 방법이나 경동맥동, 입산부의 골반부 등의 치료는 금기사항이다.

경피신경 자극치료시 자극부위결정은 대체로 일곱가지 방법에 의해 시행된다.

① 동통호소부위 자극법

동통이 나타나는 부위를 자극하는 방법으로 압통이 있는 경우는 압통점에 실시하고 동통이 나타나는 부위의 주위도 자극해 주는 경우가 많다.

② 피판 (dermatome) 자극법

척추후근에 지배되는 지각영역을 자극하는 방법으로 전극은 특별한 해부학적 점이 아닌 지각영역내를 자극하는 것이다. 그러나 피판안에 존재하며 같은 신경근이 지배하는 운동점, 발통점 및 경혈을 찾아서 자극하는 경우도 있다. 예를들면 L₅ 피판통 (dermatome pain) 이 있을 경우 L₅ 피판영역인 하퇴의 전외측부를 자극하는 것이 일반적이나 전경골근 (tibialis anterior) 의 운동점이나 발통점을 자극하기도 하며 하퇴의 전외측부에 위치하는 경혈인 위경 36, 42등을 자극하기도 한다 (그림 3).

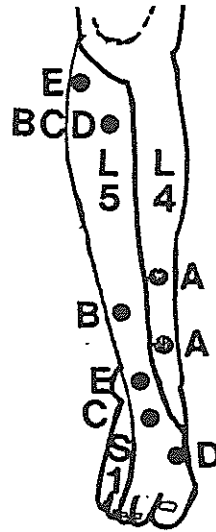


그림 3. 피판자극법

- A : nonspecific
- B : 전경골근의 운동점
- C : 경혈 (위경 36, 42)
- D : 전경골근의 발통점
- E : 심비골신경

③ 척수분절 (spinal cord segment) 자극

동통부위를 지배하는 척수단위 (spinal cord level) 의 신경근 (nerve root) 을 자극하는 방법으로 한 전극은 척수의 신경근분위에 다른 전극은 이 신경근과 관

제있는 피판, 발통점, 운동점 및 경혈등에 대주는 방법이다(그림 4).

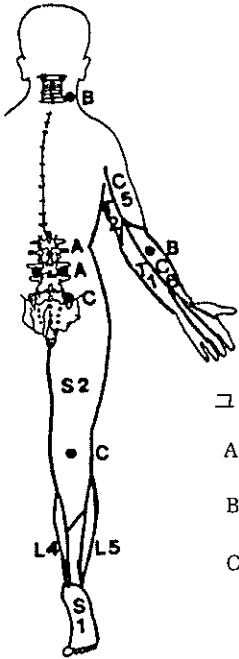


그림 4. 척수분절자극

- A. Paraspinal 자극 및 interspinous 자극
- B. Paraspinal 자극 (C₅-7) 및 회외근의 운동점자극
- C. Paraspinal 자극 (L₅-S₁) 및 popliteal space 자극

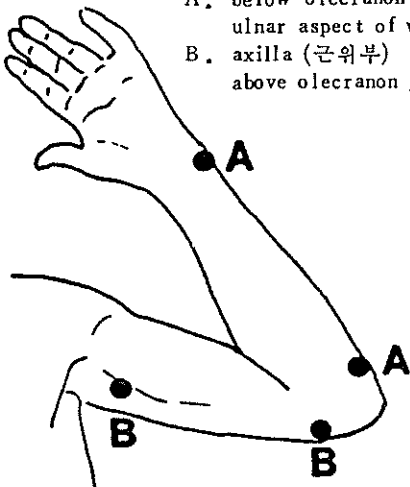
예를들면 좌팔신경통인 경우 한 전극은 L₅-S₁ 의 신경근부위에 대주고 다른 전극은 sciatic notch 나 popliteal space 등 좌팔신경과 관계되는 부위에 대주는 법이다.

④ 말초신경(peripheral nerve) 자극

각 말초신경에 따라 피부에서 가장 가깝게 위치한 곳

그림 5. 말초신경자극(척골신경)

- A. below olecranon groove (근위부) ulnar aspect of wrist (원위부)
- B. axilla (근위부) above olecranon groove (원위부)



중 근위부에 한개의 전극을 대주고 그의 다른 부위를 찾아 전극을 대주는 법이다. 예를들어 그림 5에 척골신경을 자극하는 법에 대하여 도시하였다.

⑤ 신경총(nerve plexus) 자극

신경총을 자극하는 법으로 완신경총(brachial plexus)에 대한 자극이 가장 널리 효과적으로 이용되고 있다. 상지의 여러부위에 diffuse 하게 동통이 있을경우 한 전극은 Erb's point 에 대고 다른 전극은 손등에서 첫째 손가락과 둘째 손가락사이에 대주어 치료한다.

⑥ 선로(linear pathway) 자극

어떠한 선을 따라 자극하는데 그 선이 말초신경일수도 있고 경락일 수도 있으며 관련통을 일으키는 발통점일 수도 있다.

⑦ 운동점, 발통점 및 경혈자극

운동점, 발통점(trigger point) 및 경혈(acupuncture point) 등을 치료하는 법으로 같은 동통증후에서는 이 세점이 거의 유사한 부위에 위치하기도 한다는 보고가 있다. 경피신경자극치로서 발통점이나 경혈자극이 많이 적용되고 있다(그림 3참조)

(3) 전극배치

전극배치는 자극방법이나 부위에 따라 결정해야 되며 경피신경자극치로서 이용되는 전극배치법은 다섯가지가 있다.

첫째, 이중채널배치법(dual channel placement)으로 치료기의 두 개의 채널 즉 네개의 전극을 이용하여 치료하는 법으로 가장 널리 이용되고 있다.

둘째, 양측배치법(bilateral placement)으로 두 개의 채널을 이용하되 항상 양측으로 적용하는 방법으로 오른쪽 상지에 통증이 있으면 왼쪽 상지에도 오른쪽 치료와 함께 실시하는 기술이다.

세째, 반대측배치법(contralateral placement)으로 동통이 나타나는 부위의 반대편을 자극하여 치료하는 방법이다.

네째, 다전극배치법(multielectrode placement)으로 네개 이상의 전극을 이용하여 치료하는 기술이다.

다섯째, 교차배치법(crossed placement)으로 두개의 채널을 대각선으로 서로 교차하여 치료하는 법이다. 교차배치법과 유사한 방법으로 한개의 전극을 중심으로 두 개의 전극을 삼각형으로 배치하여 치료하는 방법이 있는데 이는 두통치로서 적용한다.

B. 간섭전류치료(Interferential Therapy)

1. 치료원리

간섭전류치료는 두가지의 중주파전류(medium frequency current)를 서로 교차 통전시켜 저주파전류

의 효과를 일으키는 전기치료기술이다. 중주파 전류는 4000 Hz 주위의 파장을 가진 전류를 말하며 이 전류는 매우 적은 skin impedance로 운동 및 감각신경을 자극할 수 있다. 50 Hz의 전류를 피부에 통전시키면 skin impedance가 3200 Ω이지만 4000 Hz의 전류를 통전시키면 40 Ω의 적은 피부저항으로 통전할 수 있다.

간섭전류치료의 원리는 4000 Hz의 전류와 3900 Hz의 전류를 서로 교차하여 통전시키면 두 전류의 교차부위에 100 Hz의 맥놀이주파 (beat frequency) 전류가 형성되며 이 맥놀이주파전류가 저주파이므로 저주파전류의 효과가 심부조직에서 발생하는 것이다.

(그림 6)

맥놀이주파전류의 발생시 주파수의 변화는 다음과 같이 회로A와 회로B의 주파수차에 좌우된다.

회로 A	4000 Hz	4100 Hz	4000 Hz	중주파전류
회로 B	3900 Hz	4000 Hz	3980 Hz	
맥놀이 주파	100 Hz	100 Hz	20 Hz	저주파전류

간섭현상을 일으키는 것은 두 가지가 있는데 맥놀이주파전류의 주파수에 따라 정적간섭현상과 동적간섭현상으로 나뉜다.

간섭전류치료의 중요한 이점은 불필요한 피부자극 없이 자극하고자 하는 심부조직을 치료할 수 있다는 점이다.

2. 치료효과

간섭전류치료의 효과는 전류의 주파수범위, 강도 및 간섭현상의 종류에 따라 좌우되고 전극의 위치는 치료효과부위를 결정한다.

(1) 동통완화

정적간섭현상의 100 Hz 주위의 맥놀이주파전류를 이용하여 적용할 때 동통완화가 나타나며 치료시간은 약 1시간정도이다. 적응증으로는 급성사경, 근육통, 요통등의 radicular syndromes 과 조직변성이나 영양장애로 오는 통증 등이며 염증이나 좌상 등으로 발생하는 통증 및 신경통, 환자통 등의 neurogenic pain syndrome 등도 해당된다.

(2) 운동신경자극

정적간섭현상의 1 Hz와 10 Hz 사이의 맥놀이주파전류를 이용하여 적용할 때 근수축이 발생된다. 적응증으로는 신경손상없이 발생하는 근수축의 장애, 무용성 위축, 동통으로 인한 운동장애 및 근좌상 등이다.

(3) 순환증진

동적간섭현상의 1~10 Hz 사이의 맥놀이주파전류

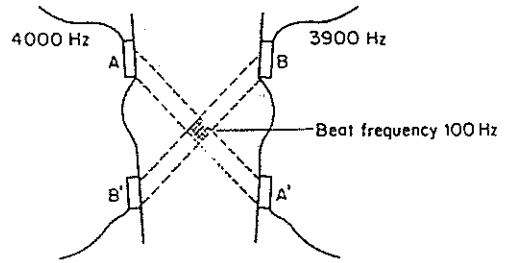


그림 6. 간섭전류의 발생원리
(100 Hz의 맥놀이주파전류가 발생됨).

를 이용하여 작용하면 rhythmical pumping action으로 exudate의 정상흡수력을 돕게 된다. 적응증으로는 침상에서 장기요양 등으로 인한 순환장애가 있는 경우이다.

그의 운동기관의 염증성 및 증창성 기능장애, 자궁주위성질환 등이 적응증에 해당된다.

금기사항으로는 저주파치료시 금기사항과 유사하며 심장질환, 임신부, 급성염증질환, 혈전성정맥염, 혈전 등이 해당된다.

3. 치료기술

환자를 편안한 자세를 취하게 하고 치료부위를 깨끗이 닦아 낸다. 치료부위를 정확하게 정하고 두쌍의 전극을 대각선으로 교차시켜 전극의 위치를 정한다. 치료후 약 15분이면 tingling sensation이 나타나는데 이는 나쁜 증상이 아니며 이 때 적절한 치료주파수를 결정하고 약간의 tingling sensation으로 감소할 때까지 강도를 줄인다. 치료시 이용되는 전극은 pad, plate, vacuum electrode 등이 있으며 적용방법은 그림 7, 8, 9와 같다.

C. 저주파점용 초음파치료

1. 치료원리 및 방법

저주파전기자극은 근육의 맞사지 효과가 있음을 인식하고 초음파치료와 결합하여 치료할 경우 저주파효과와 초음파효과가 서로 조화하여 치료효과가 상승될 것을 추정하여 많은 연구가 실시되어 동통증후의 질병에

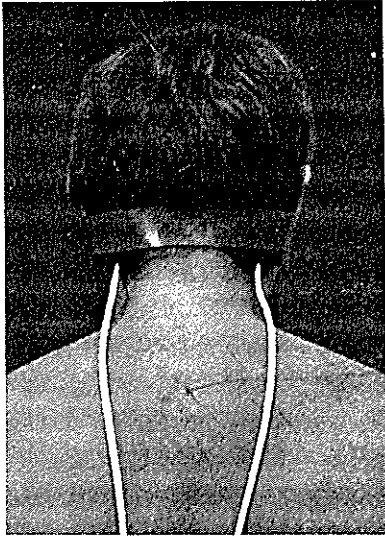


그림 7. 간섭전류치료시 사용되는 pad 전극

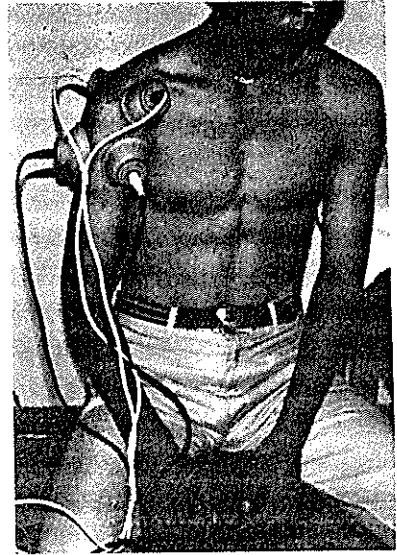


그림 9. 간섭전류치료시 사용되는 vacuum 전극

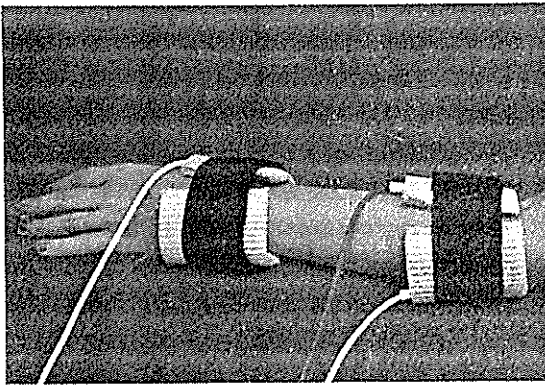


그림 8. 간섭전류치료시 사용되는 plate 전극



그림 10. 저주파겸용 초음파치료기술

효과가 좋은 것을 확인하였다.

초음파치료기의 변환기 (transducer) 를 활성전극(active electrode) 로 저주파치료기의 전극을 비활성전극 (dispersial electrode) 으로 사용한다 (그림 10). 특히 이 치료기술은 동통중후의 질병에 많이 적용되기 때문에 발통점 (trigger point) 을 치료하는 경우가 대부분이다. 발통점은 low impedance point 라고도 하며 동통발현부위나 그 부위를 중심으로 초음파 변환기를 움직이면 정상적근육은 전류가 부드럽게 느껴지나 동통을 일으키는 발통점에서는 날카로운 동통을 느끼게 한다. 이 부위가 발통점이다.

초음파치료시 매개물질 (coupling agent) 은 넓은 부위에 많이 바르며, 미네랄유 (mineral oil) 을 사용하지 않는다. 미네랄유는 초음파치료만을 실시할 때는 사용되지만 저주파치료와 겸용치료시에는 사용하지 않는데, 이는 미네랄유가 좋은 전도체가 아니기 때문이며 저주파겸용 초음파치료시에는 각 치료기 제작회사별로 이에 적용하는 매개물질을 공급하고 있다.

손이나 발같은 부위를 수중에서 치료할 때는 저주파치료기의 전극은 반드시 물에 잠기지 않은 신체부위에 비활성전극으로 대주어야 한다. 수중치료시 물의 온도는 70-80°F 정도가 좋다.

저주파 결용초음파치료시 저주파의 파형은 대부분 tetanizing range 로 맥동 (pulsation) 시켜 적용하며, 초음파는 지속 (continous) 방법이나 맥동 (pulsed) 방법을 모두 적용한다. 그림 11은 저주파결용 초음파치료시 파형을 나타낸 것이다.

치료중 동통이 발생되면 전류강도와 초음파 강도를 모두 약간 감소시켜 치료한다.

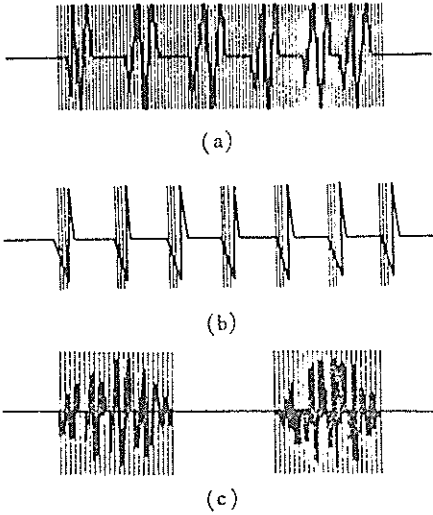


그림 11. 저주파결용 초음파치료시 파형

- a. Continuous ultrasound + continuous low frequency current
- b. Pulsed ultrasound + pulsed low frequency current
- c. Surge synchronized ultrasound + surge low frequency current

2. 적용증 및 금기증

초음파 치료시 적용증에 해당되는 모든 질병이 적용증이 된다. 저주파결용 초음파치료는 특히 근막발농점 (myofascial trigger point) 를 이용하여 치료하며, 동통의 역치를 증가시키고 동통의 악순환을 제거시키는 효과가 있다.

금기사항은 심장, 눈, 머리, 생식기관, 척수등의 신체부위와 임신중, 급속삼집부위, 성장기 골단선, 감각손실, 악성질환, 빈혈성부위나 출혈성부위등의 경우이다.

D. 초음파의 Phonophoresis

1. 개요

초음파에너지를 이용하여 조직에 약물을 주입하는 기술로 약물의 효과와 초음파효과의 복합효과를 기대할 수 있다.

질병에 따라 알맞은 약물을 선택하고 초음파 치료기를 사용하여 약물을 주입시키는 방법이 일반적으로 적용되는 기술이나, 직류를 이용하여 이온도입 (iontophoresis) 을 실시한 후 초음파치료를 실시하는 경우도 있다. Phonophoresis 치료는 근좌상, 열좌, 관절염, 긴조염 등 관절 및 근육계 질환에 유효하며 특히 관절기능장애가 있는 경우 유효하다.

2. 치료기술

- (1) Phonophoresis 적용법은 두가지가 있는데 변환기 (transducer) 의 단면적에 의해 결정하는 이동법과 고정법이 있다.
- (2) 매개물질은 많이 사용하는 것이 좋으며 밀약 환자가 매개물질에 예민한 반응을 보이면 다른 매개물질을 사용하도록 한다.
- (3) 주입약물은 주로 hydrocortisone 을 사용하나 질병에 따라 다른 진통제나 소염제를 사용한다.
- (4) 초음파에너지 강도는 일반적으로 환자가 온감을 느낄 수 있는 강도로 약 $1.0 \sim 1.5 W/cm^2$ 가 되며 $2.0 W/cm^2$ (혹, $1.5 W/cm^2$) 을 초과하지 않도록 한다. 일회치료시간은 5-10 분정도이며, 5회 (5일) 치료후 2일정도 치료를 중단하고 다시 5회 (5일) 치료하는 것이 일반적인 치료횟수이다. 1일 1회 치료를 원칙으로 한다.
- (5) 치료중 동통이 발생되면 치료강도를 줄여서 치료하는데 동통이 계속되면 치료를 중단한다.
- (6) 변환기의 단면적이 $7-13 cm^2$ 인 경우 치료부위의 범위는 6-8 인치를 넘지 않으며 $50 cm^2$ 인 경우로 고정법을 사용할 때는 치료부위가 변환기의 단면적과 같도록한다. 치료시 이동법으로 적용할 때는 치료부위의 범위를 8-10 인치 정도로 한다.
- (7) 치료시 이동법으로 적용할 때는 변환기의 피부접촉을 견고하게 하되 너무 힘껏 누르지 않도록하여 피부와 90 도각도로 접촉하여 시행한다.
- (8) 면적이 작은 변환기는 $1-2 W/cm^2$ 의 강도로 5 분정도 치료하며 이때 강도의 증정은 total watt 를 적용한다. 이동법으로 치료시에는 50% 이상이 적정계 문지르도록 한다.
- (9) 변환기를 고정하여 치료하는 고정법적용시는 맥동 초음파에너지 (pulsed ultrasonic energy) 로 적용되 변환기의 단면적이 클 때는 지속초음파에

인력 (continuous ultrasonic energy)로 적용할 수 있다. 변전기의 비파괴적 초음향 진단이 가능하리 같다.

REFERENCES

< 농 종 >

1. 권홍석 : 농종의 해부학적 구조, 가톨릭대학교 의학총서 I pp.9-25, 1982.
 2. 권영제 : 농종, 가톨릭대학원 의학총서 I pp.1-7, 1982.
 3. 최 전 : 농종의 병인론, 가톨릭대학원 의학총서 I pp.47-55, 1982.
 4. Melzack R : The McGill Pain Questionnaire, Pain 1: 299, 1975.
 5. Melzack R, Wall PD : Pain Mechanism, Science 150: 971-979, 1965.
 6. Siegele DS : The Gait Control Theory, American Journal of Nursing, 498-502, 1974.
- < 경피 신경 자극 >
7. 이재학, 박찬희 : 전기치료학 ; pp.130-153, 의학서림, 1983.
 8. Ersek RA ; Transcutaneous Electrical Neurostimulation, Clinical Orthopaedics and Related Research, 128: 314-324, 1977.
 9. Lampe GN : Introduction to the Use of Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation Devices, Phys Ther 58: 1450-1454, 1978.
 10. Mannheimer JS : Electrode Placement for Trans-

cutaneous Electrical Nerve Stimulation, Phys 58 : 1455-1461, 1978.

11. McKelvy PL : Clinical Report on the Use of Specific TENS Units, Phys Ther 58: 1474-1477, 1978.
 12. Wolf SL : Perspective on Central Nerve System Responsiveness to Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation, Phys Ther 58: 1443-1449, 1978.
- < 간섭전류치료 >
13. 이재학, 박찬희 : 전기치료학, pp.156-160, 의학서림, 1983.
 14. Forster A, Palastanga N : Clayton's Electrotherapy pp. 81-84, Bailliere Tindall 1981.
 15. Pamphlet : Interferential Current Therapy, Deutsche NeMectron.
- < 저주파결용 초음파치료 >
16. Downer AH : Physical Therapy Procedures pp. 170-176, Charles, C Thomas, 1977.
 17. Pamphlet : Ultrasound, The Burdick Co. 1968.
- < Phonophoresis >
18. Downer AH : Physical Therapy Procedures, pp. 191-195, Charles C. Thomas, 1977.
 19. Kahn J : Iontophoresis and Ultrasound for postsurgical Temporomandibular Trismus and Paresthesia, Phys Ther 60: 307-308, 1980.
 20. Wing M : Phonophoresis with Hydrocortisone in the Treatment of Temporomandibular Joint Dysfunction, Phys Ther 62: 32-33, 1982.