

# TCD를 이용한 정상군과 고지혈증군의 혈류측정에 관한 비교연구

박선미 · 김영균<sup>1\*</sup> · 권정남<sup>1</sup> · 신우진 · 손연희<sup>1</sup> · 정현윤<sup>1</sup> · 한현영<sup>1</sup> · 박가영

삼세한방병원 내과학교실, 1: 동의대학교 심계내과학교실

## Cerebral Blood Flow as Measured by TCD in Hyperlipidemic Group

Sun Mi Park, Young Kyun Kim<sup>1\*</sup>, Jung Nam Kwon<sup>1</sup>, Woo Jin Shin, Yeon Hui Son<sup>1</sup>, Hyun Yun Jeong<sup>1</sup>,  
Hyun Young Han<sup>1</sup>, Ga Young Park

*Department of Internal Medicine, Hospital of Samse Oriental Medicine,  
1: Department of Internal Medicine, College of Oriental Medicine, Dong-Eui University*

The purpose of this study was to compare cerebral blood flow between hyperlipidemic patient group and normal healthy adult group using transcranial doppler ultrasonography(TCD). I investigated cerebral blood flow of 63 hyperlipidemic patients and 42 healthy adults. To evaluate the cerebral blood flow, I measured the systolic peak velocity(Vs) and mean flow velocity(Vm) of the middle cerebral artery(MCA), anterior cerebral artery(ACA), posterior cerebral artery(PCA), basilar artery(BA), internal carotid artery(ICA) in the two groups using TCD. In normal healthy adults, subjects showed a decrease in Vs and Vm with advancing in age. There was a significant difference in the Vm of ICA. There was no significant differences in the Vm of ACA and ICA. In normal healthy adults, females showed high velocities of all examined vessel. There was a significant difference in the Vs of ICA. There was a significant differences in the Vm of MCA and ICA. Normal healthy adults higher than hyperlipidemic patients in the Vs of MCA, ACA, PCA. There was no significant difference in the Vs of all examined vessels. Hyperlipidemic patients increase higher than normal healthy adults in the Vm of ACA. There was a significant difference in the Vs of BA. In the patients aged under 50's, normal healthy adults higher than hyperlipidemic patients in the Vs and Vm except BA. But there was no significant difference in all examined vessels. In the patients aged over 50's, hyperlipidemic patients higher than normal healthy adults in all examined vessel except PCA. There was a significant difference in the Vs of BA and ICA. And hyperlipidemic patients higher than that normal healthy adults in all examined vessels. There was a significant difference in BA and ICA. In this study, visible differences in blood flow between hyperlipidemic patient group and normal healthy adult group were shown. However, these results do not come up to the previous values that were reported and known worldwide.

Key words : transcranial doppler ultrasonography, cerebral blood flow velocity, hyperlipidemia, pulsatility

### 서 론

2009년 통계청이 발표한 2008년 한국인의 사망원인을 보면 신생물 28%에 이어 순환기계 질환이 20%로 두 번째를 차지하였다<sup>1)</sup>. 일반적으로 흡연, 고혈압, 고지혈증이 관상동맥질환의 3대 위험요인으로 잘 알려져 있으며<sup>2)</sup> 고콜레스테롤혈증과 허혈성 심

\* 교신저자 : 김영균, 부산시 부산진구 양정2동 동의대학교 부속 한방병원

· E-mail : ykkim@dmc.co.kr, · Tel : 051-850-8650

· 접수 : 2009/10/01 · 수정 : 2009/11/09 · 채택 : 2009/11/27

질환사이의 인과관계를 산술적으로 단순화하여 표현한다면, 콜레스테롤치가 1% 상승함에 따라서 허혈성 심질환 사망률이 2~3% 상승한다고 인정되고 있다<sup>3)</sup>.

고지혈증은 혈청 중 Total cholesterol(이하 TC) 또는 triglyceride(이하 TG) 함량이 증가된 상태를 말하며 특히 동맥경화성 질환이나 뇌졸중 등 순환기계 질환의 발병원인과 상관성이 있고, 이들 질병의 예방이나 치료는 인류의 삶의 질(quality of life) 향상에 밀접한 관련이 되고 있다<sup>4)</sup>.

고지혈증과 관계되는 韓醫學적 의의는 <靈樞·衛氣失常論>

에서 “人有肥有膏,有肉”이라고 하여 脂質의 개념을 처음으로 언급하였고<sup>5)</sup> <東醫寶鑑>에서도 “肥則腠理緻密而多鬱滯氣血 難易通利 故多卒中也”라 하여 한의학에서도 기름진 음식과 肥滿 濕痰 등이 성인병을 일으키는 것으로 보고 있다<sup>6)</sup>.

고지혈증이 관상동맥의 중요한 원인이 됨은 잘 알려진 사실이나 뇌혈관에 미치는 영향에 대해서는 많은 논란이 있다. 뇌출혈의 경우 낮은 콜레스테롤이 위험요인이라는 보고<sup>7)</sup>가 있었고 또한 높은 콜레스테롤이 뇌출혈과 상관있다는 국내의 연구도 있었다<sup>8)</sup>.

뇌혈류 검사방법으로는 경두개도플러검사(transcranial Doppler Ultrasound: 이하 TCD)가 이용되는데 TCD는 비침습적이고, 방사선에 노출되지 않고, 조영제를 사용하지 않고, 반복적으로 검사하기 쉬우며 특히 뇌졸중 발병전의 혈류의 상태를 유추할 수 있는 예방적 진단에 유용한 진단장비라 할 수 있다<sup>9)</sup>. TCD를 이용한 연구로는 김 등<sup>10)</sup>은 정상 성인 대상의 TCD의 기준치와 그에 영향을 주는 요소들을 연구하여 보고하였고 최 등<sup>11)</sup>은 정상군과 뇌경색군의 혈류속도를 상호비교하여 보고하였다.

이에 저자는 TCD를 이용하여 고지혈증환자군과 정상군의 혈관별 수축기 최대 혈류속도(systolic peak velocity :이하 Vs), 평균 혈류속도(mean flow velocity :이하 Vm)등의 뇌혈류를 측정하여 고지혈증이 뇌혈류 속도에 미치는 영향에 관하여 알아보고자 한다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

연구대상은 2005년 06월 01일부터 2008년 06월 01일까지 삼세한방병원에 내원하여 TCD검사를 받은 환자 105명을 대상으로 하였다. 이 중 고지혈증군 63명, 정상군 42명이었다. 고지혈증군은 이전에 진단받고 항지질제를 복용해 오고 있었거나, Japanese Atherosclerosis Society 기준에 따라, 공복시 콜레스테롤이 220 mg/dl를 초과하거나, 공복시 중성지방이 150 mg/dl를 초과할 때 고지혈증이라 진단하였다<sup>12,13)</sup>.

### 2. 연구방법

#### 1) 연구방법

정상군과 고지혈증군을 대상으로 TCD를 실시하여 좌우의 중대뇌동맥(Middle Cerebral Artery; 이하 MCA), 전대뇌동맥(Anterior Cerebral Artery; 이하 ACA), 후대뇌동맥(Posterior Cerebral Artery; 이하 PCA), 기저동맥(Basilar Artery; 이하 BA), 내경동맥(Internal Carotid Artery; 이하 ICA)의 혈관별 Vs, Vm을 측정하여 좌,우측을 비교하여 가장 높은 혈류속도의 값을 채택하여 연령별, 성별로 비교하였다. 그리고 정상군과 고지혈증군의 구분없이 실험군 전체의 성별, 연령별 Vs, Vm을 측정하여 비교하였으며 정상군과 고지혈증군의 각 혈관별 Vs, Vm 값의 평균을 비교 검증한 후, 50세 미만과 50세 이상에서 각각 정상군과 고지혈증군의 Vs, Vm 값의 평균을 비교 검증하였다. Vs는 수축기 최대속도로 계산과정을 거치지 않고 파형에서 직접 측정하고,

Vm은 다음 공식에 의해서 산출된다.

$$Vm = (\text{최고 수축기 혈류속도} \pm \text{최고 이완기 혈류속도} \times 2) / 3$$

#### 2) 진단기기

검사에 사용된 기기는 삼세한방병원에서 사용하고 있는 미국 Fair Deal International사의 FD-T98이다.

#### 3) 측정방법

검사의 객관성을 위해 모든 검사를 동일한 검사자가 시행하였으며 환자를 편안한 앙와위로 눕게 한 뒤 2Mz탐색자로 Temporal window을 통해 MCA, ACA, PCA의 혈류를 측정하고 4Mz탐색자로 Submandibula window을 통해 양측의 두개의 ICA의 혈류를 측정하고, 그 뒤 앉은 자세로 Suboccipital window을 통해 BA의 혈류를 측정하였다.

### 3. 자료 분석 방법

실험결과와 통계처리는 고지혈증군 63명과 정상군 42명에 대한 검사결과로 얻은 실험치의 소숫점 아래 둘째자리에서 반올림하여 나타내었다. 총 105명의 성별과 연령을 chi-square test를 이용하여 검증하고, 고지혈증군과 정상군의 각 혈관별 Vs±표준편차(Standard Deviation;이하 SD), Vm±SD를 구한 다음 정상군 내 연령별, 성별 각 혈류측정 결과와 고지혈증군과 정상군의 혈류측정 결과 및 50세 미만에서와 50세 이상에서의 고지혈증군과 정상군의 혈류측정 결과를 T-test와 Wilcoxon의 Two-Sample test인 Rank Sum test를 이용하여 검증하였다. 통계분석 program에는 SAS 9.1판을 사용하였다.

## 결 과

### 1. 성별 및 연령별 분포

연구대상자들의 성별분포는 전체 남자는 50.48%이고 여자는 49.52%를 차지하였다. 고지혈증군중에 남자는 42.86%이고 여자는 57.14%를 차지하였고 정상군은 남자가 42.86%, 여자가 57.14%를 차지해 두 군간 성별분포는 유의한 차이가 없다. 연령별 분포는 전체 32-49세는 36.19%이고 50-77세는 63.81%를 차지하였다. 고지혈증군중에 32-49세는 34.92%이고 50-77세는 65.08%를 차지하였다. 두 군간 연령분포는 유의한 차이가 없었다(Table 1).

Table 1. Sex and Age Distribution of Hyperlipidemic patients and Healthy adults

		healthy adults (N=42)		Hyperlipidemic patients (N=63)		P-value
		No.	%	No.	%	
sex	male	26	61.90	27	42.86	0.0733
	female	16	38.10	36	57.14	
	37-49	16	38.10	22	34.92	
age	50-79	26	61.90	41	65.10	0.8364

N : number, chi-square tset,\*p<0.05

### 2. 정상군 혈류측정의 연령별 검사결과

정상군의 혈류를 측정하여 연령별로 비교한 결과는 다음과

같다(Table 2).

1) Vs는 모든 혈관에서 연령이 증가할수록 감소하였으나 ICA를 제외하고 모두 통계적 유의성이 없었다. MCA에서는 32-49세, 50-77세에서 각각 90.81±24.76 cm/sec, 79.85±19.98 cm/sec 로 연령이 증가할수록 감소하였으나 통계적 유의성은 없었다. ACA에서는 32-49세, 50-77세에서 각각 58±14.84 cm/sec, 51±10.32 cm/sec 로 연령이 증가할수록 감소하였으나 통계적 유의성은 없었다. PCA에서는 32-49세, 50-77세에서 각각 56.25±7.32 cm/sec, 53.5±9.42 cm/sec로 연령이 증가할수록 감소하였으나 통계적 유의성이 없었다. BA에서는 32-49세, 50-77세에서 각각 56.94±13.95 cm/sec, 54±16.12 cm/sec로 연령이 증가할수록 감소하였으나 통계적 유의성이 없었다. ICA에서는 32-49세, 50-77세에서 각각 44.44±7.1 cm/sec, 38.42±10.83 cm/sec로 연령이 증가할수록 감소하였으며 통계적 유의성이 있었다(p=0.0076).

2) Vm는 모든 혈관에서 연령이 증가할수록 감소하였으나 ACA, ICA를 제외하고 통계적 유의성이 없었다. MCA에서는 32-49세, 50-77세에서 각각 64.75±20.35 cm/sec 54.27±14.48 cm/sec로 감소하였으나 통계적 유의성은 없었다. ACA에서는 32-49세, 50-77세에서 각각 40.13±10.2 cm/sec, 33.65±6.85 cm/sec 로 연령이 증가할수록 감소하였으며 통계적 유의성이 있었다(p=0.0290). PCA에서는 32-49세, 50-77세에서 각각 38.69±5.42 cm/sec, 35.62±5.82 cm/sec 로 감소하였으나 통계적 유의성은 없었다. BA에서는 32-49세, 50-77세에서 각각 38.81±8.89 cm/sec, 34.54±9.39 cm/sec 로 감소하였으나 통계적 유의성은 없었다. ICA에서는 32-49세, 50-77세에서 각각 29.13±6.85 cm/sec, 24.73±8.03 cm/sec로 각각 감소하였으며 통계적 유의성이 있었다(p=0.0101).

Table 2. Comparison of TCD Finding in Normolipidemia between Aged 30-49's and Aged 50-77's

Vessel	Age group		P-value	
	32-49 (N=16)	50-77 (N=26)		
Vs	MCA	90.81±24.76	79.85±19.98	0.1228
	ACA	58±14.84	51±10.32	0.0787
	PCA	56.25±7.32	53.5±9.42	0.3255
	BA	56.94±13.95	54±16.12	0.5503
	ICA	44.44±7.1	38.42±10.83	0.0076*
Vm	MCA	64.75±20.35	54.27±14.48	0.0583
	ACA	40.13±10.2	33.65±6.85	0.0290*
	PCA	38.69±5.42	35.62±5.82	0.2326
	BA	38.81±8.89	34.54±9.39	0.1520
	ICA	29.13±6.85	24.73±8.03	0.0101*

Data presented mean ± SD cm/sec, Vs : systolic peak velocity, N : number, Vm : mean flow velocity, Wilcoxon Rank Sum test, \*: p<0.05

3. 정상군의 혈류측정 성별 검사결과

정상군의 성별 혈류를 측정하여 비교한 결과는 다음과 같다 (Table 3).

1) Vs는 모든 혈관에서 여자가 남자보다 빨랐으나 MCA, ICA를 제외하고는 통계적 유의성이 없었다. MCA에서는 남자, 여자에서 각각 77.31±16.45 cm/sec, 94.94±24.69 cm/sec로 여자가 남자보다 더 빨랐으며 통계적 유의성이 있었다(p=0.0256). ACA에

서는 남자, 여자에서 각각 51.92±11.28 cm/sec, 56.5±14.28 cm/sec로 여자가 남자보다 더 빨랐으나 통계적 유의성은 없었다. PCA에서는 남자, 여자에서 각각 54.54±12.06 cm/sec, 57.19±8.62 cm/sec 로 여자가 남자보다 더 빨랐으나 통계적 유의성은 없었다. BA에서는 남자, 여자에서 각각 53±15.39 cm/sec, 58.56±14.77 cm/sec로 여자가 남자가 더 빨랐으나 통계적 유의성은 없었다. ICA에서는 남자, 여자에서 각각 40.19±9.06 cm/sec, 45.31±10.71 cm/sec로 여자가 남자 보다 더 빨랐으며 통계적 유의성이 있었다(p=0.0336).

2) Vm은 모든 혈관에서 여자가 남자보다 빨랐으나 MCA, ICA를 제외하고는 통계적 유의성이 없었다. MCA에서는 남자, 여자에서 각각 52.31±12.63 cm/sec, 67.94±20.22 cm/sec로 여자가 남자보다 더 빨랐으며 통계적 유의성이 있었다(p=0.0109). ACA에서 남자, 여자에서 각각 34.77±8.31 cm/sec, 38.31±9.3 cm/sec로 여자가 남자보다 더 빨랐으나 통계적 유의성은 없었다. PCA에서는 남자, 여자에서 각각 35.62±5.22 cm/sec, 38.69±6.36 cm/sec 로 여자가 남자보다 더 빨랐으나 통계적 유의성은 없었다. BA에서는 남자, 여자에서 각각 34.54±8.3 cm/sec, 38.81±10.56 cm/sec로 여자가 남자보다 더 빨랐으나 통계적 유의성은 없었다. ICA에서는 남자, 여자에서 각각 25.12±5.4 cm/sec, 29.94±8.92 cm/sec로 여자가 남자보다 빨랐으며 통계적 유의성이 있었다 (p=0.0376).

Table 3. Comparison of TCD Findings between Male and Female Healthy Adults

	Vessel	Male (N=26)	Female (N=16)	P-value
Vs	MCA	77.31±16.45	94.94±24.69	0.0256*
	ACA	51.92±11.28	56.5±14.28	0.1140
	PCA	54.54±12.06	57.19±8.62	0.0826
	BA	53±15.39	58.56±14.77	0.2552
	ICA	40.19±9.06	45.31±10.71	0.0336*
	MCA	52.31±12.63	67.94±20.22	0.0109*
Vm	ACA	34.77±8.31	38.31±9.3	0.0729
	PCA	35.62±5.22	38.69±6.36	0.0961
	BA	34.54±8.3	38.81±10.56	0.152
	ICA	25.12±5.4	29.94±8.92	0.0376*

Data presented mean ± SD cm/sec, Vs : systolic peak velocity, N : number, Vm : mean flow velocity, Wilcoxon Rank Sum test, \*: p<0.05

4. 정상군과 고지혈증군의 혈류측정 결과비교

고지혈증군과 정상군의 혈류를 측정하여 비교한 결과는 다음과 같다(Table 4).

1) Vs는 MCA, ACA, PCA에서는 정상군이 고지혈증군보다 빨랐으며 BA, ICA에서는 고지혈증군이 정상군에 비해 빨랐으나 통계적 유의성은 모두 없었다. MCA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 85.33±22.92 cm/sec, 83.62±19.8 cm/sec로 정상군이 고지혈증군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성이 없었다. ACA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 53.67±12.54 cm/sec, 52.6±10.3 cm/sec로 정상군이 고지혈증군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성이 없었다. PCA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 55.55±10.84 cm/sec, 54.17±8.3 cm/sec 로 정상군이 고지혈증군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성은 없었다. BA에서는 정

상군과 고지혈증군에서 각각 55.12±15.23 cm/sec, 60.56±14.4 cm/sec로 고지혈증군이 정상군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성이 없었다. ICA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 40.71±9.94 cm/sec, 44.02±8.34 cm/sec로 고지혈증군이 정상군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성이 없었다.

2) Vm는 ACA를 제외하고 모든 혈관에서 고지혈증군이 정상군에 비해 빨랐으나 BA를 제외하고 모두 유의성이 없었다. MCA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 57.81±18.26 cm/sec, 58±10.3 cm/sec로 고지혈증군이 정상군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성이 없었다. ACA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 36.12±78.76 cm/sec, 34.37±8.11 cm/sec로 정상군이 고지혈증군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성이 없었다. PCA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 36.79±5.8 cm/sec, 36.87±6.69 cm/sec로 고지혈증군이 정상군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성은 없었다. BA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 36.17±9.34 cm/sec, 40.16±10.5 cm/sec로 고지혈증군이 정상군에 비해 더 빨랐으며 통계적 유의성이 있었다(p=0.0489). ICA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 26.4±7.82 cm/sec, 28.33±6.45 cm/sec로 고지혈증군이 정상군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성은 없었다.

Table 4. Comparison of TCD Findings between Healthy Adults and Hyperlipidemic Patients

Vessel	Healthy adults (N=42)	Hyperlipidemic patients (N=63)	P-value	
Vs	MCA	85.33±22.92	83.62±19.8	0.6845
	ACA	53.67±12.54	52.6±10.3	0.6357
	PCA	55.55±10.84	54.17±8.3	0.4647
	BA	55.12±15.23	60.561±14.4	0.0606
Vm	ICA	40.71±9.94	44.02±8.34	0.0688
	MCA	57.81±18.26	58±10.3	0.9546
	ACA	36.12±78.76	34.37±8.11	0.2957
	PCA	36.79±5.8	36.87±6.69	0.9451
	BA	36.17±9.34	40.16±10.5	0.0489*
	ICA	26.4±7.82	28.33±6.45	0.1713

Data presented mean ± SD cm/sec, Vs : systolic peak velocity, N : number, Vm : mean flow velocity, student T-test, \*: p<0.05

5. 연령별 정상군과 고지혈증군의 혈류측정 결과비교

1) 50세 미만에서 정상군과 고지혈증군의 혈류측정 결과비교

50세 미만에서 정상군과 고지혈증군의 혈류를 측정하여 비교한 결과는 다음과 같다(Table 5).

(1) Vs는 MCA, ACA, PCA, ICA에서는 정상군이 고지혈증군보다 빨랐고 BA에서는 고지혈증군이 정상군에 비해 빨랐으나 통계적 유의성은 모두 없었다. MCA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 91.94±21.97 cm/sec, 84.55±13.92 cm/sec로 정상군이 고지혈증군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성이 없었다. ACA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 58±14.84 cm/sec, 53.86±10.99 cm/sec로 정상군이 고지혈증군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성이 없었다. PCA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 56.25±7.32 cm/sec, 53.36±6.36 cm/sec로 정상군이 고지혈증군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성은 없었다. BA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 56.94±13.95 cm/sec, 58.41±15.59

cm/sec로 고지혈증군이 정상군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성이 없었다. ICA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 44.44±7.1 cm/sec, 43.27±6.57 cm/sec로 정상군이 고지혈증군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성이 없었다.

(2) Vm는 MCA, ACA, ICA, PCA에서는 정상군이 고지혈증군보다 빨랐고 BA에서는 고지혈증군이 정상군에 비해 빨랐으나 통계적 유의성은 모두 없었다. MCA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 63.56±19.11 cm/sec, 58.73±10.1 cm/sec로 정상군이 고지혈증군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성이 없었다. ACA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 40.13±10.2 cm/sec, 35.68±7.89 cm/sec로 정상군이 고지혈증군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성이 없었다. PCA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 38.56±5.38 cm/sec, 36.18±4.32 cm/sec로 정상군이 고지혈증군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성은 없었다. BA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 38.81±8.89 cm/sec, 39.41±10.97 cm/sec로 고지혈증군이 정상군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성이 없었다. ICA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 29.13±6.85 cm/sec, 28.5±5.53 cm/sec로 정상군이 고지혈증군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성이 없었다.

Table 5. Comparison of TCD Findings between Healthy Adults and Hyperlipidemic Patients Aged under 50's

Vessel	Healthy adults (N=16)	Hyperlipidemic patients (N=22)	P-value	
Vs	MCA	91.94±21.97	84.55±13.92	0.2769
	ACA	58±14.84	53.86±10.99	0.2126
	PCA	56.25±7.32	53.36±6.36	0.3294
	BA	56.94±13.95	58.41±15.59	0.7658
Vm	ICA	44.44±7.1	43.27±6.57	0.6051
	MCA	63.56±19.11	58.73±10.1	0.1389
	ACA	40.13±10.2	35.68±7.89	0.2339
	PCA	38.56±5.38	36.18±4.32	0.1385
	BA	38.81±8.89	39.41±10.97	0.8592
	ICA	29.13±6.85	28.5±5.53	0.4178

Data presented mean ± SD cm/sec, Vs : systolic peak velocity, N : number, Vm : mean flow velocity, Wilcoxon Rank Sum test, \*: p<0.05

2) 50세 이상에서 정상군과 고지혈증군의 혈류측정 결과비교

50세 이상에서 정상군과 고지혈증군의 혈류를 측정하여 비교한 결과는 다음과 같다(Table 6).

(1) Vs는 PCA에서는 정상군이 고지혈증군보다 빨랐고 MCA, ACA, BA, ICA에서는 고지혈증군이 정상군에 비해 빨랐으나 BA, ICA를 제외하고 통계적 유의성이 없었다. MCA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 79.85±19.98 cm/sec, 82.93±12.65 cm/sec로 고지혈증군이 정상군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성이 없었다. ACA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 50.46±10 cm/sec, 53.59±10.54 cm/sec로 고지혈증군이 정상군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성이 없었다. PCA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 55±12.34 cm/sec, 53.88±8.53 cm/sec로 정상군이 고지혈증군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성은 없었다. BA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 54±16.12 cm/sec, 61.71±13.74 cm/sec로 고지혈증군이 정상군에 비해 더 빨랐으며 통계적 유의성이 있었다(p=0.0280). ICA에서는 정상군과 고지혈

증군에서 각각 38.42±10.83 cm/sec, 44.41±9.21 cm/sec로 고지혈증군이 정상군에 비해 더 빨랐으며 통계적 유의성이 있었다(p=0.0026).

(2) Vm는 모든 혈관에서 고지혈증군이 정상군에 비해 빨랐으나 BA, ICA를 제외하고 통계적 유의성이 없었다. MCA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 54.27±14.48 cm/sec, 56.71±11.02 cm/sec로 고지혈증군이 정상군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성이 없었다. ACA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 31.85±7.42 cm/sec, 35.32±7.28 cm/sec로 고지혈증군이 정상군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성이 없었다. PCA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 35.62±5.82 cm/sec, 36.1±6.83 cm/sec로 고지혈증군이 정상군에 비해 더 빨랐으나 통계적 유의성은 없었다. BA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 34.54±9.39 cm/sec, 40.56±10.35 cm/sec로 고지혈증군이 정상군에 비해 더 빨랐으며 통계적 유의성이 있었다(p=0.0233). ICA에서는 정상군과 고지혈증군에서 각각 24.73±8.03 cm/sec, 28.24±6.96 cm/sec로 고지혈증군이 정상군에 비해 더 빨랐으며 통계적 유의성이 있었다(p=0.0038).

Table 6. Comparison of TCD Findings between Healthy Adults and Hyperlipidemic Patients Aged over 50's

Vessel	Healthy adults (N=26)	Hyperlipidemic patients (N=41)	P-value	
MCA	79.85±19.98	82.93±12.65	0.1906	
ACA	50.46±10	53.59±10.54	0.1257	
Vs	PCA	55±12.34	53.88±8.53	0.4974
	BA	54±16.12	61.71±13.74	0.0280*
ICA	38.42±10.83	44.41±9.21	0.0026*	
MCA	54.27±14.48	56.71±11.02	0.483	
ACA	31.85±7.42	35.32±7.28	0.0985	
Vm	PCA	35.62±5.82	36.1±6.83	0.7668
	BA	34.54±9.39	40.56±10.35	0.0233*
	ICA	24.73±8.03	28.24±6.96	0.0038*

Data presented mean ± SD cm/sec, Vs : systolic peak velocity, N : number, Vm : mean flow velocity, Wilcoxon Rank Sum test, \*: p<0.05

## 고찰

인체에 있어 Cholesterol은 sterol 이라고 총칭되는 일련의 화합물의 일종으로 동물이 가지는 대표적인 sterol이다. 뇌, 척수 신경섬유 등의 신경조직, 부신, 턱과 머리카락 등에 매우 많이 들어 있다. 인체 내에서의 콜레스테롤의 기능은 담즙산의 전구체가 되기도 하고, 여러 가지 스테로이드 호르몬 및 비타민D의 전구체가 되기도 한다. 또한 인지질과 함께 세포막의 성분이 되기도 한다<sup>14</sup>.

고지혈증은 단순히 혈청지질의 증가만이 중요한 것이 아니라 지단백의 역할이 중요한데 이는 지방입자가 물과 섞일 수 없기에 단백질 성분과 결합하여 친수성이 있는 입자로 존재해야 하기 때문이다. 콜레스테롤과 결합해 운반해주는 지단백은 HDL(high-density lipoprotein)과 LDL(low-density lipoprotein)으로 나누는데, HDL은 조직으로부터 콜레스테롤을 제거해주는 역할을, LDL은 콜레스테롤을 혈관 벽에 쌓아주는 역할을 한다. 따라서 전자는 동맥경화의 위험을 낮추고 후자는 높인다<sup>15</sup>.

TG는 glycerin에 3분자의 지방산이 ester와 결합한 것으로 전신의 각종 지방조직의 주성분으로서 생체의 에너지저장에 관여하고 있다<sup>16</sup>. 혈중 TG의 농도는 성별, 연령, 지역 차, 계절 차, 비만도, 식사의 내용 및 열량, 일차변동, 운동, 흡연 등의 요인에 의하여 영향을 받고<sup>17</sup> 측정방법 및 공복시간과도 관계가 있으며<sup>18,19</sup> 알코올 섭취는 TG를 증가시킨다<sup>20</sup>. 규모의 메타 연구에 의하면 중성지방의 혈중 농도가 1mmole/L(89 mg/DL) 상승함에 따라 심혈관질환의 위험도가 남자는 32%, 여자는 76% 상승하는 것으로 나타났다<sup>21</sup>.

이러한 고지혈증이 동맥경화를 일으키는 과정을 보면 동맥경화의 시작은 동물실험 결과와 인간 동맥경화 연구를 종합하여 판단하면 “지방줄무늬”가 동맥경화 초기병변을 나타냄을 알 수 있다. 동맥경화 초기병변 형성은 가장 흔히 혈관내벽 내에 지단백 양이 국소적으로 증가하여 일어나는 것으로 보여진다. 세포의 지질의 축적 후에 지방줄무늬의 형성에서 두 번째 단계로 백혈구 동원이 일어난다. 동맥벽에 들어가는 지질의 양이 단핵구 탐식세포를 통하거나, 다른 경로를 통해서 동맥벽을 떠나가는 양보다 많으면 지질이 축적되고 동맥경화반을 이루려는 경향이 생기게 된다. 동맥경화반 발생의 초기 단계에서 동맥경화반은 대개 밖으로, 동맥내강으로부터 동맥외벽 쪽으로 자란다. 경계되는 면적의 40% 이상을 차지하기까지는 동맥내강을 좁히지 않는다. 혈관내피세포 표면의 미란 또는 동맥경화반 파열 또는 균열이 대개 혈전을 형성시키며, 이것이 불안정성 협심증 증상들을 초래하거나, 폐쇄적이고 상대적으로 혈전이 지속되면서 급성 심근경색증을 일으키기도 한다. 경동맥 동맥경화반의 경우 더 깊은 궤양이 혈소판 혈전을 생성하게 하는 근원을 제공하고 인과성의 허혈성 발작들을 일으키는 불안정 증후군의 원인이 될 수 있다<sup>22</sup>.

古典에는 고지혈증이란 병명은 언급이 없으나 肥滿, 濕痰, 기름진 음식등과 관련하여 생각하였는데 <素問·奇病論>에는 “人必數食甘味而多肥也, 肥者令人多熱”이라 하였고 <素問·異法方宜論>에서는 “其民華食而脂肥”라 하였다<sup>23</sup>. 許<sup>24</sup>는 痰은 津液이 熱로 因해 成하며 熱하면 津液이 薰蒸하여 稠濁해지므로 痰이라고 한다고하였고 唐<sup>25</sup>은 韓醫學의으로 고지혈증은 痰濁, 濁阻, 肥滿, 氣滯, 瘀血 등에 속하며 중년과 노년층에 많이 볼 수 있다. 중년 이후에 생체기능이 전반적으로 떨어져, 肝腎漸虧, 脾實健運, 過食肥甘厚味 등의 원인으로 생긴다고 하였다.

미국의 경우 1960년대 이후 관동맥질환에 의한 사망률이 감소하여 30년간 반으로 감소한 반면 한국인에 있어서 관동맥질환에 의한 사망률은 아직 미국과 비교하여 최근 급속히 증가하고 있다 그 원인으로는 식생활의 서구화와 영양섭취 과다에 의한 혈중 지질 농도의 증가가 가장 주요한 역할을 한 것으로 생각된다<sup>26-28</sup>. 그러나 뇌혈관에 대한 고콜레스테롤혈증에 대한 이견은 다양하다. 고지혈증이 국가나 지역간에 상반된 결과를 보이기도 하고<sup>29-31</sup> 우리나라에서도 높은 혈청 콜레스테롤은 심혈관 질환의 발생위험은 직선적으로 증가시켰지만 뇌혈관질환의 발생위험도와와의 관련성은 찾을 수 없었다<sup>32</sup>는 보고 또한 있었다. 그러므로 본 연구에서는 TCD를 이용하여 고지혈증환자군과 정상군에 대하여 뇌혈류측사를 실시하여 혈관별 Vs와 Vm을 측정하여 비

교함으로써 고지혈증이 뇌혈류속도에 미치는 영향을 평가하고자 하였다.

본 연구에 이용된 TCD에 관한 연구는 1843년 Christian Doppler가 소리의 주파수는 Source나 Receiver가 서로 상대를 향해서 움직일 때는 증가하게 되고 서로 반대 방향으로 움직일 때는 감소한다는 “Doppler 효과”이론을 발표하였고 1982년 Aaslid<sup>33)</sup>가 뼈와 연조직의 감쇠가 적은 저주파수인 2 MHz probe를 새로 개발하여 두개골중 가장 얇은 부분인 측두골을 투과 하여 willis 환동맥들의 혈류 속도를 측정하여 혈류역동학적인 변화를 평가한 이래 많은 연구들이 진행되었다.

정상적인 뇌혈류량은 50 ml/100 mg/100 min, 즉 분당 전체적으로 700-800 ml이다. 평균혈류 속도는 신체변화에 가장 영향을 적게 받으므로 뇌혈류 상태를 가장 잘 반영할 수 있으며 최고 수축기 혈류 속도는 파형에서 직접 측정하므로, 평균혈류속도보다 변화의 폭이 적은 장점이 있고 협착 초기에 최고 수축기 혈류 속도가 가장 먼저 증가하므로 초기 협착의 진단에 유용하다.

국내외의 연구에서 성별 및 연령의 차이가 TCD를 이용한 혈류측정 결과에 영향을 줄 수 있다고 보고되고 있는데, 일반적으로 여성에서 남성에 비해 대뇌반구의 혈류량이 유의하게 높은 것으로 보고되고 있고<sup>34)</sup> 연령의 증가에 따른 뇌혈류 속도의 감소 또한 이미 잘 알려진 사실이다<sup>35)</sup>. 이에 본연구에서도 정상군을 대상으로 성별에 따른 TCD검사결과 Vs, Vm에서 모두 여자가 남자보다 높게 나타났으며 Vs, Vm 모두 MCA, ICA에서 통계적 유의성이 있었다.

나이에 따른 뇌혈류량 감소는 본 연구에도 정상군에 대하여 뇌혈류량이 연령이 증가할수록 Vs와 Vm에서 모두 감소소견을 보였지만 Vs에서는 ICA를 제외하고 Vm에서 ACA, ICA를 제외하고는 통계적 유의성은 없었다.

뇌혈관에는 구경내 압력에 따라 자동적으로 일정한 압력을 유지하게 해주는 자동조절능이 있는데 이는 독립적으로도 또는 뇌에서 분비되는 생화학 물질과도 상승적으로 작용한다. 이러한 뇌혈관의 자동조절능 때문에 정상인에 있어서는 뇌혈관의 관류압이 감소하더라도 일정 수준 이상의 뇌혈류를 유지할 수 있는 혈관 확장능의 예비능이 있다. 그러나 고혈압이 있거나 고연령에서는 동맥경화가 상당히 진행되어 있거나 혈류 역학적 장애가 있는 부위에는 그 조직을 공급하는 미세 동맥이 이미 최대한으로 확장되어 있으므로 혈관 확장자극이 있어도 더 이상의 혈류증가를 시킬 수 없는 것으로 알려져 있다<sup>35)</sup>.

Hennericie 등<sup>36)</sup>은 뇌자율 조절의 변화, 확장성 동맥병변, 비폐쇄성 동맥경화증 등이 뇌혈류량 변화로 인한 뇌혈류 속도 감소의 원인일 것으로 설명하였으며 또한 저자도 본 연구에서 고지혈증환자군에서 뇌혈류 속도의 저하를 예측하였으나 고지혈증군과 정상군의 혈류측정 결과를 비교해본결과 Vs에서는 BA, ICA에서 고지혈증군이 정상군에 비해 빨랐으며 Vm에서는 ACA를 제외하고 고지혈증군이 정상군에 비해 빨랐으나, Vm에서의 BA를 제외하고 모두 유의성이 없었다. 그러나 대상수가 증가하면 유의성이 나타날 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구에서 뇌혈류가 증가된 것은 관련 요인들이 영향을

받지만, 혈관 탄력도 등의 동맥경화로 인한 현상이 아닌가 추측해본다.

혈류속도가 증가할 때, 일반적으로 평균 혈류속도가 각 혈관별 일정속도 이상이거나, 반대측과 비교하여 30% 이상 증가하면 비정상이며 이러한 비정상적 혈류속도의 증가는 혈관협착과 측부 순환의 경우를 생각할 수 있다. 협착의 정도는 경도, 중등도, 중증도의 세단계로 나눈다. 협착의 초기에는 혈류의 속도는 변하지 않고 파형의 형태만 변하며 중등도 이상의 경우 협착에서 내경이 감소할수록 혈류속도가 증가하며 중등도인 협착이 74% 이상 진행되면 혈류속도가 오히려 감소한다<sup>9)</sup>.

본 연구에서는 혈류속도가 협착의 기준이 되는 혈관별 속도에는 미치지 않았으나 좌, 우측 중 최대값을 채택하였으므로 좌, 우측을 비교 할 수 없었던 것은 한계점으로 생각된다. 또한 50세 미만에서는 Vs와 Vm에서 BA를 제외하고 모두 정상군이 고지혈증군에 비해 빨랐으나 통계적 유의성은 모두 없었다.

50세 이상에서는 Vs에서 PCA를 제외한 모든 혈관에서 고지혈증군이 정상군에 비해 빨랐으며 Vm에서는 모든 혈관에서 고지혈증군이 정상군에 비해 빨랐으나 Vs와 Vm 모두 BA, ICA를 제외하고는 통계적 유의성이 없었다.

본 연구의 결과는 중풍선행질환을 가진 군과 정상군의 뇌혈류속도비교를 한 허<sup>37)</sup>에서 50세 미만에서 Vs, Vm에서 모두 BA를 제외하고 정상군이 뇌혈류속도가 더 빠른 것은 어느 정도 일치하지만 50세 이상에서 Vm에서는 모든 혈관에서 질환군이 정상군보다 낮았으나 통계적 유의성이 없었다는 실험결과와는 상당한 차이가 있었다.

이러한 두 논문의 결과차이는 연구자의 측정 정확도의 차이 점과 허 논문이 고혈압, 당뇨, 고지혈증, 중풍, 심질환의 중풍선행질환인 다수의 요인이 복합적으로 뇌혈류에 영향을 끼치는 것을 고찰한 반면 본 연구는 고지혈증이라는 단일의 요인이라는 점 등으로 인한 결과의 차이라고 사료된다. 따라서 본 연구의 고지혈증군 중 중풍선행질환 각각의 요인의 유무에 따른 각각의 혈류변화를 파악하는 추가적인 연구가 진행된다면 좀 더 정확한 연구결과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구는 많은 연구 제한점이 있지만, 고지혈증 환자에 대한 혈류속도에 관한 접근으로 의의가 있다고 할 수 있겠다. 그러나 본 연구에서는 성별과 연령에 따른 혈류 속도의 변화를 보았으나 혈류 속도에 영향을 끼치는 중요한 인자인 심질환, 고혈압, 당뇨, 음주, 흡연 등에 대해서는 확인할 수 없었던 것과 탈락한 자료가 많은 것이 본 연구의 한계점이라 생각되며 앞으로 이에 대한 추가적 연구가 필요하다 판단된다. 또한 좀더 체계화되고 대상수를 늘린 추가적인 연구가 필요하며, 뇌혈관자체의 변화는 확인할 수 없으므로 MRA 등으로 혈관상태의 변화 등을 확인하는 연구가 함께 진행되면 좀 더 정확한 연구결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

## 결 과

고지혈증군 63예와 정상군 42예를 대상으로 TCD를 이용하

여 MCA, ACA, PCA, BA, ICA의 Vs, Vm을 측정하여 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

정상군의 연령별 혈류측정결과 PCA를 제외한 Vs와 Vm은 모든 혈관에서 연령이 증가할수록 감소하였으나 Vs에서 ICA와 Vm에서 ACA, ICA를 제외하고는 통계적 유의성이 없었다. 정상군의 성별 혈류측정결과 Vs와 Vm은 모든 혈관에서 여자가 남자보다 빨랐지만 Vs과Vm 모두 MCA, ICA를 제외하고는 통계적 유의성이 없었다. 정상군과 고지혈증군의 혈류측정결과를 비교하여 보면 Vs는 MCA, ACA PCA에서 정상군이 고지혈증군보다 빨랐으나 통계적 유의성이 없었다. Vm은 ACA를 제외하고는 고지혈증군이 정상군보다 빨랐으나 BA를 제외하고는 통계적 유의성이 없었다. 50세 미만에서는 Vs, Vm에서는 모두 BA를 제외하고 정상군이 고지혈증군에 비해 빨랐으며 BA에서는 고지혈증군이 정상군에 비해 빨랐으나 모두 통계적 유의성이 없었다. 50세 이상에서는 Vs에서는 PCA를 제외하고 고지혈증군이 정상군에 비해 빨랐으며 BA, ICA에서는 통계적 유의성이 있었으며 Vm에서는 모든 혈관에서 고지혈증군이 정상군에 비해 빨랐으며 BA, ICA에서 통계적 유의성이 있었다. 고지혈증군 63예와 정상군 42예를 대상으로 TCD를 이용하여 MCA, ACA, PCA, BA, ICA의 Vs, Vm을 측정하여 비교한 결과 저자는 50대 이상의 연령군에서 전반적으로 속도가 증가한 양상을 보였으며 BA, ICA에서 유의성이 있었으므로 50대 이상의 연령군에서 고지혈증이 뇌혈류 속도에 영향을 주었을 가능성이 있다고 판단한다.

## 참고논문

1. e-나라지표 <http://www.index.go.kr>.
2. 천병렬. 한국인의 고지혈증 및 동맥경화증 질환의 시대적 변천. 한국지질·동맥경화학회, 11(1):30, 2001.
3. 채인호. 고지혈증 있는 환자에서 뇌졸중 및 관상동맥질환의 일차예방. 한국 지질·동맥경화학회지 추계학술대회, 11(3): 362-363, 2001.
4. 김남재, 정은아, 김동현, 이상인. 한방약물로부터 항고지혈증 치료약물개발(2)-수중 한약재의 항고지혈증 효과-. 생약학회지 Pharmacogn 31(2):190-195, 2000.
5. 방혜정, 강윤호. 고지혈증의 처방에 관한 문헌적 고찰. 동서의학, 21(2):70-81, 1996.
6. 李紀泰, 金允植, 薛仁燦. 성인병에 대한 비교연구, 대전대학교 한의학연구소논문집, 11(1):85, 2002.
7. Tanaka, H., Ueda, Y., Hayashi, M., Date, C., Baba, T., et al Risk factors for cerebral hemorrhage and cerebral infarction in Japanese rural community. Stroke. 13: 48-52, 1982.
8. 한성현, 이성수. 일부 농촌 지역에서 뇌졸중의 위험 요인에 관한 연구. 예방의학회지 21: 82-88, 1988.
9. 한병인. 사진과 그림으로 배우는 초음파 뇌혈류 검사. 서울, 푸른솔, p 15, 48, 2004.
10. 김경환, 손영호, 이상무, 이준홍, 김돈수, 김정연, 김진수. 정상 성인 200명을 대상으로 한 Transcranial Doppler

Ultrasonography의 기준치와 그에 영향을 주는 요소들. 대한신경과학회지 13(4):815-821, 1996.

11. 최재영, 이동원, 정승현, 이원철. 경두개 도플러(TCD)를 이용한 정상군과 뇌경색군의 상호비교연구. 대한한방내과학회지 19(1):157-167, 1998.
12. 고지혈증 치료지침 제정위원회, 고지혈증의 진단과 치료. 서울, 한의학, p 19, 2000.
13. 이토 히데키. 고지혈증. 서울, 시공사, pp 14-32, 2000.
14. 이귀녕, 이종순. 임상병리과일. 서울, 의학문화사, pp 122-126, 150-154, 1996.
15. LaRosa, J.C., Hunninghake, D., Bush, D., Criqui, M.H., Getz, G.S., Gotto, A.M.Jr, Grundy, S.M., Rakita, L., Robertson, R.M., Weisfeldt, M.L., et al. The cholesterol fact- A summary of evidence relating dietary fats, serum cholesterol and coronary heart disease. A joint statement by the American Heart Association. and the National Heart, Lung and Blood Institute. The Task Force on Cholesterol Issues- American Heart Association. Circulation. 81(5):1721-1733, 1990.
16. 조현상. 흰쥐의 고지혈증과 HT에 대한 구기자와 지골피의 효능 연구. 경희대학교 대학원, 2006.
17. Girolamo, D.M. and Schlant, R.C. Etiology of Coronary atherosclerosis: J.W. Hurst, eds. The heart. 3th ed. New York:Mcgrawhill. pp 997-1003, 1974.
18. 中村治雄. 中性脂肪 正常値と異常値の門. 日野中明編. 東京, 中外醫學士, pp 313-317, 1974.
19. 김기선, 김용인, 윤상용, 장대운, 송만수, 유원상. 혈장 중성지방 측정에 관한 검토. 순환기, 8(1):8-17, 1978.
20. 김기선, 안승혁. 에탄올이 血清中性脂肪 濃도에 미치는 影響. 대한내과학회지 22(9):746-751, 1979.
21. 변영섭. 중성지방의 중요성. 임상내과. 3(6): 51-55, 2005.
22. 대한내과학회, 해리슨내과학 편집위원회 편, 해리슨내과학. 서울, MIP, pp 1554-1559, 2006.
23. 王琦 外 編著. 素問今釋. 北京, 人民衛生出版社, 1981.
24. 許浚. 東醫寶鑑, 서울, 대성문화사, p 292, 1985.
25. 唐友明. 산하당치료고지혈증 60례 임상관찰. 광서중의학. 26(1):14-15, 2003.
26. 서울대학교 의과대학 내과학교실 내과학, 서울, 군자출판사, pp 176-193, 1996.
27. 이원로. 임상심장학, 서울, 고려의학, pp 707-709, 735-739, 747-749, 1998.
28. 김경환. 이우주 약리학강의, 서울, 의학문화사, pp 446-481, 1998.
29. 최영호. 입원환자를 대상으로 한 뇌혈관질환의 위험요인에 대한 연구. 서울대학교 보건대학원 보건학과, 2000.
30. 이재홍, 김종성, 이명종. 동맥경화성 뇌혈관 질환의 발생양상 및 위험인자에 대한 고찰. 울산의대학술지, 1(1):43-48, 1992.
31. Leon, A.S., John, M., Yechiel, F., Judith, S. Risk Factors for

- Ischemic Stroke. Dubbo Study of the Elderly. Stroke. 29: 1341-1346, 1998.
32. 최훈기. 한국인 중년남성에서 심혈관질환의 발생 위험요인에 관한 전향적 코호트 연구. 혈청 총콜레스테롤과 신체활동량을 중심으로, 서울대대학원, 1999.
  33. Aaslid, R., Markwalder, T.M., Nornes, H. Noninvasive transcranial Doppler ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries. J Neurosurg. 57: 769-774, 1982.
  34. Gur, R.C., Gur, R.E., Brist, W.D. Age and regional cerebral blood flow at rest and during cognitive activity. Arch Gen Psychiatry. 44: 617-621, 1987.
  35. 대한신경외과학회, 신경외과학, 서울, 진수출판사, pp 303-305, 1988.
  36. Adams, R.J., Nichols, F.T., Hess, D.C. Normal values and physiological variables. In: newll DW, Asaslid R, eds. Transcranial doppler. New York, Raven Press, pp 41-48, 1991.
  37. 허정은. TCD를 이용한 정상군과 중풍 선행질환군의 혈류측정에 관한 비교연구. 동의대학교 심계내과학교실, 2007.