

# 中高年齢者の噛みしめ強度の違いによる 血圧，脳血流量応答

國學院大学	石山育朗
栃木短期大学	
(共同研究者) 共立薬科大学	木村真規
(株) ロッテ	滝口俊男
中央研究所	
同	関哲哉
東京慈恵会医科大学	鈴木政登

## Responses in Blood Pressure and Cerebral Blood Flow Volume During Chewing at Different Intensities in Middle-aged and Elderly Persons

by

Ikuo Ishiyama

*Tochigi Junior College Kokugakuin University*

Masaki Kimura

*Pharmaco-Therapeutics Laboratory,*

*Kyoritsu College of Pharmacy*

Toshio Takiguchi, Tetsuya Seki

*Lotte Co., Ltd. Chewing Gum Section*

Masato Suzuki

*Laboratory Medicine, Jikei School of Medicine*

### ABSTRACT

The present study was devised to clarify the characteristics in blood pressure and cerebral blood flow volume during chewing at different intensities in middle-aged and elderly persons. Measurements were taken of blood pressure (SBP, DBP), heart rate (HR), wave height of plethysmography ( $WH_{PTG}$ ), blood flow volume of the common carotid artery ( $BFV_{CC}$ ) and blood flow velocity ( $Vel_{BF}$ ) by ultrasound doppler using the A-mode method, and tympanum temperature ( $Tty$ ) during chewing at three kinds of

intensities while in a upright sitting position. Chewing consisted of one bite per second for 6 minutes and was conducted at each of the relative intensities of 25%, 50% and 75% of the maximal occlusal force ( $OF_{max}$ ). In addition, some physiological responses were reviewed in terms of cardiovascular and cerebral blood flow controls in middle-aged and elderly persons. Fourteen male volunteers (7 persons in the 38~75-yr group as the ME group, 7 persons in the 19~26-yr group as the Y group) cooperated as the subjects of this study. In the Me group,  $\Delta BFV_{CC}$  ( $\Delta$  indicates the difference from the resting value),  $\Delta Vel_{BF}$ , Tty increased significantly at 50% and 75% chewing. SBP, DBP and HR also were enhanced from the resting values significantly at 25%~75% chewing, and the elevation of SBP and the depression of  $WH_{PTG}$  were typically greater in comparison with changes in the Y group. Based on these physiological changes, it was predicted that the sympathetic nervous system was activated in the process of chewing. Furthermore, significant positive correlations were recognized between  $\Delta HR$  and  $Vel_{BF}$  ( $r=0.701$ ),  $\Delta HR$  and  $BFV_{CC}$  ( $r=0.616$ ), and DBP and  $Vel_{BF}$  ( $r=0.670$ ) at chewing. Based on these results, we estimated that vessel contraction and pressure response with chewing in the ME group were obviously greater than in the Y group. In conclusion, it was indicated that blood pressure increased more typically than cerebral blood flow volume during chewing in middle-aged and elderly persons. Therefore, it was suggested that chewing exercise might activate a brain function and keep flexibility of brain vessels by increasing cerebral blood flow during chewing. However, further increase of blood pressure would be expected by the strong chewing in the patients with hypertension. Finally, frequent chewing in a weak or moderate intensity might be recommended in daily life.

## 要 旨

本研究では、自歯を有する19~75歳の健康な男性14名(中高年齢者7名; ME群, 若年者7名; Y群)を対象に、最大咬合力の25%、50%および75%強度噛みしめ時の血圧(SBP, DBP)、心拍数(HR)、指尖容積脈波波高( $WH_{PTG}$ )、総頸動脈血流量( $BFV_{CC}$ )応答を観察し、中高年齢者における噛みしめ時循環動態の特徴を明らかにすることを目的とした。中高年齢者(ME群)では、血圧、心拍数は弱い強度の噛みしめ時から有意に上昇し、噛みしめと同時に交感神経系活動の亢進が惹起された。とくにSBPの上昇と $WH_{PTG}$

の平低は顕著であった。 $\Delta BFV_{CC}$  ( $\Delta$ , 安静値との差)、血流速度( $\Delta Vel_{BF}$ )、鼓膜温(Tty)は、中等度(50%)強度以上の噛みしめ時に有意な上昇をした。噛みしめ時には $\Delta HR$ と $Vel_{BF}$  ( $r=0.701$ )、および $BFV_{CC}$  ( $r=0.616$ )、またDBPと $Vel_{BF}$  ( $r=0.670$ )との間に正の有意相関が認められ、循環系には噛みしめによる圧負荷応答の存在が示唆された。これらの結果、中高年齢者は噛みしめによる脳血流量の増加に比較し、血圧の上昇が顕著であることが示唆された。

従って、噛みしめ(咀嚼)運動は脳血流量を一過性に増加させ、脳の活性化と脳血管の柔軟性を維持する効果が期待される。一方、高齢者や高血

圧患者の強い噛みしめには、一層の高血圧が惹起されることも懸念された。日常の咀嚼では、弱～中等度強度で回数を多く噛むことが薦められる。

## 緒言

65～69歳の者では平均18本の歯を喪失し<sup>1,2)</sup>、これは20歳代の者の約10倍近く、同年代の約3割の者は28本全歯を喪失している<sup>1)</sup>。歯の喪失は咬合異常を発現させ<sup>3)</sup>、食品の粉碎能（咀嚼効率）や唾液分泌等咀嚼機能の低下<sup>2,4)</sup>だけでなく、重心動揺の増大<sup>3)</sup>、握力・背筋力等筋力<sup>3～5)</sup>および咬合力の低下<sup>3)</sup>、全身反応時間の延長<sup>3)</sup>等、全身機能へも影響する。また、食べものの硬さに応じて咀嚼時脳血流量が増加し<sup>1,6～13)</sup>、喪失歯の多い高齢者では咀嚼時の脳血流量が低くなる可能性がある<sup>6)</sup>。また、痴呆高齢者の喪失歯数は健康高齢者に比し有意に多い<sup>4,11,12)</sup>。これらの知見<sup>1,2,4,6～13)</sup>は、歯の喪失によって咀嚼力が低下したことが脳への刺激の減弱をもたらすことを示唆している。しかし、痴呆によって口腔衛生管理不足から歯が喪失するのか、歯の喪失に伴う咀嚼機能低下<sup>2,4,11,12)</sup>が痴呆を発症させるのかは定かでない<sup>4)</sup>。このように咀嚼の影響が確認され、硬いものの咀嚼が薦められている<sup>4,6)</sup>。しかし、強く噛むといっても各自の噛む強さは多様で、その客観的強度はわかりにくい。また高血圧患者では、市販されているチューイングガムでも咀嚼時の血圧上昇が健常者より有意に大きい<sup>7)</sup>。咀嚼が必要とされる高齢者には高血圧患者が増加するので<sup>14)</sup>、咀嚼強度と血圧変化との関連の検討は必要であるように思われる。

そこで本研究では、中高年齢者を対象に各自の最大咬合力に対する相対強度（%  $OF_{max}$ ）として表した異なる強度の噛みしめ時の血圧、心拍数、指尖容積脈波波高、脳血流量応答を若年者と比較し、中高年齢者の循環動態の特徴を明らかにしようとして試みた。

## 1. 研究方法

### 1.1 対象者

本研究の被験者は、服薬または治療中の重篤な疾患がなく、咬合側大臼歯が自歯である19～75歳の健康な男性14名（中高年齢者7名、若年者7名）で、予め研究の主旨、内容の説明を受けた後に任意に参加した者であった。

### 1.2 噛みしめ負荷方法

被験者は、測定室到着後30分以上の座位安静を維持した後、体重（A&D AD-6201、最小秤量感度20g）、最大咬合力（ $OF_{max}$ 、長野計器GM10）、椅座位安静時血圧、心拍数および脳血流量等を測定した。被験者は、椅座位の状態ですトレインゲージ（共和電業PS-70KAM260、定格容量7Mpa）が2枚のステンレス板の間に装着された咬合板（厚さ5mm）を被験者が噛み易い側第1大臼歯に装着し、反対側第1大臼歯にも同じ形および硬さの咬合板をダミーロードとして装着した。そして、椅座位のまま最大の噛みしめを行い、最大咬合時の電位波形を卓上コンピュータ（IBM i1200）に記憶させた。噛みしめ強度は、最大咬合時ピーク波高（mV/V）をもとに25%、50%、75%  $OF_{max}$ の3つの負荷とした。各強度とも毎秒1回の頻度で6分間咀嚼させた。噛みしめ強度の調整は、被験者の正面に設置されたモニター画面上に記された目標相対強度レベルを維持することによってなされた。負荷は合計18分間で、噛みしめ運動後座位のまま10分間の回復期をとった。

### 1.3 測定項目

実験開始から終了まで2分間ごとに左肘正中皮動脈血圧（SBP、DBP）、心拍数（HR、以上日本コーリンSTBP-780）を記録した。右第2指先から指尖容積脈波（PTG；MLT1010 Pulse Transducer、バイオリサーチ）、および噛みしめ波形を実験開

始から終了まで連続して記録した (ML785 PowerLab/8sp, バイオリサーチ). 脳血流量として右総頸動脈血流量 (BFV<sub>CC</sub>) を測定し, 同部位の血流速度 (Vel<sub>BF</sub>), 血管径 (Dvesl) および収縮期-拡張期血管径差 (dD<sub>s-d</sub>) を超音波ドップラー法 (Aモード, 林電気QFM-21) にて実験中適宜記録した. 同時に, 同側鼓膜温 (Tty; テクノセブン Z2502-18001) を実験開始から終了まで1分ごとに記録し (テクノセブン K210), 得られた結果を若年者群 (Y群) と中高年齢者群 (ME群) で比較, 検討した.

#### 1. 4 統計処理

血圧, HR, 脳血流量等測定項目は, 年齢群別に平均値, および実測値の安静値からの差 ( $\Delta$ ) の平均値で表した. 群別平均値の差の検定には, 分散分析のF値に有意差が認められない場合, 対応のないStudentの*t*-testを, F値に有意差が認められた場合, Welchの*t*-testを用い, 安静値に対する $\Delta$ 値の検定には, 対応のあるStudentの*t*-testを用いた. 相関係数 (r) の検定にはPearsonの相関係数検定法を用い, いずれの検定も危険率5%以下のとき有意とした.

### 2. 実験結果

#### 2. 1 体格および安静値

各被験者の年齢, 体格および安静時の血圧, 脳血流量, 血管径, 指尖容積脈波波高 (WH<sub>PTG</sub>), 最大咬合力等の測定結果を表1に示した. ME群のSBP, DBPはY群より有意に高く, 収縮期-拡張期血管径差 (dD<sub>s-d</sub>) はY群より有意に小さかった. その他の項目には年齢による差異はみられなかった.

#### 2. 2 噛みしめ時血圧, 心拍数および指尖容積脈波の変化

最大咬合力 (OF<sub>max</sub>) に対する相対強度は, 両

表1 Physical features and resting values in cardiovascular functions, tympanum temperature (Tty) and maximal occlusal force (OFmax) of subjects.

		subj.; male	
		Young (Y; n=7)	Middle-aged &Elderly (ME;n=7)
Age	years	21.1 ± 2.8	56.7 ± 13.2
Height	cm	170.1 ± 6.7	166.4 ± 6.4
Weight	kg	62.9 ± 4.5	68.7 ± 8.8
Tty	°C	37.07 ± 0.32	36.76 ± 0.64
SBP	mmHg	120.9 ± 7.1	136.9 ± 12.7
DBP	mmHg	69.3 ± 10.5	80.3 ± 7.3
HR	bpm	67.7 ± 14.7	59.1 ± 12.0
BFV <sub>CC</sub>	ml/sec	6.07 ± 1.44	6.24 ± 1.43
Vel <sub>BF</sub>	cm/sec	18.78 ± 4.71	15.66 ± 4.42
Dvesl	mm	6.47 ± 0.84	7.18 ± 0.57
dDs-d	mm	0.641 ± 0.121	0.423 ± 0.202
OFmax	kgf	62.5 ± 14.2	52.9 ± 26.5
WH <sub>PTG</sub>	mV/V	160.5 ± 43.5	180.5 ± 57.3

Abbreviations : SBP, DBP=systolic and diastolic blood pressure, HR=heart rate, BFV<sub>CC</sub>:blood flow volume of the common carotid artery (CC), Vel<sub>BF</sub>=velocity of blood flow, Dvesl=vessel (CC) diameter, dDs-d=difference between systolic and diastolic diameter of vessel (CC), WH<sub>PTG</sub>= wave height of plethysmography. Values in the table indicate means ± SD. \* p<0.05, \*\* p<0.01

群とも概ね目標値の25% (Y群; 28.0%, ME群; 28.4%いずれも平均値, 以下同じ), 50% (Y; 54.5%, ME; 52.1%), 75% (Y; 76.6%, ME; 81.8%) を達成し, 両群間に有意差はなかった.

血圧 ( $\Delta$  SBP,  $\Delta$  DBP), 心拍数 ( $\Delta$  HR) および指尖容積脈波波高 (WH<sub>PTG</sub>, 対安静値%) の各強度噛みしめ時, および回復期の変化を図1に示した.  $\Delta$  SBP,  $\Delta$  DBP,  $\Delta$  HRは安静値に比し両群とも有意に上昇したが, ME群では弱い25%噛みしめ強度からSBPとHRの上昇がY群より有意に高かった. WH<sub>PTG</sub>は, 噛みしめと同時に両群とも安静値に比し有意な低下を示したが, Y群の低下率はME群より大きく, 両群とも実験終了まで波高が安静値まで回復しなかった.

#### 2. 3 噛みしめ時の脳血流量, 血流速度および血管径等の変化

右総頸動脈血流量 ( $\Delta$  BFV<sub>CC</sub>), 同動脈血流速度 ( $\Delta$  Vel<sub>BF</sub>), 収縮期-拡張期血管径差 (dD<sub>s-d</sub>)

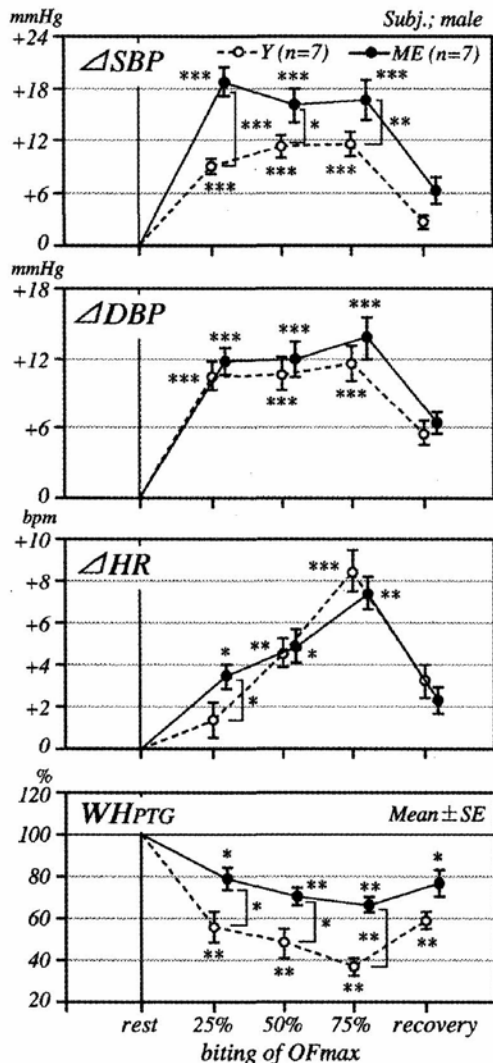


図1 Changes in blood pressure ( $\Delta SBP$ ,  $\Delta DBP$ ), heart rate ( $\Delta HR$ ) and waveheight of plethysmography ( $WHPTG$ ) during biting at 25%, 50% and 75% of the maximal occlusal force ( $OFmax$ ). The symbol ( $\Delta$ ) indicates a difference from the resting value. \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

および右鼓膜温 (Tty) の各強度噛みしめ時, および回復期の変化を図2に示した.  $\Delta BFV_{CC}$ ,  $\Delta Vel_{BF}$  は25%強度の噛みしめでは有意な増加が認められず, 50%以上の強度で増加傾向を示し, ME群に若干顕著であった.  $dD_{s-d}$  は, 安静時にみられた両群間の差が噛みしめ時に維持される傾向であったが, 安静値との差はみられなかった. Tty は, 50%強度以上の噛みしめで有意に上昇し, 回復期まで安静値に比し有意な上昇が維持された.

#### 2. 4 血圧, 脳血流量等項目間の相関関係

Pearsonの相関係数 (r) を用いて調べた結果を

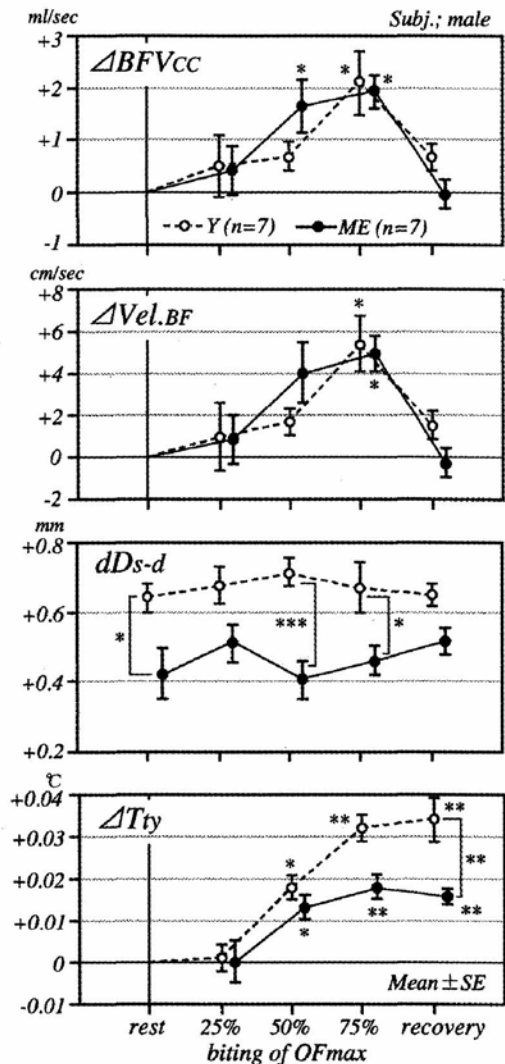


図2 Changes in blood flow volume of the common carotid artery ( $\Delta BFV_{CC}$ ), blood flow velocity ( $\Delta Vel_{BF}$ ), difference between systolic and diastolic diameter of the common carotid artery ( $dDs-d$ ) and tympanum temperature ( $\Delta Tty$ ) during biting at 25%, 50% and 75% of the maximal occlusal force ( $OFmax$ ). The symbol ( $\Delta$ ) indicates a difference from the resting value. \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

表2に示した. 両群とも噛みしめ時の心拍数 ( $\Delta HR$ ) と血圧 ( $\Delta SBP$ ,  $\Delta DBP$ ,  $r=0.274 \sim 0.461$ ), および鼓膜温 (Tty,  $r=0.690 \sim 0.772$ ), Ttyと血圧 ( $r=0.257 \sim 0.383$ ) との間には有意な正の相関がみられた. 脳血流量 ( $\Delta BFV_{CC}$ ) と血流速度 ( $\Delta Vel_{BF}$ ) には高い相関係数 ( $r=0.729 \sim 0.991$ ) が両群で示された. 従って, 噛みしめ時にはHRが増加して血流量が増加し, 血圧も上昇することが示された. 両群のTtyと $BFV_{CC}$ には正の相関がみられた ( $r=0.259 \sim 0.300$ ,  $p < 0.05$ ). ME群では

表2 Correlation coefficients (r) between parameters

	Y	subj.,male ME
HR vs SBP	0.274*	0.541**
Δ HR vs Δ SBP	n.s.	0.427**
Δ HR vs Δ DBP	n.s.	0.461**
HR vs Tty	0.690**	0.772***
HR vs Vel <sub>BF</sub>	n.s.	0.591**
Δ HR vs Vel <sub>BF</sub>	n.s.	0.701**
Δ HR vs BFV <sub>CC</sub>	n.s.	0.616**
HR vs WH <sub>PTG</sub>	-0.910***	n.s.
Δ SBP vs Tty	0.307*	n.s.
Δ DBP vs Tty	0.257*	0.383**
DBP vs Vel <sub>BF</sub>	n.s.	0.670**
DBP vs dDs-d	-0.753**	n.s.
Tty vs Δ BFV <sub>CC</sub>	0.300*	0.259*
Tty vs WH <sub>PTG</sub>	-0.643**	n.s.
BFV <sub>CC</sub> vs Dvesl	0.450**	n.s.
BFV <sub>CC</sub> vs Vel <sub>BF</sub>	0.729**	0.867***
Δ BFV <sub>CC</sub> vs Δ Vel <sub>BF</sub>	0.986***	0.991***
BFV <sub>CC</sub> vs dDs-d	0.628**	n.s.
%OF <sub>max</sub> vs Vel <sub>BF</sub>	0.463**	n.s.
%OF <sub>max</sub> vs WH <sub>PTG</sub>	-0.435**	n.s.

abbreviations : Y=young subject, ME=middle-aged & elderly subject, SBP & DBP=systolic and diastolic blood pressure, HR=heart rate, BFV<sub>CC</sub>=blood flow volume of the common carotid artery (CC), Vel<sub>BF</sub>=velocity of blood flow, Dvesl=vessel (CC) diameter, dDs-d=difference between systolic and diastolic diameter of vessel (CC), WH<sub>PTG</sub>=wave height of plethysmography, %OF<sub>max</sub>=intensity in ratio against maximal occlusal force, n.s.=not significant, Δ=difference from resting value.

\*p<0.05, \*\*p<0.01, \*\*\*p<0.001

Δ HR と Vel<sub>BF</sub> (r=0.701), および BFV<sub>CC</sub> (r=0.616), さらに DBP と Vel<sub>BF</sub> (r=0.670) に正の有意な相関が認められた。一方, Y 群では BFV<sub>CC</sub> と血管径 (Dvesl, r=0.450), および収縮-拡張期血管径差 (dDs-d, r=0.628) との間, 噛みしめ強度 (%) と Vel<sub>BF</sub> (r=0.463) との間に正の有意な相関が認められた。さらに DBP と dDs-d (r=-0.753), 指尖容積脈波波高 (WH<sub>PTG</sub>) と HR (r=-0.910), および噛みしめ強度 (r=-0.435) との間に負の有意な相関がみられた。

### 3. 考 察

超高齢化社会にある我が国では, 疾病に罹患しやすい高齢者の健康維持は重要課題である<sup>14)</sup>。生活習慣病が増加している現在では, 罹患しにく

い健康な身体を獲得する目標として, 日常生活における栄養, 運動, 休養に関する10か条が提言されている<sup>14)</sup>。高齢者では, 食生活における咀嚼機能が重要視される<sup>14)</sup>。健康人でも, 加齢による脳への栄養, 酸素供給機能低下に起因した脳萎縮が発現すると考えられている<sup>15)</sup>。また, 中年以降高齢期にう蝕や歯周病による喪失歯の増加と, 軟食嗜好かつ丸呑み傾向の食生活は, 脳, 神経系機能低下が無意識のうちに助長される可能性が危惧される<sup>2,15,16)</sup>。

さて本研究は, 中高年齢者における噛みしめ強度の違いによる血圧, 脳血流量応答の特徴を個々の最大咬合力に対する相対値から明らかにしようと試みられた。最大咬合力発揮時には, 咬筋-神経制御系の影響で片側最大咬合力が両側咬合力に比し3~5%高値を示す<sup>17)</sup> ので, 日常の咀嚼を想定して咬合板を両側第1大臼歯に同時装着して噛みしめ負荷を与えた。血圧は, 噛みしめ強度漸増に伴い両群とも安静値に比し有意に上昇し, 各強度のSBPはME群がY群より有意に高値であった。またME群のWH<sub>PTG</sub>は, 噛みしめ開始から実験終了時まで安静値より20~30%の低値を維持し, Y群ほど平低しなかった(図1)。WH<sub>PTG</sub>の平低は, 血管収縮による血管径の狭小化を推察させ, HRの上昇とともに交感神経系活動の亢進を示唆する<sup>18)</sup>。ME群では加齢による血管の硬化が考えられ, このことはWH<sub>PTG</sub>の平低がY群ほど顕著にならなかった理由の1つと推察される。また, ME群で観察された血管径差 (dDs-d) の維持現象(図2), およびHRと血圧, BFV<sub>CC</sub>, Vel<sub>BF</sub>との相関関係の結果は, 噛みしめによる圧負荷応答の存在を推測させる。ME群の血圧, HR, 血管運動 (WH<sub>PTG</sub>) は噛みしめ開始時から有意な変化を示したのに対し, 脳血流量 (BFV<sub>CC</sub>), 血流速度 (Vel<sub>BF</sub>) および鼓膜温 (Tty) は50%強度以上で有意上昇した(図2)。Ttyは内頸動脈血流量の変化を反映する<sup>19)</sup> と考えられている。

本実験ではTtyとBFV<sub>CC</sub>の間に有意な正の相関( $r=0.216$ )が認められたので、噛みしめ時に脳血流量は増加した、と考えられる。ME群の噛みしめ時Ttyの上昇はY群より低値であったが、これは年齢による噛みしめ刺激に対する体温調節系応答差かもしれない。なお、超音波ドップラー法は血行力学的波形変化から血流動態を推定する方法に比べ変動が小さく、臨床的に応用しやすいと考えられている<sup>20)</sup>。さて、咀嚼(噛みしめ)刺激は三叉神経の求心性神経を經由し脳血管に伝達され、血管拡張作用物質(P物質)を放出させる<sup>21)</sup>。咀嚼時には血中カテコールアミン、および乳酸濃度が上昇し<sup>7,8,21)</sup>、咀嚼刺激に伴う交感神経系活動亢進によるHR、血圧の増加は先行研究でも観察されている<sup>7,8,22,23)</sup>。咀嚼(噛みしめ)時には、これらの変化に同期して脳血流が増加する、と推察される。噛みしめを発現させる咬筋前部には筋紡錘が多数存在する<sup>34)</sup>。また歯根膜受容器等歯周の感覚受容器からのインパルスも加わることから、噛みしめ刺激に対する生体応答は他の筋に比し大きいと考えられている<sup>7,24)</sup>。本実験の血圧、WH<sub>PTG</sub>の結果は、高血圧患者のガム咀嚼実験の結果<sup>7)</sup>を追証した。中高年齢者では、血圧および心拍数における噛みしめ刺激に対する交感神経系反射が、加齢の影響によって若年者より顕著になると推察する。しかし本実験のBFV<sub>CC</sub>は、高血圧者の咀嚼実験結果<sup>7)</sup>に比べ50%以上の低値、かつ最も弱い噛みしめ時の増加量も低かった。これは、被験者を仰臥位で測定した先行研究に対し、本実験は座位で測定したことによる影響と考えた。またME群では、弱い噛みしめ時の血圧上昇が、強い噛みしめより大きい傾向がみられた。中高年齢者は、とくに初めの目標線までの噛みしめ感覚が容易につかめず、目標より強く噛む傾向がみられたことが原因かもしれない。

ところで、脳血管障害による痴呆患者は、脳血流量の減少に起因した脳組織障害の影響が指摘さ

れている<sup>15,25)</sup>。従って、日常生活における咀嚼の脳への刺激<sup>2,3,13,26)</sup>は重要であると思われる。実験終了後、被験者は、普段の食事時に75%強度の噛みしめ(奥歯とその部分の下顎に圧迫感、食い縛り感がある)をすることはなく、概ね25%強度(上下の奥歯が触れるが噛みしめる感覚のない)で、たまに50%強度の噛みしめ(奥歯の硬さを感じて噛みしめ感覚がある)をすることを任意に述べた。これらの結果から、中高年齢者では、著しい血圧上昇を伴わずに脳血流量を増加させる強度として、軽い噛みしめ感覚がある咀嚼(最大の3~4割の力)が薦められると思われた。中高年齢者の咀嚼では、強く噛むのではなく回数を多く噛むことが望まれる。

#### 4. まとめ

中高年齢者を対象にした最大咬合力に対する相対強度の噛みしめ実験の結果、以下のことが明らかになった。

- 1) 収縮期血圧は25%強度で最も高く、50%、70%強度と差がみられなかった。どれも若年者に比較し有意に高かった。
- 2) 拡張期血圧も弱い強度から有意に上昇し、他の強度とも差がみられなかった。
- 3) 心拍数は、強度に応じて漸増し若年者との差はなかった。
- 4) 指尖容積脈波波高は、弱い強度から有意に平低したが若年者ほど低下せず、噛みしめ終了10分後まで回復しなかった。
- 5) 脳血流量は中等度強度以上の噛みしめで有意に増加した。

これらの結果から、中高年齢者の噛みしめでは、脳血流量の増加に比較し血圧の上昇が顕著であることが示唆された。従って、噛みしめ運動は脳の活性化と脳血管の柔軟性を維持する効果を期待できる一方で、高血圧患者ではさらなる血圧上昇、高血圧が懸念された。本研究によって、薦められ

る噛みしめは強いことでなく、弱～中等度強度までの回数の多い噛みしめであることが明らかになった。

### 謝 辞

本研究を行うにあたり、研究助成を頂いた(財)石本記念デサントスポーツ科学振興財団に深く御礼申し上げます。なお、血液生化学成分分析を行う予定でありましたが、予算の関係上不可能となりました。深くお詫び申し上げます。

### 文 献

- 1) 鈴木政登, 石山育朗: 高齢者の身体機能と運動, 体育科学, 29, 156-178 (2000)
- 2) 木村修一, 小林修平監修: 高齢者の咀嚼, 栄養とエイジング, 133-137, 建帛社, 東京 (1993)
- 3) 小林義典, 松本敏彦, 石上恵一, 平井敏博: 咬合と全身の機能との関係, 補綴誌, 40, 1-23 (1996)
- 4) 渡辺郁馬: 健康で活動的なほど残存歯数が多い, Medical Tribune (9月16日付), p43 (1993)
- 5) 渡辺郁馬: 3章15老年歯学, 新老年学, 882-897, 東大出版会, 東京 (1992)
- 6) 鎌田正毅, 野村律子, 椿浩明, 鶴岡明, 藤本司: 咀嚼と脳血流量の変化, 日本歯科評論, 584, 37-48 (1991)
- 7) 石山育朗: 咀嚼運動時の生体応答, 日本咀嚼学会雑誌11 (1), 3-12 (2001)
- 8) 石山育朗, 鈴木政登, 松原茂, 滝口俊男, 工藤照三, 鈴木義久, 佐藤吉永: ガム咀嚼時の交感・副交感神経機能, 日本咀嚼学会雑誌, 8 (1), 42-52 (1998)
- 9) 鈴木政登: 咀嚼と全身の機能, 日本歯科評論, 620, 85-94 (1994)
- 10) 鈴木政登, 石山育朗, 滝口俊男, 石川久史, 鈴木義久, 佐藤吉永: チューイングガム咀嚼時総頸動脈血流量, 酸素摂取量, 心拍数および血圧反応に及ぼすガムの硬さの影響, 日本咀嚼学会雑誌, 4 (1), 51-62 (1994)
- 11) 鎌田正毅, 野村律子, 椿浩明, 劉援昌, 藤本司: 咀嚼とボケと脳血流量の変化, J. Orthodont Practice (JOP), 5 (10), 37-48 (1989)
- 12) 鎌田正毅, 野村律子, 椿浩明, 鶴岡明, 藤本司: 咀嚼とボケと脳血流量の変化—第2報, J. Orthodont Practice (JOP), 7 (1), 23-29 (1991)
- 13) 千田道雄: 咀嚼による局所脳血流変化の解析, 日本歯科評論, 620, 105-113 (1994)
- 14) 日本栄養士会: 健康日本21と栄養士活動, pp6-7, 110-112, p121, 151-153, 東京 (2000)
- 15) 武田俊平, 松沢大樹, 山田健嗣: 加齢による脳血流量の低下と脳萎縮の関係, 日本老年医学会雑誌, 24 (5), 437-443 (1987)
- 16) 米本恭三, 青木治人, 小林一成, 吉村正藏: 頸動脈血流と知的精神機能, 総合リハビリテーション, 13 (4), 259-263 (1985)
- 17) Ohtsuki T.: Changes in Strength, Speed, and Reaction Time Induced by Simultaneous Bilateral Muscular Activity, Interlimb Coordination, 259-274, Academic Press, Inc. (1994)
- 18) 豊島裕子, 豊島良一, 下條貞友, 宮原正: 指尖容積脈波のデジタル記録による波高変動係数の定量と, その臨床的意義, 自律神経, 24 (1), 45-49 (1987)
- 19) 内野欽司: ヒト鼓膜温の生理学的意義, 日本生理学雑誌, 51, 387-404 (1989)
- 20) Kohler T. R., Langlois Y., Roederer G. O., Phillips D. J., Beach K. W., Primozich J., Lawrence R., Nicholls S. C. and Strandness D. E. Jr.: Variability in measurement of specific parameters for carotid duplex examination, Ultrasound in Med. & Biol., 13 (10) 637-342 (1987)
- 21) 佐藤昭夫, 内田さえ: 脳血流の神経性調節とその意義, 循環器科, 39, 330-337 (1996)
- 22) Bakke M., Thomsen C. E., Vilmann A., Soneda K., Farella M. and Møller E.: Ultrasonographic assessment of the swelling of the human masseter muscle after static and dynamic activity, Archs oral Biol., 41 (2) 133-140 (1996)
- 23) Farella M., Bakke M., Michelotti A., Marotta G. and Martina R.: Cardiovascular responses in humans to experimental chewing of gums of different consistencies, Archs oral Biol., 44 (10) 835-842 (1999)
- 24) Morimoto T., Inoue T., Masuda Y. and Nagashima T.: Sensory components facilitating jaw-closing muscle activities in the rabbit, Exp Brain Res., 76, 424-440 (1989)
- 25) 福山秀直: PETによる痴呆患者の解析, 神経進歩, 34 (5), 693-701 (1990)
- 26) 船越正也, 佐橋喜志夫: 咀嚼と学習効果, 日本歯科評論, 620, 73-84 (1994)