

심호흡 운동과 발목관절 운동이 대퇴정맥의 혈류속도에 미치는 영향

정도영, 김영
연세대학교 대학원 재활학과

권오윤
연세대학교 보건과학대학 물리치료학과 및 보건과학연구소

Abstract

Effect of Deep Breathing Exercise and Ankle Exercise on Blood Flow Velocity in the Femoral Vein

Jung Do-young, B.H.Sc., P.T.

Kim Young, B.H.Sc., P.T.

Dept. of Rehabilitation Therapy, The Graduate School, Yonsei University

Kwon Oh-yun, Ph.D., P.T.

Dept. of Physical Therapy, College of Health Science, Yonsei University
Institute of Health Science, Yonsei University

This study was conducted to determine the effects of deep breathing exercise and ankle exercise on blood flow velocity in the femoral vein. Sixteen healthy male students were recruited from Yonsei University, at Wonju. The blood flow velocities in the femoral vein were measured under three different conditions: resting, deep breathing, and ankle exercise. All subjects were given a 5-minute relaxing time in supine position prior to the study. Using a doppler ultrasound with a 8 MHz probe, the peak blood flow velocities were collected in a twenty-second-period at each condition. The subjects took a rest in between trials for the blood flow to return to its resting levels. The result showed a significant difference in peak blood flow velocities under those three conditions ($p < .001$). The peak blood flow velocity was highest in ankle exercise condition. The peak blood velocity was significantly higher in deep breathing condition compared with the resting condition. As a result, it is revealed that not only the muscular contractions but also the deep breathing exercises induced facilitating effects of venous return. Either of the exercise methods can be recommended to prevent blood stasis in patients with risk of deep vein thrombosis after cardiac or lower extremity surgery.

Key Words: Ankle exercise; Deep breathing; Deep vein thrombosis; Femoral vein; Venous return.

*본 연구는 과학기술부·한국과학재단 지정 연세대학교 의용계측 및 재활공학 연구센터의 지원에 의한 것임.

1. 서론

무릎 및 고관절 전치환 수술 후 야기되는 정맥혈 정지(venous stasis)가 심부정맥 혈전증(deep vein thrombosis: DVT)을 불러일으킨다는 것은 최초로 1895년 Virchow에 의해 제안 되었다(McNally와 Mollan, 1993). 심부정맥 혈전증은 결국 치명적인 폐혈전증(pulmonary embolism)을 야기시키기 때문에 가장 효과적인 예방책을 찾기 위한 노력들이 계속되어져 왔다. 심부정맥 혈전증에 대한 예방책으로써 크게 헤파린(heparin)과 아스피린(aspirin)과 같은 약물치료와 운동치료로 나누어지고 약물치료는 과응고성(hypercoagulability)을 감소시키며, 운동치료는 정맥혈 정지를 감소시키는데 중점을 두고 있다(Murray 등, 1996).

McNally와 Mollan(1993)은 고관절 전치환 수술환자 413명을 대상으로 수술 전·후를 비교한 결과 혈류량이 유의하게 감소하였으며 이는 혈류량의 감소는 수술 후의 심부정맥 혈전증과 높은 상관관계가 있으며 정맥환류 정지를 심부정맥 혈전증의 주요한 요인이라고 보고하였다. 따라서 정맥혈 정지를 막기 위한 예방책으로 탄력지지 스타킹(elastic support stocking), 공기 압박법(pneumatic compression), 전기치료, 근육 펌프(muscle pump)를 위한 관절운동이 정맥환류(venous return)를 증진시킨다는 연구들이 선행되어져 왔다(Andrews 등, 1993, Hui 등, 1996, Yang 등, 1999).

그 중 McNally 등(1997)에 의한 연구에서는 고관절 전치환 수술환자 20명을 대상으로 능동적인 족부운동을 실시한 후 혈량계(Plethysmography)를 이용하여 혈류량을 측정한 결과 그 양이 점점 증가하였고 운동 후 12분에 최대 22%까지 증가하였다고 보고하였다. 그리고 Sochart와 Hardinge(1999)는 초음파 도플러를 이용하여 운동형태에 따른 정맥환류의 영향에 대한 연구를 하였는데 발목

의 수동운동(passive movement)보다는 능동운동(active movement)이 단조로운 굴곡(flexion)운동보다는 회전운동(rotation)이 평균 혈류속도와 최대 혈류 속도가 유의하게 증가하였다고 보고하였다. 또한 운동형태 뿐만 아니라 환자의 자세에 따른 혈류역학에 대한 연구들이 선행되었다.

Fleming 등(2000)은 하지의 자세와 혈류속도의 관계를 연구하였는데, 수평으로 누운 자세, 하지를 25° 올린 자세(25° Trendelenberg position) 그리고 하지를 25° 내려뜨린 자세(25° Reverse-Trendelenberg position)에서 공기 압박법을 적용했을 때 최대 혈류속도가 수평으로 누운 자세에서 27.2%, 25° 아래로 올린 자세에서 15.4%, 하지를 25° 내려뜨린 자세에서 102.8%로 오히려 하지를 올리는 것 보단 내리는 것이 더 효과적이라고 보고하였다.

호흡과 정맥환류와의 관계에 대한 연구도 선행되어 졌는데, Willeput 등(1984)은 전통적으로 흡기하는 동안에 흉강내 압력의 감소와 횡격막이 내려오며 따라 내장 정맥(splanchnic veins)을 억눌러 정맥환류가 증가할 것이라고 믿고 있었으나, 그의 연구 결과에 의하면 호흡형태에 따라 달라질 수 있다고 하였으며, 순수한 횡격막호흡은 혈류가 흐르지 못하도록 하는 반면, 흉곽(rib cage)호흡으로 들어 마시면 증가한다고 보고하였다. 그러나 이전 연구에서는 호흡과 근육펌프가 정맥환류에 기여하는 상대적인 비교가 이루어지지 않았다.

따라서 본 연구에서는 심호흡과 발목운동 시 최대 혈류속도를 비교함으로써 심부정맥 혈전증을 예방하는데 유용한 자료로 활용하고자 한다.

I. 연구방법

1. 연구대상 및 연구기간

본 연구대상자는 강원도 원주시에 소재한

표 1. 연구대상자 일반적 사항

(N=16)

구분	연령(세)	신장(cm)	체중(kg)	분당 호흡수(회)	분당 맥박수(회)
평균±표준편차	21.3±3.1	173.7±4.1	71.2±7.3	21.2±5.1	78.8±7.5

연세대학교 재학생으로서 선정기준은 다음과 같다.

첫째 과거에 하지의 수술 경험이 없는 자, 둘째 하지에 신경·골격근 결함이 없는 자, 셋째 비 흡연자로 심폐기능에 결함이 없는 자로 하였다. 모든 대상자는 연구내용에 대한 충분한 설명을 듣고, 동의한 경우에 실험에 참여하도록 하였다. 연구대상자들의 평균연령은 21세, 신장은 173 cm, 체중은 71 kg, 분당 호흡수와 맥박수는 각각 21과 78회이었다(표 1). 본 연구기간은 2002년 4월 29일부터 5월 4까지였다.

2. 측정도구 및 실험방법

신체의 움직임으로 인한 혈류변화를 최소화하기 위하여 대상자를 바로 누운 자세로 놓고 5분간 안정상태를 유지하였다. 그 후 대퇴정맥 부위를 청결하게 면도하고 전도 매개물로 초음파 젤(Hisonic)¹⁾을 바른 후 도플러 초음파(DOPPLEX ADVANCED DOPPLERS)²⁾의 8 MHz 탐침을 사용하여 45° 기울려 대퇴동맥을 감지한 후 내측의 대퇴정맥을 찾았다.

먼저 안정상태의 혈류속도를 얻기 위해 20초간 3회 반복하여 혈류속도를 측정 후 발목운동 시 혈류속도를 측정하였다. 대상자가 배측굴곡(dorsiflexion)-족저굴곡(plantarflexion)-안정(resting)의 순서로 운동을 실시하도록 하고 가능한 한 고관절의 움직임이 없도록 지시하였으며, 분당 30회의 속도로 운동을 하기 위해 메트로놈(metronome)을 이용하였다. 마지막으로, 복식호흡 시 호기(expiration)와 흡기(inspiration)의 일정한 시간간격을 위해

대상자에게 복식호흡 요령을 교육하고 연습을 시킨 후 안정상태의 혈류속도를 측정하는 것과 동일하게 실시하였다. 각 조건을 시작하기 전에 안정상태 시 측정된 혈류속도로 회복된 것을 확인한 후 측정하였다. 최대 혈류속도를 수치화하기 위해 DOPPLEX Reporter 프로그램(Huntleigh DIAGNOSTICS Tec)을 사용하여 그 결과를 MATRAB 5.3을 이용하여 ASCII 형태로 전환하여 분석하였다.

3. 분석방법

각 대상자마다 휴식상태, 복식호흡, 발목운동의 측정된 3개의 평균 최대 혈류속도를 구하여 윈도우즈용 SPSS Ver 10.0을 이용하여 분석하였다. 각 조건하의 개체 내 평균 최대 혈류속도를 비교하기 위하여 반복이 있는 일요인 분산분석(repeated one-way ANOVA)을 이용하였다. 이 연구에서 통계학적 유의성을 검정하기 위하여 유의수준은 $\alpha=0.05$ 로 하였다.

II. 결과

대상자 16명을 대상으로 평균 최대 혈류속도를 구한 결과 휴식 시에는 9.69 cm/sec, 심호흡 시에는 15.12 cm/sec, 발목운동 시에는 20.80 cm/sec으로 대비결과 세 조건 모두에서 유의한 차이를 보였다($p<0.001$)(표 2). 발목운동이 가장 높은 평균 최대혈류 속도를 보였으며, 심호흡이 휴식상태보다 유의하게 높았다. 그림 1은 DOPPLEX Reporter 프로그램에서 얻은 결과의 예로 심호흡 시 얻은 자료이며, 그림 2는 각 조건하에서 시간경과에 따른 혈류속도를 비교한 그림이다.

1) DAE JIN TRADING CO., Korea

2) Huntleigh DIAGNOSTICS Tec., UK

표 2. 각 조건의 반복요인 유의성 검정 (N=16)

조건	평균±표준편차	자유도	F-값
휴식상태	9.69±4.34	2	35.11*
심호흡	15.12±4.47		
발목운동	20.80±6.44		

*p<.05

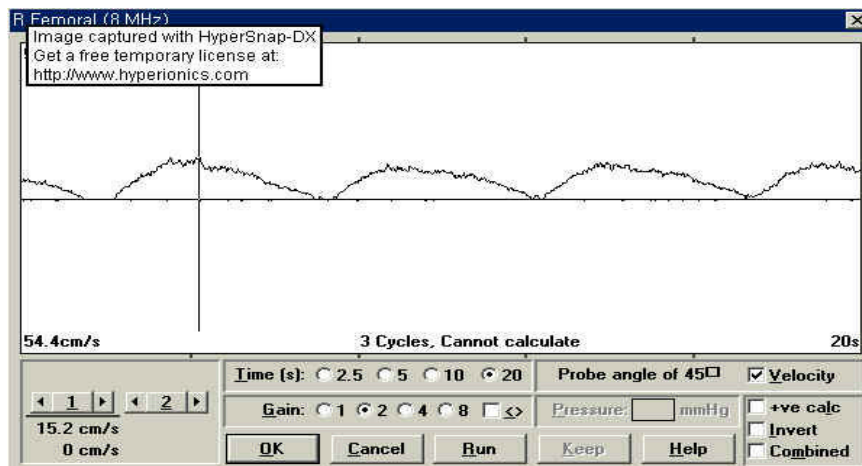


그림 1. 프로그램에서의 심호흡 시의 시간에 따른 최대 혈류속도

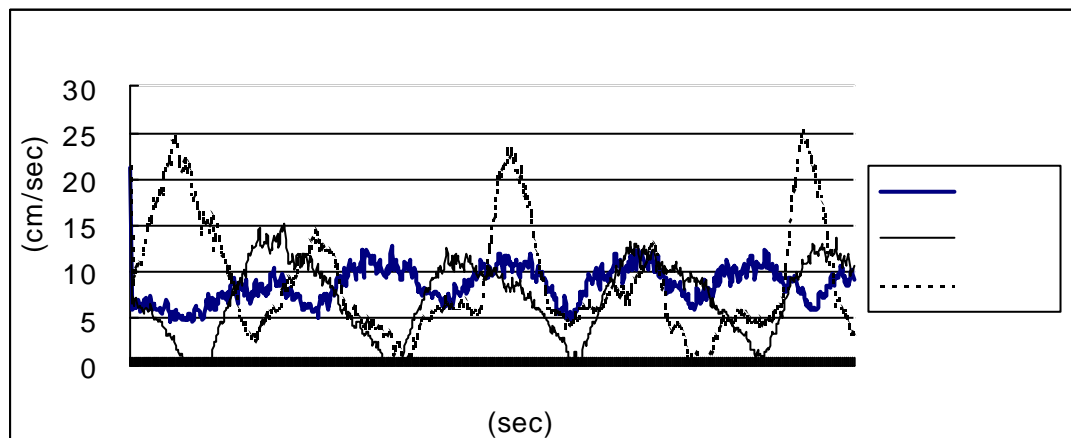


그림 2. 각 조건하에서 시간에 따른 최대 혈류속도 비교의 예

IV. 고찰

이 연구는 정상인 성인을 대상으로 심호흡과 발목운동이 최대 혈류속도에 미치는 효과를 알아보기 위하여 시행하였다. 혈류량을 측정하는 방법으로 최근 비 침습적 혈류측정 방법 중 가장 빈번히 사용되는 측정방법은 혈류량계와 레이저 또는 초음파 도플러를 이용한 혈류속도 측정법이다. 혈류량계는 신뢰도가 뛰어나고 사용이 간편한 장점이 있으나 비용이 많이 들고 측정부위의 전체 혈류량의 변화만을 감지하는 제한점이 있다. 초음파 도플러를 사용하여 혈류속도를 측정하는 방법은 가장 비용이 적게 들고 사용방법이 가장 간편한 방법 중의 하나이다(Barnes, 1995). Demolis 등(1996)은 혈류속도와 혈류량의 변화가 비례관계에 있음을 밝힘으로써 혈류속도가 혈류량의 변화를 알 수 있는 지표가 될 수 있다고 보고하였다. 이러한 측정도구를 이용해 혈류량의 변화를 감지하는 것은 심부정맥 혈전증을 예방하고 치료하는데 활용될 수 있을 것이다.

따라서 이 연구에서는 대퇴정맥과 같은 국소적인 부위의 최대혈류 속도를 구하기 위하여 초음파 도플러를 이용하였다. 정맥혈전증의 위험인자들은 나이, 오랫동안 침상생활을 하는 것, 뇌졸중 혹은 마비, 암, 수술 후(복부, 골반, 하지), 외상(골반, 고관절 혹은 다리의 골절), 비만, 임신, 방광염 등이 있다. 결국 심부 정맥혈전증으로 인해 폐혈전증에 이르게 되어 사망에 이르게 하므로 심부정맥 혈전증 예방책에 대한 관심이 증가할 수밖에 없다. 특히 무릎 혹은 고관절 전치환 수술 후 심부정맥 혈전증은 40~80%의 발생률을 보이고 있어 물리치료에서 큰 관심을 가지고 있다(William 등, 2001).

Harichaux과 Viel(1987)에 의한 연구에서는 정맥환류는 누운 자세에서는 호기 시에 선 자세에서는 흡기 시에 가속화 된다고 보

고하였고, 높은 빈도의 마사지보다는 천천히 하는 마사지가 더 효과적이며, 배측굴곡(dorsiflexion)이 족저굴곡(plantarflexion)보다 뚜렷하게 혈류량이 증가하였다고 보고하였다. 본 연구에서도 확인된 바 배측굴곡시 족저굴곡보다 최대 혈류속도에 이르렀다. Lynch 등(1988)에 의한 연구에서는 150명의 무릎 전치환 수술을 한 환자를 대상으로 연구한 결과 지속적인 수동운동을 한 집단과 하지 않은 집단에 관계없이 약 40% 발병하였고, 위험인자로써 예측했던 성별, 나이, 비만, 고혈압 그리고 당뇨병과는 관계가 없으며, 단지 석고붕대로 고정을 했던 대상자에 대해서는 유의한 발생률을 갖는다고 보고하였다.

Ashby 등(1995)은 심부정맥 혈전증에 대한 예방책으로 자세에 따른 대퇴정맥의 평균 최대혈류속도와 정맥혈관 직경에 대해 연구하였는데, 똑바로 누운자세, 똑바로 누운자세에서 하지 6° 거상하기, 머리 35° 거상하기, 머리 35° & 하지 6° 거상하기, 서기자세, 앉은 자세, 6가지 자세를 비교하였는데, 똑바로 누운 자세에서 하지 6° 거상하기가 직경이 가장 낮았고, 평균 최대혈류 속도가 가장 높았다. 똑바로 누운 자세보다는 똑바로 누운 자세에서 하지 6° 거상하기 그리고 머리 5° 거상하기보다는 머리 35° & 다리 6° 거상하기가 평균 최대 혈류속도에 있어서 유의한 차이로 높았다($p < .05$).

Tkachenko 등(2001)은 흉곽음압(negative intrathoracic pressure)의 증가는 정맥환류의 평균값을 유의하게 변화시키지 못하지만, 정상적인 호흡과 비교하여 심호흡 시 흡기 혹은 호기에 따라 정맥환류의 최대값이 증가 혹은 감소한다고 하였다. 본 연구에서도 흡기 시에는 감소하다가 호기 시에 증가하면서 최대값에 이르게 된다.

이상의 결과로 볼 때 능동적인 발목운동 못지 않게 호흡에 의한 정맥환류도 중요함을 알 수 있어 심부정맥 혈전증을 예방하는데

유용할 것이라 사료되며 앞으로의 연구에서는 성별에 관계없이 더 많은 대상자를 대상으로 복식호흡과 발목운동을 합쳐하여 비교 연구 하면 심부정맥 혈전증을 예방하는데 도움이 되는 자료가 될 것이라 사료된다.

V. 결론

본 연구는 정상인 성인을 대상으로 복식호흡과 발목운동이 최대 혈류속도 미치는 영향에 대해서 알아보기 위해 실시하였다. 최대 혈류속도를 측정하기 위하여 초음파 도플러를 이용하였고, 세 가지 조건, 즉 휴식상태, 복식호흡, 그리고 발목운동을 했을 때 평균 최대 혈류속도를 구한 결과 모든 조건에서 유의한 차이가 있었다($p < .001$). 이상의 결과로 볼 때 능동적인 발목관절 운동이 정맥관류 속도를 증가시키는데 가장 효과적임을 알았다. 또한 호흡에 의한 정맥관류는 마비 혹은 통증 때문에 하지 움직임에 제한이 있는 환자에게 심호흡을 통하여 심부정맥 혈전증을 예방하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

인용문헌

Andrews B, Sommerville K, Austin S, et al. Effect of foot compression on the velocity and volume of blood flow in the deep veins. *Br J Surg*. 1993;80:198-200.

Ashby EC, Ashford NS, Campbell MJ. Posture, blood velocity in common femoral vein, and prophylaxis of venous thromboembolism. *Lancet*. 1995;345(18):419-421.

Barnes RW. Noninvasive Evaluation of Venous Disease. In: Rutherford RB. *Vascular Surgery*, 4th ed, Pennsylvania, Saunders Co., 1995.

Demolis P, Tran Dinh YR, Giudicelli JF.

Relationships between cerebral regional blood flow velocities and volumetric blood flows and their respective reactivities to acetazolamide. *Stroke*. 1996;27:1835-1839.

Fleming P, Fitzgerald P, Devitt A, et al. The effect of the position of the limb on venous impulse foot pumps. *J Bone Joint Surg Br*. 2000;82B(3):433-434.

Harichaux P, Viel E. Dopplerography of the venous return of the foot in the healthy subject. Preliminary to a study of ambulation. *Phlebologie*. 1987;40(2):221-239.

Hui AC, Heras-Palou, Dunn I, et al. Graded compression stockings for prevention of deep-vein thrombosis after hip and knee replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 1996;78B(4):550-554.

Lynch AF, Bourne RB, Forabeck CH, et al. Deep-vein thrombosis and continuous passive motion after total knee arthroplasty. *J Bone Joint Surg Br*. 1988;70(1):11-14.

Martin AM, Raymond AB. Total hip replacement, lower limb blood flow and venous thrombogenesis. *J Bone Joint Surg Br*. 1993;75(B):640-644.

McNally MA, Cooke EA, Mikkab RA, et al. The effect of active movement of the foot on venous blood flow after total hip replacement. *J Bone Joint Surg Am*. 1997;79A(8):1198-1201.

McNally MA, Mollan RA. Total hip replacement, lower limb blood flow and venous thrombogenesis. *J Bone Joint Surg Br*. 1993;75(4):640-644.

Murray DW, Britton AR, Bulstrode CJK. Thromboprophylaxis and death after total hip replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 1996;78B(6):863-870.

- Osada T, Katsumura T, Hamaoka T, et al,
Quantitative effects of respiration on
venous return during single knee
extension-flexion. *Int J Sports Med*,
2002;23(3):183-190.
- Sochart DH, Hardinge K. The relationship
of foot and ankle movements to
venous return in the lower limb. *J
Bone Joint Surg Br*, 1999;81B(4):700-704.
- Willeput R, Rondeux C, De Troyer A.
Breathing effects venous return from
legs in humans. *J Appl Physiol*,
1984;57(4):971-976.
- William H, John A, Graham F, et al,
Prevention of venous thromboembolism.
Chest, 2001;119:132S-175S.
- Yang D, Vang YK, Stacey MC. Effect of
exercise on calf muscle pump function
in patients with chronic venous
disease. *Br J Surg*, 1999;86:338-341.