

### 뇌혈압 측정과 상완 혈압의 상관성 분석

\*고수복, 이용흠, 김성곤, 정동명  
원광대학교 공과대학 전기전자 및 정보공학부  
생체공학연구소, \*거창 기능대학 전자과  
전화 : (063) 850-6741 / 팩스 : (063) 858-6742

### Analysis of Correlativity with Blood Pressure and Measurement of Brain Blood Pressure(BBP)

\*SuBok Ko, YongHeum Lee, SungGon Kim, DongMyong Jeong  
\*Dept. of Electronic Eng., KeoChang Polytechnic College  
Institute of Biomedical Eng. Research, Dept. of Electronic Eng., Wonkwang Univ.  
E-mail : dmz@wonkwang.ac.kr

#### Abstract

In modern city life, the citizen get insufficient exercise and has high levels of stress. Increased Stress causes such minor things as tiredness, disease and mental fatigue, and increase brain blood pressure too. In this paper trying to design the multi-functional brain blood pressure monitor with airo-dynamic brain hemokinesis improvement function. So this system have developed for the improvement of flows in the capillary blood vessel of head and limbs. Also This system is able to measure brain blood pressure(BBP) which need diagnosis circulation state of brain blood.

So, we extracted correlativity of blood pressure(BP) and BBP through clinical experiment. We confirmed that compare factor of BP with BBP is more useful factors for diagnosis state of brain hemokinesis.

key word : Brain blood pressure, hemokinesis

#### 1. 서 론

근래 현대인들은 운동부족과 정신노동 중심의 생활양식으로 스트레스가 증가하고 있는 실정이다. 이 스트레스는 두뇌피로와 편두통을 일으키고, 뇌혈압을 증가시켜서 심혈관 질환이나 뇌졸중의 원인이 되고 있다[1,2]. 인체의 혈압은 혈류상태에 따라 변화하는 상관관계를 가지고 있어서, 혈압과 뇌혈압은 모세혈관과 뇌혈류 상태에 의해서 결정되며, 혈류는 기관의 신진대사와 세포의 물질대사에 기초단위로써 뿐만 아니라 건강의 척도로서 중요한 요소이다[3].

심혈관 질환은 심장을 비롯하여 동맥과 정맥에 생기는 질병으로서 고지혈증, 동맥경화증, 고혈압, 저혈압, 협심증, 심근경색증 등의 증세가 있다. 이러한 질병의 가장 큰 원인은 스트레스이며, 현대인들의 건강을 위협하는 가장 큰 요인 중 하나이다[4]. 스트레스로 인한 뇌혈류 상태의 변화와 뇌혈압의 상승은 두뇌피로와 편두통 뿐만 아니라 비만과 성인병의 증후과 치매의 원인으로도 작용하고 있다[5,6].

따라서 이러한 혈류상태를 약물요법이나 운동요법 이외의 방법으로 부작용 없이 개선할 수 있는 방법이 요구되고 있다. 이에 따라 물리치료 요법이나 공압방식을 이

용하는 사지순환압박장치와 같이 사지의 혈류를 개선하는 장치는 일부 실용되고 있으나, 두부의 뇌혈류를 개선하는 시스템은 개발되지 않고 있다.

따라서 본 연구에서는 전자식 혈압계와 같이 별도의 머리카프와 공압펌프를 이용하여 두부와 사지를 다양한 방식으로 자극하여 혈류를 개선시킬 뿐만 아니라 자극방식의 주파수와 패턴, 여러 가지 주변장치를 선택적으로 부가하여 다기능의 건강보조기로 사용할 수 있도록 설계하였다.

또한 이러한 기능은 뇌혈압을 측정하여 두부의 혈류상태와 건강상태를 진단해야 가능하기 때문에, 뇌혈압(BBP)을 측정하고 이를 상완혈압과 비교하여 두 혈압의 상관성을 분석함으로써 뇌혈류 상태를 진단할 수 있는 진단요소 추출을 시도하였다. 임상실험 결과의 분석에서 상완혈압과 뇌혈압은 뇌혈류 상태에 따라 상관성을 나타내고 있어서, 시스템의 성능과 뇌혈류 상태를 진단하고 예방할 수 있는 진단/치료기기로써의 타당성을 확인하였다.

#### 2. 뇌혈압 측정 시스템의 설계

##### 2.1 시스템의 H/W 구성

뇌혈압을 측정하고 혈류개선 기능이 있는 다기능 전자 혈압계의 전체 구성은 그림1과 같다. 시스템의 구성은 크게 4개의 기능 구성으로 구분 될 수 있으며 이는 각각에 대한 센서로부터 상태를 입력 받아 제어하는 싱글 칩 컨트롤러를 중심으로 동작한다.

5개의 외부 제어용 버튼에 의해서 200~300mmHg의 압축공기를 혈압측정 컵에 채운 후 서서히 감압하면서 오실로메트릭(oscillometric)방식으로 혈압과 뇌혈압의 최고압과 최저압을 결정하고, 맥박수를 표시하는 LCD 출력부, 혈압측정 방식과는 달리 모세혈관의 혈류를 일시 억제, 이완 자극함으로써 모세혈관의 병변 제거와 혈류의 흐름을 증가시키기 위한 공기펌프와 솔레노이드 밸브 제어를 위한 외부 제어부로 나눌 수 있다.

또한 혈압과 뇌혈압을 측정하기 위해서 압력센서를 이용하여 압력 검출과 맥박을 검출하기 위한 A/D 변환부와, 혈압측정 모드에서 최고압과 최저압, 맥박수를 결정하기 연산처리 과정으로 나눌 수 있다.

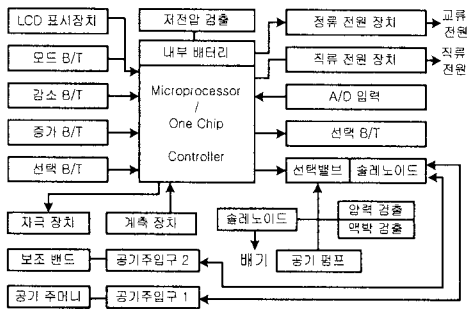


그림 1. 뇌혈압 측정시스템의 전체 구성도

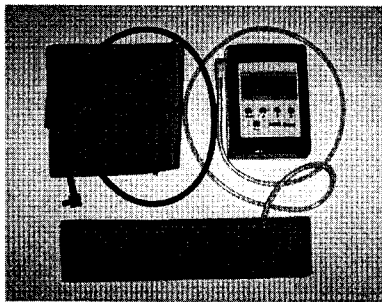


그림 2. 뇌혈압 측정시스템의 시작품

사용 전원은 교류전원을 정류전원장치에서 직류전원으로 정류 감압시켜서 내부회로와 충전용 배터리에 공급한다. 또한, 직류전원장치를 이용하여 혈압측정 커프와 압박밴드에 압축공기를 공급하는 공기펌프와 가압 후에 압축공기를 배출하기 위한 솔레노이드를 동작시킨다.

### 2.2 시스템 제어 알고리즘

마이크로프로세서나 단일칩을 사용하는 컨트롤러는 모드선택 버튼의 처음 누름에 의해서 표시장치가 시작되며, 다음 누름에 의해서 ①혈압 및 뇌혈압 측정, ②혈류개선 모드와 기타 부가 모드를 순차적으로 선택할 수 있다. 해당 모드 안에서 설정되는 최고압력, 자극시간 부가 장치의 제어 요소는 선택보턴에 의해서 순환 선택되어지며, 설정값은 감소보턴과 증가보턴에 의해서 사용자가 설정한다. 제어변수의 입력이 완료되면 실행보턴에 의해서 설정된 제어모드의 동작이 시작되며, 설정한 동작이 종료되고 추가 키 입력이 없으면 5초 후에 자동으로 정지한다. 제어를 알고리즘은 그림3과 같다.

혈압 및 뇌혈압 측정 모드는 혈압측정 커프를 상완이나 머리에 착용하고, 모드선택 버튼을 온 모드를 선택한 다음, 실행보턴을 누르면 오실로메트릭 방식으로 혈압과 뇌혈압의 최고압과 최저압을 결정하고, 맥박수 측정 할 수 있게 한다.

혈류개선 모드는 압박밴드를 필요에 따라 두부나 사지에 설치한 다음, 선택보턴으로 최고 자극압력과 자극시간을 설정한 다음 실행보턴을 누르면 150~250mmHg 압력범위 안에서 설정된 최고압력으로 자극한다.

기타 부가모드는 주파수와 자극 페턴에 따라서 분류되며 여러 가지 물리적 효과와 생리활성 효과를 목적으로 한다.

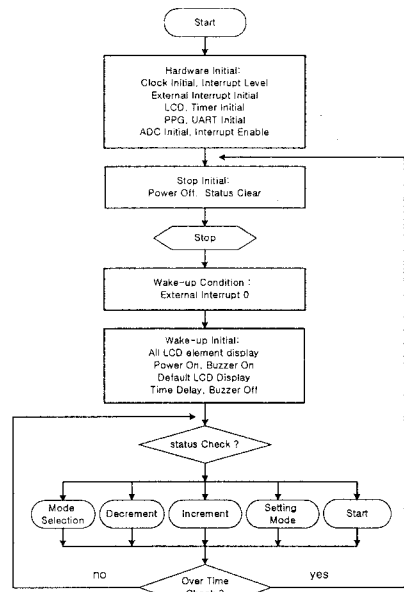


그림 3. 시스템 제어를 위한 알고리즘

### 3. 실험 방법 및 결과 고찰

시스템의 성능과 효과를 확인하기 위해 그림4와 같이 23~32세의 성인 남자 15명을 대상으로 임상실험 하였다. 먼저 그림2와 같이 제작된 뇌혈압 측정시스템(모델명:ABHI-30B)의 신뢰성을 확인하기 위하여, 일본 National사의 Model ZH- 210AN과 국내 메디텍사의 모델 MD-500 자동전자혈압계를 이용하여 오차범위와 재현성을 확인하였다. 45회를 측정하여 평균 통계처리한 실험결과에서 개발된 시스템은 오차범위와 재현성에서 큰 차이가 없었고, 오히려 재현성에서 다소 유리하였으나, 재설계된 머리용 커프를 이용한 뇌혈압 측정에서는 다른 두 개의 혈압계에서는 측정 불가이었고, ABHI Band는 오차범위 5mmHg에서 93%의 재현성을 보였다.

뇌혈압과 혈압과의 상관성을 분석하기 위하여 여러 가지 기능 중에서 뇌혈압 및 혈압측정 모드와 혈류개선 모드를 선택하여 실험하였다.

혈압측정 모드를 선택하고, 자극하기 전에 각각 뇌혈압과 혈압의 최고압과 최저압을 측정하였으며, 이 때 데이터의 유효성과 재현성을 위하여 각각 5회 측정하여 평균값을 기록하였다. 또한, 피실험자의 정상 혈압과 뇌혈압을 측정하기 위하여 심한 운동이나 스트레스를 받지 않은 상태로 20분 정도 편안하게 의자에 앉아 휴식을 취한 후 측정하였다.

피실험자들의 측정이 끝난 후, 뇌혈압의 상태와 뇌혈류 개선효과를 확인하기 위하여, 10분 후에 혈류개선 모드를 선택하고, 압박밴드를 두부에 착용한 후에 압력을 200mmHg와 동작시간을 30분으로 설정하였다. 설정시간 동안 자극을 가하고 나서, 다시 뇌혈압의 최고압과 최저압을 측정하였으며, 그림5와 같이 다리밴드와 혈압밴드를 이용하여 동시에 동일한 압력과 시간동안 팔과 다리를 자극하고 나서 혈압을 측정하였다.

또한 장시간 서거나 앉아서 혈류가 정체되고 스트레스를 받은 15명의 피실험자와 상완혈압이 140mmHg 이상인 피 실험자 5명을 대상으로 일시적인 경우와 만성적인 경우의 효과를 비교하기 위해, 각각 정상시의 뇌혈압과

혈압을 측정 한 후, 뇌혈압은 200mmHg 압력으로 30분 동안 자극하는 방법으로 가압하여 다시 측정하였다.



그림 4. 뇌혈압 및 혈압 측정 실험(좌)



그림 5. 혈류 개선을 위한 사지 압박 실험(우)

### 3.1 뇌혈압과 상완 혈압의 상관성(자극 전)

ABHI-30B 시스템을 이용하여 혈압과 뇌혈압의 상관성을 분석한 임상실험 결과는 그림 6과 같이 뇌혈압의 최고압은 상완 혈압보다 평균 35~45% 정도 낮았으며, 최저압은 평균 55~65% 낮게 측정되었다. 이는 절대치가 아니라 압박커프의 구조에 따른 상대치로 볼 수 있기 때문에 표준화는 어렵겠으나, 성인의 정상 혈압이 최고 120mmHg, 최저 80mmHg를 정상으로 간주할 때, 뇌혈압의 최고압은 66~78mmHg, 최저압은 28~36mmHg를 정상으로 판단할 수 있는 결과이다. 따라서 다음 식에 적용하여 개인의 상완 혈압에 대한 정상적인 뇌혈압의 최고압과 최저압을 추정할 수 있다.

$$BBP(\text{뇌혈압}) = 0.55BP \sim 0.65BP \text{ (최고압)}$$

$$0.35BP \sim 0.45BP \text{ (최저압)}$$

또한, 상완혈압은 정상이나 뇌혈압에서는 피실험자에 따라 최고압보다 높은 경우와 최저압 보다 낮은 경우가 나타났다. 이는 질환과의 상관성이 있는 것으로 생각되며, 뇌혈압 측정에 의한 새로운 진단 파라미터로 이용될 수 있을 것으로 기대하고 있어서, 병원에서의 뇌질환의 징후가 있는 것으로 진단되었거나 치료 중인 환자를 대상으로 하는 2차 실험 실시하고 뇌혈압의 상관체계를 표준화하기 위한 실험을 계획하고 있다.

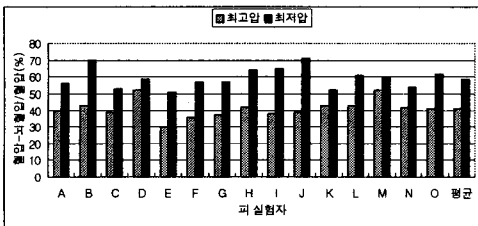


그림 6. 혈압에 대한 뇌혈압의 상관성

### 3.2 혈압과 뇌혈압의 감소효과(자극 후)

ABHI-30B 시스템의 혈류개선 모드를 이용하여 압력 200mmHg, 자극시간 30분으로 설정하여 혈류를 개선하고, 자극 전과 후의 효과를 비교한 실험결과에서는, 뇌혈압의 최고압은 평균 4%, 최저압은 2% 정도 감소 효과가 있었으며, 사지 자극 후의 상완혈압의 최고압은 평균 3.2%, 최저압은 1.9% 정도 감소하였다. 이는 정상인의

경우이며, 환자를 대상으로는 아직 통계적인 의미를 두기에는 부족한 실험횟수이기 하나 낮은 혈압은 증가하고 높은 혈압은 감소하여 모두 회복하는 경향을 보이고 있다.

### 3.3 일시적인 경우와 만성적인 경우의 비교

과로나 스트레스를 받은 경우는 정상상태보다 뇌혈압은 평균 10~18%정도, 혈압은 5~10% 정도 높았다. 이는 동일 자극에 대하여 혈압보다 뇌혈압에 더 많은 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 일시적인 경우에는 뇌혈압과 혈압의 감소 효과를 비교한 결과 그림7에서와 같이 뇌혈압은 11%, 혈압은 4.9% 감소하였으며, 만성적인 경우, 뇌혈압은 2.6%, 혈압은 3.7%로 감소하였다.

이는 혈류와 뇌혈류를 개선하는 뇌혈압 측정시스템의 개선방식과 치료효과의 타당성을 보여주는 중요한 의미를 갖는 것으로 볼 수 있다.

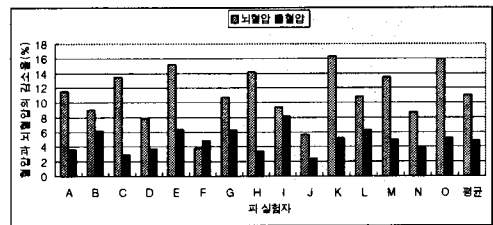


그림 7. 자극 후의 효과 비교(일시적인 경우)

## 4. 결 론

인체에 있어서 혈압과 뇌혈압은 기관의 신진대사와 세포의 물질대사의 기초단위로써 혈액순환 정도를 판단할 수 있을 뿐만 아니라, 건강의 척도로 중요한 요소이다. 심혈관과 뇌혈류 상태는 두뇌피로와 두통, 스트레스뿐만 아니라 중풍과 치매의 원인으로 작용하고 있어서, 부작용이 없는 사지의 혈류와 뇌혈류 개선장치의 개발에 대한 요구가 대두되고 있다.

따라서 인체 모세혈관을 일시 억제, 팽창 자극함으로써 효율적으로 말초혈관과 뇌혈관의 혈류 속도를 증가시키고 혈류 상태를 개선할 수 있는 뇌혈압 측정시스템을 설계하였다.

실험결과에서 뇌혈류개선 기능이 있는 뇌혈압 측정시스템은 오차범위와 재현성을 만족시키고 있으며, 정상인에서 뇌혈압의 최고압은 상완 혈압보다 평균 35~45% 정도 낮았으며, 최저압은 평균 55~65% 낮게 측정되어서 상관성을 나타내고 있다. 따라서 상완 혈압에 대한 뇌혈압의 최고압과 최저압의 상관성 및 뇌혈압 측정으로 일반 혈압에서 나타나지 않았던 진단요소들을 얻을 수 있었다. 이것은 상완 혈압과 뇌혈압을 동시에 측정함으로써 더 많은 유용한 진단 요소를 얻을 수 있음을 의미한다.

또한 혈류개선 모드로 사지와 뇌혈류를 개선하기 전후에 측정하여 비교한 상완 혈압과 뇌혈압이 뇌혈류의 상태나 질환과 상관성이 있는 것으로 유추할 수 있는 결과를 보여주고 있어서, 뇌질환을 예방할 수 있는 유용한 진단 파라미터로서 가치를 가지고 있다.

따라서, 개발된 방법은 정신노동자들의 과로와 스트레스로 인한 두뇌 피로, 편두통 등을 약물요법의 습관성이나 부작용 없이 해소하고, 혈액순환 장애에 의한 성인병과 뇌졸중, 노인성 치매 등을 진단, 예방할 수 있는 효과

가 있다.

이러한 시스템과 상관체계 연구는 인체의 혈액순환과 뇌혈류 장애를 고가의 장비 없이 간단한 방법으로 조기에 진단할 수 있으며, 진단 후에는 개선 치료도 가능하게 하여 새로운 국산 원천기술의 개발이 가능할 것으로 기대한다.

[참 고 문 헌]

[1] 金然斗, “金鈴子散이 心血管系에 미치는 影響”, 학위논문(석사) 원광대학교 대학원, p p. 40-43, 1990.  
[2] 이상경, “경색성 뇌혈관질환의 임상적 분석”, 학위논문(석사)중앙대학교 대학원, pp.39- 42, 1989.  
[3] 梁裕善, “合谷 鍼刺가 뇌혈류에 미치는 영향에 대한 핵의학적 고찰”, 學位論文(碩士)圓 光大學校, pp.35-40, 1999.  
[4] 尹亨九, “Ascorbic Acid가 자발성 고혈압백 서의 혈압에 미치는 영향”, 학위논문(석사) 한양대학교 대학원, pp.46-48, 1980.  
[5] 宋秉鎰, “A/B 성격이 스트레스 지각, 대처 및 심리적 긴장에 미치는 영향”, 학위논문(석사) 全南大學校 大學院, pp.51-52, 1993.  
[6] 李英愛, “A성격유형과 생활 스트레스간의 관계 연구”, 학위논문(석사)효성여자대학교 교 육대학원, pp.43-45, 1994.

“본 논문은 2001년도 제9차 산·학·연 공동 기술개발 컨소시엄 사업 지원에 의해서 연구됨”