



Title	手術年齢の早期化が二次的顎裂部骨移植術の術後経過に与える影響
Author(s)	坂, 晃宏
Citation	大阪大学, 2021, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/82133
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

手術年齢の早期化が二次的顎裂部骨移植術 の術後経過に与える影響

大阪大学大学院 歯学研究科

顎口腔病因病態制御学講座（口腔外科学第一教室）

坂 晃宏

緒言

唇顎裂および唇顎口蓋裂患者に対する治療は単回の口腔外科手術で終了するものではなく、出生から成人までの間に複数回の外科治療や言語治療そして矯正治療が密接に関連することで成立している。口腔外科は、出生直後の患者やその家族と治療についてコンサルテーションする診療科として、また、顎顔面の形態的・機能的異常を手術によって改善を図る科として治療の中核を担う。大阪大学 歯学部附属病院 口唇裂・口蓋裂口腔顔面生育治療センターでは、口唇裂の閉鎖による哺乳機能の獲得を目的とした口唇裂初回手術を生後 3 か月以降に、口蓋帆張筋や口蓋帆挙筋の修正による軟口蓋形成と硬口蓋裂の閉鎖を目的とした口蓋裂初回手術は生後 1 年～3 年の間に実施し、顎骨・歯列の発育を促進するための言語療法や矯正治療と連動するために二次手術として唇外鼻修正術や顎裂部骨移植術、咽頭弁形成術、顎矯正手術などを症例に応じて実施するのを標準としている。

上顎前歯部に存在する歯槽骨欠損は顎裂と呼ばれ、上顎永久歯の萌出異常や口唇の陥凹感など上顎の形態的・機能的不調和をもたらす。顎裂部骨移植術は適切な上顎永久歯の萌出や歯列・咬合の発育を誘導する目的で幅広く用いられ、多くの場合は顎裂部に形成した移植床へ新鮮自家海綿骨細片を充填することで両側の歯槽骨と連続する骨架橋を付与する⁽¹⁾⁽²⁾。1960 年代まで我が国では顎裂部骨移植術は口唇形成術との併用や 2 歳までの乳幼児に対する一次手術として行われていたが⁽³⁾⁽⁴⁾、上顎の強い発育抑制や不正咬合の増悪化などを招く経過をたどるなどの報告⁽⁵⁾により現在では実施されていない。ところが、Boyne ら⁽⁶⁾

は矯正治療を目的とした二次手術として行う顎裂部骨移植は適切な永久歯列の付与を行う点で有用であることを 1972 年に発表し、現在に至るまで二次的顎裂部骨移植術 (secondary alveolar bone grafting : SABG) として多くの施設にて口唇裂・口蓋裂治療の主たる二次手術として行われている。

我が国では、幸地ら⁽⁷⁾⁽⁸⁾や飯野ら⁽⁹⁾⁽¹⁰⁾の研究において、早期の SABG は骨架橋形成率が高くなる一方、上顎劣成長を増悪させる要因となりうるという報告に基づき、SABG の手術時期は 2008 年に策定された口唇裂口蓋裂診療ガイドライン (公益社団法人 日本口腔外科学会 https://www.jsoms.or.jp/pdf/mg_cpf20080804.pdf) において永久切歯の萌出後である 8 歳ごろから 11 歳までの患側犬歯萌出前の学童期に実施するのが推奨されている。大阪大学歯学部附属病院 口唇裂・口蓋裂口腔顔面生育治療センターでも初診における患者家族へのコンサルテーションにて SABG は 8 歳以降で実施することを説明していた。しかしながら、海外における近年の臨床研究では 8 歳以前での骨移植が上顎永久歯列の発育に悪影響を及ぼさないとする臨床研究もあるため⁽¹¹⁾⁽¹²⁾、SABG の適正年齢については議論の余地がある。口蓋裂初回手術が不十分で硬口蓋に残遺孔が存在するため乳歯列の異常が大きくなることが予測される症例は、残遺孔閉鎖術と同時に SABG を実施することで手術回数がいたずらに増えることを回避するなどの対応が実際の臨床ではよく起こる。他方、8 歳～11 歳は我が国では小学校 3～5 年生に相当し、患者のクラブ・委員会活動など学校生活での活動内容が大きく増加する時期でもあるため、通院や入院が学校生活を円滑に送る上で負担と考える

患者家族も少なくない。また、我が国の社会的流動性（Social mobility）も年々加速していることから両親の転勤や外国への移住も増加している。これらの社会的理由により、8歳まで待機することができずに早期の SABG を強く希望する患者家族が増加し、手術時期の決定に患者家族の社会的事情を優先する状況が多くなり、SABG を当センターでは6歳ごろに実施する口唇外鼻修正術と同時に実施するなど当初の治療計画から逸脱する場面を認める。実際、大阪大学歯学部附属病院 口腔外科1〈制御系〉にて SABG をうけた1996年から2000年までの全146症例の平均手術年齢は12.6歳だったのに対し⁽¹³⁾、2009年から2013年までの片側性唇顎口蓋裂・唇顎裂患者に限定した31例では9.4歳⁽¹⁴⁾、そして2015年に開所した口唇裂・口蓋裂口腔顔面生育治療センターにて SABG を2019年の1年間で SABG を受けた106例は8.4歳であり、明らかに手術年齢の低年齢化が進んでいる。このような背景から、現在の治療ガイドラインよりも早期に実施される SABG が妥当なのかどうかを各診療科が把握し、患者や家族に適切に説明するための医学的根拠を明確に提示する必要がある。

当センターでは SABG の実施が決定すると、術前1~2か月前に歯科用コーンビーム CT（CBCT）撮影を行って手術計画を策定する。そして、術後は定期的に CBCT 撮影を行うことにより顎裂部に形成された骨架橋の状態や歯の萌出状態を把握している。そこで本研究は、SABG の実施にあたって得られた CBCT による形態学的情報や周術期における診療情報（看護記録や手術記録など）を後方視的に収集し、手術実施年齢別に分類・比較することで SABG が早期化に口唇裂・口蓋裂治療の流れにどのような影響を与えるのかを検討し、

改善すべき問題点を抽出する試みを行った。

材料と方法

対象患者

2017年12月から2019年7月までに大阪大学 歯学部附属病院 口唇裂・口蓋裂口腔顔面生育治療センターにおいて新鮮自家腸骨海綿骨細片を用いた二次的顎裂部骨移植術（SABG）を実施した全ての非症候性の片側性唇顎口蓋裂（UCLP）患者49例（男児24症例、女児25症例、手術年齢4.2歳～10.8歳）を抽出した（表1）。平均手術年齢は8.4歳で、中央値は8.8歳だった。口蓋裂初回手術は生後12か月ごろにFurlow法による軟口蓋形成を行い、生後18か月ごろを中心に硬口蓋と歯槽部の裂隙を閉鎖する二段階口蓋形成術を全症例において実施している。

矯正治療の介入において術前から顎外固定装置（プロトラクター）または顎内固定装置（クワドヘリックス）によって術前から矯正治療を受けているのは24症例、術後に固定装置を装着しているのは8例、術前・術後ともに固定装置を装着されていたのは3例だった。また、マルチブラケット装置での矯正治療について、術前から介入があったのは9.0歳・女児の1例のみであり、術後12か月以内の介入は17例あった。患側側切歯は36例（73.4%）に先天欠損を認め、4例は矮小歯だった。

当センターではSABGの実施は8歳以降としていることから、8歳未満で手術を行った19症例について、早期で手術に至った理由を診療録から抽出した。矯正科からの手術実施依頼や口蓋裂初回手術を行っても残存する残遺孔や口唇外鼻修正術などの口唇裂・口蓋裂

の二次手術との併用といった医学的理由による実施が 10 例に対し、残りの 9 症例は就学前など学校行事に合わせた家族の希望や抜歯など口蓋裂の修正治療には直接関係しない外科小手術を全身麻酔で希望したなどの社会的理由だった（表 2）。

二次的顎裂部骨移植術の術式

Bergland ら⁽¹⁵⁾が報告した方法に準じて顎裂内に移植床を形成し、新鮮自家腸骨海綿骨細片を移植した。具体的には、顎裂辺縁部の粘膜・骨膜を切開、吸収性縫合糸（Johnson & Johnson、米国）を用いた鼻腔底形成によって移植床の鼻翼側を形成し、上前腸骨棘から腸骨稜に至る骨端軟骨直下より採取した新鮮自家海綿骨細片を移植床に充填、骨膜減張切開した唇側粘膜骨膜弁で自家骨が溢出しないように緊密に移植床を被覆した（図 1）。術者は経験豊富な 5 名の日本口腔外科学会認定「口腔外科専門医」資格者が同一の術式に基づいて全症例を執刀しており、技術的な差異は認めなかった。

入院中および退院後の術後管理

移植部位の創部は自己着脱可能な 1 mm 厚の義歯床用熱可塑性レジンシート製の止血シーネによって術直後から約 1 か月程度の保護を行った。入院管理はいずれの症例も当センターで設定した SABG のクリニカルパスに従った。食事は術後 3 日まで濃厚流動食の経鼻栄養とし、その後は創部の状態や患者の嗜好に合わせた形態にて経口摂取とした。活動制

限（ベッド上安静）は手術当日のみ行い、術翌日より自立歩行を積極的に促した。入院期間は手術7日目で創部の状態を病棟担当医が確認し、退院許可は術後8日目以降とした。疼痛管理は体重1kgあたり10～15mgのアセトアミノフェンを経口投与、または経直腸投与で対応した。

歯科用コーンビーム CT (CBCT) 撮影

骨移植術の術前および術後3か月、6か月、12か月に Alphard-3030(朝日レントゲン工業、京都)によってCBCT撮影を行った。撮影条件は、眼窩下から下顎骨までの10.2×10.2×10.2cmを撮影範囲(FOV)とし、管電圧80KVp、管電流4～5mA、撮影時間17秒およびボクセルサイズ0.2×0.2×0.2mmにて撮影した。

三次元的な形態学的解析

顎裂内での患側中切歯の移動量や骨架橋の構造評価は、術前・術後のCBCT立体構築画像を重ね合わせる手法を用いた⁽¹⁴⁾。術前および術後12か月で撮影されたCBCT画像情報(16ビットDICOMファイル)を骨質骨形態計測ソフトウェアTRI/3D-BON(RATOC社、東京)に取り込み、それぞれの三次元画像を両側の眼窩下縁および健側の梨状口を指標として重ね合わせて顎裂全体、骨架橋および患側中切歯を抽出した。

重ね合わせ画像より顎裂内に存在する術前・術後の患側中切歯の体積をそれぞれ測定し、

術後の体積から術前の体積を減ずることにより「中切歯が顎裂内を移動した量」として定量的に評価した（図2）。さらに、顎裂内に形成した骨架橋の構造特性は以前の報告⁽¹⁴⁾に基づき三次元微細構造解析にて評価した。計測組織量（骨架橋の体積）当たりの海綿骨量；BV/TV、骨架橋中の骨梁幅；Tb.Th、骨梁数；Tb.N、骨梁間隙；Tb.Sp、骨梁パターン因子；TBPf、構造モデル指標；SMI およびフラクタル次元；FD を微細構造の指標を算出した。Tb.Th は平均的な骨梁の幅（厚さ）を示し、Tb.Sp は骨梁間の平均的距離を示す（図3）。Tb.N は海綿骨中の平均距離の逆数より算出され、骨梁数をあらわした。また、三次元空間内に含まれる骨梁の構造強度の指標として TBPf を採用し、0 未満で構造強度の高いハニカム構造を示す⁽¹⁶⁾。SMI は測定領域内の立体空間における板状から棒状の骨梁構造を数値としてあらわす指標であり、最小値 0 は板状を示し、良好な構造強度を示す骨梁に相当する⁽¹⁷⁾。FD は骨梁の複雑性を示す指標として、骨梁構造を構成するために必要な立方体の数より計算した⁽¹⁸⁾。

上顎を基準とした患側・健側中切歯の萌出方向の測定

術前および術後 12 か月で撮影された CBCT 画像をそれぞれ 3 次元画像解析システムボリュームアナライザー SYNAPSE VINCENT（富士フィルム、東京）に取り込み、水平断面、前頭断面および矢状断面を再構築し、各断面における健側・患側中切歯と基準平面のなす角度を測定した。水平断面では鼻棘から後鼻棘よりなる上顎正中面と中切歯唇側の近遠心

面のなす角度によって歯軸の捻転を、前頭断面では前鼻棘から鼻骨間縫合よりなる面と中切歯歯根一切端中央の面がなす角度の測定により近遠心的な歯軸傾斜、矢状断面は前鼻棘と後鼻棘鼻を結ぶ鼻腔底の平面と中切歯の根尖と切端を結ぶ線とのなす角度により唇側・口蓋側への歯軸の傾斜を評価した（図4）。

CBCT 立体構築画像を用いた上顎歯列・幅径および長径の測定

SYNAPSE VINCENT に取り込んだ術前・術後 CBCT 立体構築画像から上顎骨複合体をソフトウェア上で抽出し、浜地ら⁽¹⁹⁾が石膏模型を用いた方法に準じて上顎歯列弓および歯槽基底幅径を測定した。左右の上顎第二乳臼歯または第二小臼歯の遠心面における midpoint 間距離を歯列弓幅径、両側の第二乳臼歯（第二小臼歯）歯槽基底部の距離を歯槽基底幅径として計測した。上顎歯列の長径については健側前歯近心隅角から両側第二乳臼歯（第二小臼歯）の midpoint の距離を測定した。

統計学的解析

各指標の全体的な傾向を示す場合または症例群として群間比較する場合は測定結果を量的変数（間隔尺度または比例尺度）として平均 ± 標準誤差で示し、Prism 5（GraphPad ソフトウェア, 米国）にて統計学的解析を行った。2 群間の変数における検定では Kolmogorov-Smirnov 検定より正規性を確認したうえで Welch の *t* 検定または 1 対の標本による平均の検

定を実施した。2変量の解析には Pearson の積率相関係数を用いた。なお、各指標が月数単位で変化する可能性を考慮し、手術年齢は月数を小数点であらわした量的変数（間隔尺度）として扱った。いずれの検定も有意水準は5%とした。

結果

上顎中切歯の萌出に着目した SABG の術後変化

SABG の目的の一つに歯槽形態の修正による永久歯列の萌出誘導があるため⁽¹⁾、特に前歯部に着目し、上顎歯列弓の形態を CBCT 撮影で得られた水平断面画像から観察した。図 5 に示したように、手術年齢が 6 歳の症例では矯正治療の介入なしに健側中切歯が骨架橋内に誘導され、捻転も改善される傾向があることを認めた。一方、手術年齢が 9 歳の症例における患側中切歯は SABG の実施に伴って歯列への誘導は正常に行われているが、矯正用マルチブラケット装置 (MBA) が装着されていない症例では歯軸の捻転は解消されなかった。

SABG の術前から術後 12 か月にかけての患側中切歯歯軸の変化を定量的に比較するため、CBCT 画像情報より水平断面・前頭断面および矢状断面における基準平面と健側中切歯歯軸とのなす角度から健側中切歯の角度と患側中切歯の角度を減算することで中切歯の健側と患側の差を算出し、各断面における術後 12 か月における差から術前の差を減算した値を「歯軸の変化値」として手術実施年齢ごとに分類した (図 6)。手術年齢別の歯軸の変化値は水平断面では 8 歳を最高値とした単峰性の分布を認め、前頭断面や矢状断面では 5~6 歳で最低値となる分布を認めた。

一般的に中切歯の歯冠形成は 4 歳ごろ、萌出開始は 6 歳、歯根形成は 9 歳で完了するといわれていることから⁽²⁰⁾、4 歳から 9 歳未満を上顎中切歯が形成される時期ととらえ、4 歳

から 9 歳未満を上顎中切歯が形成される時期ととらえ、手術時年齢が 9 歳未満を SABG の「早期群」(平均値 7.08 歳、中央値 7.13) と 9 歳以上を SABG の「通常群」(平均値 9.94 歳、中央値 10.2 歳) に分類して 2 群間比較を行った (図 7)。歯軸の捻転をあらわす水平断面の歯軸の変化にのみにおいて 9 歳未満の症例群は 9 歳以上の症例群よりも有意に高値 ($p = 0.035$) だった。しかしながら、この値には MBA による捻転改善の要素が含まれているため、術前・術後ともに矯正治療を含まない症例のみで検討すると 2 群間の歯軸の変化の差はさらに大きくなり ($p = 0.012$)、9 歳未満の変化量は 9 歳以上の 3 倍だった (図 8)。

手術年齢別にみた患側中切歯の萌出と顎裂との関係

顎裂への骨架橋の付与は永久歯を顎裂内へ誘導する足場として利用される。SABG の術後 12 か月間において患側中切歯が顎裂内を移動した体積を移動量として各年齢別に分類したところ、中切歯の萌出が促進される 6 歳ごろから急速に増加し、歯根完成を迎える 9 歳ごろに収束した (図 9A)。前項のように上顎中切歯歯根完成期である 9 歳で区切った 2 群間比較では、9 歳未満の患側上顎中切歯の顎裂内での移動量の平均は 9 歳以上と比較して有意に高かった ($p < 0.001$) (図 9B)。

次に、歯の萌出の足場となる骨架橋を評価した。顎裂部骨移植の術後評価として Enemark ら⁽²¹⁾が提唱した定性的評価法が一般的であり、磯村ら⁽¹³⁾が行ったパノラマエックス線撮影などで得られた平面的なエックス線画像から顎裂周囲をトレースした方法にて、隣在歯間

の歯槽頂から根尖までの相対的な骨形成量を4段階で評価した(図10A)。対象症例における定性的評価は、10.4歳・男児の1例以外は骨架橋が顎裂内に占める割合が50%以上を示すスコア1~2であり、手術年齢にかかわらず良好な骨架橋が顎裂内に形成されていた(図10B、C)。続いて、骨架橋内の骨梁(海綿骨)領域における三次元的な構造特性を評価した。矯正用ワイヤーより生じたノイズなどの影響で微細構造解析が困難になる症例を除外し、解析可能と判断した本研究の対象患者49症例のうち26症例について測定した。図11で示した分散図では8歳を最低値(32.3%)とした6歳から9歳の間でBV/TVの落ち込みがみられた一方、Tb.Th、Tb.N、Tb.Spおよび骨梁の複雑性を示すFDや骨梁構造の立体特性をあらわすSMIには特徴的な分布を認めなかった。また、中切歯の歯根形成が完了する9歳を境とした分類で各指標の2群間比較を行うと、骨梁構造の凹凸性を示すTBPfにおいて構造的に安定した骨梁構造が形成される傾向にあることが示された($p = 0.065$) (表3)。

上顎の発育に対するSABG早期化の影響

上顎の発育に関する各指標を年齢別順に分散図にて整理し、さらに中切歯の歯根完成期前の9歳未満と9歳以上に分類した比較を行った。上顎第二乳臼歯または第二小臼歯間を測定した術前の歯列弓幅径は年齢とともに増加しており、手術年齢が9歳未満であっても歯列弓幅径は抑制されなかった(図12A、C)。一方、術前における歯槽基底幅径は手術年齢が9歳未満の症例と9歳以上の症例とではほぼ同等であり、9歳以上の症例の方が9歳未

満の症例よりも狭い場合も認められた (図 12B)。術後の幅径はいずれの場合も有意な増加を認めた (図 12B、D)。また、矯正治療 (術前・術後のクワドヘリックスやプロトラクターによる上顎の拡大・牽引) が未介入の症例のみで同様の比較を行ったが、SABG の早期化が歯列弓・上顎歯槽幅径いずれも術後に有意な増加を示し、成長を抑制する要素は見出されなかった (図 13)。

上顎における歯槽基底長径の術前における値をみると、9 歳ごろでプラトーに達する曲線を示した (図 14A)。また、9 歳未満の症例は術後の長径増加は全例で認められ、術前および術後の比較では有意な増加を認めた ($p < 0.001$) 一方、9 歳以降の症例は術前・術後の比較においては有意な増加を認めたが ($p = 0.005$)、分散図では全例が長径の増加を示さない症例も認めた (図 14A、C)。この傾向は矯正治療が未介入の症例のみの検討ではより顕著にあらわれ、9 歳未満の症例は有意な増加を示したが ($p < 0.001$)、9 歳以降の症例については有意な長径の増加を認めなかった ($p = 0.061$) (図 14B、D)。

術中記録および入院看護記録から読み取った SABG 早期化の特徴

SABG 早期化の有効性を判断する評価項目として、歯列弓形態や歯軸の傾きなどの形態的評価以外にも検討した。そこで、術中および術後の入院管理において SABG の早期化によって顕在化する問題点が存在するかどうかを検討した。

術中記録から手術時間と術中出血量を手術年齢別に整理した。なお、手術記録から対象

患者において術中に特記されたトラブルは認めなかった。手術時間と手術年齢との関係は増齡的に手術時間が短くなる傾向がみられ、やや弱い負の相関関係を示した ($r = -0.333$ 、 $p = 0.020$) (図 15A)。一方、術中出血量と手術年齢との相関関係 ($r = 0.174$ 、 $p = 0.230$) は認めなかったものの、9歳以降において100 ml以上の出血が3症例認められた (図 15B)。そこで、三次元骨梁形態計測にて顎裂容積を正確に測定できた26症例について顎裂容積と術中出血量との相関を検討した (図 16)。その結果、両者の相関係数は比較的強い相関関係を示した ($r = 0.614$ 、 $p < 0.001$)。

術後の入院看護記録からは、自立歩行までの日数、入院期間、およびアセトアミノフェンの頓用回数を手術年齢別に分類した。自立歩行および入院期間については手術年齢による影響は見られなかった (図 17)。一方、アセトアミノフェンの頓用回数は手術年齢とともに増加した。手術当日、8割以上が自立歩行を開始した術後2日、入院期間全体における累積頓用回数は、いずれも手術年齢と弱い正の相関を示し (入院期間全体： $r = 0.309$ 、 $p = 0.031$ 、術後2日： $r = 0.294$ 、 $p = 0.040$ 、手術当日： $r = 0.365$ 、 $p = 0.009$)、手術年齢8歳以降では頓用回数が3回以上になる症例がみられた (図 18A)。9歳を境にした2群間の比較でも年齢とともに平均頓用回数が有意に増加している結果だった (図 18B)。一方、入院期間全体のアセトアミノフェンの累積頓用回数が手術時間や術中出血量との間に相関があるかどうかを検討したが、いずれも相関関係を認めなかった (手術時間： $r = -0.020$ 、 $p = 0.894$ 、術中出血量： $r = 0.053$ 、 $p = 0.715$)。

考察

上顎前歯の配列を目的とした場合において SABG の早期実施が有利であるということは SABG の有用性を最初に報告した Boyne ら^{(6) (22)}がすでに言及しており、上顎側切歯萌出前の 5~7 歳での SABG 実施が切歯の配列や残遺孔の早期閉鎖が期待できる点を指摘している。我が国においても幸地ら⁽²³⁾が、中切歯萌出前の SABG は顎裂側歯槽骨の低下を懸念する必要がなく、矯正力による中切歯の位置異常を早期に改善できるため口腔衛生状態も管理しやすい点において有利であることを述べている。これらの報告を基に大きな残遺孔がある症例や患側中切歯の位置異常が大きく生ずる症例では SABG の早期実施が有用であるとする症例報告が示されており⁽²⁴⁾、一定の理解は得られている。萌出後の歯の捻転を改善するためには矯正力が必要になるが、本研究の結果では中切歯の萌出中は矯正力なしでも中切歯が歯列弓内に収まって萌出されるケースもあり、また、9 歳未満の症例は矯正力が無くても捻転に対する改善が統計学的有意に認められた。これらのことから、患側の中切歯および側切歯の歯胚が明らかに位置異常を示すような症例は SABG を早期に実施する方がその後の治療に有利になると思われる。

どのような機序によって萌出中の中切歯は SABG によって歯軸が是正されるのか。歯根未完成の永久歯が顎裂内を移動して骨架橋から萌出してくる生物学的機序は、実験動物などで検討することが極めて困難であるため不明である。そこで、画像情報からこの理由を求めるため、宮川ら⁽¹⁴⁾が行った骨架橋における三次元微細醸造解析を利用したが十分な答

えを得るには至らなかった。

口蓋裂に対する咬合形成の構築として行われる SABG の適切な手術時期についての臨床統計研究の報告は 1980 年代から現在に至るまで多くの報告があり、調査時期や施設によって考察が大きく変わっている。Boyne ら^(6, 25)、や Bergland ら⁽¹⁵⁾、Ames ら⁽²⁶⁾、Hall ら⁽²⁷⁾など、口唇裂・口蓋裂の一貫治療の中での SABG の位置づけが確立されつつある時期の報告では、12 歳以下の犬歯萌出前が適切だと言われている。また、Boyne⁽²²⁾は 1991 年に 5~7 歳での SABG は矯正歯科治療を行うことにより反対咬合への早期改善と側方部の反対咬合の早期改善が得られると述べている。一方、Ross ら⁽²⁸⁾や松井ら⁽²⁹⁾は 5~6 歳の上顎の前方方向の成長や犬歯部歯槽部の発育抑制がみられたことから回避することを推奨している。なお、犬歯萌出後の SABG は骨架橋の形成が乏しいため矯正治療が困難となり、犬歯萌出前までの実施が望ましいとされているのは 1980 年代において既に示されている⁽³⁰⁾。本研究における模型計測法に準じた上顎の立体画像計測では 9 歳未満で手術を行った症例で上顎の発育抑制を助長させた根拠を見出すことはできなかった。むしろ、歯槽基底長径については矯正治療の介入がなくても術後は順調な増加を示した。先述した報告の多くはセファロ分析や上顎石膏模型による評価であり、CBCT 立体構築像を用いた研究において本研究の対照とする論文がないため断言はできないが、8 歳未満の SABG は必ずしも回避すべき手術ではないことを本研究の結果は示している。さらに、海外において我々の結果を支持している報告が散見される。Kleinpoort ら⁽¹²⁾は手術年齢が 6 ± 1 歳の UCLP 症例と 10 ± 1 歳の症例の比較

において犬歯の位置異常が生ずるリスクは変わらないことを示している。また、Lilja ら⁽¹¹⁾は側切歯の萌出完了前で犬歯の萌出前の7歳～9歳での実施が適切であると結論づけている。

SABG は口蓋裂の二次手術であって、その前には初回手術が必ず実施される。古郷⁽³¹⁾は、成人未手術例において大きな上顎の劣成長が認められないことから⁽³²⁾、口唇裂・口蓋裂の上顎発育を抑制するのは外科治療による上顎歯槽部内側における骨膜欠損と骨面露出による口蓋粘膜の強い癒痕化が主たる原因の一つであり、それは口蓋裂初回手術から始まっていると述べている。口蓋裂初回手術において軟口蓋を延長と硬口蓋骨膜をできるだけ温存する W-opposing Z plasty 法である Furlow 法の適用は上顎の劣成長を初回手術で回避するために有効である⁽³³⁾。また、生後 12 か月ごろに軟口蓋形成を先におこない、生後 18 か月ごろを中心に硬口蓋と歯槽部の裂隙を閉鎖する二段階口蓋形成術^(34, 35)を採用することで、上顎口蓋骨膜への侵襲を可及的に抑えることで癒痕形成の最小化による上顎の成長抑制の回避できる⁽³⁶⁾。当センターでは口蓋裂初回手術においてこの2つの術式を標準としている。つまり、本研究において9歳未満の SABG の早期化群にて矯正治療の介入がなくても幅径や長径が順調に増加したのは、口蓋裂初回手術における手術法の工夫によって上顎の劣成長が回避されている結果の上に成り立っていることも留意する必要がある。ただし、早期に SABG を行った症例の何割が永久歯列完成後に仮骨延長術 (MASDO や SARPHE) や Le Fort I 型骨切り術、下顎枝矢状分割術などの顎矯正手術を受けることになったのか等の長期経過の検討は必要であり、今回検討した対象症例は治療が終了するまで追跡しなければな

らない。

術中の出血は顎裂からではなく血流量の多い腸骨採骨部からの方がはるかに多い。今回の検討において術中出血量が顎裂容積と相関を示したということは大きな顎裂には多くの自家骨が必要で、腸骨の深部まで採骨しなければならないことを示している。飯野ら⁽³⁷⁾は多くの自家骨を得るのに腸骨稜後縁からのアプローチで腸骨深部の採骨を提唱しているが、前縁から採骨するよりも出血量が多い。つまり、顎裂の大きな症例や顎内矯正装置による大幅な側方拡大が必要と思われる症例に対して早期 SABG を行うことは、手術中の患者負担を軽減させることに繋がるものと思われる。今回は体重当たりの術中出血量を計算しなかったが、術中出血量と歩行開始日数やアセトアミノフェンの頓用回数との相関関係はみられなかった。なお、2019 年において当センターで実施された SABG の全症例（107 例）のうち再手術は 5 例（4.7%）認められ、再手術症例のいずれもが実施年齢 8 歳～11 歳だった（表 4）。再手術と手術年齢の関係は明らかではないが、両側性の症例が多いことから顎裂容積が大きいことで緊密な骨膜粘膜弁の修正が困難だった可能性が推察される。再手術のリスクの点からも顎裂容積の大きい症例は早期 SABG を積極的に進めるべきと考える。

我々はアセトアミノフェンについて体重で計算した適切な一回投与量を処方しているため投与量による個人差はないと考えているが、増齡的にアセトアミノフェンの頓用回数が多くなったのは予測していなかった結果だった。発生物学的に痛覚は出生時すでに完成されているとされている⁽³⁸⁾。一方、子供が痛覚に鈍感と言われるのは痛みを正しく認識し

て伝えることができるかどうかによる部分が多いとされ⁽³⁹⁾、6歳ごろまでは疼痛の他人への自己申告が難しいと考えられている⁽⁴⁰⁾。つまり、今回得られた結果は SABG の早期化は手術侵襲が少ないため頓服回数が少なくなったのではなく、手術を受けた患者が痛みを正しく認識して医療者側に申告していないという問題点を浮き彫りにしている。当センターでの疼痛確認は医療者側の口頭での確認のみであり、低年齢であるほど医療者が訴えを過小評価している可能性が高い。また、疼痛管理は術後翌日からアセトアミノフェンの定時投与を行っているが、定時投与を手術当日から実施する、疼痛に対する患者の行動や生理反応の評価について見直すなどの対策が必要であると考ええる。

学校でのいじめに対する不安感や口唇裂・口蓋裂を持つ患者と親の両方に重くのしかかっている問題である^(41, 42)。学童期は社会的関係の範囲が広がることで患者が社会人としての適格性を見出す時期であり⁽⁴³⁾、就学前に他の二次手術など併せて SABG を実施することは患者や家族の精神的・肉体的負担を大幅に減少させることが予測できる。この傾向は海外でも同様で、4歳～7歳までの早期 SABG の実施は 11～13歳に手術をした場合よりも再手術率が低く、なおかつ長期の不安症状や抑うつ症状が無いことが近年報告されている⁽⁴⁴⁾。SABG の手術年齢はエリクソンの漸成的発達理論では学童期（5歳～12歳）に相当し、“industry（勤勉性）”の感覚と発達を示す段階で青年期（13歳～19歳）に至る過程の中で劣等感や不適格感を抱く時期でもあると言われている^(45, 46)。また、SABG を受けた時の患者の苦痛は術野の疼痛だけではなく、シーネ装着状態、経鼻栄養、導尿などの鬱陶しさな

ど多岐にわたる⁽⁴⁷⁾。学童期の後期になれば他者との比較で自分が抱く劣等感や不適格感を強く感じやすくなることが推察され、心理社会的側面の点からも SABG の早期化は望ましいと思われる。

先述した我が国の口唇裂・口蓋裂診療ガイドラインでは 8 歳～11 歳での実施が有効であると述べているが、2008 年以降は一度も改訂がない。本研究の結果は、口蓋裂初回手術における Furlow 法と二段階口蓋形成術との併用および矯正歯科の早期介入によって、推奨される年齢よりも早い時期での SABG 実施は回避されるべき治療では無くなったことを示唆している。今後なされるであろう診療ガイドラインの改訂が矯正治療や言語治療、他の二次手術と機能的に連携することで治療成績の向上に繋がりやすい、そして患者や家族に対する社会的負担の軽減とも両立できる内容になることを願う。

本研究は、SABG の低年齢化に対して為害性が無いかどうかを検討するために最近手術した 49 人の UCLP 患者について後方視的に検討した。その結果、口蓋裂初回手術から上顎劣成長に対する術式を選択していれば、現在の診療ガイドラインにおいて推奨されている年齢以前での SABG 実施は回避すべき問題ではないことを示した。実施推奨年齢の幅が広がることで、社会的要求にも応えやすい医療の提供が可能になると考える。

結語

本研究は二次的顎裂部骨移植の早期化が口唇裂・口蓋裂治療にどのような影響を与えるのかを後方視的に検討した。手術の早期化によって上顎の劣成長の増悪化は見られず、むしろ患側上顎中切歯の萌出には有利であった。ただし、6歳以前の患者は疼痛を正確に他人に伝えることができたいため疼痛管理には新たな対策を講じる必要があった。

謝辞

稿を終えるにあたり、本研究の機会を与えてくださり、終始変わらぬ御指導・御鞭撻を賜った大阪大学大学院歯学研究科顎口腔疾患制御学（口腔外科第一教室） 古郷 幹彦 教授に深甚なる謝意を表します。

また、CBCT 画像情報を提供くださいました大阪大学大学院 歯学研究科 口腔顎先端放射線学（歯科放射線学） 村上 秀明 教授、研究の方向性を示してくださった大阪大学 歯学部附属病院 口腔外科 1 <制御系> 宮川 和晃 博士、三次元的形態計測において助言を頂きました関西ろうさい病院 歯科口腔外科 松下 豊 博士には深謝いたします。そして、多大なご協力を頂きました大阪大学大学院 歯学研究科顎口腔疾患制御学（口腔外科第一教室）の教室員の皆様に深く御礼申し上げます。

参考文献

Uncategorized References

1. Long RE, Spangler BE, and Yow M. Cleft Width and Secondary Alveolar Bone Graft Success. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*. 1995;32(5):420-7.
2. 越智 成志 . 第二口腔外科における口唇裂口蓋裂患者に対する二次的顎裂部骨移植. *東北大学歯学雑誌*. 1998(17).
3. 平川 正輝, 山田 長敬, 巨山 保, and 馬渡 和夫. 唇-顎-口蓋裂形成手術にあつての骨裂隙補填に関する研究. *九州歯科学会雑誌*. 1965;19(2):69-91.
4. Epstein LI, Davis WB, and Thompson LW. DELAYED BONE GRAFTING IN CLEFT PALATE PATIENTS. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 1970;46(4).
5. Jolleys A, and Robertson NR. A study of the effects of early bone-grafting in complete clefts of the lip and palate--five year study. *Br J Plast Surg*. 1972;25(3):229-37.
6. Boyne PJ, and Sands NR. Secondary bone grafting of residual alveolar and palatal clefts. *J Oral Surg*. 1972;30(2):87-92.
7. 幸地 省子, 手島 貞一, 越後 成志, 猪狩 俊郎, 飯野 光喜, 安藤 良春, 高橋 長洋, 飯塚 芳夫, 松田 耕策, 山口 泰. 顎裂部に対する自家腸骨海綿骨細片移植 I I 骨架橋形成について:第 2 報骨架橋形成について. *日本口腔外科学会雑誌*. 1987;33(11):2152-8.
8. 幸地 省子, 東福寺 直道, 松井 桂子, 仲島 宏敏, 高橋 哲, and 手島 貞一. 顎裂への新鮮自家腸骨海綿骨細片移植
歯槽頂の高さの評価. *日本口腔外科学会雑誌*. 1993;39(6):735-41.
9. 飯野 光喜, 幸地 省子, 松井 桂子, 玉木 祐介, 高橋 哲, 山口 泰, 越智 成志, 手島 貞一. 顎裂部に対する自家腸骨海綿骨細片移植術
X線CTによる骨架橋の評価. *日本口蓋裂学会雑誌*. 1994;19(1):22-31.
10. 飯野 光喜, 幸地 省子, 森川 秀広, 松井 桂子, 高橋 哲, 越後 成志, 手島 貞一. 永久歯咬合形成からみた顎裂に対する骨移植術の手術時期に関する検討. *日本口蓋裂学会雑誌*. 1994;19(4):249-56.
11. Lilja J, Kalaaji A, Friede H, and Elander A. Combined Bone Grafting and Delayed Closure of the Hard Palate in Patients with Unilateral Cleft Lip and Palate: Facilitation of Lateral Incisor Eruption and Evaluation of Indicators for Timing of the Procedure. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*. 2000;37(1):98-105.
12. Kleinpoort F, Ferchichi H, Belkhou A, Tramini P, Bigorre M, and Captier G. Early secondary bone grafting in children with alveolar cleft does not modify the risk of maxillary permanent canine impaction at the age of 10 years. *Journal of*

- Cranio-Maxillofacial Surgery*. 2017;45(4):515-9.
13. 磯村 恵美子, 小原 浩, 三浦 康寛, 北川 太二, 廣谷 睦, 岡内 豊美, 宮 成典, 向井 隆雄, 古郷 幹彦. 顎裂部自家腸骨海綿骨細片移植術術後の骨吸収について : 梨状孔下縁形態における評価. *日本口腔外科学会雑誌*. 2005;51(7):332-9.
 14. Miyagawa K, Tanaka S, Hiroishi S, Matsushita Y, Murakami S, and Kogo M. Comparative evaluation of bone microstructure in alveolar cleft repair by cone beam CT: influence of different autologous donor sites and additional application of β -tricalcium phosphate. *Clinical Oral Investigations*. 2020;24(8):2789-97.
 15. Bergland O, Semb G, Åbyholm F, Borchgrevink H, and Eskeland G. Secondary Bone Grafting and Orthodontic Treatment in Patients with Bilateral Complete Clefts of the Lip and Palate. *Annals of Plastic Surgery*. 1986;17(6):460-74.
 16. Hahn M, Vogel M, Pompesius-Kempa M, and Delling G. Trabecular bone pattern factor—a new parameter for simple quantification of bone microarchitecture. *Bone*. 1992;13(4):327-30.
 17. Laib A, Kumer JL, Majumdar S, and Lane NE. The temporal changes of trabecular architecture in ovariectomized rats assessed by MicroCT. *Osteoporos Int*. 2001;12(11):936-41.
 18. Hua Y, Nackaerts O, Duyck J, Maes F, and Jacobs R. Bone quality assessment based on cone beam computed tomography imaging. *Clinical Oral Implants Research*. 2009;20(8):767-71.
 19. 浜地 宏哉, 坂井 正彦, 川俣 純子, 辻 裕子, 溝呂木 英二, 上保 一之, 岩渕 法一, 三浦 みつ子, 萩原 洋子, 関本 恒夫. 乳歯列と永久歯列の関連性について:(第三報) 上顎歯槽基底について. *小児歯科学雑誌*. 1988;26(1):154-62.
 20. 山本 龍生, 森田 学, 渡邊 達夫. 永久歯の萌出時期, 萌出順序の経年的変化に関する研究. *口腔衛生学会雑誌*. 1991;41(1):23-34.
 21. Enemark H, Sindet-Pedersen S, and Bundgaard M. Long-term results after secondary bone grafting of alveolar clefts. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 1987;45(11):913-8.
 22. Boyne PJ. Bone grafting in the osseous reconstruction of alveolar and palatal clefts. . *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America* 1991;3(3):589-97.
 23. 幸地 省子, 山口 泰, 千葉 雅敏, 飯野 光喜, 神谷 則昭. 上顎永久中切歯萌出期の顎裂への骨移植
-左側完全口唇口蓋裂1女子症例. *日本口蓋裂学会雑誌*. 1998;23(2):91-6.
 24. Precious DS. A New Reliable Method for Alveolar Bone Grafting at About 6 Years of Age. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 2009;67(10):2045-53.

25. Boyne PJ, and Sands NR. Combined orthodontic-surgical management of residual palato-alveolar cleft defects. *American Journal of Orthodontics*. 1976;70(1):20-37.
26. Ames JR, Ryan DE, and Maki KA. The autogenous particulate cancellous bone marrow graft in alveolar clefts: A report of forty-one cases. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology*. 1981;51(6):588-91.
27. Hall HD, and Posnick JC. Early results of secondary bone grafts in 106 alveolar clefts. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*. 1983;41(5):289-94.
28. Ross RB. Treatment variables affecting facial growth in complete unilateral cleft lip and palate. *Cleft Palate J*. 1987;24(1):5-77.
29. 松井 桂子, 越後 成志, 君塚 哲, 福井 功政, 高橋 正任, 森川 秀宏, 千葉 雅俊, 伊藤 正健. 上顎骨成長を考慮した顎裂部への骨移植時期の検討 : 骨移植症例と非骨移植症例の比較. *日本口腔外科学会雑誌*. 2005;51(5):233-9.
30. Brattström V, and McWilliam J. The influence of bone grafting age on dental abnormalities and alveolar bone height in patients with unilateral cleft lip and palate. *European Journal of Orthodontics*. 1989;11(4):351-8.
31. 古郷 幹彦. 唇顎口蓋裂患者の上顎劣成長に対する挑戦. *日本顎変形症学会雑誌*. 2019;29(1):1-4.
32. Mars M, and Houston WJ. A preliminary study of facial growth and morphology in unoperated male unilateral cleft lip and palate subjects over 13 years of age. *Cleft Palate J*. 1990;27(1):7-10.
33. Furlow LTJ. Cleft Palate Repair by Double Opposing Z-Plasty. *Plastic and Reconstructive Surgery*. 1986;78(6):724-36.
34. Friede H, Priede D, Möller M, Maulina I, Lilja J, and Barkane B. COMPARISONS OF FACIAL GROWTH IN PATIENTS WITH UNILATERAL CLEFT LIP AND PALATE TREATED BY DIFFERENT REGIMENS FOR TWO-STAGE PALATAL REPAIR. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery and Hand Surgery*. 1999;33(1):73-81.
35. Nisio Juntaro, Yamanishi Tadashi, Hiroshi Kohara, Yoshiko Hirano, Michiyo Sako, Tadafumi Adachi, Takao Mukai, Shigenori Miya. Early Two-Stage Palatoplasty Using Modified Furlow's Veloplasty. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*. 2010;47(1):73-81.
36. Friede H, Enemark H, Semb G, Paulin G, Åbyholm F, Bolund S, et al. Craniofacial and Occlusal Characteristics in Unilateral Cleft Lip and Palate Patients from Four Scandinavian Centres. *Scandinavian Journal of Plastic and Reconstructive Surgery and Hand Surgery*. 1991;25(3):269-76.
37. 飯野 光喜, 奥田 まゆみ, 福田 雅幸, 高橋 哲, 幸地 省子, 越後 成志, 手島 貞一.

- 顎裂部二次的骨移植術と腸骨稜後縁からの海綿骨採取法. *日本口蓋裂学会雑誌*. 1995;20(2):84-91.
38. Lee SJ, Ralston HJP, Drey EA, Partridge JC, and Rosen MA. Fetal Pain: A Systematic Multidisciplinary Review of the Evidence. *JAMA*. 2005;294(8):947-54.
39. 常石 秀市. 感覚器の成長・発達. *バイオメカニズム学会誌*. 2008;32(2):69-73.
40. 山下 正夫. 小児の術後鎮痛. *日本臨床麻酔学会誌*. 1996;16(2):116-21.
41. 新田 紀藤, 千恵子; 石井, 京子. 口唇口蓋裂患児を育てている母親の困難な出来事とレジリエンス. *家族看護学研究*. 2012;18(1):13-24.
42. 北尾 美熊, 由加里; 高野, 幸子; 池, 美保; 古郷, 幹彦; 植木, 慎悟; 藤田, 優一; 藤原, 千恵子. 小学校低学年の口唇裂・口蓋裂児の疾患に関連した否定的な体験に対する母親の認識. *武庫川女子大学看護学ジャーナル*. 2018;3:15-24.
43. 安藤 明. 学童期における心の発達と健康 (特集 子どもの心(1)) -- (子どもの心を育む). *母子保健情報*. 2006(54):53-8.
44. Hu AC, Jain NS, Chan CH, Malapati SH, Dang BN, Bertrand AA, et al. Early Alveolar Bone Grafting Decreases Regraft Rates and Improves Long-Term Psychosocial Outcomes. *Plast Reconstr Surg Glob Open*. 2020;8(9 Suppl):61-.
45. Erikson EH. Youth: Fidelity and Diversity. *Daedalus*. 1988;117(3):1-24.
46. 佐野 修. エリクソンの industry は「勤勉性」でいいのか? : 学童期におけるその意味と意義を問い直す (<特集> エリクソン再考-第 IV 段階から第 V 段階への移行をめぐって-). *心理科学*. 2009;30(1):1-10.
47. 井上 清中, 美保子. 顎裂部骨移植術を受けた患児の離床時における看護師の援助 — ある小児科病棟の離床場面におけるエスノグラフィー. *川崎医療福祉大学学会誌*. 2020;30:117-27.

表1：対象症例の情報

症例 番号	性別	部位	裂型	手術年齢 (歳)	上顎の 拡大・牽引		歯軸への 介入		側切歯の有無 (1:有、2:無)
					術前	術後	術前	術後	
1	男	左	UCLP	4.2					2
2	女	右	UCLP	5.6		PR			1
3	男	左	UCLP	5.6		QH			2
4	女	左	UCLP	5.8	PR	QH			2
5	女	左	UCLP	5.9	QH	QH			2
6	女	左	UCLP	6.0					2
7	男	左	UCLP	6.2		QH			1
8	男	右	UCLP	6.3					1 (矮小歯)
9	女	左	UCLP	6.4		QH			2
10	男	右	UCLP	6.6					1
11	男	左	UCLP	6.7	QH				2
12	女	右	UCLP	6.9		QH			2
13	女	右	UCLP	7.0	QH				2
14	男	左	UCLP	7.3	QH				1
15	男	左	UCLP	7.5					2
16	男	右	UCLP	7.6				有	1
17	男	右	UCLP	7.6					1
18	女	左	UCLP	7.8	QH				2
19	男	右	UCLP	7.9					2
20	男	左	UCLP	8.0	QH			有	2
21	男	右	UCLP	8.2	QH			有	1
22	女	左	UCLP	8.2	QH				2
23	男	左	UCLP	8.6	QH				1 (矮小歯)
24	男	右	UCLP	8.8	PR			有	1
25	女	右	UCLP	8.8	QH				2
26	女	左	UCLP	8.9				有	2
27	女	左	UCLP	9.0			有	有	2
28	男	左	UCLP	9.0	QH			有	2
29	女	左	UCLP	9.1					1 (矮小歯)
30	女	左	UCLP	9.1	QH			有	2
31	男	左	UCLP	9.3					2

UCLP：片側性唇顎口蓋裂、QH：クワドヘリックス、PR：プロトラクター

表 1 : 対象症例の情報 (つづき)

症例 番号	性別	部位	裂型	手術年齢 (歳)	上顎の 拡大・牽引		歯軸への 介入		
					術前	術後	術前	術後	
32	女	左	UCLP	9.3	QH			有	2
33	男	左	UCLP	9.3	QH				2
34	女	左	UCLP	9.8					2
35	女	左	UCLP	10.0				有	2
36	女	右	UCLP	10.0					2
37	女	左	UCLP	10.1	QH			有	2
38	女	左	UCLP	10.2	PR	PR		有	2
39	男	左	UCLP	10.3				有	2
40	女	右	UCLP	10.3					1 (矮小歯)
41	男	左	UCLP	10.3	QH			有	2
42	女	左	UCLP	10.3					2
43	女	右	UCLP	10.3	QH				2
44	男	左	UCLP	10.3	PR			有	2
45	男	右	UCLP	10.4					2
46	女	左	UCLP	10.4					2
47	女	左	UCLP	10.5	QH				2
48	男	左	UCLP	10.8	PR			有	1
49	男	左	UCLP	10.8	PR			有	2

UCLP : 片側性唇顎口蓋裂、QH : クワドヘリックス、PR : プロトラクター

表 2 : SABG を早期実施した理由

症例 番号	性別	手術 年齢	8歳未満で 実施した理由	理由の詳細
1	男	4.2	医学的理由	残遺孔閉鎖術との同時実施を計画
2	女	5.6	医学的理由	口唇修正術との同時実施を計画
3	男	5.6	社会的理由	就学前の実施希望
4	女	5.8	社会的理由	就学前の実施希望
5	女	5.9	社会的理由	就学前の実施希望
6	女	6.0	社会的理由	就学前の実施希望
7	男	6.2	医学的理由	矯正前の診断にて早期実施を計画
8	男	6.3	医学的理由	口唇外鼻修正術との同時実施を計画
9	女	6.4	社会的理由	全身麻酔下での正中埋伏過剰歯抜歯術と同時実施を計画
10	男	6.6	社会的理由	本格的なクラブ活動前の実施希望
11	男	6.7	医学的理由	口唇外鼻修正術との同時実施
12	女	6.9	社会的理由	本格的なクラブ活動前の実施希望
13	女	7.0	医学的理由	患側中切歯捻転改善のため早期 SABG を計画
14	男	7.3	医学的理由	患側側切歯および犬歯の萌出を促すため早期 SABG を計画
15	男	7.5	社会的理由	全身麻酔下での口腔前提拡張術と同時実施を計画
16	男	7.6	医学的理由	残遺孔閉鎖術との同時実施を計画
17	男	7.6	医学的理由	全身麻酔下での正中埋伏過剰歯抜歯と同時実施を計画
18	女	7.8	社会的理由	本格的なクラブ活動前の実施希望
19	男	7.9	社会的理由	全身麻酔下での口腔前提拡張術と同時実施を計画

表 3 : 骨架橋における三次元微細構造解析の比較

構造指標	単位	9 歳未満 (N=14)	9 歳以上 (N=12)	<i>p</i> 値
BV/TV	%	63.6 ± 4.24	69.5 ± 4.00	0.322
Tb.Th	μm	793 ± 52.9	898 ± 55.1	0.183
Tb.N	/mm	0.488 ± 0.060	0.411 ± 0.048	0.322
Tb.Sp	μm	626 ± 43.6	541 ± 38.2	0.155
FD		2.26 ± 0.04	2.33 ± 0.02	0.173
TBPf	/mm	0.093 ± 0.277	-0.663 ± 0.277	0.065
SMI		1.54 ± 0.15	1.22 ± 0.19	0.199

各指標は平均±標準誤差で示し、*p* 値は Welch の *t* 検定で算出した。

表 4 : SABG 術後 12 か月以内で再手術となった患者の内訳 (2019 年、107 症例中)

症例 番号	性別	裂型	初回 SABG 実施年齢 (歳)
R1		BCLP	9.3
R2		BCLP	11.1
R3		UCLP	9.3
R4		BCLA	8.3
R5		UCLA	8.8

BCLP : 両側性唇顎口蓋裂、UCLP : 片側性唇顎口蓋裂、
 BCLA : 両側性唇顎裂、BCLA : 片側性唇顎裂

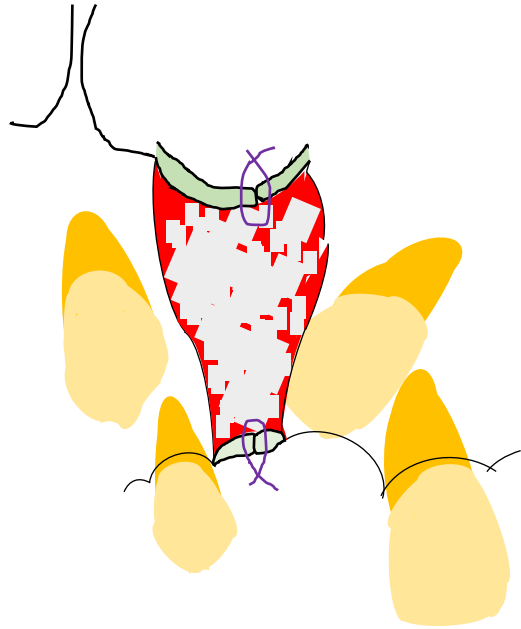
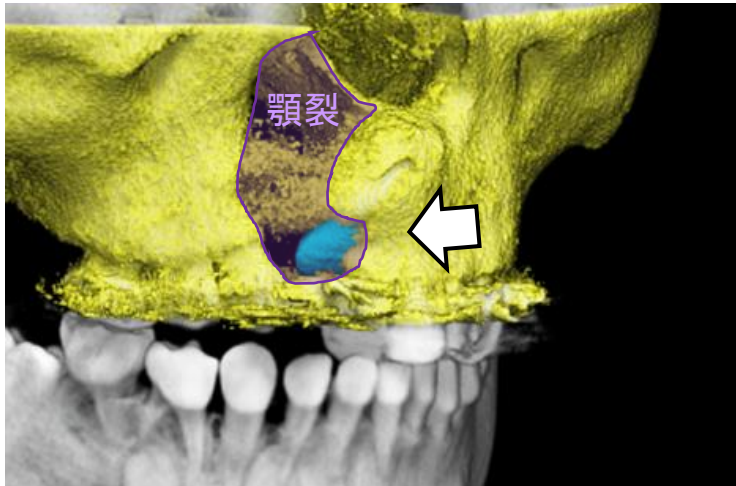
A**B**

図 1 : 二次的顎裂部骨移植 (SABG) の術式

A : 顎裂に形成された移植床。顎裂周囲組織より粘膜骨膜弁を作成し、顎裂の内側に骨膜および歯槽骨の壁面を形成する。B : 移植床の模式図。鼻腔側および口蓋側・唇側は吸収性糸による縫合で裂を閉鎖させる。腸骨からの海綿骨細片および骨髓液を混和した混合物を隙間ができないよう移植床へ緊密に充填する。

A



B

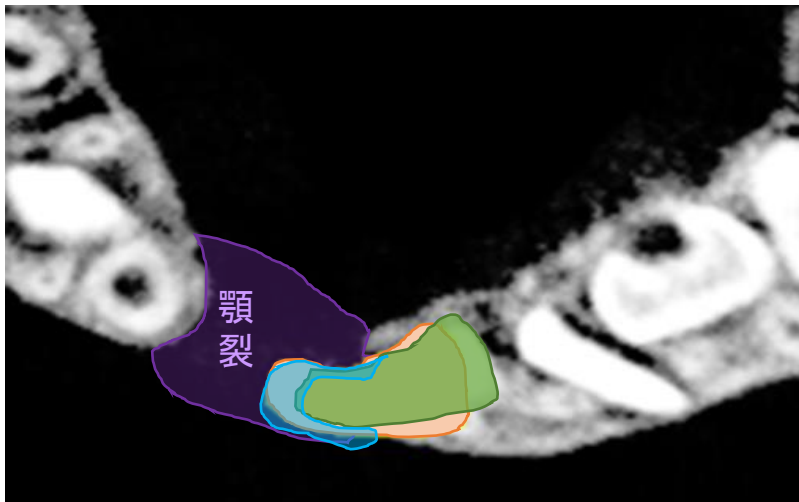


図2：CBCT立体構築画像を重ね合わせた顎裂および患側中切歯の描出

A：上顎骨の重ね合わせ（黄）により得られた顎裂（紫）内に存在する患側中切歯の歯冠（青）の三次元画像。B：水平断面よりみた患側中切歯の移動量測定。術前（緑）および術後（橙）の中切歯を描出し、顎裂内（紫）を移動した体積（青）を移動量とした。

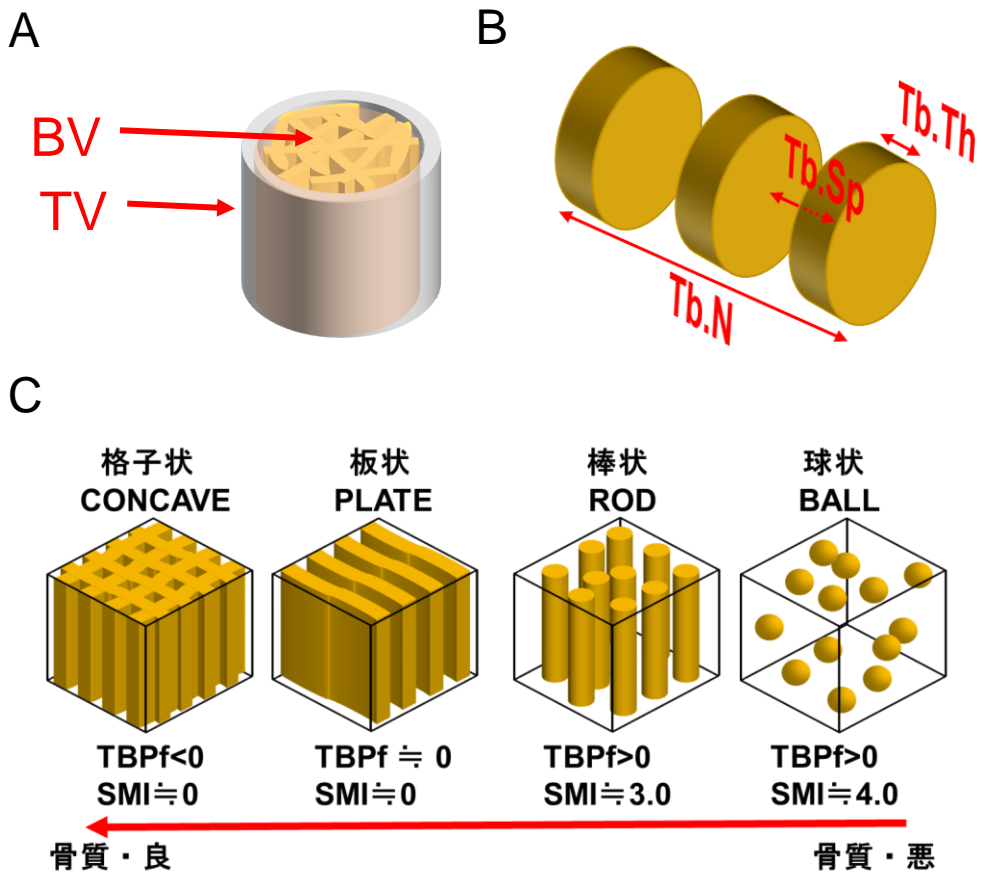


図 3 : 三次元骨梁微細構造解析の原理

A : 骨梁橋全体の体積 (TV) および海綿骨領域 (BV) を描出し、単位体積あたりの海綿骨量 (BV/TV) を算出する。B : 単位長さあたりの骨梁数を Tb.N、平均的な骨量の幅を Tb.Th、骨梁表面間の平均的距離を Tb.Sp とする。C : 骨梁構造における三次元的指標の概念図。TBPf および SMI において安定した骨梁構造 (良い骨質) になるほど低値で示される。

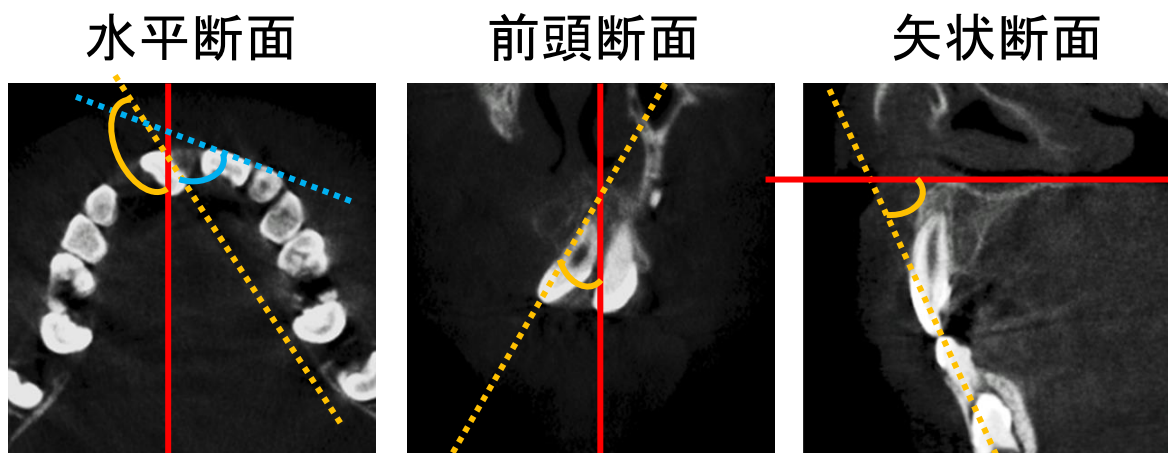


図4：患側・健側中切歯における歯軸の評価

水平断面、前頭断面、矢状断面において、中切歯の歯軸（患側は黄、健側は青）と基準平面（赤）のなす角度を測定した。

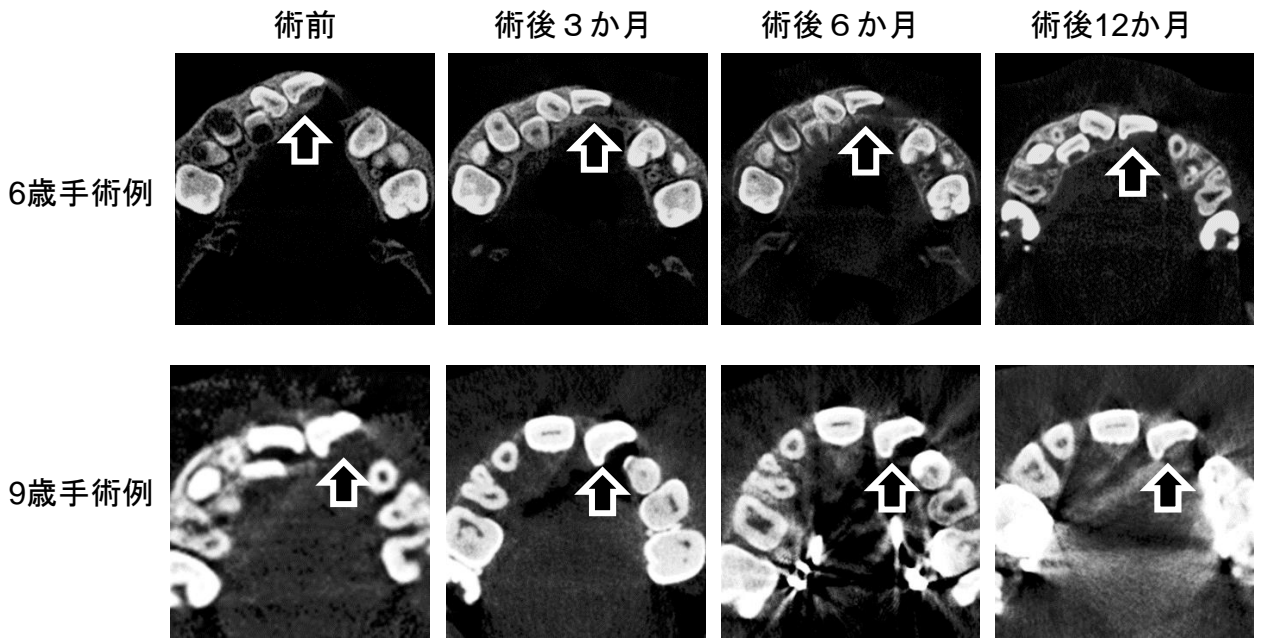


図5：水平断面における患側・健側中切歯のSABG術後の移動

手術時年齢6歳および9歳における代表的なCBCT水平断面画像。矢印は患側中切歯を示す。

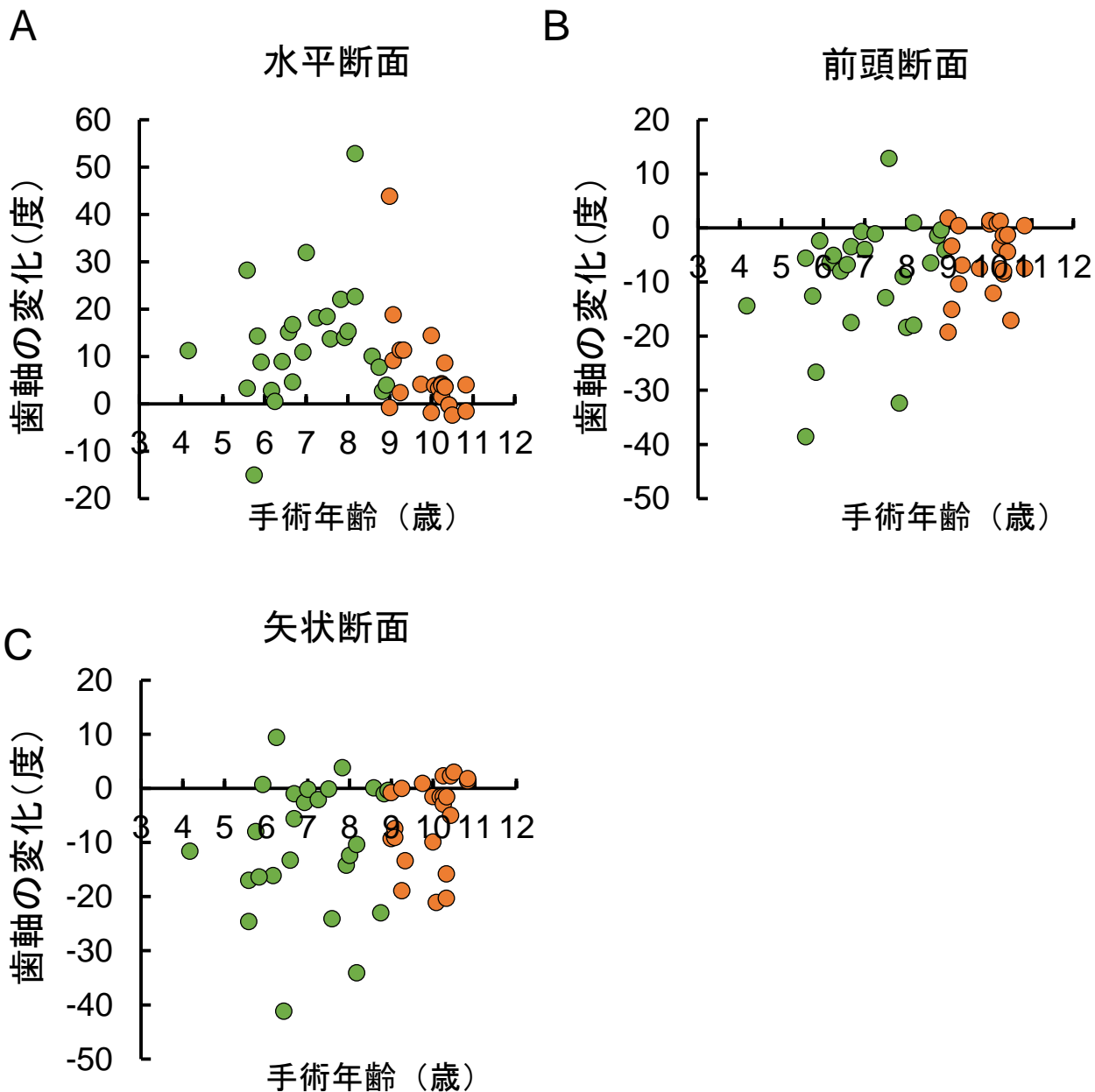


図6：患側中切歯歯軸の術前から術後の変化

A：正中断面、B：前頭断面、C：矢状断面における患側中切歯歯軸の変化を手術年齢別に示す。緑色のプロットは早期群の症例、橙色のプロットは通常群の症例の値をあらわす。

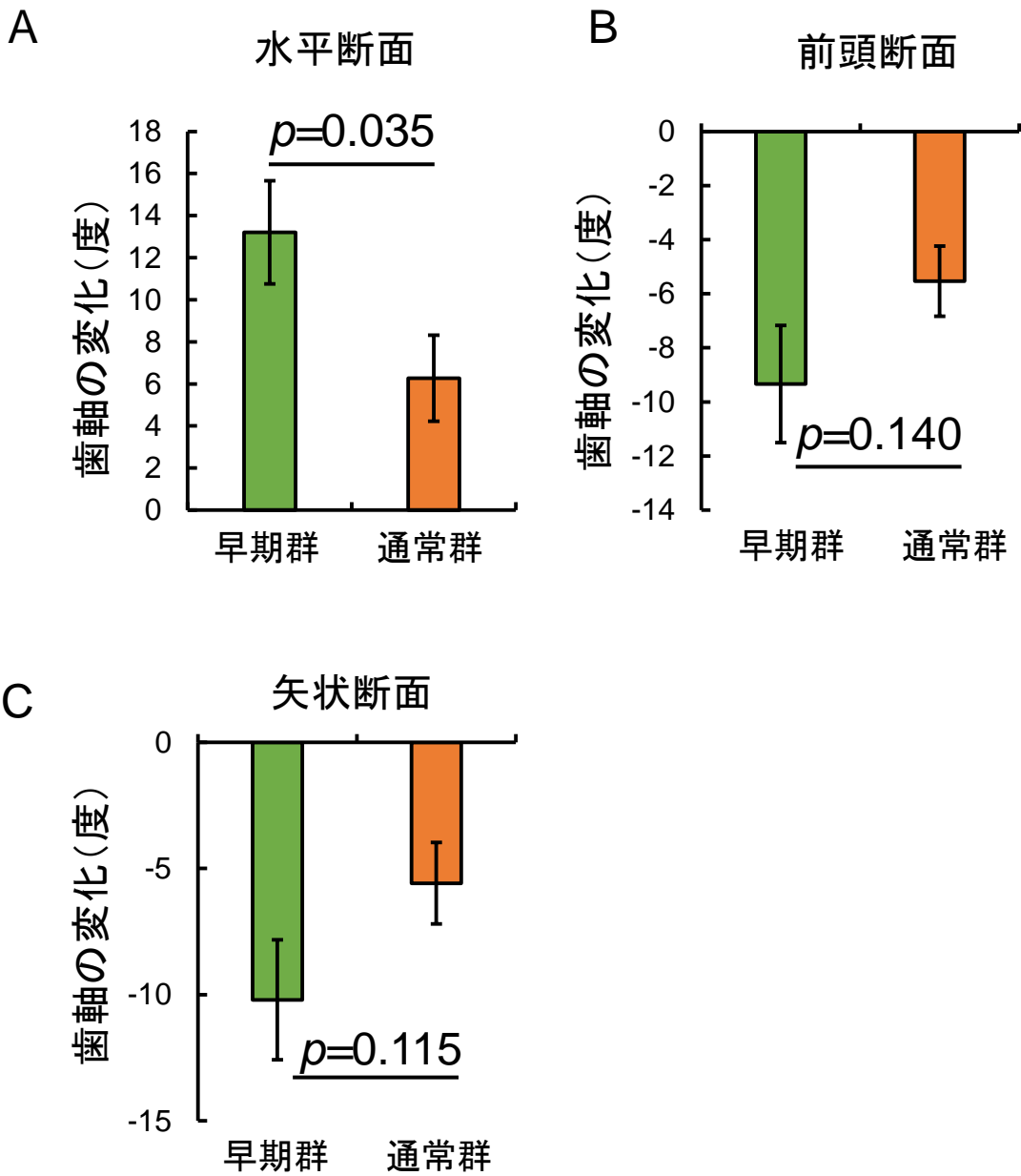


図7：患側中切歯歯軸における術後変化の比較

A：正中断面、B：前頭断面、C：矢状断面における患側中切歯歯軸の変化を早期群（緑色、26症例）ならびに通常群（橙色、23症例）に分類し、平均値 ± 標準誤差にて示す。Welchの検定により2群間における統計学的有意差を検討し、 p 値を算出した。

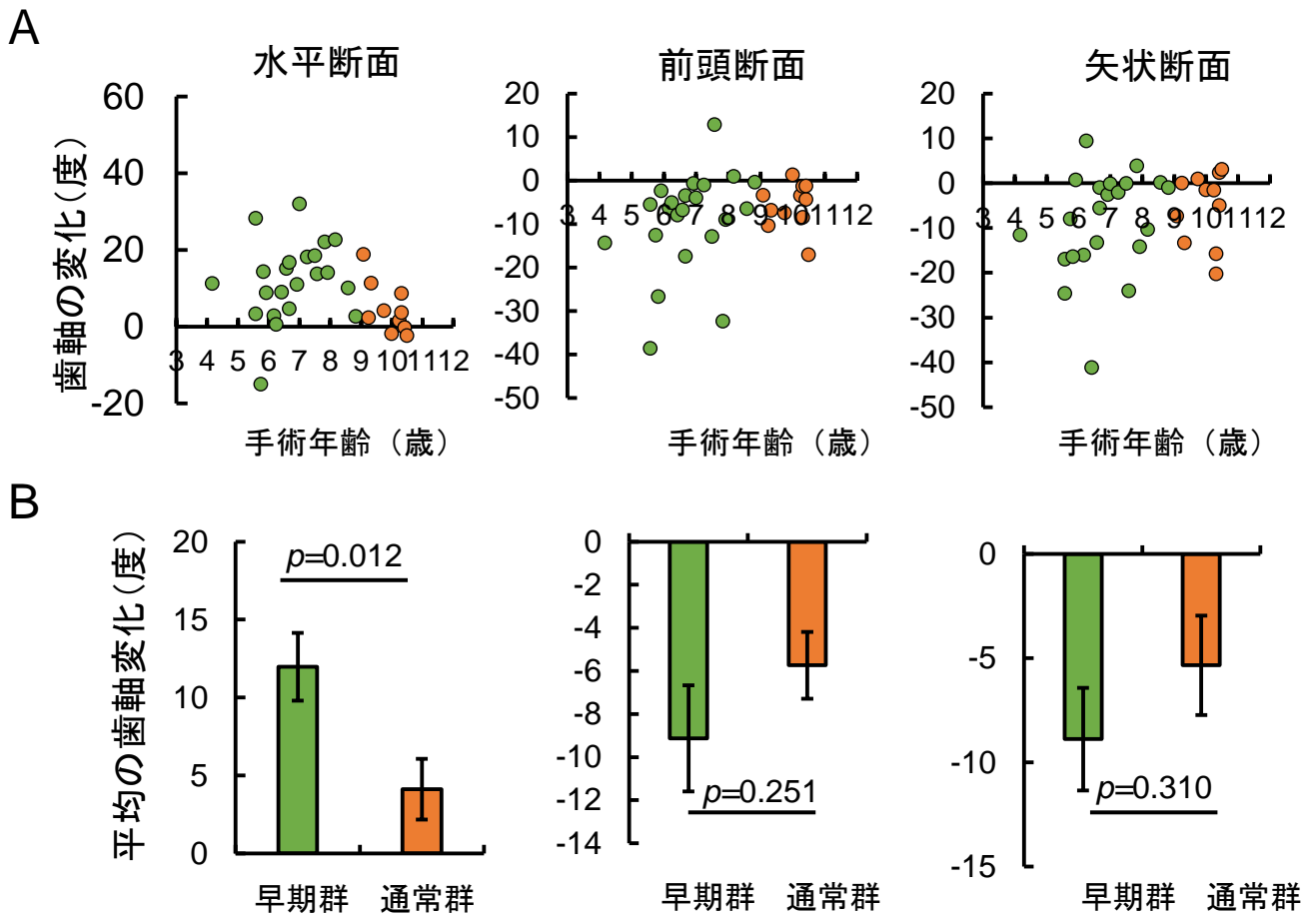
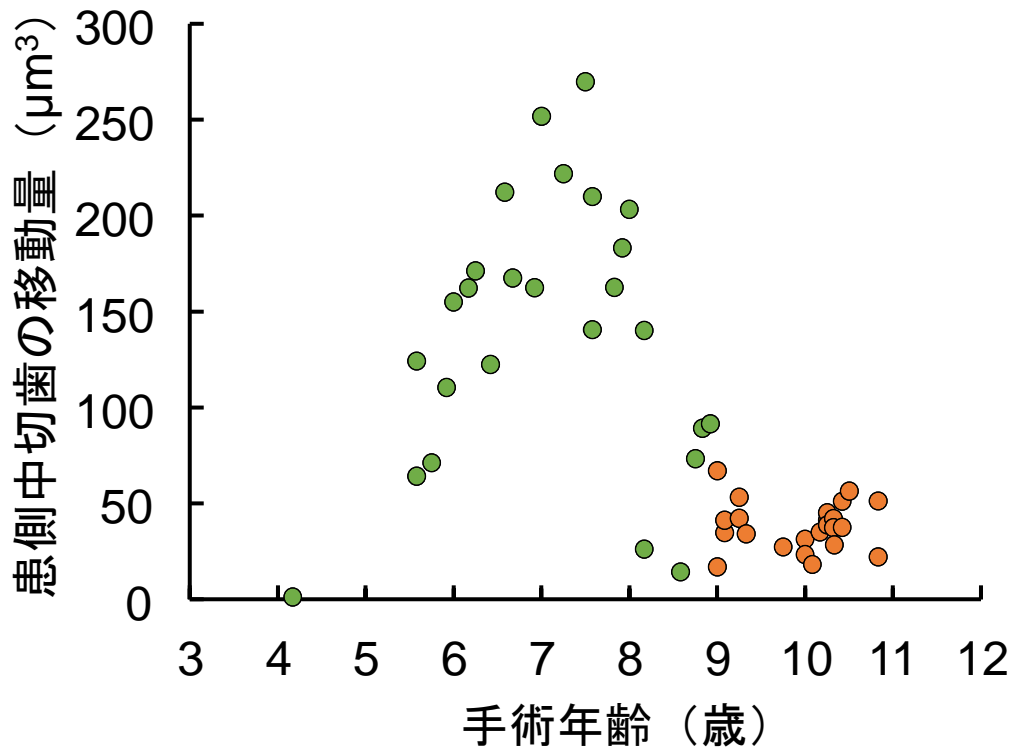


図8：マルチブラケット装置の未装着症例における患側中切歯歯軸の変化

A：各断面における患側中切歯歯軸の変化を年齢別にプロットした分散図。B：早期群（緑色、22症例）ならびに通常群（橙色、11症例）に分類し、平均値 ± 標準誤差にて示す。Welchの検定により2群間における統計学的有意差を検討し、 p 値を算出した。

A



B

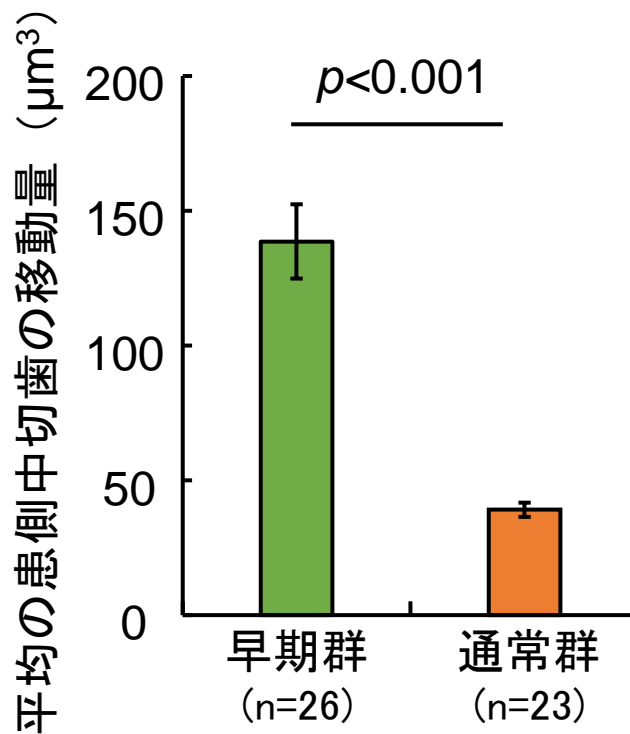


図9：顎裂内での患側中切歯の移動量

A：歯軸の変化量 (μm^3) を年齢別に示した分散図。手術年齢が早期群の症例は緑、通常群は橙のプロットであらわす。B：平均の患側中切歯の移動量を早期群（緑色、26症例）ならびに通常群（橙色、23症例）に分類し、平均値 \pm 標準誤差にて示す。Welchの検定により2群間における統計学的有意差を検討し、 p 値を算出した。

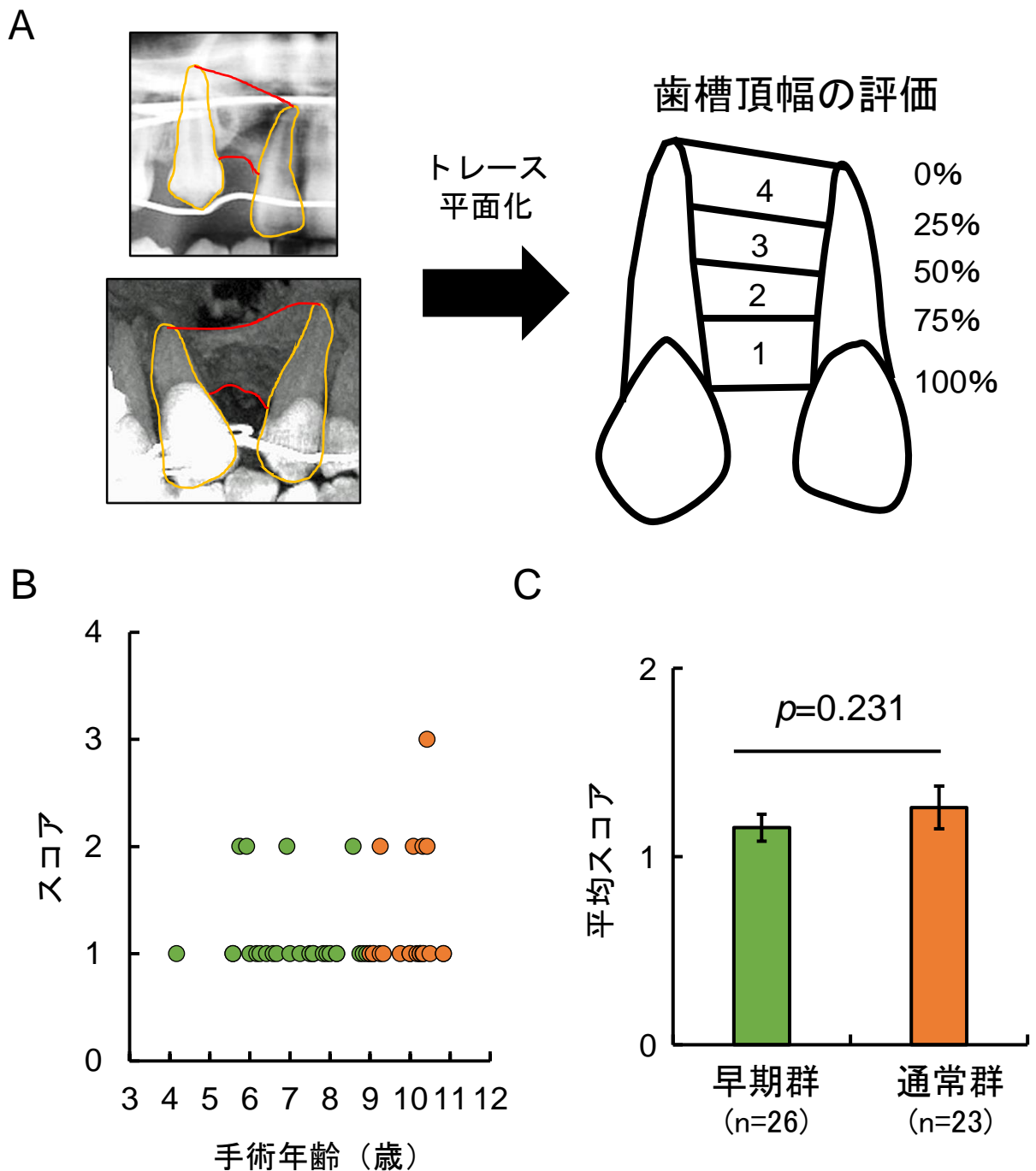


図10：骨架橋の平面的なトレース図による定性的評価

A：歯軸の変化量 (μm^3) を年齢別に示した分散図。手術年齢が早期群の症例は緑、通常群は橙のプロットであらわす。B：平均の患側中切歯の移動量を早期群（緑色、26症例）ならびに通常群（橙色、23症例）に分類し、平均値 \pm 標準誤差にて示す。Welchの検定により2群間における統計学的有意差を検討し、 p 値を算出した。

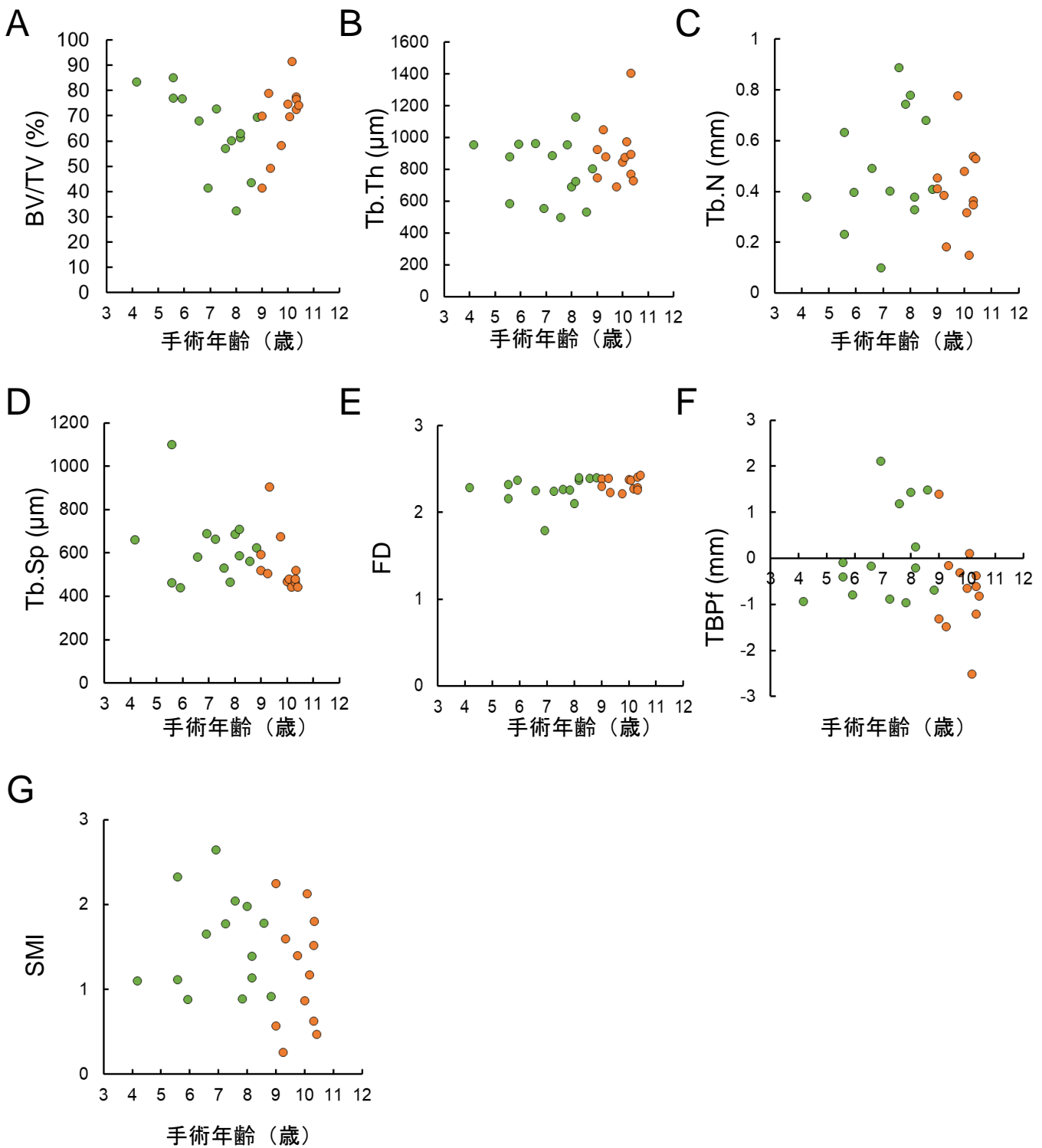


図11：骨梁橋の三次元微細構造解析

骨梁橋における海綿骨領域のA：骨体積密度 (BV/TV)、B：骨梁幅 (Tb.Th)、C：骨梁数 (Tb.N)、D：骨梁間隙 (Tb.Sp)、E：フラクタル次元 (FD)、F：骨梁パターン因子、G：骨梁構造指標 (SMI) を年齢別に整理した分散図を示す。手術年齢が早期群の症例は緑 (N=14)、通常群は橙のプロット (N=12) であらわす。

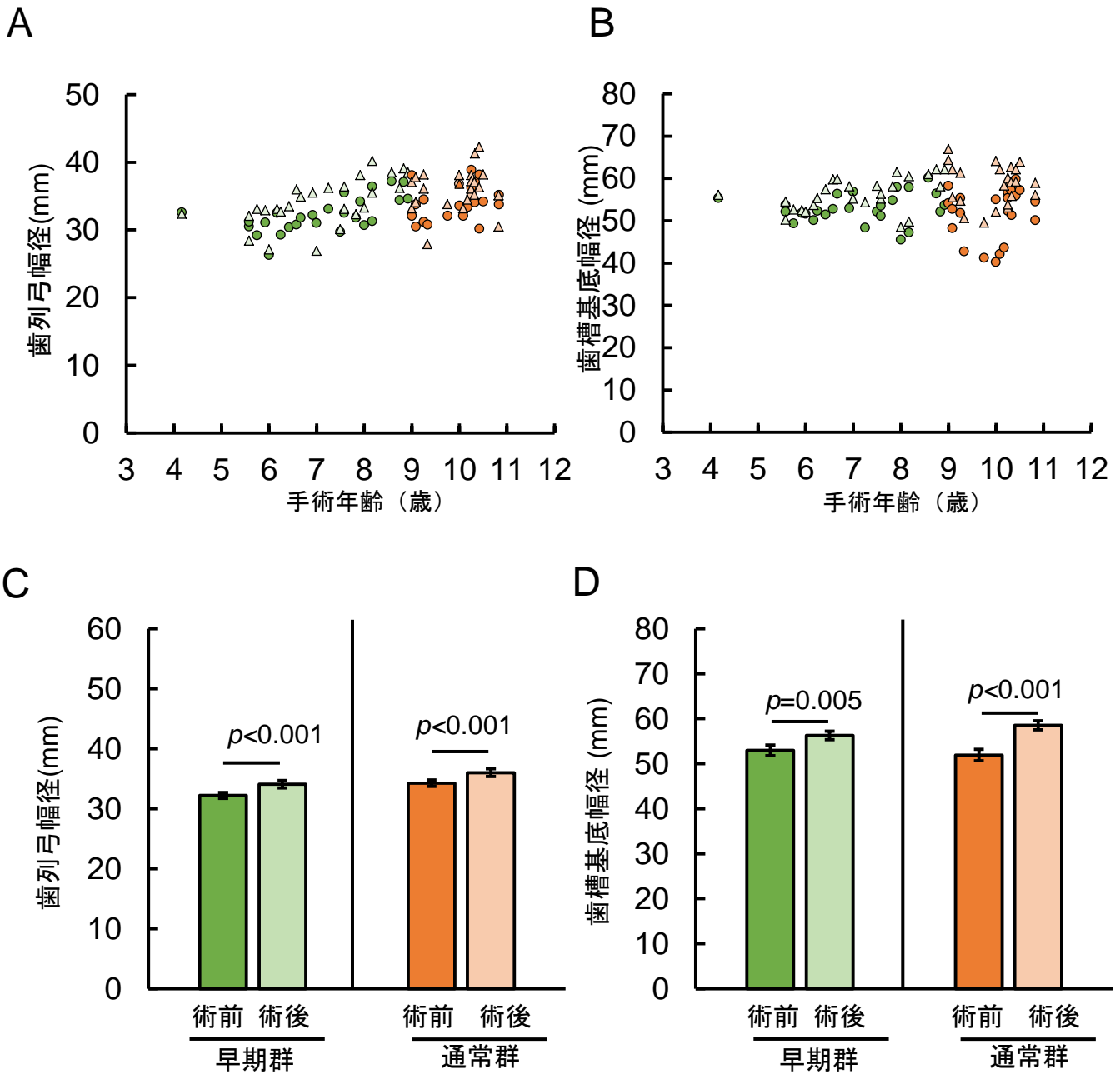


図12 : SABGの術前・術後1年における上顎幅径の変化

A : 歯列弓およびB : 歯槽基底における術前 (○)、術後1年 (△) の幅径を手術年齢別にプロットした分散図。手術年齢が早期群の症例は緑 (N=26)、通常群は橙のプロット (N=23) であらわす。B・C : 各指標を早期群ならびに通常群に分類し、平均値 ± 標準誤差にて示す。1対の標本による平均の検定により2群間における統計学的有意差を検討し、 p 値を算出した。

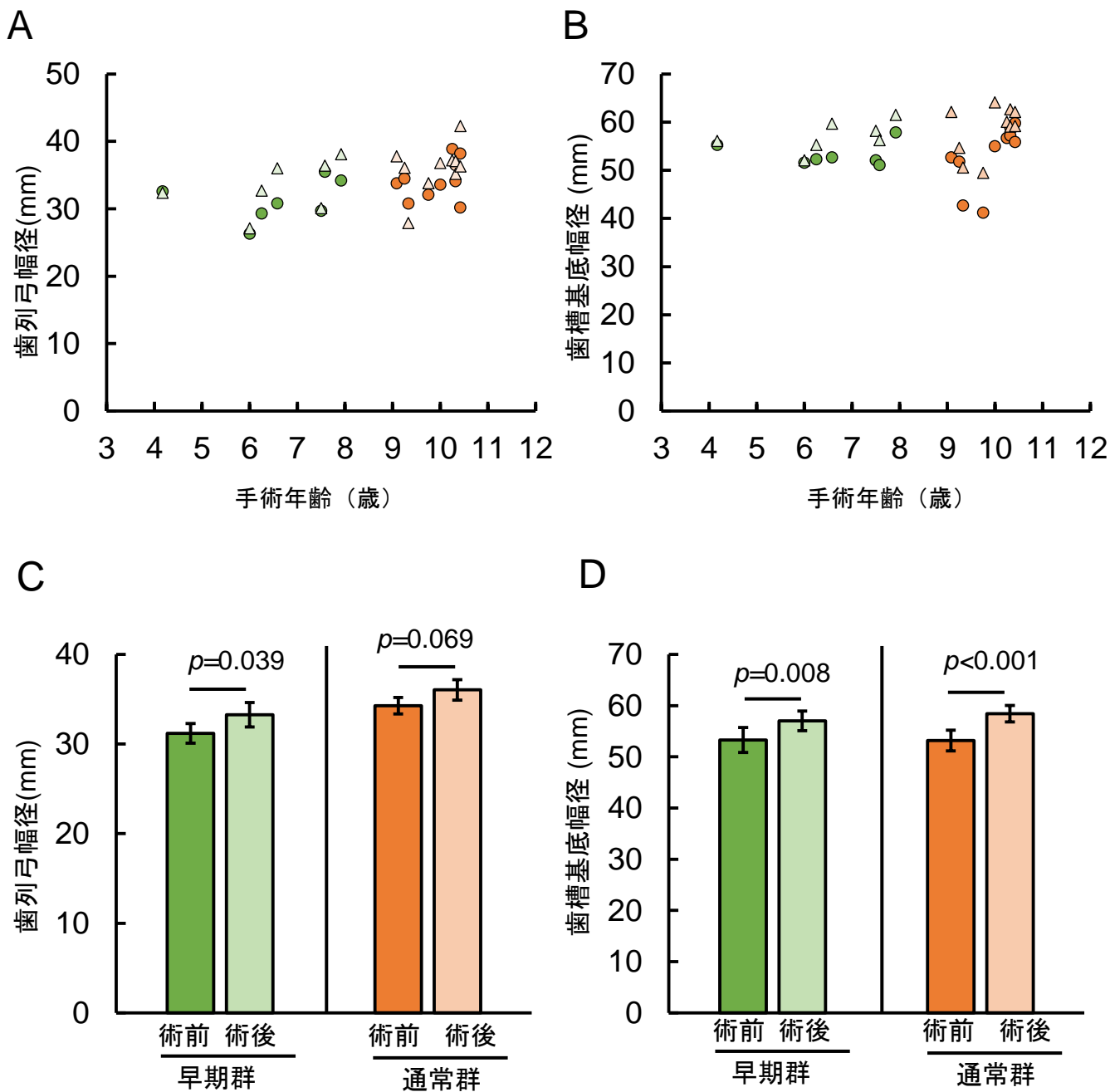


図13 : SABGの術前・術後1年における上顎幅径の変化 (矯正非介入症例のみ)

A : 歯列弓および B : 歯槽基底における術前 (○)、術後1年 (△) の幅径を手術年齢別にプロットする。手術年齢が早期群の症例は緑 (N=6)、通常群は橙のプロット (N=9) であらわす。C、D : 各指標を早期群ならびに通常群に分類し、平均値 ± 標準誤差にて示す。1対の標本による平均の検定により2群間における統計学的有意差を検討し、*p*値を算出した。

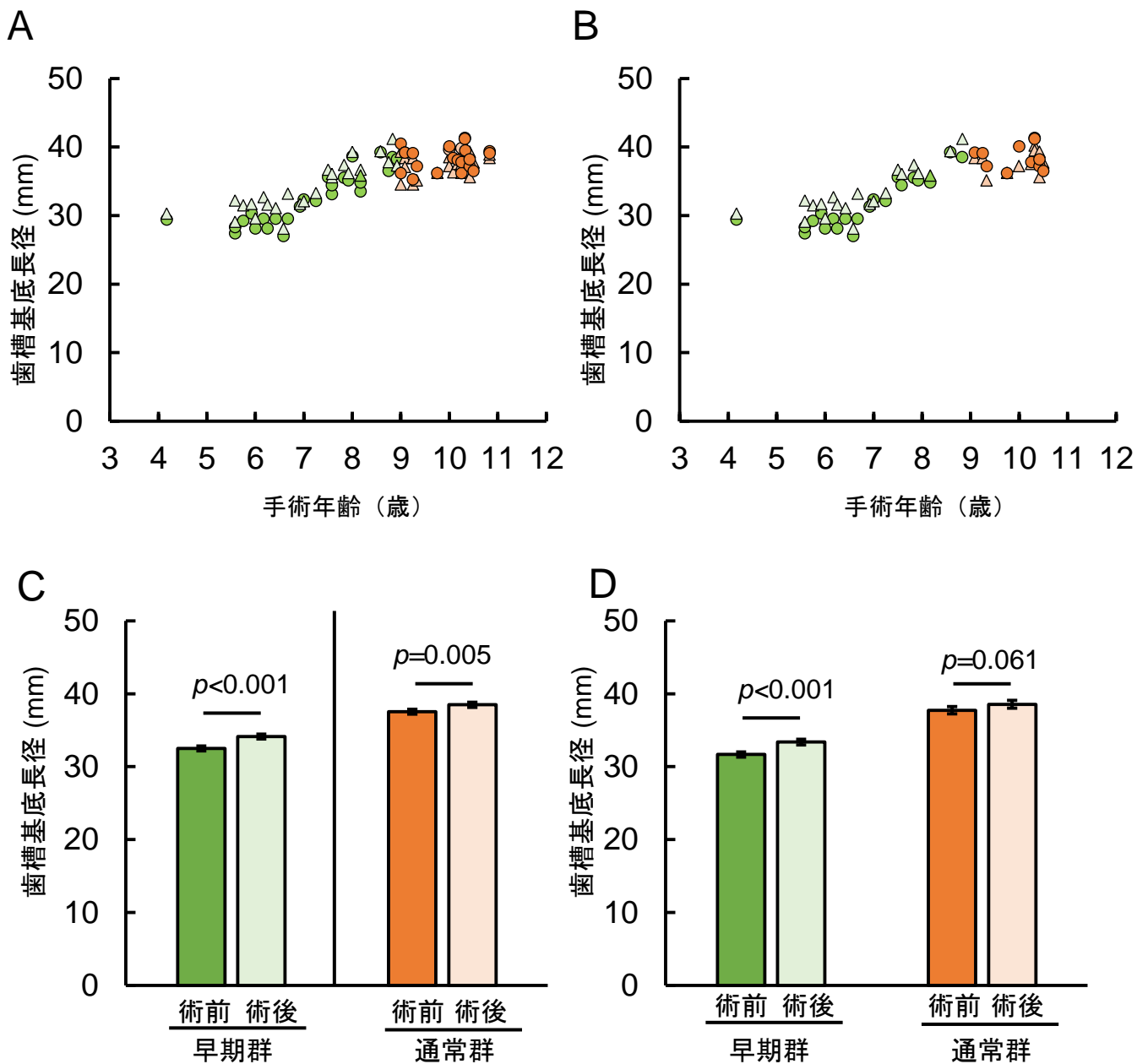


図14 : SABGの術前・術後1年におけるの上顎歯槽基底長径の変化

A : 全症例および B : 矯正未介入症例における上顎歯槽基底長径における術前 (○)、術後1年 (△) の幅径を手術年齢別にプロットする。C : 全症例および D : 矯正未介入症例における上顎歯槽基底長径を早期群ならびに通常群に分類し、平均値 ± 標準誤差にて示す。1対の標本による平均の検定により2群間における統計学的有意差を検討し、 p 値を算出した。

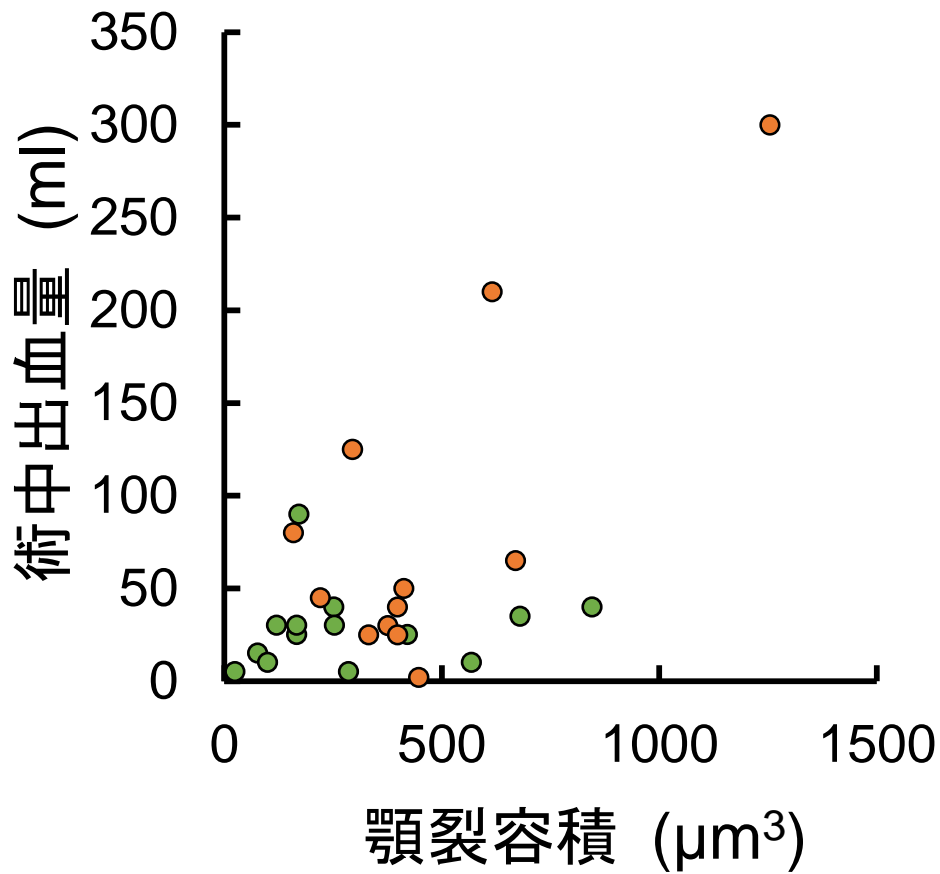


図16：顎裂容積と術中出血量の相関関係

三次元構造解析より得られた顎裂容積と術中終結量との関係を分散図で示す。手術年齢が早期群の症例は緑（N=15）、通常群は橙のプロット（N=11）であらわす。

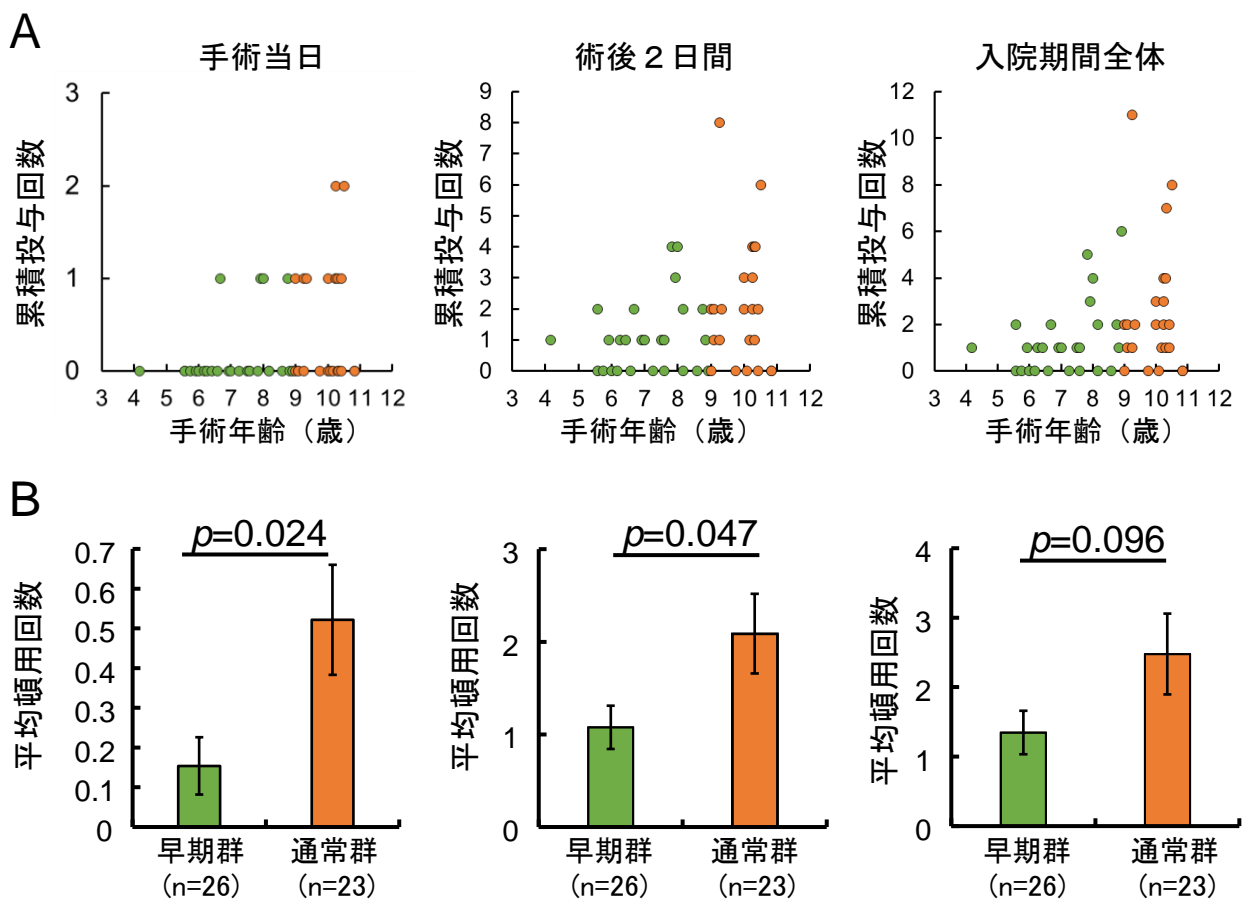


図18：アセトアミノフェンの投与回数

A：手術当日、術後2日間および入院期間全体におけるアセトアミノフェンの累積投与回数を年齢別に整理した分散図。B：早期群（緑色、2症例）ならびに通常群（橙色、23症例）に分類し、各観察期間における平均頓用回数を平均値 ± 標準誤差にて示す。Welchのt検定により2群間における統計学的有意差を検討し、 p 値を算出した。