

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 8 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23592847

研究課題名(和文) 臨床データ・プロセッシングに基づいた残存歯咬合支持能力の簡易診断システムの開発

研究課題名(英文) Development of simple diagnostic system on occlusal-supporting ability of remaining teeth based on clinical data processing

研究代表者

水町 亘 (Mizumachi, Wataru)

広島大学・大学院医歯薬保健学研究院・助教

研究者番号：50555141

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、残存歯の咬合支持能力指数の臨床的意義を明らかにするために、咬合支持能力の臨床パラメータである咬合圧データを集積し、指数と咬合圧との相関を分析することで、「臨床データ・プロセッシングに基づいた残存歯咬合支持能力の簡易診断システムの開発」を目指した。その結果、健全歯の咬合支持能力指数(nPLI)に対応する咬合圧が明らかとなり、健全な上下顎歯種別の咬合支持能力を示唆できた。また、歯根膜支持喪失歯の咬合支持能力指数(rPLI)の適用範囲は健全歯根膜長の2/3以下が適切であると考えられた。このことは、rPLIとnPLIを用いた残存歯咬合支持能力簡易診断法を開発できることを示唆している。

研究成果の概要(英文)：In our previous studies, we developed the normal periodontal ligament index (nPLI) and residual periodontal ligament index (rPLI) to estimate residual periodontal ligament support for individual teeth during treatment planning for partially edentulous patients. To illustrate the applicability of the nPLI and rPLI, an occlusal-supporting ability (OSA) score calculated using these indices for the remaining teeth corresponding to Eichner's subclasses of partial edentulism was charted by numerically assessing the average occlusal support. This OSA score based on the nPLI and rPLI is proposed as a suitable tool for epidemiologic research on the progression of tooth loss and the survival of prostheses. The Ethics Committee for Epidemiologic Study of Hiroshima University approved the study protocol (No. 331).

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：臨床データ プロセッシング 残存歯 咬合支持能力 簡易診断システム

1. 研究開始当初の背景

残存歯の咬合支持能力を評価することは、部分無歯顎患者における可撤性義歯やブリッジの治療計画において極めて重要である。Ante の法則 (1926) では、ブリッジの設計における支台歯の総歯根膜表面積は喪失歯の総歯根膜表面積と等しいかそれ以上必要であると定義し、さらに、支台歯の歯根膜の長さは少なくとも健全歯根膜の $1/2 \sim 2/3$ でなければならないとしている。このように、歯の咬合支持能力は、これまで歯根膜の表面積から導かれる歯根膜支持能力として考えられてきた。我が国の保険医療に導入されているブリッジの抵抗性の判定に用いる指数 (Duchange の修正法による指数を基本) は、この考え方に基づくものの、健全歯と仮定して算出した指数であるため、歯周組織の喪失による支持の変化は考慮されていない。また、歯周組織の喪失は、probing depth, attachment level, 動揺度, デンタル X 線写真などにより臨床評価されるものの、歯周状態に応じた歯の咬合支持能力を具体的に数値化することは未だになされていない。

そこで、我々は、残存歯咬合支持能力の数値化を目的として、残存歯根膜表面積から導かれる Residual Periodontal Ligament Index (rPLI) とその初期値である Normal Periodontal Ligament Index (nPLI) を用いて残存歯咬合支持能力指数を開発した (Abe et al., 2010)。これらの残存歯咬合支持能力指数の臨床的意義は、臨床データ・プロセッシングに基づいて明らかにする必要があり、そのためには、指数と咬合支持能力の臨床パラメータである咬合圧データとの相関を分析しなければならない。また、欠損部顎堤の咬合支持能力やブリッジによる咬合支持能力の臨床データが構築できれば、欠損部における義歯やブリッジによる治療の術前・術後の残存歯咬合支持能力の簡易診断を可能とするシステムが開発できる。このように、残存歯咬合支持能力の簡易診断システムの開発は、部分無歯顎患者における根拠に基づいた補綴治療の診断と治療計画に寄与する。

2. 研究の目的

本研究では、残存歯の咬合支持能力指数の臨床的意義を明らかにするために、咬合支持能力の臨床パラメータである咬合圧データを集積し、指数と咬合圧との相関を分析することで、「臨床データ・プロセッシングに基づいた残存歯咬合支持能力の簡易診断システムの開発」を目指した。そこで、以下の2点について研究を行った。

(1) 健全な上下顎歯種別の咬合支持能力の臨床パラメータである咬合圧データから、nPLI の臨床的意義を明らかにすることとした。

(2) 歯根膜支持の喪失に伴った上下顎歯種別の咬合支持能力の低下についてのシミュレーションから rPLI の臨床的意義を明らか

にすることとした。

3. 研究の方法

(1) 健全な上下顎歯種別の咬合支持能力の評価

被験者

被験者は広島大学の職員ならびに学生で、個性正常咬合を有する 99 名、平均年齢 24.7 ± 3.4 歳 (男性 49 名, 平均年齢 25.5 ± 3.6 歳, 20-37 歳; 女性 50 名, 平均年齢 23.9 ± 3.1 歳, 20-35 歳) である。なお、口腔悪習癖、重度不正咬合、顎関節症および動揺歯を有する被験者は対象から除外した。被験者をアングルの分類により分類すると、Ⅰ級 71 名 (男性 34 名, 女性 37 名), Ⅱ級 7 名 (男性 3 名, 女性 4 名), Ⅲ級 19 名 (男性 10 名, 女性 9 名), 分類不能 2 名であった。なお、本研究では広島大学疫学研究倫理委員会の審査・承認 (第疫-331 号) を得ており、各被験者には本研究の主旨を十分に説明し、同意を得た。

測定方法

各被験者に対して、咬合力検査フィルム (Dental prescale 50HR, GC, 東京) を用いて、可及的切端咬合位から咬頭嵌合位へ滑走運動して最大咬みしめ 3 秒間の被検運動を記録した。切端咬合位をとることが困難な被験者に対しては、前歯でフィルムを咬合するよう指示した。また、最大咬みしめ時の上下顎歯種別の咬合接触状態を調べるために、咬合採得材 (Exabite, GC, 東京) を用いて咬頭嵌合位における上下顎の咬合関係を記録した。咬合力検査フィルムに印記された発色部位を咬合力検査装置 (Occluzer 707, GC, 東京) で解析し、咬合採得材の透過した部位とフィルムに印記された部位とを比較、同定することで、歯種別の咬合力、咬合接触面積および咬合圧を測定した。

統計学的分析

左右差、性差の違いによる各測定値の比較には Student's t-test を、上下顎歯種別の咬合圧の比較には Kruskal-Wallis test, Scedge's test をそれぞれ用い、有意水準 5% で統計学的分析を行った。

(2) 歯根膜支持の喪失に伴った上下顎歯種別の咬合支持能力の評価

任意の歯根膜長の設定

任意の歯根膜長の設定は、設定 a: 健全歯根膜長, 設定 b: 健全歯根膜長 - 2 mm, 設定 c: 健全歯根膜長の $2/3$, 設定 d: 健全歯根膜長の $1/2$ とした。

実験モデルの作製

アクリルレジン (Tray resin, 松風, 京都) にて根模型歯植立用のモールドを上下顎中切歯から第二大臼歯までの各 14 歯

種について、モールドの内径が 15 mm となるように作製した。モールド内面に接着剤を塗布し、シリコーン印象材 (Examixfine Injection type, GC, 東京) を注入し、複製根模型歯 (B2-306, NISSIN, 京都) を植立した。印象材が硬化した後、根模型歯を取り出し、モールドの断端が根模型歯の cemento-enamel junction (CEJ) と一致するようにトリミングし、根模型歯を復位した。

荷重 - 変位関係の測定

モールドを小型卓上試験機 (EZ Test EZ-SX, SHIMADZU, 京都) に固定し、荷重 - 変位関係を 10 分の間隔で 3 回測定した。測定後、根模型歯をモールドから取り出し、モールドの断端が根模型歯の CEJ から 2 mm 下方になるようにトリミングした。そして、根模型歯をモールドに復位し、荷重 - 変位関係を測定した。同様に、健全歯根膜長の 2/3 および 1/2 についても荷重 - 変位関係を測定した。

測定条件

小型卓上試験機に直径 3 mm の球型押し治具 (SHIMADZU, 京都) を装着し、クロスヘッドスピード 0.05 mm/min で負荷荷重試験を行い、側方変位量を測定した。負荷の方向は歯軸に対して垂直方向とし、負荷を与える位置は上顎では口蓋側、下顎では頬側に CEJ から歯冠側へ 4 mm の点とした。すべての条件に対して 3 回ずつ測定を行い、歯種別に、0.1 N の荷重が加わった際の健全歯根膜長の側方変位量に対する各設定における側方変位量の比を算出した。

4. 研究成果

(1) 健全な上下顎歯種別の咬合支持能力の評価

歯種別の咬合支持能力の臨床パラメータとして、左右差、性差の認められなかった咬合圧を採用することとした。

上下顎歯種別の咬合圧を同顎の歯種間で比較すると、上下顎とも、大臼歯部において、同顎の他の歯種と比較して有意に低い値を示した ($P < 0.01$) (図 1)。また、同顎の前歯部、小臼歯部ではどの歯種間においても有意差は認められなかった。咬合圧の値は、中切歯 (上顎 U-CI 62.5±21.0 MPa; 下顎 L-CI 60.9±22.0 MPa) から後方に向かって次第に増加し、犬歯 (上顎 U-C 68.3±22.9 MPa; 下顎 L-C 69.2±27.6 MPa) もしくは第一小臼歯 (上顎 U-PM1 68.3±24.7 MPa; 下顎 L-PM1 67.8±25.0 MPa) で最大値を示し、第二大臼歯 (上顎 U-M2 50.0±10.0 MPa; 下顎 L-M2 49.3±8.7 MPa) まで急激に減少した。この歯種別の咬合圧の傾向は大臼歯部において nPLI と反対の傾向を示した (図 1)。

大臼歯部での咬合圧が他の歯種と比較し

て小さかったことは、大臼歯部の粉碎、臼磨という機能を果たすために加えられる大きな咬合力 (高見沢, 1965; 服部ら, 1996) は、大きな咬合接触面積によるものであり、咬合圧によるものではないということを示している。また、歯種別の咬合圧は、歯種ごとの役割や歯冠の形態および植立部位などにより導かれたデータであり、咬合支持能力を評価するパラメータとして有用である (Abe et al., 2012)。

以上より、上下顎歯種別の nPLI に対応する咬合圧が明らかとなり、健全な上下顎歯種別の咬合支持能力を示唆できた。

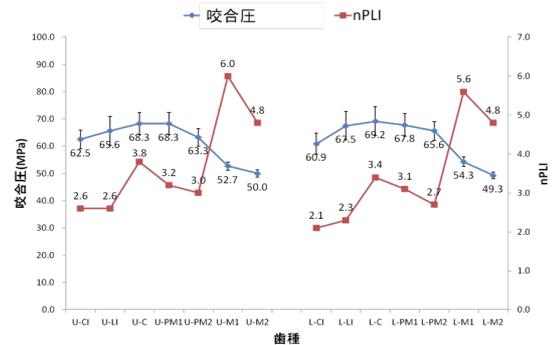


図 1 歯種別の咬合圧と nPLI

(2) 歯根膜支持の喪失に伴った上下顎歯種別の咬合支持能力の評価

荷重 0.1 N における前歯部と小臼歯部の側方変位量は、設定 a における変位量に対して、設定 b で約 1.5 倍、設定 c で 2~3 倍、設定 d で 5~9 倍を示した。また、大臼歯部の側方変位量は、設定 b で約 1.5 倍、設定 c で 1.5~2 倍、設定 d で 3~5 倍を示した。このことは、歯根膜支持の喪失が 2/3 から 1/2 へ進むと、側方変位量が著しく増大し、特に、単根の歯で顕著となることを示している。

本研究では、側方変位量が著しく増大する歯根膜の支持レベルを明らかにすることを目的として、任意の歯根膜長に応じた側方変位量の測定を行った。そこで、荷重に対する変位が印象材の厚みにより影響されないように、歯根を取り囲む印象材は変位量に対して十分に大きい厚みとなるよう、モールドの内径を 15 mm とした。また、荷重量としての 0.1 N は、荷重に対する変位が印象材の厚みにより影響を受けない最小値であった。さらに、歯根の形態に依存した変位量の変化を明らかにするため、負荷の方向は歯軸に対して垂直方向とし、負荷を与える部位は上顎で口蓋側、下顎で頬側とし、CEJ から歯冠側へ 4 mm の点とした。歯根を支持する材料には、人工歯の着脱を何度も繰り返すため、Craig et al. (1996) の報告を参考とし、寸法安定性に優れ、弾性ひずみを有し、かつ、永久変形の小さい付加型シリコーン印象材を選択した。

側方変位量が増大するという事は、動揺度が大きくなっても歯周組織の状態によ

ては、歯根膜や歯槽骨に対する応力が大きくなり得ることに留意しなくてはならない (Yoshida, 2003)。したがって、咬合支持能力を評価する際には、応力の集中を避けるため側方変位量が増大する歯根膜長において rPLI を適用すべきであると考えられる。

以上より、歯根膜支持の喪失が健全歯根膜長の 2/3 から 1/2 の間で側方変位量が著しく増大することから、nPLI を健全歯根膜長の 2/3 まで適用し、2/3 以下では rPLI を適用すべきである。

【展望】

残存歯咬合支持能力指数である nPLI および rPLI は平均的臨床評価であるため、個々の残存歯の確定診断は、本研究で明らかになった歯種別の咬合圧 (Abe et al., 2012) を含めた他の臨床評価と併せて行わなければならない。最近では、コーンビーム CT による撮影技術が歯科医療現場に普及し始めていることから、実際の残存歯の歯根膜表面積 (歯槽骨支持面積) を測定することが可能となるかもしれない。しかしながら、現時点では、具体的に数値を算出するプログラムは存在しない。

また、残存歯の咬合支持能力に、個々の歯の歯周状態を反映させ数値化した報告は、Abe et al. (2010) の報告のみで nPLI や rPLI で示す残存歯咬合支持能力指数が平均的臨床評価であっても、これらの指数を用いて患者の咬合支持能力を数値化することは、補綴治療を行う上で大変意義深い。さらに、残存歯咬合支持能力を数値化することは部分無歯顎の咬合状態を客観的に捉えることが可能となり、患者へのインフォームド・コンセントを行う際にも重要となる。

Eichner の分類に従った残存歯咬合支持能力スコアチャートを作成し、図 2 に示した。このチャートに示す各グループにおけるスコアの最小値および最大値は、残存歯が健全歯であると仮定した nPLI より算出したものであるが、実際には歯周病に罹患した歯では、attachment level が増加しているため、rPLI を用いて計算すると残存歯咬合支持能力スコアはより低い値へシフトする。また、Eichner の分類の各グループに従い、nPLI を用いて残存歯咬合支持能力スコアを計算してみると、歯の喪失における残存歯咬合支持能力スコアの推移の 1 つを理解することができる。この推移を基準として用いれば、各患者の残存歯咬合支持能力の変化を予測し、補綴治療の予知性を向上させることができるであろう。さらに、補綴治療による咬合支持能力の回復・改善を提示することができれば、患者の補綴治療への理解を深めることができる。ゆえに、咬合支持能力と補綴治療との相関を明示する新たなチャートを提言しなければならないと考えている。

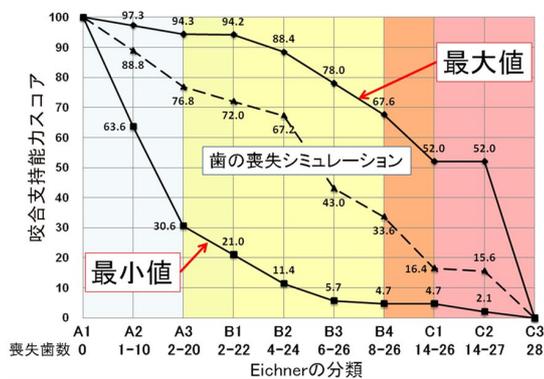


図 2 Eichner の分類に従った残存歯咬合支持能力スコアチャート

5. 主な発表論文等

[雑誌論文] (計 2 件)

Abe Y, Nogami K, Mizumachi W, Tsuka H, Hiasa K, Proposed score for occlusal-supporting ability, Open Journal of Stomatology, 査読有, 3, 2013, 230-234.

DOI: 10.4236/ojst.2013.33040

Abe Y, Nogami K, Mizumachi W, Tsuka H, Hiasa K, Occlusal-supporting ability of individual maxillary and mandibular teeth, Journal of Oral Rehabilitation, 査読有, 39, 2012, 923-930.

DOI: 10.1111/joor.12008

[学会発表] (計 1 件)

野上 敬介, 阿部 泰彦, 水町 亘, 田地 豪, 日浅 恭, 岡崎 洋平, 津賀 一弘, 赤川 安正, 歯種別咬合支持能力を評価する臨床パラメータの探索, 第 95 回広島大学歯学会例会, 2011 年 11 月 13 日, 広島

6. 研究組織

(1) 研究代表者

水町 亘 (MIZUMACHI WATARU)
 広島大学・大学院医歯薬保健学研究院・助教
 研究者番号: 50555141

(2) 研究分担者

阿部 泰彦 (ABE YASUHIKO)
 広島大学・病院・講師
 研究者番号: 00253097

日浅 恭 (HIASA KYOU)
 広島大学・病院・助教
 研究者番号: 60304432