原 著

チューインガム咀嚼時の顔面温分布に関する研究

土 屋 公 行 高 田 健 治* 保 田 好 隆*
作 田 守* 森 本 俊 文

大阪大学歯学部口腔生理学講座 (主任: 森本俊文教授)

* 大阪大学歯学部歯科矯正学講座 (主任: 作田 守教授)

〔受付: 平成元年7月21日〕

A thermographic study on gum chewing effort

Hiroyuki Hijiya, Kenji Takada*, Yoshitaka Yasuda*,
Mamoru Sakuda* and Toshifumi Morimoto

*Department of Oral Physiology (Prof. T. Morimoto) and *Department of
Orthodontics (Prof. M. Sakuda), Osaka University, Faculty of Dentistry
1-8, Yamadaoka, Suita, Osaka, 565*

〔Accepted for publication : July 21, 1989〕

Key words: thermography / gum chewing / facial skin temperature

Abstracts: The temperature distribution of the lateral half of the facial skin was thermographically evaluated in 6 male subjects. The dimensions of areas on the facial image which revealed increase in temperature of (1) more than 1.4°C (Area 2H) and (2) more than 2.1°C (Area 3H) were compared before, during and after gum-chewing effort of 5 minutes under a constant room temperature (26°C). Areas 2H and 3H increased by 15.2 % and 15.0 % after 5 minutes gum-chewing, respectively. The increment of the dimension was remarkable in the skin area overlying the masseter muscle. Two patterns were noted in the change of temperature distribution after cessation of the gum-chewing effort, i.e., one is that the area decreased immediately after cessation of gum-chewing and the other is that the change was not significant at least 5 minutes after the cessation. It should also be noted that open/close mouth movements for 5 minutes without chewing gum revealed no significant change in the temperature distribution. The present study is the first report which quantitatively determined significant change in facial temperature distribution in accordance with chewing efforts. The obtained results suggest possible use of thermograph in indirect measurement of masticatory muscle activity, particularly the jaw-closing muscle activity.

緒 言

咀嚼時における筋活動の状態はこれまでは主として筋電図を利用して研究されてきた。この様な筋肉の電気活動を直接記録する方法とは異なつて、筋収縮に伴う筋温の上昇を測ることにより間接的に筋活動状態を推察することが出来ると考えられる。筋温の計測にはサーミスターを用いて局

所の温度を計る方法とサーモグラフィを用いて筋全体の温度分布を知る方法がある。後者は、人体表面から自然に放射している赤外線をとらえ、非接触で皮膚または粘膜の温度を測定して色調表示する方法であり¹⁾、歯科領域でも各種疾患の診断に用いられている²⁻⁷⁾。また、測定に際しレントゲン撮影の様な障害は全くなく、何回もくり返し経時的に測定ができ、しかも被験者に苦痛や不快感を与えずに診断や効果の判定が即座にできるとい

う特色を有している。Berry and Yemm⁸⁾ はサーモグラフィ法を用いて咀嚼時の顔面温分布変化を初めて調べ、咀嚼に伴って、顔面皮膚温が変化することを認めた。しかし、定量的な分析を行っていないために、どの様に変化したのか、その変化が有意であったのか等の詳細は依然不明のままである。そこで、本研究では咀嚼時の側方顔面温度分布を咀嚼前のそれと比較することにより、咀嚼筋活動による顔面温度変化を定量的に評価することを試みた。

被験者及び方法

被験者は、顎・顔面及び口腔に著しい異常や疾患の認められない健康な成人男子6名（平均年齢27.7歳）である。

実験に先立って安静な状態で電子体温計（テルモ社製、C20）を用いて被験者の舌下温を計測した。

1. 測定器機

顔面温の測定は赤外線診断装置サーモトレーサ（日本電気三栄社製、6T67）を用いた。本装置は液体窒素で冷却した HgCdTe を検出器として生体表面から輻射される微量の赤外線を検出し、電気的に増幅した後ブラウン管上に温度の高低に応じた色調として表示する。測定温度範囲は $-10^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ 、温度分解能は 0.025°C である。画像表示は白黒濃淡表示、64階調、32階調、16階調および8階調カラー表示、水平および垂直波形表示等である。走査線数は300本で、スポット温度、等温線温度および表示温度範囲のデータ表示が可能である。本装置では、画像の中心温度、温度幅、グレー・スケールなどが欄外に表示される。ここで中心温度とは画像内に表示されうる最高温と最低温の中間値であり、また温度幅とは最高温と最低温の差である。本研究では中心温度の設定のためにあらかじめチューインガム咀嚼前の一画像を走査し、その画像の中心温度の分布領域が顔面全体の5～10%の範囲で出来るだけ被験者間で等しくなるように同一術者が中心温度を設定した。また温度幅はすべて 5.6°C とし、 0.7°C 毎の8階調カラー表示を行った。なお、画像の記録には CRT の画面をカラースライドフィルムで撮影し、これを

用いた。

2. 測定方法

赤外線サーモグラフィの撮影は午前9時半～午後7時の時間帯で、食事摂取後少なくとも1時間を経過した後、エアコンディショニングされた無風状態の部屋で行った。室温が顔面温度分布に影響を及ぼすこと⁹⁾、また、季節によって顔面温自体も異なることが考えられる。そこで、先ず3人の被験者について 24°C 、 26°C 、 28°C の2度毎に温度の異なる室温を設定し、上記の様な方法で顔面温分布を調べた。その結果、 28°C の室温では被験者は暖く感じると共に咀嚼中に上昇した顔面温は測定時間中、元の値に戻らず上昇したままであった。一方、 24°C の室温は涼しく感じ、中心温を変化させても咀嚼中の顔面温の変化は少なかった。一方、各人が快適と感じた 26°C では、咀嚼中および咀嚼後に下に記す様な明確な顔面温分布の変化を認めた。したがって、以下の実験では室温を 26°C にして行った。なお、本実験はすべて9月下旬に行っている。また、本実験では約20分間室温に順応させた後、被験者にはやや硬いタイプのチューインガム（Rheo Meter 圧146kg、江崎グリコ社製）1枚を習慣性咀嚼側で5分間自由に咀嚼させた。

赤外線サーモグラフィの撮影は、被験者に背もたれのない椅子に上体を直立して座った状態で自然頭位をとらせ、咀嚼側および非咀嚼側の側面像について行った。咀嚼側ではチューインガム咀嚼前、咀嚼開始5分後、咀嚼終了5分後、10分後および30分後の5つの時点で行い、また非咀嚼側では咀嚼前、咀嚼開始5分後、咀嚼終了10分後および30分後の4つの時点で行った。

さらに上記の実験とは独立して咀嚼開始より1分毎に5分間、咀嚼側において計測を行い、咀嚼中の顔面温分布の変化をより詳細に調べた。また、チューインガムを咀嚼しないで単に顎開・閉運動を5分間繰返した場合の顔面温分布についても運動開始1分、3分、5分後の各時点で、上記と同じ顔面側で測定した。

3. 分析方法

顔の半側面の赤外線サーモグラフィの像（Fig. 1 左）を定量化するために、中心温度から2

Fig. 1 Infra-red thermogram of lateral half of the face (left figure) and tracings of contours of the Area 2H and the Area 3H (right figure).

階調および3階調以上、温度上昇のあった領域すなわち 1.4°C 以上高温部(2H部)および 2.1°C 以上高温部(3H部)をFig 1右に示すようにトレースした。そして、これらの部分の面積が顔の側面像全体の面積に対して占める割合をそれぞれ計算した。さらに、これらの顔面部の内、咬筋相当部(Fig. 2のPorion(1), 直線Porion-Su-bnasaleとNasion-Gnathionとの交点(2), Gnathion(3), Gonion(4)を結ぶ直線で囲まれた部分)について別個に分析した。結果について以下の分析を行った:

- 咀嚼時間と顔面温分布との関係
- 咀嚼終了後の顔面温分布の時間的变化
- 咀嚼側, 非咀嚼側での顔面温分布の比較
- 単純な顎開・閉運動と顔面温分布との関係
- 舌下温と中心温度の関係

なお、咀嚼経過に伴う温度分布の変化を定量的に評価する場合、咀嚼前の2H部及び3H部の領域の面積を基準(100%)として面積の正規化を行った。この面積は設定される中心温度の僅かな違

いによって異なってくる可能性がある。そこで2人の被験者について得られた同一データを肉眼的観察から最も適当と考えられる中心温度に設定した場合(A)およびこの温度から、上、下に 0.6°C づつ変化させた場合(BおよびC)について、2H部および3H部の面積がどの様に影響されるかを調べた。その結果、上下いずれの方向に中心温度変化をさせても咀嚼の経過に伴う2H部および3H部の面積の咀嚼前における面積に対する変化率は元の場合の変化率とほぼ等しいことが判明した。すなわちAとB間およびAとC間の変化率の相関係数は $0.93\sim 0.98$ の範囲であった。したがって、中心温度の設定を肉眼的観察によって最も適当と考えられる温度に設定しても、結果に著しい影響を及ぼさないと云える。

また、本実験では顔面温の計測開始から終了までに35分間を要するがこの間被検者が安静にしているても生ずる温度分布の変化がどの程度であるかを知る必要がある。そこで3人の被検者について計測開始時、15分後、35分後の3時点における2

Fig. 2 Schematic representation of the Masseter Area defined as dimension of a rectangle encased by lines connecting points 1, 2, 3, and 4. 1, Porion; 2, intersection of lines Porion-Subnasale and Nasion-Gnathion; 3, Gnathion; 4, Gonion. Location of Gonion is identified by a visual check and palpation. A sensing tape (4 mm diameter) is placed for thermographic recording.

H 部, 3 H 部の変化を調べた。その結果, 計測開始時の 2 H, 3 H 部の面積を100%とすると15分後には 2 H 部 $101.57 \pm 0.78\%$, 3 H 部 $99.67 \pm 0.75\%$, 35分後には 2 H 部 $100.97 \pm 2.03\%$, 3 H 部 $100.14 \pm 0.47\%$ でいずれも計測開始時点より有意の変化を認めなかった。したがって, 被検者が安静にしている場合には測定時間内で顔面温分布に著しい変化は生じないと云える。

4. 実験結果の統計処理

各被験者の正規化面積について, 咀嚼開始前の正規化面積を100%とした時の咀嚼開始後の計測時点における面積増加率を求め, その被験者群全体の平均を求めた。咀嚼開始後に面積が有意に増加したか否かについては対をなす試料の t 検定法により判定した。また, 咀嚼側と非咀嚼側ならびに咀嚼運動時と下顎の開閉口運動時の顔面温分布

の間に差異があるかについても前記の検定法を適用した。なお, 検定の有意水準は5%とし, 本文の図中*で示した。また, 1%水準で有意差ありの場合は**で示した。

結 果

1. 咀嚼時間と顔面温分布との関係

チューインガムを5分間利き噛み側で咀嚼すると顔面温は上昇し, 高温領域は広がった。また, この温度分布は, 咀嚼終了後, 次第に咀嚼開始前の状態に戻る傾向を示した。この様な顔面温度分布の咀嚼時間に対する変化を Fig. 3 にグラフ表示した。図中, 実線で示すように咀嚼側の顔面温分布はチューインガム咀嚼開始後5分時に顔の半側面全体で中心温度より 1.4°C 以上高い領域(2 H 部)が平均15.2%の増加であり, 2.1°C 以上高い領域(3 H 部)が平均15.0%の増加を示した。この顔面温の上昇傾向は Fig. 4 に示すように咬筋相当部で一層顕著であった。すなわち, 2 H 部は平均37.1%増加し, 3 H 部は平均17.8%増加した。

一方, 非咀嚼側での顔面温度分布は Figs. 3 および 4 に点線で示した。咀嚼終了時における非咀嚼側の 2 H 部, 3 H 部の拉ろがり, 咀嚼側のそれと有意の差はない。すなわち, 非作業側であっても顔面温は上昇した。しかし, 咬筋相当部のみを取り上げると 2 H 部には有意差は認められなかったが, 3 H 部では咀嚼側の方が非咀嚼側よりも有意に広がった ($t=2.685$, $p<0.05$)。これらの結果から考えると, 非咀嚼側においても鼻翼部や口唇, 頤部など左右側が連続した組織での温度上昇があるため顔面温の上昇は認められるが, 咀嚼側における程, 閉口筋の収縮力が強くないために温度上昇率が高くないと云える。

以上の様に, 5分間のチューインガム咀嚼で顔面温の上昇することが明かとなったので, さらに咀嚼側での顔面温分布の変化を1分毎に経時的に分析した。その結果は, Fig. 5 に実線で示すように, 2 H 部, 3 H 部の面積は咀嚼の経過と共にほぼ直線的に増大した。一方, チューインガムを咀嚼しないで単に顎開・閉運動を繰返し行った場合には顔面温分布は 2 H 部ではやや減少, 3 H 部では

Fig. 3 Changes in temperature distribution pattern of the overall lateral facial areas on chewing and non-chewing sides. The area 2H denotes dimension of the areas which revealed temperature distribution of higher than 1.4°C compared to the central temperature. The area 3H represents dimension of the areas which showed temperature distribution of higher than 2.1°C compared to the central temperature. Dimensions are normalized to those measured at the initial recording session. Asterisks * and ** denote 5% and 1% levels of significance, respectively.

有意の増加を示したが、いずれも変化率は咀嚼時の変化に比べると無視し得る程僅かであった。これらの結果から、顔面温の上昇はガムを上下歯間で咀嚼することにより、閉口筋に負荷がかかることに起因していると言える。

2. 咀嚼終了後の顔面温分布の経時的変化

Fig. 3 に示すようにチューインガム咀嚼終了時点から30分後までに咀嚼側では顔の半側面全体で2H および3H 部は4.7%および9.8%の減少があったが、なお咀嚼前に比して有意に広がった。すなわちチューインガム咀嚼終了後30分経過して

Fig. 4 Changes in temperature distribution in the Masseter Area on chewing and non-chewing sides. For legend, see Fig. 3.

も顔面温分布は完全には元の状態まで回復していないことを示している(2H 部, $t=2.619$, $p<0.05$; 3H 部, $t=6.27$, $p<0.01$)。これと同様の傾向は Fig. 4 に示すように咬筋相当部でも2H 部についてみとめられた($t=2.952$, $p<0.05$)。しかし、3H 部は咀嚼終了時に比べて15.1%の減少があり、咀嚼前の分布面積とは有意差を認めなかった($t=2.370$, $p>0.05$)。また、非咀嚼側では、咬筋相当部の2H 部を除いて、いずれも咀嚼終了後30分には元の顔面温分布状態に戻った。

咀嚼終了後の顔面温分布について注意すべき所見の1つは、咀嚼を終了後直ちに温度が低下しはじめる者と必ずしも、温度が直ちに低下しない者が存在することである。また、これについては個人差が大きく、高温部(2H 部)の広がりや咀嚼終了5分時に最も広くなる場合が多かった。ただし、3H 部ではいずれもガム咀嚼終了時点で面積は最大となった。したがって、温度上昇のピークはチューインガム咀嚼終了時から5分経過する間に現われると云える。

Fig. 5 Changes in temperature distribution in the Facial Area during the time course of 5 minutes after the initiation of chewing efforts of chewing-gum (solid lines). For comparison, changes in temperature distribution after the initiation of open-close cyclic jaw movement are represented (dotted lines). Asterisks * and ** designate 5% and 1% levels of significance, respectively.

3. 咀嚼に伴う顔面温度分布変化の空間的パターン

咀嚼の経過に伴う高温部 (2H 及び 3H 部) の経時的な面積変化については上に記したが、この様な変化は顔面のどの部分に表われるかを調べた。まず、安静時に高い温度を示す顔面部としては耳孔とその直前部、側頭部 (こめかみ) および咬筋前縁レベルの下顎下縁部などで、耳孔を除くと比較的太い動脈が皮下の浅い所に存在する部位とよく一致している。また、頸部も総頸動脈に近いので温度が高かった。一方温度が低い所としては頬骨弓前方で眼窩下部および下顎の頤部等である。鼻部および口唇部の温度は個人差が大き

い。咬筋表面部も通常は比較的温度が低い。咀嚼経過に伴って顔面高温部の面積が広がるが、その広がり方には2つのパターンが認められた。1つは Fig. 6A に示すように安静時の高温部から周辺に広がるパターン、他の1つは先の高温部から周辺に高温領域の拡がりも認められるが、その広がり方は小さく、むしろ先の高温部とは別の高温部分が不連続に点状に出現するパターンである (Fig. 6B)。咬筋部表面温度についても、下顎下縁から次第に拡がって咬筋全体に及ぶもの (3名) と、下顎下縁以外に咬筋中央部の温度が先ず上昇するもの (3名) とが認められた。

また、上記いずれのパターンでも口唇部および鼻翼部の温度はチューインガム咀嚼によって上昇した。これらの温度上昇部位は咬筋、側頭筋前腹、口輪筋、オトガイ筋に相当する部分、頸動脈および顔面動脈に相当する部分である。一方頬骨弓前縁の温度は5分間の咀嚼では著しい上昇は認められなかった。

4. 中心温度と舌下温

被験者間で安静時の顔面温度が若干相違するため中心温度は被験者毎に多少異なることになる。もし、顔面温が舌下温と密接に関係するなら、舌下温が中心温度の設定に役立つと考えられる。そこで、中心温度と被験者の舌下温との間の相関性を検討した。なお、この実験では上記の6人の他に9名の被験者を加えて計15名について計測した。その結果、これら2つの変数の間には有意の相関は認められなかった ($n=15$, $r=0.089$, $p>0.05$)。したがって、中心温度の設定に舌下温は必ずしも良い指標にはならないと云える。

考 察

1. 赤外線サーモグラフィーの撮影条件

咀嚼に伴う顔面温度分布の変化を定量的に測定するためには種々の外的・内的因子を出来るだけ測定に影響を与えないような状態に保つ必要がある。

a). 顔面皮膚温に影響を与える外部環境因子
皮膚温とその分布に影響を与える最大の外部環境因子として室温と風速を考慮する必要がある。

室温の条件としては、軀幹の表面温度測定にお

Fig. 6 Two major distribution patterns of facial temperature in association with chewing efforts. Top, diffusive temperature distribution pattern extending from a zone which revealed high temperature before the initiation of chewing: Bottom, spot-like high temperature zoning pattern. The definitions of the Areas 2H and 3H are identical with those described in Fig. 3.

いては藤正ら¹⁰⁾は 27°C 位から上に保つ必要があると述べ、三木ら^{9,11)}は 26°C 前後とする必要があると述べている。また、顔面温を計測した従来の研究^{4,5,12-15)}では多くの場合 $20\sim 25^{\circ}\text{C}$ 位の室温設定が行われている。また、三木ら⁹⁾は室温を 24°C と 26°C にした場合、時間経過と共に手や足の表面温は室温が低い程、低下を示したが顔面温は比較的一定していたと報告している。松田¹⁶⁾は、年間を通じた顔面・四肢のサーモグラフィ測定で 25.0°C から 28.9°C (平均 26.7°C)の温度設定を行っている。

本実験では 24°C 、 26°C 、 28°C の室温条件下に

おける同一被験者3名のサーモグラフィーの像から判断して室温を 26°C に設定した。同時にこの温度は実験を行った9月下旬にほとんどの被験者が快適であると感じる温度であった。サーモグラムパターンに季節的因子が関与することは認められている¹⁰⁾が、松田¹⁶⁾は、その影響が上肢や下肢より顔面では少ないと報告している。

著者らは11月下旬にも顔面温度分布の計測を試みた(未発表)が、この際被験者が快適と感じた室温は 18°C であって、この季節に室温を 26°C に保つと咀嚼終了後顔面温は上昇したままで元の状態に戻らなかった。したがって、皮膚温の季節変

動を考慮すると1年を通して一定した室温で実験するのは本実験目的には不適当であると考えられる。体表温には馴化のため季節差があるので被験者が快適と感じる程度の室温を実験に際して設定するのが適当であると考えられる。

次に、風速の影響について三木¹¹⁾はエアー・コンディショナーからの強い風が直接被検部に当たると皮膚温の変動をきたすと述べており、藤正¹⁷⁾も側方より風が当てられた時は、風が当たった側は著しく温度が低下するために左右非対称性が出現すると述べている。そこで、今回はエアー・コンディショナーからの風が直接被験者の顔に当たらないように配慮した。

b). 室温順応

体表の赤外線サーモグラフィーは、一般に対象部の皮膚温が測定環境と平衡に達し定常化した状態で行われる必要がある。顔面は常時露出していて環境温に対して順応性がよいが、15分間以上の順応時間が必要であると言われている⁷⁾。本研究ではこの順応時間を約20分間として、計測を行った。

c). その他の因子

皮膚温に影響を与える内的因子としては、日リズム、性周期に伴う変動、季節の変動、精神状態などがある。今回はサーモグラフィーの計測時間を午前9時から午後7時までの間で摂食による影響を避けるために食後1時間以上経過した時間帯に限定し、また被験者としては男性のみを用いた。

d). 温度幅と中心温度の設定

一画像内の最高温と最低温すなわち温度幅について谷津ら¹³⁾は3°C~5°C、松田¹⁶⁾は約5°Cを用いている。本研究では5.6°Cの温度幅を用いたが、これはこの温度幅における顔面のサーモグラフィー像のコントラストが良好であったからである。

また、サーモグラム内の最高温と最低温の間である中心温度の設定についてはあらかじめチューインガム咀嚼前の一画像を走査し、その画像の中心温度の分布面積が全測定顔面領域の内5~10%の範囲で各被験者においてほぼ同じになるように同一術者が中心温度の設定を行った。また、こ

の様に設定した中心温度と舌下温との相関を求めたが、相関関係は認められなかった ($p>0.05$)。この結果は、被験者の体温が中心温度を設定するための指標としては用いられないことを示している。これは、体内温が恒温性を保つのに対して体表の皮膚温が外的・内的因子の影響を受けて変動しやすいためであると考えられる。

2. チューインガム咀嚼による顔面温の上昇

Berry and Yemm⁸⁾は被験者に30分間チューインガム咀嚼を行なわせると顔面温が上昇することを初めてサーモグラフィーを用いて明らかにしている。また、局所温測定用のプローブを用いて5分間の片側ガムチューイングを行わせた林¹⁸⁾の実験では、咬筋中央部深部温及び同部表面温がいずれも平均値で0.35~0.5°C上昇したことを認めている。本研究でも5分間のチューインガム咀嚼で顔面温の上昇を示した領域の拡大を認めたが、この現象は咀嚼側の咬筋相当部で特に著明であった。

顔面温の上昇の原因について Berry and Yemm⁸⁾は筋への血流の増加と筋の代謝による熱産生の増加によるものであろうと述べている。本研究で顔面温の上昇が特徴的に認められた部分が、咬筋、側頭筋前腹、口輪筋、オトガイ筋に相当する部分、頸動脈および顔面動脈に相当する部分で、主に咀嚼に関与する筋群とそれらの筋に血液を供給する血管系であることから筋への血流の増加と筋の代謝による熱産生が顔面温の上昇に関与していることがうかがえる。

また、咬筋相当部の温度上昇パターンは大きく分けて顎角部より始まって咬筋全体に広がって行くタイプと咬筋中央の数カ所からスポット状に始まって咬筋全体に広がって行くタイプの二つがみられた。今回の実験では前者のタイプが3名、後者のタイプが3名であった。この様な相違を生ずる原因としては局所的な筋活動部位の相違よりもむしろ、筋肉を覆う皮膚や脂肪組織の厚さの相違、それに基づく熱伝導効率の相違などが考えられる。

一方、林¹⁸⁾は、5分間片側ガムチューイングで咬筋中央部の深部温は必ず上昇するが、同部表面皮膚温は必ずしも上昇するとはいえないと報告し

ている。しかし、この報告では6名の被験者のうち、表面皮膚温が上昇しなかったのは1名のみであり、しかも反対側での片側ガムチューイングではこの被験者も皮膚温の上昇が認められている。今回の我々の実験では5分間のチューインガム咀嚼で顔面温分布の変化しなかった例は認められなかった。したがって、林により報告されている表面皮膚温が上昇しなかった例では比較的温度変化の少ない位置にプローブがあった可能性考えられる。事実、咬筋相当部でも温度分布パターンには個人差があり、また温度変化の比較的少ない場所も存在した。

さらに、本実験結果の注目すべきもう1つの点は、下顎の単純な顎開閉運動時と咀嚼時とでは顔面温の変化が異なる点である。Fig. 5 に示したように口腔内にチューインガムを入れないで単なる顎開閉運動を咀嚼時とほぼ同じリズムで行った場合、顔面温には著しい変化が認められなかった。このことから、咀嚼時に食物による抵抗が閉口筋に加わらなければ、筋の代謝は著しく増加せず、筋への血流量も大きくは変化しないと考えられる。

3. 咀嚼側、非咀嚼側での顔面温分布の比較

顔面温は安静時でも左右差のある場合があり、その温度差はほとんどの場合 1°C 以下であることがサーミスターを用いた実験で報告されている^{15,19)}。

Berry and Yemm⁸⁾ は片側でチューインガムを咀嚼させても必ずしも咀嚼側の顔面温が対側より上昇するとは限らず咀嚼側と非咀嚼側の顔面皮膚温に差が認められない場合や、非咀嚼側の顔面温のほうが咀嚼側より高くなる場合も認めている。これは咀嚼中に非咀嚼側の筋も活動し、また、血流が左右非対称性に供給されることにも起因するであろうと述べている。本研究では、顔面温度そのものではなく、高い顔面温を示す面積の変化を計測しているがその結果では顔面全体では2H部、3H部共咀嚼側と非咀嚼側との間で有意差は認められなかった。したがって非咀嚼でも顔面温は上昇する。しかし、咬筋相当部の3H部の面積は咀嚼側の方が対側より広がった。したがって、筋活動に起因する温度上昇はやはり咀嚼側の方が

大きいと云えよう。

4. チューインガム咀嚼後の顔面温の変化

Berry and Yemm⁸⁾ は30分間のチューインガム咀嚼終了後5分以内に hot areas の大きさが著明に減少したが、20分を経過しても2名を除いて元には戻らなかったと報告している。

本研究では、チューインガム咀嚼終了後直ちに顔面温の減少するものと咀嚼終了後5分くらいをピークとして顔面温が低下を開始するものとが認められ、全体としては後者の方が多かった。なお、咬筋中央部深部及び表面部の温度を測定した林¹⁸⁾の実験結果でも、5分間のチューインガム咀嚼終了後なお1～2分間温度上昇が続いたと報告している。これは、顔面温の上昇に関与すると考えられる筋への血流の増加と筋の熱産生が、筋弛緩後もなお続くためであろう。また、咀嚼終了後30分での顔の半側面全体と咬筋相当部でその回復状態を比較してみると、顔の半側面全体の方がその回復の程度が弱かった。この回復の弱かった部位、換言すれば、より高温のままで残った部位は主に頸部および口唇・鼻部であり、これは安静時でも温度の高い部分に隣接しているか、血流の多い皮膚・粘膜部であっておそらく組織の熱保存が良かったためであろうと考えられる。

結 論

一定の室温条件下で健康な成人男子6名にチューインガムを利き側で5分間咀嚼させ、咀嚼時間と顔面温分布の変化との関係、咀嚼終了後の顔面温分布の時間的変化等を調べた。その結果チューインガムを咀嚼する前に比べて、咀嚼後は顔面温の上昇した面積が広がった。この顔面温の上昇した領域は特に咬筋相当部で著明であった。また、面積の変化の程度には個人差が認められた。すなわち、咀嚼終了後直ちに高温領域が減少するものと5分間程度は著しい変化が認められない者があった。しかし、単に顎開閉運動を行っただけでは顔面温分布にはほとんど変化がみられなかった。また、咀嚼による顔面温分布の変化ことに咬筋相当部では咀嚼側の方が高温領域が対側に比較して広がった。これらの結果は、咀嚼により顔面温が両側性に上昇することを高温領域の面積

を計測することにより初めて定量的に示したものであり、赤外線サーモグラフィーを利用して咀嚼筋とくに閉口筋の活動を間接的に測定することが

可能であることを示している。

本研究の一部は江崎グリーコ株式会社の研究助成により行った。

抄録：一定の温度条件下で健康な成人男子6名にチューインガムを利き側で5分間咀嚼させ、咀嚼時間と顔面温上昇を示した領域の面積との関係、咀嚼終了後の顔面温分布の時間的变化等を調べた。顔面温分布の測定では、各人毎に定めた中心温度よりも 1.4°C (2H) および 2.1°C 以上高い温度を示した領域 (3H) の広がりを咀嚼前後で比較した。その結果、チューインガムを咀嚼する前に比べて、咀嚼後には中心温度より2H部では15.2%, 3H部では15.0%の面積の拡大があった。この顔面温上昇部の拡ろがりには特に咬筋相当部で著明であった。また、分布面積の変化程度には個人差が認められた。すなわち、咀嚼終了後直ちに高温を示した顔面温分布が減少する者と暫く面積変化が認められない者である。しかし、単に顎閉閉運動を行っただけでは顔面温分布にはほとんど変化がみられなかった。これらの結果より、食物を咀嚼すると顔面温が上昇すること、またこの赤外線サーモグラフィー法は閉口筋の活動を間接的に測定するには有効であることが示された。

文 献

- 1) Beres, R. B.: Thermography. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **121**: 34-48, 1964.
- 2) Crandell, C. E.: Thermography in dentistry: A pilot study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* **21**: 316-320, 1966.
- 3) Irwin, J. W., Savara, B. S., Barthley, M. H. and Rau, J. A.: Intraoral thermography. *Oral Surg.* **32**: 724-730, 1971.
- 4) Berry, D. C. and Yemm, R.: Variations in skin temperature of the face in normal subjects and in patients with mandibular dysfunction. *Brit. J. Oral Surg.* **8**: 242-247, 1971.
- 5) Berry, D. C. and Yemm, R.: A further study of facial skin temperature in patients with mandibular dysfunction. *J. Oral Rehabil.* **1**: 255-264, 1974.
- 6) 長澤明範: Thermography の臨床応用とその価値—顎口腔領域における thermography の応用1—口腔内 thermography に関する研究. *口科誌* **19**: 182-195, 1970.
- 7) 長澤明範: Thermography の臨床応用とその価値—顎口腔領域における thermography の応用2—顎口腔領域疾患の thermography. *口科誌* **19**: 705-730, 1970.
- 8) Berry, D. C. and Yemm, R.: Changes in facial skin temperature associated with unilateral chewing. *J. Oral Rehabil.* **1**: 127-129, 1974.
- 9) 三木吉治, 川津 智, 川津友子, 山田徹太郎, 岡田哲哉, 松田光司, 町野 博: 皮膚温測定時の室温条件. *医器誌* **49**: 606-607, 1979.
- 10) 藤 正巖: 体表温の生理学とサーモグラフィ, *医学生物学サーモグラフィ* **1**: 18-21, 1982.
- 11) 三木吉治: サーモグラフィの臨床的応用(II). *西日皮膚* **40**: 1168-1175, 1978.
- 12) 谷津三雄, 中川圭介, 焼田志図夫, 佐藤幸恵, 大場重信, 出地 弘, 藤井敏博, 村木春長, 武藤優子: 赤外線医用サーモグラフィの医学への応用—健康人の顔面における皮膚温—. *日大口腔科学* **2**: 329-338, 1976.
- 13) 谷津三雄, 中川圭介, 焼田志図夫, 高橋英司, 片山 勇, 庵原正彦, 野沢隆之, 小沢 準, 泉廣次, 金子賢司, 池田 直, 鈴木宏巳: 健康人顔面のサーモグラムに関する研究—特にその表示法について (第一報)—. *日大口腔科学* **4**: 28-35, 1978.
- 14) 関和忠信: 顔の表面温度に関する研究—各領域の比較—. *日大歯学* **56**: 1056-1072, 1982.
- 15) Johansson, A., Kopp, S. and Haraldson, T.: Reproducibility and variation of skin surface temperature over the temporomandibular joint and masseter muscle in normal individuals. *Acta Odontol. Scand.* **43**: 309-313, 1985.
- 16) 松田光司: 健康成人男性の赤外サーモグラフィ所見. *日皮会誌* **94**: 245-259, 1984.
- 17) 藤 正巖: サーモグラフィの原理および基礎. *医器誌* **39**: 296-302, 1969.
- 18) 林 明輝: 深部温と表面皮膚温からみた咬筋の活動状態. *補綴誌* **30**: 267-278, 1986.