

学位論文の全文に代えてその内容を要約したもの

愛知学院大学

甲 第 802 号	論文提出者 小島悠司
論文題目 口蓋正中大白歯部に植立した歯科矯正用アンカースクリュー の予後安定性について	

## I. 緒言

近年、矯正歯科治療の固定源として歯科矯正用アンカースクリュー(以下アンカースクリュー)が多用されている。アンカースクリューは最大の固定が必要とされる症例などにおいて絶対的固定源として効果的かつ予知性の高い治療方法とされており、術者のみならず、患者にとっても治療期間の短縮など有益な治療方法である。一方、アンカースクリューは脱落や破損、歯根への接触や損傷、脈管神経の損傷、上顎洞への穿孔など様々なリスクがあげられる。また、植立されたアンカースクリューの脱落は矯正歯科治療の計画に影響を及ぼし、治療計画の変更や再植立に伴う治療期間の延長など、術者や患者に大きな負担が強いられることがある。

さらにアンカースクリューの植立部位としては、これまで頰側臼歯歯根間などが多く報告されていたが、最近では口蓋正中大臼歯部への植立に関する報告が認められている、口蓋正中大臼歯部は歯根や血管、神経といった解剖学的構造が認められないといった利点があり、これらの形態学的特徴からアンカースクリュー植立に適した部位とされている。しかし、7～8年の臨床経験をもつ術者がアンカースクリューを植立しても、口蓋正中大臼歯部植立での成功率は76%から92%とばらつきが認められる。口蓋正中部における成功率を上げるために様々な研究が行われており、患者による影響、アンカースクリューの長さ、形状による影響、植立時の外科的な手技による影響が安定性に関与している可能性が示唆されているが、その原因は明確にはなっていない。また、頰側臼歯歯根間に植立したアンカースクリューにおいて、植立後における予後の推測は埋入トルク値とペリオテスト値(以下PT値)が重要な指標となる可能性があると報告されている。そこで今回我々は、口蓋正中大臼歯部に植立されたアンカースクリューの埋入トルク値、PT値ならびに口蓋骨、粘膜の厚みの計測、評価を行い、口蓋正中大臼歯部でのアンカースクリューの予後に影響を及ぼす因子を探ることを本研究の目的とした。

## II. 資料および方法

### 1. 資料

資料は愛知学院大学歯学部附属病院矯正歯科にて本研究に同意を得られた患者51名(男性2名、女性49名)(平均年齢 $24.6 \pm 8.3$ 歳)とした。対象は矯正歯科治療において口蓋正中大臼歯部にアンカースクリューの植立を必要とする症例とし、口唇口蓋裂がないこと、植立部位に埋伏歯等が存在しないこと、全身的疾患がないことを抽出条件とし、口蓋正中大臼歯部に植立した直径2.0mm、長さ6.0mmのアンカースクリュー(デュアルトップオートスクリューⅢ、プロシード社、日本)81本とした。

植立にあたっては、植立部位の口蓋骨および粘膜の厚みや植立方向を検討するためにMiyazawaらの方法に従って作業用模型上で植立ガイド用ステントを作製した。作製した植立ガイド用ステントを口腔内に装着した状態で歯科用コーンビームCT(以下、CBCT)(Alphard VEGA、朝日レントゲン工業株式会社、日本)を用いて0.2mmスライス厚にて撮影し、植立方向を検討した。

### 2. 方法

植立は全ての症例において植立ガイド用ステントを使用し、同一術者によって口蓋正中大臼歯部に1本もしくは2本を、同一術式にて行った。植立後、全ての症例において口蓋正中部のアンカースクリューと左右側第一大臼歯に装着した改良型パラタルバーを結紮線で固定した。荷重付

与は2週間の免荷期間をおいて開始した。アンカースクリューの脱落については、植立から動的治療終了までの間に脱落しなかったものを「成功」として、アンカースクリューの植立から動的治療終了までの間に自然脱落したものや、感染、動揺のため撤去したものを「脱落」と分類した。

調査項目として①アンカースクリューの脱落率と年代別脱落率、脱落時期 ②植立部位における口蓋骨の厚みと粘膜の厚み、植立部位における口蓋骨の骨質による脱落率の違い ③植立時の埋入トルク値 ④植立後におけるアンカースクリューの動揺度 (PT値)と経時的変化、以上の4項目を行なった。年代別脱落率は、10歳代、20歳代、30歳代以降の3群に分類して調査した。また、脱落時期においては、植立直後～3ヶ月未満、3ヶ月～6ヶ月未満、6ヶ月以上の3群に分類して調査した。

植立部位における口蓋骨の厚み及び粘膜の厚みについては、植立ガイド用ステントの正中口蓋縫合線上かつ第一大臼歯中央部に埋没したステンレス製ガイド管 (SUS-304、株式会社ニラコ、日本)を指標として、CBCT画像から画像計測ソフト (Aquarius Net Viewer, ver4. 4, Terarecon, Inc, 米国) を用いて計測した。計測平面については前頭断面と矢状断面がステント管の長軸と平行になるよう調整し、骨の厚さと粘膜の厚さについて計測を行った。また、植立部位における口蓋骨の骨質については撮影不良のため不鮮明であった3本を除いたCBCT画像を用いて調査した。村田ら、Brånemarkらによる顎骨の骨質分類を改変し、撮影画像を顎骨の大部分が皮質骨によって占められているType1と中心の密度の高い海綿骨を厚い皮質骨が包囲しているType2を皮質骨型とし、密度の高い海綿骨を薄い皮質骨が包囲しているType3と密度の低い海綿骨を薄い皮質骨が包囲しているType4を海綿骨型と分類し、各群における成功と脱落を調査した。撮影画像の分類は臨床経験10年以上の矯正歯科医師3名が間隔をあけて2回行った。

植立時の埋入トルク値は、トルクドライバー (カノン置針式傘型トルクドライバー、株式会社中村製作所、日本) と電動トルクドライバー (オルソニア、株式会社プロシード社、日本) を用いて計測を行った。

アンカースクリューの動揺度は、ペリオテスト (東京歯科産業株式会社、日本) を用いた。PT値は-8～+50の値で計測され、PT値-8～+9は歯の正常な生理的動揺度を示し、マイナスになるほど動揺の度合いが少なくなり安定している。今回の計測値についてはWatanabeらの方法に準じ、得られたすべてのPT値に対して+8を加え、すべての計測値が0以上となるよう補正を行なった。また、口腔内にペリオテストのハンドピースを挿入する際、口蓋正中大臼歯部は患者の開口量や上下前歯部の影響を受けやすく、アンカースクリューの垂直方向や水平方向からの測定が困難であった。そこで口腔内にハンドピースを用いやすいよう咬合平面に対して60～70度の方向から挿入して、1本のアンカースクリューに対して10回測定し、平均値を計測値とした。PT値の経時的変化について、測定時期はアンカースクリューの植立時、植立後2週間、1ヶ月、3ヶ月、6ヶ月、12ヶ月とし、成功群と脱落群の比較を行った。

### 3. 検定方法

得られたデータは平均値と標準偏差で示し、統計的な有意差検定は統計解析ソフト

(JMP: ver14. 0. 0, SAS, アメリカ) を使用し、Wilcoxon順位和検定を用い、PT値の経時的変化についてはKruskal-Wallis検定を用いた。年代別脱落率と口蓋骨の骨質については、カイ二乗検定で行なった。P<0. 05を有意差ありとみなした。本研究は愛知学院大学歯学部倫理委員会の承認

を得て行った。(承認番号11)

### III. 結果

#### 1. 脱落率と年代別脱落率、脱落時期について

アンカースクリューの脱落率について、動的治療期間を通して 81 本中 10 本が脱落し、脱落率は 12.3%であった。

年代別脱落率については、10 歳代は 21.7%、20 歳代が 7.7%、30 歳代以降が 10.5%となり、年代別における群間において有意な差は認められなかった。10 歳代において有意差は認められないものの脱落全体(10 本)における半数(5 本)が脱落していた。

脱落時期においては、全植立本数 81 本に対して植立直後～3ヶ月未満群は 4.9%(4 本)、3ヶ月～6ヶ月未満群は 2.5%(2 本)と、植立6ヶ月未満の脱落率は全体の計 7.4%となり、植立後早期に脱落していた。

#### 2. 口蓋骨の厚みと粘膜の厚み、植立部位における口蓋骨の骨質について

植立部位の口蓋骨の厚みについて、成功群は平均 $5.32 \pm 1.72\text{mm}$ 、脱落群は平均 $4.85 \pm 0.99\text{mm}$ であり 2 群間に有意な差は認めなかったが、成功群の方が大きい傾向であった。植立部位の粘膜の厚みについて、成功群は平均 $0.93 \pm 0.57\text{mm}$ 、脱落群は平均 $1.09 \pm 0.48\text{mm}$ であり 2 群間に有意な差は認めなかったが、成功群の方が小さい傾向であった。

植立部位における口蓋骨の骨質について、皮質骨型では植立した26本中、成功23本となり脱落は3本であった。海綿骨型において植立した52本中、成功は45本となり脱落は7本であった。口蓋骨の骨質における 2 群間について有意な差は認められなかった。

#### 3. 埋入トルク値について

アンカースクリューの埋入トルク値について、成功群は平均 $27.97 \pm 5.15\text{Ncm}$ 、脱落群は平均 $27.95 \pm 5.46\text{Ncm}$ であった。埋入トルク値において、2群間に有意な差は認めなかった。

#### 4. アンカースクリューの動揺度 (PT値) と経時的変化について

成功群におけるPT値の経時的変化について、植立時は $11.95 \pm 2.94$ であったが2週間後の $11.29 \pm 3.68$ からは微増の変化を示し、2週間後と12か月後の間において有意な差を認めた。脱落群におけるPT値の経時的変化については、植立時の $9.39 \pm 2.87$ から急激な増加を示し、2週間後で $11.40 \pm 4.25$ 、1か月後には $17.23 \pm 4.20$ と約1.85倍に上昇し、植立時と比較して有意な差をもって増加していた。一方、成功群と脱落群の比較では、植立時において脱落群は成功群より有意に低い値であったが、植立2週間後において成功群と脱落群の間で値が逆転し、その後脱落群は増加を続け植立3ヶ月後において脱落群は成功群より有意に高い値であった。

### IV. 考察

#### 1. 口蓋正中大白歯部におけるアンカースクリューの植立方法と植立部位について

本研究におけるアンカースクリューの植立方法については、Miyazawa らの報告に従い口蓋正中大白歯部に作成された植立ガイド用ステントを用い、ステント管を通してアンカースクリュー

を長さ3分の2まで挿入し、プレドリルとして誘導孔を形成した後に同じアンカースクリューを再度挿入して完全に埋入した。この方法は安全で正確にアンカースクリューを植立する方法として報告しており、全ての症例でこの方法を用いて植立を行った。

Kimらは口蓋正中部に埋入されたアンカースクリューは500～800gの矯正力に耐えることができることから、大臼歯の遠心移動や圧下、前歯部のリトラクション等、強固な矯正力の固定源を得るために口蓋正中部は適切な埋入部位と報告している。また、口蓋粘膜は非可動性の角化重層扁平上皮に覆われており、この上皮は機械的刺激に強く抵抗するため安定しやすいとされ、植立後に炎症が起りにくいとされている。さらに、口蓋は解剖学的に神経や脈管等が存在しないため、アンカースクリューの植立部位として極めて有効であると報告されている。そこで、我々は植立部位として口蓋正中大臼歯部を選択し改良型パラタルバーとアンカースクリューを結紮し、大臼歯の圧下、遠心移動の際の固定源として用いている。

## 2. アンカースクリューの脱落率と年代別脱落率、脱落時期について

頬側歯根間に直径1.4mm、長さ6.0mmのアンカースクリューを植立した報告では脱落率は22.0%とされている。一方、口蓋正中大臼歯部に誘導孔を形成した後、直径2.0mm、長さ9.0mmのアンカースクリューを2本植立した報告では、脱落率は前方部24.0%、後方部8.0%であったとされている。また、Kimらの研究では口蓋正中大臼歯部に直径1.5～2.0mm、長さ5.0mmのアンカースクリューを植立したところ、脱落率は9.2%と低い値を示したことから、口蓋正中部はアンカースクリューの植立部位に適していると述べている。今回、本研究において使用したアンカースクリュー(直径2.0mm、長さ6.0mm)の脱落率は12.3%であった。この脱落率はアンカースクリューの直径や長さが異なるため一概には言えないが他の口蓋正中部における報告と比較してほぼ同様の低い値を示したことより口蓋正中大臼歯部は安定した部位と考えられた。

年代別脱落率について田中らは口蓋正中、上下顎頬側、上下顎前歯部に植立したアンカースクリューのうち20歳未満の脱落率は20歳以上と比較して有意に高い値であったと述べている。口蓋正中に植立した本研究において有意な差は認められなかったが、他の報告と同様に10歳代において他の年代よりも脱落率が高い傾向を認めた。

脱落時期について上顎頬側歯根間に植立すると、植立から6ヶ月までの早期に脱落全体の70.4%が脱落したと報告されている。Moonらは上下顎頬側歯根間に植立すると、脱落群の90%以上が植立から4ヶ月以内に生じたとされ、本研究の口蓋正中大臼歯部においても、脱落群10本のうち6本、脱落群の60.0%が植立から6ヶ月以内に脱落しており、原因は不明であるが、植立後早期に脱落の可能性が高いと考えられた。従って、臨床的に口蓋正中大臼歯部に植立する場合、特に植立後6ヶ月以内は脱落に配慮して慎重に荷重負荷をするべきであると考えられた。

## 3. アンカースクリュー植立部位における口蓋骨の厚みと粘膜の厚み、口蓋骨の骨質について

口蓋正中大臼歯部における口蓋骨の厚みを測定した報告では、口蓋骨の厚さは4.7～5.2mm、また粘膜の厚みは0.79～1.01mmとなり、本研究の結果と類似した値となった。Watanabeらはアンカースクリューの成否は頬側の皮質骨の厚さが予後に影響したとしている。本研究において、口蓋骨の厚みについては、有意差は認められなかったものの成功群の方が脱落群よりも厚い傾向であった。また、粘膜の厚みについては、有意差は認められなかったが脱落群が成功群よりも厚い

傾向であったことより、今回の研究において口蓋正中大白歯部における口蓋骨や粘膜の厚みが成功、失敗の予後を左右する因子とは決定付けることができなかつた。しかし、今回植立部位となった口蓋骨は解剖学的に皮質骨が厚く、また海綿骨を認めにくい状態であることから頬側歯槽骨とは単純に比較できないのではないかと考えられ、今後さらなる検討が必要であると考えている。

口蓋部の骨質について、村田らはアンカースクリューを口蓋に植立時、手指の感覚で埋入部口蓋骨の骨質を分類したところ、Type2である中心の密度の高い海綿骨を厚い皮質骨が包囲しているものが最も多かつたと述べている。本研究においてはCBCT画像を用いて行ったところ、手指の感覚とは異なり海綿骨型が皮質骨型より多い傾向であった。しかし各群における脱落率については有意差が認められなかつたことから、今後、口蓋骨の骨質だけではなく骨密度についても検討が必要ではないかと考えている。

#### 4. アンカースクリュー植立時における埋入トルク値、動揺度と予後の推測について

矯正歯科臨床においてアンカースクリューが脱落した場合、その後の治療メカニクスに苦慮することが多い。そのため、植立中にアンカースクリューの予後を推測することができれば、脱落率を減少させることができ、安全性と安定性の高い治療を行うことができると考えられる。そこで、今回口蓋正中大白歯部における植立予後の指標となる因子の検討を行った。

頬側歯槽部における成功群の植立時の埋入トルク値について、直径1.4mmのアンカースクリューを用いた場合は $8.7 \pm 2.2$ Ncmであり、直径1.6mmのアンカースクリューを植立した際には5～10Ncmが適正であると報告している。また大谷らはラットの上顎歯槽骨に直径1.6mmのアンカースクリューを植立したところ、5～10Ncm程度で非常に高い初期安定性を示したと報告している。一方、口蓋正中部における埋入トルク値についてSuzukiらは直径1.5mmのアンカースクリューを用いて、誘導孔を形成して植立するプレドリルタイプの場合においては13.9～15.0Ncm、誘導孔を形成せず植立するセルフドリルタイプは20.3～21.9Ncmあり、頬側と比較して高い値であったと述べている。またKimらは正中口蓋縫合部がbone densityの高い皮質骨からなっていると述べており、頬側と比較して口蓋部の埋入トルク値が高くなると考えられた。今回の誘導孔を形成後に植立した本研究においても、直径2.0mm、長さ6.0mmのアンカースクリューにおける成功群では $27.97 \pm 5.15$ Ncmとなり、前述した頬側歯槽部への埋入トルク値と比較して極めて高い値を示していた。

しかしながら成功群と脱落群で比較したところ有意差は認められなかつた。したがって、植立時の埋入トルク値のみによって予後を推測することは今回の研究からは困難であると考えられた。一方、植立時のPT値においては脱落群が成功群と比較して異なる様相を呈していた。成功群は植立時から微増を示し、安定した値を示していたが、脱落群は植立時に有意に低い値を示し、その後急激に増加を認め脱落するまで値が増加した。よって、PT値は口蓋正中大白歯部におけるアンカースクリューの予後を推測するための有効な指標であると考えられた。

アンカースクリューの脱落原因としては、植立方法、形態、直径、長さに関わらず骨表面にマイクロクラックが発生することが因子の一つであると報告されている。またアンカースクリュー植立による皮質骨のマイクロクラックの原因について、ブタの骨盤骨におけるアンカースクリューの締めつけによる影響を検討した報告では、①骨に誘導孔だけを形成したもの②骨の表面からアンカースクリューを1mm浅く埋入したもの③アンカースクリューを骨に全て埋入後さらに

1/4回転させ深く埋入したものを比較した。その結果、浅く埋入したものより、深く埋入したアンカースクリューは皮質骨に対してマイクロクラックの発生が多かったと報告されている。今回脱落群の植立時において、PT 値が著しく低くなっていた。理由としては皮質骨に対してアンカースクリューを深く埋入したことが考えられ、その結果、マイクロクラックが発生したのではないかと考えられた。その後、脱落群においてはマイクロクラックのダメージにより経時的にスクリューが動揺してPT 値も上昇し、脱落に至ったのではないかと考えられた。したがって、矯正歯科臨床において口蓋正中大白歯部に植立した直径2mm、長さ6mmのアンカースクリューに対しては植立時に成功群のトルク値である $27.97 \pm 5.15 \text{Ncm}$ の範囲となるよう植立すること。また皮質骨に対してマイクロクラックの原因となる、深く埋入しすぎて動揺が少なくなりすぎないように、すなわちマイクロクラックの発生を少なくするよう術中のPT 値が成功群の範囲内であることをモニタリングしながら埋入操作を行うことが、今後さらに脱落率を減少させるために重要であると考えられた。

#### V. 結論

アンカースクリューの予後安定性を評価する要因として、植立時のPT 値が重要である可能性が示唆された。それに加え、脱落群における植立直後のPT 値が成功群と比べて有意に低いことから、植立中にPT 値が小さくなりすぎないように術中においてモニタリングを行いながら埋入することが成功率を高める重要な因子となる可能性が示唆された。