

# (尾崎 博弥) 論文内容の要旨

主 論 文

## Biomechanical aspects of segmented arch mechanics combined with power arm for controlled anterior tooth movement: A 3D finite element study

3分割セクショナルアーチとパワーアームを併用した矯正治療メカニクスにおける  
前歯部の移動制御  
—有限要素解析を用いた生体力学的考察—

尾崎博弥、富永淳也、濱中僚、住真由美、Pao-Chang Chiang、田中基大、古賀義之、  
吉田教明

(Journal of Dental Biomechanics • 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

矯正治療における空隙閉鎖には、一般的にループメカニクス、スライディングメカニクスという2つの方法が用いられている。我々は、既存の方法と異なる新しい移動メカニクスとして、抜歯窩の位置で分割したセクショナルアーチにパワーアームを組み合わせた方法 (segmented power arm mechanics) を考案した。このメカニクスにおける前歯の移動様式に応じた最適なパワーアームの高さを決定するために、3次元有限要素法 (FEM) を用いた解析を行った。

### 対象と方法

CT データより、上顎中切歯から第二大臼歯まで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。このモデル上で、0.018-in スロットのブラケットを作成し、ブラケットに対し遊びがあるワイヤー (0.017×0.022-in SS wire) と遊びがないワイヤー (0.018×0.025-in SS wire) を組み合わせたモデルを作成した。4番を抜歯し、ワイヤーは抜歯窩で切断し3分割した。パワーアームを前歯部と臼歯部の分割ワイヤーにそれぞれ装着し、咬合平面に平行に牽引力を負荷した。FEM を用いて変位量解析を行い、パワーアームの長さが上顎中切歯の唇舌的な傾斜角及び歯の移動様式を示す回転中心の位置の変化に及ぼす影響について検討した。解析結果より、Controlled lingual crown tipping (根尖を中心とした歯冠舌側傾斜)、Bodily movement (歯体移動)、Controlled lingual root tipping (切縁を中心とした歯根舌側傾斜) の前歯の3種類の移動様式を達成するパワーアームの長さを決定した。

## 結 果

0.018-in スロットブラケットと遊びのある 0.017×0.022-in のアーチワイヤーを使用した組み合わせの場合、上顎中切歯の Controlled lingual crown tipping、Bodily movement、Controlled lingual root tipping を達成するにはそれぞれ 9.7mm、9.1mm、8.1mm の高さのパワーアームが必要であった。また、遊びの無い 0.018×0.025-in のアーチワイヤーが使われる場合は、Controlled lingual crown tipping、Bodily movement、Controlled lingual root tipping はそれぞれ 7.4mm、7.0mm、6.4mm の高さのパワーアームを使用することで達成された。

## 考 察

Segmented power arm mechanics において、前歯の動きとパワーアームの高さの間には密接な関係があることが明らかとなった。0.018-in スロットブラケットに対し 0.017×0.022-in SS wire を用いた場合、切歯の Controlled lingual crown tipping、Bodily movement、Controlled lingual root tipping を達成するにはすべて中切歯の CR 位置より高いパワーアームが必要であった。単純に一本の歯の移動を考える場合、CR の高さで牽引を行うことで Bodily movement が達成される。しかし、ワイヤー・ブラケット間に遊びがある場合、前歯舌側牽引の初期段階では、ワイヤーとブラケットが接触するまで前歯が傾斜するため、より高いパワーアームが必要となると考えられる。

一方、0.018 × 0.025-in のフルサイズのワイヤーを用いた場合、切歯の Controlled lingual crown tipping、Bodily movement はそれぞれ CR より 0.9mm、0.3mm 高いパワーアーム、Controlled lingual root tipping は 0.1mm 低いパワーアームにて達成された。フルサイズのワイヤーを用いた場合、Bodily movement がほぼ CR と同じ高さのパワーアームで達成できることが示された。

過去の研究において解析したスライディングメカニクスでは、パワーアームを併用した場合と比較して、今回考案した segmented power arm mechanics においてフルサイズのアーチワイヤーを用いた場合、前歯の移動の制御はより低い高さのパワーアームで達成されることが明らかとなった。したがって、この空隙閉鎖の方法は、様々な症例に広く適用できることが示された。また、このメカニクスにおいては咬合平面と平行に牽引力を与えることにより、摩擦と垂直力を発生させることなく、前歯の移動制御を可能とする十分な moment to force ratio (M/F) を得られることがわかった。以上のように、segmented power arm mechanics はシンプルな構造で、より効果的に前歯の制御が可能であると考えられる。