

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 4月 3日現在

機関番号：32622

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009年度～2011年度

課題番号：21592470

研究課題名（和文） バイオメカニクス特性解析に基づいた義歯設計最適化システムの開発

研究課題名（英文） Development of the denture design optimization system based on biomechanics characteristic analysis

研究代表者

下平 修 (SHIMODAIRA OSAMU)

昭和大学・歯学部・講師

研究者番号：30235684

研究成果の概要（和文）：疼痛を感じるまでの口腔粘膜の厚さおよびその変化量と荷重量を同時に測定するシステムを開発し、口腔粘膜の性状と疼痛閾値の関係を検討した。結果、厚さは沈下量のみと有意な相関を認めた。弾性率は圧力、圧縮率および沈下量の間で有意な相関を認めた。しかし、厚さと弾性率の間に有意な相関は認めなかった。以上から、粘膜の厚さからは疼痛を生じる沈下量しか推定できず、疼痛を生じる圧力や圧縮率を推定するためには粘膜の弾性率の評価が重要であることが示唆された。

研究成果の概要（英文）：

With a newly developed simultaneous measuring system for load and thickness, the relationships between properties of the oral mucosa and the pressure-pain threshold were evaluated. Thickness was significantly correlated with only amount of subsidence. Elasticity was significantly correlated with pressure, compressibility and amount of subsidence. However, no significant correlations were apparent between thickness and elasticity. Thickness of oral mucosa was correlated with amount of subsistence among the parameters associated with the pressure-pain threshold. Therefore, evaluating elasticity of the oral mucosa is important in predicting the generation of pain.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	2,700,000円	810,000円	3,510,000円
2010年度	500,000円	150,000円	650,000円
2011年度	500,000円	150,000円	650,000円
年度			
年度			
総計	3,700,000円	1,110,000円	4,810,000円

研究分野：医歯薬学

科研費の分科・細目：歯学・補綴系歯学

キーワード：有床義歯補綴学・バイオメカニクス特性解析

1. 研究開始当初の背景
一般の疾患、障害では、検査によって診断、病態把握と症型分類が行われ、それによって

治療法が決まり、客観的に治療の経過、結果が観察されている。しかし、補綴治療においては各歯科医師がその欠損状態を把握して

はいても、顎堤の状態、特に予後に大きく影響する支持能力に関して客観的に表記できる方法を持ち合わせていない。

顎堤の義歯支持能力の評価には、粘膜の厚さと硬さに代表されるバイオメカニクス特性の把握が重要であるが、従来からの経験や勘に頼る触診法では再現性の高い評価が困難である。それゆえ、有床義歯補綴処置の診断に際しては客観的分析が重要と考えられ多くの研究がなされてきた。しかし、顎堤粘膜の性状を「粘弾性」など単一の要素で解析したのみで、総合的な診断のための基準値を確立するには至っていない。さらに、臨床応用するには煩雑であり、実験室レベルでしか使用されていない。

一方、臨床に応用可能な顎堤粘膜のバイオメカニクス特性評価については報告がきわめて少ないのが現状である。

そこで、我々は計測条件の規格化が容易かつ生体に無侵襲な硬さ触覚センサーシステムと超音波厚さ計を口腔内に応用する方法を開発し、口腔粘膜の硬さ（ヤング率）と厚さをそれぞれ数値化することで、臨床応用が可能な客観的評価法を確立した（平成 18 年度科学研究費 基盤研究(C)）。その結果、一概に厚さからヤング率の推定はできないことが示され、義歯床下粘膜のバイオメカニクス特性を客観的に評価し診断基準を確立するためには、硬さと厚さをそれぞれ評価する必要性が示唆された（細野ら、2007）。さらに測定荷重と厚さの変化量を同時に計測することで、口腔粘膜の粘弾性について評価できる可能性が示唆された（竹内ら、2008）。

この成果を元に、本研究では顎堤粘膜の総合的なバイオメカニクス特性として、硬さや厚さのみならず粘弾性率や被圧変位量、テクスチャーの計測およびそれらと荷重との関連について解析を行い、顎堤粘膜の義歯支持能力を定量的に解析し、義歯支持能力評価システムを確立したい。さらに得られたデータから、義歯支持能力評価により最適化された義歯の設計を検討する予定である。

2. 研究の目的

顎堤粘膜の複数のバイオメカニクス特性を解析し義歯支持能力を定量化することにより、義歯の使用材料の選択や設計を最適化するシステムの確立をめざす。

- (1) 顎堤粘膜の厚さと硬さなどのバイオメカニクス特性を同時測定し客観的に解析する。
- (2) 得られたデータから各症例における義歯支持能力を数値化し評価する。
- (3) 義歯支持能力評価から最適化された義歯の設計を検討する。

3. 研究の方法

顎堤粘膜の厚さとバイオメカニクス特性を同時計測し理工学的性状を解析することで

義歯支持能力評価を行い、さらに義歯機能評価と関連付けることで義歯設計への応用を検討した。

(1) 顎堤粘膜の理工学的性状の客観的評価:

顎堤粘膜の厚さとバイオメカニクス特性の同時計測から、顎堤粘膜の理工学的性状の客観的評価を行った。さらに粘弾性的特性を解析するため、システムへの改良を行った。

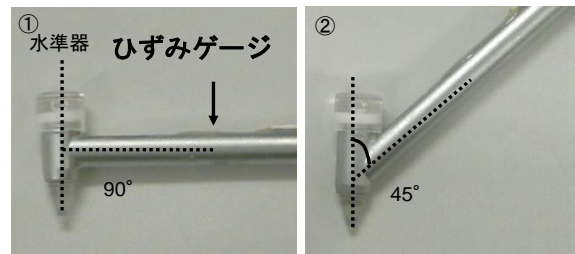
(2) 義歯設計への応用:

疼痛閾値のパラメータを設定し、これを義歯支持能力評価と関連付け、具有すべき義歯の設計指標を多変量解析を用いて検討した。さらに、義歯機能評価と疼痛閾値の相関についても解析を行った。

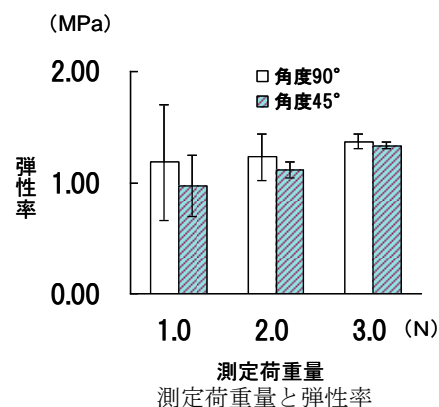
4. 研究成果

(1) 義歯支持粘膜の粘弾性的特性を評価するために、厚さと荷重量を同時に計測するシステムを開発した。本システムの計測条件を確立するため、口腔粘膜を想定した擬似粘膜を作成し弾性率を計測し、90°の探触子と45°角度付き探触子を比較し、45°角度付き探触子の有用性を検討した。その結果、45°角度付き探触子上部に水準器を付与することで90°の探触子と同様に口腔内に応用できる可能性が示唆された。

以上の結果より、口腔粘膜の厚さと荷重量の同時計測システムに45°角度付き探触子を応用することで、義歯支持粘膜の粘弾性的性質を評価できる可能性が示された。

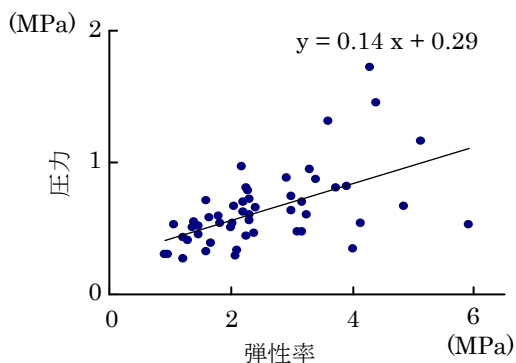


ひずみゲージを貼布した
超音波厚さ計 (①90° ②45°)

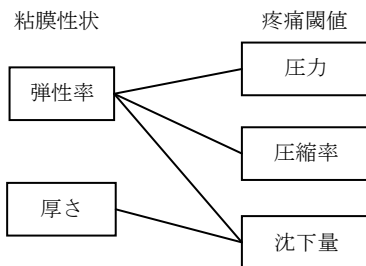


(2) 竹内らが開発した厚さと荷重量を同時に測定する装置を応用し、義歯支持粘膜の粘膜性状のパラメータとして厚さと弾性率および疼痛閾値のパラメータとして圧力、沈下量、圧縮率との関連性を評価した。その結果、弾性率は圧力、沈下量、圧縮率のいずれとも相関を認め、厚さは沈下量のみと相関を認めた。疼痛閾値のパラメータのうち、沈下量は唯一、粘膜性状のパラメータである厚さと弾性率の双方とも相関を示し、回帰式 $S = 0.10E + 0.26T + 0.30$ を用いることで、沈下量がより高い精度で推定された。

以上より、測定部位や有歯顎者と無歯顎者の粘膜性状の違いを検討する必要があるが、義歯支持粘膜の性状から疼痛閾値を推定し、疼痛閾値から義歯支持粘膜の負担能力の予測が行える可能性が示唆された。



疼痛閾値と弾性率の関係



粘膜性状と疼痛閾値の相関関係 ($p < 0.05$)

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 2 件)

- ① 竹内沙和子, 佐藤裕二, 北川 昇, 下平 修, 原 聡, 磯部明夫
 口腔粘膜の粘弾性測定に関する研究
 — 測定荷重量と粘膜厚さ変化量の同時計測手法の確立 —
 日本補綴歯科学会誌, 2 : 70-77, 2010.

- ② Isobe A, Sato Y, Kitagawa N, Shimodaira O, Hara S, Takeuchi S
 The Influence of Denture Supporting Tissue Properties on Pressure-pain Threshold — Measurement in Dentate Subjects —
 Journal of Prosthodontic Research
 投稿中

[学会発表] (計 5 件)

- ① 竹内沙和子, 佐藤裕二, 北川 昇, 下平 修, 原 聡, 磯部明夫
 口腔粘膜の粘弾性測定に関する研究
 — 荷重と粘膜厚さ変化量の同時測定システムの改良 —
 日本補綴歯科学会第 118 回大会, 2009
- ② Takeuchi S., Sato Y., Kitagawa N., Shimodaira O., Hara S.
 A Study on Measurement of Viscoelasticity of Oral Mucosa
 87th General Session & Exhibition of the International Association for Dental Research, 2009.
- ③ 磯部明夫, 佐藤裕二, 北川 昇, 下平 修, 原 聡, 竹内沙和子
 義歯支持粘膜の性状が疼痛閾値に及ぼす影響 - 測定システムの開発 -
 日本補綴歯科学会, 第 14 回東京支部総会, 2010.
- ④ 磯部明夫, 佐藤裕二, 北川 昇, 下平 修, 原 聡, 竹内沙和子
 義歯支持粘膜の性状が疼痛閾値に及ぼす影響
 日本補綴歯科学会第 120 回大会, 2011.
- ⑤ Isobe A, Sato Y, Kitagawa N, Shimodaira O, Hara S, Takeuchi S:
 Influence of Oral Mucosal Properties on Pressure-pain Threshold.
 14th Biennial Meeting of International Collage of Prosthodontists, 2011.

[図書] (計 1 件)

- ① 下平 修 他. クインテッセンス社.
 歯科衛生士 Q&A で理解する義歯ケア
 第 1 回: 義歯装着時の指導
 74-77, 2011.

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

名称:
 発明者:
 権利者:
 種類:
 番号:
 出願年月日:
 国内外の別:

○取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

下平 修 (SHIMODAIRA OSAMU)
昭和大学・歯学部・講師
研究者番号：30235684

(2) 研究分担者

佐藤裕二 (SATO YUJI)
昭和大学・歯学部・教授
研究者番号：70187251

北川 昇 (KITAGAWA NOBORU)
昭和大学・歯学部・准教授
研究者番号：80177831

七田俊晴 (SHICHITA TOSHIHARU)
昭和大学・歯学部・助教
研究者番号：70307057

原 聰 (HARA SATOSHI)
昭和大学・歯学部・助教
研究者番号：50384334

石原 広 (ISHIHARA HIROSHI)
昭和大学・歯学部・助教
研究者番号：30514864

(3) 連携研究者

()

研究者番号：