

蔣 寶漳 論文内容の要旨

主 論 文

Effect of gable bend incorporated into loop mechanics on anterior tooth movement: Comparative study between en masse retraction and two-step retraction

ループメカニクスにおける空隙閉鎖時のゲーブルベンドの角度が前歯の移動動態に及ぼす効果：抜歯空隙の一括閉鎖と二段階閉鎖の比較

蔣 寶漳、古賀義之、富永淳也、尾崎博弥、濱中僚、住真由美、吉田教明

Orthodontic Waves (In Press)

長崎大学大学院医歯薬学総合研究科医療科学専攻
(主任指導教員：吉田教明教授)

緒 言

矯正治療における抜歯空隙の閉鎖に用いられるループメカニクスには、一般的に切歯と犬歯の6本の前歯を一括的に牽引する方法 (en masse retraction) および犬歯を先に牽引した後、切歯4本を牽引する2段階の方法 (two-step retraction) の2種類の方法が用いられている。なお、前歯の傾斜角度 (lingual tipping angle) を制御するために、ゲーブルベンド (gable bend) を併用することが多い。我々は、この2つの方法でどの程度の角度のゲーブルベンドがどのように前歯の移動様式に影響を及ぼすのかを比較検証するために、ゲーブルベンドを付与したループを活性化した際に生じる力系を接線剛性法を用いて計算し、求めた荷重条件を3次元有限要素モデルへ適用し、前歯の移動動態を解析した。

対象と方法

まず、ループを活性化した際に発生する力系を接線剛性法で求めた。ゲーブルベンドを0°から30°まで5°刻み (0, 5, 10, 15, 20, 25, and 30°) に設定し、ループを1 mm開いて活性化させた際の、それぞれの牽引力およびモーメントを求め、前歯の移動様式に影響を及ぼす力学的パラメータであるモーメント・フォース比 (M/F 比) を計算した。

次にCTデータより、上顎中切歯から第二大臼歯とそれらの周囲の歯根膜と歯槽骨の3次元有限要素モデルを作成した。第一小臼歯を抜歯し、en masse retraction および two-step retraction をシミュレーションするモデルを構築し、それぞれに0.018-in スロットのブラケットとアーチワイヤー (0.017×0.022-in ステンレス・スチールワイヤー) を作成した。接線剛性法により求めたゲーブルベンドを付与したループを活性化した際にループ両端に生じる力系を3次元有限要素モデルへ適用し、前歯の移動動態を解析した。

結 果

接線剛性法の結果から、ゲートルバンドを 0°から 30°まで増加させると、牽引力は 185 gf から 541 gf まで増加する傾向にあった。モーメントもゲートルバンドの角度の増加とともに 577 gf-mm から 2603 gf-mm まで増加した。M/F 比は 3.12 mm から 4.82 mm まで増加した。有限要素法による解析では、en masse retraction のモデルにゲートルバンドを 0°から 30°まで付与しても前歯の回転中心の位置がほぼ変化せず、舌側傾斜角度が 0.44° から 1.06°に増加した。一方、two-step retraction のモデルにゲートルバンドを 0°から 30°まで付与すると、前歯部の回転中心の位置が根尖部方向へ移動し、舌側傾斜角度が 0.14°から 0.03°に減少した。

考 察

有限要素法の解析では、構造物が微小の要素に分割されるため、変形量が過大な場合に解析誤差が伴う。従って、本研究はその誤差を最小限にとどめるように、矯正用アーチワイヤーのループの活性化やゲートルバンドの付与のように変形が大きい場合の解析に接線剛性法を導入した。求めた力系を 3次元有限要素モデルへ適用することにより、歯の移動などの微小変位を高い精度で解析できた。

ゲートルバンドの角度が増加するとともに、牽引力とモーメントならびに M/F 比が増加する傾向にあった。En masse retraction モデルでは、ゲートルバンドの付与は前歯の移動動態に影響を及ぼさず、回転中心の位置がほぼ変化しなかった。舌側傾斜角度が牽引力の増大につれ増加し、臨床上好ましくない uncontrolled tipping が生じた。これはゲートルバンドにより生じたモーメントが犬歯に吸収され、牽引力だけが前歯に作用するためと考えられた。一方、two-step retraction のモデルにおいてはゲートルバンドの効果が発揮され、前歯の回転中心の位置はゲートルバンドの角度が増加するに従い根尖部方向へ移動し、舌側傾斜角度が減少しつつ、臨床上好ましい controlled tipping や bodily movement に近い移動様式を発現した。

本研究において、ゲートルバンドの効果は two-step retraction の方法で空隙閉鎖する場合に、より発揮されることが示唆された。en masse retraction は治療時間を短縮する可能性があるゆえに臨床上頻繁に使われているが、効果的な前歯移動様式の制御には、two-step retraction を用い、ループにゲートルバンドを付与することが推奨される。

(備考) ※日本語に限る。2000 字以内で記述。A4 版。