

論文審査の要旨および担当者

愛知学院大学

報告番号	甲 ② 第 号	論文提出者名	河村 純
論文審査 委員氏名	主査 副査	福井 壽男 後藤 滋巳 宮澤 健	
論文題名	有限要素シミュレーションによる 歯科矯正移動の力学的評価		

インターネットの利用による公表用

歯科矯正では、スプリングや矯正装置を用いて、歯を移動させる。その場合、歯の移動を前もって予測できれば、その矯正方法の適否を評価できる。本研究の目的は、長時間にわたる歯の移動を観測するため、歯の移動に伴う力系の変化を考慮したシミュレーションを汎用の有限要素法ソフトウェアを用いて構築し、矯正装置としてのスプリングの形状や材質、矯正装置の性能を評価した。

第1章の序論では、歯の移動の予測方法と本研究の目的について述べた。

第2章では、3つの形状のTMA製圧下スプリングについて、歯の移動をシミュレーションした。その結果、圧下スプリングの形状に係わらず、どのスプリング形状を用いても、歯をほとんど傾斜させずに圧下・挺出できることがわかった。また、一回の活性化で小臼歯を最も圧下することのできるのは、大きなレクタングュラーループに 22° の面外曲げを付与したスプリングであることを証明した。

第3章では、犬歯牽引用のチタンモリブデン合金(TMA)製スプリングの性能を評価した。犬歯と固定歯の長時間にわたる移動をシミュレーションしスプリングに付与されたゲートルベンド、アンチローテーションベンド、ティップバックベンドの効果を調べた。その結果、犬歯の移動は定常ではなく、最初傾斜と回転し、その後整直した。ゲートルベンドとアンチローテーションベンドの大きさが適切な場合、時間が経過した後、犬歯の傾斜角と回転角が同時に0となり、歯体移動できる。固定歯の傾斜を防ぎ、犬

歯を歯体移動させる最適な3つの組み合わせ曲げ角度を決定した。

第4章では、TMA製T形スプリングを用いて前歯列と臼歯列を一括して牽引する場合をシミュレーションした。そして、ループの位置、トランスパラタルアーチ、臼歯列の歯数の影響を調べた。ループの位置を犬歯と第2小臼歯の中央にすると、犬歯が歯体移動した時点で、臼歯列が傾斜移動した。ループ位置を近心にすると、前歯列と臼歯列を同時に歯体移動できた。また、トランスパラタルアーチは臼歯列の回転を防ぐのに効果があった。さらに、臼歯列に第2大臼歯を加えた場合、臼歯列と前歯列の移動量の比率が約2/3に減少することを確認している。

第5章では、ゴムメタル、TMA、ステンレス製の牽引スプリングと圧下スプリングによる歯の移動状態をシミュレーションし、それらを比較することで、スプリングの材質(ヤング率)の影響を調べた。活性化時の牽引力が同じになる状態で比較した場合、ゴムメタル製の牽引スプリングでは、1回の活性化によって空隙閉鎖できる量が最も大きくなったが、空隙閉鎖には最も時間がかかった。歯の高低差が同じ場合、ゴムメタル製の圧下スプリングでは、最も短い時間でレベリングが完了できた。これらの結果は、ゴムメタルの弾性係数が低いために生じるとした。

第6章では、ミニスクリューを固定源とするスライディングメカニクスによって、前歯列を遠心へ牽引する場合をシミュレーションした。その結果、矯正力の作用方向と歯列の移動状態の関係を明らかにした。すなわ

(論文審査の要旨)

No. 3

(2000字以内のこと)

愛知学院大学

ち、パワーアームが長くなるほど、歯列全体の回転が減少した。臼歯列によって前歯列の回転が拘束する。高位置のミニスクリーでは、歯列がほぼ歯体移動する。矯正力の垂直成分によって歯列全体が圧下あるいは挺出する。

それぞれの章で示したように、本シミュレーションはスプリングの形状やワイヤーの材質などの条件変化が歯の移動状態にどのような影響を与えるかを定量的に図示することができ、矯正装置、矯正方法の評価において非常に有効であることを証明した。また、本研究の特徴は、歯科用CTの画像からシミュレーションモデルを作成しており、この方法は個々の矯正治療患者にも同様に応用できるので、矯正治療に大いに有用である。

しかし、本シミュレーションには、いろいろな仮定が用いられており、今後、シミュレーションされた歯の移動状態と臨床時の歯の移動状態とを比較検証して、精度の高いシミュレーションの構築が期待できる。

本論文は歯科矯正用ワイヤーの特性およびスプリングの形態が歯科矯正治療における歯の移動をシミュレーションし、患者説明に大いに貢献する研究であり、歯科理工学、歯科矯正学など、関連学科に大きく寄与するものである。よって本論文は博士（歯学）の学位授与に値するものと判定した。