

口腔咽喉音による笑いの長時間モニタリングとストレス低減効果

Effect of laughter on stress based on long-term monitoring of sound waves emitted from the throat

辻村肇^{* ****}, 黒木勇介^{**}, 大平哲也^{***}, 松村雅史^{* **}

Hajime Tsujimura^{* ****}, Yusuke Kuroki^{**},
Tetsuya Ohira^{***}, Masafumi Matsumura^{* **}

Abstract

Although laughter is a well-known method for alleviating stress, its stress reduction effects have rarely been quantitatively evaluated. The purpose of this study was to investigate laughter in everyday life and its effect on stress. A small, portable throat microphone that could automatically extract bursts of laughter was used to record the everyday laughter of five 20-year-old men. A salivary amylase monitor was used to assess stress levels. As a result, frequent and infrequent laughter were found to be associated with a decrease and an increase in salivary amylase activity, respectively. From our results, increasing the occurrence of laughter, thus reducing the level of salivary amylase activity, may lead to health maintenance or health enhancement.

1. はじめに

笑いは顔および口腔などによる感情表現の一つで会話を和ませる効果があり、コミュニケーションの中で活かされている¹⁾。また、笑うことがストレス解消など健康面で効果的であることは多くの人間が経験していると考えられ、これを医療福祉工学的に実証する研究、健康科学における「笑い」の効用に関する研究が行われている^{2) 3)}。例えば、漫才や落語などのコンテンツを観て笑うことで、ナチュラルキラー細胞が増加、つまり免疫機能が活性化するとの報告がある⁴⁾。また、漫才を観て笑うことで糖尿病患者の食事後の血糖値の上昇が抑えられたという報告もある⁵⁾。さらに、落語を鑑賞することによりストレスが低減することから⁶⁾、健康落語教室が実践的に行われている。しかし、このような笑いに関する研究では、笑いのレベル(どれだけ笑ったか)の評価は、アンケート方式で行われており、笑いの回数や時間などの計測に基づく評価は行われておらず、生理学的パラメータと笑いの客観的かつ定量的な評価が課題となっていた。

我々は、頸部皮膚表面に装着した咽喉マイクロフォンを用いて口腔咽喉音を検出し、その音信号から笑いを検出するシステムを開発した⁷⁾。咽喉マイクロフォンは周囲雑音に対して頑健であり、長時間、四肢を拘束せずに口腔咽喉音をモニタリングすることができる。この口腔咽喉音には、会話、笑い⁸⁾、嚥下^{9) -11)}、咳嗽、咳、呼吸¹²⁾、いびきに伴う音信号が含まれており、口腔咽喉音を

* 大阪電気通信大学 医療福祉工学部 医療福祉工学科

** 大阪電気通信大学大学院 医療福祉工学研究科

*** 福島県立医科大学医学部 疫学講座

**** 鳥取市医療看護専門学校 作業療法士学科

分析することで識別可能である。中でも笑い声の分析では、「ワッハッハッハ」という音声の振幅の周期性に着目し、笑い声の音節の繰り返し周期のバラツキを特徴量とすることにより、口腔咽喉音から笑いが識別できると報告した⁷⁾。また、高齢者を対象として、口腔咽喉音から笑いと嚥下音を検出して、能動的笑いと嚥下機能の関係を調べた結果、笑うことで嚥下機能が向上することを明らかにした^{13) 14)}。さらに笑うことで気分がスッキリしたという経験から、落語などを鑑賞した笑いによるストレス低減効果を調べる実験が行われている⁶⁾。この笑いとストレス反応に関する研究では、落語の前後で測定した唾液中のコルチゾールからストレス反応を測定し、笑いの度合いはアンケート調査により評価している。しかし、同じ落語を鑑賞した場合でも笑いの回数は個人により異なると考えられ、笑いの回数を測定してアンケート調査結果の妥当性を検討し、ストレス反応の生理学的検査と比較することが課題として残されている。また、落語や漫才鑑賞という短時間の測定だけでなく、日常生活下において笑いやストレス反応がどう変化するかという長時間モニタリングも必要と考えられる。

このような背景のもとで、本研究では、口腔咽喉音分析に基づいて長時間モニタリングした笑いの回数とストレス反応の関係を調べることを目的としている。本研究では、笑いの回数を咽喉マイクロフォンにより測定した口腔咽喉音から計測する。ストレス反応の測定には、 α -アマラーゼ分泌を活用した計測方法を用いる^{15) 16)}。この唾液アマラーゼは、交感神経-副腎髄質系の制御を受け、直接神経作用による制御も受けて分泌され、その応答時間が1～数分程度である。また、唾液アマラーゼを用いたストレス反応の測定は、唾液検査であり、携帯型の測定器があり、測定時間が1分程度であるという利点を有する。この唾液アマラーゼ活性は急性のストレス評価に有効であり、測定自体が非侵襲、簡便なストレス反応の測定法として有効であるとの報告があり¹⁷⁾、長時間モニタリングにも活用できると考えた。

本稿では、咽喉マイクロフォンにより測定した口腔咽喉音から笑いの検出方法、唾液アマラーゼによるストレス反応の測定法、笑いとストレス反応の長時間モニタリングに基づく笑いのストレス低減効果について述べる。

2. 方法

2.1 対象

対象者 20 歳代男性 5 名とした。日常生活下で、起床から就寝まで咽喉マイクロフォンを装着し、口腔咽喉音を収録した。2 時間毎に唾液アマラーゼによるストレス反応の計測を行った。

2.2 倫理面での配慮

本研究の実施にあたっては、咽喉マイクロフォンを用いた笑い回数の測定実験は、学外の委員を含む「大阪電気通信大学における生体を対象とする研究および教育に関する倫理委員会」に申請し、研究内容の承認を得た上で実施している（課題：ネックバンド型無拘束生体情報モニタリング技術と生活リズム分析に関する研究、承認番号 生倫認 08-020 号）。また、実験協力者の年齢と性別のみ記録し、個人の氏名や生年月日の個人データを取得しない対策を講じた。口腔咽喉音の無意識・無拘束計測に基づく笑い回数の測定について、データは暗号化された専用 USB メモリに保存し、個人情報保護の対策をとっている。さらに研究協力者には実験方法やデータ処理に関するインフォームド・コンセントを行い、実験を実施した。本研究は、人権の保護、個人情報の取り扱い、安全基準の法令に遵守して実施している。

2.3 笑い回数の計測

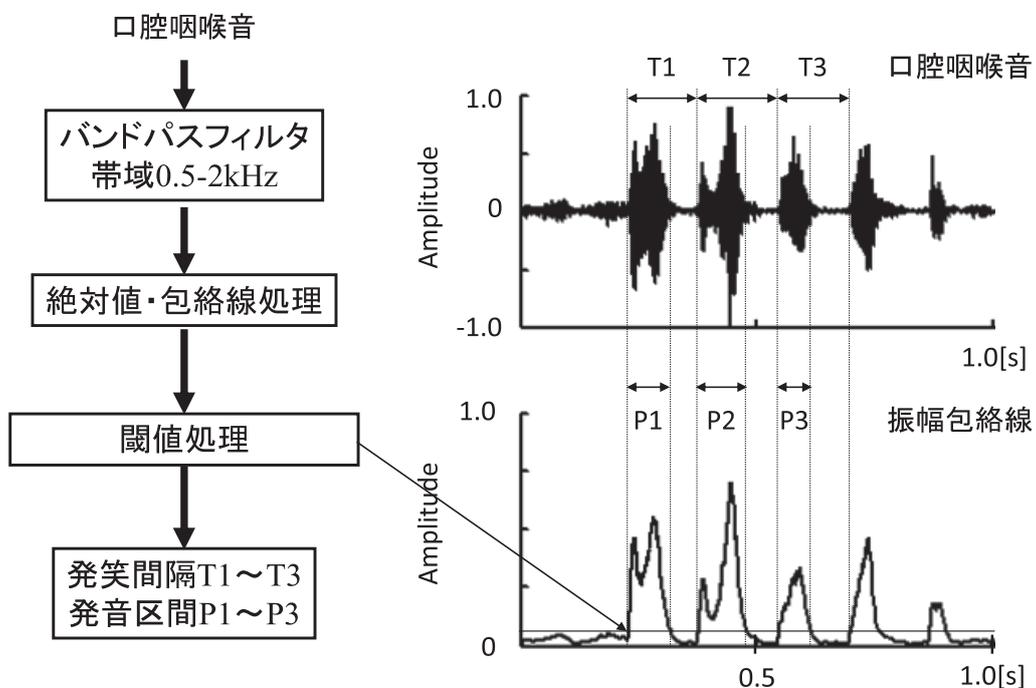
本研究では、日常生活下で3日間、起床から就寝までの間、図1(a)に示すように頸部に装着可能な接触型マイクロフォンが付いた咽喉マイクロフォン（周波数帯域：200～3000[Hz]，感度：-40～-45[dB]）を用いて口腔咽喉音を収録した。ただし、入浴・就寝の時には咽喉マイクロフォンを脱着した。口腔咽喉音はスティックサイズのICレコーダ（サンプリング周波数：16[kHz]，量子化ビット数：16[bit]，MP3形式）に収録することにより、四肢を拘束することなく、日常生活下での行動を妨げない無拘束モニタリングを実現した（図1(b)）。1人毎の平均モニタリング時間は約14.6時間で、5名の3日間で総モニタリング時間は219時間である。



(a) 咽喉マイクロフォン（南豆無線電気社）

(b) 装着の外観

図1 口腔咽喉音の測定法



笑いの判定条件：①Pの区間：220ms以下

②Tの標準偏差：60ms以下

図2 口腔咽喉音の処理による笑い回数の測定⁷⁾

測定した口腔咽喉音には、会話、笑い、嚙下、咳嗽、咳、呼吸、いびきに伴う音信号が含まれており、その中から笑いを検出する処理については、すでに報告されており⁷⁾、概略を図2に示す。まず、咽喉マイクロフォンにより測定した声信号を、0.5~2 (kHz) のバンドパスフィルタで帯域処理を行う。次に絶対値処理とLPF処理(200Hz)で口腔咽喉音の振幅包絡線を推定する。さらに閾値処理により発笑間隔Tと発音区間Pを推定する。笑い音声は「ワッハッハッハ」と発笑が4回繰り返された音声を笑いと定めて、T1からT3、P1からP3を求める。先に報告したように、発笑間隔Tのバラツキは会話音声に比べて小さい。また、1つの発音区間P(有声音の区間)は、笑い音声では「ハッ」の単音であり会話に比べて短い傾向が認められた。

本研究では「ワッハッハッハ」の音節が4回以上続いた大きな笑いを「笑い1回」と定めており、発音区間P(「ハッ」の時間)が220ms以下とし、この発声が繰り返されることから発笑間隔Tのバラツキ(標準偏差)が60ms以下の場合、「笑い1回」とする⁷⁾。この笑い判定法では、話笑い、含み笑い、引き笑いを検出できないことがある。一方、会話音声の中でも音節の間隔のバラツキが小さい場合、笑いとは誤識別判定される例が見受けられたので、笑いとは判定された口腔咽喉音を聴取して判定結果を確認した。

2.4 唾液アミラーゼによるストレス反応の計測

こころや体に加わる外部からの刺激をストレスサーと言い、ストレスサーに適応するために、こころや体に生じる反応をストレス反応と言う。医学・健康科学分野で対象となるストレスの多くは、人間関係、仕事上や家庭の問題など心理的ストレスサーである。この心理的ストレスサーにより生じるストレス反応は、心理面(イライラ、不安、抑うつなど)、身体面(頭痛、肩こり、腰痛、目の疲れなど)、行動面(飲酒量や喫煙量の増加、仕事でのミスやヒヤリハットの増加など)に現れると言われている。この心理的ストレス反応を定量的に測定する方法としては、唾液で分析できる cortisol、クロモグラニンA、アミラーゼ活性などがある。

本研究では、ストレス反応を定量的に測定するために、唾液中のアミラーゼ活性を用いた。唾液アミラーゼは、交感神経-副腎髄質系の制御を受け、直接神経作用による制御も受けることから交感神経系の指標として用いられている。不快な刺激(ストレスサー)では唾液アミラーゼ活性が上昇し、快適な刺激では逆に低下することが示され、唾液アミラーゼによって快適と不快を判別できる可能性があることが報告されている^{15) 16)}。また、急性のストレス反応の評価に有効であり、測定することの負担が少なく、非侵襲、簡便なストレス反応計測手法として有効であるとの報告されている¹⁷⁾。また、唾液アミラーゼは、他のストレスマーカーに比べて、分析時間が短く、携帯型測定器で測定できることから、日常生活下においてストレス反応の測定が可能である。

そこで、ストレス反応を長時間モニタリングするために、図3に示す唾液アミラーゼモニタ(NIPRO社)を用いた。測定方法は、専用チップの先端の唾液採取部を舌下に入れ30秒程度維持する。次に採取したシートの後部を1段階引っ張り、シート先端部分をホルダー内に収める。それを唾液アミラーゼモニタに差し込み30秒待つとアミラーゼモニタの表示部にストレス数値が表示される。このような唾液アミラーゼによるストレス反応の計測を2時間毎に行い、笑い回数とストレス反応(唾液アミラーゼ活性)の増減を比較した。

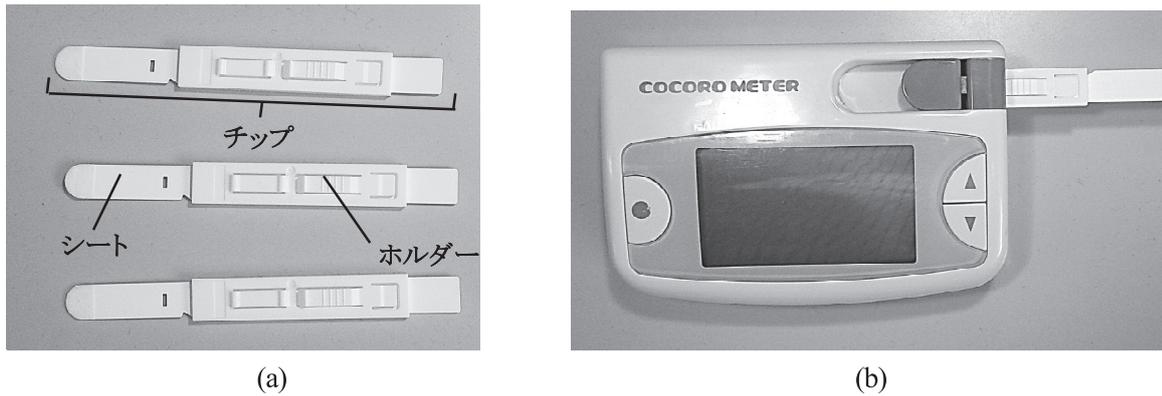


図3 専用チップ (a) と唾液アミラーゼモニタ (b)
 専用チップ・唾液アミラーゼモニタ (NIPRO 社)^{15) 16)}

3. 笑いの回数と唾液アミラーゼ活性の長時間モニタリング

笑い回数とアミラーゼ活性値の長時間モニタリング結果の例を図4に示す. 30分毎の笑いの回数を棒グラフで示し, 2時間毎に測定したアミラーゼ活性値を折れ線グラフで示した. そしてアミラーゼ活性値が増加している時間帯を灰色, 減少している時間帯を無色で色分けしている. この結果よりアミラーゼ活性値が減少する時間帯は笑い回数が多く, アミラーゼ活性値が上昇する時間帯では笑いの回数が少ない傾向が認められた. この例では 20 時以降はアミラーゼ活性値が低下する傾向が認められている.

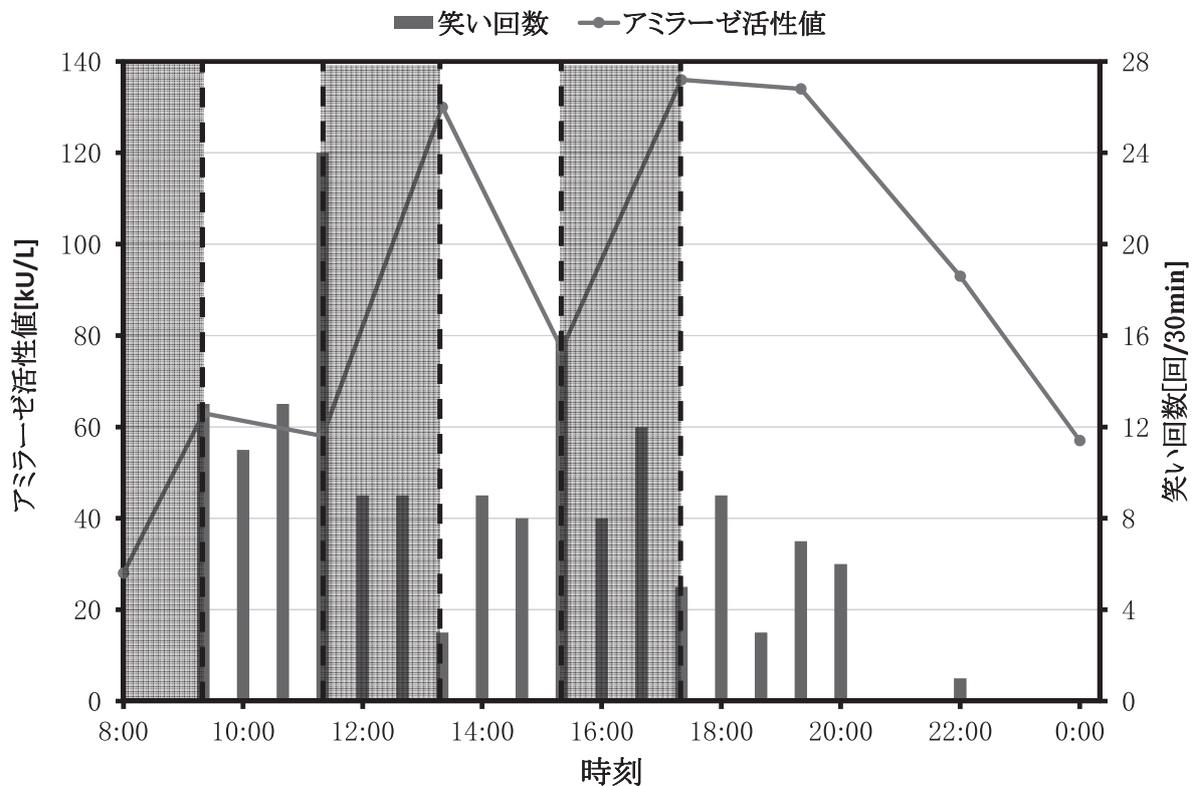


図4 笑い回数とアミラーゼ活性値の長時間モニタリング結果の例

次に、笑い回数の個人差について調べるために、各被験者の1日あたりの笑い回数の合計と2時間ごとの平均回数を表1に示す。この結果より1日あたり笑いの合計と平均回数は 18.6 ± 19.5 回、被験者によって大きくバラツキが認められた。被験者Cの笑い回数が最も少なく1日あたり10回、被験者EとBの笑い回数が60回、48回を示した。

表1 各被験者の笑いの回数と2時間あたりの平均回数

被験者	笑いの回数 (1日あたり)	笑いの平均回数 (2時間あたり)
A	18	2.8
B	48	7.2
C	10	2.3
D	17	4.7
E	60	17.8
平均値±SD	18.6 ± 19.5	

表1の結果より笑いの回数には個人差が認められ、その日の気分の影響も受けると考えられる。日常生活下で笑いの回数が多い被験者(E, B)、少ない被験者Cについて笑い回数とアミラーゼ活性値の関係性を比較するために笑いの平均回数での正規化を行う。笑いの回数を2時間毎に求め、その平均笑い回数をその個人の普段の笑い回数とし、この平均笑い回数をもとに笑い回数の正規化を行った。次にアミラーゼ活性値についても測定値は個人差あるいは状況によって影響を受けるため、その2時間あたりの、変化量に着目した。

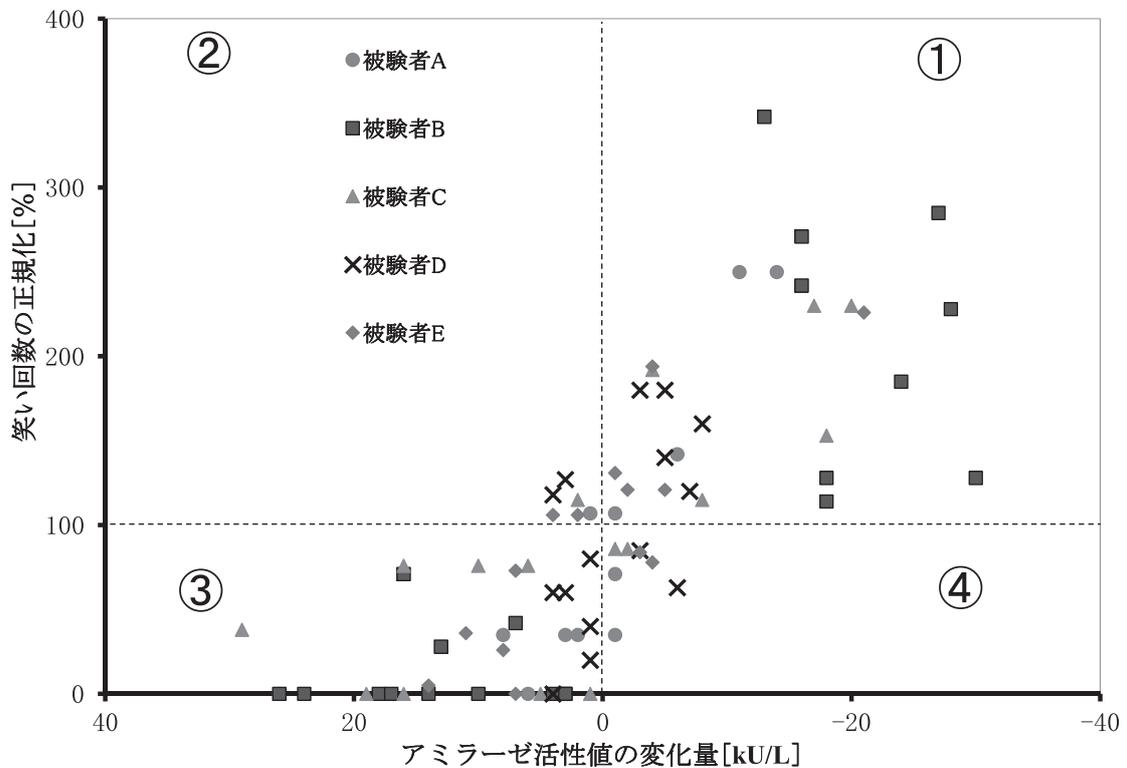


図5 アミラーゼ活性値の変化量と笑い回数の正規化との関係

図5にアミラーゼ活性値の変化量と笑い回数の正規化の実験結果を示す。横軸はアミラーゼ活性値の変化量であり、アミラーゼ活性値に変化がない場合 0[kU/L]、減少するとマイナスの値、増加するとプラスとなる。縦軸は笑いの回数の正規化であり、普段の笑い回数を 100%とし、普段の平均笑い回数より 2 倍の笑い回数である場合笑い回数の正規化は 200%となる。この結果より、笑い回数が普段の平均笑い回数より多いと、アミラーゼ活性値の変化量が減少傾向を示した。一方、笑いの回数が少ない場合、アミラーゼ活性値の変化量がプラスとなり増加傾向を示すことが示された。

図5において、アミラーゼ活性値の変化量 0[kU/L]、笑い回数の正規化 100%を基準に 4 つの領域に分割する。①と③の領域に多くプロットされている事が分かる。①の領域では、笑い回数が平均回数より多く、アミラーゼ活性値が減少している状態である。一方、笑い回数が平均回数より少ない場合、③の領域でありアミラーゼ活性値の変化量は増加している。このような傾向は被験者 A, B, C, D, E 全員について認められた。この結果に基づくと、普段の 2 倍以上の笑い回数によりアミラーゼ活性値を 20[kU/L]低減できるという指標が示唆された。

4. 考察

本研究では唾液のアミラーゼ活性によりストレス反応を測定し、笑い回数との長時間モニタリングを行った。その結果、アミラーゼ活性値の変化量を定量的に示し、普段の笑い回数より多く笑うことでアミラーゼ活性値が低減する傾向にあることを示し、笑い回数の正規化とアミラーゼ活性値の変化量の関係を示すことができた。また、アミラーゼ活性値の変化量と笑い回数の正規化との関係については、5 名の被験者について普段の笑い回数より多く笑うことでアミラーゼ活性値が減少することを確かめた。しかし、笑い回数が平均回数よりも多いにも関わらず、アミラーゼ活性値が上昇している場合も見受けられた。森らは、人がストレスを感じると自律神経に影響を受け、交感神経が優位になると報告している¹⁸⁾。リラクゼーションを感じると副交感神経が優位になると報告している。本研究の長時間モニタリングにおいても、過度な笑いが運動となり、交感神経が働きアミラーゼ活性値が上昇したことで、ストレス反応の上昇に繋がったと推測される。また、笑い回数が平均回数よりも少ない場合でも、アミラーゼ活性値が減少しているケースもあった。これは自宅などでリラックスしているため、副交感神経が優位に働くため笑い回数が平均回数を下回ってもストレス反応が減少するのではないと推測している。今後、笑いストレス反応の長時間モニタリングの実験では日常生活下での行動記録を行い、行動記録と笑い回数の関係を調べるなど、さらにデータを増やすことが課題と考えられる。

5. まとめ

本研究では、咽喉マイクロフォンにより測定した口腔咽喉音から笑いを検出し、唾液アミラーゼによりストレス反応を測定することで、笑い回数とアミラーゼ活性値の長時間モニタリング実験を行った。

本研究での要点を以下に示す。

- 1) 個人の測定結果として、笑い回数が多い場合、アミラーゼ活性値が減少し、笑い回数が少ない場合、アミラーゼ活性値が上昇傾向にあることが示された。
- 2) 笑い回数には個人差が認められ、平均笑い回数を普段の笑い回数と考えて、それに基づいた正規化を行い、笑い回数の正規化を求めた。アミラーゼ活性値の長時間モニタリングにおいても変動があり、アミラーゼ活性値の変化量を用いた。

3) 笑いとおミラーゼ活性値の長時間モニタリング実験を行い、笑い回数の正規化とおミラーゼ活性値の変化量の関係を調べた結果、普段の2倍以上の笑い回数によりおミラーゼ活性値を20[kU/L]低減できるという指標が示唆された。

以上のように、笑いとおミラーゼ活性値の長時間モニタリングに基づき、普段より多く笑うことで、おミラーゼ活性値が低下することで、ストレス低減の効果があるというデータを得ることができ、笑いによるストレス低減効果を示すことができた。

今後は日常生活下での行動記録を行い、行動記録と笑い回数の関係を調べるなど、さらにデータを増やすことが課題と考えられる。また、生体情報モニタリングを発展させ、病気を事前に予測して介入する先制医療として、笑いのポジティブ介入の効果について研究を進める予定である。

謝辞

本研究は厚生労働科学研究費補助金（循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業）の一部を受けて実施した。また、笑いとおストレス反応の長時間モニタリング実験に協力頂いた大阪電気通信大学 医療福祉工学部 医療福祉工学科 田中弘晃氏ほか研究室の学生に謝意を表します。

参考文献

- [1]井上宏, 織田正吉, 昇幹夫, “笑いの研究,” フォー・ユー (1997).
- [2]角辻豊, “笑いのちから—ストレス時代の快笑学,” 家の光協会 (1996).
- [3]昇幹夫, “笑って長生き—笑いと長寿の健康科学,” 大月書店 (2006).
- [4] 西田元彦, 大西憲和, “笑いとおNK 細胞活性の変化について,” 笑い学研究, 8 , pp. 27-33 (2001).
- [5] K. Hayashi, T. Hayashi, S. Iwanaga, K. Kawai, H. Ishii, S. Shoji, and K. Murakami, “Laughter Lowered the Increase in Postprandial Blood Glucose,” *Diabetes Care*, 26, pp.1651-1652 (2003).
- [6]大平哲也, “笑いのストレス解消効果についての研究,” 笑い学研究, 10, 157 (2003).
- [7]松村雅史, “笑い声の無拘束・長時間モニタリング—爆笑計—,” 電子情報通信学会技術研究報告, pp.7-12 (2005).
- [8] Y. Kojitani and M. Matsumura, “Long-term monitoring system of laughing voice for relieving stress and promoting health -Laughometer-,” *International Symposium on Biological and Physiological Engineering*, 1B4-1, pp.80-83 (2008).
- [9]N. Tanaka, K. Nohara, K. Okuno, Y. Kotani, H. Okazaki, M. Matsumura, and T. Sakai, “Development of a swallowing frequency meter using a laryngeal microphone,” *Journal of Oral Rehabilitation*, Vol. 39, Issue 6, pp.411-420 (2012).
- [10]辻村肇, 岡崎浩也, 土井英明, 松村雅史, “高齢者の嚥下回数の無拘束モニタリング,” 作業療法, vol.31, no.1, pp.52-60 (2012) .
- [11]N. Tanaka, K. Nohara, K. Okuno, Y. Kotani, H. Okazaki, M. Matsumura, and T. Sakai, “Swallowing frequency in elderly people during daily life, *Journal of Oral Rehabilitation*,” vol. 40, Issue 10, pp.744-750 (2013) .
- [12]酒井 徳昭,松村雅史, “口腔咽喉音分析による無呼吸とお低呼吸の無拘束モニタリング,” 電気学

会論文誌 C, vol.134, no.11, pp.1613-1616 (2014).

- [13]辻村肇, 道幸成久, 石村仁志, 松村雅史, “嚙下体操・カラオケ・笑いがもつ嚙下時間間隔の評価(第 1 報)ー介護老人保健施設入所者を対象にー,” 作業療法ジャーナル, vol.47, no.13, pp.1496-1501 (2013).
- [14]辻村肇, 松村雅史, “能動的笑い発声による高齢者の嚙下機能への影響について,” 笑い学研究, 20, pp.55-61 (2013).
- [15]山口昌樹, “唾液マーカーでストレスを測る,” 日本薬理学雑誌, vol.129, no.2, pp.80-84 (2007).
- [16]山口昌樹, 花輪尚子, 吉田博, “唾液アミラーゼ式交感神経モニタの基礎的性能,” 生体医工学, vol. 45, no.2, pp.161-168 (2007).
- [17]中野敦行, 山口昌樹, “唾液アミラーゼによるストレスの評価,” バイオフィードバック研究, 38, pp.3-9 (2011).
- [18]森忠三, 宇谷三知代, 松尾汎, “腹式呼吸と鎮静的音楽聴取に関するトーン・エントロピー法による自律神経活動の研究,” 日本音楽療法学会誌, 2, pp.173-180 (2002).

