

カスタマイズしたセンサーを用いて検知した外耳道の ひずみで咀嚼回数を計数する新しい方法

吉野 旭宏

松本歯科大学 大学院歯学独立研究科 顎口腔機能制御学講座
(主指導教員：増田 裕次 教授)

松本歯科大学大学院歯学独立研究科博士（歯学）学位申請論文

New method to count the number of chewing by distortion of
the ear canal using customized sensor

AKIHIRO YOSHINO

*Department of Oral and Maxillofacial Biology, Graduate School of Oral Medicine,
Matsumoto Dental University
(Chief Academic Advisor : Professor Yuji Masuda)*

The thesis submitted to the Graduate School of Oral Medicine,
Matsumoto Dental University, for the degree Ph.D. (in Dentistry)

【目的】

これまでの研究で、咀嚼時に外耳道にひずみが生じることを利用し咀嚼回数を計数する方法を開発した。しかし、既製の耳栓を応用したセンサーでは、測定できない被験者もいた。そこで、本研究では、外耳道の印象採得を行い、個々の外耳道の形態にカスタマイズしたイヤホン型のセンサーを製作し、新たな咀嚼回数計数装置の有用性を検討した。

【方法】

成人18名（男性9名、女性9名、21~45歳、平均年齢 28.0 ± 6.15 歳）を対象とし、研究の内容を理解し同意を得た者とした。第三大臼歯以外の歯の欠損を持つ者、顎口腔領域に疼痛や機能障害を持つ者を除外した。すべての被験者には自覚的な顎関節症の症状は認められなかった。外耳道のひずみ変化を感知するために、パテタイプのシリ

コン印象材で左側外耳道の印象採得を行い、得られた印象体を3次元スキャンした後、CAD（Computer Aided Designing）で外耳道挿入部を構築した。そのデータを3Dプリンターで柔軟質の樹脂を使用し外耳道挿入部を造形した。造形物に気圧計を連結し、各個人の外耳道にカスタマイズされたセンサーを製作した。カスタマイズされたセンサーのサイズとして実寸の100%、110%、120%の3種類の外耳道挿入部を製作し、既製の耳栓から作った外耳道挿入部を含めて4種類のセンサーを使用した。リンゴ（一片：5.0g）およびグミ（1個：3.4g）を左右それぞれ偏側で咀嚼させ嚥下まで行わせ、外耳道ひずみの波形と両側咬筋筋電図を同時記録した。

咀嚼中の外耳道のひずみ変化の波形はリズムカルな変動を示しており、各咀嚼サイクルにおける最大と最小の差（波形の変動幅）を計測し、平均

値を算出した。さらに、ひずみ変化の波形と筋電図を整流しスムージングを行った波形との間で相互相関関数を計算し、 τ が0に近いところでの最大値を代表値として算出した。また、咀嚼回数に関してはひずみ変化の波形から咀嚼回数識別計数表示装置（松本歯科大学 特許第5660556号）に準拠して計数したものと、咀嚼側咬筋から記録した筋電図から咬筋バーストの数をカウントしたものを比較した。筋電図による咀嚼回数と、外耳道のひずみ変化からカウントした回数的一致度をBland-Altman分析にて解析した。

【結果】

1. 外耳道ひずみ波形の変動幅

波形の変動幅は左側咀嚼（同側）に比べて右側咀嚼（反対側）で記録した時の方が大きい傾向が認められ、センサーのサイズ別の外耳道ひずみ波形の変動幅は、110%と120%のサイズで有意に大きかった。また、センサーのサイズ別の比較では、既製品での変動幅が最も小さく、110%のサイズのものが最も大きかった。

2. 相互相関関数のピーク値

いずれの咀嚼において、0.7程度のピーク値を示し、2つの波形に相同性が認められた。各セン

サー間の相違についてはフリードマン検定により有意な相違は認められなかった。

3. 咀嚼回数計数装置と筋電図の一致度の分析

Bland Altman分析の結果、95%一致限界の範囲は反対咀嚼（右）の方が同側咀嚼（左）よりも小さくなった。また、リング咀嚼の方がグミ咀嚼よりも95%一致限界の範囲は小さい結果となった。さらに、サイズ別の結果には一貫性が認められなかった。

【結論】

本研究で、外耳道のひずみを利用した新しい咀嚼回数計数装置による咀嚼回数と筋電図により計数した咀嚼回数的一致度を調べると、以下に示す特徴が認められたものの、既製品での咀嚼回数に比べて95%一致限界は小さく、新しい装置で咀嚼回数が計数できる可能性が示された。

1. カスタマイズされたセンサーが既製品より有効であることが示された。
2. カスタマイズされたセンサーのサイズ別では明らかな相異は認められなかった。
3. カスタマイズされたセンサーの中で110%のサイズのものが最も大きな波で記録されており、安定性に優れている可能性が示された。