

치료적 방법을 연부조직 손상단계에 따라 사용하기 위한 지침에 관한 연구

김준 정형외과 물리치료실
권 원 안
제명대학교 생물학과
김 식 현
김천대학 물리치료과
전 경 회

Study on Guidelines for Using Therapeutic Modalities According to Injury Phases of Soft Tissue

Kwon, Won-An, P.T., M.S.
Department of Physical Therapy, Kim-Joon Orthopaedic Clinic
Kim, Sik-Hyun, P.T., M.S.
Department of Biology Graduate School, Keimyung University
Jun, Kyong-hee, P.T., M.S.
Department of Physical Therapy, Kimchon College

<Abstract>

This study was performed to understanding on guidelines for using therapeutic modalities according to injury phases of soft tissue. Clinical decisions on how and when therapeutic modalities may be used should be based on recognition of signs and symptoms, as well as some awareness of the time frames associated with the various phases of the healing process. The physical therapist must have a sound understanding of that process in terms of the sequence of the various process of healing stage.

The results of this study are as follows:

1. Once an acute injury has occurred, the healing process consists of the inflammatory response phase, the fibroblastic-repair phase, and the maturation-remodeling phase and can impede by various pathologic factors.
2. Modality use in the initial acute injury phase and the inflammatory response phase should be directed toward limiting the amount of swelling and reducing pain.
3. Modality use in the Fibroblastic repair phase may be change from cold to heat. The purpose of heat is to increase circulation to the injured area to promote healing.
4. During the Maturation-Remodeling phase, some type of heating modalities, ultrasound, or short wave and microwave diathermy should be used to increase circulation to the deeper tissue. In this phases, physical therapists must control training and conditioning habits to allow the injury to heal sufficiently.

I. 서론

치료적 방법이 적절하고 올바르게 사용된다면, 손상부위의 회복에 매우 유용한 방법이 될 수 있으며 이러한 방법의 효율성은 지식, 기술, 장비를 사용하는 치료사의 지식과 경험에 의해 제한되고, 언제, 어떻게 가장 잘 사용할 수 있는가에 대한 결정은 이론적 지식과 실제적 경험의 조화에 기초를 두고 있다(Prentice, 1994).

손상부위에 대한 접근은 일차적으로 조직의 생리학적 반응과 다양한 조직이 어떻게 치료되는가에 대한 이해에 기초를 두어야 하며, 치료적 방법인 전기 치료기 등을 이용하여 효과를 나타내기 위해서는 치유과정에 대한 이해가 이루어져야 한다(Marchesi, 1985).

손상부위는 3단계의 겹치는 치유 과정을 나타내며 이것에는 염증기, 조직형성, 조직재형성이라는 과정을 포함하며 또한 응괴, 염증, 육아조직형성, 상피화, 신생 혈관형성, 교원질 합성, 상처 수축이라는 복잡하고 역동적인 결과를 가진다(Singer & Clark, 1999).

치료적 방법은 무작위로 사용되어서는 안되며 특이한 임상적 상황에서 가장 유용할 것이라고 생각되는 것에 대한 숙고는 항상 이루어져야 한다(Prentice, 1994).

냉(cold)을 이용한 치료적 방법은 다양하며 냉을 적용하였을 때 인체에서 나타나는 것은 염증을 조절하고, 통증과 근경련을 감소시키며 손상의 범위를 제한하는 세포, 혈관, 신경계의 반응들이며 치료적 적용은 염증반응의 급성기, 운동범위 운동전, 신체적 활동전에 적용한다(Chad, 1999; 민경옥, 1993).

열(heat)의 적용은 표층열과 심층열로 나누어지며 아급성, 만성기에서 염증반응 조절, 조직치유 촉진, 부종 감소, 신체적 활동전 운동범위의 증가, 감염부위의 배출을 촉진시키기 위해 적용한다(Chad, 1999).

전기전류에 의한 생리학적 반응은 조직의 특성, 적용된 전류의 성질에 따라 다르며 생리학적 기능은 세포단계, 조직단계, 분절단계, 계통단계에서 발생한다.(Alon & DeDomeico, 1987).

따라서 본 연구는 치유과정에 대한 이해를 바탕으로 손상 단계에 따른 치료적 방법이 주어진 임상적 상황에서 가장 효율적으로 물리치료사가 결정하고 적용할 수 있도록 문헌적 고찰을 통해 알아보려 한다.

II. 치유과정에 대한 이해 (Understanding the Healing Process)

일단 급성 손상이 일어나면 치유과정은 염증기, 섬유아세포기, 재형성기의 세가지 단계로 구성되지만 치유과정의 단계는 분리되는 것이 아니라 겹치면서 발생하고 명확한 시작과 끝이 없다(Bello와 Phillips, 2000; Fernandez와 Finlew, 1983).

1. 염증기(Inflammatory Phase)

조직이 손상되면 치유과정은 즉시 시작되고(Bryant, 1997), 조직의 파괴는 다양한 연부조직 세포에 직접적인 손상을 발생시키며 세포의 손상은 염증반응을 시작하는 물질의 유리와 변화된 대사를 발생시킨다. 특징적인 증상은 발적, 종창, 압통, 발열이다(Carrico 등, 1984; Leadbetter, 1990). 염증은 백혈구, 식세포, 삼출액이 손상조직으로 이동하는 과정이며 세포의 반응은 일반적으로 보호적이고, 식작용에 의해 손상 부산물을 국소화하거나 분포하려는 경향이 있다. 이것은 회복을 위한 준비이며 국소적으로 혈관의 작용, 체액 교환의 장애, 혈액에서 조직으로의 백혈구 이동이 발생한다(Prentice, 1994). 혈관반응은 혈관수축, 혈소판 응괴형성, 혈액응고, 섬유성 조직의 성장을 포함한다(Rywin, 1985). 1997년 Mutsaers 등에 의하면 손상 후 몇분 안에 주변의 혈관은 수축하고, 출혈의 양을 줄이고 다음 단계에 활동적인 혈소판으로부터 나온 물질은 혈관확장과 혈관 투과성을 증가시킨다. 응괴의 자극은 파이프르네틴(fibronectin)와 함께 섬유소 응괴를 형성하기 위해 트롬빈(thrombin)에 의해 섬유소원의 분열을 초래하고, 손상세포를 서로 잡아주며 염증세포와 섬유아세포의 이동을 보충하기 위한 일시적인 모체를 제공한다.

후기염증은 초기 염증 후 짧게 시작되며 대식세포로 전환될 수 있으며 백혈구와 같이 식작용을 하는 단핵구(Clark, 1996)와 인체의 면역반응을 증대하며 특수한 항원을 위해 항체를 제공하는 림프구가 우세한 것이 특징이다(Michlovitz, 1990).

만성염증은 급성염증 반응이 손상요소를 제거하지 않거나 조직이 정상적인 생리학 상태로 회복되지 않을 때 발생한다(Leadbetter, 1990). 만성염증은 대식세포(macrophage), 임파구(lymphocytes), 혈장세포

(plasma cell)와 함께 백혈구를 대체한다. 이런 세포들은 손상부위에 혈관이 많고 신경지배가 되는 느슨한 결합조직의 기질에 축적된다(Leadbetter, 1990).

급성 염증반응이 만성 염증반응으로 전환되는 특수한 기전은 현재까지 알려지지 않았다. 그렇지만 특별한 조직에 축적되는 미세손상(microtrauma)과 함께 과사용 또는 과부하를 포함하는 상황과 관련있는 것으로 보인다(Fantone, 1990; Leadbetter, 1990).

2. 섬유아세포 회복기 (Fibroblastic-Repair Phase)

치유의 섬유아세포 회복기동안 반흔 형성을 이끄는 증식과 재생활동 그리고 손상된 결합조직의 회복이 시작되며(Hettinga, 1990) 섬유조직형성(fibroplasia)으로 불리는 반흔 형성기는 손상 후 몇 시간안에 시작되며 4-6 주동안 지속될 수 있으며 이 기간동안 염증반응과 관련된 많은 증상과 징후가 사라지며 환자는 아직까지 접촉 시 압통을 나타낼 수 있고 특정한 움직임이 손상부위에 스트레스를 가할 때 대개 통증을 호소한다(Riley, 1981). 이 기간동안, 상처로 내피모세혈관 봉오리의 성장이 산소부족으로 자극되어 상처는 유산소적으로 치유를 할 수 있게 되며 증가된 산소공급으로 상처부위의 조직재생에 필요한 영양을 공급하는 혈류의 증가가 일어난다(Cheng, 1982). 손상 후 약 6-7일경에 상피세포는 계속해서 자라고 가피(debris)는 탈락되며 섬유아세포, 대식세포와 함께 새로 형성된 모세혈관이 붉은 육아조직 덩어리를 형성하여 조직사이를 채운다(Gavan 등, 1991). 섬유아 세포는 형성된 반흔 전체에 무작위방식으로 침착되는 교원질 섬유를 생산하기 시작하고 교원질이 계속해서 증식함에 따라 상처의 장력이 교원질의 합성비율에 따라 빠르게 증가한다. 장력이 증가함으로써 섬유아세포의 수는 감소되고 성숙 재형성기의 시작을 알린다(Prentice, 1994). 섬유회복기에 이러한 정상적인 반응은 최소의 반흔 조직 형성을 이끈다. 때때로 지속적인 염증반응과 염증부산물의 유출은 역행할 수 없는 조직손상을 유도하는 확장된 섬유조직 형성과 과도한 섬유성장(fibrogenesis)을 촉진할 수 있다(Wahl과 Renstrom, 1990).

3. 재형성기(Remodeling Phase)

치유의 성숙기 또는 재형성기는 긴 기간의 과정으로

이 시기는 반흔이 영향을 받기 쉬운 장력에 따라 반흔조직을 이루는 교원질 섬유를 재정렬 또는 재형성을 특징으로 한다(Mignatti 등, 1996). 지속적인 교원질의 분해와 합성이 발생하면 반흔조직의 장력은 안정되게 증가하며 증가된 스트레스와 좌상으로 교원질 섬유는 긴장선에 평행하게 최대의 효율성을 가지는 위치로 재정렬한다(Prentice, 1994). 비록 반흔이 정상조직과 같이 강하지는 않지만 조직은 점차적으로 정상적인 외모와 기능을 가지는 것처럼 나타난다(Levensen 등, 1965). 보통 3주 정도면 단단하고, 강하고, 수축된, 비혈관성 반흔이 존재하며 치유의 재형성기는 완전히 완성되기 위해서는 몇 년이 요구될 수 있지만 교원질 합성의 비율은 6-12개월에 정상조직으로 되돌아간다(Mignatti 등, 1996).

Ⅲ. 치유를 지연시키는 요소 (Factors That Impede Healing)

조직손상의 정도에 따라 염증반응의 성질 또는 정도가 결정되며 연부 조직의 미세 손상(Microtears)은 단지 소수의 손상을 포함하고 대개 과사용과 관련된다. 대형 손상(Macrotears)은 급성외상에 의해 발생되고 연부 조직의 분명하고 많은 손상을 포함하며 임상적 징후와 기능적 변화를 나타낸다(Prentice, 1994). 종창(swelling)에 의해 발생된 압력의 증가는 치유과정을 지연시키고, 조직의 분리를 일으키고, 신경근 조절을 억제하고, 반사성 신경학적 변화를 발생시키고, 손상부위에 영양공급을 방해한다. 부종(edema)은 최초의 응급처치 관리기간 동안 잘 조절되고 처리된다(Woo와 Buckwalter, 1988). 출혈은 모세혈관의 가장 작은 양의 손상에서도 발생하며 부종의 축적이 발생시킨 결과처럼 치유에 있어서 부정적인 효과를 발생한다. 혈종의 존재는 부가적인 조직손상을 발생시키고 손상을 더욱 악화시킨다. 불충분한 혈액이 공급되는 조직의 손상은 약하고 천천히 치유된다. 이것은 초기에 식세포와 반흔 형성을 위해 필요한 섬유아 세포의 이동에 결함이 생긴다. 조직의 역학적분리는 분명히 치유의 과정에 영향을 주며 고르지 못한 가장자리를 가진 상처는 상처자국을 남기면서 치료될 것이다(Robbins 등, 1984). 정상적인 치유 뒤에도 지연된 고정은 유착의 발생을 촉진하고 움직임을 제한함으로써 재가동은 염증기와 회복기 뒤에 기능회복을 위해서 필요하다(Wood 등, 1981). 근조직의 위축은 손

상과 함께 즉시 시작되며 손상조직의 강화와 초기 가동술은 위축을 지연시킨다.

Corinna 등(2000)은 치유의 초기 단계에 스테로이드의 사용은 성장인자의 레벨을 낮추어 섬유조직형성, 모세혈관 증식과 교원질 합성을 억제하여 상처 치유에 손상을 준다고 하였다.

Hardy(1989)는 염증 반응이 너무 적으면 치유는 지연되고, 염증 반응이 너무 많으면 과도한 반흔 조직을 형성한다고 하였으며 성숙-재형성기 동안 교원질의 생산비율이 교원질의 분해비율을 초과할 때 콜로이드가 발생하며 이런 과정은 상처의 주위에서 반흔 조직의 비후를 초래한다고 보고하였다.

Daly(1990)에 의하면 치유의 효율성에 영향을 미치는 요인은 다음과 같다. 상처에서 박테리아는 치유를 지연시키고, 과도한 육아조직을 형성하며 종종 크고 변형된 반흔을 만든다. 습도는 상피화 과정에 영향을 주며 폐쇄적인 드레싱은 딱지(crust)나 딱지의 형성 없이 두배나 빠르게 상피가 이동하도록 한다. 딱지의 형성은 상처의 탈수로서 발생하고, 딱지는 상처배출을 막는다. 상처의 습기를 유지하는 것은 피사성 부스러기가 표면으로 이동시키거나 탈락시킨다. 충분한 산소의 공급은 상처의 신생혈관과 관련이 있고 최상의 침윤과 최대의 장력발달으로 바꾼다. 상처에 대한 순환은 허혈, 정맥울혈, 혈중, 혈관외상에 의해 영향을 받을 수 있다. 피부의 탄력성은 당뇨와 동맥경화증과 같은 노화, 퇴행성 질환들에 의해 감소되고 나이는 운동선수의 관심거리가 되며 상처치유에 영향을 줄 수 있다. 영양은 상처치유에 중요하다. 특히, 피혈병과 관련있는 vitamin C, 교원질합성과 관련있는 vitamin A와 E, 효소계와 관련있는 아연, 아미노산, 용괴와 관련있는 vitamin K는 치유과정에 있어 매우 중요한 역할을 한다. 노화는 때, 외피, 심혈관계, 면역계와 많은 인체의 시스템에 효율성을 감소시킴으로 혈액 공급, 영양공급, 대사반응이 부족하고 염증반응, 세포의 이동, 상처의 수축이 느려진다(LeCraw와 Wolf, 1992; Kloth와 McCulloch, 1995).

IV. 치료적 방법을 이용한 손상관리 (Injury Management using Modalities)

1. 초기 급성 손상기 (Initial Acute Injury Phase)

급성기는 종창(swelling), 압박이나 접촉 시 통증, 능동적 움직임과 수동적 움직임에 통증이 나타나는 것이 특징이다(Prentice, 1994). 초기의 치료에 치료적 방식의 사용은 종창의 양을 제한하고 염증과 통증을 감소시키는 방향으로 유도되어야 한다(Behrens, 1996; Prentice, 1994). 일반적으로 볼 때, 처음에 종창의 양이 적으면 적을수록 재활을 위해 필요한 시간이 적게 사용되며 치료방법으로 ICE를 많이 사용한다.

냉(cold)이 피부에 적용되면 최초의 반응은 천층에 혈관수축을 유발시키며(Behrens, 1996) 간접적으로 심부 조직에 영향을 미치고 손상 시 발생하는 출혈을 제한하므로 얼음주머니, 냉포, 얼음 마사지는 효과적으로 사용될 수 있다(Prentice, 1994). 혈관확장은 냉에 지속적으로 노출될 때 냉이 적용된 부위에 따뜻한 혈액을 공급하기 위해 일어나며(Lewis, 1930) 피부혈관은 15℃에서 최대의 수축을 보여주고 15℃이하에서는 혈관확장이 뒤따르며 0℃에서는 최대의 혈관확장이 이차적으로 일어나게 된다(Downey, 1964). 1990년 Michlovitz에 의하면 냉의 적용에 대한 조직의 온도변화는 적용온도와 시간에 따라 다르지만 1~4cm의 깊이에서 나타난다고 보고하였으며 조직의 온도가 10℃이하로 감소되면 조직의 손상이 발생할 수 있다고 하였다. Cote 등(1988)은 급성 발목 염좌에 부종을 최소화하기 위해 냉욕, 온욕, 대조욕의 효과를 비교하였으며 세가지 치료 그룹중에서 냉치료 그룹이 가장 적합하다고 언급하였다.

초음파(ultrasound)는 손상 후나 최초 48시간 안에 사용될 때 치유과정을 촉진하는데 효과적이라고 설명되며 0.2W/cm²이하의 저 강도는 sodium과 calcium 이온에 대한 세포막의 투과성을 변화시키는 비열생리학적 효과를 발생시킨다(Prentice, 1994). 저출력 레이저는 조직치유와 통증조절을 위해 효과적으로 사용될 수 있고(Michlovitz, 1990), 맥동 전자장 에너지는 상처회복 과정에서 유용한 영향을 미친다고 Brown 등(1986)은 보고하였고 Ross(1984)는 손상된 조직에 맥동 전자장 에너지를 적용하면 부종의 제거, 혈종의 흡수, 혈류의 증가를 발생시키는 특정한 생물학적 효과를 가진다고 하였다.

손상부위는 염증성 치유과정이 진행되도록 48시간에서 72시간 정도는 안정되고 보호되어야 한다(Prentice, 1994).

2. 염증 반응기 (Inflammatory Response Phase)

염증 반응기는 손상 후 초기 1일경부터 6일까지 지속되며 손상부위는 접촉 시 따뜻하게 느껴지고 어느 정도의 변색이 분명하게 나타나며 손상부위는 접촉시 통증이 있고 통증은 손상부위의 운동 시 나타난다(Prentice, 1994).

초기에 치료적 방법은 통증을 조절하고 염증을 감소시키기 위해 사용되어야 하며 냉각치료는 염증 반응기동안 사용되어야 하며 얼음주머니, 냉포, 또는 얼음 마사지는 염증물질의 방출을 줄이고(Grana 등, 1989; Wikerson, 1985), 프로스타글란딘의 합성을 감소시키며 모세혈관의 투과성을 줄인다(Wikerson, 1985).

간헐적 압박 치료기는 임파계에 의한 염증반응 과정에서 생긴 부산물의 흡수가 촉진됨으로서 종창을 감소시키기 위해 사용될 수 있으며 손상부위에 중력때문에 야기되는 부가적인 혈액의 울혈을 피하기 위해 거상을 병행해야 한다(Prentice, 1994). Sloan 등(1988)과 Basur(1976)는 압박만 할 경우와 압박과 냉을 동시에 적용한 경우에서 압박과 냉을 조합한 장치가 부종을 줄이는데 더욱 효과적이라고 하였으며 Levy와 Marmar(1973)는 슬관절 치환술 환자에서 냉과 압박이 부종을 줄이는데 더 효과적이라고 하였다. 하지만 최근의 연구에서 Helay(1994)는 슬관절 수술 후 냉압박 기구의 사용과 냉포의 사용에 대한 비교에서 부종의 양이 차이가 없었다고 하였다. 1996년 Behrens는 냉의 적용강도와 기간이 부종에 영향을 미침으로 긴 기간동안 많은 양의 냉을 적용하면 역효과가 나타날 수 있으므로 20~30분 정도에서 적은 강도의 냉을 적용하는 것이 바람직하다고 언급하였다.

Lamboni와 Harris(1983)는 냉, 압박, 고전압 맥동 전류를 사용하여 부종을 줄이는데 효과가 있었다고 보고하였고, Hocutt 등(1982), Cote 등(1988)과 Sloan 등(1988)은 냉, 압박, 고전압 맥동 전류의 조합이 염좌를 포함한 근골격계 외상의 관리에 효과가 있다고 보고하였다.

감각신경레벨, 운동신경레벨, 유해성 자극레벨을 통한 전기적 자극은 후각에서 상부 척수의 레벨로 유해성 정보 전달을 적게 함으로서 통증을 조절하고(Garrison 등, 1994), 굵은 운동신경에서 감소된 신경전달은 통증을 발생시키는 근경련을 감소시킨다(Cox 등, 1993). 감각신경레벨의 전기적 자극은 모세혈관의 압력과 투과성을 감소시켜 혈장단백질이 세포의 조직으로 들어가는 것을 막는다(Bettany 등, 1990). 저강도의 직류전류는 천층

의 상처치유 시간을 1.5배에서 2.5배까지 감소시키며(Carley와 Wainapel, 1985) 성장인자 수용기의 수를 증가시키고 교원질 형성(Falanga 등, 1987), 섬유아 세포와 육아조직의 성장(Gentzkow, 1993)을 자극한다. 이시기에 초음파의 적용은 조직치유에 대한 염증반응을 가속화시키고(Kitchen와 Partridge, 1990), 연속 초음파 사용은 대식세포의 활동에 긍정적인 영향을 미치고(Young와 Dyson, 1990), 손상내피세포로 백혈구의 이동을 증가시킨다(Maxwell 등, 1994). Ziskin 등(1990)에 의하면 만성 염증기에 초음파의 사용은 가열을 통해 통증을 감소시키고 치유를 위해 혈류를 증가시키는데 효과가 있다고 하였다.

Grant (1964)와 Hayden(1964)은 가동범위운동과 가동술 운동을 위해 충분한 마취가 되도록 5-7분동안 적용되어야 한다고 보고하였으며 Waylonis(1967)도 Grant의 이론을 반복하였다. 초기단계 후에는 능동적, 수동적 운동범위를 사용하도록 해야하며 얼마나 빨리 운동을 진행해야 하는가에 대한 결정은 운동에 대한 손상부위의 반응에 의해 결정되어야 한다. 만일 운동이 부가적인 종창을 발생시키고 통증을 더욱 악화시킨다면 운동의 단계와 강도는 너무 크기 때문에 감소되어야 한다. 치료사들은 손상부위의 재활에 대한 접근에 있어 의욕적이지만 항상 치유과정 때문에 제한을 받고 있다(Prentice, 1994).

3. 섬유아세포 회복기 (Fibroblastic-Repair Phase)

일단 염증반응이 가해진 상태로 진행하면 섬유아세포 회복기는 시작되며 이런 치유과정의 기간동안 섬유아 세포들은 교원질 섬유의 기질을 축적하고 반흔조직을 형성한다. 이러한 단계는 손상 후 빠르면 4일경에 시작되고 몇 주 동안 지속될 수 있으며 손상은 아직 접촉 시에 압통이 있지만 마지막 단계에 있어서는 아프지 않고 수동적 움직임과 능동적 움직임 시에는 통증을 적게 느낀다. 치료는 이 단계에서 냉(cold)의 적용이 온(heat)의 적용으로 바뀔 수 있다.

온습포, 파라핀을 포함하는 열치료 또는 따뜻한 와류 욕은 안전하게 사용될 수 있으며 열치료의 목적은 치유를 촉진하기 위해 손상부위의 순환을 증가시키는 것이며 이런 치료방법은 어느 정도의 진통효과를 발생시킬 수 있다(민경옥, 1993).

간헐적 압박은 손상부위로부터 나온 손상부산물 제거를 촉진하기 위해 또다시 사용될 수 있다. Muhe(1984)에 의하면 하지의 부종치료에 35~55mmHg를 적용하면 정맥의 흐름속도가 175%로 증가하고 90~100mmHg를 적용하면 정맥의 흐름이 336%로 증가한다고 하였다. Olavi 등(1991)은 간헐적 압박요법으로 손상부위의 세포 외 물질을 제거함으로써 손상부위에 신선한 혈액이 증가하였다고 보고하였다.

전기적 자극전류는 근수축을 유도함으로써 이런 과정을 보조하기 위해 사용되며 근육의 펌프작용을 유도하고 이것은 림프순환을 촉진하는데 도움을 준다. 외상을 받은 인대에 저장도 직류전류의 적용은 에너지 흡수를 증가시키고, 뭉뻣함이 감소되고 파괴력이 증가되었다고 하였으며(Litke & Dahners, 1994) 건(tendon)의 치유에 저장도 직류전류를 적용할 때는 건의 유착을 유발하는 증식이 억제된다고 하였다(Fujita 등, 1992). 증식에 초음파를 적용하면 초음파는 세포분열을 자극한다(Ramirez 등, 1997). Abergel 등(1987)은 조직치유에 저장도 레이저의 조사용량이 10J/cm² 이하일 때 세포증식과 대사과정에 자극작용을 가진다고 하였다.

물리치료사들은 관절가동운동과 강화운동의 중요성에 계속해서 중점을 두어야 하며 섬유아 세포 회복기동안 적절히 향상시켜야 한다.

4. 성숙-재형성기 (Maturation-Remodeling Phase)

성숙 재형성기는 네 가지 기간 중에 가장 길며 손상 정도에 따라 몇 년동안 지속될 수 있으며 이 기간동안 최종 목표는 활동을 회복하는 것이다. 손상은 접촉시 통증이 없으며 어느정도 감소하는 통증이 움직임 시 나타날 수 있다. 이 기간동안 치료적방법이 안전하게 사용될 수 있으며 몇몇 형태의 열치료방법은 치유과정에 기여하고 심부열 치료방법인 초음파, 초단파 투열기, 극초단파 투열기는 심부 조직에 순환을 증가시키기 위해 사용될 수 있다(이재형, 1995). 심부투열의 일차적 효과는 일반적으로 열효과이며 조직온도의 증가, 혈류 증가, 조직온도 증가, 대사율 증가, 근이완, 동통 역치 증가 등(Lehmann, 1990)이며 심부투열이 효과적으로 사용되기 위해서는 조직온도를 40~45℃로 증가시켜야 한다(Lehmann, 1982). 연부조직과 상처의 치유에 있어서 맥동 단파 에너지의 비열효과가 사용된다(Kitchen &

Partridge, 1992). 맥동률 800pps, 맥동 간격 40μs, 온도감각은 강할 정도로 단파 심부 투열을 적용하면 조직온도는 4.3°F로 증가되고 무릎의 관절내 온도는 2.5°F로 증가되며 심부 조직에서는 혈류, 섬유아 세포 활동, 교원질 침착, 신생혈관의 성장이 증가된다(Brown & Baker, 1987). 또한 성숙 교원질의 수와 질이 증가하고 증가된 ATP 활동과 괴사성 근육 부분이 감소된다(Bansal 등, 1990). 초음파는 이 기간동안 특히 유용하며 교원질은 활용할 수 있는 증폭 에너지를 높은 퍼센트로 흡수한다. 증가된 혈류는 손상부위의 치유를 촉진하기 위해 필요한 영양을 공급하고 증가된 림프순환은 찌거기의 제거나 분해를 보조한다. 표층열 치료방법은 이 점에서 덜 효과적이다. 전기적 자극전류는 많은 목적으로 사용될 수 있다. 앞에서 언급한 바와 같이 통증조절을 위해 사용할 수 있다. 전기자극기는 관절가동운동과 근력강도를 증가시키기 위해 근수축을 자극할 때 사용된다(이재형, 1995). 저출력 레이저(low-power laser)는 통증을 조절하는데 도움을 줄 수 있다. 만일 통증이 감소된다면, 치료적 운동은 훨씬 더 빠르게 진행될 수 있을 것이다.

울프의 법칙(Wolff's law)에 의하면 골격이나 연부 조직은 장력선을 따라 재형성 또는 재정렬을 일으키면서 골격이나 연부 조직이 위치한 신체적 요구에 따라 반응할 것이라고 진술된다(Wolff, 1892). 그러므로 손상조직이 점차적으로 증가하는 부하가 성숙-재형성기 동안 노출되는 것은 매우 위험하다. 조절된 가동(mobilization)은 반흔 형성, 혈관재생, 근재생, 근섬유와 장력의 재교육을 위해 고정(immobilization)보다 우선되어야 한다(Zachezewski, 1990).

성숙-재형성기가 시작됨으로서 적극적인 범위의 동작과 강화훈련은 조직재형성과 재정렬을 촉진하기 위해 통합되어야 하며 특별한 운동이나 활동시에 또는 후에 통증, 종창 또는 다른 임상증상의 악화는 부하가 너무 많아서 조직이 치유되거나 재생될 수 없음을 나타낸다(Prentice, 1994). 치료사는 치유과정에 필요한 계획에 주의를 기울여야하며 과하게 치료하는 것은 그런 과정을 방해한다는 사실을 깨달아야 한다.

5. 손상의 치료를 위한 고려사항

손상 후 재활기간동안 손상이 충분히 치료되도록 하기 위해 훈련과 적응습관을 변경해야하며 치료사는 재활 프

로그래를 설정할 때에 적응훈련을 소홀히 해서는 안되며 강도의 단계, 유연성, 심호흡 지구력을 유지하기 위한 연구가 이루어져야 한다. 치료기구의 사용은 재활의 초기 급성기와 급성 염증 반응기 동안 항 염증제와 병행되어야 한다. 물리치료사는 주어진 임상상황에서 치료적 기

구를 적절히 사용하기 위해서 결정을 할 때에 적응증과 금기증(민경옥, 1998; 이재형, 1995; Prentice, 1994; Chad, 1999; Michlovitz, 1990; Behrens, 1996)에 대한 주의가 요구된다(Table 1, 2).

Table 1. Indications and Contraindications for Therapeutic Modalities

Therapeutic modality	Physiologic resources (indications for use)	Precautions
High voltage stimulation	Acute injury Pain modulation Reduction of muscle spasm Peripheral nerves reeducation Muscle strengthening Edema control Fracture healing	Pacemakers Thrombophlebitis Superficial skin lesions
Transcutaneous electrical nerve stimulation	Pain control Management of postsurgical pain	Pain of central pain Malignancy Skin hypersensitivities
Interferential stimulation	Pain modulation Muscle reeducation Reduction of edema Increase range of motion Muscle spasm	Pacemakers Pain of central origin Thrombophlebitis Superficial skin lesions
Russian stimulation	Muscle strengthening	Pacemakers Pregnancy
Microcurrent stimulation-MENS	Pain modulation Wound healing Fracture healing Control of edema	Malignancy Infections Osteomyelitis
Shortwave and microwave diathermy	Increase deep circulation Increase metabolic activity Reduce muscle guarding/spasm Joint inflammation(bursitis, tendinitis, synovitis) Facilitate wound healing Pain modulation Increase tissue temperatures over a large area Myositis Fibrositis	Ischemic areas Metal implants Pacemakers Malignancy Moist dressings Sensory loss Pregnancy Acute injury Eyes Anesthetized areas Cancer
Cryotherapy-cold packs, ice massage	Acute injury or inflammation Vasoconstriction-decreased blood flow Acute and chronic pain Reduce muscle guarding/spasm	Cold allergy, Circulatory insufficiency Uncovered open wounds Hypertension Cardiac involvement

Table 2. Indications and Contraindications for Therapeutic Modalities-cont d

Therapeutic Modality	Physiologic Resources (Indications for Use)	Contraindications and Precautions
Thermotherapy- hot whirlpool, paraffin, hydrocollator, infrared lamps	Increased blood flow	Acute and postacute trauma
	Pain modulation	Poor circulation
	Reduce muscle spasm	Circulatory impairments
	Reduce inflammation	Fever
Low-power laser	Reduction of joint contractures	Malignancy
	Pain modulation	Eyes
Ultrasound	Facilitate wound healing	Pregnancy
	Joint contractures	Infection
	Acute inflammatory conditions (pulsed output)	Over a fracture site
	Chronic inflammatory conditions (pulsed or continuous output)	Acute and postacute injury
	Increase connective tissue extensibility	Epiphyseal areas
	Increased circulation	Pregnancy
	Reduce muscle spasm	Thrombophlebitis
		Impaired sensation
Intermittent compression units	Reduce muscle spasm	Eyes
	Reduce muscle spasm	Ischemic areas
	Venous stasis ulcers	Circulatory impairment
	Post-traumatic edema	Gangrene
	Postsurgical edema	Dermatitis
	Lymphedema	Edema secondary to congestive heart failure

V. 결 론

치료적 기구를 언제, 어떻게 가장 잘 사용할 수 있는가에 대한 임상적 결정은 치유과정의 다양한 단계와 관련된 시간적 틀에 유의하면서 징후(signs)와 증상(symptoms)에 근거를 두어야 한다.

1. 일단 급성손상이 발생하면 치유과정은 염증반응기, 섬유아세포 회복기, 성숙-재형성기로 구성되며 많은 병리학적 요소에 의해 방해받을 수 있다.
2. 초기 급성단계와 염증반응 단계에서 치료적 방법의 사용은 종창을 줄이고 통증을 감소시키는 방향으로 유도되어야 한다.
3. 섬유아세포 회복기에 치료적 방법의 사용은 냉에서 열로 바뀔 수 있으며 열의 목적은 손상부위의 치유를 촉진하기 위해 순환을 증진시키는 것이다.
4. 재형성기 동안 몇몇 형태의 열 치료인 초음파, 초단

파 또는 극초단파가 심부 조직에 순환을 증진시키기 위해 사용되며, 이 기간동안 물리치료사는 손상부위가 충분히 치료되도록 훈련과 건강상태에 대한 조절을 해야 한다.

〈참 고 문 헌〉

- 민경옥 : 온열 및 수치료, 2nd ed, 대학서림, 서울, 125-129, 1993.
- 민경옥 : 전기치료학, 현문사, 서울, 1998.
- 이재형 : 전기치료학, 대학서림, 서울, 1995.
- Abergel RP, Lyons RF, Castel JC, et al: Biostimulation of wound healing by lasers: experimental approaches in animal models and in fibroblast cultures. J Dermatol Surg Oncol.

- 13:127-133, 1987.
- Arnheim D, Prentice W : Principles of athletic training, ed 8, St Louis, Mosby, 1993.
- Bansal PS, Sobti VK, Roy KS : Histomorphochemical effects of shortwave diathermy on healing of experimental muscular injury in dogs. *Indian J Exp Biol*, 28:776, 1990.
- Basur R, Shephard E, Mouzos G : A cooling method in the treatment of ankle sprains. *Practitioner*, 216:708, 1976.
- Behrens BJ, Michlovitz S L : Physical agents: theory and practice for the physical therapist assistant. F.A.Davis Company, Philadelphia 1996.
- Bello YM, Phillips TJ: Recent advances in wound healing. Vol. 283 No. 6, February 9, 2000.
- Bettany JA, Fish DR, Mendel FC : Influence of high voltage pulsed direct current on edema formation following impact injury. *Phys Ther*, 70:219, 1990.
- Brown M, Barker RD : Effects of pulsed shortwave diathermy on skeletal muscle injury in rabbits. *Phys Ther*, 67:208, 1987.
- Brown GL, Nanney LB, Griffen MD, et al. : Enhancement of wound healing by topical treatment with epidermal growth factor. *N Eng J Med*, July 13:76-79, 1986.
- Bryant MW : Wound healing. *CIBA Clinical Symposia* 29(3): 2-36, 1997.
- Carley PJ, Wainapel SF : Electrotherapy for acceleration of wound healing: Low intensity direct current. *Arch Phys Med Rehabil* 66:443, 1985.
- Carrico TJ, Mehrhol AI, Cohen IK : Biology and wound healing. *Surg Clin North Am* 64(4): 721-734, 1984.
- Chad S : Therapeutic modalities. second edition. Thermal agents. F.A. Davis company, Philadelphia, pp.110-169. 1999.
- Cheng N : The effects of electrocurrents on ATP generation, protein synthesis and membrane transport. *J Orth Rel Res*, 171: 264-272, 1982.
- Clark RAF : Overview and general considerations of wound repair. In the *Molecular and cellular biology of wound repair*. Plenum press, New York, pp.3-50, 1996.
- Corinna W, Betty H, Daniel A, Nanette S, Roche NS, Heinz S, Spencer MM, Roberts AB, Hunt TK : Effects of steroids and retinoids on wound healing. *Archives of surgery/volume*:135, 2000.
- Cote W, Prentice W, Hooker D : Comparison of three treatment procedures for minimizing ankle sprain swelling. *Phy Ther*, 68:1072, 1988.
- Cox PD, Kramer JE, Hartsell H : Effect of different TENS stimulus parameters on ulnar motor nerve conduction velocity. *Am J Phys Med Rehabil*, 72:294, 1993.
- Daly TJ : The repair phase of wound healing: Re-epithelialization and contraction. In McCulloch, JM, Kloth, LC, and Feedar, JA: *Wound healing: Alternatives in management*. FA Davis, Philadelphia, pp14, 1990.
- Downey, JA : Physiologic effects of heat and cold. *J Am Phys Ther Assoc* 44:713, 1964.
- Fantone J: Basic concepts in inflammation. In Leadbetter W, Buckwalter J, Gordon S, editors: *Sports-induced inflammation*. Park Ridge, Ill, American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1990.
- Falanga V et al : Electrical stimulation increases the expression of fibroblast receptors for transforming growth factor-beta. *J Invest Dermatol*, 8:488, 1987.
- Fernandez A, Finlew JM : Wound healing helping a natural process. *Postgrad Med*, 74(4): 311-318, 1983.
- Fujita M, Hukuda S, Doida Y : The effects of constant direct electrical current on intrinsic healing in the flexor tendon in vitro: An ultrastructural study of differing attitudes in

- epitendon cells and tenocytes. *J Hand Surg.* 17:94, 1992.
- Garrison DW, Foreman RD : Decreased activity of spontaneous and noxiously evoked dorsal horn cells during transcutaneous electrical nerve stimulation. *Pain*, 58:309, 1994.
- Gentzkow GD : Electrical stimulation to heal dermal wounds. *Journal of Dermatology, Surgery, and Oncology*, 19:753, 1993.
- Govan ADT, Macfarlane PS, Callander R : Pathology illustrated, Churchill livingstone, 3: 76-83, 1991.
- Grana WA, Walton WL, Reider B : Cold modalities. In Drez, D(ed): *Therapeutic Modalities for Sports Injuries*. Year Book Medical Publishers, Chicago, 25-32, 1989.
- Grant, AE : Massage with ice(cryokinetics) in the treatment of painful conditions of the musculoskeletal system. *Arch Phys Med Rehabil*, 45:233, 1964.
- Hardy, MA : The biology of scar formation. *Physical Therapy*, 69:1014, 1989.
- Hayden, C : Cryokinetics in an early treatment program. *J Am Phys Ther Assoc*, 44:11, 1964.
- Helay WL, et al : Cold compressive dressings after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Rel Res* 199:143, 1994.
- Hettinga DL : Inflammatory response of synovial joint structures. In Gould JA, Davies GJ, editors: *Orthopaedic and sports physical therapy*, St Louis, Mosby, 1990.
- Hocutt JE, et al : Cryotherapy in ankle sprains. *Am J Sports Med*, 10:316, 1982.
- Kitchen SS, Partridge CJ : A review of therapeutic ultrasound: II. The efficacy of ultrasound. *Physiotherapy*, 76:595, 1990.
- Kitchen SS, Partridge CJ : Review of shortwave diathermy continuous and pulsed patterns. *Physiotherapy*, 78(4): 243-252, 1992.
- Kloth LC, McCulloch JM : The inflammatory response to wounding. In McCulloch, JM, Kloth, LC, and Feedar, JA: *Wound healing: Alternatives in management*, ed 2. FA Davis, Philadelphia, pp3, 1995.
- Lamboni P, Harris B : The use of ice, aircsplints, and high voltage galvanic stimulation in effusion reduction. *Athletic Training*, 18:23, 1983.
- LeCraw DE, Wolf SL : Electromyographic biofeedback for neuromuscular relaxation and re-education. In Gersh, MR: *Electrotherapy in Rehabilitation*. FA Davis, Philadelphia, pp291, 1992.
- Lehmann JE : *Therapeutic heat and cold*, ed 4, Baltimore, Williams & Wilkins, 1990.
- Lehmannn JE, DeLateur BJ : Diathermy and superficial heat and cold. In Krusen FH, editor: *Handbook of physical medicine and rehabilitation*, ed 3, Philadelphia, WB Saunders, 1982.
- Levenson SM, et al : The healing of rat skin wounds. *Ann Surg* 161: 293, 1965.
- Lewis, T : Observations upon the reactions of the vessels of the human skin to cold. *heart* 15:177, 1930.
- Leadbetter W : *Introduction to sports-induced soft-tissue inflammation*, Park Ridge, Ill, American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1990.
- Leadbetter W, Buckwalter J, Gordon S : *Sports-induced inflammation*, Park Ridge, Ill, American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1990.
- Levy AS, Marmar E : The role of cold compression dressings in the postoperative treatment of total knee arthroplasty. *Clin Orthop and Rel Res* 297:174, 1973.
- Litke DS, Dahnners LE : Effects of different levels of direct current on early ligament healing in a rat model. *J Orthop Res*, 12:683, 1994.
- Marchesi VT : Inflammation and healing. In Kissane JM, editor: *Anderson's pathology*, ed 8, St Louis, Mosby, 1985.
- Maxwell, L, et al : The agumentation of leukocyte

- adhesion to endothelium by therapeutic ultrasound. *Ultrasound Med Biol*, 20:383, 1994.
- Michlovitz SL : Thermal agents in rehabilitation. F. A. Davis company, Philadelphia, 2: 3-17, 1990.
- Mignatti P, Rilkin DB, Nelgus HG, Parks WS : Proteinases and tissue remodeling. In the molecular and cellular biology of wound repair. Second edition (Ed. Clark RAF), Plenum Press. New York. 427-474, 1996.
- Muhe, E : Intermittent sequential high-pressure compression of the leg: A new method of preventing deep vein thrombosis. *Am J Surg*, 147:781, 1984.
- Mutsaers SE, Bishop JE, Gus McGrouther, Laurent GJ : Mechanisms of tissue repair: from wound healing to fibrosis. *Int J Biochem Cell Biol*. Vol 29, No 1, pp 5-17, 1997.
- Olavi A, Kolari PJ, Esa A : Edema and lower leg perfusion on patients with posttraumatic dysfunction. *Acupunct Electrother Res*, 16:7, 1991.
- Prentice WE : Therapeutic modalities in sports medicine. Third edition: 13-27, 1994.
- Ramirez, A, et al : The effect of ultrasound on collagen synthesis and fibroblast proliferation in vitro. *Med Sci Sports Exerc* 29:326, 1997.
- Riley WB : Wound healing. *Am Fam Physician* 24:5, 1981.
- Robbins SL, Cotran RS, Kumar V : Pathologic basis of disease, ed 3, Philadelphia, WB Saunders, 1984.
- Ross J : Evolution, prevention & relief of acute & chronic pain with the application of diathermy. *Schmerz* 1, 1984.
- Rywlin AM : Hemopoietic system. In Kissane JM, editor: *Anderson's pathology*, ed 8, St Louis, 1985.
- Singer AJ, Clark RAF : Spontaneous wound healing. *N Engl J Med*, 341: 738-746, 1999.
- Sloan J, Giddings P, Hain R : Effects of cold and compression on edema. *Physician and Sports Medicine* 8:116, 1988.
- Wahl S, Renstrom P : Fibrosis in soft-tissue injuries. In Leadbetter W, Buckwalter J, Gordon S, editors: *Sports-induced inflammation*, Park Ridge, Ill, American Academy of orthopaedic surgeons, 1990.
- Waylonis, GW : The physiologic effect of ice massage. *Arch Phys Med Rehabil* 48:37, 1967.
- Wikerson GB : Inflammation in connective tissue: Etiology and management. *Athletic Training* 20:299, 1985.
- Wolff J : *Gesetz der transformation der Knochen*. Berlin, 1892, Aug. Hirschwald.
- Woo SL-Y, Buckwalter J, editors: *Injury and repair of musculoskeletal soft tissues*, Park Ridge, Ill, American Academy of Orthopaedic Surgeons, 1988.
- Wood SL et al : The importance of controlled passive mobilization on flexor tendon healing: A biochemical study. *Acta Orthop Scand* 52:615, 1981.
- Young SR, Dyson M : Macrophage responsiveness to therapeutic ultrasound *Med Biol* 16: 809, 1990
- Zachezewski J : Flexibility for sports. In Sanders B, editor: *Sports physical therapy*. Norwalk, Conn, 1990.
- Ziskin MC, McDiarmid T, Michlovitz SL : Therapeutic ultrasound. In Michlovitz, S (ed): *Thermal Agents in Rehabilitation*, ed 2. FA Davis, Philadelphia, pp. 134-169, 1990.