

고전압 전기 자극의 부종 감소 효과

김연정, 김철용, 홍주완
연세대학교 보건과학대학 재활학과

안덕현
연세의료원 재활병원 물리치료실

Abstract

Effect of High Voltage Pulsed Current on Edema Reduction

Kim Youn-jung, B.H.Sc., R.P.T.

Kim Choel-yong, B.H.Sc., R.P.T.

Hong Ju-wan, B.H.Sc., R.P.T.

Dept. of Rehabilitation, College of Health Science, Yonsei University

Ahn Duk-hyun, M.P.H., R.P.T., O.T.R.

Dept. of Physical Therapy, Yonsei Rehabilitation Hospital,

Yonsei University Medical Center

The purpose of this study was to investigate the effect of a single treatment of high voltage pulsed current (HVPC) on edema reduction. Hind limbs of 23 anesthetized frogs were injured by dropping a 400 g weight onto the plantar aspects of the feet. On one limb of each frog was randomly selected to receive 30 minutes of continuous, 12 cathodal HVPC at voltages 10 % less than motor threshold levels. Limb volumes were measured by water displacement before trauma and at predetermined intervals 1, 2, 4, 8, and 24 hours posttrauma. Sources of significant differences were determined by t-test. HVPC significantly ($p < 0.05$) reduced edema formation. We hypothesize that HVPC also be effective in controlling edema formation after impact injuries in humans.

Key Words:Edema; High voltage pulsed current.

차례

Abstract

- I. 서론
- II. 연구방법
 - 1. 실험기간과 피험자 선정
 - 2. 실험과정
 - 3. 용어정리
- III. 결과
- IV. 고찰
- V. 결론
- 인용문헌

I. 서론

부종은 근골격계에 외상을 받았을 때 모세혈관이 파열되어 투과도가 증가된 혈장 단백질이 혈관 밖으로 빠져나가 세포 사이에 존재하게 되면 물과 친화도가 높은 혈장단백질이 물과 함께 이동하여 형성된다. 조직이 손상을 받으면 치유 과정에서 부종이 발생하는데 과도한 부종은 치유를 지연시키며 동통을 유발하고 관절가동역을 감소시켜서 외상이 있는 부위의 기능을 제한시킨다. 그러므로 부종의 치료는 임상적으로 중요시된다.

부종 감소를 위해 테이핑, 냉치료, 탄력붕대, 손상 부위를 심장의 위치보다 높이 올려주는 등의 치료법들을 사용하여 왔으나, 이러한 치료법들은 일상 생활을 하기에 불편한 점들이 많았다. 그래서 최근에는 고전압 전기 자극(HVPC: High Voltage Pulsed Current) 을 부종 치료를 위해 사용하려는 경향이 있다. 하지만, 부종 치료를 위한 HVPC에 대한 이론은 아직 명확하

게 설정되어 있지 않다(Cosgrove 등, 1992).

Reed (1988) 는 HVPC가 모세혈관의 투과성을 감소시킴으로써 부종 치료에 효과적일 수 있다고 하였다. 또 Bettany 등 (1990) 은 개구리의 뒷다리에 외상을 준 후 30분씩 4번을 120 pps의 HVPC로 치료하였을 때 부종 감소에 효과적이라는 결과를 얻었고 Taylor 등 (1992) 의 실험에서도 HVPC가 부종 감소에 효과적이라는 결과를 얻었다.

비록, 위의 연구들이 HVPC가 부종 감소에 효과적이라는 결과들을 증명하였지만 임상적으로 이를 전적으로 받아들이기는 어렵다. 왜냐하면 Mohr 등 (1987) 의 실험에서는 쥐를 마취시키지 않아 쥐가 몸을 자유롭게 움직일 수 있었으므로 근수축에 의한 부종 감소 효과를 배제하지 못하였고 또 대부분의 연구들이 치료에 장시간을 요하였으므로 그 기간동안 다른 요인들에 의하여 부종이 감소될 가능성이 있기 때문에 순수한 HVPC의 부종 감소 효과를 입증하였다고 보기는 어렵다. 그러므로 본 연구에서는 순수한 HVPC의 부종 감소 효과를 보기 위해 외상 후 30분 동안 한정적으로 부종을 치료하였을 때 효과가 있는지를 알아보고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구대상 및 실험기간

본 연구에서는 몸무게가 338.4-421.3 g(377.5±25.3) 인 개구리 23마리를 이용하여 1993년 8월 9일부터 8월 13일까지 실험을 실시하였다.

2. 실험도구

본 연구에서는 Bettany 등 (1990) 의 연

구에 이용되었던 방법에 따라 기구를 사용하였다. 400 g의 쇠구슬을 높이 60 cm, 직경 2 cm인 수직관을 통해 떨어뜨려 개구리 뒷다리의 발바닥쪽 복사뼈 바로 윗부분에 외상을 주었다. 외상을 줄 때 피부가 찢어지는 것을 막기 위해서 수직관과 다리 사이에 2×2×0.3 cm의 나무판을 설치하였다. HVPC는 Dynatron 438을 사용하였으며, 통전기간이 5-8 msec이고 자극과 자극 사이가 75 msec인 사각파형을 사용하였다. 실온에서 담금질(immersion technique)을 이용하여 120 2pps로 음극 자극을 주었다. 음극 도자는 치료할 다리가 담겨진 비이커

의 물에 담귀서 걸쳐놓고, 높이는 개구리의 복사뼈 정도에 위치시켰다. 양극 역할을 하는 탄소 고무 도자 (25×75 mm)는 치료할 다리의 대퇴부에 부착시켰다. 개구리 다리의 부피 변화는 증류수의 이탈량을 측정하여 구했다. 이것을 측정하기 위해 담금통과 넘침관(overflow chamber)을 고무관으로 연결시킨 기구를 만들었다(그림1). 측정할 때 마다 개구리를 천에 싸서 도르레에 매달아 무릎 관절의 표시된 지점까지 증류수에 잠기도록 내렸다. 표시된 지점까지 다리가 잠겼을 때 흘러나온 물을 비이커에 받아 소수점 네째자리까지 측정되는 전자저

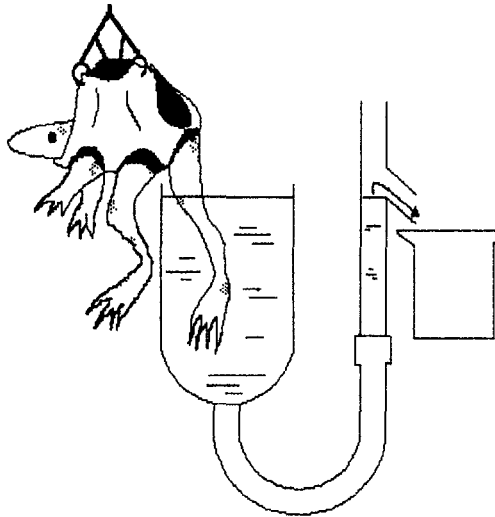


그림1. 고무관으로 연결시킨 담금통과 넘침관을 이용한 증류수 이탈량 측정방법

울 AP 210S(OHAUS CO.)로 무게를 측정하였다. 증류수 1 g은 1 mL로 계산되었다. 넘침관과 증류수 사이의 마찰력을 최소화시키기 위해 부피를 측정할 때 마다 넘침관을 비눗물로 두번씩 세척하였다. 이 장치의 신뢰도를 구하기 위해 100원 짜리 동전을 넣었을 때 흘러나온 물의 무게를 20회 측정하였다. 평균 변화율은 0.0355 %였다.

3. 연구과정

개구리는 에테르를 물에 희석시킨 용액으로 마취시켰다. 마취제를 적신 솜을 개구리의 배 밑에 넣어서 피부 호흡을 하는 개구리가 계속 마취 상태를 유지하도록 하였다. 개구리 다리의 부피는 무릎 관절에 미리 표시된 부분까지 측정하였다. 다리의 부피는 외상을 주기 직전에 측정하여 기준점으로 삼고 외상을 준 후 무작위로 선택된 다리에 30분 동안 치료를 실시하였다. 치료

의 강도는 눈으로 볼 수 있는 근수축을 일으키는 근수축 역치의 90 %를 사용하였다. 그 이유는 근수축으로 인한 부종 감소 효과를 배제하고 순수한 HVPC의 적용 효과만을 보기 위해서이다. 치료 직후 다리의 부피를 측정하고 치료 후 1.0, 2.5, 4.5, 7.5 시간에도 각각 다리의 부피를 측정하였다. 의상을 주었을 때 다리에 출혈을 보인 3마리의 개구리와 실험 도중 죽은 4마리의 개구리는 연구 대상에서 제외시켰다.

4. 분석방법

의상 후 치료한 다리와 치료안한 다리의 부피 변화의 유의한 차이를 보기 위해 t-test를 실시하였다.

Ⅲ. 결과

부종 감소 효과는 치료 직후부터 나타났다(표 1).

치료한 다리와 치료안한 다리의 부피 변화는

표 1. 치료 후 시간에 따른 개구리 다리의 부피 변화 단위: mL

	치료한 다리	치료안한 다리	t-값
치료 직후	1.18 ± 0.48*	2.01 ± 0.45	-6.04**
1.0시간 후	1.52 ± 0.27	2.59 ± 0.42	-10.26
2.5시간 후	2.24 ± 0.25	3.40 ± 0.84	-6.32
4.5시간 후	3.00 ± 0.33	3.86 ± 0.39	-8.16
7.5시간 후	4.03 ± 0.32	4.46 ± 0.47	-3.62

* 평균±표준편차

** p<0.05

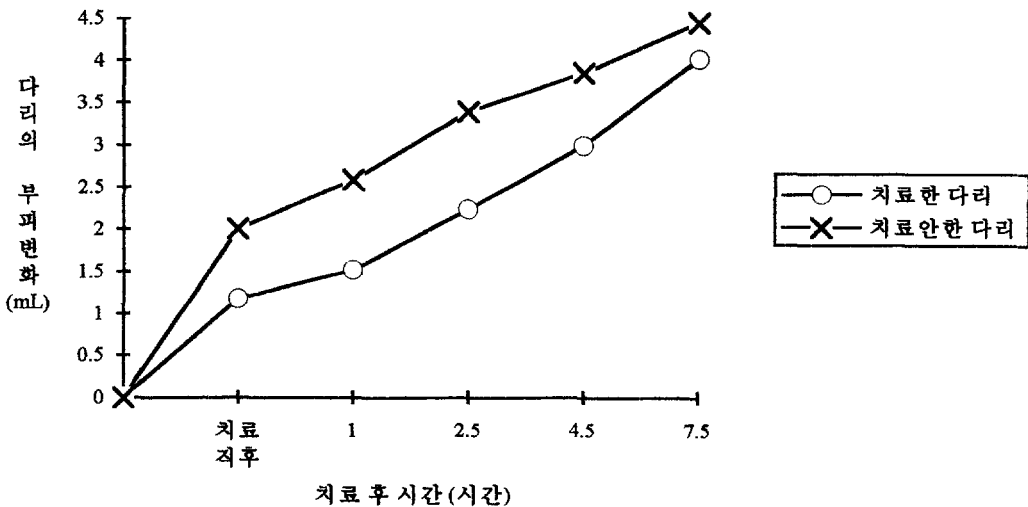


그림 2. 치료한 다리와 치료안한 다리의 부피 변화 비교

치료 직후에 1.18 ± 0.48 mL와 2.01 ± 0.45 mL, 치료 후 1.0시간에 1.52 ± 0.27 mL와 2.59 ± 0.42 mL, 치료 후 2.5시간에 2.24 ± 0.25 mL와 3.40 ± 0.84 mL, 치료 후 4.5시간에 3.00 ± 0.33 mL와 3.86 ± 0.39 mL, 치료 후 7.5시간에 4.03 ± 0.32 mL와 4.46 ± 0.47 mL로 계속 증가되었지만, 치료한 다리의 부피 증가가 치료안한 다리의 부피 증가보다 적었다($p < 0.05$). 치료 후 2.5시간에 치료한 다리와 치료안한 다리의 부피 차이가 가장 컸다(그림2).

IV. 고찰

Bettany 등(1990)의 개구리를 대상으로 한 연구에서는 외상 후 30분씩 4번 반복 치료했을 때 24시간까지 부종 감소 효과가 있음이 증명되었고, twin monophasic 파형을 사용한 Talor 등(1992)의 연구에서도 30분 동안만 치료했을 때 10시간까지는 부종 감소 효과가 있음이 증명되었다.

본 연구에서는 HVPC를 임상적으로 적용하기 위한 근거를 제시하고자 외상 후 120 pps, 사각파형의 음극 HVPC로 30분 동안만 치료하여 치료 후 7.5시간까지 부종 감소에 효과가 있음을 증명하였다. 그러므로 본 연구를 통해서 급성기 부종 치료시 30분씩 4번이나 치료한다는 것은 비효율적이라는 결론을 얻었다.

실험 과정에서의 제한점은 다리의 부피를 측정할 때 다리에 묻은 물기를 닦아주어 나타날 수 있는 압박에 의한 부종 감소 효과를 배제하기 위해 다리에 묻은 소량의 물기를 닦지 않은 것이다. 그리고 치료 후 7.5시간까지만 관찰하였으므로 그 이후의 유의한 차이 유무를 알아보지 못했다.

본 연구에서는 사각파형을 이용하였기 때문에 파형별 비교를 하지 못했다. 기존의

연구 중에서 파형별로 비교한 것이 없었으므로 앞으로 파형에 따른 치료 효과 비교를 위한 연구가 진행되어야 할 것이다.

양서류에서 얻은 이런 결과를 사람에게 적용시키는 것에 대해서 문제점을 제기할 수 있으나 개구리의 근본적인 생리적 반응이 사람과 같기 때문에 전기치료를 대한 실험을 함에 있어서 사람을 대상으로 하기 전에 양서류 중 특히 개구리를 많이 이용해 왔으므로 본 연구를 통해 얻은 결과를 사람에게 적용시킬 수 있으리라 생각한다.

V. 결론

본 연구에서는 120 pps의 음극 HVPC를 외상을 입은 개구리의 뒷다리에 30분 동안 적용하여 급성 부종 감소에 효과가 있는지에 대해 실험을 하였다. HVPC로 치료한 다리는 치료하지 않은 다리보다 부종 감소가 뚜렷하였으므로 HVPC는 부종 치료에 효과적이다.

인용문헌

- Bettany JA, Fish DR, Mendel FC. Influence of high voltage pulsed current on edema formation following impact injury. *Phys Ther.* 1990; 70: 219-224.
- Cosgrove KA, Alon G, Bell SF, et al. The electrical effect of two commonly used stimulators on traumatic edema in rats. *Phys Ther.* 1992; 72: 227-233.
- Mohr TM, Akers TK, Landry RG. Effect of high voltage stimulation on edema reduction in the rat hind limbs. *Phys*

Ther. 1987; 67: 1703-1707.

Reed BV. Effect of high voltage pulsed electrical stimulation on microvascular permeability to plasma proteins: a possible mechanism in minimizing edema. Phys Ther. 1988; 68: 491-495.

Taylor K, Fish DR, Mendel FC, et al. Effect of a single 30-minute treatment of high voltage pulsed current on edema formation in frog hind limbs. Phys Ther. 1992; 72: 63-68.

Taylor K, Fish DR, Mendel FC, et al. Effect of electrically induced muscle contractions on posttraumatic edema formation in frog hind limbs. Phys Ther. 1992; 72: 127-132.