

도플러 초음파 기기를 이용한 편측 부전마비성 뇌졸중 환자와 정상인의 말초 혈류 비교 연구

한덕진 · 방창호 · 세르게이 김¹ · 배영민¹ · 신새론² · 양충용^{3,4} · 이 인*

원광대학교 한의과대학 한방내과학교실, 1: 한국전기연구원, 2: 원광대학교 의과대학 가정의학교실,
3: 원광대학교 의과대학 재활의학교실, 4: 원광의과학연구소

Comparison of Peripheral Blood Flow in Post-Stroke Hemiparetic Patients and Normal Person with Doppler Ultrasonography

Deok Jin Han, Chang Ho Bang, Sergey Kim¹, Young Min Bae¹, Sae Ron Shin², Chung Yong Yang^{3,4}, In Lee*

Department of Internal Medicine, School of Oriental Medicine, Wonkwang University,

1: SOI KOREA Center, Korea Electrotechnology Research Institute,

2: Department of Family Medicine, Wonkwang University School of Medicine,

3: Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Wonkwang University School of Medicine,

4: Institute of Wonkwang Medical Science

Stroke is usually associated with the cerebral blood flow of the central nervous system. However, studies concerning the effects of neurologic symptoms induced from stroke on the peripheral blood flow has not taken place sufficiently. To ascertain the feasibility of a blood flow meter adopting to use doppler ultrasonography, under the prospect that hemiparesis induced from stroke may have effect on the peripheral blood flow, the peripheral blood flow velocity was observed. The control group made up of healthy people without any factors capable of effecting the peripheral blood flow velocity, and patient group which consist of hemiparetic people induced from stroke, were recruited. Volumes of recruitment are 21 persons in the patient group, and 29 persons in the control group, but the final numbers of people are 17 and 21 respectively because of the inconsistency in the method of the test. The non-invasive method of Doppler effect of Ultrasound was used to measure the blood flow velocity. The blood flow velocity in the peripheral part of left and right fourth fingers:dorsal branches of proper palmar digital artery to dorsum of distal phalanges, was measured in the control group and patient group through Doppler Ultrasound. In comparison of the control group and the patient group, the systolic blood flow velocity from the peripheral part of the upper extremity was lower in the patient group than that of the control group. According to such results, it is concluded that hemiparesis induces the reduction of the peripheral blood flow velocity in the systolic phase.

Key words : peripheral blood flow, hemiparesis, stroke, doppler ultasound

서 론

뇌졸중에 대한 진단 및 예후 판정에 대한 검사법으로는 중추 신경계에 대한 영상검사인 뇌 전산화단층촬영술(computer tomography, CT), 뇌 자기공명영상(magnetic resonance imaging), 뇌혈관조영술(cerebral angiography), 경두개 도플러(transcranial

* 교신저자 : 이 인, 전북 익산시 신용동 원광대학교 익산한방병원 한방5내과

· E-mail : leein21@wonkwang.ac.kr, · Tel : 063-859-2805

· 접수 : 2009/11/09 · 수정 : 2009/11/23 · 채택 : 2009/12/03

doppler, TCD), 경동맥 초음파(carotid duplex sonography), 양 전자방출단층촬영술(positron emission tomography) 등이 사용되고 있다¹⁾. 최근에는 전기진단학적 방법으로 감각신경유발전위검사 (somatosensory evoked potential)와 운동신경유발전위검사 (motor evoked potential) 등이 이용되고 있다.

이러한 검사들은 중추신경계 특히 뇌와 관련된 혈행에 대한 검사방법이며, 직접적이고 병리 형태학적 관점에 의한 영상 방법이다. 또한 전기진단학적 방법은 뇌졸중 예후를 위해 이용되고 있다^{2,3)}.

중추신경계의 병변에 의해서 지체에 마비증상이 나타나게 되며, 이로 인해 말초 혈류 장애의 초래를 예상할 수 있다. 그러나, 현재까지는 말초혈류의 순환에 대한 확립된 검사방법이 없다. 이는 뇌졸중의 직접적 병리가 뇌 실질조직의 손상을 초래하는 원인이 중추신경계와 관련된 순환계에 한정되기 때문일 것으로 보인다.

말초혈류 순환에 대한 선행한 연구들을 살펴보면 뇌졸중 환자에서 교류저항 혈량 측정법(impedance plethysmography)을 사용하여 마비측과 비마비측 상지 말단의 말초혈류를 측정했을 때 마비측에서 동맥 유입량이 감소했다고 보고했으며⁴⁾, TCD의 두 개내 혈류 측정 결과와 적외선체열진단기를 이용한 말초 혈행성 평가를 비교한 연구에서 중대뇌동맥의 혈류 속도와 사지의 체표온도에서 유의한 관련성이 없다는 상반된 보고가 있다⁵⁾.

최근 임상에 도입 되고 있는 도플러 효과를 이용한 초음파 진단은 움직이는 물체에서 반사되는 초음파의 주파수 변이를 측정하여 물체의 속도를 계산하는 원리에 근거를 두고 있으며⁶⁾, 본 연구에서 사용된 도플러 초음파 기기는 말초의 미세혈관을 대상으로 하여 혈류 속도를 포함한 다양한 혈류 정보를 비침습적으로 측정할 수 있는 진단기기이다.

본 연구는 뇌졸중에서 흔하게 발생하는 임상 증상인 편측 마비로 인하여 수부의 말초 혈관에 혈류의 변화가 발생 될 수 있을 것으로 추정하였으며, 이는 혈류상태의 변화로 나타날 것으로 가정하였다. 또한 향후 이러한 말초 혈류 지표를 근거로 뇌졸중 환자의 마비 정도를 객관적으로 평가하여 예후를 판정할 수 있거나, 뇌졸중 후 마비측 혈류 역동 변화의 기초 자료를 제공할 수 있을 것으로 생각한다.

따라서 저자들은 대혈관 및 미세혈관에서 비침습적으로 혈류 변화를 측정할 수 있는 도플러 초음파 기기를 이용하여 건강한 정상인과 뇌졸중 후 편측 부전마비 환자를 대상으로 말초혈류 상태를 측정하고 상호 비교하고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구 대상

2008년 5월 1일부터 2008년 6월 30일까지 원광대학교 익산한방병원에서 입원치료 중인 뇌졸중 환자 21명과 건강한 정상인 29명을 모집하였으며, 뇌졸중의 병발 여부에 따라 뇌졸중군과 건강한 정상인인 대조군으로 분리하여 실험에 참여하였다.

검사 부위의 불일치로 인해 환자군에서 4명, 정상대조군에서 7명이 중도 탈락하여 각각 17명과 21명이 연구대상이 되었다. 뇌졸중 환자는 50세 이상, 70세 이하의 성인 남녀로, 뇌 컴퓨터단층촬영 또는 뇌 자기공명영상에서 뇌경색(cerebral infarction)이나 뇌출혈(cerebral hemorrhage)로 진단받았으며, 뇌졸중 후 편측 부전마비가 동반되어 있으며, 발병으로부터 2주 이후, 6개월 이전의 뇌졸중 환자들을 대상으로 하였다.

건강한 정상인은 뇌졸중군과 비슷한 인구 사회적 형태의 구성을 갖도록 하였으며, 연령은 50세 이상, 70세 이하의 성인 남녀로, 신경학적 이상이 없으며, 양측 상지 기능(운동 및 감각기능)

에 이상이 없는 사람들을 선정하였다.

뇌졸중군에서 뇌졸중 발병 2주 이내의 급성기 또는 6개월 이후의 만성기 환자, 기저질환(말초신경병, 당뇨병 등)으로 인한 말초 혈관 이상이 의심되는 환자, 일과성 뇌허혈 발작 (transient ischemic attack) 등 일과성 증상을 호소하는 환자, 의식장애 등으로 검사에 협조할 수 없는 환자, 재발성 뇌졸중 환자, 말초 혈관 질환의 과거력이 있는 환자들은 제외하였다.

대조군인 건강한 정상인중 신경학적 이상이 있는 것으로 진단된 경우, 기저질환(고혈압, 당뇨병, 고지혈증 등)으로 인하여 뇌졸중의 발병 위험도가 높은 경우, 기저질환(당뇨병 등)으로 인한 말초 혈관 증상이 의심되는 경우, 말초혈관질환이 있는 경우, 말초 혈류에 영향을 미칠 수 있는 치료 혹은 약물을 복용하고 있는 경우, 동시서 작성 후 시행된 혈압 측정 및 혈액화학검사 결과에서 피험자로 부적절하다고 판단되는 경우, 기타 연구자에 의한 병력청취를 통해 부적절하다고 판단되는 경우는 제외하였다. 본 연구는 원광대학교 익산한방병원 임상시험윤리위원회의 심의와 허가하에 수행되었다. 모든 대상자들은 자발적 의사에 의해 연구에 참여하였고, 사전 설명을 통해 연구의 목적과 내용을 충분히 이해하여 연구 동의서에 서명한 경우에 참여되었다.

2. 연구 방법

1) 대상자 선별

대상자의 현병력, 과거병력 및 약물 투여력에 대하여 면담, 질문하고 이학적 검사, 신경학적 검사를 시행하였다. 이는 혈류 검사에 영향을 줄 수 있는 기타 질환의 소견. 과거 질환 병력 및 환의질환, 고혈압 및 당뇨병의 치료력, 뇌혈관질환 위험인자의 보유 소견, 초음파 검사에 이용하는 콜로이드 액상 겔(gel)에 대한 과민반응 소견, 현병력, 기타 약물 치료 소견 및 치료력, 양측 상지에 대한 운동 및 감각기능 검사 및 신경학적 검진 등이 포함되었다. 또한 완전혈구측정, 혈당, 당화혈색소, 총지질, 고밀도콜레스테롤, 저밀도콜레스테롤, 중성지방, 비타민 B12, 엽산, 요검사 등의 임상병리 검사와 심전도 검사를 진행하였다. 이의 검사결과를 기초로 선별기준, 제외기준에 따라 대상자를 선별하였다.

2) 도플러 혈류 검사 방법

모든 대상자는 원광대학교 익산한방병원의 임상시험 시설에 위치한 초음파 검사실에서 도플러 검사를 실시하였으며, 일정한 말초혈관의 혈류검사를 위하여 실내온도는 24~28℃를 유지하였으며 검사에 영향을 줄 수 있는 소음, 빛, 냄새 등을 제거하였다. 대상자를 앙와위로 이완된 상태로 눕게 하여 최소 10분간 외부 자극 없이 안정을 취하게 하였다. 침상안정 후 앉은 자세에서 검사대 위에 팔을 편 채로 최대한 심장높이에 가깝도록 위치시켰으며, 팔꿈치까지 전완 전체가 책상위에 놓이도록 하여 팔이 흔들리거나 눌리지 않도록 하였다. 도플러 초음파기기는 대혈관 또는 미세혈관에서 비침습적으로 혈류 속도를 측정할 수 있는 혈류계인 PC-aided Minimax Doppler-K device (20MHz probe, SP Minimax Ltd., Russia)를 사용하였다. 도플러 초음파의 측정부위는 좌우 양측의 네 번째 손가락 조갑 근위부의 dorsal branches of proper palmar digital artery to dorsum of distal phalanges

의 arteriole을 목표로 측정하였다(Fig. 1). 측정시 나타날 수 있는 측정자 오차를 줄이기 위해 측정자는 한국전기연구원의 검사수기 교육을 마친 1인의 검사자에 의해 수행되었으며, 검사자에게는 환자의 병력에 대한 정보를 제공하지 않았다. 문진을 통하여 이상반응 발현 여부를 확인했으며, 만약 이상반응이 나타날 경우 즉시 연구를 중지하고 대처하도록 했다. 검사 이후 나타나는 이상반응에 대해서는 즉시 연락하여 대처할 수 있도록 하였다.

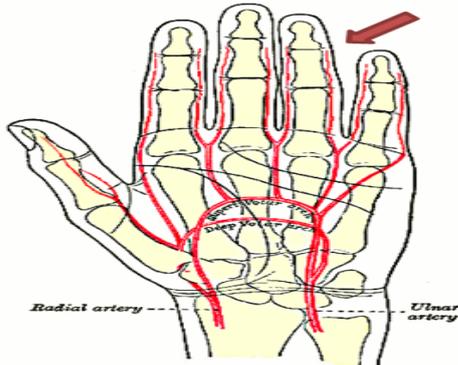


Fig. 1. Arteries of a hand. The velocity in the peripheral part of left and right fourth fingers: dorsal branches of proper palmar digital artery to dorsum of distal phalanges, was measured.

3) 도플러 혈류 검사 평가 항목

대조군 및 뇌졸중군에서 말초 미세동맥의 혈류를 도플러 초음파 기기로 측정하였다. 측정된 항목은 혈류 속도에 대한 평가 항목으로 Vas, Vam, Vakd, Qas, Qam등 이었으며, 이를 통하여 혈류 속도비인 PI, RI를 계산하였다. V는 선형 속도(linear velocity)를 의미하고 단위가 cm/초로 표기되며, Q는 체적 속도(volume velocity)를 의미하여 단위가 ml/분으로 표기된다.

Vas는 수축기(systolic)의 평균속도(average velocity)를 의미하고, Vam은 혈관 gage average velocity를 의미하며, Vakd는 이완기(diastolic)의 outlet velocity를 의미한다.

Qas는 Vas와 유사한 개념으로 수축기의 평균 체적 속도를 의미하며, Qam은 Vam과 유사한 개념으로 gage 평균 체적 속도를 의미한다.

PI (pulsatility index)는 박동지수로 수축기 혈류속도와 이완기 혈류속도의 차를 평균 혈류속도로 나누어 구하였고, RI (resistance index)는 저항지수로 수축기 혈류속도와 이완기 혈류속도의 차를 수축기 혈류속도로 나누어 구했다.

대조군에서 좌우측 차이를, 뇌졸중군에서 편측 부전마비측과 건측의 차이를, 대조군의 좌우측 평균값 및 뇌졸중군의 편측 부전마비측과의 차이를 평가하고 분석하였다.

3. 통계처리

연구 결과의 분석은 SPSS for windows 12.0을 이용하였으며, 각 군의 평가 결과를 평균, 표준편차를 사용하여 표시하였다. 정상 대조군과 뇌졸중군의 일반적 특성을 비교하기 위해 정규성과 등분산성을 검사한 후, χ^2 검증 또는 Student's t-test를 이용하였다. 각 도플러 평가항목에 대한 대조군과 뇌졸중군의 평균값

비교를 위하여 Student t-test를 사용하였으며, 대조군에서 좌우의 비교와, 뇌졸중군의 마비측과 건측의 비교를 위하여 paired t-test를 이용하였다. 통계 분석의 유의성 검정은 p값이 0.05 미만일 경우 통계학적으로 유의하다고 판정하였다.

결 과

1. 대상자의 일반 인구사회학적 특성

대조군은 21명(남:10, 여:11), 뇌졸중군은 17명(남:13, 여:4)이었으며, 대조군의 평균연령은 57.52세, 뇌졸중군의 평균연령은 61.24세였다(Table 1). 여성수의 비교에서 두군 모두 대다수가 우측 우성수를 보였다. 뇌졸중군의 특성을 살펴보았을 때 뇌졸중의 진단학적 구성은 뇌경색 64.71%, 뇌출혈 35.29%였으며, 이중 우측 편측 부전마비는 47.06%, 좌측 편측 부전마비는 52.94%였다(Table 1). 대조군과 뇌졸중군 간의 연령, 성별, 우성수 등의 인구사회학적 특성에서는 두군간 유의한 차이를 보이지 않았다($p>0.05$, Table 1).

Table 1. General characteristics of subjects

Characteristics	Stroke (n = 17)	Control (n = 21)	p-value
Age	61.24± 7.22	57.52 ± 6.08	0.141
Sex (N, (%))			0.070
Male	13 (76.47%)	10 (47.62%)	
Female	4 (23.53%)	11 (52.38%)	
Dominant hand (N, (%))			0.878
Right	16 (94.12%)	20 (95.24%)	
Left	1 (5.88%)	1 (4.76%)	
Stroke type (N, (%))			NA
Infarction	11 (64.71%)	-	
Hemorrhage	6 (35.29%)	-	
Hemiparesis			NA
Right	8 (47.06%)	-	
Left	9 (52.94%)	-	

* $p<0.05$ analyzed by χ^2 or Student's t-test, NA: Not applicable

2. 대조군에서의 좌측, 우측 평균값 비교

대조군에서 각 평가 항목에 대한 좌측과 우측의 측정값을 비교하였다. 우측 측정부위의 Vam, Vakd, Qam이 좌측에 비해 유의하게 높은 값을 보였다(Table 2). 대조군에서 우측 우성수를 가진 경우는 전체의 95.24%였다(Table 1).

Table 2. Regional difference of blood flow parameters in finger of healthy subjects

parameters	right (n=21)	left (n=21)	p-value
Vas (cm/sec)	3.08±1.40	2.98±1.63	0.723
Vam (cm/sec)	1.78±0.97	1.47±0.82	0.044*
Vakd (cm/sec)	1.47±0.80	1.18±0.73	0.037*
Qas (ml/min)	1.45±0.66	1.40±0.77	0.682
Qam (ml/min)	0.84±0.46	0.69±0.39	0.044*
PI	0.84±0.18	0.98±0.40	0.071
RI	0.55±0.07	0.59±0.10	0.065

* $p<0.05$ by paired t-test Vas : Systolic velocity along the average velocity curve Vam : Mean velocity along the average velocity curve Vakd : Diastolic velocity along the average velocity curve Qas : Volumetric velocity in systolic along the average velocity curve Qam : Mean velocity along the average velocity curve PI : Pulsatility index RI : Resistance index

3. 뇌졸중군에서 편측 부전마비측과 건측의 평균값 비교

뇌졸중군에서 각 평가 항목에 대한 편측 부전마비측과 건측의 평균값을 비교하였다. 편측 부전마비측이 건측에 비해 Vas, Vam, Vakd, Qas, Qam 값이 유의하게 낮았다(Table 3). 뇌졸중군에서 우측 우성수를 가진 경우는 전체의 94.12%였다(Table 1).

Table 3. The comparison of blood flow parameters in fingers between hemiparetic side and unaffected side in patients with stroke

parameters	hemiparetic side (n=17)	unaffected side (n=17)	p-value
Vas (cm/sec)	2.14±1.48	3.10±2.31	0.035*
Vam (cm/sec)	1.18±1.02	2.18±2.28	0.020*
Vakd (cm/sec)	0.97±0.90	1.49±1.36	0.043*
Qas (ml/min)	1.01±0.70	1.46±1.09	0.035*
Qam (ml/min)	0.56±0.48	0.87±0.75	0.042*
PI	0.80±0.23	0.73±0.19	0.147
RI	0.53±0.10	0.51±0.09	0.243

* p<0.05 by paired t-test Vas : Systolic velocity along the average velocity curve Vam : Mean velocity along the average velocity curve Vakd : Diastolic velocity along the average velocity curve Qas : Volumetric velocity in systolic along the average velocity curve Qam : Mean velocity along the average velocity curve PI : Pulsatility index RI : Resistance index

4. 대조군의 평균값과 뇌졸중군의 편측 부전마비측의 비교

각 평가항목에 대한 대조군에서 좌우측 모두의 양측 평균값과 뇌졸중군의 마비측 평균값을 비교하였다. 대조군에 비해 뇌졸중군의 Vas, Vam, Qas, Qam이 유의하게 감소하였다(Table 4).

Table 4. The comparison of blood flow parameters in fingers between both sides of healthy subjects and hemiparetic side of stroke patients

parameters	stroke (n=17)	control (n=42)	p-value
Vas (cm/sec)	2.14±1.48	3.08±1.51	0.021*
Vam (cm/sec)	1.18±1.02	1.64±0.91	0.066*
Vakd (cm/sec)	0.97±0.90	1.35±0.77	0.085
Qas (ml/min)	1.01±0.70	1.45±0.71	0.021*
Qam (ml/min)	0.56±0.48	0.77±0.43	0.066*
PI	0.80±0.23	0.90±0.32	0.185
RI	0.53±0.10	0.57±0.09	0.102

* p<0.05 by Student's t-test + p=0.66 are represented the value of statistically borderline ranges Vas : Systolic velocity along the average velocity curve Vam : Mean velocity along the average velocity curve Vakd : Diastolic velocity along the average velocity curve Qas : Volumetric velocity in systolic along the average velocity curve Qam : Mean velocity along the average velocity curve PI : Pulsatility index RI : Resistance index

고찰

운동마비는 뇌졸중의 가장 흔한 증상 및 징후로, 뇌졸중 환자의 80~90%에서 운동마비가 관찰된다. 운동마비 중에서는 편측의 상지와 하지에 근력약화가 있는 편측 부전마비가 가장 흔하다⁷⁾. 한의학에서는 뇌졸중을 中風, 痺證, 痿證, 癱瘓 등의 범주로 분류하며 특히 뇌졸중의 편마비 증상에 대해서는 偏枯, 偏風, 半偏不明, 痺風 등으로 표현하였다¹⁾.

뇌졸중에 따른 근 약화는 두 가지 원인으로 발생한다. 첫 번째 원인은 말단 운동 신경핵(final motor neuron population)으로 집합되는 하행정보입력 감소의 결과로 인한 손상과 그 자체로 인해 동원이 가능한 운동 단위 수의 감소에 기인하여 발생한

다. 두 번째 원인은 골격근 사용 정도에 따라 골격근이 적응하게 되면서 운동근의 활동 부족과 운동을 하지 않는 부동에 의한 근 약화 및 근위축에 의해 발생한다⁸⁾. 그러나 뇌졸중 후 운동마비에서 말초혈관 또는 혈류에 어떠한 변화를 일으키는 지에 대한 연구는 부족하다. 편측 부전마비와 말초 순환에 대한 일부 연구를 보면, 교류저항 혈량측정법(Impedence Plethysmography)와 Laser Doppler Perfusion을 사용하여 뇌졸중 환자의 마비측과 비마비측 상지 말단의 말초혈류와 경피 미세순환 상태를 측정했을 때 마비측에서 동맥 유입량이 감소했으며, 마비측 사지 말단에서 경피 미세순환(cutaneous microcirculation) 기능이 손상될 수 있다고 Wang 등⁴⁾이 보고했다. 초기 뇌졸중 환자에서 수동적 관절 운동이 중대뇌동맥의 혈류를 증가시키고 마비증상 회복에 있어 더 양호한 예후를 보였다는 보고가 있으며⁹⁾, 신경근 전기 자극(neuromuscular electric stimulation)이 뇌졸중 환자의 마비된 상지에서 혈류 및 혈관 반응성에 변화를 일으켰다는 보고¹⁰⁾가 있어 마비에 대한 재활치료가 혈류 변화를 유도하고 신경회복에 긍정적인 영향을 보일 수 있음을 나타내었다.

한 등⁵⁾은 말초 혈류 대신 적외선열진단기를 이용하여 정상인에서 체열을 측정하고 TCD로 중대뇌동맥의 혈류 속도를 측정된 결과를 비교하였으나 유의한 관련성이 보이지 않았다고 보고했다. 유사한 연구로 Lem 등¹¹⁾은 뇌졸중 후 발이 찬 느낌(cold leg)을 호소하는 환자들에서 양측 발의 경피적 산소압(transcutaneous oxygen pressure)을 측정했으나 유의한 차이가 없었다고 보고했다. 뇌혈관의 혈류에 대해서는 홍 등¹²⁾이 정상군과 동맥경화군에서 TCD를 통하여 뇌혈관을 비교했을 때 유의한 차이를 보이지 않았다는 보고하고 있다.

말초혈관에 관련된 질환으로는 혈전으로 인하여 발생하는 폐쇄성 동맥경화증, 폐색성 혈전 맥관염(버거씨병), 정맥혈전증 등이 있으며, 혈관 수축으로 인하여 발생하는 레이노병 등이 있다¹³⁾. 말초혈류에 대한 검사방법으로는 조갑 부위의 모세혈관을 미세현미경으로 관찰하는 모세혈관경(capillaroscopy)이 있고, 이는 레이노병과 전신성 경화증(경피증, scleroderma) 등을 진단하는데 사용되고 있다. 혈관 내 혈류량 및 혈류 속도의 측정 방법으로는 초음파 도플러, 혈관조영술, 광혈류 측정법(photo-plethysmography), 전자기 혈류계(electromagnetic flowmeter), 레이저 혈류측정기(laser flowmeter), 기계적 혈류측정기 등이 있다.

본 연구에서는 초음파의 도플러 효과를 이용한 비침습적 방법으로 혈류 속도를 측정하고자 하였다. 즉 도플러 초음파 기기를 사용하여 직접적으로 수부의 미세 혈류 변화를 측정하였다.

본 연구는 편측 부전마비 증상이 말초 혈류에 어떠한 영향을 미치는지 관찰하기 위하여 대조군과 뇌졸중군으로 나누어 양측 상지의 네 번째 손가락 조갑 근위부에서 dorsal branches of proper palmar digital artery to dorsum of distal phalanges의 arteriole의 혈류 상태를 측정하였다. 검사의 용이성과 일치성을 위하여 상대적으로 자세에 따른 혈류 변화가 적고 심장의 위치와 비슷하게 위치할 수 있는 상지를 선택하였고, 일상적인 활동에 의하여 혈류의 변동을 초래할 수 있을 것으로 예상되어 상지

중에서도 비교적 활동량이 적은 네 번째 손가락을 선택하였다. 편측 부전마비 외에는 말초 혈류에 개입하는 변인이 없도록 대조군 모집 시 각종 검사와 신경학적 검진을 통하여 고혈압, 당뇨병, 고지혈증 등과 같은 기저질환, 말초 혈관 질환이 있는 경우와 사지의 운동기능에 장애가 있는 경우를 배제하였고, 환자군은 뇌졸중으로 인한 편측 부전마비 이외의 원인으로 운동 기능 장애가 의심되는 경우를 배제하였다. 또한 주위 환경이나 체위, 이전의 활동 등이 혈류에 미칠 수 있는 영향을 배제할 수 있도록 검사 과정이 설계되었다.

측정한 결과 대조군에서 우측 손가락 부위의 Vam, Vakd, Qam이 좌측에 비하여 유의하게 높았으며, 뇌졸중군에서 편측 부전마비측 손가락 부위의 Vas, Vam, Vakd, Qas, Qam이 건측에 비하여 유의하게 낮은 값으로 나타났다. 대조군에서 우측 손가락 부위의 혈류 속도가 높다는 것은 본 연구에서 우측 우성수를 가진 경우가 대조군 전체의 95.24%로 나타나 실생활에서 자주 사용하는 부위에서 혈류의 증가를 나타낸다는 의미로 해석된다. 특히 뇌졸중군에서 나타나는 편측 부전마비측과 건측의 차이 역시 유사한 결과로 이들은 운동마비로 인한 활동성의 감소로 인한 혈류 감소로 평가된다. 더욱이 뇌졸중군의 우측 편측 부전마비와 좌측 편측 부전마비 비율이 각각 47.06%, 52.94%로 양측에서 마비빈도가 거의 비슷한 수준으로 조사되어 편측 부전마비측에 따른 혈류의 차이를 배제하고 분석할 수 있었다. 다만 혈류의 차이가 마비 증상에 개입했다기보다는 마비 증상의 결과일 것으로 추측된다.

대조군에서는 우측과 좌측의 이완기 혈류속도 차이가 유의하였고, 뇌졸중군에서는 편측 부전마비측과 건측의 이완기, 수축기 혈류속도 차이가 유의하게 나타났으며, 대조군과 뇌졸중군을 비교할 때에는 이완기 혈류 속도 차이는 없으나, 수축기 혈류속도 차이는 유의하게 나타났다. 따라서 편측 부전마비에 의한 영향은 주로 수축기 혈류에 나타날 것으로 추측된다.

또한 측정값 중에 PI와 RI의 경우 대조군, 뇌졸중군, 대조군과 뇌졸중군의 비교에서 말초 미세동맥의 PI와 RI는 각각 유의할 만한 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 미세혈관에서 측정되는 PI와 RI의 경우 큰 혈관에서 측정되는 큰 속도에 비해 작은 속도의 수치들의 산술 비(ratio)로서 산술 수치가 작게 되어 이차적으로 나타난 결과라 생각한다. 따라서 PI, RI 등의 비를 측정하는 위 항목은 말초 미세 혈관의 혈류 변화를 적절히 반영하지 못하며, 결국 PI와 RI는 편측 부전마비에 의하여 의미 있는 영향을 받지 않는 것으로 보인다.

본 연구에서 이러한 연구결과를 기초로 추가적으로 말초혈관의 한랭 반응성을 관찰하기 위하여 일부 대상자에서 cold test를 시행하였다. 양측 수부에서 도플러 혈류 검사를 측정된 후 검사부위 반대측 손에 ice pack을 잠게 하여 혈류를 측정하였다. 정상인에서는 측정값의 감소경향이 뚜렷하였으나, 편측 부전마비 환자는 혈류 감소경향이 상대적으로 적거나 반대의 경향을 보여 혈관 반응성이 불규칙적일 것으로 추측된다. 그러나 소수의 검사 결과로 통계적 유의성을 찾지 못하여 향후 실험대상을 확대하여 시행하여야 할 것으로 생각한다.

본 연구 결과에 의하면 편측 부전마비에 의하여 마비된 사지 말단은 정상적인 건강상태의 사지 말단에 비하여 말초 혈류가 저하되어 있다는 결론을 내릴 수 있었다. 이는 Wang⁴⁾ 등이 교류저항 혈량측정법(Impedence Plethysmography)를 사용하여 뇌졸중 환자의 마비측과 비마비측 사지 말단의 말초혈류를 측정했을 때 마비측에서 동맥 유입량이 감소했다고 보고한 것과 그 맥락을 같이 한다고 볼 수 있으며, 따라서 이 연구에서 이용한 도플러 초음파 기기의 임상적 유용성의 가능성을 제시한다고 볼 수 있다. 그러나 마비에 의한 근력의 저하 정도와 말초 혈류의 저하 정도에 상관관계가 있는지는 대상규모의 문제로 확인할 수 없었다. 또한 도플러 초음파에 의한 말초 혈류 측정 결과의 신뢰성이 확보될 수 있는지에 대한 대단위 연구도 필요할 것으로 보인데, 이는 레이저 도플러 혈류측정기에 의한 경피 순환의 측정이 경피 미세 혈관계를 형성한 문합 혈관들로 인하여 신뢰도가 떨어질 수 있다는 이론 때문이다¹⁴⁾.

향후 연구에서는 마비의 정도에 따른 말초 혈류 저하의 상관관계, 말초 혈류 상태와 근력 회복 및 예후의 상관관계 등에 대한 대단위 연구가 필요할 것으로 보인다. 또한 추후 도플러 초음파를 통한 혈류의 측정이 뇌졸중의 합병증으로 발생하는 견수증후군(shoulder hand syndrome), 반사성 교감신경이영양증(reflex sympathetic dystrophy) 또는 복합부위통증증후군(complex regional pain syndrome), 당뇨병 등의 대사성 질환에서 발생하는 말초신경병증(peripheral polyneuropathy) 등의 진단, 예후와 관련성을 가지고 있는지 말초 혈류 역동학적 관점에서 포괄적 연구가 필요할 것으로 생각한다.

결론

편측 부전마비 환자의 사지 말단에서 말초 혈류의 상태 변화가 있는지 알아보기 위해서, 도플러 초음파 기기를 사용하여 정상 대조군과 뇌졸중 후 편측 부전마비 환자군의 손가락 부위 미세동맥의 말초 혈류를 측정된 결과, 뇌졸중군에서 대부분의 혈류 속도의 감소를 보였으며, 특히 수축기 혈류 속도가 유의하게 저하되는 것을 관찰할 수 있었다.

따라서 편측 부전마비 증상은 말초 혈류의 혈행 저하를 유도할 수 있다고 사료되며, 말초 혈류가 마비의 정도, 예후 등과 어떠한 관련을 가지는지에 대하여 추가 연구가 필요할 것으로 보인다.

감사의 글

이 논문은 2005년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 국제과학기술협력재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. K20501000003).

참고문헌

1. 전국한의학대학심계내과학교실. 심계내과학. 서울, 군자출판

- 사. pp 331-332, 2006.
2. Tzvetanov, P., Milanov, I., Rousseff, R.T., Christova, P. Can SSEP results predict functional recovery of stroke patients within the "therapeutic window"?. *Electromyogr Clin Neurophysiol.* 44(1):43-49, 2004.
 3. van Kuijk, A.A., Pasma, J.W., Hendricks, H.T., Zwarts, M.J., Geurts, A.C. Predicting hand motor recovery in severe stroke: the role of motor evoked potentials in relation to early clinical assessment. *Neurorehabil Neural Repair.* 23(1):45-51, 2009.
 4. Wang, J.S., Yang, C.F., Liaw, M.Y., Wong, M.K. Suppressed cutaneous endothelial vascular control and hemodynamic changes in paretic extremities with edema in the extremities of patients with hemiplegia. *Arch Phys Med Rehabil.* 83(7):1017-1023, 2002.
 5. 한지영, 김로사, 김승현, 조정훈, 김용석, 장준복, 이경섭. D.I.T.I와 TCD를 통해 살펴본 말초혈행과 뇌혈류속도의 관계. *대한한방부인과학회지* 15(2):94-100, 2002.
 6. 이용석. 도플러 원리와 뇌혈류역학. *대한뇌졸중학회지* 3(1): 1-6, 2001.
 7. 김종열. 뇌졸중과 운동장애. *대한뇌졸중학회지* 1(2):103-107, 1999.
 8. Carr, J., Shepherd, R. 뇌졸중 재활. 서울, 범문사, p 211, 2004.
 9. Matteis, M., Vernieri, F., Troisi, E., Pasqualetti, P., Tibuzzi, F., Caltagirone, C., Silvestrini, M. Early cerebral hemodynamic changes during passive movements and motor recovery after stroke. *J Neurol.* 250: 810-817, 2003.
 10. Wang, J.S., Chen, S.Y., Lan, C., Wong, M.K., Lai, J.S. Neuromuscular electric stimulation enhances endothelial vascular control and hemodynamic function in paretic upper extremities of patients with stroke. *Arch Phys Med Rehabil.* 85(7):1112-1116, 2004.
 11. Lem, F.C., de Vries, J. Transcutaneous oxygen measurement in stroke: circulatory disorder of the affected leg?. *Arch Phys Med Rehabil.* 78(9):998-1002, 1997.
 12. 홍근식, 노재규. Transcranial Doppler를 이용한 정상군과 동맥경화군의 뇌혈관 반응성 평가. *대한신경학회지* 12(2):237-244, 1994.
 13. Kasper 외 著. *대한내과학회 해리슨내과학 편집위원회* 譯. *Harrison's 내과학* 16판 제2권. 서울, MIP, pp 1620-1626, 2006.
 14. Braverman, I.M. The cutaneous microcirculation. *J Invest Dermatol.* 5(1):3-9, 2000.