混合歯列期と永久歯列期における歯冠隣接面の歯間接触圧

むくだい　ひろゆき
椋代　寛之

本論文の要旨は第162回朝日大学大学院歯学研究科発表会（平成26年11月4日，岐阜）にて発表し，一部は，第50回日本小児歯科学会大会（平成24年5月13日，東京），第51回日本小児歯科学会大会（平成25年5月23日，岐阜），第24回世界小児歯科学会大会（平成25年6月14日，ソウル）にて発表した．

緒　言

乳歯列期から混合歯列期を経て永久歯列に至るまで，歯列・咬合はダイナミックに変化しており[1-3]，この変化を予測することは咬合誘導上重要である．歯列・咬合の変化と関係する萌出方向の特徴として，乳歯は咬合平面に対し比較的垂直方向に植立しているのに対し，永久歯は近心方向に傾斜し植立している[4]．そのため咬合時においては，対合する上下顎歯における近心方向への力は永久歯列の方が乳歯より大きいことが推察される．一方，混合歯列期初期においては，歯列弓長径や歯列弓周長は第一大臼歯の萌出によって減少することも知られている[1,3,5]．これらのことから，第一大臼歯は成長により近心方向に移動し，またその際近心方向への圧が生じていることが考えられる．また一方，第一大臼歯は一般的に第二乳臼歯の遠心面をガイドとして萌出する[1,3]ことから，第二乳臼歯と第一大臼歯の隣接面関係は第二乳臼歯の歯根吸収状態や第二乳臼歯や第一大臼歯の歯軸傾斜の影響を受けていることが考えられる．

これまで隣接歯間の接触関係は，コンタクトゲージ[6]，デンタルフロス[7]，チタン箔[8]や燐青銅板[9]を用いて隣接歯間から引き抜く力や摩擦の大きさによって主観的に評価されてきた．しかし，実際に歯冠隣接面間に発現する力や圧を計測している報告は少なく[10]，

この理由として，これまで歯間空隙を測定できる小型で薄いセンサが開発されていなかったことも考えられる．その点，圧センサの改良が進みボタン型のセンサから薄いシート型のセンサが開発されたことによって今まで計測できなかった部位での測定が可能となり，種々の研究に応用されている[10-12]．

一方，歯冠隣接面に発現する隣接歯間の接触圧の表現については歯間接触力[9]の他には歯間力[10]が用いられ，統一された用語はないため本研究では安静時および咬合時において隣接面に生じる圧を歯間接触圧とした．

本研究は，小児における歯列・咬合の変化を予測することを目的として，歯冠隣接面の歯間接触圧について着目し，成人および混合歯列期小児での歯間接触圧の違い，さらに歯軸傾斜角，歯根吸収度および歯間接触圧との関係について検討した．

被検者および観察方法

１．被検者

被検者は，事前の診査によって顎口腔系の異常や生理的な歯の交換以外の歯数異常を認めず，個性正常咬合を有し，臼歯部（乳臼歯）に咬頭を被覆するような修復処置が施されていない者を対象とした．小児群はHellmanの歯齢ⅢA～ⅢB期で平均年齢８歳11か月（５歳10か月～10歳９か月）の混合歯列期の小児20名（男児16名，女児４名）とし，成人群は平均年齢21歳０か月（19歳８か月～29歳１か月）の成人女性12名とした．

なお，本研究は朝日大学倫理委員会の承認（No.16005）を受けて行い，各被検者には研究内容の説明を口頭および文書にて充分に行い，同意を得るとともに同意書に署名を得て行った．

２．計測方法

計測は，被検者を歯科用チェアにヘッドレストで頭部を軽く安定した状態で腰掛けさせて行った．

計測部位は，成人群では上下顎各歯間，小児群では上下顎左右第二乳臼歯・第一大臼歯間とした．なお小児群の観察部位については，全顎を計測した場合の小児被検者への負担，センサ挿入の可否，第二乳臼歯および第一大臼歯への歯冠修復の有無を考慮して上下左

右のいずれかの第二乳臼歯・第一大臼歯間を選択して行った．

１）歯間接触圧の計測方法

計測は，厚さ30μm，感圧部直径３mmのシート型センサ（オクトセンス改良特別製作，ニッタ社，大阪）を用いた（図１）．オクトセンスセンサは２枚の感圧導電インクを使用しており垂直的に圧を感じ、リニアリティは10%，ヒステリシス５%，ドリフト（加圧２秒後と180秒後の出力差）７%，温度特性（５℃～55℃の変化率）0.8%/℃，および動作温度範囲-10～60℃の基本特性を有し，本計測への使用には問題がないものと判定した．

各被検者の計測部歯冠隣接面部にシート型センサの感圧部中央が来るようにゆっくりと挿入して行った（図２）．

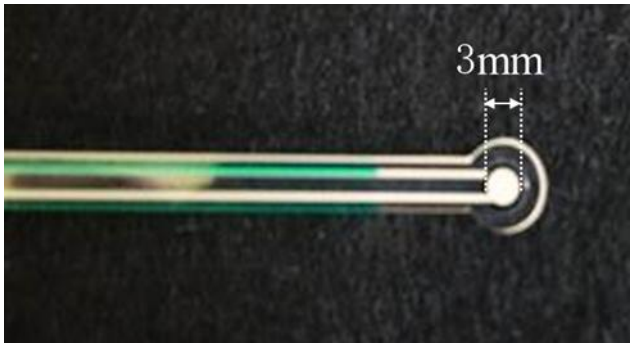
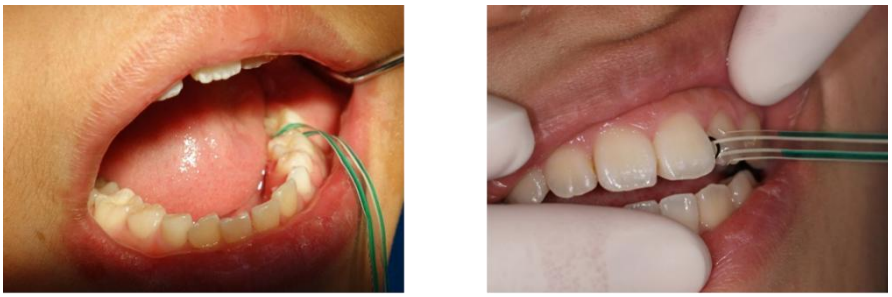


図１　シート型センサ

厚さ:30μm（感圧部直径３mm），計測範囲０～255kPa



a　　b

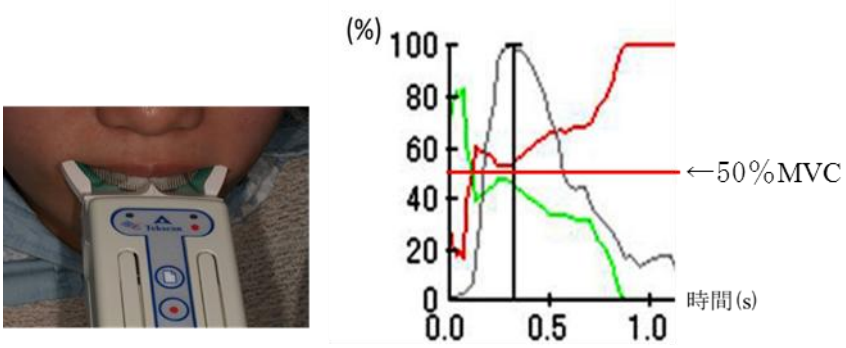
図２　センサ挿入時写真

a：小児群，　b：成人群

安静時歯間接触圧は，各被検者に頭位をフランクフルト平面が床とできるだけ平行となるような姿勢で，また楽に開口した状態で計測した．

咬合時歯間接触圧は，最大咬合力の約 50%の力（50%MVC）で咬合させて計測した．その際，50%MVC は，T－スキャンⅢ^{TM} システム（ニッタ社，大阪）を用いて行った．

すなわち T－スキャンⅢ^{TM} センサを口腔内に挿入し，最大咬合力で咬頭嵌合位での咬合を指示した（図３-a）．次に，T－スキャンⅢ^{TM} 上に表示される咬合力画面（図３-b）をもとにビジュアルフィードバックさせて 50%MVC での咬合を数回練習させた後に計測を行った．



a　　b

図３　50%MVC 咬合力計測

a：センサ口腔内挿入時，b：T-スキャン表示画面

緑ライン：左側咬合力

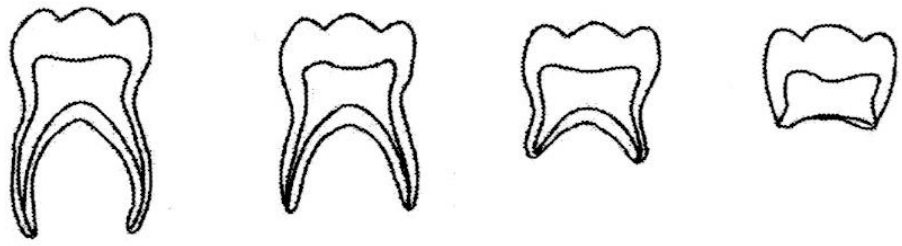
赤ライン：右側咬合力

紫ライン：左右咬合力の合力

計測用ソフトとして，ニッタ社製オクトセンスを用いた．計測前に専用コンプレッサ（BT08103-TYPEA，ニッタ社，大阪）を用いてキャリブレーションを行い，使用コネクタを１に設定し，レコーディングパラメータとして，フレーム数 100／秒の条件下で各被検者の計測を行い，得られたデータはパーソナルコンピュータ（Panasonic 社製，Let’s Note，大阪）およびハードディスクに保存した．

２）第二乳臼歯の歯根吸収状態評価法

第二乳臼歯の歯根吸収状態は，小児群のパノラマエックス線写真を用いて行った．Moorressら[13]，大野ら[14]，小方[15]の分類に準拠して，全く吸収のみられないもの（根吸収 0），1/4 以下の吸収（根吸収 1/4），1/4～3/4の吸収（根吸収 1/2），3/4以上の吸収（根吸収 3/4）の４段階に分類した（図４）．



根吸収 0　　根吸収 1/4　　根吸収 1/2　　根吸収 3/4

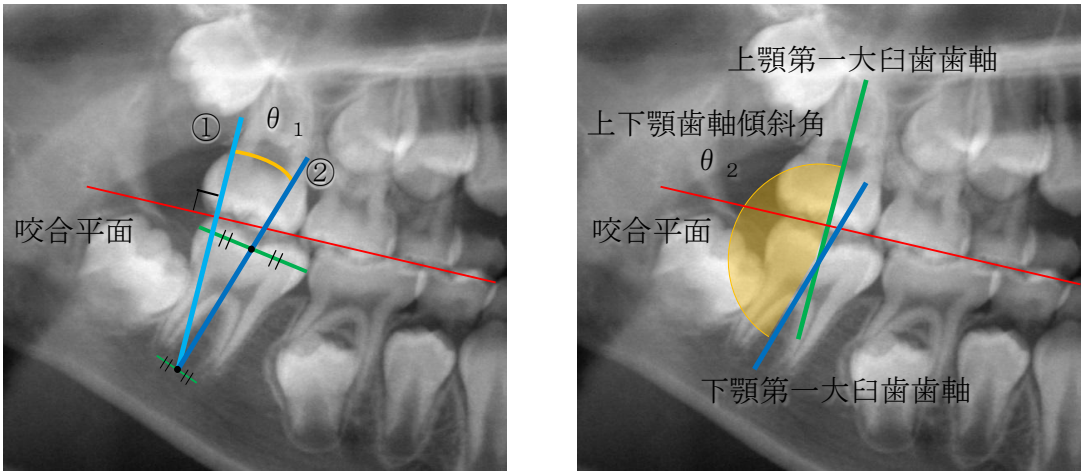
図４　第二乳臼歯歯根吸収分類

３）歯軸傾斜の測定方法

第二乳臼歯と第一大臼歯の歯軸傾斜は小児群のパノラマエックス線写真を用いて行った．すなわち図５-aに示すようにパノラマエックス線写真上で下顎中切歯切縁近遠心中点と下顎左右第一大臼歯遠心頬側咬頭頂を結ぶ線を咬合平面と設定し，近遠心根尖を結ぶ線の中点から咬合平面に向かい垂線をおろし，これを基準線①とした．次に根尖を結ぶ線の中央から歯冠近遠心

最大豊隆部を結ぶ線の中点を通る直線②を本研究における歯軸と設定した．そして①と②のなす角度を歯軸傾斜角（θ_1）とした．

また上下顎歯軸間傾斜角（θ_2）は上顎歯軸と下顎歯軸とのなす角とし（図５-b）．このとき上顎歯軸を基準として反時計回りの角度を計測した．歯根吸収が進行している場合には，歯根尖があったところを想定し，また歯根未完の場合には歯根完成を想定したところを根尖とした[16]．



a　　b

図５　咬合平面を基準とした歯軸傾斜

a：各歯の歯軸傾斜，　b：上下顎歯軸間傾斜角

３．観察項目

観察は以下の項目について行った．

１）成人群における安静時と咬合時の歯間接触圧および圧差（圧差は咬合時歯間接触圧から安静時歯間接触圧を減じた値とした）．

２）小児群における第二乳臼歯・第一大臼歯間の安静時と咬合時の歯間接触圧および圧差

３）小児群の第二乳臼歯・第一大臼歯間と成人群の第二小臼歯・第一大臼歯間における安静時と咬合時の歯間接触圧および圧差の比較

４）第二乳臼歯の歯根吸収が安静時および咬合時の歯間接触圧および圧差に及ぼす影響

５）上下顎第一大臼歯歯軸傾斜角および上下顎第二乳臼歯歯軸傾斜角の安静時と咬合時の歯間接触圧および圧差との関係

なお各項目の検討において左右側の区別は行わなかった．

統計処理は，一元配置分散分析（ANOVA）を行い，等分散性の仮定が棄却された場合には Kruskal-Wallis 検定を行い，有意な差が認められた場合には Tukey-Kramer の多重比較検定を行った．有意差の判定は，危険率５％以下を有意と判定した．また歯間接触圧と歯軸傾斜角との関係については相関係数を用いて評価した．

結　果

１）成人群における安静時と咬合時の歯間接触圧および圧差（圧差＝咬合時歯間接触圧－安静時歯間接触圧）

（１）安静時における成人群の歯間接触圧

上顎では 62.3～100.9，平均 84.1，SD:(±)13.1kPa，下顎では 55.8～120.0，平均 84.7(±22.5)kPa を示し，各歯間および上下顎間で差はみられなかった（図６）．

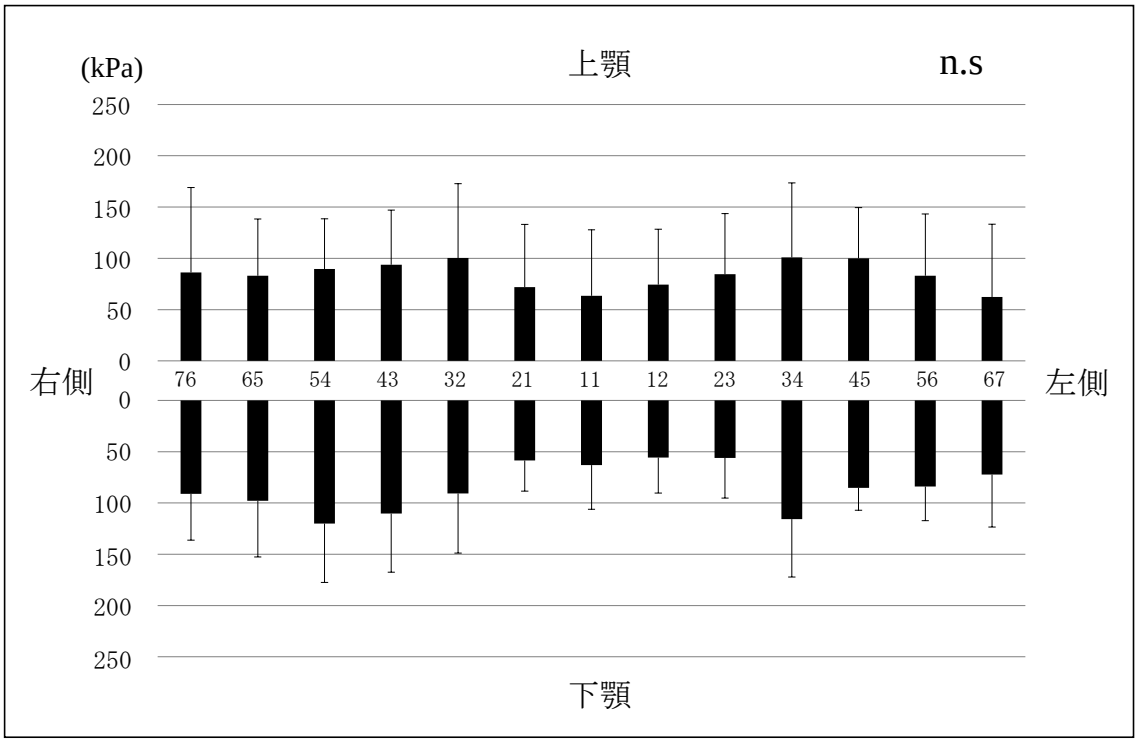


図６　成人群における安静時の歯間接触圧

n.s：差なし，　各歯間接触圧間，上下顎間

（２）咬合時における成人群の歯間接触圧

上顎では 76.8～215.0，平均 156.2(±44.6)kPa，下顎では 72.1～210.8,平均 153.9(±53.6)kPa を示した．また上下顎ともに臼歯部で安静時歯間接触圧に比べ咬合時歯間接触圧に有意な増大を認めた（$p<0.01$）．しかし，上下顎間では有意な差はみられなかった（図７）．また中切歯間から側切歯・犬歯間までを前歯部，犬歯・第一小臼歯間から第一大臼歯・第二大臼歯間までを臼歯部として，前歯部と臼歯部で比較すると，上下顎とも前歯部よりも臼歯部の方が有意に大きい値を示した（$p<0.01$）（表１）．

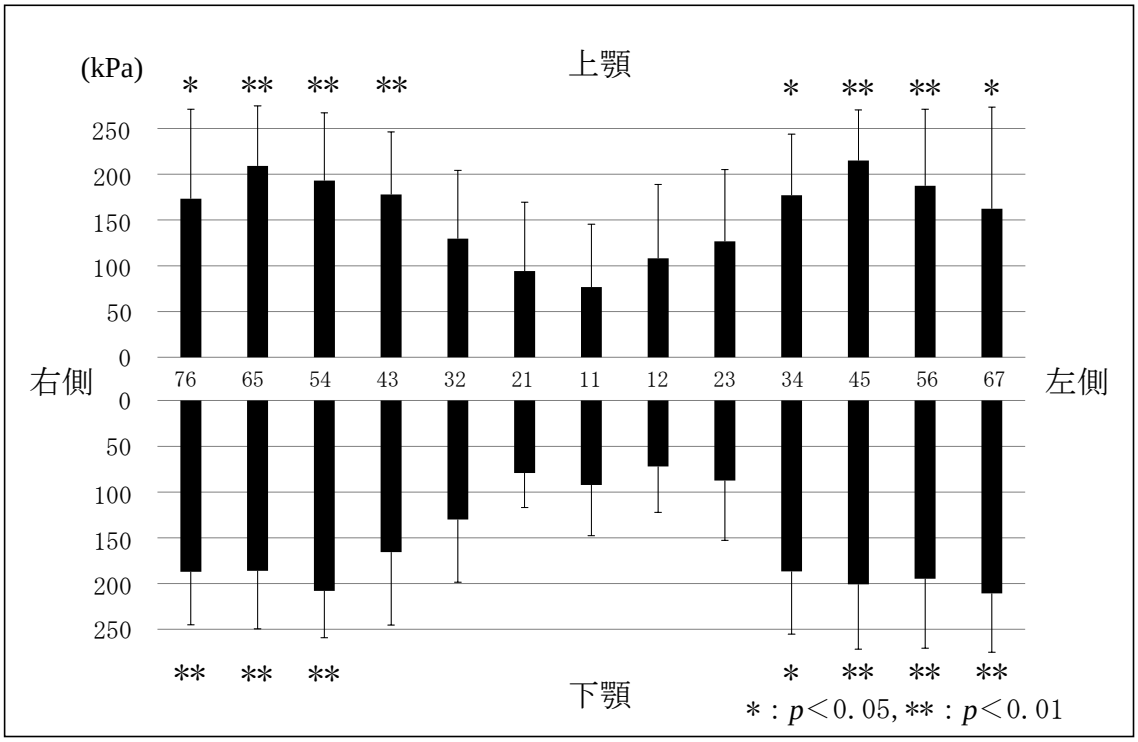


図 7　成人群における咬合時の歯間接触圧

＊：安静時と比較した際の有意差を示す

表 1　成人群における前歯部と臼歯部間の咬合時歯間接触圧の比較

上顎

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値	F(0.95)
全変動	97203.79	23				
群間変動	43207.89	1	43207.89	17.60	0.00	4.30
誤差変動	53995.91	22	2454.36			

下顎

変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値	F(0.95)
全変動	96175.74	23				
群間変動	60359.19	1	60359.19	37.08	0.00	4.30
誤差変動	35816.55	22	1628.02			

（３）成人群における圧差

歯間接触圧差は，上顎では 13.3～126.1，平均72.1(±38.8)kPa，下顎では 16.3～138.5，平均 69.2(±40.2)kPa を示し，それぞれ有意な差は認められなかった．前歯部と臼歯部を比較すると，表２に示すように，上下顎とも臼歯部が前歯部の平均よりも有意に大きい値を示した（p<0.01）．

表２　成人群における前歯部と臼歯部間の圧差の比較

上顎						
変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値	F(0.95)
全変動	54809.36	23				
群間変動	32753.84	1	32753.84	32.67	0.00	4.30
誤差変動	22055.52	22	1002.52			
下顎						
変動要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F値	P値	F(0.95)
全変動	53856.53	23				
群間変動	31677.42	1	31677.42	31.42	0.00	4.30
誤差変動	22179.11	22	1008.14			

２）小児群における安静時と咬合時の歯間接触圧および圧差

（１）小児群における歯間接触圧

安静時の歯間接触圧は，上顎が 34.5(±15.5)kPa，下顎が 75.1(±42.9)kPa を示し，咬合時歯間接触圧は，上顎が 82.1(±50.4)kPa，下顎が 135.0(±43.4)kPa を示した．咬合時歯間接触圧が安静時歯間接触圧に比べ上下顎ともに有意に増大していた（上顎：$p<0.01$，下顎：$p<0.05$)．また上下顎間では，安静時歯間接触圧，咬合時歯間接触圧共に下顎の方が上顎よりも有意に大きい値を示した($p<0.05$)（図８）．

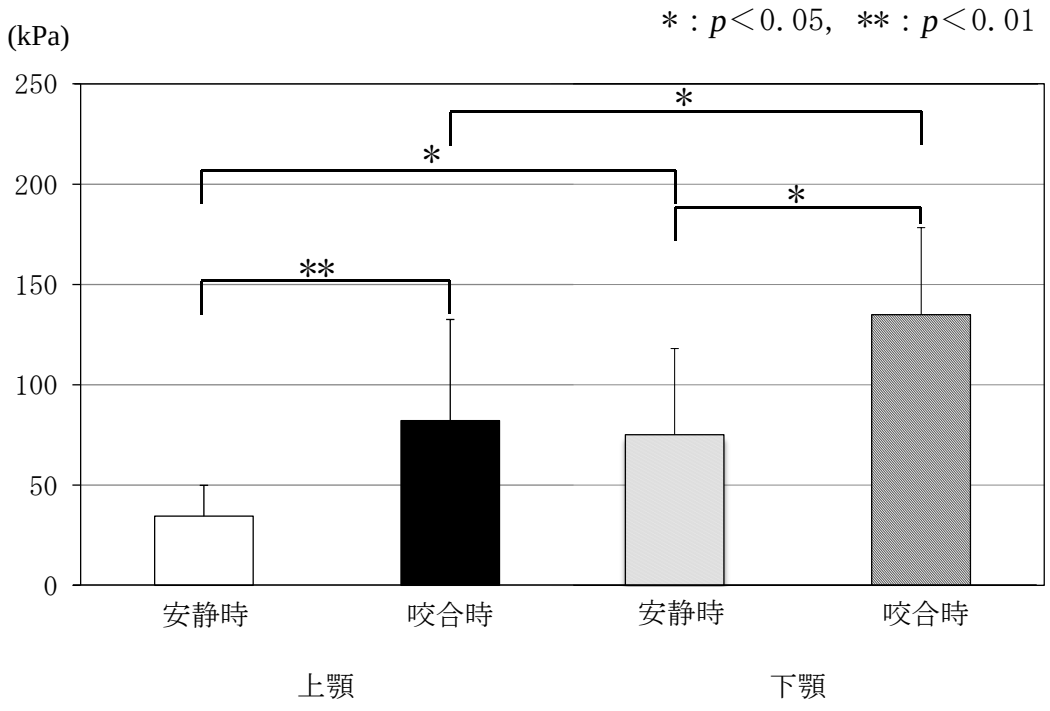


図８　小児群における安静時と咬合時の歯間接触圧

（２）小児群における圧差

圧差は上顎が 47.6(±35.0)kPa，下顎が 59.8(±0.5)kPa を示したが，上下顎で有意な差はみられなかった（図９）.

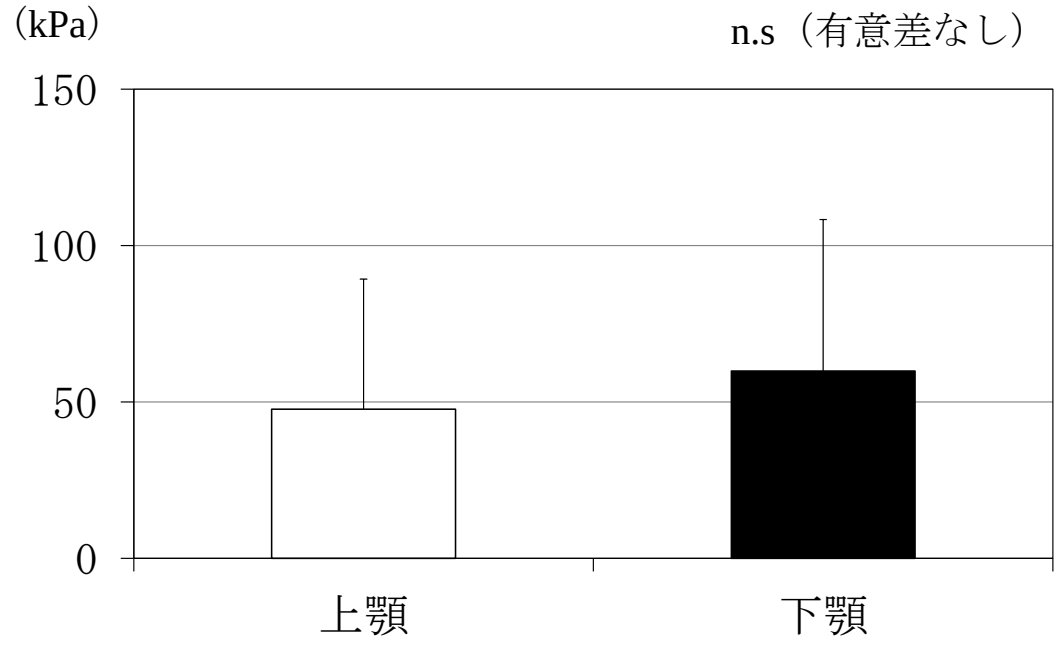


図９　小児群における圧差

３）小児群と成人群における安静時と咬合時の歯間接触圧および圧差の比較

（１）小児群と成人群における歯間接触圧の比較

安静時および咬合時の歯間接触圧は，上顎では成人群が小児群よりも有意に大きい値を示した（$p<0.01$）が，下顎では差はみられなかった（図 10）.

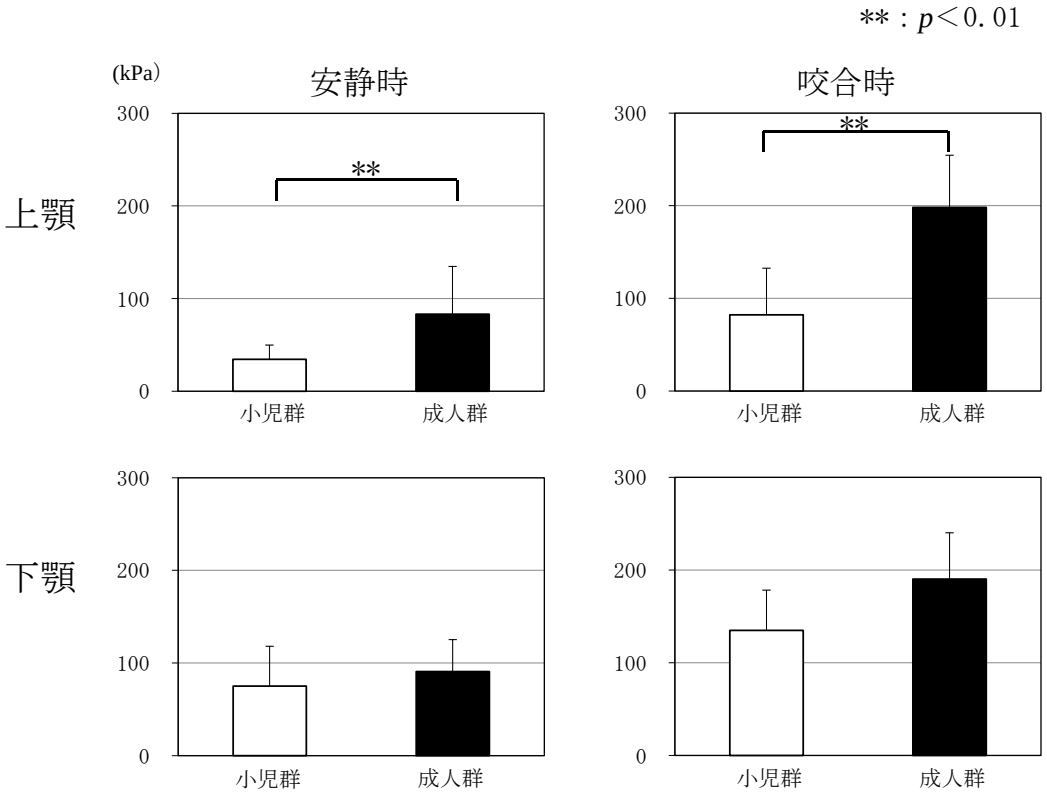


図 10　小児群と成人群における安静時と咬合時の歯間接触圧の比較

小児群：第二乳臼歯・第一大臼歯間，成人群：第二小臼歯・第一大臼歯間

（２）小児群と成人群における圧差

小児群では上顎が 47.6(±35.0)kPa，下顎が 59.8(±0.5)kPa を示したのに対して，成人群では，上顎が 115.2(±4.7)kPa，下顎が 99.4(±15.6)kPa を示し，上顎では成人群が有意に大きな値を示した（p<0.01）が下顎では差はみられなかった（図 11）.

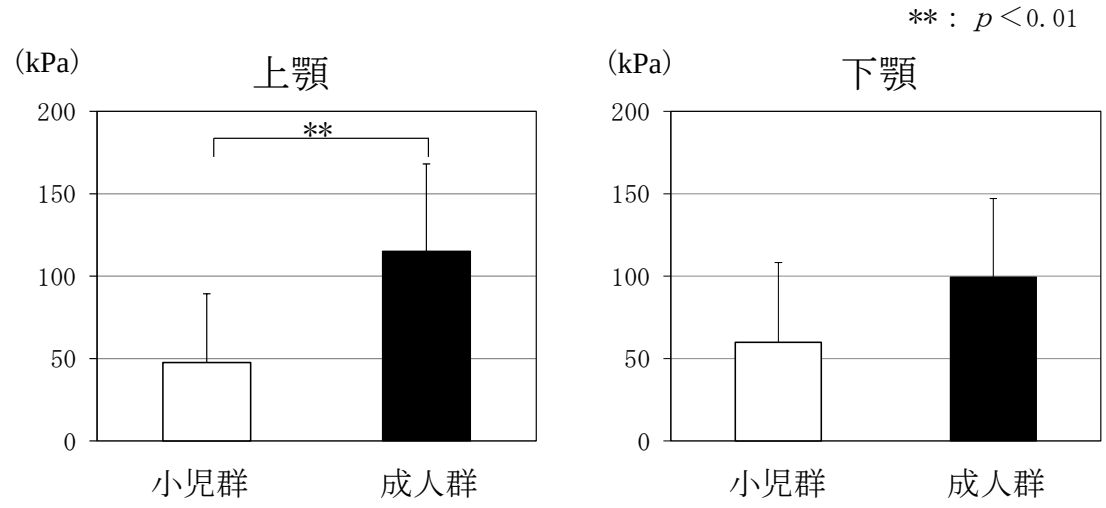


図 11　小児群と成人群における圧差

４）第二乳臼歯歯根吸収の歯間接触圧に及ぼす影響

(１) 歯根吸収の歯間接触圧へ及ぼす影響

安静時上顎では，歯根吸収なしが 17.5kPa，歯根吸収 1/2 が 37.1(±16.0)kPa，下顎では，歯根吸収なしが 87.6(±49.0)kPa，歯根吸収 1/4 が 74.5(±29.4)kPa，歯根吸収 1/2 が 15.2kPa を示した．

咬合時上顎では，歯根吸収なしが 21.6kPa，歯根吸収 1/2 が 84.8(±50.2)kPa，下顎では，歯根吸収なしが 145.6(±38.8)kPa，歯根吸収 1/4 が 134.6(±50.6)kPa，歯根吸収 1/2 が 83.2kPa を示した．安静時歯間接触圧，咬合時歯間接触圧ともに歯根吸収量間での差はみられなかった（図 12)．

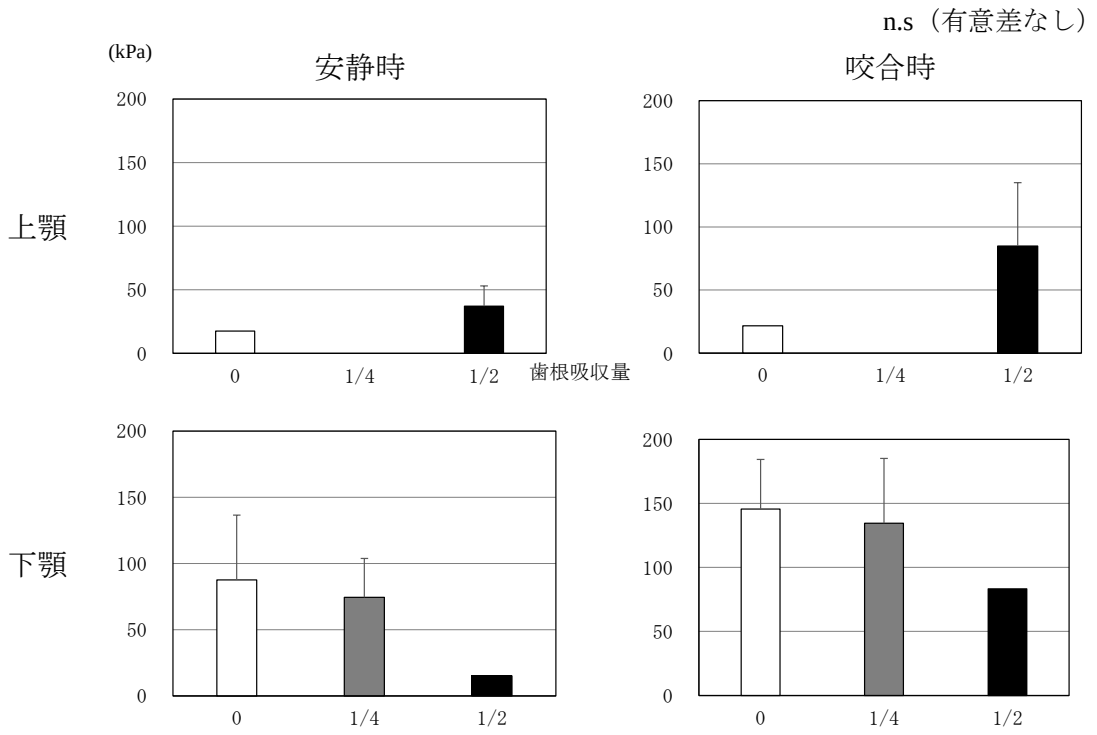


図 12　第二乳臼歯の歯根吸収と安静時および咬合時の歯間接触圧

（２）歯根吸収の圧差に及ぼす影響

上顎では，歯根吸収なしが 4.1kPa，歯根吸収 1/2 が 47.8(±41.2)kPa，下顎では，歯根吸収なしが 63.1(±35.5)kPa，歯根吸収 1/4 が 60.1(±72.3)kPa，歯根吸収 1/2 が 68.1kPa を示した．歯根吸収量間で差はみられなかった（図 13）.

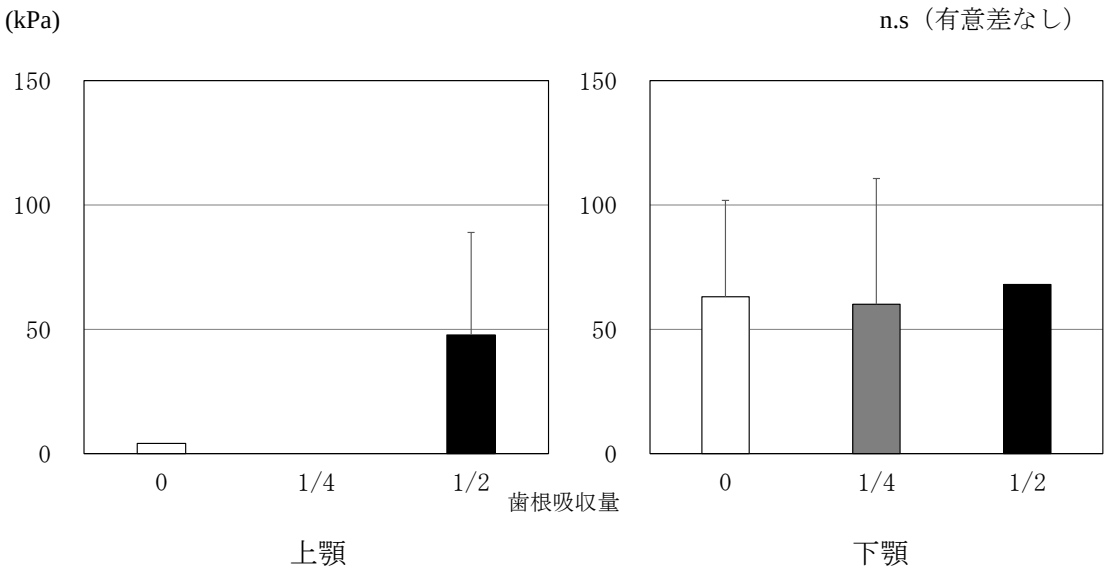


図 13　第二乳臼歯の歯根吸収と圧差

５）上下顎第一大臼歯歯軸傾斜角および第二乳臼歯歯軸傾斜角の歯間接触圧および圧差との関係

（１）安静時における上下顎歯軸間傾斜角と歯間接触圧との相関

第二乳臼歯では上顎の相関係数−0.187，下顎の相関係数 0.094，第一大臼歯では，上顎の相関係数 0.189，下顎の相関係数 0.195 と，上下顎ともに相関はみられなかった（図 14）.

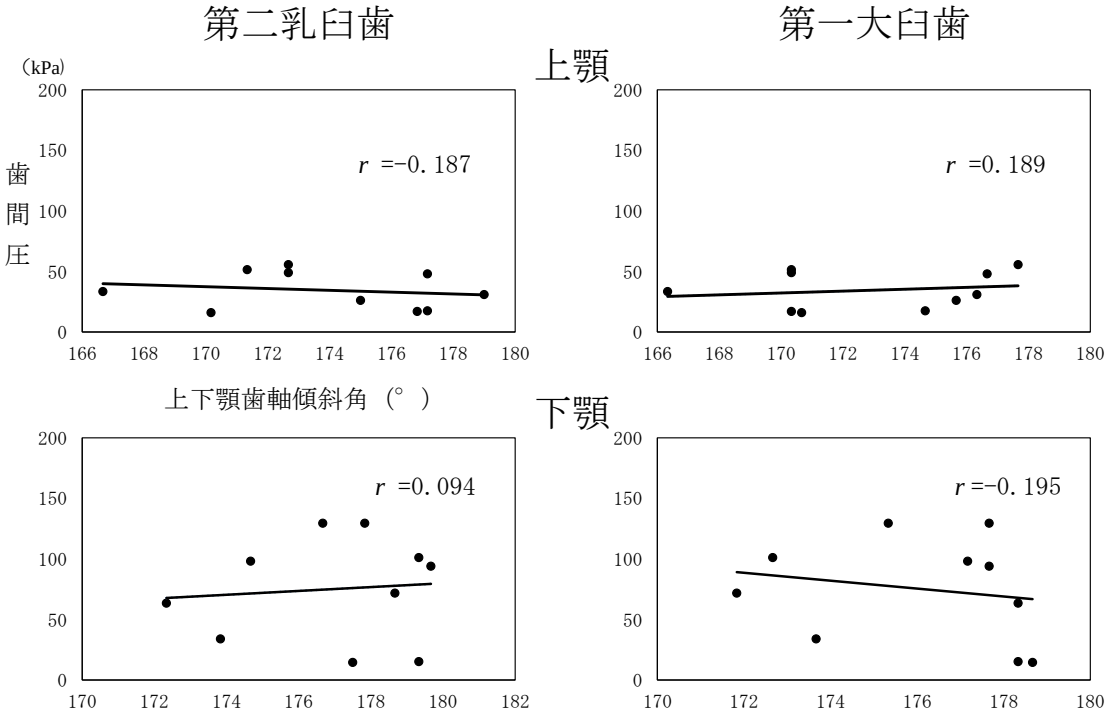


図 14　安静時における上下顎歯軸間傾斜角と歯間接触圧との相関

（２）咬合時における上下顎歯軸間傾斜角と歯間接触圧との相関

第二乳臼歯では上顎の相関係数−0.415，下顎の相関係数−0.660と，負の相関がみられたが，第一大臼歯では上顎の相関係数−0.249，下顎の相関係数 0.167と，上下顎ともに相関はみられなかった（図 15）.

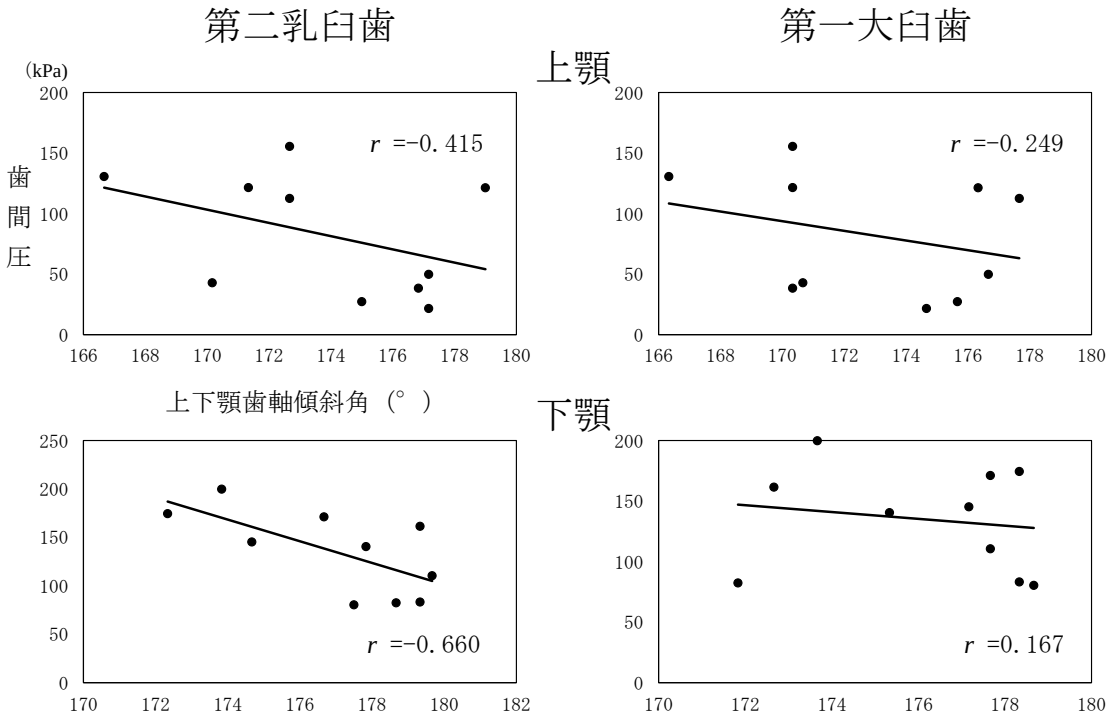


図 15　咬合時における上下顎歯軸間傾斜角と歯間接触圧との相関

（３）上下顎歯軸間傾斜角と圧差との相関

第二乳臼歯では上顎の相関係数−0.434，下顎の相関係数−0.675と負の相関が認められ，第一大臼歯では上顎の相関係数−0.431，下顎の相関係数0.023と，上顎第一大臼歯には負の相関が認められた（図 16）．つまり，上下顎歯軸間傾斜角が小さくなるほど圧差が大きくなることを示した．

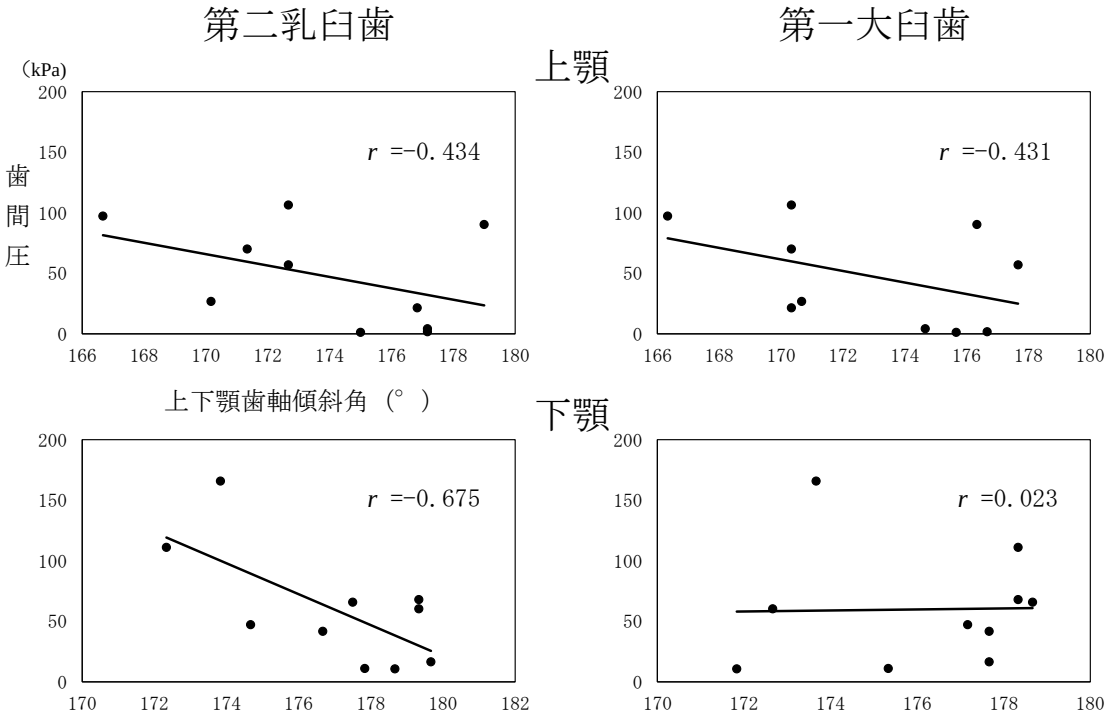


図 16　上下顎歯軸間傾斜角と圧差との相関

考　察

咬合機能の指標として緒方[17]は，咬頭嵌合位における咬合接触面数，咬合接触面積および咬合力を用いて検討を行い，Hellmanの歯齢ⅡA期においては，第二乳臼歯が最も大きな値を示すが，第一大臼歯が萌出を開始すると徐々に第一大臼歯の値が大きくなり，ⅡC期の後期からⅢA期にかけて第一大臼歯が最も大きな値を示し，咬合の中心となることを報告している．また咀嚼において中心となる主機能部位[18-20]について小児を対象に検討を行った場合には，ⅡA期からⅢA期にかけて第二乳臼歯が中心であるがⅢB期に第二乳臼歯から第一大臼歯に移行していることが報告されている[21,22]．今回の小児群被検者はⅢA期～ⅢB期の小児であることから，咬合，咀嚼の中心であることもあり，第二乳臼歯と第一大臼歯を選択して，第二乳臼歯・第一大臼歯間の歯間接触圧を計測対象とした．

乳歯列期における咬合力の左右的非対称性について検討を行った小方ら[23]によると，乳歯列期の左右的対称性指数は8.9±6.5%と報告しており，これは永久歯について検討を行った服部ら[24]の9.3±6.7%や成人被検者4名を対象に行った佐藤ら[25]の3.8～7.8%とほぼ同じ値を示し，乳歯列との間に余り差はみられず，左右的にもほぼ対称的であった．また緒方[17]は，左右側での咬合接触面数，咬合接触面積および咬合力では有

意な差はみられないとしている．これらのことから，今回の検討では左右側の区別は行わなかった．

下顎安静位おける各歯の隣接面関係は，常に隣接面接触部には接触圧が存在しているという報告[26)]や一部の例を除き接触圧は存在しないという報告[4)]まで様々である．加藤[27,28)]は，安静時の歯の脈動を測定し，上顎第一大臼歯では，約 0.25～0.70μm の波高をもって，頬側歯冠方向，下顎第一大臼歯では約 0.40～0.65μm の波高で頬側歯冠方向に脈動し，咀嚼時に変位した歯を復位させていることから，安静時における歯冠隣接面に空隙が存在することを推測している．さらに笠原[8)]は直進するハロゲン光を光源としてマイクロスコープおよびチタン箔の引き抜き試験によって安静時の歯冠隣接面の空隙を定量的に測定し，前歯部・小臼歯部には安静時において３～21μm の空隙の存在を認めている．

本研究結果において，安静時に歯間接触圧が発現していたのは，本研究で使用したシート型センサの厚みが 30μm と，笠原[8)]の報告した安静時における空隙よりも大きかったことや，歯の変位は数 10g 程度の荷重でも起こること[29)]が原因していると考えられた．

安静時において存在していた空隙は，上下顎歯が咬合することによって，上顎歯は主に遠心口蓋方向に偏位し，下顎歯は主に舌側方向へ偏位[30-32)]，またほぼ同じ方向への歯槽骨が変位[33)]することが報告されてい

る．これによって歯列は全体として幅径を狭める方向へと変位する．咬合時に空隙が閉鎖することによって各歯が歯列として連繋する．本研究では，圧差を咬合時歯間接触圧と安静時歯間接触圧の差と定義した．成人群における各歯間の圧差が臼歯部において大きく，臼歯部では咬合時歯間接触圧が安静時歯間接触圧よりも有意に大きくなったが，前歯部では有意な差は認められなかった．これは前歯部と臼歯部における咬合力が異なる[24)]ことから，その変移量に違いが生じていることと関連していることが考えられる．また小児群と成人群とを比較した場合，安静時歯間接触圧および咬合時歯間接触圧ともに成人群の方が大きな値を示したのは，安静時における歯冠隣接面間の空隙量の違いや上下顎間に発現する咬合力の違い[22, 34)]が原因しているものと考えられた．

生理的な歯根吸収では，歯根吸収初期では吸収窩はセメント質によって修復されるが，吸収が進行するにつれてセメント質による修復が減少し，歯根吸収が1/2を超えるころからセメント質による修復がみられなくなるとされている[35)]．また歯根吸収が1/2以上進行すると，歯根および支持組織の吸収が急速に進行するようになり，歯の動揺が明瞭となることが報告されている[36)]．小方[15)]によれば咬合圧は歯根吸収1/2以上進行すると減少する傾向を示すが，各歯齢における咬合圧はほぼ一定であった．この理由として歯根吸収

の進行に伴い咬合力は減少するが，それと同時に咬合接触面積が減少するために，結果として咬合圧に変化がみられなかったと考察し，咬合圧が減少するのは歯根吸収が 3/4 の段階であったとしている．本研究において，第二乳臼歯の歯根吸収による安静時および咬合時歯冠隣接面歯間接触圧や圧差に影響がみられなかったのは，咬合圧の減少する歯根吸収 3/4 を示した小児が１名であったことによると考えられる．

歯軸は，一般的には根尖と歯冠の中央を結ぶ直線が歯軸として用いられている[37, 38]．歯列模型を用いる場合には，歯の頬側歯頸点と歯冠の中央を結んだ直線を用いる場合もある[39]．また稲田[40]は臨床的歯冠から求められるフランクフルト平面に対する歯の三次元的な傾斜として，各歯の唇（頬）側と舌（口蓋）側の歯頸点および近遠心的辺縁隆線上の標点の計４点から求め，矢状面において，フランクフルト平面に対する法線ベクトルのなす角度を各歯の前後的傾斜角度としている．本研究では歯軸をパノラマエックス線を用いて計測した．これはパノラマエックス線写真は開発が進み，現在ではデジタル回転パノラマエックス線システムが用いられ，正確な距離および角度分析が可能となっていることによる[16]．

咬合時における歯の偏位は，上顎では主に遠心口蓋側歯根方向に偏位することが報告されている[30-32]．さらに徳田[41]は，咬頭斜面，歯根形態や植立方向の違い

といった歯の解剖学的状態は歯の偏位方向に影響を及ぼすとしている．咬合時歯間接触圧および圧差において，上下顎歯軸間傾斜角との間に負の相関が認められたことから，近心方向への歯軸傾斜が大きくなれば，歯間接触圧は大きくなっていた．三浦[42)]の咬合平面に対して急な角度を有するほど側方力を受けるという報告と一致していた．また本研究において，下顎よりも上顎において，高い相関がみられたのは，加藤[27)]，三浦[43)]による観察にあるように，咬合時の下顎第一大臼歯は近遠心方向の変位は少なく主に舌側方向への変位を示すことや，上顎歯の方が下顎よりも移動量が大きかったことが考えられた．呉ら[44)]も小臼歯と大臼歯間の隣接関係について検討を行い同様の結果を得ており，その理由として下顎の歯槽骨の方が上顎よりも緻密であることや，歯軸の方向や噛みしめ時の歯の回転中心に対する咬合接触点の位置関係に起因しているとしている．さらに，今回の被検者として個性正常咬合を有している者を選択したことが考えられ，個性正常咬合者の第一大臼歯の咬合関係はⅠ級関係であり，咬合時下顎第一大臼歯は，近遠心的にみた場合，上顎第一大臼歯の近心寄りに咬合することになる．そのため上顎第一大臼歯は近心方向へ回転し，第二乳臼歯・第一大臼歯間の歯間接触圧により強い影響を及ぼしていたことが考えられた．

またさらに，上下顎歯軸間傾斜角と歯間接触圧との

間には負の相関がみられた．このことは上下顎歯軸間傾斜角が小さくなった場合には，上下顎歯が咬合平面に対して強い傾斜を示すことから，咬合時には上下顎歯ともに近心方向への回転力が増加することとなり，結果的に第二乳臼歯・第一大臼歯間の歯間接触圧が強くなったと考えられた．

臨床的には，乳臼歯の早期喪失は空隙の閉鎖，後継永久歯の萌出余地不足を来たすことが知られているが，歯間接触圧を計測することは，空隙閉鎖のスピードも予知することが可能となり咬合誘導に有効であると考えられる．

結　論

個性正常咬合を有する小児群および成人群について歯冠隣接面間に生じる歯間接触圧を計測し，以下の結果を得た．

１．成人群における各歯間の歯間接触圧は，咬合時においては安静時に比べ臼歯部において有意に大きく，上下顎間では差はみられなかった．また咬合時歯間接触圧および圧差は，前歯部よりも臼歯部において有意に大きかった．

２．小児群の第二乳臼歯・第一大臼歯間の歯間接触圧は安静時よりも咬合時が有意に大きく，安静時歯間接触圧および咬合時歯間接触圧ともに上顎よりも下顎の方が有意に大きかった．

３．小児群と成人群を比較した場合，歯間接触圧は安静時，咬合時ともに成人群の方が有意に大きく，圧差では上顎において小児群よりも成人群の方が有意に大きかった．

４．第二乳臼歯の歯根吸収量と第二乳臼歯・第一大臼歯間の歯間接触圧および圧差との関連は認められなかった．

５．上下顎第二乳臼歯歯軸傾斜角は，上下顎ともに咬合時歯間接触圧および圧差との間で負の相関を認めた．また，上下顎第一大臼歯歯軸傾斜角は，上顎で圧差との間に負の相関を認めた．

これらのことから，咬合誘導において歯間接触圧を計測することは，歯列・咬合の変化を予測する上で有効であることが示唆された．

引用文献

1） 宮田太郎，町田幸雄．幼児期から青年期にいたる歯列弓長径の成長発育に関する累年的研究．小児歯誌．1998；36：80-92.

2） 長谷川信乃，松田成彦，田村康夫，吉田定宏．画像解析を用いた歯列交換期における咬合接触関係の検討．小児歯誌．1995；33：552-564.

3） 海原康孝，財賀かおり，中江寿美，蔵本銘子，槇平美夏，宮本葉子，鈴木淳司，天野秀昭，三浦一生，川端康司，香西克之．小児の歯列および咬合状態の成長発達に関する縦断研究　－咬合の推移について－．小児歯誌．2005；43：660-668.

4） 望月清之．歯列の成長変化に関する経年的研究．口病誌．1965；32：357-367.

5） Moorrees CFA. Normal variation in dental development determined with reference to tooth eruption status. *J Dent Res*.1965；44：161-173.

6） 草刈　玄．接触点に関する研究－特に歯間離開度について－．補綴誌．1965；9：161-182.

7） Rosenstiel SF,Land MF and Fujimoto J. Try-in, staining, and grazing.In:Contemporary fixed prothodontics, 2nd ed. (Duncan LL ed.),St Louis. Mosby；1995：601-602.

8） 笠原健一．機能時における隣接歯間関係の観察．

口病誌．1999；66：370-381.
9）安永　博．隣接面接触関係から見た歯列の近遠心方向の生力学的挙動．九州会誌．1975;28:605-623.
10）前野郁尚．前歯部歯列における歯間力伝達様相．補綴誌．1986；30：691-704.
11）小野高裕，堀　一浩，岩田久之，田峰謙一，吉牟田陽子，野首孝祠．咀嚼・嚥下における舌圧測定法とその臨床応用．日摂食嚥下リハ会誌．2006；10：207-219.
12）栗原康生．開咬小児の嚥下時における口蓋への舌圧接状態の検討．岐歯学誌．2014；41：1-9.
13）Moorrees CFA, Fanning EA and Hunt EE Jr．Formation and resorption of three deciduous teeth in children. *AM J Phys Anthorop*.1963;21:205-213.
14）大野和江．乳前歯根の吸収型ならびに吸収程度歴齢との関係について．小児歯誌．1966；4：7-12.
15）小方清和．乳歯の生理的歯根吸収に伴う咬合機能変化について．小児歯誌．1994；32：28-39.
16）勝又明敏．パノラマX線撮影のルネサンスをめざして．岐歯学誌．2012；38：117-128.
17）緒方哲郎．小児における咬合接触状態の歯年齢による推移．小児歯誌．1992；30：817-827.
18）加藤　均，古木　譲，長谷川成男．咀嚼時，主機能部位の観察．顎機能誌．1996；2：119-127.

19）加藤　均，徳田彩子，三浦宏之，岡田大蔵，星野紘子，長谷川成男．主機能部位と咬合接触．顎機能誌．2005；12：6-11.
20）徳田彩子，加藤　均，三浦宏之，岡田大蔵，星野紘子，長谷川成男．咬合接触関係からみた主機能部位．顎機能誌．2006；13：31-37.
21）中田志保，渡辺里香，早崎治明，中田　稔．小児における咀嚼時の主機能部位の変化．小児歯誌．2003　；41：252-258.
22）広瀬永康．成長発育に伴う小児咀嚼筋の瞬発力に関する研究．小児歯誌．1998；26：97-111.
23）小方清和，苅部洋行，長谷川祐子，荻原和彦，大出祥幸．乳歯列正常咬合を有する小児の咬合力分布について．小児歯誌．2001；39：97-102.
24）服部佳功，佐藤智昭，渡辺　誠．咬みしめ時の歯列における咬合力分布．顎機能誌．1996；2：111-117.
25）佐藤智昭，服部佳功，渡辺　誠．咬みしめ強さと歯列における咬合力分布．顎機能誌．1996；2：101-109.
26）荒木章純．天然歯列における隣接歯間の接触関係に関する研究．補綴誌．1980；24：575-591.
27）加藤　均．歯周組織の機能状態に関する研究　第1報　2次元微小変位計．補綴誌．1981；25：733-745.

28）加藤　均．歯周組織の機能状態に関する研究　第２報　臼歯の機能時の変位と安静時の脈動．補綴誌．1982；26：133-147.

29）Muhlemann HR. Periodontometry；a method for measuring tooth mobility. *Oral Surg*. 1951；4：1220-1232.

30）Miura H, Hasegawa S, Okada D and Ishihara H．The measurement of physiological tooth displacement in function. *J Med Dent Sci*. 1998；45：103-115.

31）岡田大蔵．噛みしめ強さの違いによる歯の変位と咬合接触　-咬頭嵌合位-．補綴誌．1998；43：1013-1023.

32）石原弘文．咬合接触部位が歯の変位様相に及ぼす影響．口病誌．2000；67：310-321.

33）Masuda T, Miura H, Kato H, Furuki Y and Hasegawa S．Distortion of periodontal tissue in maxillary molar region during biting –Measurement with quasi three-dimensional method-. *Dentistry in Japan*. 1998；34：54-58.

34）田村浩子，森川富昭，西野瑞穂，郡由紀子，五十嵐清治，小口春久，甘利英一，野田　忠，渡部　茂，高木裕三，赤坂守人，内村　登，宮沢裕夫，土屋友幸，吉田定宏，大東道治，長坂信夫，木村光孝，中田　稔，本川　渉，小椋　正．小児の咀嚼機能

に関する総合的研究　－デンタルプレスケール®およびグミゼリー®を用いた咬合・咀嚼機能検査－．小児歯誌．1998；36：111-122.

35）大野和江．生理的歯根吸収の伴う乳歯歯髄の変化に関する組織学的研究．口病誌．1966;33:408-421.

36）上條擁彦，佐久間五三男，高橋初太郎，安藤安雄．乳歯歯根の吸収と動揺度の関係．東京歯科大学解剖学教室業績集．1958；8：1-9.

37）Ferrario VF, Sforza C, Colombo A, Ciusa V and Serrao G . Three-dimensional inclination of the dental axes in healthy permanent dentitions – A cross-sectional study in a normal population. *Angle Orthod*. 2001；71：257-264.

38）Yamada C, Kitai N, Kakimoto N, Murakami S, Furukawa S and Takeda K . Spatial relationships between the mandibular central incisor and associated alveolar bone in adults with mandibular prognathism.*Angle. Orthod*. 2007；77：766-772.

39）Hayashi K, Araki Y, Uechi J, Ohno H and Mizoguchi I . A novel method for the three-dimensional (3-D) analysis of orthodontic tooth movement-calculation of rotation about and translation along the finite axis. *J Biomech*. 2002；35：45-51.

40）稲田絵美．頭部エックス線規格写真と歯列模型を用いた顎顔面形態と歯軸傾斜角度の３次元解析．

小児歯誌．2013；51：326-332.
41）徳田彩子．咬合接触関係が歯の近遠心的変位様相に及ぼす影響．口病誌．2004；71：18-26.
42）三浦宏之．機能下にある歯牙の水平面内における変位に関する研究．補綴誌．1985；29：735-754.
43）三浦宏之．隣接歯間関係の動態に関する研究．補綴誌．1985；29：1134-1142.
44）呉　相鎬，中野雅徳，坂東永一，重本修伺，郡　元治，西川啓介，三好礼子，川口貴穂．小臼歯と大臼歯間の隣接関係の計測．信学技報．2001；49：105-109.