

原 著

三次元6自由度顎運動解析装置を用いた混合 歯列期小児の切歯点および顎頭運動の特徴

西 英 光 田 村 康 夫

朝日大学歯学部小児歯科学講座（主任：田村康夫教授）

抄録 顎頭点設定による顎運動計測値の違いと、混合歯列期小児の顎頭運動の特徴を検討することを目的として、成人および混合歯列期小児を対象に三次元6自由度顎運動測定装置を用いて習慣性最大開閉口運動、側方滑走運動および前方滑走運動時の顎頭運動を検討した。計測基準点の違いについては、両側顎頭皮上上の臨床的近傍点とセファロ写真を用いたセファロ補正点の違いについて行い、両計測基準点での運動軌跡は近似的な運動を描くことが認められた。次に混合歯列期小児の顎頭運動の特徴について、顎頭点としてセファロ補正点を用い、成人との体格差を考慮し比を用いて各運動時について評価を行った。その結果、成人と比べ混合歯列期小児の顎頭運動は、習慣性最大開閉口運動では上下方向への運動が相対的に小さく、側方滑走運動では作業側は後上方と外側方への移動が大きく、非作業側では上下方向への運動が相対的に小さかった。また前方滑走運動では上下方向への移動が相対的に小さいことが認められた。以上のことから、混合歯列期小児の顎頭運動は上下方向への運動が小さく、側方滑走運動では作業側において外側方および後上方への運動が生じていることが示唆された。

キーワード：三次元6自由度、切歯点運動、顎頭運動、小児

緒 言

顎口腔系の異常を主訴として来院する若年者の増加が報告されてきている¹⁻³⁾。本学小児歯科では顎口腔機能に何らかの異常が見られる患者に対して、筋電図、咬合接触関係および顎運動といった機能診査を行い、術前術後の臨床評価に役立てている^{4,5)}。この中でも顎運動は、従来二次元計測による分析を主に行ってきた⁶⁻⁸⁾が、診査機器の高精度化に伴い三次元6自由度の計測が可能となり、より正確な顎運動の再現ができるようになってきた⁹⁻¹⁹⁾。

しかしながら、この三次元6自由度による顎運動分析の報告は、成人を対象として行った顎運動計測がほとんどであり、成長発育期にある小児について検討を行ったものは数少ないのが現状である。この理由として、これらの顎運動測定装置は成人への応用を主な目

的として開発されているため、小児にそのまま用いた場合、装置装着に伴う違和感や装置の重量が負担となって測定が困難となることや^{20,21)}、顎頭や関節窩を含めた顎関節周囲組織も成長発育段階にあるため、顎運動計測時の基準点設定の困難さが考えられる。

今までの小児における顎運動の特徴については、主に側方²²⁻²⁵⁾および前方^{26,27)}への滑走運動についての検討がされてきてはいるが、報告者によって顎頭点設定が異っていたり、成人と小児とを実測値によって顎運動を比較検討したものが多く、小児と成人との体格差についての考慮はほとんどされていなかった。

そこで本研究は、顎頭点設定による顎運動計測値の違いと小児と成人間の体格差を考慮し、一定基準値に基づく評価方法を考案し、混合歯列期小児の顎頭運動の特徴についての検討を行った。

本論文の一部は、第12回（平成10年9月5、6日）および第13回（平成11年9月11、12日）顎頭蓋機能学会学術大会において発表し、要旨は第135回岐阜歯科学会例会（平成12年11月25日）において発表した。
（平成13年11月15日 受理）

対象および観察方法

本研究はFig. 1に示した三次元6自由度顎運動測定装置であるナソヘキサグラフ²⁸⁾を用い、まず計測基準点設定の違いによる計測値の差についての検討を行った。さらにこの結果を基に、混合歯列期小児の顎運動時における下顎切歯点と両側顎頭運動の特徴を、三次元座標値およびこれらの値から求められたユークリッド値²⁹⁾を用いて検討を行った。

1. 実験1 計測基準点設定の違いによる計測値の差についての検討

顎運動診査時の基準平面は、Fig. 2に示すように、水平面を左眼窩下縁と左右耳珠後縁を含むフランクフルト平面に設定し、正中矢状面は左右耳珠後縁の中点を通りフランクフルト平面と垂直に交わる平面、さらに前額面は、左右耳珠後縁を通り上記2面と直交する面とした。また計測基準点として切歯点および左右顎頭点を設定した。切歯点は平井の方法³⁰⁾に準じ左右側の下顎中切歯近心隅角を結ぶ中点とし、左右顎頭点は左右顎頭を触診しその中央点と考えられる皮膚上に設定(以下、臨床的近傍点)した。

これらの基準平面および基準点の設定は、切歯点については目視により実際の点を探ることが可能であるが、左右顎頭点は触診にて臨床的近傍点を設定しているところから、実際の骨上における点とは異なっている。このことから、記録した顎運動軌跡が実際の軌跡とは異なって記録されていることも考えられる。

そこで臨床的近傍点を基準点として得た顎運動軌跡と、セファロ写真上に投影された骨上の点(以下、セファロ補正点)を基準とした顎運動軌跡間で、顎運動計測値にどのような差が認められるかについて検討を行った。

1) 被験者

被験者は正常咬合を有し、顎口腔機能に特に問題のないことが確認された19.1歳から22.8歳の成人女子5名(平均年齢20.8歳)を対象とした。

2) 被験運動

被験運動として習慣性最大開閉口運動、左右側方滑走運動および前方滑走運動の3顎運動を観察した。各運動時とも、被験者に対して誘導は行わず、数回被験運動の練習を行い、各被験運動が充分に行えることを確認した後に顎運動記録を行った。

3) 顎運動測定

本実験における顎運動記録のブロックダイアグラムをFig. 3に示す。

顎運動記録は、本学附属病院内顎機能検査室にて行った。

今回計測に供したナソヘキサグラフ²⁹⁾は非接触型の光学式三次元6自由度顎運動測定装置である。

顎運動測定は、被験者頭部のヘッドフレームおよび



Fig. 1. An experimental view of a subject with wearing a head frame and a face bow of Gnatho-Hexagraph®

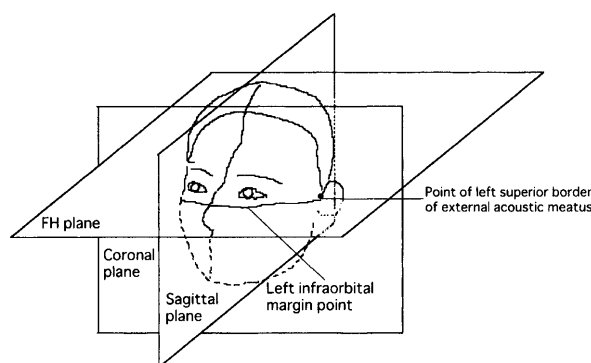


Fig. 2. Three standard planes and measurement points

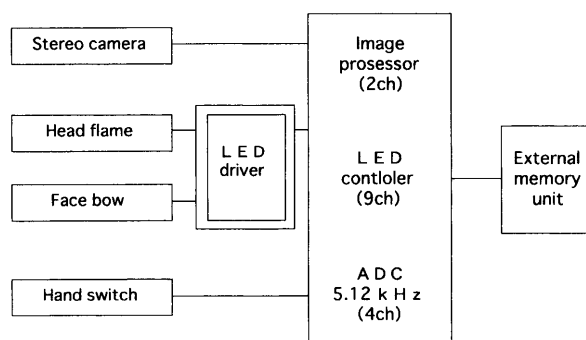


Fig. 3. A block diagram of the study

下顎切歯部に専用クラッチにて固定したフェイスボウに設置された各3個のLED(発光素子)の三次元座標位置をヘッドフレームに対するフェイスボウの動きを、被験者との距離を約120cm程度におかれ110cm間隔で上下に組み込まれた2台の二次元CCDカメラを用いて撮影し、上顎に対する下顎の運動を求めようとするものである(Fig. 1, 3)。なお、カメラをはじめとする光学系、画像処理装置、自動校正器を含む測定器としての、静的な座標計測精度は $\pm 150 \mu\text{m}$ 以内である。

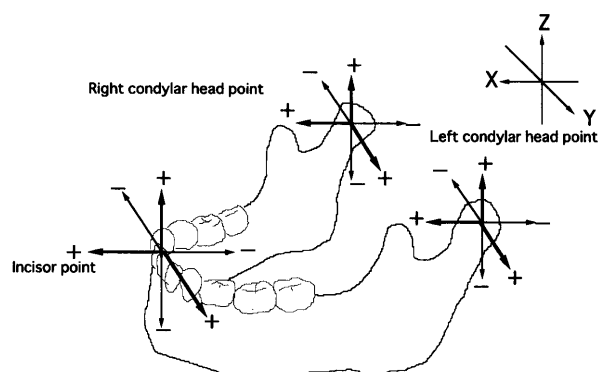
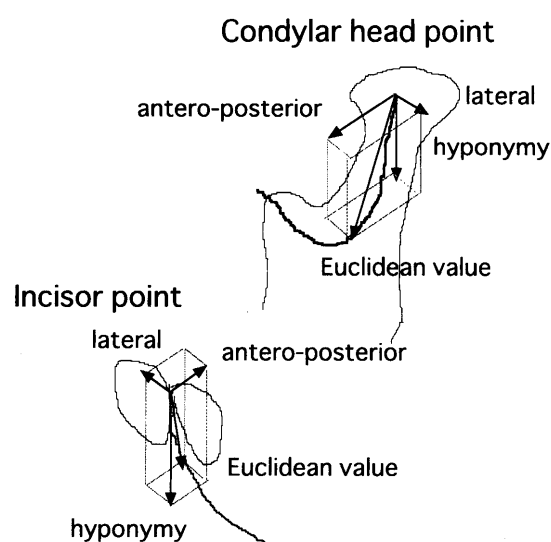


Fig. 4. Three-dimensional coordinates of an incisor point and bilateral condylar points

計測時、被験者を顎機能検査室内に設置されたチェアにアップライト姿勢にて腰掛けさせ、頭部はフランクフルト平面が床とできるだけ平行となるようにヘッドレストにて安定を図った。そして、顎運動記録は臨床的近傍点を基準点として行った。各臨床的近傍点は前述したとおり基準平面設定に用いた左側眼窩下縁、左右外耳道上縁および左右顎頭点である。各基準点となる骨上点を触診にて調べ、その皮膚上にマーキングをした後、切歯点とともに付属のポイントをを用いて基準点入力を行った(Fig. 1)。

計測点をFig. 4に、計測項目をFig. 5に示す。また計測項目は、前後方向の移動軸を前方をプラスとするX軸とし、左右方向の移動軸を左方をプラスとしたY軸、および上下方向の移動軸を上方をプラスとするZ軸とし、計測点の移動位置(n)の三次元座標値(x_n , y_n , z_n)を求めた。さらにこれらの三次元座標値から求められる、顎運動の開始点から計測点までの三次元的移動距離、つまり三次元ベクトル値をユークリッド値(U_n)と



Euclidean value(U)

$$U = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$$

Fig. 5. Measuring parameters for the incisor point and condylar points in the three-dimensional during mandibular movement

して求めた。なお、ユークリッド値は

$$U_n = \sqrt{x_n^2 + y_n^2 + z_n^2}$$

の計算式によって算出される²⁹⁾。

以上の条件にて臨床的近傍点による顎運動記録を行った後、採得した臨床的近傍点の各ポイントにX線不透過物を貼付し、正貌および側貌のX線規格写真(以下、セファロと略)撮影を行った。

Fig. 6 および 7 に示すようにセファロ上に投影され

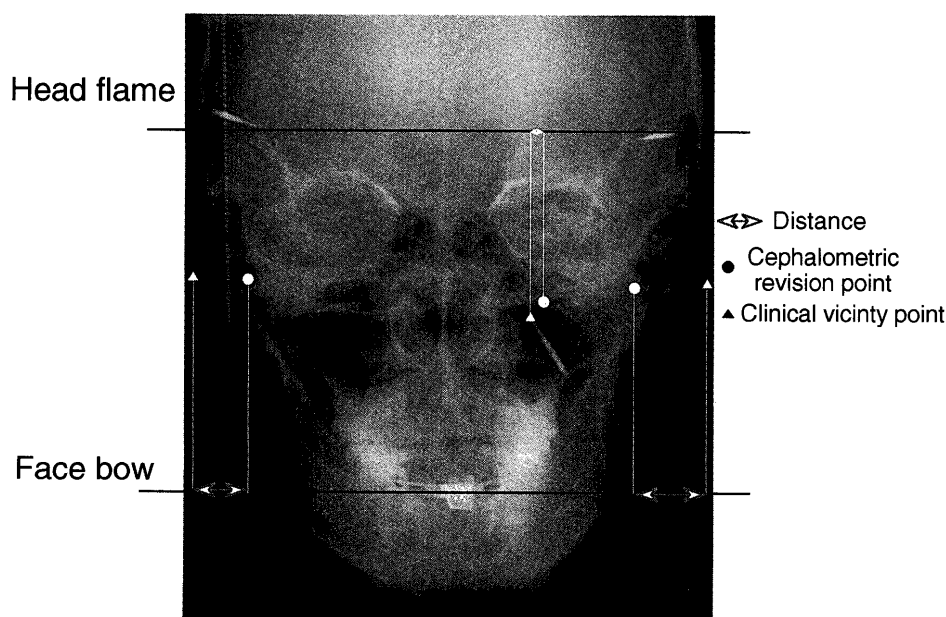


Fig. 6. Evaluation of the modification between the clinical vicinity points (triangle) and the cephalic revision points (circle) in a front view

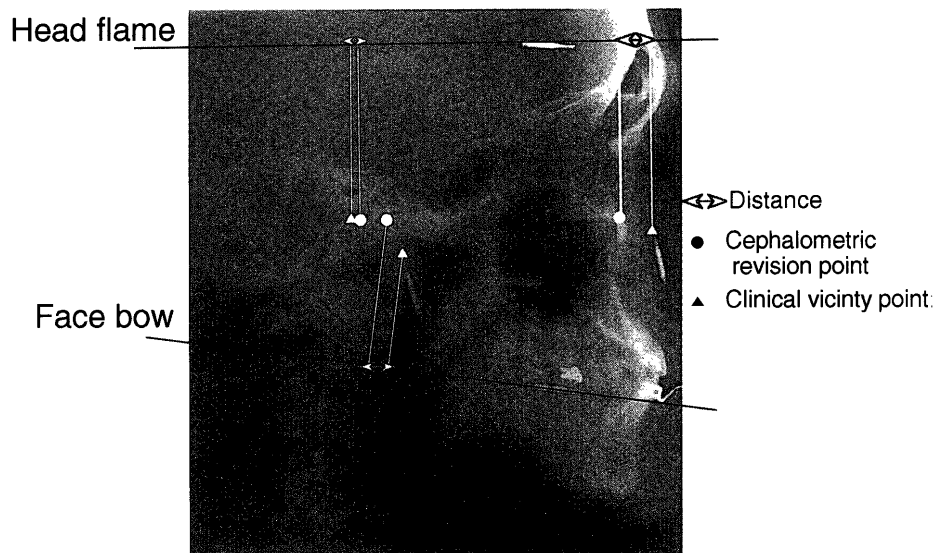


Fig. 7. Evaluation of the modification between the clinical vicinity points (triangle) and the cephalic revision points (circle) in a lateral view

た左眼窩下縁点と左右顎頭中央点をセファロ補正点とし、臨床的近傍点とセファロ補正点との距離をヘッドフレームおよびフェイスボウ上で計測した後、ナソヘキサグラフに再入力を行い臨床的近傍点を用いて記録された顎運動記録からの変換を行った。

また臨床的近傍点による顎運動記録とセファロ補正点による顎運動記録間の違いについての検討は、両者の相関を求めることにより評価した。

2. 実験2 混合歯列期小児における顎頭運動の特徴について

次に、1.の結果を基にセファロ補正点によって得られた顎運動記録を用いて、混合歯列期小児における顎頭運動の特徴についての検討を行った。

1) 被験者

Table 1に示すように混合歯列期小児被験者は、Hellmanの歯年齢ⅢB期にあり、生理的交換以外の乳歯の脱落が無く、乳歯冠等の修復物がみられず、さらに顎口腔機能に何ら問題の認められない9.0歳～12.5歳の小児10名(平均年齢10.4歳)を対象とした。また対照群としては、同様の条件を満たす19.1歳～26.9歳の成人10名(平均年齢21.7歳)を用いた。

2) 被験運動および顎運動記録方法

被験運動は、習慣性最大開閉口運動、左右側方滑走運動および前方滑走運動とした。

計測は、セファロ補正点を基準点として用い、実験

1.と同様の方法にて顎運動記録を行った。

3) 基準値の設定方法

混合歯列期小児と成人での顎運動比較を行う場合、混合歯列期小児と成人間での体格差が大きいところから、得られた数値を直接比較することは顎頭の動きの全体的特徴を観るには不十分であることが考えられる²³⁾。

Table 1. Subjects examined in this study

Children			Adults		
Subjects	Sex	Age(Y)	Subjects	Sex	Age(Y)
H.C	F	10.4	M.M	F	21.4
H.N	M	9.2	I.T	F	22.0
M.T	M	10.9	N.S	F	19.3
T.K	F	11.1	W.S	F	21.4
M.Y	M	10.8	N.K	F	20.5
M.M	M	10.2	T.M	F	19.1
K.T	M	9.0	N.F	F	22.1
B.Y	M	10.4	T.K	F	22.8
M.S	F	9.8	Y.R	F	21.8
M.R	M	12.5	O.T	M	26.9
Mean of age 10.4			Mean of age 21.7		

そこで、一定の基準値を設けその基準値に対する、各計測項目の比に換算した後に、両者の顎運動記録の比較検討を行うこととした。

基準値の設定方法は以下の通りである。切歯点は、計測点の中で唯一目視によりその運動が確認できる点であることから、本研究では切歯点運動におけるX, Y, Z軸の値を基準値とした。まず各被験運動において切歯点の移動量が最も大きかった各軸の最大値を算出した後に、この最大値の絶対値を用いて各軸の運動量を除し、比として評価した。

つまり、各被験運動における比は、次式にて示すことができる。

$$\text{習慣性最大開閉口運動(比)} = \frac{\text{計測点座標値およびユークリッド値}}{\text{切歯点のZ軸最移動座標値(絶対値)}}$$

$$\text{側方滑走運動(比)} = \frac{\text{計測点座標値およびユークリッド値}}{\text{切歯点のY軸最移動座標値(絶対値)}}$$

$$\text{前方滑走運動(比)} = \frac{\text{計測点座標値およびユークリッド値}}{\text{切歯点のX軸最移動座標値(絶対値)}}$$

Fig. 8には、習慣性最大開閉口運動の比で示した変

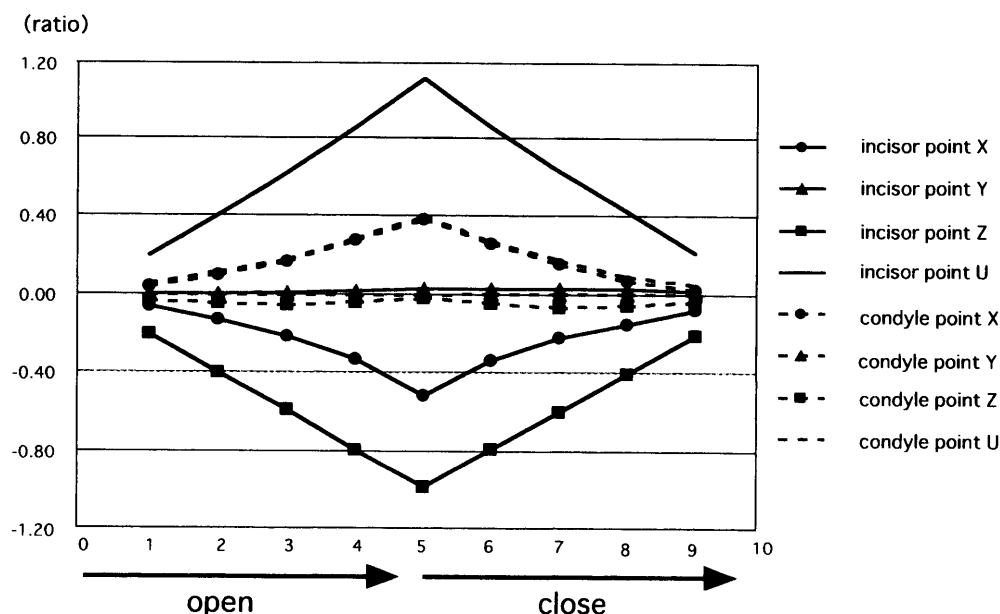


Fig. 8. Changes of the relative ratio values for the incisor and condylar head points to the maximum incisor movements in the X, Y, Z-axis at each position during jaw opening for a child

化の一例を示す。習慣性最大開閉口運動の開始から最大開口にいたるまでの開口路(側方滑走運動および前方滑走運動では往路)を5分割し、計測点を0から5とした。また最大開口から閉口までの閉口路(側方滑走運動および前方滑走運動では復路)をさらに5分割し、同様に計測点5から10とした。本グラフ上では計測点0および計測点10の計測値は0に収束するため省略した。

得られたデータの統計処理に際し、混合歯列期小児において各被験運動とも復路の収束性が得られなかつ

たため、以下混合歯列期小児および成人とも往路のみを対象として行った。また顎頭運動については分散比の検定を行った結果、左右の顎頭間で差が認められなかったため、左右顎頭を合わせて検定に用いた。混合歯列期小児と成人との顎運動記録における個々の比較については分散分析(ANOVA)およびt検定を行った。

なお1, 2の観察は、共に被験者および保護者の実験の趣旨を十分に説明し、同意を得た後に行った。

結 果

1. 実験1の結果

1) 臨床的近傍点とセファロ補正点における顎運動記録の相関について

Table 2には習慣性最大開閉口運動、側方滑走運動および前方滑走運動時の往路を示し、Table 3には同じく各被験運動時の復路を示す。往路、復路とも側方滑走運動時の作業側顎頭といった移動量の少ない場合を除き、臨床的近傍点とセファロ補正点とは高い相関が得られ、両者はほぼ近似していることが分かった。

2) 臨床的近傍点とセファロ補正点間の計測方法の誤差について

Table 4に各被験運動における往路、Table 5に各被験運動の復路の回帰直線の傾きを示し、Fig. 9には臨床的近傍点とセファロ補正点との相関によって得られた習慣性最大開口時における切歯点の回帰直線の一例を示した。臨床的近傍点とセファロ補正点間の回帰直線を点線にて示す。この両基準点による顎運動軌跡が同じ場合は相関係数は1となり、回帰直線は $y=x$ である(実線)。しかしながら、習慣性最大開口時において

は、相関係数 $r=0.999$ 、回帰直線は $y=1.24x-1.07$ で示されるところから、開口量が大きくなるに従い両者の差が大きくなり、顎運動における計測値の差が大きくなっていくことが認められた。

以上のことから、臨床的近傍点による顎運動軌跡とセファロ補正点を用いた顎運動軌跡とは近似的な運動を示すが、移動量の増加に伴いその計測値の差は大きくなることが示された。一方、側方滑走運動時の作業側顎頭点といった移動量が少なく、回転運動の支点になっているような計測点では有意な相関関係は得られず、計測基準点設定の違いによる影響を受けやすいということが認められた。

2. 実験2の結果

1) 習慣性最大開口運動における切歯点および顎頭運動の特徴

(1) 切歯点運動について

Table 6に小児と成人における実測値の変化を、Fig. 10にはその比で表した習慣性最大開口運動時における切歯点のX, Y, Z軸およびユークリッド値の各計測点

Table 2. Correlation of each parameter between the clinical vicinity point and the cephalometric revision point in the outward paths of the mandibular movement

Movement	Measuring points	X axis	Y axis	Z axis	Euclidean value
Open, close	Incisor	1.00	0.96	1.00	1.00
	Left condyle	1.00	0.98	0.76	0.98
	Right condyle	0.99	0.99	0.78	1.00
Lateral gliding left	Incisor	1.00	1.00	1.00	1.00
	Left condyle	0.65	0.66	0.53	0.78
	Right condyle	0.86	0.84	0.94	0.92
Lateral gliding right	Incisor	1.00	1.00	1.00	1.00
	Left condyle	1.00	0.77	1.00	1.00
	Right condyle	0.45	0.83	0.66	0.53
Frontal gliding	Incisor	1.00	0.82	0.99	1.00
	Left condyle	1.00	0.57	1.00	1.00
	Right condyle	0.92	0.89	0.99	0.98

Table 3. Correlation of each parameter between the clinical vicinity point and the cephalometric revision point in the returning paths of the mandibular movement

Movement	Measuring points	X axis	Y axis	Z axis	Euclidean value
Open, close	Incisor	1.00	0.98	1.00	1.00
	Left condyle	1.00	1.00	0.98	1.00
	Right condyle	0.99	1.00	1.00	1.00
Lateral gliding left	Incisor	0.71	0.83	0.47	0.72
	Left condyle	1.00	0.54	1.00	1.00
	Right condyle	0.99	0.97	0.71	1.00
Lateral gliding right	Incisor	0.97	0.92	1.00	0.99
	Left condyle	0.95	0.69	0.98	0.98
	Right condyle	0.16	0.69	1.00	0.56
Frontal gliding	Incisor	0.98	1.00	1.00	1.00
	Left condyle	1.00	0.96	0.37	0.99
	Right condyle	1.00	0.76	1.00	1.00

における変化を示す。実測値および比とも各軸の各計測点およびユークリッド値は小児と成人との間で有意な差は認められなかった。

このことから習慣性最大開口運動時の切歯点においては、小児と成人とは同様の顎運動軌跡を示すことが認められた。

(2) 顎頭運動について

顎頭運動計測結果について、同様にTable 7に実測値を、Fig. 11に比で表した結果を示す。X, Y軸およびユークリッド値は実測値および比ともに差は認められなかったが、Z軸では実測値において計測点1は小児-0.93mmに対し成人-1.78mm, 計測点2は各々-1.37

mm, -2.82mm, 計測点3は各々-1.61mm, -4.00mm, 計測点4は各々-1.12mm, -4.52mm, 計測点5は-0.39mm, -4.08mmとすべての計測点において小児が成人よりも有意に小さな移動量を示した。また比で示した場合は、計測点1では小児-0.03に対し成人では-0.05, 計測点2では各々-0.04, -0.08, 計測点3では各々-0.05, -0.11, 計測点4では各々-0.03, -0.13, 計測点5では-0.01, -0.12と、いずれも小児の方が成人よりも有意に小さな値を示した。

このことから習慣性最大開口運動時には混合歯列期小児の顎頭は成人よりも上下方向への運動が相対的に小さいことが認められた。

Table 4. Inclination of regression line for correlationship between the clinical vicinity point and the cephalometric revision point in the outward paths of the mandibular movement

Movement	Measuring points	X axis	Y axis	Z axis	Euclidean value
Open, close	Incisor	1.06	0.86	0.98	1.00
	Left condyle	0.78	0.94	0.94	0.84
	Right condyle	0.75	1.08	1.04	0.74
Lateral gliding left	Incisor	0.98	1.00	1.12	1.00
	Left condyle	0.99	0.78	1.01	1.00
	Right condyle	0.91	0.87	0.94	0.95
Lateral gliding right	Incisor	0.97	0.99	1.02	1.00
	Left condyle	0.75	0.87	0.36	1.61
	Right condyle	1.18	1.67	1.31	1.31
Frontal gliding	Incisor	0.97	1.00	1.03	1.00
	Left condyle	1.21	1.53	1.32	1.25
	Right condyle	-0.38	0.96	-0.24	0.85

Table 5. Inclination of regression line for correlationship between the clinical vicinity point and the cephalometric revision point in the returning paths of the mandibular movement

Movement	Measuring points	X axis	Y axis	Z axis	Euclidean value
Open, close	Incisor	1.08	0.79	0.98	1.00
	Left condyle	0.80	1.04	0.41	0.85
	Right condyle	0.73	0.57	0.81	0.74
Lateral gliding left	Incisor	0.95	1.00	1.03	1.00
	Left condyle	0.60	0.77	0.34	0.59
	Right condyle	1.22	0.37	1.33	1.23
Lateral gliding right	Incisor	1.00	1.00	1.02	1.00
	Left condyle	1.21	0.99	1.33	1.27
	Right condyle	0.88	0.77	0.42	2.20
Frontal gliding	Incisor	0.98	1.01	1.11	1.00
	Left condyle	0.97	0.58	1.00	0.99
	Right condyle	0.88	0.73	0.91	0.93

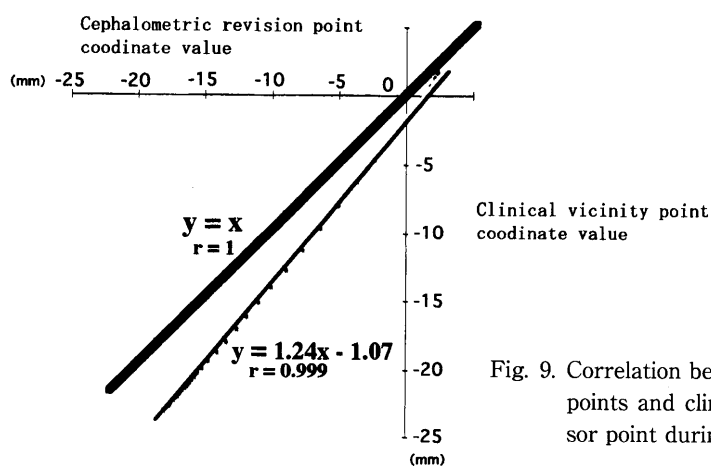


Fig. 9. Correlation between the modification of the cephalic points and clinical points to the X-axis for the incisor point during jaw opening in an adult

Table 6. Mean of the real values for the incisor point at each position during jaw opening in children and adults

		(mm)							
Measuring position		X axis		Y axis		Z axis		Euclidean value	
		Children	Adults	Children	Adults	Children	Adults	Children	Adults
1	Mean	-1.87	-2.20	0.23	-0.09	-6.91	-7.13	7.28	7.69
	S.D	1.35	1.70	0.63	0.94	0.78	0.63	0.97	0.61
2	Mean	-4.26	-5.66	0.26	-0.18	-13.78	-13.78	14.60	15.07
	S.D	2.53	2.00	0.78	1.13	1.96	1.37	2.28	1.22
3	Mean	-7.34	-9.64	0.48	0.04	-20.52	-20.62	22.07	22.92
	S.D	3.87	2.32	1.02	1.37	2.32	1.76	2.88	1.54
4	Mean	-11.47	-14.01	0.79	0.25	-27.67	-27.37	30.35	30.88
	S.D	5.62	2.36	1.02	1.38	3.12	2.56	4.09	2.31
5	Mean	-17.98	-21.47	1.26	0.53	-34.45	-34.87	39.30	41.06
	S.D	7.16	3.49	1.23	1.43	4.02	3.36	5.68	3.99

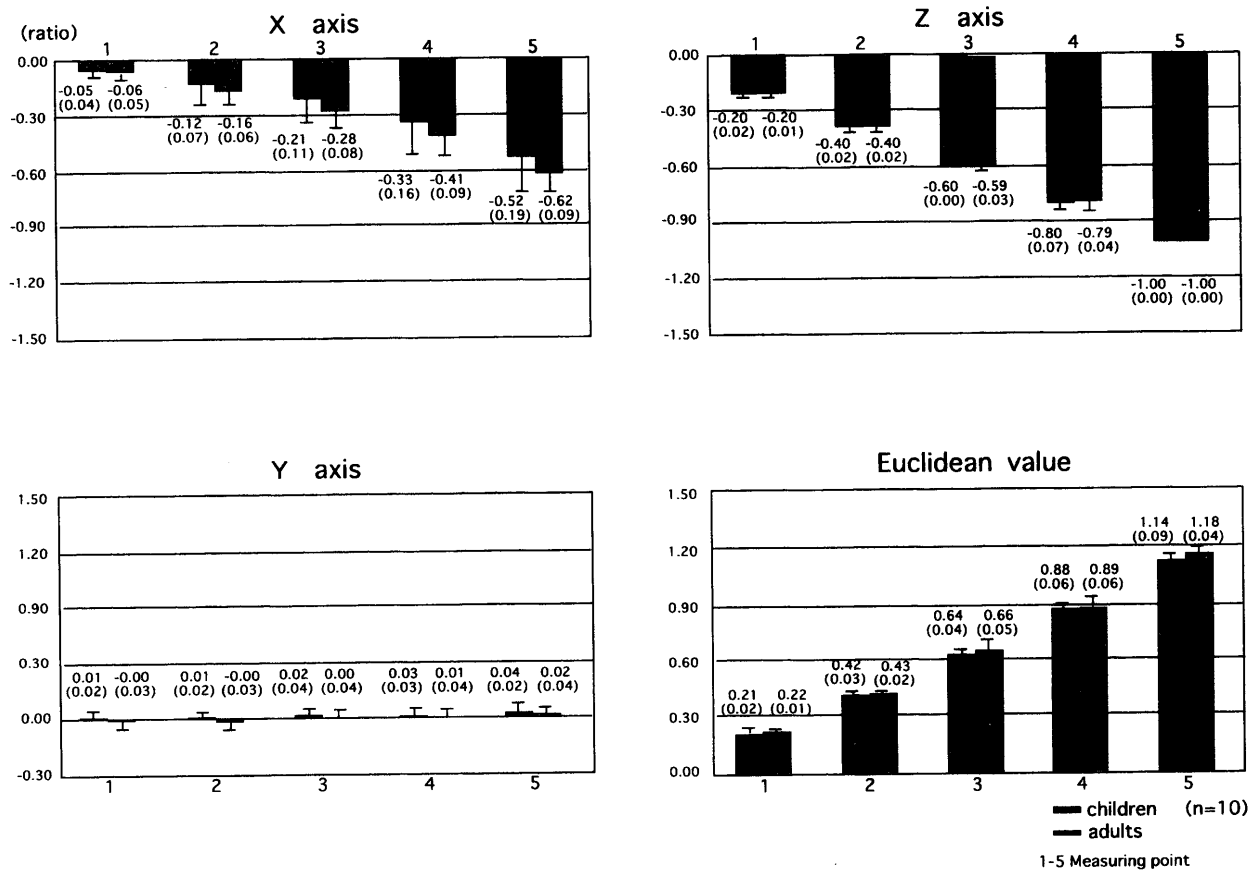
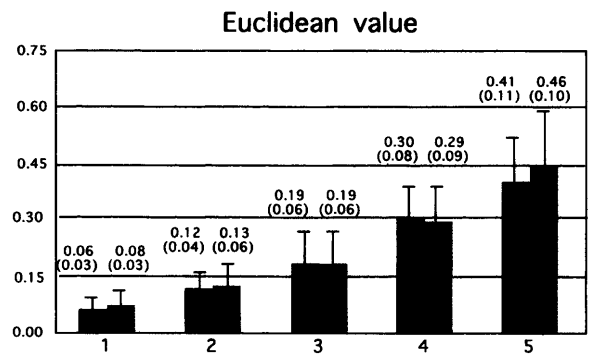
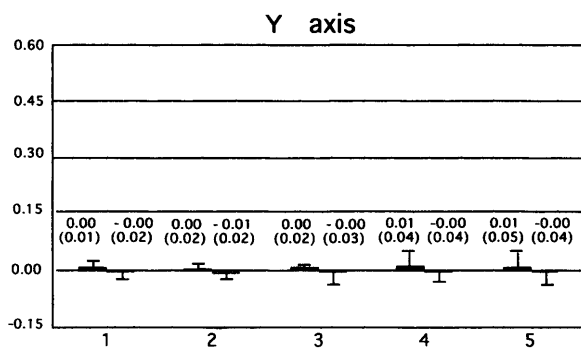
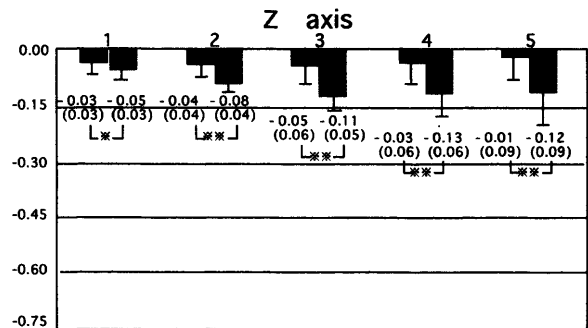
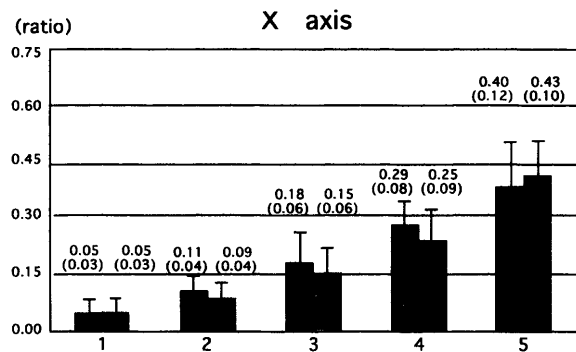


Fig. 10. Comparisons of the relative ratio values for the incisor point during maximum jaw opening in children and adults

Table 7. Mean of the real values for the condylar point at each position during jaw opening in children and adults

		(mm)							
Measuring position		X axis		Y axis		Z axis		Euclidean value	
		Children	Adults	Children	Adults	Children	Adults	Children	Adults
1	Mean	1.61	1.83	0.14	-0.09	-0.93	-1.78	2.10	2.65
	S.D	0.83	1.15	0.42	0.54	0.95	1.09	0.87	1.51
						└── * ─┘			
2	Mean	3.58	3.29	0.09	-0.19	-1.37	-2.82	4.17	4.49
	S.D	1.28	1.60	0.60	0.73	1.54	1.51	1.26	2.00
						└── ** ─┘			
3	Mean	5.98	5.27	0.10	-0.12	-1.61	-3.96	6.50	6.80
	S.D	1.75	2.15	0.74	0.94	1.89	1.66	1.75	2.29
						└── ** ─┘			
4	Mean	9.94	8.82	0.21	-0.11	-1.12	-4.51	10.28	10.27
	S.D	2.42	3.28	1.25	1.28	2.06	2.14	2.38	3.04
						└── ** ─┘			
5	Mean	13.69	15.08	-0.12	-0.39	-4.08	-4.08	14.10	16.05
	S.D	3.57	1.50	1.31	2.97	3.18	3.43	3.43	3.42
						└── ** ─┘			

* p<0.05 ** p<0.01



* p<0.05 ** p<0.01

■ children

□ adults

(n=20)

1-5 Measuring point

Fig. 11. Comparisons of the relative ratio values for the condylar head point during maximum jaw opening in children and adults

2) 側方滑走運動における切歯点および顎頭運動の特徴

(1) 切歯点運動について

Table 8 に実測値を, Fig. 12 に比で表した側方滑走運動時の切歯点運動の比較を示す. X軸では実測値による計測点1で小児0.41mm, 成人0.01mm, 計測点2で各々0.64mm, 0.07mmと小児が有意に大きかった. また比でみた場合も計測点2において混合歯列期小児が0.08であったのに対し成人は0.01と有意に小児で高い値を示した. しかし全体を通してみた場合, 差は認められなかった. Z軸では, 実測値では計測点1で各々-0.68mm, -1.32mm, 計測点2で各々-1.26mm, -2.21mm, 計測点3で各々-1.76mm, -2.89mm, 計測点4は各々-2.12mm, -3.21mm, 計測点5は-2.29mm, -3.58mmとすべての計測点で小児が成人よりも有意に小さかった. また比についてみると, 計測点1では小児-0.07に対し成人は-0.06, 計測点2では各々-0.14, -0.27, 計測点3では各々-0.19, -0.37, 計測点4では各々-0.24, -0.43, 計測点5では各々-0.27, -0.47とすべての計測点において小児の方が成人よりも有意に低い値を示した. さらにユークリッド値は実測値では有意な差がみられなかったのに対し, 比では計測点2で各々0.45, 0.50, 計測点3では0.66, 0.73, 計測点4では0.87, 0.94, 計測点5では各々1.10, 1.14と, 小児が成人と比べ有意に低い値を示した.

これらのことから側方滑走運動時では切歯点の上下方向への移動量は小児の方が相対的に小さいことが示された.

(2) 作業側顎頭運動

Table 9 に実測値を, Fig. 13 に側方滑走運動時における作業側顎頭点のX, Y, Zの各軸およびユークリッド値の比で表した結果を示す. X, Y軸においては実測値, 比ともに有意な差は認められなかった. しかしY軸では実測値, 比ともに小児が成人よりも大きく, 小児の作業側顎頭は成人よりも相対的に外側方への移動が大きい傾向が示された.

またZ軸における実測値の計測点1では小児-0.33mm, 成人-0.07mm, 計測点2では各々0.50mm, -0.06mm, 計測点3では各々0.61mm, -0.15mm, 計測点4では各々0.87mm, -0.28mm, 計測点5で各々1.00mm, -0.32mmと, 有意な差がみられた. 比でみると計測点2では小児が0.07であったのに対して成人では-0.01, 計測点3では各々0.08, -0.02, 計測点4では各々0.11, -0.04, 計測点5では各々0.13, -0.05と, 小児が成人よりも有意に大きい値を示し, 小児の顎頭は上方への移動をしていることが認められた.

さらにユークリッド値においては実測値においては計測点1では小児が1.14mmであったのに対し成人では0.47mmを示し, 計測点2では各々1.23mm, 0.63mm, 計測点3では各々1.34mm, 0.77mm, 計測点4では各々1.63mm,

0.95mm, 計測点5では各々1.93mm, 1.13mmと, 小児が成人よりも有意に大きい値を示した. また比でみた場合, 計測点1では小児0.15に対し成人では0.06, 計測点2では各々0.15, 0.08, 計測点3では各々0.16, 0.10, 計測点4では各々0.21, 0.13, 計測点5では各々0.26, 0.15と, 小児が成人よりも有意に大きな値を示した.

これらのことから作業側顎頭運動は, 小児が成人よりも上下方向の移動は大きく, 相対的に後上方と外側方への移動量が大きい傾向が認められた.

(3) 非作業側顎頭運動について

Table 10 に実測値を, Fig. 14 に側方滑走運動時における非作業側顎頭運動の比を示す. 実測値ではZ軸の計測点1で小児-0.62mm, 成人-1.23mm, 計測点2において各々-1.39mm, -2.22mm, 計測点3では各々-2.07mm, -3.36mm, 計測点4では各々-2.51mm, -4.35mm, 計測点5では各々-2.79mm, -5.08mmと, 小児が成人よりも有意に小さな値を示した. また比でみると, X, Y軸およびユークリッド値においては有意な差はみられなかったが, Z軸の計測点1では小児が-0.07, 成人が-0.16であり, 計測点2では各々-0.16, -0.29, 計測点3では各々-0.25, -0.43, 計測点4では各々-0.29, -0.56, 計測点5では各々-0.32, -0.65と, 小児が成人よりも有意に小さかった. また比で表したユークリッド値の計測点3では小児0.48, 成人0.59であり, 計測点4では各々0.66, 0.79, 計測点5では各々0.84, 0.98と小児が成人に比べ有意に小さな値を示した.

このことから側方運動時における非作業側顎頭の動きは, 小児の方が成人よりも上下方向への移動量が相対的に小さいことが認められた.

3) 前方滑走運動における切歯点および顎頭運動の特徴

(1) 切歯点運動について

さらに, 前方滑走運動時における切歯点運動についての比較を行った. Table 11 に実測値を, Fig. 15 に比による変化を示す. X軸およびY軸では実測値および比ともにすべての計測点で差はみられなかった. しかしZ軸においては実測値での計測点4で小児-2.69mm, -4.15mm, 計測点5で各々-2.82mm, -3.96mmと小児が成人よりも有意に小さかった. また比でみた場合は計測点1では小児-0.19, 成人-0.34, 計測点3では各々-0.34, -0.51, 計測点4は各々-0.34, -0.55と小児の方が成人よりも有意に小さかった. またユークリッド値では実測値ではすべての計測点で差が認められなかったが, 比で示した場合, 計測点1は各々0.29, 0.42, 計測点3は各々0.70, 0.82, 計測点4は各々0.89, 0.99, 計測点5は各々1.08, 1.18と小児は成人よりも有意に小さな値を示した.

これらのことから小児の切歯点は前方滑走時において成人よりも上下方向への移動が相対的に小さい運動を行っていることが認められた.

Table 8. Mean of the real values for the incisor point at each position during lateral gliding movement of a mandible in children and adults

		(mm)							
Measuring position		X axis		Y axis		Z axis		Euclidean value	
		Children	Adults	Children	Adults	Children	Adults	Children	Adults
1	Mean	0.41	0.01	1.67	1.63	-0.68	-1.32	2.06	2.19
	S.D	0.67	0.47	0.51	0.45	0.65	0.66	0.53	0.66
		└─ * ─┐				└─ ** ─┐			
2	Mean	0.64	0.07	3.38	3.25	-1.26	-2.21	3.81	4.04
	S.D	0.72	0.73	0.90	0.91	0.96	1.01	1.04	1.20
		└─ * ─┐				└─ ** ─┐			
3	Mean	1.00	0.62	5.02	4.85	-1.76	-2.89	5.55	5.81
	S.D	0.83	0.98	1.43	1.37	1.22	1.05	1.64	1.56
						└─ ** ─┐			
4	Mean	1.33	1.33	6.75	6.47	-2.12	-3.21	7.38	7.48
	S.D	1.21	1.16	1.89	1.83	1.46	1.12	2.10	1.94
						└─ * ─┐			
5	Mean	1.94	1.93	8.43	8.09	-2.29	-3.58	9.18	9.16
	S.D	1.64	1.25	2.32	2.29	1.50	1.16	2.41	2.49
						└─ ** ─┐			

* p<0.05 ** p<0.01

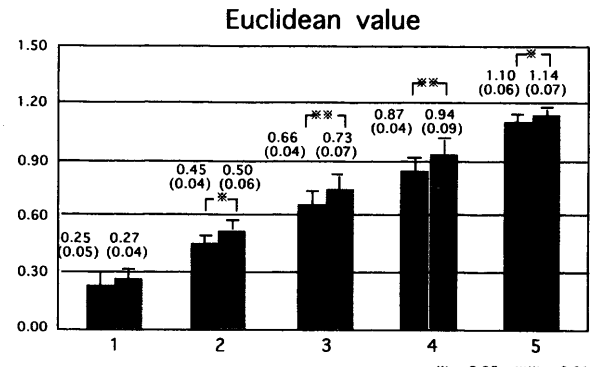
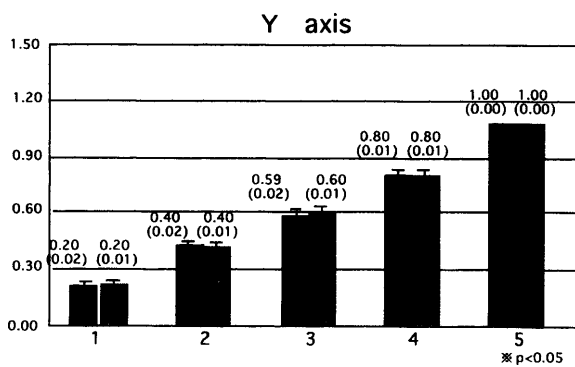
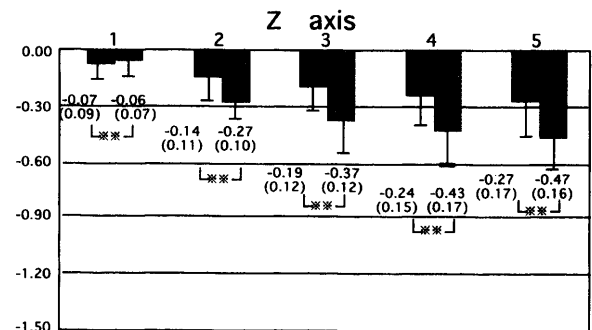
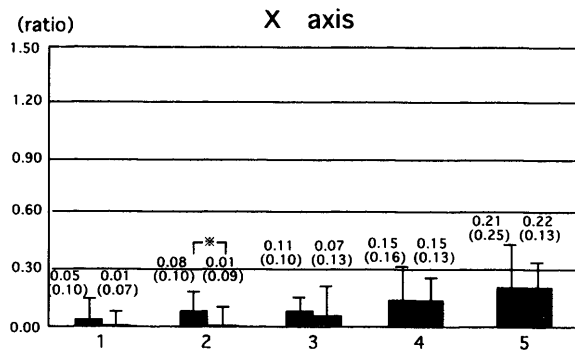

 * p<0.05 ** p<0.01
 children
 adults (n=20)
 1-5 Measuring point

Fig. 12. Comparisons of the relative ratio values for the incisor point during lateral gliding movement of a mandible in children and adults

Table 9. Mean of the real values for the condylar head point of the working side at each position during lateral gliding movement of a mandible in children and adults

		(mm)							
Measuring position		X axis		Y axis		Z axis		Euclidean value	
		Children	Adults	Children	Adults	Children	Adults	Children	Adults
1	Mean	0.19	0.05	0.32	0.12	-0.33	-0.07	1.14	0.47
	S.D	0.69	0.32	0.53	0.31	0.77	0.30	0.50	0.28
						└─ * ─┐		└─ ** ─┐	
2	Mean	-0.03	-0.11	0.33	0.17	0.50	-0.06	1.23	0.63
	S.D	0.80	0.35	0.52	0.48	0.08	0.32	0.55	0.30
						└─ ** ─┐		└─ ** ─┐	
3	Mean	-0.16	-0.04	0.34	0.09	0.61	-0.15	1.34	0.77
	S.D	0.91	0.50	0.56	0.56	0.81	0.38	0.69	0.35
						└─ ** ─┐		└─ ** ─┐	
4	Mean	-0.32	-0.04	0.30	0.07	0.87	-0.28	1.63	0.95
	S.D	1.06	0.61	0.72	0.72	0.92	0.42	0.83	0.45
						└─ ** ─┐		└─ ** ─┐	
5	Mean	-0.28	0.08	0.27	0.07	1.00	-0.32	1.93	1.13
	S.D	1.34	0.72	0.83	0.88	1.10	0.45	0.97	0.52
						└─ ** ─┐		└─ ** ─┐	

* p<0.05 ** p<0.01

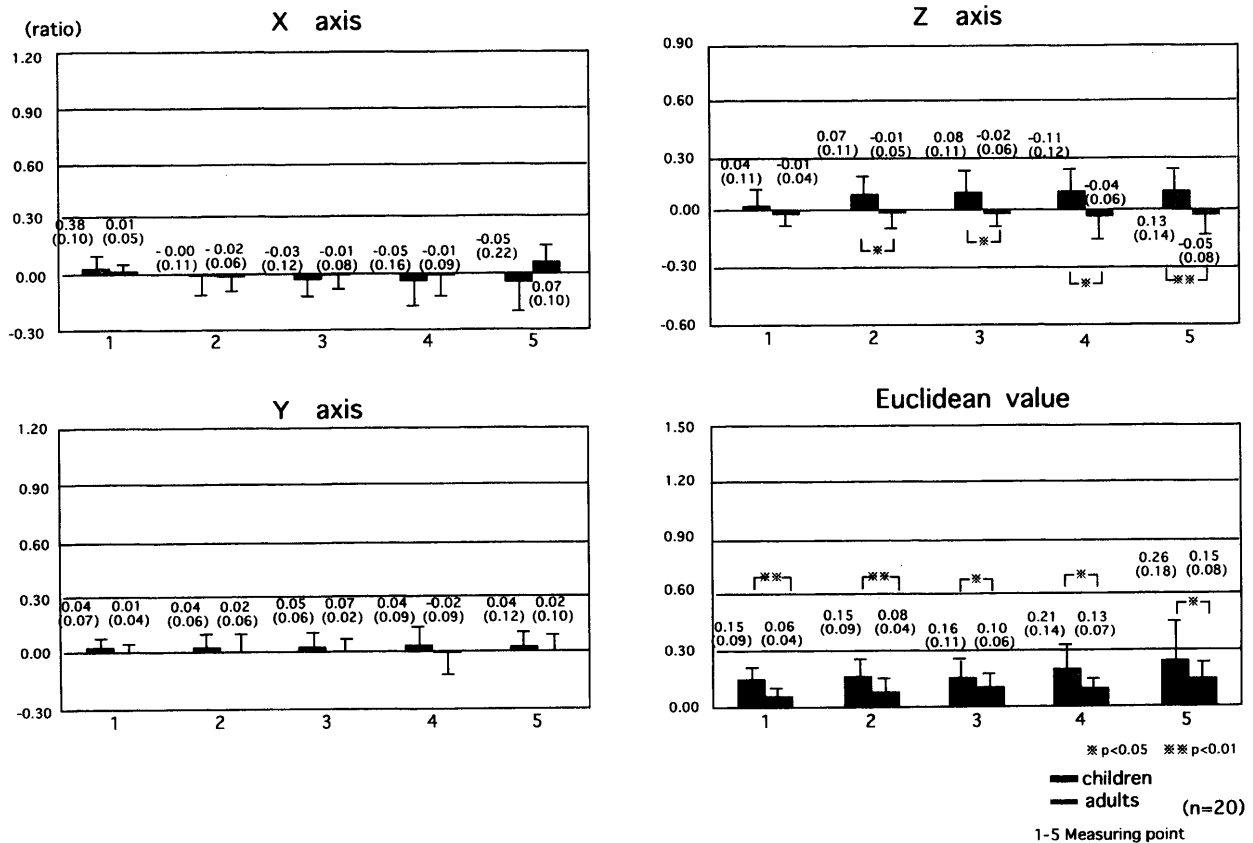


Fig. 13. Comparisons of the relative ratio values for the condylar head point of the working side during lateral gliding movement of a mandible in children and adults

Table 10. Mean of the real values for the condylar head point of the balancing side at each position during lateral gliding movement of a mandible in children and adults

		(mm)							
Measuring position		X axis		Y axis		Z axis		Euclidean value	
		Children	Adults	Children	Adults	Children	Adults	Children	Adults
1	Mean	1.18	0.98	0.31	0.16	-0.62	-1.23	1.72	1.64
	S.D	0.84	0.40	0.53	0.32	0.75	0.32	0.65	0.41
2	Mean	2.27	1.95	0.37	0.25	-1.39	-2.22	2.88	3.03
	S.D	1.04	0.72	0.56	0.47	1.00	0.58	1.13	0.83
3	Mean	3.47	3.21	0.44	0.24	-2.07	-3.36	4.22	4.73
	S.D	1.37	1.20	0.66	0.55	1.23	0.90	1.58	1.37
4	Mean	4.81	4.48	0.51	0.34	-2.51	-4.35	5.65	6.33
	S.D	2.02	1.53	0.83	0.67	1.47	1.08	2.14	1.72
5	Mean	6.37	5.91	0.60	0.46	-2.79	-5.08	7.20	7.91
	S.D	2.51	2.18	1.01	0.82	1.56	1.26	2.56	2.27

***p<0.01

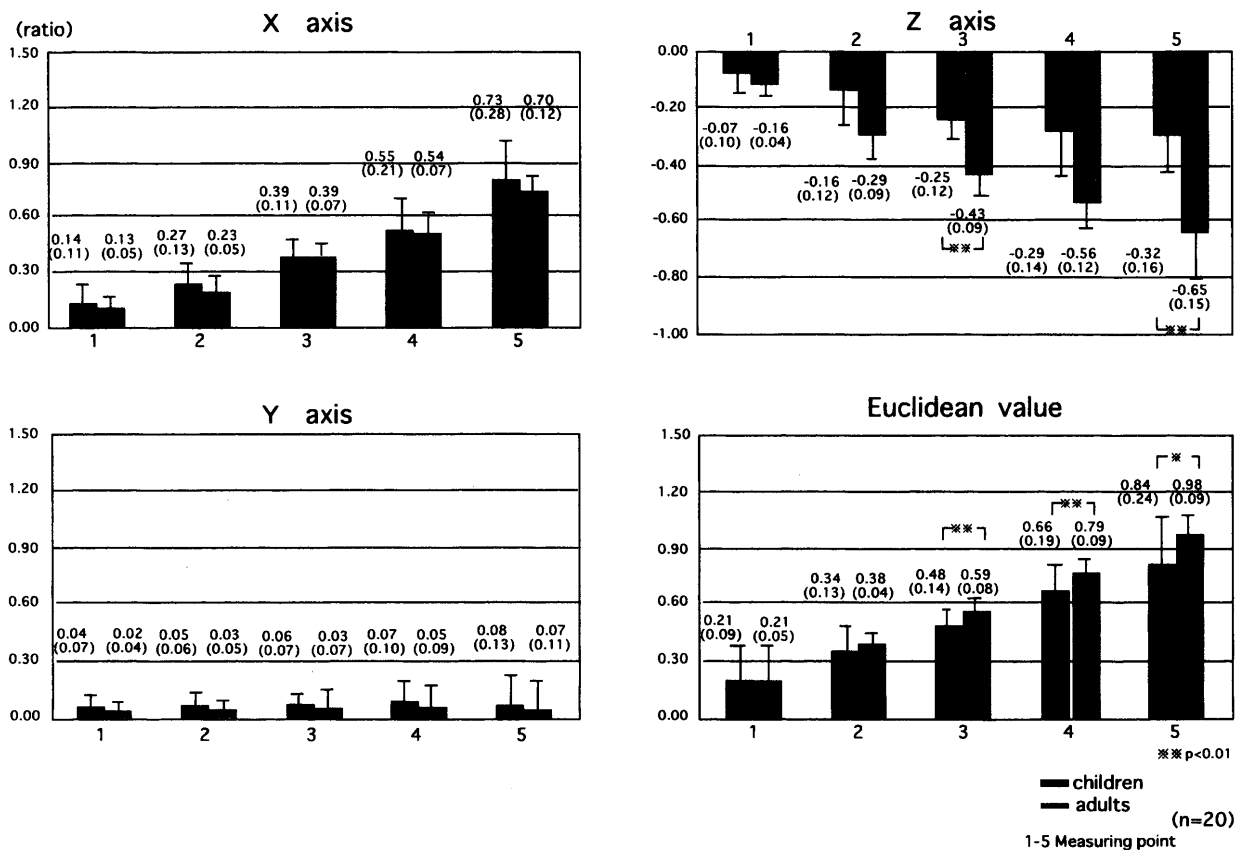


Fig. 14. Comparisons of the relative ratio values for the condylar head point of the balancing side during lateral gliding movement of a mandible in children and adults

Table 11. Mean of the real values for the incisor point at each position during frontal gliding movement of a mandible in children and adults

		(mm)							
Measuring position		X axis		Y axis		Z axis		Euclidean value	
		Children	Adults	Children	Adults	Children	Adults	Children	Adults
1	Mean	1.64	1.62	-0.11	-0.12	-1.65	-2.70	2.44	3.33
	S.D	0.32	0.46	0.47	0.96	1.24	1.41	1.11	1.34
2	Mean	3.33	3.20	-0.32	-0.14	-2.65	-3.49	4.35	4.95
	S.D	0.65	0.90	0.57	1.23	1.12	1.54	1.15	1.57
3	Mean	4.89	4.76	-0.48	-0.22	-2.76	-3.90	5.75	6.37
	S.D	0.97	1.33	0.81	1.39	1.27	1.32	1.31	1.59
4	Mean	6.54	6.36	-0.51	0.23	-2.69	-4.15	7.24	7.77
	S.D	1.25	1.79	1.05	1.16	1.21	1.17	1.34	1.76
						└─ * ─┐			
5	Mean	8.16	7.97	-0.37	0.51	-2.82	-3.96	8.75	9.23
	S.D	1.58	2.20	0.93	1.91	0.95	1.36	1.51	2.00
						└─ * ─┐			
* p<0.05									

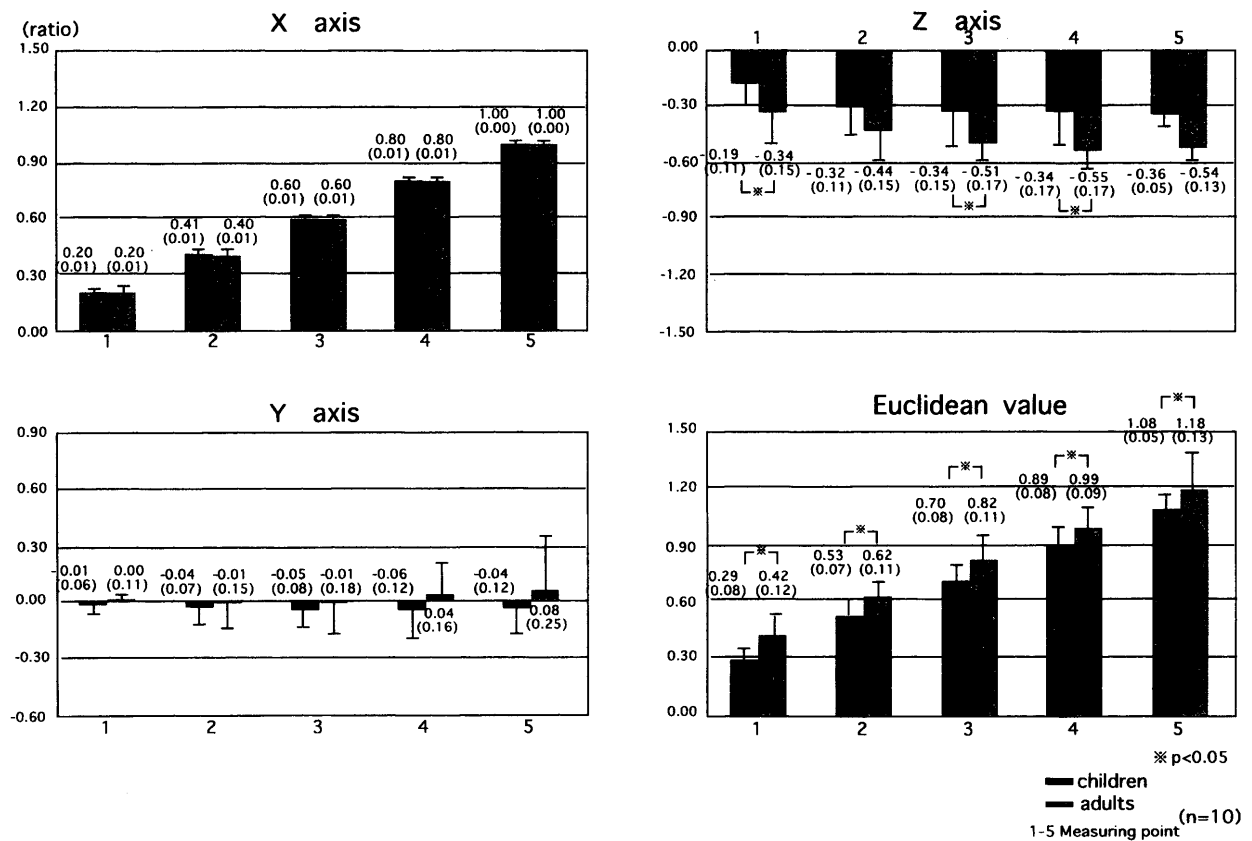


Fig. 15. Comparisons of the relative ratio values for the incisor point during frontal gliding movement of a mandible in children and adults

Table 12. Mean of the real values for the condylar head point at each position during frontal gliding movement of a mandible in children and adults

		(mm)							
	Measuring position	X axis		Y axis		Z axis		Euclidean value	
		Children	Adults	Children	Adults	Children	Adults	Children	Adults
1	Mean	1.71	1.84	0.06	-0.10	-1.50	-2.33	2.36	3.05
	S.D	0.68	0.87	0.30	0.55	0.74	0.73	0.83	1.06
						└──**┐		└──*┐	
2	Mean	3.36	3.18	0.18	-0.10	-2.55	-3.52	4.28	4.82
	S.D	0.82	1.24	0.46	0.68	0.92	0.94	1.07	1.45
						└──**┐			
3	Mean	4.59	4.35	0.19	-0.13	-3.24	-4.52	5.68	6.36
	S.D	1.01	1.50	0.59	0.77	0.98	0.95	1.27	1.61
						└──**┐			
4	Mean	5.94	5.53	0.12	-0.03	-3.77	-5.39	7.11	7.83
	S.D	1.11	1.74	0.66	0.88	1.08	1.11	1.33	1.83
						└──**┐			
5	Mean	7.44	6.72	0.12	0.04	-4.16	-5.93	8.61	9.05
	S.D	1.42	2.09	0.81	0.77	1.10	1.26	1.52	2.19
						└──**┐			

* p<0.05 ** p<0.01

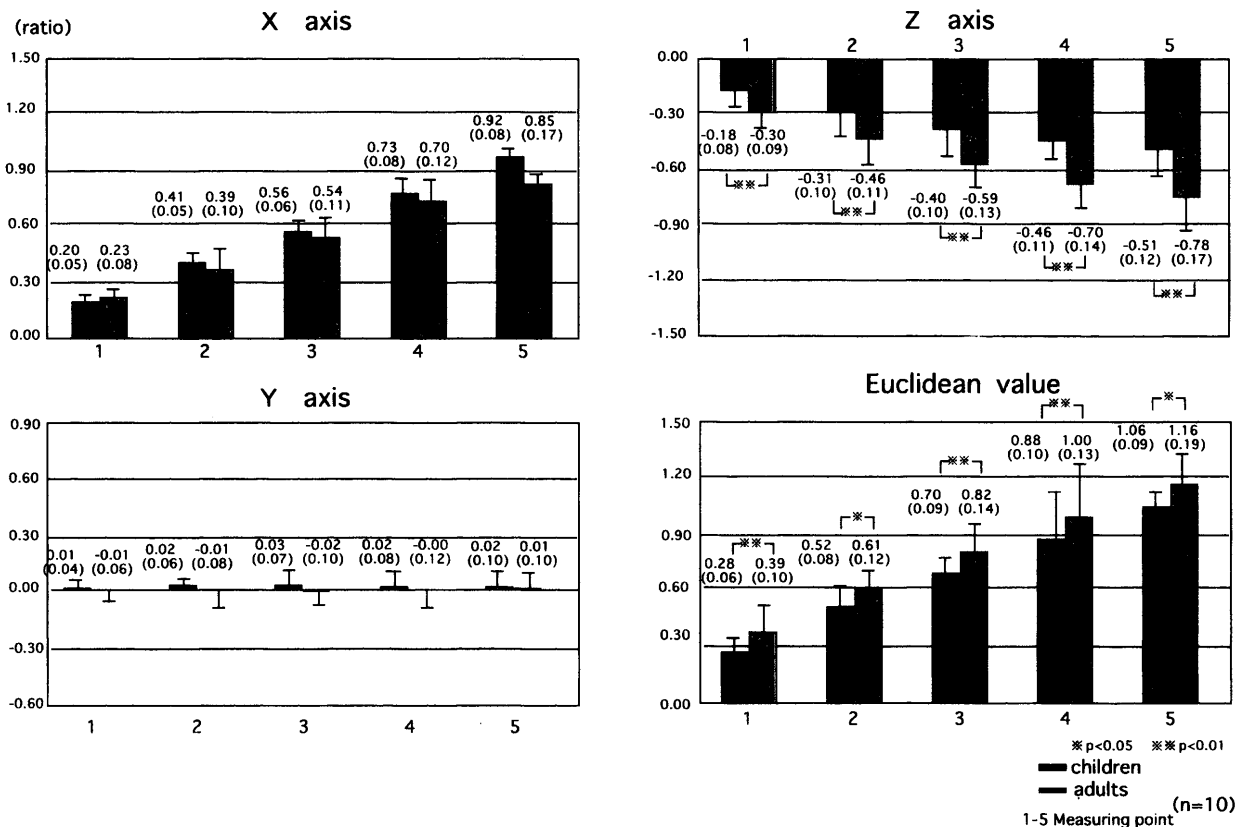


Fig. 16. Comparisons of the relative ratio values for the condylar head point during frontal gliding movement of a mandible in children and adults

(2) 顎頭運動について

顎頭運動についてTable 12に実測値を、Fig. 16に比で表した各計測点での値を示す。X, Y軸においては実測値および比において差はみられなかったが、Z軸では実測値では計測点1で小児-1.50mm, 成人-2.33mm, 計測点2は各々-2.55mm, -3.52mm, 計測点3は各々-3.24mm, -4.52mm, 計測点4は各々-3.77mm, -5.39mm, 計測点5で各々-4.16mm, -5.93mmと有意に小児の方が成人よりも小さかった。比でみると、計測点1では小児-0.18, 成人-0.30, 計測点2では各々-0.31, -0.46, 計測点3では各々-0.40, -0.59, 計測点4で

は-0.46, -0.70, 計測点5では各々-0.51, -0.78と有意に小児が成人よりも小さかった。またユークリッド値では実測値においては計測点1で小児2.36mm, 成人3.05mmと有意な差がみられたのに対し、比で表した場合は計測点1では各々0.28, 0.39, 計測点2は各々0.52, 0.61, 計測点3は各々0.70, 0.82, 計測点4は各々0.88, 1.00, 計測点5は各々1.06, 1.16と小児が成人よりも有意に小さな値を示した。

このことから、小児における前方滑走運動時の顎頭運動は成人よりも上下方向への相対的移動量が小さいことが認められた。

考 察

1. 計測基準点設定の違いによる計測値の差について

1) 三次元6自由度計測について

小児における顎運動記録は、ノギスや専用のメジャーを用いて下顎限界位までの距離を直接測定する方法が行われ^{31,32)}, その後Gibbら³³⁾の接触型装置レプリケータシステム, 飯島ら³⁴⁾の非接触型装置などによって行われてきた。さらに本教室の篠田^{4~7)}や市橋⁸⁾はサホンビジットレーナーを用いて咀嚼時の小児の顎運動の測定を行っている。しかしながらいずれも三次元的な顎運動を平面的(二次元)に捉えるもので、実際の顎運動の再現にはとばしいものであった。その後、診査機器の高精度化が進み三次元的な顎運動解析が試みられるようになった^{9~12,14,15)}。そして現在では三次元6自由度による顎運動解析が行われている^{13,16,17~19)}。この三次元6自由度による顎運動解析は、顎運動は上顎歯列と下顎歯列との位置関係あるいは頭蓋と下顎の位置関係を解析する必要がある、このためには解析対象の形態が一定とみることが可能ならば、互いに独立した6個のパラメータを測定することで可能となるという考えに基づいている。これらの顎運動測定装置の欠点としては従来の装置と比べ装置自体や生体に取り付ける部分が大いことから、小児への応用が困難なことがあげられる。しかしながら、菊池ら^{20,21)}, 重本ら³⁵⁾, 中田ら³⁶⁾によって小児への対応が可能である顎運動記録装置が開発されてきた。今回顎運動測定に用いたナソヘキサグラフは、生体に取り付けるヘッドフレームがケーブルとコネクタを含め160g, 下顎に取り付けるフェイスボウも60g²⁹⁾と軽量で、この他に複雑な装置は用いておらず小児に対しての使用が十分に可能なものであると考えられる。

2) 顎頭点の設定について

顎運動記録を行う際の問題点として、顎頭運動中心点の選択があり、これには終末蝶番軸点³⁷⁾, 平均的顎頭点³⁸⁾, 運動論的顎頭点¹⁹⁾, 全運動軸点^{12,39,40)}, 前方滑走軸点⁴¹⁾および形態的顎頭中心点⁴²⁾が挙げられる。終末蝶番軸点は、下顎が終末蝶番運動をする最も動きの少ない点、すなわち終末蝶番軸点を結んだ顎頭間軸であり、

終末蝶番運動時には下顎はこの軸を中心とした回転に近い運動をする。平均的顎頭点は、耳珠後縁から外眼角に向かい前方13mm, 下方5mmに設定される顎頭点であり、簡便なこともあり臨床においては多用される顎頭点³⁸⁾である。ナソヘキサグラフにおける顎頭点入力の方法は、左右の顎頭近傍を皮膚上から指示した点としており、平均的顎頭点とはほぼ類似した点となっている。運動論的顎頭点は¹⁷⁾, 軸上の点およびその周りの点について矢状限界路と側方限界路の厚みの最小となる点を捜し、6自由度の下顎運動に対する運動論的顎頭点としている。この点はすべての立体運動が収束することにより、その運動野が最も単純な形態となっている。全運動軸点は、顎頭付近で下顎運動が収束することは既知のことであり、佐久間の方法⁹⁾を発展させ、河野¹⁰⁾が1968年に、矢状面内限界運動において、顎頭の中に運動路の上下的な幅が0.7mm以下になる点があることを発見し、全運動軸点と名付けた。この顎頭点は、矢状面内のどのような運動を行ってもほとんど一本の曲線に近い細い帯の中を移動するという特徴を有する。したがって、矢状顎路は、切歯点の運動が変化してもほとんど変わらない特徴を有している。前方滑走運動軸点は、滑走運動の再現については滑走運動の範囲内で顎路変化の少ない点を求めれば良く、こういった点を加藤ら⁴¹⁾は前方滑走運動軸と名付けた。この軸の求め方は患者の顎頭付近に設置した描記板にまず咬合器の基準平面を示す直線を記入し、この線上に描記針を合わせ、下顎の回転量の最も小さい前方滑走運動と最も大きい開口運動を合わせて顎路を描記する。描記針を移動させながら基準線上で前後的に探索していけば、2つの運動経路がほぼ重なり合う点を見つけることが可能である。いずれの顎頭点を選択したとしても利・欠点が存在するところから、今回は臨床応用として簡便に設定できる顎頭点として通常ナソヘキサグラフによる顎運動記録を行う際に用いる臨床的近傍点を用いての顎運動記録を行った。しかし顎頭点を皮膚上に設定することに関し、側方滑走運動における中心としての設定に疑問が生じるところから、もう一つの方法と

して簡便に中心を設定できるセファロ写真上に投影された点である形態的顎頭中心点を選択した。この顎頭中心点に関し、長谷川ら³¹⁾は下顎運動を2点三次元5自由度で測定し、左右の全運動軸を結ぶ直線上の13点の運動を検討し、下顎頭の形態の左右的中心点が下顎限界運動に対する基準点となり得ることを示しており、計測基準点設定としてセファロ写真による補正点を用いることは、現時点で最も再現性に優れていると考えられる。

3) 臨床的近傍点とセファロ補正点との差について

臨床的近傍点とセファロ補正点間の計測差は右顎頭点Y軸が平均23.02mm、左顎頭点Y軸が-24.30mmと差が大きく、また左眼窩下縁点が-8.52mmを示した。この顎頭点における計測差は、セファロにて投影された顎頭の大きさに原因している。

築山ら⁴²⁾は顎頭部基準点について、平均的顎頭点(耳珠後縁から外眼角に向かい前方13mm、下方5mmの皮膚上の点)と形態的顎頭中心点(軸方向セファロ撮影による顎頭中央点)との距離を求めており、それによればY軸方向における距離は男性23.30mm、女性22.44mmを示し、今回の値とはほぼ同じ値を得ている。

さらに、今回の実験結果において臨床的近傍点を基準点とする顎運動軌跡とセファロ補正点を基準とする顎運動軌跡は非常に近似した運動軌跡を示すことが認められた。それ故、一般臨床においては臨床的近傍点を基準としても、特に大きな問題とはならないと考えられた。

2. 混合歯列期小児における顎頭運動の特徴について

1) 基準値設定について

本実験における混合歯列期小児と成人での顎運動比較に際し、一定の基準値を設けその基準値による比較検討を行った。

今まで行われている小児と成人との顎運動比較の多くは、計測された数値をそのまま比較するものであり、体格的差を考慮したものはほとんどない。成長に伴う最大開口量を測定した山口ら⁴³⁾や、また顎運動計測の基準となる顎頭の成長について観察を行った山内⁴⁴⁾によれば、顎頭の成長は思春期以降に止まることを報告している。さらに、全身的な成長発育を考えれば、計測値をそのまま比較することは困難であると考えられることから、一定の基準値による比較が妥当であると考えられる。

その方法として、切歯点が計測点の中で唯一目視的にその運動が確認できる点であることから、この切歯点運動におけるX、Y、Z軸の値を基準とした。各被検運動において切歯点の移動量が最も大きかった各軸の最大値を算出した後に、この最大値の絶対値を用いて各軸の運動量を除し、比として表した。

このことから、今回用いた比による検討は、各被験者の最大下顎切歯点運動に対する各計測点の運動の割

合として検討しており、小児と成人の顎運動軌跡をある程度一定の基準で評価できると考えた。

2) 習慣性最大開口運動について

今回の実験結果における混合歯列期小児の習慣性最大開口運動の特徴として、成人と比較して顎頭の上下方向への移動量が少なかったことが挙げられる。

習慣性最大開口時における顎頭運動は回転運動および前下方への滑走運動を行う。開口量と顎頭運動との関係については、佐久間⁴⁵⁾は成人を対象として習慣的開口運動時の開口量と顎頭推定点の計算によって移動量および回転量を求めており、それによると10mm開口時の移動量は平均2.6mm、回転量は6.0度、20mm開口時の移動量は平均7.0mm、回転量12.3度としている。同様に福島¹¹⁾も成人を対象に観察を行っており、10mm開口時の平均移動量1.9mm、4.3度、20mm開口時の平均移動量3.9mm、回転量9.1度としているところから、顎頭は開口運動に伴い回転要素と移動要素の両方を有し、開口量との関連性が高いことが報告されている。今回の観察においては、顎頭の回転量についての検討は行わなかったが、今後の検討課題の一つとしたい。

そこで、開口運動に伴う顎頭の滑走運動については、顎頭は関節窩および関節結節に沿った滑走運動を行うことが考えられる。このことから混合歯列期小児の習慣性最大開口運動時の顎頭運動については、関節窩および関節結節さらには顎頭の成長発育について検討する必要があると考えられる。

今までのこの顎関節部の成長発育についておこなわれた報告では、小学校後半から中学生にかけ関節窩が深くなり、下顎頭が大きくなるといった変化^{44,46~48)}がみられるとしている。これらのことから混合歯列期小児における習慣性開口運動時の特徴として、顎頭の上下方向への移動量が小さかったものと考えられる。

3) 側方滑走運動について

側方滑走運動において、混合歯列期小児の切歯点は、上下方向への移動量が小さいという結果が得られた。

下顎滑走運動は左右側の顎頭と歯牙とによって誘導される立体運動であり、切歯点の側方滑走運動の特徴は歯牙誘導要素の影響が大きいものと考えられる。小児の咬合関係の特徴として、野坂ら⁴⁹⁾は乳歯列期の切端咬頭頂連続曲線(Curve of Spee)は、乳犬歯を最下点として滑らかな曲線を描いていたものが、混合歯列期初期には、第一および第二乳臼歯を最下点として、乳歯列よりもやや強い彎曲を描くように変化すると報告している。さらに乳臼歯は永久歯よりも咬頭傾斜が緩やかである^{30,50)}うえに、竹中ら⁵¹⁾は乳歯列は咬耗が著しく混合歯列期における上下顎歯列の対向関係は平行に近づくとしており、混合歯列期においては咬合関係が浅くなっていることが考えられる。

同様に小児の側方滑走運動についての検討を行った山崎²²⁾は、その切歯点の特徴として、成人と比較して側

方への動きが小さくやや前方に運動しており、また下方への動きが少なく水平的に運動していたことを報告している。この原因として、小児は成人と比較して被蓋の大きさが小さく、このことが成人より小児の方が運動の上下動が少ない理由であると考察している。

また、作業側および非作業側の顎頭運動の特徴としては、作業側顎頭の外側方および後上方への大きい移動を示し、非作業側顎頭は上下方向への移動量が小さかったという結果を得た。

小児の側方滑走運動については、山口ら²⁴⁾は作業側顎頭移動量が成人と比較して有意に大きいことと、咬頭嵌合位と各顎位との間で求まる顎間軸が成人のように作業側顎頭付近に収斂せず、作業側顎頭付近に一定の回転中心を持たない場合が多いことを報告し、河野ら²⁵⁾は顎頭の回転はほとんど行われずに側方移動を主体としていと述べている。この理由として成人は顎関節形態やその周囲の筋、靱帯により顎頭が運動制限を受けるために、主に回転運動を行うのに対し、小児の顎関節は周囲の筋、靱帯は未成熟⁵¹⁾であり、そのため関節包の緩みが大きく顎頭が主に側方運動をすることや神経機構が十分に発達しておらず、咀嚼筋群の使い方も成人ほどに習熟していないため、側方運動のように左右側の筋の動きが異なり⁵²⁾複雑な協調性を必要とする運動³⁴⁾においては成人ほど確実に下顎を側方へ動かすことが未熟であることが考えられた。

さらに顎関節部の形態については、下顎頭および関節窩の左右径も関係しているものと考えられ、下顎頭

結

3次元6自由度顎運動記録装置であるナソヘキサグラフを用いて、計測点設定の違いによる顎運動計測値の差についての検討を行った。さらに成長発育期である混合歯列期小児顎頭運動の特徴についての観察を行い、以下の結論を得た。

1. 計測基準点の違いによる顎運動計測結果の違いは、移動量に伴い計測値の差は大きくなっていた。また切歯点ならびに顎頭点ともに移動量は高い正の相関を示すことから両計測基準点での顎運動軌跡は近似的な運動を描くことが明らかとなった。
2. 習慣性最大開閉口運動での比による検討では、小児の顎頭は成人よりも上下方向への運動が小さかった。
3. 側方滑走運動の比による検討では、切歯点は上下方向への移動が小児の方が小さかった。作業側顎頭は小児が成人よりも上下方向の移動が大きく、後上方と外側方への移動が大きい傾向が認められた。ま

文

- 1) 藤田 寛, 金井義明, 大登 剛, 富田喜内: 顎関節症の臨床的研究。第一報 臨床統計的観察。口外誌, 26:

左右径は乳歯列期から永久歯列期にかけ約1.5倍に成長するが、下顎窩の左右径は1.17倍と下顎窩の成長量が小さいとする報告⁴⁸⁾もあり、このことから乳歯列期から永久歯列期にかけて下顎窩と顎頭との関係が密となることから、成人ではいわゆる“緩み”が小さくなり側方移動が小さくなることが考えられた。

(4) 前方滑走運動について

今回の検討では、前方滑走時の混合歯列期小児の特徴として、切歯点では上下方向への移動が小さく、顎頭においても同様に上下方向への移動量が少ないという結果であった。

この結果は、飯島³⁴⁾、能地²⁶⁾や早崎²⁷⁾の結果とも一致していた。

前方滑走運動は、前歯部の被蓋関係や咬合平面の形態、顎路と関連すると考えられ、乳歯列は咬耗が多く咬合平面が平坦である^{30, 50, 51)}こと、顎関節窩、関節結節の形態が浅く可動性に富んでいる^{22, 44, 46~48)}ことから、顎頭運動の上下方向への移動量が少なかったと考えられる。顎関節部の発育について小池⁴⁶⁾は下顎窩は乳歯列期に成長が認められるのに対し、関節結節は第一大臼歯および切歯萌出期に成長が著しく、永久歯列期においては下顎窩、関節結節ともほとんど変化が認められないとしている。混合歯列期はこの中間に相当することや、顎頭運動を制限する要素については、側方滑走運動時と同様に顎関節周囲の筋や、それをつかさどる神経系および靱帯の発育といったものが考えられこれらが相互に関連しているものと考えられた。

論

た非作業側顎頭は小児の方が成人よりも上下方向への移動が小さかった。

4. 前方滑走運動を比により検討すると、小児の切歯点は上下方向への移動が成人よりも小さく、また顎頭運動も小児は成人よりも上下方向への移動が小さかった。
5. 顎頭の水平的および前後の移動に関しては、いずれの運動とも小児と成人において差は認められない傾向にあった。

以上のことから、混合歯列期小児の顎頭運動は、成人と比較して上下方向への移動が小さく、また側方滑走運動時には作業側は外側方および後上方への動きが生じていた。特徴を有することが示唆された。

稿を終えるにあたり、御懇篤なる御指導および御高閣を賜りました朝日大学歯学部田村康夫教授ならびに丹羽金一郎教授、倉知正和教授に深甚なる謝意を表します。

献

- 1508~1514, 1980.
- 2) 迫田隅男, 芝 良祐, 真鍋敏彦, 陶山 隆, 佐藤耕一,

- 錦井英資：顎関節症の臨床統計的観察。過去10年間の臨床統計と予後調査。日顎誌，2：79～88，1990。
- 3) 小松賢一，高地義孝，高地智子，丸屋祥子，松尾和香，木村博人，鈴木 貢：顎関節症の臨床統計的観察。日顎誌，89～100，1993。
 - 4) 篠田圭司，松田成彦，仲岡佳彦，長谷川信乃，田村康夫：機能的反対咬合を有する小児における咀嚼筋活動の特徴。小児歯誌，34：641～649，1996。
 - 5) Shinoda K., Nohara Y., Hasegawa S., Matsuda N. and Tamura Y. : Masticatory muscle activity pattern during gum chewing in children with forced cross-bites. *Dentistry in Japan*, 33 : 102～107, 1997.
 - 6) 篠田圭司，徐 成徳，広瀬永康，山口和史，田村康夫，吉田定宏：乳歯列期小児における顎運動の再現性について。小児歯誌，25：273～280，1987。
 - 7) 篠田圭司：小児におけるガム咀嚼時の顎運動パターンについて。小児歯誌，6：371～390，1988。
 - 8) 市橋正昭：小児におけるチューインガム咀嚼時の矢状面顎運動パターンの解析。小児歯誌，28：432～448，1990。
 - 9) 佐久間孔毅：マルチフラッシュ装置による有歯顎の前後および開閉運動の研究。補綴誌，6：1～40，1962。
 - 10) 河野正司：下顎の矢状面内運動に対応する顎頭運動の研究 第2報 マルチフラッシュ装置による矢状面内運動軸の解析。補綴誌，12：350～380，1968。
 - 11) 福島俊士：習慣性開閉運動における顎頭運動の研究。補綴誌，15：267～289，1971。
 - 12) 長谷川成男，藍 稔，河野正司，坂東永一，真柳昭紘，野村孝太郎，福島俊士，川口豊造：下顎限界運動における全運動軸の立体的測定。補綴誌，19：434～443，1975。
 - 13) 中野雅徳：側方滑走運動における顎路と歯牙路に関する研究。補綴誌，19：647～665，1976。
 - 14) 古屋良一，三浦宏之：顎機能異常の診査・診断法としての下顎運動解析法への臨床的アプローチ。顎機能誌，1：135～138，1983。
 - 15) 中野雅徳：顎機能異常を惹き起こす歯のGuideについて。顎機能誌，2：7～12，1984。
 - 16) 坂東永一：デジタル方式による下顎運動測定。顎機能誌，2：137～143，1984。
 - 17) 鈴木 温：デジタル方式下顎運動測定器による下顎限界運動の6自由度解析。補綴誌，31：712～725，1987。
 - 18) 藤村哲也，坂東永一：デジタル方式顎運動測定器の開発。補綴誌，35：830～842，1991。
 - 19) 加藤泰二：下顎限界運動と最大顎開閉口運動による顎機能診断。補綴誌，41：571～582，1997。
 - 20) 菊池元宏，赤坂守人：磁気を利用した下顎運動6自由度測定装置の開発 一第1報 その基本的特性について一。小児歯誌，31：859～869，1993。
 - 21) 菊池元宏，能地康和，赤坂守人：磁気を利用した下顎運動6自由度測定装置の試作 一その臨床応用における精度について。顎機能誌，1：79～85，1994。
 - 22) 山崎要一：セルスポットを応用した下顎多点運動解析システムの開発と乳歯列期小児の側方滑走運動に関する研究。小児歯誌，27：395～414，1989。
 - 23) 金沢興燮：小児の滑走運動の特性に関する研究 一特に前頭面下顎移動量の検討について一。日大歯学，72：581～588，1998。
 - 24) 山口公子，郡由紀子，重本修伺，住友路子，坂東永一，西野瑞穂：小児の6自由度顎運動解析。顎機能誌，6：43～54，1999。
 - 25) 河野正芳，高橋康男，金沢興燮，菊池元宏，赤坂守人：小児の側方滑走運動時におけるサイドシフトに関する研究。小児歯誌，37：761～767，1999。
 - 26) 能地康和：咬合発育段階における前方滑走運動時の矢状顎路の変化に関する研究。日大歯学，71：573～583，1997。
 - 27) 早崎治朗，山崎要一，中田 稔：小児の下顎前方滑走運動に関する研究。小児歯誌，29：379～388，1991。
 - 28) 長谷川成男，栗山 實：フォローアップシステムと検査—ナソヘキサグラフ—。補綴臨床別冊，医歯薬出版（東京），239～244，1996。
 - 29) ナソヘキサグラフ（顎口腔機能統合検査装置）取扱説明書。小野測器（神奈川），33～34。
 - 30) 平井志都子：Hellmanの咬合発育段階に基づく小児の下顎切歯運動路の推移について。小児歯誌，28：108～132，1990。
 - 31) Benght Ingerval : Range of movement of mandibular in children. *Scand. J. Dent.*, 78 : 311～322, 1970.
 - 32) 洪井尚武，間下喜一：小児の下顎運動限界位について。歯学，69：908～914，1982。
 - 33) Gibbs, C. H., Wickwire, N. A., Jacobson, A. P., Lundeen, H. C., Mahan, P. E. and Lupkiewicz, S. M. : Comparison of typical chewing pattern in normal children and adults. *J. A. D. A.*, 105 : 33～42, 1982.
 - 34) 飯島英世：小児の下顎運動範囲に関する研究。小児歯誌，24：163～178，1986。
 - 35) 重本修伺，坂東永一：ブラキシズム解析用顎運動測定器の開発。補綴誌，40：379～389，1996。
 - 36) 中田 稔，山崎要一，早崎治朗：6自由度顎運動測定器の臨床への展開 一小児の顎機能診査への6自由度顎運動測定器の適用一。補綴誌，42：921～927，1998。
 - 37) 保母須弥也，可知和之：基準点としてのヒンジアキシス，補綴臨床別冊。調節性咬合器：73～82，1977。
 - 38) Beck, H. O. : A clinical evaluation of the arcon concept of articulation. *J. Prosth. Dent.*, 9 : 409～421, 1959.
 - 39) 河野正司，福島俊士：全運動軸の描記法による求め方。補綴誌，17：121～125，1985。
 - 40) 塩澤恭郎：下顎任意点の運動解析 第2報 下顎限界運動の立体的解析。補綴誌，26：148～164，1982。
 - 41) 加藤一誠，石岡 靖：後方基準点としての全運動軸点。補綴臨床，20：339～344，1987。
 - 42) 築山美和，古谷野潔，築山能大，水野幹生，末次恒夫：側方運動における顎頭部三次元動態に関する研究 一第1報 側方運動解析のための新しい顎頭部基準点について一。補綴誌，37：159～171，1993。
 - 43) 山口和史，周 瑞瑛，長谷川信乃，堀川容子，田村康夫，吉田定宏：成長に伴う小児の最大開口量の変化。小児歯誌，31：911～918，1993。
 - 44) 山内和夫：側頭骨顎関節面の形態的成長とその意義。広歯誌，5：91～96，1973。
 - 45) 佐久間孔毅：マルチフラッシュ装置による有歯顎の前

- 後および開閉運動の研究. 口病誌, **26**: 1511~1536, 1959.
- 46) 小池将浩: 下顎窩の發育に関する研究. 歯科学報, **70**: 83~103, 1970.
- 47) 鍋木雅昭: 下顎頭の解剖学的研究 2. 下顎頭の發育に関する研究. 歯科学報, **70**: 1532~1549, 1970.
- 48) 黒田百樹: 下顎頭の関節窩に対する位置に関する研究. 歯科学報, **74**: 368~417, 1974.
- 49) 野坂久美子, 金子信一郎, 金子裕二, 大川静子, 佐々木仁弘: 乳歯列, 混合歯列, 永久歯列の咬合平面と切端咬頭頂連続曲線との関係について —特に上顎歯について—. 小児歯誌, **14**: 76~82, 1976.
- 50) 成瀬克子, 山崎要一, 中田稔: 側方滑走運動中の乳歯咬合小面の対向関係に関する研究 —3次元解析システムの開発—. 小児歯誌, **33**: 975~984, 1995.
- 51) 竹中稔, 山崎要一, 緒方哲朗, 小田 博, 早崎治朗, 阿部和久, 中田 稔: 第一大白歯萌出前後における乳歯咬合小面の三次元的推移に関する研究. 小児歯誌, **28**: 313~326, 1990.
- 52) 三浦不二夫: 筋電図法による咀嚼筋の活動様式に関する研究(特に咬筋, 側頭筋, 顎二腹筋について). 口病誌, **23**: 291~320, 1956.
-

Characteristics of Incisal and Condylar Head Movements of Children with Mixed Dentition —Analysis of Three Dimensions 6 Degrees of Freedom—

HIDEMITSU NISHI and YASUO TAMURA

Department of Pediatric Dentistry, Asahi University School of Dentistry
(Chief : Prof. Yasuo Tamura)

Key words : Three dimensions 6 degrees of freedom, Incisor movement, Condyle head movement, Children

Abstract The purpose of this study was to examine the differences between the various measuring points for analyzing mandibular movements, i. e. the clinical vicinity point and the cephalometric revision point, and to examine the characteristics of the children with mixed dentition during mandibular movements at the incisal point and the bilateral condylar head points. Three dimension 6 degree of freedom jaw movement record devices (Gnatho-Hexagrafh®) were used for the study.

The wider a mouth was opened, the greater differences of the values due to the measuring points. However, as a significant positive correlation was found between both measurements, the paths of the mandibular movements for both measurements were found to be very closed. The ratio for the vertical movement of the condyle during mouth opening in children was relatively smaller than that of adults. During the lateral gliding movement of a mandible, the relative ratio values of the incisor point in children were smaller in the vertical dimension. The condylar movements for the working side in children were larger in the vertical dimension, and characteristic postero-superior and outer-lateral movements were found in children, whereas, the relative ratio values of condylar movements for the balancing side in children were smaller in the vertical dimension. During the frontal gliding movement of a mandible, the relative ratio values for both the incisor point and the condylar head point in children were smaller in the vertical dimension. However, there were no differences in the relative values for the sagittal and antero-posterior movements of the condyle between children and adults at any mandibular movement.

In conclusion, these findings suggest that, in children the characteristic movements of the condyles are smaller in the vertical dimension, and the condyle of the working side moves postero-superiorly and outer-laterally during the lateral gliding movement of a mandible.