

경두개 도플러 초음파의 측정지표와 성/연령의 상관성

원광보건대학 임상병리과

진 복 희

Correlation of Gender/Age and Measurement Indices of Transcranial Doppler Ultrasonography

Bok-Hee Jin

Department of Clinical Laboratory Science, Wonkwang Health Science College, Iksan 570-750, Korea

Transcranial Doppler ultrasonography (TCD) allows measurement of blood flow velocity to be made from the basal intracerebral vessels. Blood flow velocity in TCD is highly affected not only by blood vessel diameter, blood flow volume, blood viscosity, but also age and sex. Therefore, the study is focused on the correlation between TCD measurement index and sex/age. Subjects were 214 (male 147, female 67) who had TCD for headache and stroke evaluations at Dongguk University Ilsan Hospital neurology department from December 2009 to April 2010. Sex did not show significant differences with mean flow velocity (MFV), peak systolic flow velocity (PSFV), end diastolic flow velocity (EDFV), pulsatility index (PI) and resistance index (RI) in middle cerebral artery (MCA). Although age also did not show significant differences with MFV and PSFV, EDFV has statistically decreased with age, and PI and RI has statistically increased with age. In addition, age showed significant correlation with MFV, EDFV, PI and RI, but not with PSFV. Therefore, TCD is definitely correlated with age and sex, so that those influential factors must be considered when being tested.

Received 26, OCT 2010 / Returned for modification 24, NOV 2010 / Accepted 23, DEC 2010

Key Words : Transcranial Doppler ultrasonography (TCD), Measurement index, Gender, Age

I. 서 론

경두개 도플러 초음파 검사법(transcranial Doppler ultrasonography, TCD)은 초음파를 이용하여 비침습적으로 머리뼈 내의 뇌혈관의 혈류 역학적 이상 유무를 검사

하는 방법으로 Aaslid 등(1982)에 의해 처음으로 개발되었다.

TCD는 본래 기저혈관의 혈류속도를 측정하여 허혈성 뇌혈관질환의 두 개 내 혈관협착(stenosis), 지주막하 출혈에 의한 혈관연축(vasospasm) 등의 진단에 이용되었다(이와 김, 1999). 그러나 뇌혈류의 변화를 평가할 수 있기 때문에 두통의 발작 중이나 발작 간의 혈류역학 연구에도 이용되고 있으므로 두통의 감별진단은 물론 다양한 분야에까지 유용성이 확대되고 있다(Zwetsloot 등, 1991). 최

교신저자 : 진복희, (우) 570-750, 전북 익산시 신용동 344-2 원광보건대학 임상병리과
Tel : 063-840-1217
E-mail : bhjin@wkhc.ac.kr

근에는 뇌혈류 속도 및 혈관의 저항상태를 파악하는 단순한 수준에서 벗어나 뇌혈관의 반응도(cerebrovascular reactivity)를 조사하여 뇌혈관 예비능을 포함한 각종 뇌혈류상태를 예측하여 치료에 이용하고자 하는 연구들이 진행되고 있다(박 등, 1998).

TCD에서 혈류속도는 혈관의 내경, 혈류량, 혈액의 점도 등에 의해 영향을 받으나 혈류속도에 영향을 주는 인자로는 성(김 등, 1995), 연령(Grolimund와 Seiler, 1988), 적혈구 용적률(Brass 등, 1988)이 보고되고 있으므로 TCD는 성별, 연령별 인자를 조절하여 측정되어야 한다. 이들 중 성과 연령은 TCD 측정지표와 비교적 관련성이 큰 것으로 알려져 있으므로 본 연구에서는 TCD 측정지표와 성, 연령간의 차이 및 상관성에 대해서 알아보하고자 하였다.

II. 대상 및 방법

1. 대상

2009년 12월부터 2010년 4월까지 동국대학병원 신경과에서 두통과 뇌졸중으로 내원하여 뇌혈류검사를 받은 214명 중 남자 147명(68.7%), 여자 67명(31.3%)을 대상으로 하였다. 평균연령은 60.30±13.80세(20~87세)였고, 수축기혈압(systolic blood pressure, SBP)은 135.80±21.42 mmHg(92~199 mmHg), 확장기혈압(diastolic blood pressure, DBP)은 81.12± 12.31 mmHg(48~122 mmHg)이었다(Table 1).

2. 방법

TCD는 2 MHz의 hand-held probe를 이용하여 환자배

창(측두창, temporal window)에서 45~60 mm 깊이에서 중간대뇌동맥(middle cerebral artery, MCA)의 신호로부터 뇌혈류를 측정하였다(TMB100, Spencer, Seattle, USA). 평균혈류속도(mean flow velocity, MFV), 최고수축기혈류속도(peak systolic flow velocity, PSFV), 최종이완기혈류속도(end diastolic flow velocity, EDFV)를 측정하였으며, 박동지수(pulsatility index, PI)=(수축기혈류속도-이완기혈류속도)/평균혈류속도와 저항지수(resistance index, RI)=(수축기혈류속도-이완기혈류속도)/수축기혈류속도)는 내장된 컴퓨터 프로그램에 의해 자동적으로 측정되었다.

3. 통계분석

모든 측정치는 평균±표준편차로 나타났다. 대상자의 성별, 연령별 분포와 성별에 따른 TCD 측정지표의 비교는 one sample T-test분석을 실시하였으며, 연령에 따른 TCD 측정지표간의 유의성을 평가하기 위해서는 ANOVA 분석을 실시하였다. 그리고 연령과 TCD 측정지표들간의 상관관계를 알기 위해서는 Pearson 상관계수 분석을 실시하였다. 유의한 수준은 0.05 이하로 하였으며, 통계분석은 SPSS Win(ver 11.5)을 이용하였다.

III. 결 과

성별에 따른 TCD 측정지표의 비교에서 중간대뇌동맥의 평균혈류속도, 최고수축기혈류속도, 최종이완기혈류속도, 박동지수, 저항지수는 남녀 간에는 유의한 차이는 없었다(Table 2).

연령에 따른 TCD 측정지표의 비교에서 중간대뇌동맥의 평균혈류속도, 최고수축기혈류속도는 연령이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보였으나 유의한 차이는 없었다. 최종이완기혈류속도는 연령이 증가함에 따라 통계적으로 유의하게 감소하였으나($P<0.001$), 박동지수와 저항지수는 연령이 증가함에 따라 통계적으로 유의하게 증가하였다($P<0.001$, Table 3).

중간대뇌동맥에서 측정된 TCD 지표들과 연령간의 상관관계를 알기 위해 상관계수를 분석한 결과 평균혈류속도($r=-0.185$, $P<0.01$), 최종이완기혈류속도($r=-0.332$, $P<0.001$),

Table 1. Age and gender distribution of subjects

Age(yrs)	Men (n=147)	Women (n=67)	Total (n=214)
<39	7	9	16
40-49	25	8	33
50-59	33	11	44
60-69	46	20	66
>70	36	19	55

Table 2. TCD measurement indices according to gender in middle cerebral artery (mean±SD)

Measurement index*	Male (n=147)	Female (n=67)	P-value
MFV	70.39±21.73	69.12±23.56	0.700
PSFV	106.06±31.01	106.62±26.01	0.898
EDFV	46.64±18.08	46.76±15.20	0.962
PI	0.88±0.18	0.87±0.16	0.505
RI	0.57±0.07	0.57±0.07	0.885

* MFV, mean flow velocity; PSFV, peak systolic flow velocity; EDFV, end diastolic flow velocity; PI, pulsatility index; RI, resistance index

Table 3. TCD measurement indices according to age in middle cerebral artery

Measurement index*	<39 (n=16)	40-49 (n=33)	50-59 (n=44)	60-69 (n=66)	>70 (n=55)	P-value
MFV	75.13±19.20	74.55±21.32	72.60±17.46	67.27±23.99	66.94±24.58	0.304
PSFV	108.94±22.64	108.12±30.70	104.18±27.10	106.20±32.17	106.01±29.78	0.975
EDFV	54.25±16.11	55.36±20.83	48.73±17.82	44.14±15.49	40.67±13.58	0.001
PI	0.75±0.15	0.71±0.13	0.83±0.12	0.92±0.16	1.00±0.15	0.001
RI	0.51±0.06	0.50±0.06	0.56±0.05	0.59±0.06	0.62±0.06	0.001

*Abbreviations are the same as those in Table 2.

박동지수($r=-0.570$, $P<0.001$), 저항지수($r=-0.583$, $P<0.001$)는 유의한 상관관계를 나타냈으나 최고수축기혈류속도($r=-0.060$)는 상관관계를 나타내지 않았다(Table 4).

IV. 고찰

경두개 도플러 초음파 검사법(TCD)은 도플러 효과를 이용하여 혈관내의 일정 위치에서 표본용적(sample volume) 영역을 지나가는 적혈구의 움직임을 측정하는

Table 4. Correlation between TCD measurement indices and age in middle cerebral artery

Variables*	Correlation coefficient (r)	P-value
MFV	-0.185	<0.01
PSFV	-0.060	0.384
EDFV	-0.332	<0.001
PI	-0.570	<0.001
RI	-0.583	<0.001

*Abbreviations are the same as those in Table 2.

신경초음파 검사법이다. TCD에서 심장박동의 주기에 따라 적혈구가 움직이는 양상, 속도, 방향은 초음파 probe를 향해 다가오거나 멀어지는 것으로 알 수 있으며, 적혈구의 숫자는 모니터에 스펙트럼(spectra) 모양에서 진폭으로 나타난다. 이와 같이 적혈구의 움직임으로부터 평균혈류속도(MFV), 최고수축기혈류속도(PSFV), 최종이완기혈류속도(EDFV)가 측정되므로 TCD는 혈관 내의 적혈구의 움직임에 대한 정보를 반영하게 된다(김, 1999). 따라서 TCD에서는 검사하는 혈관의 혈류상태를 알 수 있으므로 뇌혈관질환의 진단에 이용된다(김, 1999). 또한 TCD는 뇌혈관의 혈류 역학적 변화를 알 수 있으므로 머리뼈 내의 동맥들의 혈관 운동성 긴장도의 변화에 따른 혈관내경의 변화와 이로 인한 혈류속도의 변화를 기록하여 혈관의 병변을 예측할 수 있다(Gerlock 등, 1988). 그리고 TCD는 비침습적으로 반복 검사할 수 있기 때문에 혈관의 협착이나 폐쇄 등을 진단하고 추적하는데 이용되고 있다(정과 이, 1999). 그러나 보이지 않는 혈관에 대한 혈류를 측정하는 것이기 때문에 혈관의 주행방향이 다르거나 검사자의 기술에 의해서 많은 영향을 받을 수 있다

(Otis, 1993).

뇌혈관의 혈류속도는 성별 및 연령, 혈중 적혈구농도 및 이산화탄소와 산소농도, 뇌대사 요구량, 심박출량 등의 영향을 받는다(김 등, 1996). 성별에 따른 뇌혈류량의 차이는 여성이 남성에 비해 대뇌반구의 뇌혈류량이 유의하게 높다(Gur 등, 1987). 이러한 것은 TCD에서 측정된 중간대뇌동맥(MCA)의 혈류속도에도 반영되어 여성이 남성보다 약 3~10% 정도 더 높은 것으로 알려져 있다(Vriens 등, 1989). 또한 성별에 따른 MCA의 평균혈류속도는 여성이 남성에 비해 더 빠르다고 보고 하였다(김 등, 1995; 조 등, 1998; 이와 조, 1999). 이와 같은 것은 혈류저항을 감소시키는 것으로 알려져 있는 에스트로겐의 영향에 의한 것으로 생각된다. 그러나 본 연구에서는 성별에 따른 TCD 측정지표의 비교에서 MCA의 평균혈류속도는 남녀 간에는 유의한 차이가 없었다. 이와 같은 것은 Vriens 등(1989)이 남녀의 혈류속도의 차이가 50대 이상에서는 관찰되지 않았다는 견해와 일치하는 것으로 본 연구 대상자 중 50대 이상이 77% 정도로 이와는 무관하지 않을 것으로 생각된다. 김 등(1996)은 오히려 남자가 여자보다 더 높았다고 보고하였으며, 남성이 여성보다 높은 경향을 보인 본 연구 결과와도 잘 일치하는 것으로 나타났다. 이와 같이 다른 결과를 보이는 것은 대상자의 선별에서 남녀 및 연령 비율 등이 다른 연구자들과 다르므로 견해가 다를 수 있을 것으로 생각된다.

연령의 증가에 따른 뇌혈류속도의 감소는 비교적 큰 MCA의 직경이 연령에 따라 증가한다고 하였으나(Gabrielson과 Greitz, 1970) 연령에 따른 뇌혈류량 및 뇌혈류속도의 감소는 이보다는 작은 뇌혈관 저항의 증가와 더 관련이 있을 것으로 생각되고 있다(김 등, 1995).

Vriens 등(1989)은 연령의 증가에 따라 혈류속도는 감소한다고 하였으며, 이것은 여러 가지 요인이 관여할 수 있으나 주로 뇌혈류량의 감소를 비교적 잘 반영하는 것으로 생각된다. 따라서 TCD 검사결과를 해석할 때에는 반드시 성, 연령을 고려해야 할 것으로 생각된다. MCA는 TCD에서 협착을 잘 관찰할 수 있는 부위로 협착이 50% 이상인 혈관의 TCD 소견은 수축기혈류속도와 평균혈류속도가 증가하며, 협착 원위부에서는 혈류속도가 감소한다(김, 1999). 혈류속도는 연령이 증가함에 따라 MCA의 평균혈류속도가 감소하며(홍과 노, 1994), 또한 경동맥의

협착이나 폐쇄가 있는 환자의 병측 부위 MCA에서 혈류속도가 낮는데 이것은 뇌세동맥의 확장, 혈관 자동능의 감소에 의한 것으로 생각된다(박 등, 1998). 조 등(1998)은 MCA 등 7개 혈관의 평균혈류속도와 최종이완기혈류속도는 연령과 음의 상관관계를 보였고, 김 등(1995)은 MCA의 평균혈류속도는 연령의 증가에 유의미하게 반비례한다고 하여 본 연구 결과와 일치하는 견해를 보였다.

박동지수(PI)와 저항지수(RI)는 수축기, 이완기 및 평균혈류속도를 이용하여 계산된 값으로 측정 부위의 원위부 저항을 예측할 수 있다(김, 1999). 따라서 PI는 측정혈관 전방의 혈관저항이나 측정혈관 자체의 확장성을 평가하는데 이용된다(Carretta 등, 1989). PI와 RI는 순간적으로 변화하는 도플러의 최대 스펙트럼 변위(spectral shift)를 나타내며(Gosling와 King, 1974), PI나 RI의 증가는 이완기혈류속도에 비해 수축기혈류속도가 높다는 것을 의미한다. PI나 RI의 증가는 측정부위보다 원위부의 혈관저항이 증가된 것을 나타내며, 감소는 근위부의 혈관수축 혹은 협착이나 원위부의 혈관확장을 의미한다(Adams 등, 1991). 또한 PI의 감소는 미세저항혈관의 확장을 암시한다고 하였고(Kodaira 등, 1993), 많은 연구들에서 PI의 증가는 말단 혈관저항이 증가할 때 나타난다고 하였다(Czosnyka 등, 1996). 그리고 뇌관류압의 저하로 인해 자동조절능이 작용하면 PI는 증가하나 뇌관류압이 변화하지 않고 안정되어 있으면 PI의 변화는 말단 혈관저항의 변화에 영향을 받는다(Czosnyka 등, 1996). 따라서 PI의 감소는 말단 혈관저항의 감소를 의미한다. 또한 경부 내경동맥에 심한 협착이 있으면 원위부 내경동맥이나 MCA 등에서 혈류속도가 감소하고 혈류저항(PI)도 감소한다(이, 1999).

조 등(1998)은 온목동맥(common carotid artery, CCA)을 제외한 모든 혈관에서 성별에 따른 PI와 RI의 차이는 없었고, 김 등(1996)은 성별에 의한 비교에서 남녀 모두 정상군에 비해 환자군에서 평균혈류속도 및 PI는 증가하는 추세를 보였으나 통계적으로 유의미한 차이는 없었다고 보고하였다. 이와 같은 것은 본 연구 결과와도 일치하는 것으로 나타났다. 또한 (김 등, 1995)도 PI나 RI의 유의한 차이는 관찰되지 않아 뇌혈관의 저항 정도는 성별에 따른 차이는 없다고 하였고, 여성에서 뇌혈류속도의 증가가 작은 뇌혈관의 확장 혹은 저항 감소와는 관계가

없다고 하였다. PI, RI 모두 총경동맥, 안동맥, 사이폰 부위의 내경동맥을 제외한 모든 뇌혈관에서 연령의 증가에 따라 유의하게 증가되었다고 보고한 김 등(1996)의 결과와 본 연구 결과와 잘 일치하는 것으로 나타났다. 그러나 조 등(1998)은 대부분의 혈관에서 PI와 RI는 연령과 양의 상관관계를 보인다고 하였으나 본 연구와는 일치하지 않는 소견을 보였다. PI는 여러 요인에 의해 영향을 받아 변이가 큰 관계로 결과 해석 시 정량적으로 사용하기 어렵다는 단점이 있다.

감사의 글

이 논문은 2010년 원광보건대학 연구비 지원에 의해서 연구됨

참 고 문 헌

1. Aaslid R, Markwalder Tm, Nornes H. Noninvasive transcranial Doppler ultrasound recording of flow velocity in basal cerebral arteries. *J Neurosurg* 57:769-774, 1982.
2. Adams RJ, Nichols FT, Hess DC. Normal values and physiological variables. In: Newell DW, Aaslid R, eds. Transcranial Doppler. p41-48, Raven Press, New York, 1991.
3. Brass LM, Pavlakis SG, DeVivo D, Piomelli S, Mohr JP. Transcranial Doppler measurements of the middle cerebral artery. Effect of hematocrit. *Stroke* 19: 1466-1469, 1988.
4. Carretta R, Bardelli M, Muiesan S, Vran F, Fabris B, Fischetti F, Campanacci L. Regional hemodynamic effects of slow-release nicardipine in elderly patients with hypertension: evaluation by a new ultrasound technique. *Am Heart J* 117:229-235, 1989.
5. Czosnyka M, Richards HK, Whitehouse HE, Pickard JD. Relationship between transcranial Doppler-determined pulsatility index and cerebrovascular resistance: an experimental study. *J Neurosurg* 84:79-84, 1996.
6. Gabrielson TO, Greitz T. Normal size of the internal carotid middle cerebral and anterior cerebral arteries. *Acta Radiologica* 10:1-10, 1970.
7. Gerlock AJ, Giyanani VL, Krebs C. Applications of noninvasive vascular techniques. p15-28, W. B. Saunders Company, Philadelphia, 1988.
8. Gosling RG, King DH. Arterial assessment by doppler shift ultrasound. *Proc R Soc Med* 67:447-449, 1974.
9. Grolimund P, Seiler RW. Age dependence of the flow velocity in the basal cerebral arteries. A transcranial Doppler ultrasound study. *Ultrasound Med Biol* 14:191-198, 1988.
10. Gur RC, Gur RE, Brist WD, Skolnick BE, Reivici M. Age and regional cerebral blood flow at rest and during cognitive activity. *Arch Gen Psychiatry* 44:617-621, 1987.
11. Kodaira K, Fufishiro K, Wada T, Maie K, Satoi T, Tsukiyama E, Fukumoto T, Uchida T, Yamazaki S, Okamura T. A study on cerebral micotine receptor distribution, blood flow, oxygen consumption, and other metabolic activities. A study on the effects of smoking on carotid and cerebral artery blood flow. *Yakubutsu Seishin Kodo* 13:157-165, 1993.
12. Otis SM. Pitfalls in Transcranial Doppler diagnosis. In Babikian VL, Wechsler LR, eds. Transcranial Doppler Ultrasonography. p39-50, Mosby, St. Louis, 1993.
13. Vriens EM, Kraaier V, Musbach M, Wieneke GH, van Huffelen AC. Transcranial pulsed Doppler measurements of blood velocity in the middle cerebral artery: reference values at rest and during hyperventilation in healthy volunteers in relation to age and sex. *Ultrasound Med Biol* 15(1):1-8, 1989.
14. Zwetsloot CP, Caekebeke JF, Odink J, Ferrari MD. Vascular reactivity during migraine attacks: a transcranial Doppler study. *Headache* 31:593-595, 1991.
15. 김경환, 손영호, 이상무, 이준홍, 김돈수, 김정연, 김

- 진수. 정상 성인 200명을 대상으로 한 Transcranial Doppler Ultrasonography(TCD)의 기준치와 그에 영향을 주는 요소들. 대한신경과학회지 13(4):815-824, 1995.
16. 김명현, 이훈갑, 이기찬, 주정화. 경두개 도플러 검사에 의한 뇌혈관의 이산화탄소 반응성에 대한 연구. 대한신경외과학회지 25(1):11-21, 1996.
 17. 김 제. 신경초음파검사에서 Doppler 소견의 판독. 대한임상신경생리학회지 1(1):165-172, 1999.
 18. 박성민, 이광수, 최재영, 김영인. 경동맥 협착/폐쇄 환자의 Acetazolamide를 이용한 뇌혈관 반응성의 평가. 대한신경과학회지 16(4):439-443, 1998.
 19. 이용석, 김병건. Transcranial Doppler Ultrasonography를 이용한 편두통의 진단. 예비 연구. 대한임상신경생리학회지 1(1):151-155, 1999.
 20. 이용석, 조성준. 허혈성 뇌졸중에서 TCD의 적용과 결과 판독. 대한임상신경생리학회지 1(2):199-208, 1999.
 21. 이태규. 뇌졸중에서의 경두개 초음파 검사. 대한임상신경생리학회지 1(1):179-182, 1999.
 22. 정진상, 이혜승. 혈관성 두통환자에서의 Transcranial Doppler 이용. 대한임상신경생리학회지 1(1):195-198, 1999.
 23. 조수진, 정진상, 이광호. 정상 MRI, MRA 소견을 보인 건강한 성인의 Transcranial Doppler Ultrasonography의 정상 참고치. 대한신경과학회지 16(3):264-270, 1998.
 24. 홍근식, 노재규. Transcranial Doppler를 이용한 정상군과 동맥경화군의 뇌혈관 반응성 평가. 대한신경과학회지 12(2):237-244, 1994.