

レースバックによる上顎犬歯の移動  
についての三次元的評価

ふかた じゅん

深田 淳

本論文の要旨は，第251回朝日大学大学院歯学研究科発表会（2021年10月5日，瑞穂）において発表した．本論文の一部は第63回近畿東海矯正歯科学会学術大会（2021年6月20日，大阪）において発表した．

## 緒 言

矯正歯科臨床において，第一小臼歯便宜抜去は，前歯部叢生および唇側傾斜を改善する目的で行われる<sup>1)</sup>．小臼歯抜去症例において，プリアジャストエッジワイズ装置にレースバックを併用して，前歯の排列を行うと，犬歯歯冠の前方移動を防止できることが知られている<sup>2)</sup>．レースバックとは，レベリング初期に，第二大臼歯から犬歯にかけて連続結紮する手技である<sup>3)</sup>．レースバックが犬歯の移動に与える影響については，側面頭部 X 線規格写真を用いて二次元的に評価され<sup>4,5)</sup>，三次元的評価をした報告は少ない<sup>6)</sup>．また，犬歯が遠心傾斜している場合，プリアジャストエッジワイズ装置とコンティニューアスアーチを用いてレベリングを行うと前歯部垂直的被蓋が深くなる<sup>3)</sup>ため，犬歯傾斜度によって犬歯レースバックの効果も異なると考えられる．しかし，犬歯傾斜度と犬歯レースバックの効果の関連については不明な点が多い．

近年，口腔内スキャナーの精度が向上し，歯列三次元デジタル画像を取得することが容易に行えるようになり，印象採得やレントゲン撮影を行うことなく歯列・咬合状態の三次元画像を取得することが可能となった<sup>7-10)</sup>．口腔内スキャナーを用いて得られる歯列データについては，これまで，上下それぞれのデジタルデー

タの取得時間や精度についての報告が多く認められる  
9,11,12).

本研究の目的は，上顎犬歯にレースバックを併用して  
プリアジャストエッジワイズ装置による矯正歯科治療  
を行った上顎第一小臼歯抜去症例において，口腔内  
スキャナーを用いて歯列三次元データを取得し，レー  
スバックによる犬歯の移動と犬歯傾斜度との関連につ  
いて検討することである．

## 被験者および方法

### 1. 被験者

不正咬合を主訴として朝日大学医科歯科医療センター矯正歯科に来院し、矯正歯科治療を希望した患者のうち、上顎第一小臼歯の抜去が必要と診断された患者30名（男性11名、女性19名、18歳3か月～28歳7か月）を被験者とした。すべての被験者に対して、本研究の目的と方法について十分な説明を行った上で、研究に協力することへの同意を得た。本研究は朝日大学歯学部倫理委員会の承認を得て行った（承認番号第31029）。

### 2. データ取得方法

すべての被験者に対して、プリアジャストエッジワイズ装置（0.022インチのスロット MBTセットアップ、3M-Unitek, Monrovia, CA, USA）を装着し動的治療を開始した。レベリング初期のアーチワイヤーとして、0.014インチのニッケルチタンワイヤー（3M-Unitek）を使用し、上顎犬歯には0.010インチの結紮線（Tomy, 双葉, 福島）を用いて、レースバックを併用した（図1）。レースバックの強さについては、術者の個人差が大きいと報告されていた<sup>13)</sup>ため、レースバックを同一術者が行った。

上顎歯列の三次元デジタル画像について、口腔内スキャナー（3Shape TRIOS A/S, 3Shape, Copenhagen,

Denmark) を用いて取得した。取得時期は、動的治療開始時、動的治療開始 4 週後の上顎歯列を記録し、動的治療開始時を T1、動的治療開始 4 週後を T2 とした。口腔内スキャナーの撮影方法は、左側大臼歯部咬合面から右側大臼歯部咬合面、右側大臼歯部頬側面から左側大臼歯部頬側面、左側大臼歯部口蓋側面から右側大臼歯部口蓋側面の順で行った。

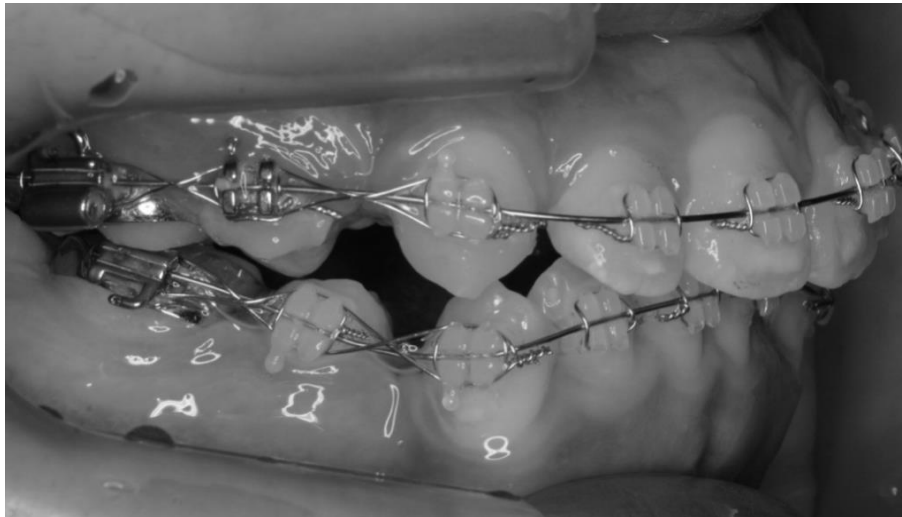


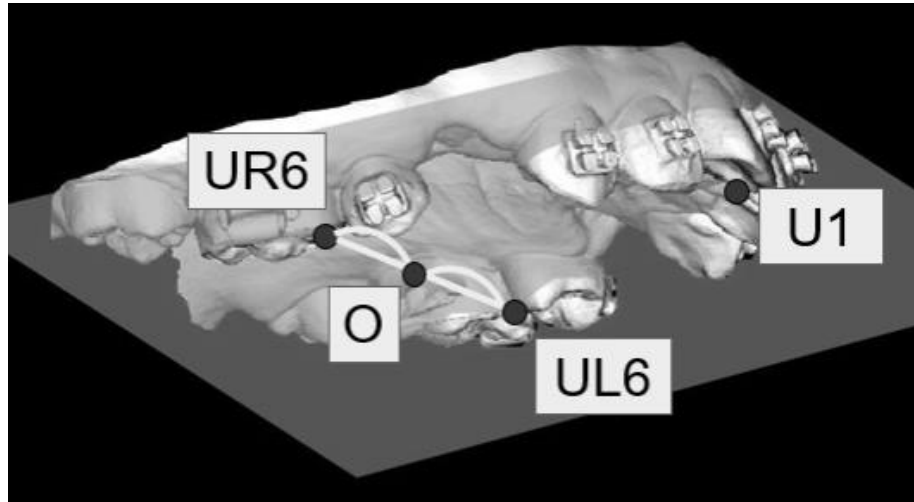
図 1 レースバック

### 3. 三次元画像データ解析

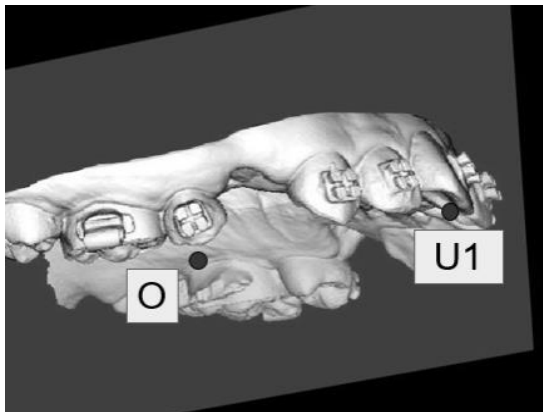
得られた画像データをパーソナルコンピュータ（HP Z210 SFF Workstation, Hewlett-Packard, Palo Alto, CA, USA）に転送した上で，画像解析ソフトウェア（Body-Rugle Version 7.00, メディックエンジニアリング, 京都）を用いて，口蓋での重ね合わせ，計測を行った．

#### 1) 基準点と基準平面

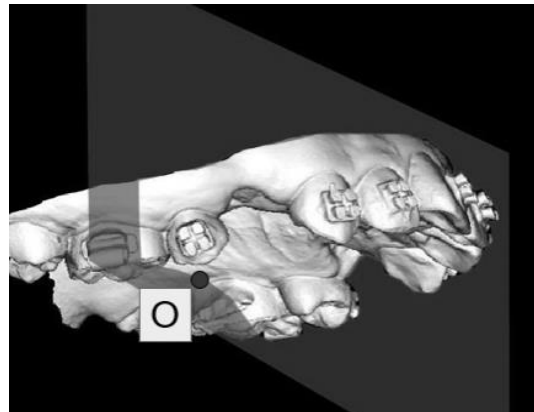
基準点は，上顎左側第一大臼歯近心口蓋側咬頭頂点，右側第一大臼歯近心口蓋側咬頭頂点および上顎両側中切歯間接触点とし，これら3点を通る平面を咬合平面とした．さらに，上顎左側第一大臼歯近心口蓋側咬頭頂点と上顎右側第一大臼歯近心口蓋側咬頭頂点を結ぶ線上の中点を原点とし，上顎両側中切歯間接触点と原点を通り咬合平面に垂直な平面を正中矢状平面，原点を通り咬合平面と正中矢状平面に垂直な平面を前頭平面とした（図2）．



A



B



C

図 2 基準平面

- A, 咬合平面 ; B, 正中矢状平面 ; C, 前頭平面  
 UR6, 上顎右側第一大臼歯近心口蓋側咬頭頂点 ;  
 UL6, 上顎左側第一大臼歯近心口蓋側咬頭頂点 ;  
 U1, 上顎両側中切歯間接触点 ;  
 O, 上顎左側第一大臼歯近心口蓋側咬頭頂点と上顎右側第一大臼歯近心口蓋側咬頭頂点を結ぶ線上の midpoint (原点)



## 2) 座標系の設定

座標系は，X軸は左右方向，Y軸は上下方向，Z軸は前後方向として，被験者の左方向，上方向，前方向をプラスとした（図3）。

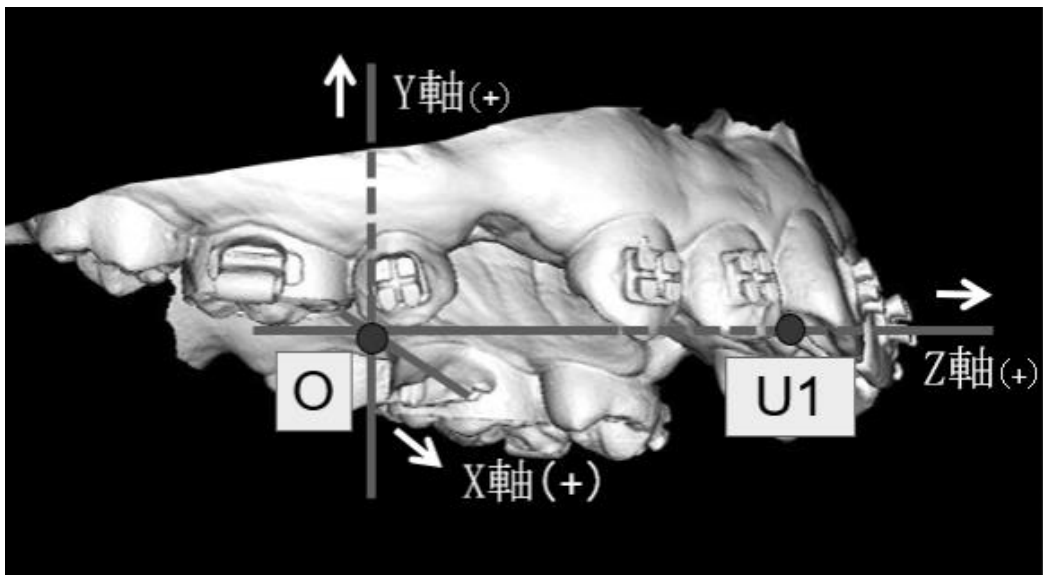


図3 座標系の設定  
（口腔内スキャナー画像）

X軸(+), 左右方向を示し被験者の左方向をプラス；  
Y軸(+), 上下方向を示し被験者の上方向をプラス；  
Z軸(+), 前後方向を示し被験者の前方向をプラス

### 3) 計測点, 計測項目

計測点は, 上顎の犬歯尖頭点, 唇側歯頸部最下点, 近心最大豊隆点および遠心最大豊隆点とした(図4). 計測項目は上顎犬歯の T1, T2 での基準平面における角度と距離を求めた. 距離的計測項目は, 原点を通る正中矢状平面, 咬合平面, および前頭平面から犬歯の尖頭までの距離とし, それぞれを側方距離, 垂直距離および前後距離とした. 角度的計測項目は, 犬歯尖頭と唇側歯頸部最下点を結ぶ線を正中矢状平面(Y-Z面)に投影し, 咬合平面とのなす角を近遠心傾斜角, 犬歯の近遠心最大豊隆点を結んだ線を咬合平面(X-Z面)に投影し, 前頭平面とのなす角を近遠心回転角として計測した(図5). 近遠心傾斜角が $90^{\circ}$ 未満の犬歯を近心傾斜群,  $90^{\circ}$ 以上の犬歯を遠心傾斜群とした.

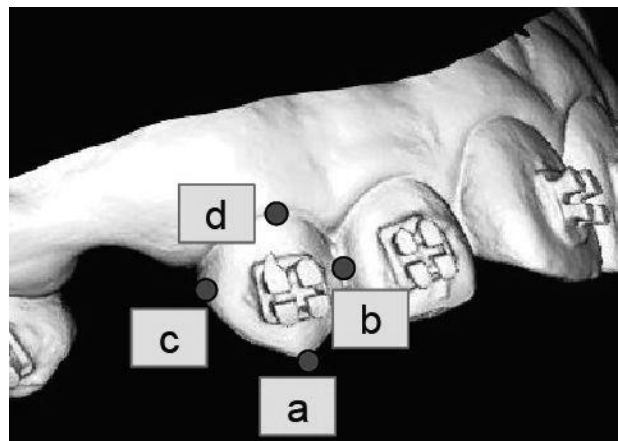


図4 計測点

a, 犬歯尖頭点 ; b, 近心最大豊隆点 ;  
c, 遠心最大豊隆点 ; d, 唇側歯頸部最下点

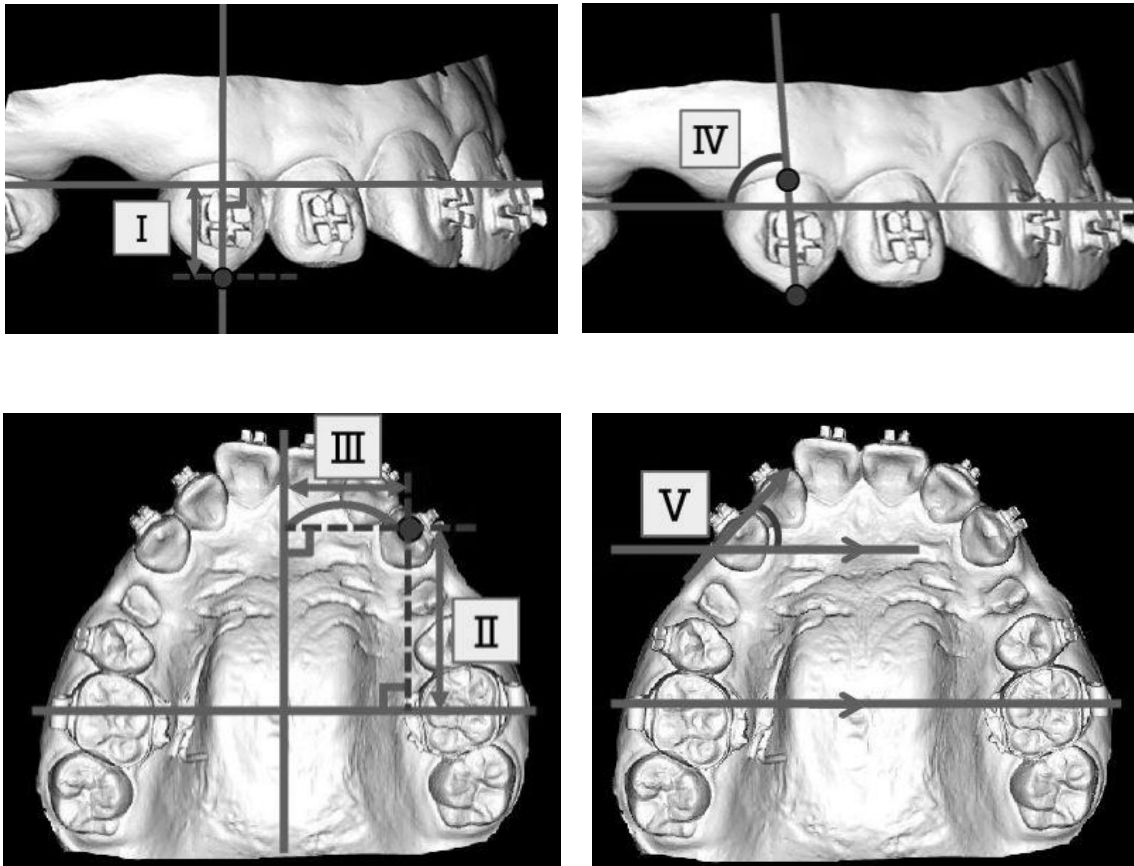


図 5 計測項目

- I , 咬合平面から犬歯尖頭までの距離（垂直距離）
- II , 前頭平面から犬歯尖頭までの距離（前後距離）
- III , 正中矢状平面から犬歯尖頭までの距離（側方距離）
- IV , 正中矢状平面に投影した犬歯尖頭と唇側歯頸部最下点を結ぶ線と咬合平面とのなす角（近遠心傾斜角）
- V , 咬合平面(X-Z面)に投影した犬歯の近遠心最大豊隆点を結んだ線と前頭平面とのなす角（近遠心回転角）

#### 4 . 統計処理

それぞれの計測値について，傾斜要因と時間要因で近心傾斜群と遠心傾斜群との間に違いがみられるか明らかにするため，二元配置分散分析により解析を行った．有意な交互作用が認められなかった計測値については主効果を検討し，有意な交互作用が認められた計測値は単純主効果を検討した．有意水準は  $P < 0.05$  とした．なお，これらの算出には統計解析用ソフトウェア (SPSS 24.0, IBM, Armonk, USA) を用い，有意水準は  $P < 0.05$  とした．

## 結 果

分散分析の結果，交互作用が認められなかった場合は，各要因の主効果を検討した．また，交互作用が認められた場合は，各要因の単純主効果を検討した．

側方距離では交互作用が認められず，有意な主効果は認められなかった（表 1）．

表 1 側方方向の計測値の変化

	側方距離 (mm)	
	T1	T2
	平均値 (SD)	平均値 (SD)
近心傾斜群 (n=36)	17.3(2.3)	17.5(2.4)
遠心傾斜群 (n=24)	18.9(1.2)	19.0(1.1)

T1: 動的治療開始時, T2: 動的治療開始 4 週後, SD: 標準偏差

NS: 有意差なし

垂直距離では交互作用が認められず，傾斜要因に関する主効果を認め（ $F(1,58) = 6.035$ ， $P < 0.05$ ），近心傾斜群では遠心傾斜群よりも計測値が有意に大きく低位を示した（表2）。

表2 垂直方向の計測値の変化

	垂直距離 (mm)	
	T1	T2
	平均値(SD)	平均値(SD)
近心傾斜群 (n=36)	-0.6(1.2)	-1.1(1.1)
遠心傾斜群 (n=24)	-2.1(0.9)	-2.2(0.8)

NS

\*

T1: 動的治療開始時， T2: 動的治療開始4週後， SD: 標準偏差  
 \*:  $P < 0.05$ ， NS: 有意差なし

前後距離では交互作用が認められ ( $F(1,58)=1.256$ ,  $P<0.05$ ), 前後距離では, 近心傾斜群において, T1 よりも T2 が有意に小さく遠心移動を示した ( $F(1,58)=31.974$ ,  $P<0.001$ ) が, 遠心傾斜群においては, 時間要因, T1 および T2 の傾斜要因に有意な単純主効果は認められなかった (表 3) .

表 3 前後方向の計測値の変化

	前後距離 (mm)	
	T1	T2
	平均値(SD)	平均値(SD)
近心傾斜群 (n=36)	24.0(2.2)	22.9(2.3)
遠心傾斜群 (n=24)	23.1(1.9)	22.8(2.0)

\*\*\*  
NS [ NS ] NS

T1:動的治療開始時, T2:動的治療開始4週後, SD:標準偏差  
 \*\*\* :  $P<0.001$ , NS:有意差なし

近遠心傾斜角では交互作用が認められ ( $F(1,58) = 18.233, P < 0.001$ ), 近遠心傾斜角では, 近心傾斜群において, T1 よりも T2 が有意に大きく遠心傾斜を示した ( $F(1,58) = 37.302, P < 0.001$ ). また, T1 の近遠心傾斜要因, T2 の近遠心傾斜要因に有意な単純主効果が認められ ( $F(1,58) = 32.197, P < 0.001$ ) ( $F(1,58) = 19.208, P < 0.001$ ), T1, T2 とともに遠心傾斜群が近心傾斜群より有意に大きかった (表 4). これらのことから, 近心傾斜群では, 遠心傾斜群より, 犬歯歯冠がより大きく遠心移動していることが示された.

表 4 近遠心傾斜角の計測値の変化

	近遠心傾斜角 (°)	
	T1	T2
	平均値(SD)	平均値(SD)
近心傾斜群 (n=36)	80.9(3.9)	84.4(3.1)
遠心傾斜群 (n=24)	91.5(1.0)	90.8(1.3)

\*\*\* (近心 vs 遠心 T1), \*\*\* (近心 vs 遠心 T2), \*\*\* (近心 T2 vs 遠心 T2), NS (近心 T1 vs 遠心 T1)

T1:動的治療開始時, T2:動的治療開始4週後, SD:標準偏差  
\*\*\* :  $P < 0.001$ , NS:有意差なし



近遠心回転角では交互作用を認められず，有意な主効果は認められなかった（表5）。

表5 近遠心回転角の計測値の変化

		近遠心回転角 (°)	
		T1	T2
		平均値(SD)	平均値(SD)
近心傾斜群 (n=36)	NS	48.8(18.4)	49.6(16.0)
		44.1(4.6)	47.3(4.9)
遠心傾斜群 (n=24)			

T1:動的治療開始時, T2:動的治療開始4週後, SD:標準偏差  
NS:有意差なし

## 考 察

矯正歯科臨床における歯の移動についての評価には、側面頭部 X 線規格写真を用いた重ね合わせ法が広く使用されている<sup>14-16)</sup>。しかし、側面頭部 X 線規格写真は二次元データであり歯の前后的移動の評価しか行えない、歯や骨など硬組織の X 線写真上の重なりにより重ね合わせが困難であり、放射線被曝のために資料採得を頻繁に繰り返すことができないなどの欠点がある<sup>17)</sup>。

Computed Tomography (CT)により、三次元データを評価できる方法も報告されている<sup>18,19)</sup>が、放射線被曝の問題のために、歯の移動だけ进行评估する方法としては適切ではないと考えられる。一方、口腔内スキャナーは、放射線被曝を伴わずに歯や歯槽部の三次元デジタルデータの抽出が可能であるため、頻回な評価に適している。本研究において、レースバック使用前後の三次元デジタル画像の重ね合わせに、口蓋を基準とした方法を用いたのは、口蓋を基準としたデジタルデータの重ね合わせ法の精度が高かったという研究結果<sup>20-22)</sup>を参考にしている。

治療前に、近心傾斜群の犬歯は遠心傾斜群のそれと比較して低位を示した。すなわち、犬歯が遠心傾斜していると犬歯歯冠は高位であることが示され、犬歯が遠心傾斜している場合のレベリング時に前歯部垂直的

被蓋が深くなる<sup>3)</sup>ことの原因のひとつと考えられる。

本研究で、エッジワイズ装置とレースバックを併用してレベリングを行うことにより、上顎犬歯が近心傾斜している場合、犬歯歯軸が遠心へ傾斜し、歯冠が遠心へ移動した。叢生が認められる前歯を排列する際には、前歯が唇側傾斜し犬歯歯冠も近心へ移動すると考えられるが、レースバックにより遠心移動したと考えられる。過去にも、レースバックには犬歯を遠心移動する効果があると報告されている<sup>5)</sup>。

上顎犬歯が遠心傾斜している場合、犬歯の前後距離に有意な変化は認められなかった。これは、レースバックの効果によって犬歯が近心移動するのを防止できたことを示している。近遠心傾斜角についても変化は認められなかった。遠心傾斜した犬歯はレベリングにより近心へ傾斜すると考えられるが、治療期間が4週間と短期間であったことから、傾斜角の十分な改善が行われなかったと考える。過去の研究では、犬歯が遠心傾斜している場合は、レースバックを併用してレベリングしても、オーバージェットが大きくなると報告されている<sup>6)</sup>。

側方距離および近遠心回転角については、近心傾斜群・遠心傾斜群ともに有意な変化が認められなかった。レースバックが犬歯に与える遠心方向への力により、犬歯は側方移動し遠心回転すると考えられたが、

これらの結果もまた，治療期間が短期間であったことから有意な差が出なかったと考えられる．

## 結 論

上顎犬歯の近心傾斜群と遠心傾斜群において，レースバックを併用したレベリングを行い，犬歯の三次元的な移動様相を調べた結果，次のことが明らかになった．

- 1．動的治療開始時に，近心傾斜群では遠心傾斜群よりも低位を示した．
- 2．動的治療開始4週後に，近心傾斜群では，歯冠が遠心移動して，歯軸が遠心へ傾斜した．
- 3．動的治療開始4週後に，遠心傾斜群では，前後位置と近遠心傾斜角について有意な変化は認められなかった．

以上の結果より，矯正歯科治療のレベリング初期において，上顎犬歯にレースバックを併用することで，上顎犬歯について，近心傾斜群では遠心移動し，遠心傾斜群では近心移動を防止できることが示唆された．

## 引用文献

- 1) Proffit WR. Contemporary orthodontics. 4th Edition. second. St. Louis : Mosby Year Book Inc. ; 2007 : 617-631.
- 2) Fleming PS, Johal A and Pandis N. The effectiveness of laceback ligatures during initial orthodontic alignment: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Orthod.* 2013;35:539-546.
- 3) McLaughlin RP and Bennett JC. The transition from standard edgewise to preadjusted appliance systems. *J Clin Orthod.* 1989;23:142-153.
- 4) Moresca RC, Vigorito JW, Dominguez GC, Tortamano A, Moraes DR, Moro A and Correr GM. Effects of active and passive lacebacks on antero-posterior position of maxillary first molars and central incisors. *Braz Dent J.* 2012;23:433-437.
- 5) Sueri MY and Turk T. Effectiveness of laceback ligatures on maxillary canine retraction. *Angle Orthod.* 2006;76:1010-1014.
- 6) Usmani T, O'Brien KD, Worthington HV, Derwent S, Fox D, Harrison S, Sandler PJ and Mandall NA. A randomized clinical trial to compare the effectiveness of canine lacebacks with reference to canine tip. *J Orthod.* 2002;29:281-286.

- 7) Grünheid T, McCarthy SD and Larson BE. Clinical use of a direct chairside oral scanner: an assessment of accuracy, time, and patient acceptance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014;146:673-682.
- 8) Müller P, Ender A, Joda T and Katsoulis J. Impact of digital intraoral scan strategies on the impression accuracy using the TRIOS Pod scanner. *Quintessence Int.* 2016;47:343-349.
- 9) Burzynski JA, Firestone AR, Beck FM, Fields HW, Jr. and Deguchi T. Comparison of digital intraoral scanners and alginate impressions: Time and patient satisfaction. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018;153:534-541.
- 10) Gan N, Xiong Y and Jiao T. Accuracy of Intraoral Digital Impressions for Whole Upper Jaws, Including Full Dentitions and Palatal Soft Tissues. *PLoS One.* 2016;11:e0158800.
- 11) Jacob HB, Wyatt GD and Buschang PH. Reliability and validity of intraoral and extraoral scanners. *Prog Orthod.* 2015;16:38.
- 12) Su TS and Sun J. Comparison of repeatability between intraoral digital scanner and extraoral digital scanner: An in-vitro study. *J Prosthodont Res.* 2015;59:236-242.
- 13) Khambay BS, McHugh S and Millett DT. Magnitude

- and reproducibility of forces generated by clinicians during laceback placement. *J Orthod*. 2006;33:270-275.
- 14) Chen K, Han X, Huang L and Bai D. Tooth movement after orthodontic treatment with 4 second premolar extractions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;138:770-777.
- 15) Ong HB and Woods MG. An occlusal and cephalometric analysis of maxillary first and second premolar extraction effects. *Angle Orthod*. 2001;71:90-102.
- 16) da CMA, Gandini LG, Jr., Vianna AP, Martins RP and Jacob HB. Tooth movement rate and anchorage lost during canine retraction: A maxillary and mandibular comparison. *Angle Orthod*. 2019;89:559-565.
- 17) Ghafari J, Baumrind S and Efstratiadis SS. Misinterpreting growth and treatment outcome from serial cephalographs. *Clin Orthod Res*. 1998;1:102-106.
- 18) Kapila SD and Nervina JM. CBCT in orthodontics: assessment of treatment outcomes and indications for its use. *Dentomaxillofac Radiol*. 2015;44:20140282.
- 19) Cevidanes LH, Styner MA and Proffit WR. Image analysis and superimposition of 3-dimensional cone-



- beam computed tomography models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129:611-618.
- 20) Choi DS, Jeong YM, Jang I, Jost-Brinkmann PG and Cha BK. Accuracy and reliability of palatal superimposition of three-dimensional digital models. *Angle Orthod.* 2010;80:497-503.
- 21) Pan Y, Wang X, Dai F, Chen G and Xu T. Accuracy and reliability of maxillary digital model (MDM) superimposition in evaluating teeth movement in adults compared with CBCT maxillary superimposition. *Sci Rep.* 2020;10:19384.
- 22) Ganzer N, Feldmann I, Liv P and Bondemark L. A novel method for superimposition and measurements on maxillary digital 3D models-studies on validity and reliability. *Eur J Orthod.* 2018;40:45-51.