自動車運転中における脳血流速度検討法の開発

○塩澤友規, 岩崎賢一, 金 慧徳, 山口喜久, 平柳 要, 谷島一嘉
(日本大学医学部 衛生学/宇宙医学教室)

Monitoring of cerebral blood flow velocity during car driving

Tomoki Shiozawa, Ken-ichi Iwasaki, Hyeteo Kim

Nobuhisa Yamaguchi, Kaname Hirayanagi, Kazuyoshi Yajima

Department of Environmental Health and Preventive Medicine / Space Medicine

Nihon University School of Medicine

1. 緒言: 近年, 経頭蓋ドプラ装置 (transcranial Doppler: TCD) を用い, 中大脳動脈血流速度 (MCA 流速) を脳血流量の近似指標として連続的に測定することで, 2.5~25 秒間単位の脳血流変動の検討を可能にする手法が開発された¹⁾. 本研究では, 同手法が, 運転中の脳血流変動測定に応用可能かどうかにつき検討した. 更に, 応用可能であった場合, 安静時・運転時間の, 脳血流変動の差につき検討した.

2. 方法: 対象は, 健康成人 6 例 (男性 4 例, 女性 2 例, 年齢 39.8 ± 5.5 歳, 身長 164.0 ± 3.4 cm, 体重 62.1 ± 5.6 kg (平均 $\pm$ SE)), 運転歴 1 年以上の者とした.

TCD (WAKI 2-TC, Atys Medical) により, 経皮, 経側頭骨的に MCA 流速を連続的に測定した. 5 分間の測定中に TCD で得られた脳血流波形数から脈拍数を求めた. TCD プローブは 2MHz, 測定範囲は 15mm, 測定深度は 50

~70mm で血流波形が最も良好に得られる部位とした. 歯科用印象剤 (Extrude Medium, KERR (polyvinylsiloxane)) で被験者個別のプローブ固定具²⁾を作成し, その固定に弾性バンドを用いた (図 2).

実験は, 2001 年 4 月中の日中晴天時に, 被験者が運転し馴れた東京都内一般道 (環状 7 号, 環状 8 号線或いは川越街道) で, 可能な限り信号や渋滞等で停車しない条件で行った.

自動車は, 被験者が運転し馴れたものとした. 運転席で座位 30 分以上の安静の後, 開眼, 覚醒状態で安静時データを 5 分間取得し, そ

図2. 運転中の像
(実際には車窓は閉鎖している)

の後 5 分間の運転時データを取得した. その際, 車窓は閉鎖し, 車内温を 24°C に設定した (図 2). 測定機器と測定者は後部座席に着け, 運転作業の妨害や安全性には十分に配慮した.

取得データは, バッテリー付き DAT レコー

図1. 歯科用印象材によるプローブ固定具作成

ダ (Sony PC 204) にデジタル化して記録し、実験後、コンピュータ解析ソフト Hem (Notocord Systems) に 1KHz データにて取り込んだ。Hem 上で、1 拍毎の MCA 流速曲線積分値から 1 拍の MCA 流速平均値の経時的数列を求めた。それを解析ソフト DADISP 上でフーリエ変換解析によりスペクトルを得て、その低周波数帯 (LF: 0.04~0.15Hz) および高周波数帯 (HF: 0.15 ~ 0.4Hz) のパワー (cm^2/s^2) を算出した。

3. 結果: 心拍数および平均 MCA 流速は、安

表1. 心拍数, MCA流速の安静時, 運転中比較

	心拍数(/min)	MCA流速(cm/min)
安静時	73.7±5.3	71.1±4.8
運転中	78.2±7.7	70.0±6.1
p値	0.33	0.59

MCA流速: 中大脳動脈血流速度, mean±SE

静時と運転中の間に有意差を認めなかった (表 1)。MCA 流速変動の LF パワーは、安静時に比べ、運転中で、有意に増加した (図 3)。

図3. LF power

図4. HF power

一方、MCA 流速変動の HF パワーは、安静時と運転中で、有意な差を認めなかった (図 4)。

4. 考察: 本実験により、運転中の MCA 流速変動の連続的測定が可能であることが示され

た。更に、MCA 流速変動はその LF に於いて、運転労作により増加することが示された。MCA 流速は単位時間あたりの脳血流量を反映すると考えられている³⁾⁴⁾。従って、脳血流変動も運転労作により増加すると考えられた。

血圧変動 LF パワーは、交感神経活動由来の血圧変動を表し、脳血流変動はこれに影響され得る⁵⁾ことから、MCA 流速変動 LF の増加の原因として、運転という精神的或いは身体的労作による交感神経活動の賦活が関与したと考えられる。一方で、労作による生理的非定常化が加味されることから、この他に、運転作業により反復する筋ポンプの作用、不作用の関与⁵⁾や、今回モニタしていない呼吸による血圧変動の影響⁵⁾、更には運転労作を機転とする前庭系を初めとする神経入力的作用⁵⁾、血中炭酸ガス濃度の影響⁵⁾や路面の勾配変化による物理的要因、その他諸々の機序による脳血流速度自体の変動等が生じたものと考えられる。しかし、これ等のどの要素がどの程度関与したかということについては、本研究結果のみから確定することは困難であり、今後の検討課題とする。

参考文献

- 1) Giller CA.: The frequency dependent behavior cerebral autoregulation, Neurosurgery, 27, 362-368, 1990
- 2) Giller CA.: A new method for fixation of probes for transcranial Doppler ultrasound, J Neuroimag, 7, 103-105, 1997
- 3) Larsen FS et al.: Transcranial Doppler is valid for determination of the lower limit of cerebral blood flow autoregulation, Stroke, 25, 1985-1988, 1994
- 4) Newell DW et al.: Comparison of flow and velocity during dynamic autoregulation testing in humans. Stroke, 25, 793-797, 1994
- 5) 塩澤友規他: ヒト脳血流量自動調節機能に対する重力負荷の影響, 日大医学雑誌, 59 (10), 476-483, 2000