

学位論文内容の要約

愛知学院大学

乙 第 号	論文提出者 森 悟
論文題目 脛骨骨髓海綿骨を用いた上顎洞底挙上術後の 治療成績—骨移植部の計測方法と術後評価—	

I. 緒言

上顎洞底挙上術はインプラント前処置として行われる骨造成法の一つである。同術式によってインプラントの適応範囲が拡大し、長期的な予後も良好である。一方で、上顎洞底挙上術後のインプラントの長期安定性には、インプラント体周囲の移植骨残存量が重要であるが、移植骨の経時的吸収量について具体的に報告されているものは少ない。また、術後の画像検査に関しては位置精度や空間分解能に優れているコンピュータ断層撮影が gold standard であるが、患者の放射線被曝や簡便性を考慮すればパノラマエックス線撮影が第一選択になる。そこで、研究 1 として上顎洞底挙上術後の経時的吸収量を確認するため、パノラマエックス線写真の位置精度に関し歯科用 CT 画像と比較検討した。その結果をもとに、研究 2 として上顎洞底挙上術を併用したインプラント治療に対し、術後の臨床評価とパノラマエックス線写真を用いた経時的移植骨吸収量と吸収量に影響を与えた因子について検討した。

研究 1 : パノラマエックス線写真を用いた上顎洞底挙上術後の画像精度

— 歯科用コーンビーム CT 画像との比較 —

1. 材料および方法

1) 対 象

対象症例は、インプラント前処置として脛骨骨髓海綿骨による上顎洞底

挙上術の後、2 回法にてインプラント埋入術を施行し上部構造を装着した症例である。パノラマエックス線写真検査と歯科用 CT 検査を同日に施行した 13 症例、31 本のインプラント体を対象とした。

2) 部位別のインプラント体先端部から上顎洞底部までの距離の計測方法

パノラマエックス線写真については、DICOM 形式データで画像解析ソフトウェアを用いて上顎洞底挙上術後インプラント体が埋入されている方向に沿って、近・遠心側各部のインプラント体先端部から、上顎洞底部までの距離とインプラント体の長さを測定した。歯科用 CT 画像についても画像解析ソフトウェアを用いてインプラント体を指標とし、インプラント体と一致した曲面任意多断面再構成像を構築した。その画像上で近・遠心側各部のインプラント体先端部から上顎洞底部までの距離を測定した。

パノラマエックス線写真と歯科用 CT 画像による計測値を比較するために、パノラマエックス線写真の計測値を拡大率で補正した。計測部位でのパノラマエックス線写真の拡大率を (パノラマエックス線写真でのインプラント体の長さ/インプラント体の長さ) から求め、計測値をこの拡大率で補正した値を、パノラマエックス線写真における計測値とした。計測時期は、まず歯科用 CT 画像の計測を行い、その 1 か月後にパノラマエックス線写真の計測をした計測 1 と、さらに 3 か月後に歯科用 CT 画像の計測を行い、その 1 か月後にパノラマエックス線写真の計測を行った計測 2 とした。

3) パノラマエックス線写真と歯科用 CT 画像の計測値の差

計測 1、計測 2 における両者の計測値の差 X を求め、 $X \leq 0.5 \text{ mm}$ 、 $0.5 < X \leq 1.0 \text{ mm}$ 、 $1.0 < X \leq 1.5 \text{ mm}$ 、 $1.5 < X \leq 2.0 \text{ mm}$ 、 $X > 2.0 \text{ mm}$ の計 5 群に分類した。

4) 統計処理

研究 1・2 ともに得られたデータに関しては、統計解析ソフトウェアを用いて Mann-Whitney の U 検定を行い、有意差水準 5% 以下で統計処理を行った。

2. 結果

1) 部位別のパノラマエックス線写真と歯科用 CT 画像の計測値 (中央値 ± 四分位範囲)

(1) 頬骨下稜前方部インプラント体近心側

計測 1 については、パノラマエックス線写真で $2.5 \pm 2.5 \text{ mm}$ 、歯科用 CT 画像で $1.7 \pm 2.0 \text{ mm}$ の範囲であった。計測 2 については、パノラマエックス線写真で $2.6 \pm 2.3 \text{ mm}$ 、歯科用 CT 画像で $1.8 \pm 1.9 \text{ mm}$ の範囲であった。計測 1、計測 2 ともに有意差を認めた。

(2) 頬骨下前方部インプラント体遠心側

計測 1 については、パノラマエックス線写真で $2.5 \pm 2.3 \text{ mm}$ 、歯科用 CT 画像で $1.7 \pm 1.7 \text{ mm}$ の範囲であった。計測 2 については、パノラマエックス線写真で $2.6 \pm 2.3 \text{ mm}$ 、歯科用 CT 画像で $1.9 \pm 1.9 \text{ mm}$ の範囲であった。計測 1、計測 2 ともに有意差を認めた。

(3) 頬骨下稜後方部インプラント体近心側

計測 1 については、パノラマエックス線写真で -1.1 ± 3.0 mm、歯科用 CT 画像で -0.8 ± 2.4 mmの範囲であった。計測 2 については、パノラマエックス線写真で -0.9 ± 3.2 mm、歯科用 CT 画像で -0.5 ± 2.4 mmの範囲であった。

計測 1、計測 2 ともに有意差を認めなかった。

(4) 頬骨下稜後方部インプラント体遠心側

計測 1 については、パノラマエックス線写真で -0.8 ± 2.9 mm、歯科用 CT 画像で -0.7 ± 2.3 mmの範囲であった。計測 2 については、パノラマエックス線写真で -0.8 ± 2.9 mm、歯科用 CT 画像で -0.6 ± 2.3 mmの範囲であった。

計測 1、計測 2 ともに有意差を認めなかった。

2) パノラマエックス線写真と歯科用 CT 画像の計測値の差

計測 1、計測 2 における両者の差は、 0.9 ± 0.5 mmの範囲にあり、1.5 mm以下の範囲に入るものの合計は 109 部位 (87.9%) であった。

Ⅲ. 研究 2 : 脛骨骨髓海綿骨を用いた上顎洞底挙上術後の骨移植部形態変化について—上部構造装着後 36 か月までのパノラマエックス線写真での検討—

1. 材料および方法

1) 対象症例

対象は上顎臼歯部遊離端欠損を伴う高度顎堤萎縮症に対し、脛骨骨髓海

綿骨による上顎洞底挙上術を行い、2 回法にてインプラント埋入術を施行し上部構造装着後 36 か月以上経過した 12 症例、30 本のインプラント体である。

2) 解析方法

全症例に対して上顎洞底挙上術前・インプラント埋入術前の CT 画像とインプラント体埋入直後・上部構造装着直後・12 か月・24 か月・36 か月に撮影したパノラマエックス線写真を用いた。研究 1 で行った計測方法に準じて測定した。さらに、インプラント体埋入直後～上部構造装着直後 (T1)、インプラント体埋入直後～上部構造装着後 12 か月 (T2)、インプラント体埋入直後～上部構造装着後～24 か月 (T3)、インプラント体埋入直後～上部構造装着後 36 か月 (T4) での移植骨の経時的吸収量を測定した。

2. 結果

性別は女性 8 例、男性 4 例、年齢は 55 ± 8 歳あった。上顎洞底挙上術前の骨高径は、CT 画像で 3.9 ± 0.6 mm であった。インプラント埋入術前の骨高径は、CT 画像で 15.4 ± 1.3 mm であった。移植骨量は 5.4 ± 1.4 g であった。術中の上顎洞粘膜穿孔は 3 症例であった。喫煙の有無では、喫煙無 8 症例、喫煙有 4 症例であった。埋入インプラント体は、Rp4.3×10 mm が 12 本、Rp4.3×13 mm が 18 本、合計 30 本であった。

1) 近心側・遠心側別移植骨吸収量

近心側の T1、T2、T3、T4 での移植骨吸収量は、 1.6 ± 0.9 mm、 2.7 ± 1.3 mm、

3.0±1.7 mm、3.1±1.8 mmであった。遠心側の T1、T2、T3、T4 での移植骨吸収量は、1.6±0.9mm、2.7±1.3 mm、3.0±1.4 mm、3.2±1.3 mmであった。両群間ともに経時的に移植骨の吸収を認めた。

2) 頬骨下稜前方部 ・ 頬骨下稜後方部別移植骨吸収量

頬骨下稜前方部の T1、T2、T3、T4 での移植骨吸収量は、1.3±1.5 mm、2.2±2.1 mm、2.5±2.3 mm、2.7±2.4 mmであった。頬骨下稜後方部の T1、T2、T3、T4 での移植骨吸収量は、1.4±1.3 mm、2.2±1.5 mm、2.8±1.7 mm、3.0±1.8 mmであった。両群間ともに経時的に移植骨の吸収を認め、T3、T4 において $P < 0.01$ で有意差を認めた。

3) 術前骨高径 4 mm以上 ・ 4 mm未満別移植骨吸収量

術前骨高径 4 mm以上の T1、T2、T3、T4 での移植骨吸収量は、0.9±1.4 mm、1.7±1.3 mm、2.0±1.5 mm、2.2±1.5 mmであった。術前骨高径 4 mm未満の T1、T2、T3、T4 での移植骨吸収量は、1.4±1.3 mm、2.3±1.9 mm、2.9±2.0 mm、3.0±2.0 mmであった。両群間ともに経時的に移植骨の吸収を認め、T1 において $P < 0.05$ 、T2、T3、T4 において $P < 0.01$ で有意差を認めた。

4) 喫煙の有無別移植骨吸収量

喫煙無の T1、T2、T3、T4 での移植骨吸収量は、1.0±1.3 mm、1.9±1.2 mm、2.1±1.1 mm、2.1±1.1 mmであった。喫煙有の T1、T2、T3、T4 での移植骨吸収量は、1.6±1.4 mm、2.3±2.0 mm、3.0±1.6 mm、3.3±1.5 mmであった。両群間ともに経時的に移植骨の吸収を認め、T1 において $P < 0.05$ 、

T2、T3、T4 において $P < 0.01$ で有意差を認めた。

5) 上顎洞粘膜穿孔無・上顎洞粘膜穿孔有別移植骨吸収量

上顎洞粘膜穿孔無の T1、T2、T3、T4 での移植骨吸収量は、 $1.2 \pm 1.4 \text{ mm}$ 、 $1.4 \pm 1.4 \text{ mm}$ 、 $1.8 \pm 1.5 \text{ mm}$ 、 $2.1 \pm 1.5 \text{ mm}$ であった。上顎洞粘膜穿孔有の T1、T2、T3、T4 での移植骨吸収量は、 $1.7 \pm 1.4 \text{ mm}$ 、 $2.9 \pm 1.5 \text{ mm}$ 、 $3.5 \pm 1.9 \text{ mm}$ 、 $3.7 \pm 1.9 \text{ mm}$ であった。両群間ともに経時的に移植骨は減少傾向にあり、T1、T2、T3、T4 において $P < 0.01$ で有意差を認めた。

6) インプラント体埋入直後からの移植骨吸収量と残存率

T1、T2、T3、T4 での移植骨吸収量は、 $1.6 \pm 0.9 \text{ mm}$ 、 $2.7 \pm 1.2 \text{ mm}$ 、 $3.0 \pm 1.5 \text{ mm}$ 、 $3.1 \pm 1.6 \text{ mm}$ であった。上部構造装着から 47.5 ± 9.5 か月の経過観察を行ったところ、インプラント残存率は 100%であった。

II. 考察

1. インプラント治療における画像検査について

近年、欠損補綴の治療法としてインプラント治療が広く欠損症例に応用されるようになり、適応範囲も拡大している。それに伴い、インプラントの画像診断についても、頬舌的な診断が可能であるマルチスライス CT や歯科用 CT の応用が必要不可欠である。日本歯科放射線学会のインプラント画像診断ガイドラインでは、術前の CT 利用は推奨度 B (行うように勧められる)、骨移植後の CT 利用に関しても推奨度 C1 (行なうことを考慮してもよいが、十分な科学的根拠はない) とされている。インプラント治療を行う

際には、局所の解剖学的構造、特に硬組織を 3 次元的に捉えるために必要不可欠である。条件としては、①位置精度が高いこと、②任意の断面が観察できること、③空間分解能が高いこと、④被曝線量が少ないこと、⑤操作が簡便であることが望ましい。従来、エックス線撮影装置の中では、位置精度や空間分解能が高く、硬組織描写能に優れたマルチスライス CT が第一選択として挙げられているが、装置の大きさや様々な原因によって生じるアーチファクトが問題となる。そこで、歯科用 CT が使用されるようになった。利点としては、①装置がコンパクトで安価なこと、②空間分解能が高いこと、③アーチファクトが少ないこと、④短時間で三次元画像を構築できる、⑤座ったまま撮影できるため閉塞感がなく、患者の負担も少ないことが挙げられる。このことから歯科用 CT による術前の画像検査は、インプラント治療について安全で有用であると考えられる。

術後のインプラント体周囲組織の状態確認目的には、定期的な画像検査も必要となる。定期的な画像検査については、合理的に達成可能な限り被曝量を低減するという ALARA (as low as reasonably achievable) の原則に従い、必要最低限の検査を行うことが理想である。そのためには、デンタルエックス線写真やパノラマエックス線写真による画像検査が有用であり、残存骨の著明な吸収やインプラント周囲炎などを認める場合に限り、歯科用 CT などの断層撮影も考慮するべきであると考えられる。

2. 上顎洞底挙上術後の移植骨吸収量と吸収因子について

上顎洞底挙上術後のインプラントの長期安定性には、術前の残存骨量や骨質、インプラント体の大きさ、インプラント体の表面性状、上部構造の種類、対合歯の状態など多くの要因が挙げられる。移植骨吸収の要因としては、上顎骨のリモデリング、咬合圧などが考えられるが、明確な指標や吸収傾向を述べている報告は少ない。そこで、上部構造装着後 36 か月までの移植骨吸収量と臨床的検討を行った。

上部構造装着後 36 か月間における移植骨の推移については、移植骨がインプラント体の先端よりも上方に位置する場合は上部構造装着後 36 か月について 16 本 (53%) であった。つまり、移植骨量や移植骨の生着状態によっては、経時的に移植骨が吸収しインプラント体先端よりも移植骨が下方に推移することが示唆された。

頬骨下稜前方部と頬骨下稜後方部での移植骨吸収量比較では、頬骨下稜後方部で 0.3 mm 移植骨吸収量が多い結果であった。頬骨下稜は、上顎第一大臼歯の位置とほぼ一致しており、頬骨下稜前方部を上顎小臼歯部、頬骨下稜後方部を上顎大臼歯部に分類することができたため、上顎大臼歯部で移植骨吸収量が多いことが示唆された。上顎洞の形態は、頬骨下稜線で咬合平面と平行に切断した断面で上方から観察すると、上顎洞前外壁、上顎洞後外壁、上顎洞内壁および上顎洞底の四面で構成されており、上顎洞前後外壁から上顎洞内壁までの距離は、大臼歯部から小臼歯部にかけて狭くなる。つまり、上顎洞前後外壁から上顎洞内壁までの距離によって血流のあ

る骨面からの骨伝導能に差が生じることやインプラント体の埋入方向の違いにより上顎骨のリモデリングに差が生じることが原因と考えられた。

術前骨高径 4 mm以上と術前骨高径 4 mm未満での移植骨吸収量の比較では、術前骨高径 4 mm未満で 0.8 mm吸収量が多い結果であった。インプラント体の初期固定の有無により、インプラント体の埋入に際しては、術前骨高径 4 mm未満では 2 回法、術前骨高径 5 mm以上では同時法が推奨される。今回の検討では、インプラント体の初期固定の有無以外に移植骨吸収量についても差を認めることが示唆された。

喫煙の有無での移植骨吸収量の比較では、喫煙有で 1.2 mm吸収量が多く、T2 から T3 にかけての移植骨吸収量も多かった。上顎洞底挙上術後のインプラント残存率は、喫煙無が 93.04%に対し喫煙有が 82.86%であったとの報告がある。喫煙は、好中球機能の低下、組織への血流の変化や酸素濃度の低下など、さまざまな機序で創傷治癒や組織の健康に影響を及ぼしている。つまり、喫煙によって、今後も長期にわたり移植骨の吸収が予想されるため、慎重な経過観察と患者への禁煙指導が必要であると考えられる。

上顎洞粘膜穿孔の有無による移植骨吸収量の比較では、上顎洞粘膜穿孔有で 1.6 mm吸収量が多い結果であった。術中に生じる偶発症としては、後上歯槽動脈の破綻や創部からの出血、上顎洞粘膜の穿孔や上顎洞周囲骨の骨折がある。正常な上顎洞粘膜は 0.2~0.5 mmと薄いため、上顎洞粘膜の穿孔が最も頻度が高い。今回の検討では、上顎洞粘膜の穿孔が 4 症例 (14%)

であった。

Ⅲ. まとめ

本研究により以下の結論を得た。

1. 頬骨下稜前方部と頬骨下稜後方部のパノラマエックス線写真と歯科用 CT 画像の計測値の差では、頬骨下稜前方部について有意差を認め、頬骨下稜後方部について有意差を認めなかった。

2. パノラマエックス線写真と歯科用 CT 画像の計測値の差について、計測 1・2 における両者の差は、 0.9 ± 0.5 mm の範囲にあり、1.5 mm 以下の範囲に入るものの合計は 109 部位であった。

3. 上部構造装着後 36 か月における移植骨の推移では、移植骨がインプラント体先端より下方に位置するインプラント体が 16 本であった。また、移植骨吸収量では、インプラント体埋入から上部構造装着後 36 か月において 3.1 ± 1.6 mm であった。

4. 移植骨の吸収因子では、頬骨下稜後方部、術前骨高径 4 mm 未満部、喫煙有、上顎洞粘膜穿孔有について移植骨吸収量が多かった。

5. 検討症例は、上部構造装着から 47.5 ± 9.5 か月経過観察を行い、埋入されたインプラント体の残存率は 100% であった。よって、本法は、上顎臼歯部の高度顎堤萎縮症に対するインプラント治療として有効な方法であった。