

論文内容の要旨

下顎運動データを用いたヴァーチャルワックスアップによる
CAD/CAM クラウンの咬合接触の評価
(塚谷 顕介)
(岩手医科大学歯学雑誌 第 44 巻, 第 1 号, 平成 31 年 4 月)

つかたに けんすけ
塚谷 顕介

I. 研究目的

従来, 咬合器上では咀嚼運動を含めた曲線的な下顎運動の再現は困難であった. 一方, 近年になり下顎運動の測定データをクラウン咬合面形態に反映することの出来るシステムが開発され, ヴァーチャル空間での理想的な咬合接触を付与したクラウンの設計が可能となった. 本研究の目的は①ヴァーチャル半調節性咬合器による直線的な偏心運動経路を反映したクラウン (Se-Cr), ②被験者が実際に行った曲線的な偏心運動経路を反映したクラウン (Ec-Cr), ならびに③咀嚼運動経路を反映したクラウン (Ch-Cr) の咬合面形態を評価し, 下顎運動経路の違いが, クラウンの咬合接触に与える影響についてヴァーチャル空間で検証することである.

II. 研究方法

本研究に同意の得られた男性 16 名, 女性 5 名を被験者として上下顎の印象採得, 下顎運動測定装置を用いて偏心運動, 咀嚼運動を測定した. その後, 石膏模型を製作し, 咬合器に装着した. 下顎右側第二大臼歯を被験歯とし, 模型上で仮想支台歯形成をした. 技工用スキャナーで上下顎歯列をスキャンした後, 測定した下顎運動データと模型データを統合し, ヴァーチャル空間で①咬頭嵌合位での理想的な咬合接触を付与したクラウン (Base-Cr), ②Se-Cr, ③Ec-Cr, ならびに④Ch-Cr を設計した. 4 種類のクラウンデータは STL データとして出力し, ソフトウェアを用いて Base-Cr と各クラウンの画像の重ね合わせを行った. 重ね合わせ後は咬合面形態の垂直的变化量の最大値を測定した. また, Ec-Cr と Ch-Cr を重ね合わせ, 赤と青のカラーマッピングで下顎運動経路によるクラウン形態の変化を観察した.

III. 研究成績

Ch-Cr の垂直的变化量は 0.294 mm であり, Se-Cr の 0.226 mm と比較し有意に大きな値を示した ($p < 0.05$). また, 被験者ごとの偏心運動と咀嚼運動時の垂直的变化量を比較した結果, 被験者 21 名中, 咀嚼運動と比較して偏心運動の変化量が大きい被験者が 6 名, 偏心運動と比較して咀嚼運動の変化量が大きい被験者が 14 名, 変化がなかった被験者が 1 名であった. Ec-Cr と Ch-Cr の重ね合わせ画像を観察した結果, 全ての被験者において, 形態の変化が観察された. 被験者 21 名中 15 名で赤と青のカラーマッピングが混在しており, 4 名が青のカラーマッピングのみ, 2 名が赤のカラーマッピングのみ示した. クラウン形態は全ての被験者で異なっており, 変化部位に一定の傾向は認めなかった.

IV. 考察及び結論

垂直的变化量では Ch-Cr が Se-Cr と比較し有意に大きな値を示した. これは Ch-Cr が曲線的な咀嚼運動経路を描くのに対し, Se-Cr は直線的な偏心運動経路を描くことが影響を及ぼしていると考えられた. また, Ec-Cr と Ch-Cr の重ね合わせ画像は, 被験者が実際に行った曲線的な偏心運動と咀嚼運動の経路に違いがあることを示しており, 従来法で補綴装置を製作した場合, 偏心運動のみでは調整が困難な部位が存在している可能性を示唆している. 以上より, ヴァーチャル半調節性咬合器による偏心運動, 被験者が実際に行った偏心運動およ

咀嚼運動をもとにクラウンを設計し、ヴァーチャル空間で比較した結果、下顎運動経路の違いが咬合接触に影響を与えることが明らかとなった。従って、咬合干渉の少ないクラウンを製作するためには、下顎運動経路を十分考慮する必要性が示唆された。

論文審査の結果の要旨

論文審査担当者

主査 教授 近藤 尚知 (補綴・インプラント学講座 補綴・インプラント学分野)
副査 教授 野田 守 (歯科保存学講座 う蝕治療学分野)
副査 教授 田中 良一 (口腔顎顔面再建学講座 歯科放射線学分野)

従来、咬合器上では咀嚼運動を含めた曲線的な下顎運動の再現は困難であった。一方、近年になり下顎運動の測定データをクラウン咬合面形態に反映することの出来るシステムが開発され、ヴァーチャル空間での理想的な咬合接触を付与したクラウンの設計が可能となった。そこで筆者は①ヴァーチャル半調節性咬合器による直線的な偏心運動経路を反映したクラウン (Se-Cr)、②被験者が実際に行った曲線的な偏心運動経路を反映したクラウン (Ec-Cr)、ならびに③咀嚼運動経路を反映したクラウン (Ch-Cr) の咬合面形態を評価し、下顎運動経路の違いが、クラウンの咬合接触に与える影響についてヴァーチャル空間で検証した。

本研究では男性 16 名、女性 5 名の被験者に対して、上下顎の印象採得、下顎運動測定装置を用いて偏心運動、咀嚼運動を測定した。その後、石膏模型を製作し、咬合器に装着した。下顎右側第二大臼歯を被験歯とし、模型上で仮想支台歯形成をした。技工用スキャナーで上下顎歯列をスキャンした後、測定した下顎運動データと模型データを統合し、ヴァーチャル空間で①咬頭嵌合位での理想的な咬合接触を付与したクラウン (Base-Cr)、②Se-Cr、③Ec-Cr、ならびに④Ch-Cr を設計した。ソフトウェアを用いて Base-Cr と各クラウンの画像の重ね合わせを行い、咬合面形態の垂直的変化量の最大値を測定した。また、Ec-Cr と Ch-Cr を重ね合わせ、カラーマッピングで下顎運動経路によるクラウン形態の変化を観察した。Ch-Cr が Ec-Cr より多く変化する部分は青のカラーマッピング、Ec-Cr が Ch-Cr より多く変化する部分は赤のカラーマッピングを示すように設定した。

その結果、Ch-Cr の垂直的変化量は 0.294 mm であり、Se-Cr の 0.226 mm と比較し有意に大きな値を示した。また、被験者ごとの Ec-Cr と Ch-Cr の垂直的変化量を比較した結果、被験者 21 名中、Ch-Cr と比較して Ec-Cr の変化量が多い被験者が 6 名、Ec-Cr と比較して Ch-Cr の変化量が多い被験者が 14 名、変化がなかった被験者が 1 名であった。Ec-Cr と Ch-Cr の重ね合わせ画像を観察した結果、被験者 21 名中 15 名で赤と青のカラーマッピングが混在しており、4 名が青のカラーマッピングのみ、2 名が赤のカラーマッピングのみ示した。クラウン形態は全ての被験者で異なっており、変化部位に一定の傾向は認めなかった。

以上のことから、下顎運動経路の違いが咬合接触に影響を与えることが明らかとなり、咬合干渉の少ないクラウンを製作するためには、下顎運動経路を十分考慮する必要性が示唆された。

本研究成果は補綴装置を製作する際の新たな研究基盤となることが期待され、医歯学研究の発展に広く寄与すると考えられることから、学位論文に値すると評価した。

試験・試問結果の要旨

本研究の概要について本人から研究経過とともに説明がなされた。研究の背景、方法、結果の解釈、さらには臨床的意義について試問を行い適切かつ十分な回答が得られた。また、今後の研究の方向性についても試問を行い、将来への展望も積極的に述べており、研究に対する十分な意欲が感じられたことから学位に値する十分な学識と研究能力を有するものと認めた。

主査・副査から多くの質問があり、下記の質疑応答が行われた。

問：下顎運動測定装置の精度は何 μm か。

答：メーカー発表の数値では $\pm 50\ \mu\text{m}$ となっており、本研究を行うにあたり十分な測定精度を有していると考えております。

問：「ヴァーチャルワックスアップ」という用語は正しいのか。「モデリング」という言葉が正しいと思うがどうか。

答：国内、海外の論文、メーカーの発表でも「ヴァーチャルワックスアップ」という用語が広く普及しております。従って、本論文内ではヴァーチャル空間でクラウンをデザインすることを「ヴァーチャルワックスアップ」で統一いたしました。

問：STLデータを補正したという文言があるが、どのような補正を行ったのか。また、CADデータからSTLデータの変換する際の偏差は何 μm に設定しているのか。

答：STLデータで取り出す際に発生する穴や細かな歪みに対して補正を行いました。補正は一定の基準の下で行っており、これによる測定誤差は生じないと考えております。また、変換する際の偏差数値については不明のため調査したいと思います。

問：垂直的変化量という表現をしているが、差分という捉え方で良いのか。

答：本研究ではベースとなる咬頭嵌合位での理想的な咬合接触を付与したクラウンに対し、3種類の運動を反映したクラウン形態の変化を比較、評価しております。すなわち「垂直的変化量」は「差分」ということになります。

問：偏心運動、咀嚼運動の両方を反映した製作はできないのか。

答：本研究で用いたソフトウェア内では両方の運動を反映することは出来ません。今後、ソフトウェアの改良により、複数の運動が反映できるようになれば、より理想的な補綴装置が製作可能になると考えております。

問：論文内の表の有効桁数を統一した方が良い。

答：ご指摘いただいた通り、有効桁数は統一すべきであり、今後の論文作成時は留意したいと思います。

問：ヴァーチャルワックスアップの咬合面形態が、理想的な解剖学形態と異なり、面接触となっているが良いのか。

答：本研究では、下顎運動経路が咬合面形態に与える影響について比較しているため、解剖学的形態から逸脱していても修正は行いませんでした。このことから対合歯とは面接触となっています。症例報告レベルではございますが、本法で製作したクラウンを装着した患者は1年以上経過良好です。

問：クラウンの大きさを分母として、相対的な変化量をみてはどうか。

答：そのような方法での分析は行っていませんが、今後、相対的な変化量も測定し、比較、検討したいと思います。

問：垂直的な変化量以外のパラメーターで解析してみてもどうか。

答：本研究内では最大に変化した部位の測定にとどまっておりますが、変化部分の面積、体積量を測定していきたいと考えております。また、咀嚼運動、偏心運動経路のタイプ、骨格、年齢なども関わりがある可能性が考えられるので、今後は様々な角度から結果を分析したいと思います。

問：ベースとなるクラウン形態に下顎運動を反映させるのではなく、ブロックのような形に反映した方が、より変化が分かり易く観察できるのではないか。

答：本研究で使用しているソフトウェアはクラウンをデザインすることを前提としているため、自由な形状を与えることが困難になっております。しかし、ご提示いただいた方法のように、変化を観察するにはもっと有効な手段があると考えられるので、今後の検討課題とさせていただきます。

参考論文 なし