

A Study on the Relationship between Changes in Cerebral Blood Flow and Depression Index after Smoking

Gil-Hyun Lee^{1,*} and Kyung-Yae Hyun^{2,†,*}

¹Department of Clinical Laboratory Science, Wonkwang Health Science University, Iksan 54538, Korea

²Department of Clinical Laboratory Science, Dong-Eui University, Busan 47340, Korea

Smoking is one of the three major risk factors for vascular disease along with hypertension and hyperlipidemia. It is true that smoking has a negative effect on the circulatory system, and the frequency of coronary artery disease and peripheral vascular disease is significantly increased in smokers. Many epidemiological studies report that smokers have an approximately two-fold increased risk of coronary artery disease compared to non-smokers. This study was designed to investigate the relationship between cerebral blood flow change and depression index after acute smoking. Cerebral blood flow tests were performed before and after smoking in 8 subjects. Changes in blood flow after smoking were correlated with the depression score and negatively correlated with the depression score. In particular, there was a strong correlation with changes in blood flow in anterior cerebral artery. It is well known that changes in blood flow after smoking have a negative effect. In addition, considering the study that smoking aggravates the symptoms of depression, it was found that smoking and depression are factors that negatively affect each other.

Key Words: Smoking, TCD, Depression index, Anterior cerebral artery

서 론

흡연은 고혈압, 고지혈증과 함께 혈관질환을 일으키는 3대 위험요소 중의 하나이다. 흡연이 순환기계에 부정적인 영향을 끼치고, 관상동맥질환과 말초혈관질환의 빈도가 흡연자에서 현저히 증가하는 점은 사실이다. 많은 역학연구에서 흡연자는 비흡연자에 비해서 관상동맥질환에 걸릴 위험이 약 2배 증가한다고 보고하고 있다(Boyajian and Otis, 2000). 또한, 흡연은 사지의 말초혈관질환, 북부 대동맥류, 뇌졸중의 중요한 원인이 되기도 한다. 흡연에 의한 뇌졸중의 기전이 아직 뚜렷하게 밝혀지지 않았지만, 다음과 같은 여러 가지 기전들이 제시되고 있다. 혈관기전으로는 동맥 수축의 촉진(Pan et al., 2019), 죽상경화증의

촉진(Cho et al., 2005), 직접적인 혈관내피독소로의 작용(Xu et al., 2013), 교감신경자극으로 작용(Hawkins et al., 2002) 등이 있을 수 있다. 혈액학적인 요소로는 prostacyclin의 저해(Helmersson et al., 2005), 출혈시간의 감소, 혈소판 기능과 활성의 변화(Oksala et al., 2007), 혈장 fibrinogen의 증가(Oksala et al., 2007), hematocrit의 증가 등이 있을 수 있다.

우울증이란 지속적인 우울상태, 불쾌감, 불안, 사회행동과 욕구의 변화, 정신 운동성의 변화 그리고 수면장애 등의 증상들이 특징이다. 세계보건기구의 보고에 의하면 전 세계 인구의 25%가 일생 동안 몇 번의 우울증세를 경험하는 것으로 알려져 있다(Jeon, 2011). 우울증의 원인으로 는 유전적 가족력, 감정적으로 고통스러운 사건, 호르몬 수치 변화, 특정 신체적 장애 그리고 특정 약물의 부작용 등이 있다(Giesecke et al., 2005). 그리고, 전두엽에서 비

Received: February 27, 2023 / Accepted: March 28, 2023

*Professor.

†Corresponding author: Kyung-Yae Hyun. Department of Clinical Laboratory Science, Dong-Eui University, Busan 47340, Korea.
Tel: +82-51-890-2683, Fax: +82-51-890-2622, e-mail: kyhyun@deu.ac.kr

©The Korean Society for Biomedical Laboratory Sciences. All rights reserved.

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

정상적인 뇌혈류의 흐름이 동반된다고 알려져 있다(Neu et al., 2004).

흡연자들은 경험적으로 흡연이 진정효과가 있어 우울 증상을 완화해 줄 것이라는 믿음을 가지고 있다. 그러나, 역으로 흡연 그 자체가 우울증을 유발하는 측면도 있으며, 어느 쪽이 우세한 영향을 미치는지에 대한 논쟁은 아직 지속되고 있다(Paperwalla et al., 2004). 흡연을 우울증의 위험인자로 보는 연구들에서는 니코틴이 마치 급성 스트레스처럼 작용하여 시상하부-뇌하수체-부신 축을 자극하고 인체 내 코르티코스테로이드를 증가시키거나 도파민 및 세로토닌 농도를 증대하여 쾌감이 발생하지만, 반복적인 흡연은 이들 물질의 감소 혹은, 역치의 상승으로 쾌락 대신 우울증상을 야기할 수 있다는 것이다(Paperwalla et al., 2004; Giesecke et al., 2005; Pan et al., 2019). 다수의 연구에서 흡연자는 비흡연자에 비하여 우울증상을 약 2배 이상 통계적으로 의미있게 증가시킨다는 보고가 있다(Patton et al., 1996; Steger et al., 2009).

경두개 도플러검사(Transcranial doppler ultrasonography, TCD) 혹은 뇌혈류검사는 혈관의 일부가 좁아지면 그 부위를 통과하는 혈류의 속도가 상대적으로 빨라지는 점을 감안하여 위험도를 특징하는 장치로 뇌졸중과 같은 뇌혈관질환, 지주막하 출혈에서 혈관 연속 평가, 뇌사 판정, 내경동맥 내피 제거술 및 심장 수술 중 감시, 주요 내두개골 동맥의 협착증 검사 등에 사용하는 비침습적인 검사 방법이다(Purkayastha and Sorond, 2012). 또한 환자가 움직이지 않고 환자 옆에서 장치를 쉽게 이동하여 사용할 수 있고 침습적인 시술이나 약물이 필요 없으며 지속적으로 결과를 판독할 수 있어 전신 마취를 받는 환자에게 뇌 혈역학을 평가하는 적합한 방법이다. 경측두골 접근으로 대뇌 동맥의 혈류속도를 측정할 때, 관자창(temporal window)의 두께에 따라 검사가 실패할 가능성이 있는데, 나이가 많을수록, 여성일수록 두께가 두꺼워 실패할 가능성이 높은 것이 한계점이다(Ali, 2021).

현재 뇌혈류검사를 이용한 흡연 실험은 다양하게 이루어져 있으며, 이에 대한 기초임상자료도 풍부한 편이다. 하지만 만성적인 흡연자가 아닌 흡연 후 급성적인 뇌혈류 변화에 대한 자료와 우울증상과의 연관성에 대한 연구는 미흡한 편이며, 이에 대한 조사를 위하여 연구를 설계하게 되었다. 본 연구에서는 20대 남녀를 대상으로 뇌혈류검사를 실행하였으며, 이 중 흡연자인 경우 흡연 전후의 뇌혈류 변화를 측정하였다. 그리고, 모든 인원에게 우울감과 스트레스 지수를 설문 조사하여 흡연, 우울감,

그리고 뇌혈류 변화에 대한 관계를 대하여 분석하였다.

재료 및 방법

연구 대상

전라북도 익산시 W대학교의 재학생을 대상으로 실시하였다. 20대의 건강한 남녀 25명을 대상으로 하였으며, 두정부질환, 약물복용, 심한 두통인 대상을 결과에서 제외하였다. 이 중 흡연자인 8명을 대상으로 흡연 전과 흡연 후 뇌혈류검사를 실시하였다. 본 연구는 대상자의 자발적인 참여를 통하여 이루어졌으며, 2021년 7월 10일부터 2021년 9월 10일까지 2개월 간 실시하였다. 본 연구는 동의대학교 임상연구(DIRB-202208-HR-E-21) 허락 하에 시행하였다.

뇌혈류 평가

안정 시 뇌혈류검사를 하기 전 환자는 누워서 5분 간 휴식을 취하여 안정상태에 돌입 후 양쪽 관자창에서 검사를 실시하였다. 흡연 후 뇌혈류 평가는 가까운 장소에서 흡연 후 바로 뇌혈류검사를 상기와 같이 실시하였으며, 오른쪽 관자창검사 후 다시 흡연하고 왼쪽 관자창검사를 하였다.

TCD 기기는 Sonara TCD (EME, Germany)로 2 MHz probe를 이용하였다. Ultrasonic power는 10~116 mW/cm², pulse repetition frequency는 2.06~25.02 KHz, burst width는 4.5~20.0 sec, depth는 40~98 mm로 하였다. 전대뇌동맥(Anterior cerebral artery, ACA), 중대뇌동맥(Middle cerebral artery, MCA), 후대뇌동맥(Posterior cerebral artery, PCA)은 측두창에서 측정하였다. 각 측정값의 depth는 MCA 46~60 mm, ACA 70~75 mm, PCA 70~75 mm, BA 70~90 mm, VA 50~65 mm, ICA 70~85 mm 전후에서 측정하였다. 수축기혈류속도(Systolic velocity, PVs), 평균혈류속도(Mean velocity, Vm)는 4초 간 측정치의 평균값으로 계산되었고, 박동지수(Pulsatility index, PI)와 저항지수(Resistance index, RI)는 아래 공식에 근거하여 기계적으로 계산되었다.

저항지수(RI)=[(peak systolic velocity - end diastolic velocity) / peak systolic velocity]

박동지수(PI)=[(peak systolic velocity - end diastolic velocity) / mean velocity]

우울증 평가

개개인의 우울 정도를 측정하기 위하여 우울증 검사도구인 Beck Depression Inventory (BDI) (Jackson-Koku, 2016), Hamilton Rating Scale for Depression (HAM-D) (Hedlund and Vieweg, 1979)를 측정하였다.

BDI: 피검자 스스로 보고하는 방법으로, 타당도와 신뢰도가 검증된 한글판 BDI 설문지를 이용하여 시행하였다. 한글판 BDI는 총 21개의 항목으로 이루어져 있고, 각 항목에는 우울증 점수가 가장 낮은 0점에서 3점까지로 구성되어 있으며 전체 점수는 0점에서 64점의 범위이다 (Hahn, 1982).

HAM-D: 시험자와 피험자의 면담 후 우울의 증상을 점수화하는 객관적 검사 지표로 1960년에 개발된 The Hamilton Rating Scale for Depression (HAM-D)를 이증서 등이 한글로 번역하여 신뢰도와 타당도를 입증한 한국판 Hamilton 우울증 평가 척도를 사용하였다. HAM-D는 원래 21항목이었으나 17항목의 수정본이 현재 가장 널리 사용되고 있다. 우울한 기분(depressed mood), 죄책감(feeling of guilt), 자살(suicide), 일과 활동(work and activities), 지체(retardation), 초조(agitation), 정신적 불안(psychic anxiety), 신체적 불안(somatic anxiety), 건강염려증(hypochondriasis) 등 9개의 항목은 0~4점으로, 초기 불면증(insomnia, early),

중기 불면증(insomnia, middle), 말기 불면증(insomnia, late), 위장관계 신체증상(somatic gastrointestinal), 전반적인 신체 증상(somatic general), 성적인 증상(genital symptoms), 병식(insight), 체중 감소(loss of weight) 등 8개 항목은 0~2점으로 각각 채점되어 전체 점수는 0점에서 52점의 범위 내에 있게 된다.

통계

통계분석은 패키지프로그램인 SPSS version 15.0 for Window (SPSS, U.S.A)를 사용하였다. 흡연 전후 비교를 위해 Wilcoxon test을 시행하였고, 군간 비교를 위해서 Kruskal-Wallis test를 이용하였다. 흡연 전후 변화량과 우울 지수와의 관계는 Spearman's Correlation을 사용하였다. 통계적 유의성의 기준은 *P* 값이 0.05 미만 일 때 유의한 효과가 있다고 판정하였다.

결 과

연구 대상의 특성

총 25명의 대상자의 일반적인 특성에 대하여 분석한 결과, 연령은 연구군(*n*=8)이 24.7±3.1세, 대조군(*n*=17)이 22.5±1.2세였으며, 두 군 모두 질병이 없는 건강한 상태였다. 몸무게의 평균은 남성(*n*=9)은 70.2±8.2 kg이고, 여성(*n*=16)은 48.5±5.3 kg였다.

Table 1. Results of transcranial doppler in cerebrum

Variables	MCA PSV (cm/sec)	MCA MV (cm/sec)	ACA PSV (cm/sec)	ACA MV (cm/sec)	PCA PSV (cm/sec)	PCA MV (cm/sec)
All subjects	117.5±14.5	70.1±12.8	81.2±10.1	34.2±6.7	69.8±8.3	45.7±4.5
Female	121.5±11.3	71.8±10.9	87.5±11.3	36.3±6.0	71.0±7.9	46.2±6.5
Male	110.8±16.8*	68.7±13.2	77.1±8.4*	33.4±7.4	68.1±9.2	43.2±3.7
Smokers	109.1±20.8	63.0±14.9	73.5±13.8	32.8±8.1	63.6±11.0	42.6±7.3
Non-smokers	129.6±12.7**	73.8±16.8*	88.0±9.7**	35.1±6.2	72.2±7.4**	46.3±3.9

Variables	MCA PI	MCA RI	ACA PI	ACA RI	PCA PI	PCA RI
All subjects	0.84±0.21	0.59±0.17	0.94±0.24	0.64±0.11	0.98±0.24	0.62±0.11
Female	0.81±0.30	0.57±0.14	0.90±0.18	0.60±0.17	0.94±0.22	0.60±0.13
Male	0.86±0.15	0.60±0.18	0.98±0.25	0.67±0.09	1.01±0.26	0.64±0.09
Smokers	0.91±0.28	0.65±0.21	1.04±0.17	0.67±0.18	1.04±0.18	0.66±0.10
Non-smokers	0.80±0.17**	0.56±0.15**	0.89±0.26**	0.62±0.10	0.95±0.25**	0.61±0.13*

*(*P*<0.05), **(*P*<0.01) Kruskal-Wallis test was used. All parameters are expressed as mean ± SD. PSV, peak systolic velocity; MV, mean velocity; EDV, end-diastolic velocity; PI, pulsatility index; ACA, the anterior cerebral artery; MCA, the middle cerebral artery; PCA, the posterior cerebral artery

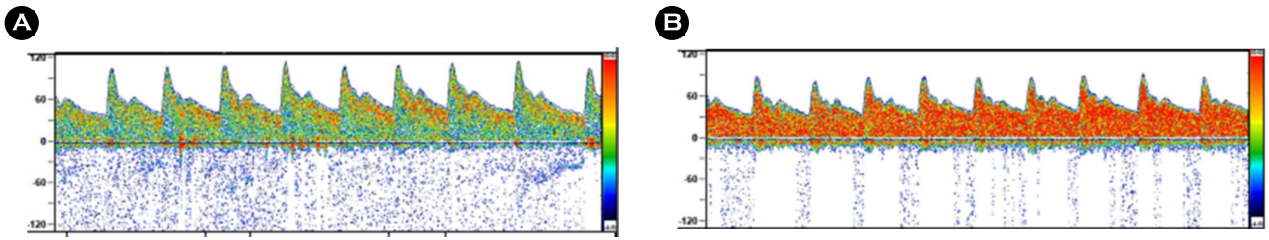


Fig. 1. The change of middle cerebral blood flow velocity after smoking. This is the result of changes in Doppler before and after acute smoking for healthy men and women in their 20s. In comparison with smoking (figure above), the change in the cerebral artery after smoking (below) showed a significant difference.

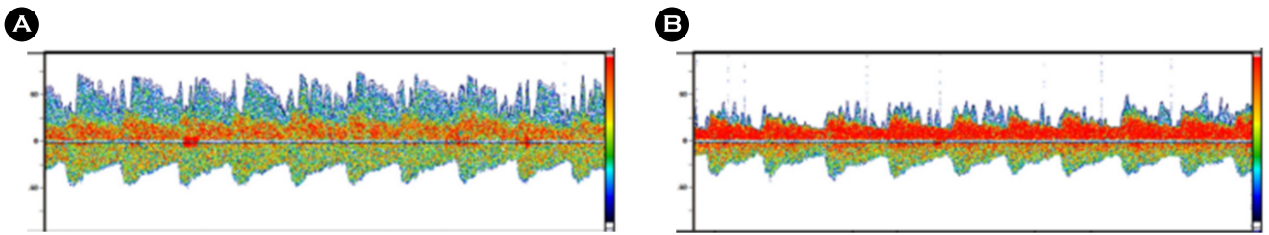


Fig. 2. The change of anterior cerebral blood flow velocity after smoking. This is the result of changes in Doppler before and after acute smoking for healthy men and women in their 20s. In comparison with smoking (figure above), the change in the cerebral artery after smoking (below) showed a significant difference.

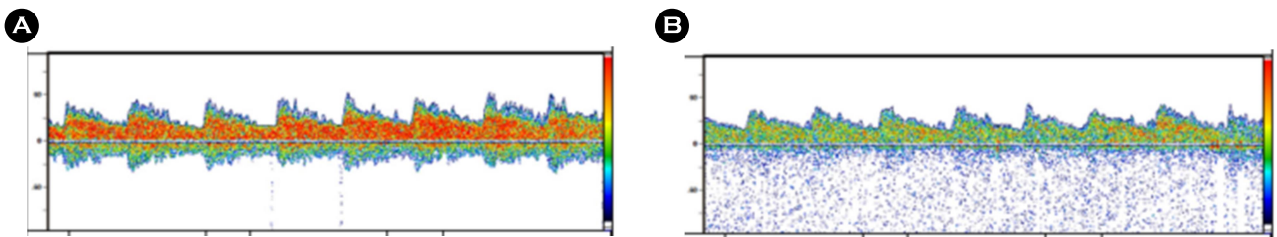


Fig. 3. The change of posterior cerebral blood flow velocity after smoking. This is the result of changes in Doppler before and after acute smoking for healthy men and women in their 20s. In comparison with smoking (figure above), the change in the cerebral artery after smoking (below) showed a tendency to descend.

뇌혈류검사의 특성

모든 대상자의 흡연 전 뇌혈류검사의 결과는 Table 1에서 보여준다. 키, 몸무게, 나이에 따른 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았으며, 성별과 흡연유무에 따라 유의한 차이가 있음을 알 수 있었다. 그리고, 오른쪽과 왼쪽의 뇌혈류검사의 차이는 존재하지 않았다.

흡연 전과 비교하여 흡연 후 중대뇌동맥(Fig. 1)와 전대뇌동맥(Fig. 2)의 변화는 유의한 차이를 후대뇌동맥(Fig. 3)의 변화는 수치가 하강하는 경향을 보였다. Peak velocity, 박동지수(PI)와 저항지수(RI)는 변화를 보인 반면 mean velocity는 중대뇌동맥과 전대뇌동맥에서만 통계적으로 유의한 차이를 보였다(Table 2).

흡연 후 뇌혈류 변화량과 우울증 평가와의 상관관계

BDI와 HAM-D 결과는 각각 0~64점, 0~52점으로 합산하여 각 군끼리 비교하였다. 전체적으로 정신위생이 양호한 편이며 스트레스가 심한 상태이거나 약한 우울상태에 있는 대상자가 존재하였다. 성별 간, 나이별, 흡연유무에 따라 우울점수에는 유의한 차이가 없었다(data not shown). 흡연 후 뇌혈류속도의 변화량, 박동지수, 그리고 저항지수의 변화량은 우울증 평가의 점수와 통계적으로 유의한 상관관계가 있었다. 특히 중대뇌동맥과 전대뇌동맥에서의 변화량에서 밀접한 상관성을 보였으며, 후대뇌동맥에서의 변화량은 상관관계가 존재하지 않았다(Table 3).

Table 2. The changes of cerebral blood flow velocity after smoking

	Before smoking	After smoking	Difference (%)	P-value
MCA (n=8)				
PSV (cm/s)	109.1±20.8	92.3±12.0	-15.3	0.00
MV (cm/s)	63.0±14.9	55.7±8.7	-11.5	0.02
PI	0.91±0.28	0.80±0.21	-12.0	0.03
RI	0.65±0.21	0.54±0.17	-16.9	0.00
ACA (n=8)				
PSV (cm/s)	73.5±13.8	65.5±10.9	-10.8	0.01
MV (cm/s)	32.8±8.1	30.1±6.0	-8.2	0.01
PI	1.04±0.17	0.95±0.09	-8.6	0.02
RI	0.67±0.18	0.62±0.12	-7.4	0.04
PCA (n=8)				
PSV (cm/s)	63.6±11.0	59.8±8.7	-5.9	0.06
MV (cm/s)	42.6±7.3	41.1±5.0	-3.5	0.15
PI	1.04±0.18	0.99±0.07	-4.8	0.07
RI	0.66±0.10	0.63±0.08	-4.5	0.09

Wilcoxon test was used. All parameters are expressed as mean ± SD. PSV, peak systolic velocity; MV, mean velocity; PI, pulsatility index; RI, resistance index; ACA, the anterior cerebral artery; MCA, the middle cerebral artery; PCA, the posterior cerebral artery

Table 3. The correlation of blood flow change and depression score

	Depression score' correlation coefficient	Spearman's P value
MCA (n=8)		
PSV	-0.58	0.01
MV	-0.60	0.02
PI	-0.61	0.00
RI	-0.54	0.01
ACA (n=8)		
PSV	-0.81	0.00
MV	-0.77	0.00
PI	-0.72	0.00
RI	-0.82	0.00
PCA (n=8)		
PSV	-0.32	0.12
MV	-0.29	0.09
PI	-0.35	0.10
RI	-0.45	0.08

PSV, peak systolic velocity; MV, mean velocity; PI, pulsatility index; RI, resistance index; ACA, the anterior cerebral artery; MCA, the middle cerebral artery; PCA, the posterior cerebral artery

고 찰

본 연구는 주요한 연구방법론적 접근은 혈류역학적 변화를 다양한 시각으로 접근하는 연구과정에서 출발하였으며 흡연 후 혈류량 변화와 우울증지수와의 관계를 규명하기 위하여 실행되었다. 경두개 도플러 초음파검사(TCD)는 급성기 뇌경색 환자에게 손쉽게 뇌동맥 병변의 위치, 혈류역학적인 변화와 혈전 발생을 알 수 있게 한다. 뇌동맥의 혈류역학적인 변화상태를 실시간으로 확인하여 급성기 치료계획을 세우고 환자의 예후를 예측하는 데도 도움을 준다. TCD를 평가하기 위해서는 수축기혈류속도(PSV), 평균혈류속도(MV), 저항지수(RI), 그리고, 박동지수(PI)에 대하여 이해할 필요가 있다. PSV와 MV는 혈관 협착을 가장 예민하게 반영하고, 혈관저항을 보다 객관적으로 표시하기 위해 PI를 사용한다. PI는 뇌압이 높아지거나 혈관저항이 증가하면 PI는 증가하고 PI의 정상범 위는 0.6~1.2이다. RI는 PI와 마찬가지로 혈관저항성과 혈관협착 유무 판단을 위하여 사용된다.

실험대상자의 젊은 연령이 원인인지 전반적으로 뇌혈류속도가 평균치에 비하여 빠른 경향이 있었다(Table 1). 남녀 성별 간 뇌혈류속도 차이는 근소하고 존재하였으나 MV에서 차이가 발생하지 않아 임상적 의의는 크지 않은 편이다. 흡연자와 비흡연자 사이의 뇌혈류속도 차이는 큰

편이며 이는 만성흡연자들의 혈류속도가 비흡연인에 비해 뇌혈류속도가 증가되어 있다는 연구들의 결과와 부합한다고 할 수 있다(Yang et al., 2000; Barutcu et al., 2004).

흡연 후 혈류속도는 전 연구들과 비교하여도 극적인 변화를 보였다(Table 2). 본 연구는 SPECT 등을 이용한 영상장비에 의한 혈류속도 측정 연구결과들(Yang et al., 2008; Cosgrove et al., 2015)과 비교하면 흡연 직후 TCD 인자들의 변동폭이 약 5~10% 정도 높음을 알 수 있다. 이는 다른 연구들과 달리 짧은 흡연 후 이동동선과 빠른 TCD 측정으로 흡연 직후 영향을 잘 반영한 결과라고 사료된다. 흡연 후 뇌혈류 변화는 MCA와 ACA에서 크게 하강하였으며 이러한 혈류흐름이 흡연 후 약간의 '멍함'을 유발하는 원인이라고 알려져 있다(Vafaee et al., 2015). 실제 이러한 하강경향은 치매환자나 뇌졸중 환자에게 심각한 위험인자이다(Rogers et al., 1986). 짧은 시간 후에 뇌혈류는 정상으로 복귀하며 만성흡연자에 경우 오히려 뇌혈류량에 변화를 주어서 뇌혈류속도를 증가시킨다. 이러한 혈류속도의 속도의 변화는 혈류역동학적 입장에서 혈압의 변화, 역류와 난류 등을 일으키기 쉬우며, 인체 내 가장 복잡한 장기 중 하나인 뇌에 생리적인 변화를 일으킬 수 있다고 한다(Paperwalla et al., 2004; Oksala et al., 2007).

흡연 후 혈류량 변화에 대한 연구는 주로 단독으로 보고되며 다른 인자들과의 상관성이나 회귀성에 대한 연구는 현재까지는 부족한 실정이다. 본 연구에서 흡연 후 혈류량 변화는 우울증 점수와 상관관계를 보였으며(Table 3), 우울증 점수와 음의 상관관계가 있었다. 특히 ACA의 혈류량 변화와 강한 상관관계가 있었으며, 이는 우울증상이 있는 환자에서 전두엽에 공급되는 혈액량이 정상인에 비하여 적다는 과거 연구와 부합되는 면이 있다(Lesser et al., 1994). 본 연구는 전체 피검자수와 흡연자의 수가 부족하여 통계적으로 크게 의미가 있다고 할 수는 없지만, 피검자의 수를 늘려서 대규모 임상시험을 하는 것이 향후 이 연구의 과제이다.

흡연 후 혈류량 변화는 분명히 부정적인 영향을 주는 것은 주지의 사실이다. 그리고, 흡연이 우울증세를 심화한다는 연구를 고려하여 볼 때 흡연과 우울증은 서로 부정적인 영향을 주는 인자들임을 알 수 있었다. 항상 긍정적인 자세와 금연만이 올바른 뇌 건강을 지키기 위한 왕도라고 생각한다.

ACKNOWLEDGEMENT

This project was supported by the National Research Foun-

ation of Korea (2022R1F1A1066041).

CONFLICT OF INTEREST

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

REFERENCES

- Ali MF. Transcranial doppler ultrasonography (uses, limitations, and potentials): A review article. *Egyptian Journal of Neurosurgery*. 2021. 36: 1-9.
- Barutcu I, Esen AM, Degirmenci B, Acar M, Kaya D, Turkmen M, Melek M, Onrat E, Esen OB, Kirma CJ. Acute cigarette smoking-induced hemodynamic alterations in the common carotid artery a transcranial doppler study. *Circulation Journal*. 2004. 68: 1127-1131.
- Boyajian RA, Otis SM. Acute effects of smoking on human cerebral blood flow: A transcranial doppler ultrasonography study. *Journal of Neuroimaging*. 2000. 10: 204-208.
- Cho DK, Kwon SU, Kim SW, Park JI, Lim SH, Lim SJ, Choi YJ, Sung J, Lee SH, Hong KP. Risk factors and predictors for the progression of carotid atherosclerotic stenosis in Korean adults. *Korean Circulation Journal*. 2005. 35: 834-840.
- Cosgrove KP, Esterlis I, Sandiego C, Petrulli R, Morris ED. Imaging tobacco smoking with pet and spect. *The Neuropharmacology of Nicotine Dependence*. 2015. 1-17.
- Giesecke T, Gracely RH, Williams DA, Geisser ME, Petzke FW, Clauw DJ. The relationship between depression, clinical pain, and experimental pain in a chronic pain cohort. *Arthritis & Rheumatism*. 2005. 52: 1577-1584.
- Hahn HJ. A standardization study of beck depression inventory in Korea. *J Korean Neuropsychiatr Asso*. 1982. 25: 487-502.
- Hawkins BT, Brown RC, Davis TP. Smoking and ischemic stroke: A role for nicotine? *Trends in Pharmacological Sciences*. 2002. 23: 78-82.
- Hedlund JL, Vieweg BJ. The hamilton rating scale for depression: A comprehensive review. *Journal of Operational Psychiatry*. 1979. 10: 149-165.
- Helmersson J, Larsson A, Vessby B, Basu SJA. Active smoking and a history of smoking are associated with enhanced prostaglandin f2 α , interleukin-6 and f2-isoprostane formation in elderly men. *Atherosclerosis*. 2005. 181: 201-207.
- Jackson-Koku GJ. Beck depression inventory. *Occupational Medicine*. 2016. 66: 174-175.

- Jeon HJ. Depression and suicide. *Journal of the Korean Medical Association*. 2011. 54: 370-375.
- Lesser IM, Mena I, Boone KB, Miller BL, Mehinger CM, Wohl M. Reduction of cerebral blood flow in older depressed patients. *Archives of General Psychiatry*. 1994. 51: 677-686.
- Neu P, Schlattmann P, Schilling A, Hartmann A. Cerebrovascular reactivity in major depression: A pilot study. *Psychosomatic Medicine*. 2004. 66: 6-8.
- Oksala NK, Heikkinen M, Mikkelsen J, Pohjasvaara T, Kaste M, Erkinjuntti T, Karhunen PJ. Smoking and the platelet fibrinogen receptor glycoprotein iib/iiiia pla1/a2 polymorphism interact in the risk of lacunar stroke and midterm survival. *Stroke*. 2007. 38: 50-55.
- Pan B, Jin X, Jun L, Qiu S, Zheng Q, Pan M. The relationship between smoking and stroke: A meta-analysis. *Medicine*. 2019. 98.
- Paperwalla KN, Levin TT, Weiner J, Saravay S. Smoking and depression. *Medical Clinics*. 2004. 88: 1483-1494.
- Patton GC, Hibbert M, Rosier MJ, Carlin JB, Caust J, Bowes G. Is smoking associated with depression and anxiety in teenagers? *American Journal of Public Health*. 1996. 86: 225-230.
- Purkayastha S, Sorond F. Transcranial Doppler ultrasound: technique and application. In *Seminars in neurology*, Thieme Medical Publishers. *American Journal of Public Health*. 2012. 32: 411-420.
- Rogers RL, Meyer JS, Mortel KF, Mahurin RK, Judd B. Decreased cerebral blood flow precedes multi-infarct dementia, but follows senile dementia of alzheimer type. *Neurology*. 1986. 36: 1-1.
- Steger MF, Mann JR, Michels P, Cooper T. Meaning in life, anxiety, depression, and general health among smoking cessation patients. *Journal of Psychosomatic Research*. 2009. 67: 353-358.
- Vafaee MS, Gjedde A, Imamirad N, Vang K, Chakravarty MM, Lerch JP, Cumming P. Smoking normalizes cerebral blood flow and oxygen consumption after 12-hour abstinence. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*. 2015. 35: 699-705.
- Xu L, Schooling CM, Chan WM, Lee SY, Leung GM, Lam TS. Smoking and hemorrhagic stroke mortality in a prospective cohort study of older chinese. 2013. 44: 2144-2149.
- Yang Y, Grosset DG, Li Q, Lees KR. Identification of echocardiographic "smoke" in a bench model with transcranial doppler ultrasound. *Stroke*. 2000. 31: 907-914.
- Yang YK, Yao WJ, Yeh TL, Lee IH, Chen PS, Lu RB, Chiu NT, Psychiatry B. Decreased dopamine transporter availability in male smokers—a dual isotope spect study. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*. 2008. 32: 274-279.

<https://doi.org/10.15616/BSL.2023.29.1.34>

Cite this article as: Lee GH, Hyun KY. A Study on the Relationship between Changes in Cerebral Blood Flow and Depression Index after Smoking. *Biomedical Science Letters*. 2023. 29: 34-40.