

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 号	論文提出者 花井 寛之
論文題目 顎裂部脛骨移植術後の脛骨治癒評価 -超音波検査の有用性-	

I. 緒言

わが国では、唇顎口蓋裂疾患は 400～600 人に 1 人の割合で発生するとされており、稀な疾患とは言い難い。当科では唇顎口蓋裂患者に対して Hotz、Perko が報告した口蓋裂二段階治療法(チューリッヒ大学治療体系)を適応し治療体系を構成しており、生後 6 ヶ月で口唇形成術、生後 18 ヶ月で口蓋形成術(軟口蓋披裂部の粘膜弁法)を行う。その後、スピーチプレートを使用し言語訓練を行うことで顎発育障害と構音障害の両方の軽減を図っており、その成績に関しては以前報告している。顎裂部骨移植術に関しては 1950 年代にヨーロッパを中心に一次骨移植が行われたが顎発育抑制が強くあまり普及しなかった。本邦でも 1960 年代に行われていたが同様である。その後 1972 年に Boyne らにより顎裂部の二次的腸骨移植術により欠損補綴治療を伴わない永久歯配列が可能であることが報告されて以来、本邦でも全国的に普及してきた。当科でも永久歯萌出期になると矯正治療を開始し、8～10 歳で硬口蓋披裂部閉鎖と顎裂部への犬歯の萌出誘導を目的に骨移植術を行っている。移植骨のドナー部位の選択に関しては腸骨からの採取が一般的であるが、人工骨や rhBMP-2 などの骨形成誘導活性を示す骨形成因子の適応もあり、世界的に数多く議論されているのが現状である。当科でも骨誘導能、骨生着の観点より自家骨移植を第一選択とし、以前は腸骨から骨移植を行っていた。しかし、2002 年からは術後の早期離床、手術侵襲の軽減を目的に脛骨より骨採取を行っており、何度かその信頼性を報告してきた。

当科では今までドナー側の術後評価に関して X 線検査と臨床所見による評価を行っていた。しかし、顎裂部も含め放射線被曝の回数が多くなる上に、X 線検査のみでは骨治癒状態の詳細な把握が難しく運動制限(走行や跳躍の制限)期間の設定の根拠となる情報を得ることは困難である。そこで、今回我々は、侵襲のない超音波検査を併用して骨表面の治癒状態を観察し、骨採取部に対する超音波検査の有用性と手術侵襲の差による治癒状態の違いについて評価検討したので報告する。

II. 対象および方法

1. 対象

本研究の対象は 2017 年 2 月～2019 年 4 月に愛知学院大学歯学部附属病院口腔外科第一診療部を受診し、顎裂部脛骨移植術を行なった患者のうち術後 1、3、6 ヶ月時に X 線検査、超音波検査の両方を施行した 17 例(男児 9 名、女児 8 名、骨採取量中央値 7.5g,)である。なお本研究は当施設の倫理委員会の承認を得ており(承認番号 475)、ヘルシンキ宣言の精神を遵守して行った。患者には研究の目的、方法および予想される結果を十分に説明し、同意を得て本研究に参加してもらった。当科での脛骨採取の手術手技に関しては 25mm 程度の切開を加え、皮質骨を明示する。ピエゾサージェリーにて皮質骨を 10×10mm で削除し鋭匙にて骨採取をしている。術後は骨膜、皮下組織、皮膚を縫合する。採取骨の計量に関しては重量計の上に置いたシャーレに採取骨を入れ計測する(乾燥重量ではない)。当科では口蓋形成は二段階法であり顎裂部骨移植術時に硬口蓋部にも骨移植を行うため採取骨量が他施設に比べるとかなり多くなる。

2. 計測方法

下記の①、②の画像計測を行った上で研究 1、2 を実施した。

- ① X線検査：術後1，3，6ヶ月時に正面・側面の単純X線画像を撮影し、その画像において骨採取部と健常骨部の透過性を計測した。骨採取部の透過性の健常骨部の透過性に対する比（透過性の比＝骨採取部の数値÷健常部の数値）を算出した。
透過性の計測はImageJ(<https://imagej.nih.gov/ij/download.html>)を使用して、1名の口腔外科医が2回行い平均した。脛骨のX線撮影は前後方向撮影と側方向撮影にて行なった。
- ② 超音波検査：描出した画像は表層から皮膚、皮下組織、骨の順に描出されており、術前では骨表面の皮質骨部分は断裂のない白線として描出されている。術後は白線の断裂が認められ断裂部分の下層に骨採取部の底面が描出されている。今回は術後1，3，6ヶ月時で脛骨の骨採取部に皮膚上より超音波プローブを当て骨欠損の幅と深さを計測した。幅は骨表面の白線断裂部を直線で結んだ距離とし、深さは幅計測の直線の midpoint から画像上で垂直に下ろした直線の距離とした。超音波検査は装置 HI VISION Avius (日立ヘルスケア、東京) を用いて同一術者が行い、計測は同一術者が2回行い平均した。測定ごとに幅、深さ共に最大となるように描出し計測した。

研究1：上記の①、②に対して評価を行いスコアリングし、治癒状態を点数化した。以下にスコアリング方法を示す。

①：正面・側面X線画像において透過性の比が共に1以上は治癒と判断し1点

正面・側面X線画像において透過性の比が一方でも1未満は未治癒と判断し0点

②：超音波画像の幅・深さ共に3mm以下は治癒と判断し1点

超音波画像の幅・深さの一方でも3mmを超える場合は未治癒と判断し0点

研究2：研究1のスコアリング値において①②どちらか一方でも治癒と判断された時期（3ヶ月時、6ヶ月時、6ヶ月以上）と術中採取骨量との関係性を比較検討した。比較には一元配置分散分析を行った（エクセル統計2016使用）。

Ⅲ. 結果

1. X線検査と超音波検査での治癒状態

X線画像評価では正面・側面とも全例で正側面とも経過が長くなるにつれ骨採取部の不透過性は亢進していた。正面X線画像では3ヶ月時の治癒判定は17例中5例、6ヶ月時は5例増え、計10例であった。側面X線画像では術後3ヶ月時の治癒判定は2例であったが、6ヶ月時は13例増加し、計15例であった。スコアリングでは3ヶ月時の1点は2例、6ヶ月時での1点は9例、術後6ヶ月時での0点は8例であった。

超音波画像評価でも全例で幅、深さともに経過が長くなるにつれ骨採取部の陥凹は減少していた。幅に関しては3ヶ月時の治癒判定は0例であったが、6ヶ月時は10例であった。深さに関しては3ヶ月時は4例で6ヶ月時は9例増え、計13例であった。幅、深さのスコアリング値では術後3ヶ月時での1点は0例、術後6ヶ月時での1点は10例、術後6ヶ月時点での0点は7例であった。

2. 骨採取量による治癒期間の変化

全例において1ヶ月時に治癒判定となった症例は認めなかった。今回の研究での骨採取量の最大

値は 11.1g 最小値は 5.8g であった。3ヶ月時に治癒となったのは2例であり中央値は 7.0g であった。6ヶ月時に治癒となったのは10例であり中央値は 7.4g あった。また、6ヶ月時点でも未治癒となったのは5例であり中央値は 10g であった。術中骨採取量を3群間の比較した結果、3ヶ月治癒群と6ヶ月治癒群間、3ヶ月治癒群と未治癒群間、6ヶ月治癒群と未治癒群間のいずれも有意差はみられなかった (p 値は、 $p=0.79$ 、 $p=0.18$ 、 $p=0.16$) もの、骨採取量が増加するに伴い治癒時期は延長する傾向がみられた。

IV. 考察

顎裂部骨移植術にドナー側の選択には多数の議論がなされてきたが、現在の主流は腸骨からの骨移植である。しかし、当科では脛骨から骨移植を行っている。その理由は早期離床、手術侵襲の軽減であるが、経過観察の容易さも挙げられるであろう。当科では2002年から顎裂部に対して脛骨をドナーとした骨移植を計 253 例行ってきたが重篤な合併症は発生していない。Ma' amonらによると脛骨採取後の重篤な合併症リスクは 1.3%~3.8%の範囲で発生すると報告している。骨折の割合に関しては 0~2.7%の範囲としており当科では安全な骨採取が行われていると言える。ただし、術後の経過において重篤な合併症の発生は認めていないものの、運動制限の期間に関して現在は X線検査と臨床症状によって決定しており、一定の判断基準はない。より一層合併症のリスクを軽減するには現在より詳細な経過観察を行い客観的に評価する必要がある。その手段として今回は超音波検査に着目した。超音波検査は本来軟組織に行うものであるが組織の表面に関しては硬組織でも描出可能である。顔面領域においては鼻骨骨折や頬骨骨折の診断、治療の補助デバイスとして使用されており、脛骨に関しても通常の骨折や臨床所見では判別が難しい疲労骨折などに対して行われてきた。骨強度に強く関わるのは皮質骨であり、その修復段階を超音波検査では観察可能である。つまり、X線検査では骨髄を含めた術後評価が可能であり、超音波検査を追加することにより骨表面も含めた詳細な術後評価が可能であると思われる。

1. 超音波検査の有用性

X線画像では、全例で経過とともに透過性の比が上昇していた。また術後6ヶ月時点においては正面画像で17例中10例、側面画像では17例中15例が透過性の比が1を超えていた。つまり、術前よりも骨採取部の骨化が進んでおり、X線画像の評価としては治癒と判断できる。正面画像と側面画像の結果の差に関しては、X線画像では最終的に骨化をする箇所は皮質骨の窓空け部分であり、その表面積が正面の方が強く反映されるためと考えられた。超音波画像では、全例で経過とともに幅、深さとも減少していた。骨治癒に関しては健常骨部からの骨誘導と骨形成が行われるため、骨採取部は治癒に従って幅と深さが徐々に減少してくる。今回の研究での超音波画像でもその状態を観察できた。6ヶ月時点において幅に関しては3mm以下が17例中10例、深さに関しては17例中13例であった。治癒判定基準に関しては骨の損傷、延長術後の治癒過程で骨表面に段差が生じる報告がされており、今回は3mmとした。治癒基準を設定し治癒か未治癒かの判断を行なったが実際に超音波画像では骨表面の欠損状態を見ることができる。そのため患者個人の創部の絶対的評価という面ではX線検査よりも超音波検査の方が優れていると思われる。また、検査時期としてはまず術後3ヶ月以内に超音波検査を行い患者個人の骨表面の治癒状態を観察することが重要であろう。その理由として超音波検査はX線検査のみでは描出できない骨表

面の皮質骨治癒状態を把握することができ、それにより骨治癒完了時期の予測、運動制限の解除時期の決定の根拠とすることができるためである。今回の研究で超音波検査にて脛骨の骨採取部の継時的な骨添加を容易に観察が可能であることがわかった。このことは術後経過観察においてX線の撮影数を少なくし被曝量を抑えることに役立つ可能性がある。また、症例数を増やし治癒経過を多段階に分けて評価することで各時期においてどの程度の骨欠損の縮小があれば正常範囲であるか判別が可能となり、治癒経過が悪い症例をスクリーニングすることも可能と思われる。

2. 骨採取量と治癒期間の関係性

研究1の結果を踏まえて研究2ではX線画像、超音波画像のどちらか一方でも治癒判定となったものは治癒完了の判断としてX線画像と超音波画像を同等の評価手段として扱った。

全体として有意差はなかったものの骨採取量が増加するに従い治癒までの時期が延長する傾向が見られた。そのため硬口蓋閉鎖を伴う顎裂骨移植などの骨採取量が多くなる症例では脛骨の経過観察期間、運動制限期間を通常より延長する必要があると思われる。また、今回行った全測定において1ヶ月時に治癒と判断された症例はなく、運動制限期間を1ヶ月以内に設定するのは術後合併症を誘発する可能性が高いと考えられる。今回の研究では3ヶ月時に治癒完了となったものは2例であったが、両者ともX線画像のみ治癒完了と判定されていた。そのうちの1例は超音波画像評価で6ヶ月時でも未治癒の判定であり、X線画像のみの評価では骨表面の治癒評価が難しいと考えられる。術後1年以内はX線画像で骨化が良好であっても採取部には皮質骨の骨欠損が残存している可能性を考慮しなければならない。今回9g以上必要となった症例は6例であった。また6例のうち4例は6ヶ月時未治癒判定となっており、このことから9g以上必要となった症例は術後6ヶ月でも骨治癒が完全ではない可能性が高いことが示唆された。また6ヶ月時未治癒症例5例の中で最小骨採取量時は7gであった、その計測結果はX線画像の正面は治癒判定、側面は比率0.98、超音波画像では幅3.1mm、深さ4.1mmであり、未治癒判定になっているが境界症例であった。上記の2点を踏まえ治癒完了期の境界となる術後6ヶ月頃にX線画像での骨化の有無に関わらず超音波検査にて骨表面の詳細な状態を把握することはその後の経過観察期間を設定する上でも非常に重要であると考えられる。

V. まとめ

当科で顎裂部脛骨移植術を施行した17例に対して超音波検査を併用し脛骨治癒の観察を行なった。超音波検査は術後評価手段として有用であり、X線検査と併用することにより被曝量の軽減、骨表面の詳細な観察が可能であることが示された。また、骨採取量が増加するに従い治癒完了時期も延長する傾向が見られた。今回の研究では術後運動制限期間は1ヶ月以上を必要とし骨採取量が9g以上となる場合は6ヶ月以上の詳細な経過観察期間を設定する必要があると考えられた。