

学位論文

skeletal Class II 不正咬合者における矯正治療前後の  
顎関節形態の変化について

小出 大吾

大学院歯学独立研究科 硬組織疾患制御再建学講座  
(主指導教員：山田 一尋 教授)

松本歯科大学大学院歯学独立研究科博士(歯学)学位申請論文

Morphological change of the temporomandibular joint before  
and after orthodontic treatment in skeletal Class II  
malocclusion

Daigo Koide

Department of Hard Tissue Research, Graduate School of Oral Medicine  
(Chief Academic Advisor : Professor Kazuhiro Yamada )

The thesis submitted to the Graduate School of Oral Medicine,  
Matsumoto Dental University, for the degree Ph.D. (in Dentistry)

## 要旨

### 【目的】

不正咬合患者の矯正治療による咬合の改善に伴い、下顎運動が変化することが報告されている。下顎運動の変化に伴い、顎関節部では負荷の変化に伴い、形態の変化が生じる可能性がある。しかしながら、不正咬合患者における矯正治療前後の顎関節形態変化の詳細には不明な点が多い。そこで、本研究では、成長要因のない skeletal Class II すなわち成人骨格性上顎前突症患者における矯正治療前後の顎関節形態変化について顎関節断層規格 X 線写真を用いて検討を行った。

### 【資料および方法】

松本歯科大学病院矯正歯科で、骨格性上顎前突症と診断され、小臼歯抜歯後、外科的矯正治療法を用いずマルチブラケット装置単独で治療した不正咬合患者 19 名（女性 19 名）を対象とした。なお、下顎骨偏位、顎関節症状、下顎頭や下顎骨変形を示す症例は含まれていない。動的治療開始時の平均年齢は 24.3 歳で、平均動的治療期間は 2 年 7 か月であった。初診時、動的治療終了時および保定開始から 2 年後に撮影した顎関節断層規格 X 線写真と、同時期の頭部 X 線規格写真で顎顔面形態変化を解析し、顎関節形態変化と顎顔面形態変化との関連性を検討した。

### 【結果および考察】

顎顔面形態の変化は、動的治療終了時に U1-FH と overjet は有意に減少し、interincisal angle は有意な増加が認められたことから、骨格性上顎前突症の動的矯正治療は目的通りに行われた。また、保定開始から 2 年後に U1-FH、overbite がわずかに有意に増加し、interincisal angle はわずかに有意に減少したものの、良好な咬合が維持されていた。顎関節形態の治療後の変化は、関節結節後方斜面傾斜角および下顎窩の深さは初診時から動的治療終了時および保定開始から 2 年後に有意な増加が認められ、下顎窩の前后的長さは初診時から動的治療終了時および保定開始から 2 年後に有意な減少が認められた。一方、下顎頭および顎関節腔の形態は、初診時から動的治療終了時および保定開始から 2 年後に有意な変化は認められなかった。正常な顎機能を有する者では、上顎前突者に対して矢状顎路角より矢状切歯路角が急勾配であることが報告され、さらに、上顎前突者には下顎切歯点の咀嚼運動経路において前方型シフト開口が報告されていることから、本研究でみられた関節結節後方斜面角、下顎頭滑走斜面角の増加は、成人骨格性上顎前突症患者では前歯部被蓋の改善によるアンテリアガイダンス

の付与により、咀嚼運動時の下顎骨の前方運動が減少し、そして、下顎窩への負荷が減少することで、顎関節の形態的適応変化が生じる可能性が推察された。

**【結論】**

成人骨格性上顎前突症患者では小臼歯抜去による矯正治療で、上顎前歯舌側傾斜による正常な前歯部被蓋の改善に伴い、関節結節後方斜面傾斜角が急勾配になり、結果として下顎窩の深さが増加した。すなわち、矯正治療による咬合の改善に伴い、下顎頭が機能運動する下顎窩の適応現象が生じることが示唆された。

## 緒言

生理的咬合は、その構成要素である上下顎咬合関係、歯周組織、頭部顔面の骨、顎関節、咀嚼筋、中枢神経などの組織がそれぞれの役割を果たし、かつ協調しながら機能することで成立している<sup>1)</sup>。このシステムの中で、咬合と顎関節は咬合の機能サイクルで密接な関連を持っており、咬合系の維持において重要である。

各種下顎運動において、下顎頭は関節円板を介して常に上方の下顎窩関節面と一定の間隔を保ち、それ自体が回転し、かつ下顎窩を移動できる。下顎頭の運動方向および移動量は下顎窩、関節結節および下顎頭の骨形態により規制されるとともに、関節を取り囲む関節包と靭帯によって制限を受けている。したがって、下顎頭運動は解剖学的構造と密接な関係があると考えられてきた<sup>2)</sup>。不正咬合患者の歯は、下顎運動時に様々な咬合接触を示し、下顎頭運動も正常咬合者とは異なることが示されている<sup>3)</sup>ことから、顎関節形態は咬合関係から影響を受けると考えられる。

これまでも、顎顔面骨格と顎関節形態の関連性は、多くの研究者によって報告されてきた<sup>4-7)</sup>。一方、矯正治療による咬合の改善に伴い下顎頭運動の変化が報告されている<sup>8-10)</sup>。下顎頭運動の改善に伴い、顎関節部の形態変化について報告がある<sup>11)</sup>。しかしながら、成長要因のない skeletal Class II すなわち成人骨格性上顎前突症患者における矯正治療前後の顎関節形態変化については未だに明らかにされていない。

そこで、本研究は成人骨格性上顎前突症患者の矯正治療前後の前歯部被蓋の改善に伴う顎関節形態の変化を明らかにすることを目的として、顎関節断層規格 X 線写真の解析を行った。

## 資料および方法

### 1. 被験者

被験者は松本歯科大学病院矯正歯科で ANB が 4 度以上の skeletal Class II と診断され、小臼歯抜去後、外科的矯正治療法を用いずマルチブラケット装置単独で全顎矯正治療を行った不正咬合患者 19 名（女性 19 名）を対象とした。動的治療開始時の平均年齢は 24.3 歳（18.4~30.4 歳）で、平均動的治療期間は 2 年 7 ヶ月であった。なお、下顎骨偏位を伴うもの、初診時、治療中、治療後に顎関節症状または下顎頭や下顎骨変形がみられるもの、顎関節症の既往があるものは含まなかった。顎関節断層規格 X 線撮影 (Sectograph; Quint Co. Ltd, Los Angeles, Calif.) は初診時 (T0)、動的治療終了時 (T1) および保定開始から 2 年後 (T2) に行った。さらに同時期の頭部 X 線規格写真 (以下セファログラム) で顎顔面形態変化を解析し顎関節形態変化との関連性を検討した。

### 2. 側面顔面形態

咬頭嵌合位でセファログラムを撮影して、同一計測者がトレースした。骨格上の 13 点をセファログラムで同定し (図 1)、8 個の角度計測と 2 個の線分計測を行った (図 2)。

### 3. 顎関節断層規格 X 線写真の撮影方法

初めに、顎関節断層規格 X 線写真の断層深度および断層角度を求めるために、頭部軸投影 X 線規格写真の撮影を行った。フランクフルト平面 (以下 FH 平面) と X 線照射軸が垂直となるようにレーザーアナラ

イザーを用いて患者の位置づけを行い、左右側イヤーロッドの midpoint を主 X 線が通過するように撮影した。なお、撮影条件は、焦点—フィルム間距離 150cm、管電圧 54kV、管電流 50mA で露出時間は 0.5 秒とした(図 3)。

次に、頭部軸投影 X 線規格写真を用いて、顎関節断層規格 X 線写真の撮影に必要な断層深度および断層角度を求めるために図 3 に示すようにトレースした。断層角度は、左右側イヤーロッドの midpoint を結ぶ直線に対する下顎頭の長軸水平傾斜角度  $\theta$  を用いた。断層深度は下顎頭中央点を通り、左右側イヤーロッドの垂直二等分線までの距離  $\gamma$  を撮影倍率 1.1 で除したものとした。これらの値を用いることにより、断層面は下顎頭長軸中央でそれに垂直な面となる。求められた断層深度および断層角度をもとに患者を定位し、その頭部の前後的傾斜は FH 平面が水平になるように固定して顎関節断層規格 X 線写真を撮影した<sup>12)</sup>。撮影条件は、焦点—フィルム間距離 160cm、焦点—イヤーロッドの中央点間距離 150cm、管電圧 54kV、管電流 50mA で露出時間は 3 秒とした(図 4)。左右側それぞれの顎関節断層規格 X 線写真を撮影後、トレースを行い、各部位の計測を行った。

#### 4. 顎関節断層規格 X 線写真の計測方法 (図 5)

顎関節断層規格 X 線写真の計測は、Mimura ら<sup>13)</sup>および Akahane ら<sup>14)</sup>の方法に準じた。参照点、参照線は以下に示すとおりとした。

##### 下顎窩(図 5a、b)

線分 A : 下顎頭表層の最上方点を通り、FH 平面に平行な線分

点 E : 線分 A と関節結節後方斜面との交点

線分 B : 点 E を通る関節結節後方斜面の接線

線分 C : 下顎窩の表層における最下点(点 A)を通り、FH 平面に平行な線分

線分 D : 点 A と関節結節の最下点(点 B)を通る線分

線分 E : 点 B を通り、FH 平面に平行な線分

##### 下顎頭(図 5-c)

線分 F : 下顎突起の最後縁部の接線

線分 G : 下顎頭の最後縁部から FH 平面に平行な線分

線分 H : 下顎切痕の最下点から FH 平面に平行な線分

線分 I : 下顎頭の頂点から線分 G 上で下顎頭の前後で交わる交点の midpoint (点 M) へ引いた線分

線分 J : 点 M から線分 F に平行に引いた線分

##### 関節腔(図 6)

線分 K : 点 A を通り、FH 平面に垂直な線分

計測項目は以下に示すとおりとした。

##### 下顎窩(図 5-a、b)

1. condylar pass angle: FH 平面と線分 B とで成す角度

2. eminence to FH plane angle: FH 平面と線分 D とで成す角度

3. total height of articular fossa: 線分 E と線分 C との距離
4. upper height of articular fossa: FH 平面から線分 C までの距離
5. lower height of articular fossa: FH 平面から線分 E までの距離
6. antero-posterior width of fossa: 点 B から鼓室燐裂までの距離

下顎頭(図 5-c)

7. condylar head angle: 線分 I と線分 G とで成す角度
8. condylar neck angle: 線分 J と線分 G とで成す角度
9. height of condyle: 下顎頭の頂点から点 M までの距離
10. height of neck: 線分 J 上で点 M から線分 H との交点までの距離
11. antero-posterior condylar width: 線分 G 上で下顎頭の前後の辺縁間の距離

関節腔(図 6)

12. anterior condylar joint space: 線分 K と線分 E の交点 H から、線分 E と前方へ 45 度を成す線分上の関節空隙の距離
13. superior condylar joint space: 線分 K 上の関節空隙の距離
14. posterior condylar joint space: 線分 K と線分 E の交点 H から、線分 E と後方へ 45 度を成す線分上の関節空隙の距離
15. A / P ratio : Anterior condylar joint space / Posterior condylar joint space の比

## 5. 計測誤差と統計処理

計測は同一計測者が日を改めて 2 回行い、平均値を算出して計測値とした。計測誤差を Dahlberg<sup>15)</sup> の公式を用いて評価した。計測誤差の最大は距離計測項目で 0.12mm、角度計測項目で 0.21° で、計測値に対して十分小さな値であると考えられた。

各計測項目の平均値と標準偏差を算出し、初診時、動的治療終了時および保定開始から 2 年後のそれぞれの左右の値、および左右それぞれ治療前後の値について反復測定分散分析法をおこなった。さらに、有意な差が出た要因に対して Bonferoni 法を用いた。

なお、本研究は松本歯科大学倫理委員会の承認を受けて実施された（承認番号 135）。

## 結果

### 1. 顎顔面形態の変化（表 1）

治療後に U1-FH と overjet は有意に大きく減少し、interincisal angle には有意に大きな増加が認められたことから骨格性上顎前突症の動的矯正治療は目的通りに行われた。また、保定後に U1-FH、overbite がわずかに有意に増加し、interincisal angle はわずかに有意に減少したものの、良好な咬合が維持されていた。

### 2. 顎関節形態の変化（表 2）

## 1) 治療前後および保定後の形態の左右差

治療前後および保定後それぞれの顎関節断層 X 線規格写真で下顎窩、下顎頭、関節腔の各計測項目の左右においては有意差は認められなかった。

## 2) 治療前後および保定後の形態変化

治療前後および保定後の condylar pass angle、eminence to FH plane angle、total height of articular fossa、upper height of articular fossa および lower height of articular fossa は有意に増加した。また、治療前後および保定後の antero-posterior width of fossa は有意に減少した。一方、治療前後および保定後の condylar head angle、condylar neck angle、height of condyle、height of neck、antero-posterior condylar width の下顎頭形態の計測項目と anterior condylar joint space、superior condylar joint space、posterior condylar joint space の関節腔形態の計測項目には有意な変化は認められなかった。

# 考察

## 1. 被験者の選定

治療前後および保定後の顎関節形態の比較検討を行うにあたり成長変化による影響を除く必要から、動的治療開始時の年齢が 18.4 から 30.4 歳（平均年齢 24.3 歳）の被験者を用いた。また、顎関節の形態については、下顎骨偏位がみられる症例では顎顔面形態の非対称<sup>16)</sup>に加え、顎関節の形態の左右差<sup>17,18)</sup>、下顎運動<sup>18)</sup>の不調和なども報告されている。そこで、本研究では顎関節症状がなく、偏位を伴わない骨格性上顎前突症患者を被験者として用いて治療前後および保定後の形態変化を検討した。

## 2. 顎関節断層規格 X 線写真の計測結果について

顎顔面形態と顎関節形態の関連について、SNA が大きいほど関節結節後方斜面傾斜角が急勾配であり<sup>19)</sup>、また、Arieta らは関節結節後方斜面傾斜角が skeletal Class I で最も大きく、次いで Class II、Class III と小さい値となることを報告している<sup>4)</sup>。さらに、このように前後的な顎顔面形態と関節結節後方斜面傾斜角の関係が報告により異なることについては、関節結節後方斜面傾斜角が咬合に加え年齢、性別、切歯路などの要因の影響を受けるためであると考察されている<sup>4)</sup>。一方、Enami らは、矯正治療後の関節結節後方斜面傾斜角の変化について、下顎前突症患者の下顎枝矢状分割骨切術後に関節結節後方斜面角度、下顎頭滑走斜面の傾斜角度は術後有意に減少することを報告した<sup>11)</sup>。これは、下顎枝矢状分割骨切術による前歯部被蓋の改善後に、下顎頭が下顎窩で前方運動が増加して下顎窩への負荷が増加すること、さらに術後側方運動の誘導部位が大臼歯部から犬歯部に変化することにより、下顎頭が下顎窩に沿って前方へ移動するようになることで、関節結節への負荷も増加することで、下顎窩形態が変化すると推察されている<sup>11)</sup>。

関節結節後方斜面傾斜角は下顎骨の機能運動と関連することが推察される。さらに、下顎前方運動時の矢状顎路角は矢状切歯路角に密接に関連していることが指摘されている<sup>20,21)</sup>。さらに、Kohno らは正常な下顎運動では、生理学的な下顎頭の回転を考慮すると、矢状切歯路角は矢状顎路角よりも急勾配であるべきと提案している<sup>21)</sup>。さらに Ogawa らは、下顎運動の研究から顎機能異常のない者は上顎切歯舌側面の傾斜角は、矢状切歯路の傾斜角に近いことを示している<sup>22)</sup>。

本研究の結果から、治療後上顎前歯の舌側傾斜による正常な前歯部被蓋の獲得とともに、skeletal Class II 被験者の下顎窩と関節結節の骨改造による下顎窩の深さの増加を伴う関節結節後方斜面傾斜角の有意な増加が動的治療終了後および保定後に示された。すなわち、上顎前歯の舌側傾斜による矢状切歯路角の増加に伴い矢状顎路角が急勾配になり、その結果、下顎窩への負荷が軽減して、関節結節後方斜面傾斜角も急勾配になるといった形態的適応現象が生じる可能性が推察された。上顎前突者における咀嚼運動は下顎骨が前方へシフトしながら開口することが報告されている<sup>23)</sup>。したがって、本研究で示された関節結節後方斜面傾斜角の増加は、overjet の改善に伴い咀嚼運動の開口時の下顎骨の前方シフトの減少による関節結節後方斜面への負荷の減少も関連している可能性が推察された。

下顎頭については、下顎窩への負荷の方向により、下顎頭の骨梁が変化することが報告され<sup>24)</sup>、Wolff の法則から骨は力学環境に合わせて形成あるいは吸収され、その強度を維持するのに適した形と量に調整されると報告されている<sup>25)</sup>。また、不正咬合別の下顎頭への負荷の方向については、Class II が最も前方に、次いで Class I、III で、前後的な顎顔面形態の違いにより下顎窩の下顎頭への負荷の分布の変化が報告されている<sup>26)</sup>。治療後の下顎頭形態の変化については、骨格性下顎前突症患者の下顎枝矢状分割骨切術後に下顎頭前後径が有意に増加することが報告されている<sup>11)</sup> が、上顎前突矯正治療後の下顎頭形態の変化については報告されていない。本研究では、成人骨格性上顎前突症患者の動的治療前後および保定後において下顎頭形態の変化は見られなかった。下顎頭形態に影響を及ぼす因子として咬合力が関連すると報告されている<sup>27)</sup>。すなわち、咬合力が大きいほど下顎頭前後径が大きいことが示されている<sup>27)</sup> が、上顎前突の咬合力は動的治療前から動的治療後、保定後に増加が見られるが平均圧力において有意差は認められなかったと報告している<sup>28)</sup>。さらに、歯間接触、歯根膜、歯槽骨などの支持組織の状態や垂直的顎顔面形態によっても咬合力は影響されると述べられている<sup>28)</sup>。そのため、成人骨格性上顎前突症患者の動的治療前後および保定後において下顎頭形態に変化は見られなかったと推察される。

関節腔の空隙について、ヒト顎関節の解剖学的研究から顎関節を構成する軟組織の厚みは前方部で 2.91mm、上方部で 1.98mm、後方部で 3.07mm と報告されている<sup>29)</sup>。本研究では、X 線写真上の値で、左右の関節腔は平均値で前方部 2.3mm、上方部 2.4mm、後方部 2.45mm を示し、解剖学的報告とほぼ近似した値を示した。すなわち、関節腔の空隙は矯正治療の影響を受けないことが示された。

下顎窩における下顎頭の前後的位置について、急性の開口障害および疼痛を有するものでは下顎頭の後方偏位が多く、下顎窩における下顎頭の前後的位置を評価することは重要であると考えられている<sup>30,31)</sup>。下顎頭の関節腔内での位置を評価する A/P 比は、Gianelly ら<sup>32)</sup>によると  $0.8 \pm 1.2$  の範囲を下顎頭を中心位とされている。さらに、Dumas らは顎関節症を伴わない被験者の A/P 比は  $0.98 \pm 0.45$  であったと報告している。また、上顎前突症例の下顎窩における下顎頭の位置について、Angle Class I div.1 では前方位 50%、中心位 40%であることが示されている<sup>33)</sup>。本研究では、被験者は上顎前歯が唇側傾斜を示す骨格性上顎前突症で、治療前の A/P 比は下顎頭のやや前方位を示し、Pullinger ら<sup>34)</sup>の結果と一致した。

矯正治療後の下顎窩における下顎頭の位置変化については、骨格性下顎前突症患者の外科的矯正治療後は、下顎窩でほぼ中央に位置していたことが示されている<sup>11)</sup>が、上顎前突治療後の下顎頭の位置変化については明らかにされていなかった。本研究の成人骨格性上顎前突症患者は、A/P 比は治療前  $0.98 \pm 0.10$ 、治療後



1.00±0.10 で、治療前はやや前方位で治療後は中心位に位置していた。これは、矢状切歯路が変化する状況で、下顎窩および下顎頭で骨改造が生じ、治療後に下顎窩の下顎頭の位置が中央に移動したものと推察された。

本研究は、動的治療開始時の年齢が 18.4 から 30.4 歳（平均年齢 24.3 歳）の成人骨格性上顎前突症患者を用い、平均治療期間 2 年 7 ヶ月、保定期間 2 年の顎関節形態変化を検討した。骨は一生を通じて絶えず吸収と添加（remodeling）より恒常性を維持しているが、加齢、機能の低下、代謝性骨疾患等に伴って骨の吸収が添加を上回ると皮質骨の菲薄化、骨梁の減少が見られるようになり、生理的骨量の減少が女性では 20 歳代から 80 歳代にかけて 40%が減少すると報告されている<sup>35)</sup>。今後は、未治療者の顎関節形態変化も含め詳細に検討をしたいと考えている。

## 結論

skeletal Class II 不正咬合者における矯正治療前後の顎関節の形態変化について顎関節断層規格 X 線写真を用いて検討し、次の結果が得られた。

1. 治療前後および保定後と顎関節形態の有意な左右差は認められなかった。
2. 治療前後および保定後の下顎頭滑走斜面の傾斜角度（condylar pass angle）、関節結節後方斜面角度（eminence to FH angle）、下顎窩の深さ（total height of articular fossa）、FH 平面から下顎窩上部までの距離（upper height of articular fossa）および FH 平面から関節結節下部までの距離（lower height of articular fossa）は有意に増加し、下顎窩前後径（antero-posterior condylar width）は有意に減少した。
3. 治療前後および保定後の下顎頭および関節腔の形態に有意な変化は認められなかった。

以上の結果から成人骨格性上顎前突症患者では小臼歯抜去による矯正治療で、上顎前歯の舌側傾斜による正常な前歯部被蓋の獲得に伴い、関節結節後方斜面傾斜角が急勾配になり、結果として下顎窩の深さが増加した。すなわち、矯正治療による咬合の改善に伴い、下顎頭が機能運動する下顎窩には骨改造による適応現象が生じることが示唆された。

## 参考文献

1. 和泉博之、浅沼直和（2014）ビジュアル生理学・口腔生理学 第3版，235，学建書院，東京。
2. 大石忠雄（1967）下顎頭運動の立場からみた顎関節構造の研究. 補綴誌11：197-220.
3. 村居聖子（1993）下顎開閉口運動時の下顎頭の限界運動による不正咬合の性格づけに関する研究. 神奈川歯学 27：465-79.
4. Arieta-Miranda JM, Silva-Valencia M, Flores-Mir C, Paredes-Sampen NA and Arriola-Guillen LE (2013) Spatial analysis of condyle position according to sagittal skeletal relationship, assessed by cone beam computed tomography. Prog Orthod 10:14-36.
5. Katsavrias EG and Halazonetis DJ (2005) Condyle and fossa shape in Class II and Class III skeletal patterns: a morphometric tomographic study. Am J Orthod Dentofac Orthop. 128: 337-46.
6. Rodrigues AF, Fraga MR and Vitral RW (2009) Computed tomography evaluation of the

- temporomandibular joint in Class II Division 1 and Class III malocclusion patients: condylar symmetry and condyle-fossa relationship. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 136:199-206.
7. Saccucci M, D'Attilio M, Rodolfino D, Festa F, Polimeni A and Tecco S (2012) Condylar volume and condylar area in class I, class II and class III young adult subjects. *Head Face Med* 14: 34.
  8. 山田一尋、福井忠雄、佐藤勇資、八巻正樹、森田修一、花田晃治 (1995) 外科的矯正治療を行った骨格性下顎前突者の術前後における下顎頭運動の変化. *日顎変形誌* 5: 236-46.
  9. 蕪澤 敏 (1995) 骨格性下顎前突症患者の外科的矯正治療前後における下顎運動の分析. *補綴誌* 39:47-57.
  10. Wang D, Fu H, Zeng R and Yang X (2009) Changes of mandibular movement tracings after the correction of mandibular protrusion by bilateral sagittal split ramus osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 67: 2238-44.
  11. Enami K, Yamada K, Kageyama T and Taguchi A (2013) Morphological Changes in the Temporomandibular Joint Before and After Sagittal Splitting Ramus Osteotomy of the Mandible for Skeletal Mandibular Protrusion. *Cranio* 31: 123-32.
  12. Ogawa, Y., Yoshikawa, Y., Maruyama, K., Nichimoto, M., Kato, Y. and Deguchi, T. (1988) Application of subtraction to T.M.J. Cephalometric laminagraph, *Journal of the Japanese Stomatological Society*, 37, 81-88.
  13. Mimura H and Deguchi T (1996) Morphologic adaptation of temporomandibular joint after chin cap therapy. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 110 : 541-546.
  14. Akahane Y and Deguchi T (2001) Morphology of the temporomandibular joint in skeletal class III symmetrical and asymmetrical cases: a study by cephalometric laminography. *J Orthod* 28: 119-127.
  15. Dahlberg G (1940) *Statistical methods for medical and biological students*. London: George Allen and Unwin: 122-32.
  16. 佐藤勇資、福井忠雄、原 省司、山田一尋、森田修一、花田晃治 (1993) 下顎の偏位度と下顎頭の形態・位置ならびに下顎頭運動の関連性について. *日顎誌* 5 : 58-68.
  17. 佐藤勇資、松岸 潔、福井忠雄、山田一尋、森田修一、花田晃治 (1994) 下顎の側方偏位と頭蓋冠形態の関連性について. *日顎変形誌* 4 : 96-103.
  18. 加藤嘉之、天顔俊泉、清水利江子、宇治正光、本橋信義、黒田敬之 (1994) 顔面非対称症例の正面頭部 X 線規格写真分析. *日顎変形誌* 4 : 87-95.
  19. 伊介昭弘、杉崎正志、田辺晴康、加藤征 (1991) 日本人下顎窩の形態学的研究. 第 3 報, 顔面計測値 (点計測, 線の計測) との関係. *日口外誌* 40 : 349-60.
  20. Lee RL : Anterior guidance. In Lundeen HC, Gibbs CH, (eds). (1982) *Advances in Occlusions*. Boston, MA John Wright: 51.
  21. Kohno S and Nakano M (1987) The measurement and development of anterior guidance. *J Prosthet Dent* 57:620-625.

22. Ogawa T, Koyano K and Suetsugu T (1997) The influence of anterior guidance and condylar guidance on mandibular protrusive movement. *J Oral Rehabil* 24:303-9.
23. 山田真一、吉田真理、東和生、瑞森崇弘、宮内修平、丸山剛郎 (1990) アンテリアガイダンスの異常における咀嚼運動経路に関する臨床研究. *日顎機能誌* 9:1-6.
24. O’Ryan F and Epker B (1984) Temporomandibular joint function and morphology: observations on the spectra of normalcy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 58: 272-9.
25. Frost H.M (1990) Skeletal structural adaptations to mechanical usage (SATUM): 1. Redefining Wolff’s law: the bone modeling problem. *Anat Rec* 226: 403-13.
26. Ueki K, Nakagawa K, Takatsuka S, Yamamoto E and Laskin DM (2008) Comparison of the stress direction on the TMJ in patients with class I , II , and III skeletal relationship. *Orthod Craniofac Res* 11: 43-50.
27. Kurusu A, Horiuchi M and Soma K (2009) Relationship between occlusal force and mandibular condyle morphology. *Angle Orthod* 79: 1063-9.
28. 北總博之 (2007) 矯正歯科治療前後における咬合接触の変化. *歯科学報* 107:293-302.
29. Hansson T and Nordstrom B (1977) Thickness of the soft tissue layers and articular disk in temporomandibular joints with deviations in form. *Acta Odontol Scand* 35: 281-8.
30. Weinberg LA (1979) Role of condylar position in TMJ dysfunction-pain syndrome. *J Prosthet Dent* 41: 636-43.
31. Weinberg LA (1980) Clinical report on the etiology and diagnosis of TMJ dysfunction-pain syndrome. *J Prosthet Dent* 44: 642-53.
32. Gianelly AA, Petras JC and Boffa J (1989) Condylar position and Class II deep-bite, no-overjet malocclusions. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 96: 428-32.
33. Dumas AL, Moaddab MB, Willis HB and Homayoun NM (1984) A tomographic study of the condyle/fossa relationship in patients with TMJ dysfunction. *J Craniomandibular Pract* 2: 315-25.
34. Pullinger AG, Solberg WK, Hollender L and Petersson A (1987) Relationship of mandibular condylar position to dental occlusion factors in an asymptomatic population. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 91: 200-6.
35. 上村修三郎、杉崎正志、柴田考典 (1990) 顎関節小辞典 日歯評論別冊, 180, 日本歯科評論社, 東京.

表1 顎顔面形態の治療前後および保定後の変化

計測項目	治療前(T0)		治療後(T1)		保定後(T2)		T0vsT1	T1vsT2	T0vsT2
	mean	S.D.	mean	S.D.	mean	S.D.	p	p	p
SNA (degrees)	81.6	1.0	81.3	0.9	81.3	0.9	NS	NS	NS
SNB (degrees)	76.0	0.9	75.8	0.9	75.8	0.9	NS	NS	NS
ANB (degrees)	5.7	0.4	5.6	0.4	5.7	0.4	NS	NS	NS
U1-FH (degrees)	114.8	2.4	107.7	1.3	108.2	1.3	**	*	**
IMPA (degrees)	97.6	1.7	95.3	1.2	95.4	1.2	NS	NS	NS
FMA (degrees)	31.8	1.2	32.4	1.3	32.7	1.4	NS	NS	*
interincisal angle (degrees)	115.8	3.5	124.7	1.9	123.8	1.9	**	**	**
occlusal plane angle (degrees)	11.9	1.1	12.8	1.2	13.0	1.2	NS	NS	NS
overjet (mm)	4.8	0.3	2.9	0.1	3.0	0.1	***	NS	***
overbite (mm)	1.4	0.6	2.4	0.1	2.7	0.1	NS	*	*

\* p<0.05 \*\*p<0.01 \*\*\*p<0.001 NS: Not significant

表2 顎関節形態の治療前後および保定後の変化

計測項目	Right side									Left side									Right vs left			
	T0		T1		T2		T0vsT1	T1vsT2	T0vsT2	T0		T1		T2		T0vsT1	T1vsT2	T0vsT2	T0	T1	T2	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	p	p	p	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	p	p	p	p	p	p	
(下顎窩)																						
1.condylar pass angle (degrees)	42.3	2.5	45.3	2.6	47.3	2.9	**	*	***	47.2	2.0	50.6	2.2	54.3	2.2	**	**	***	NS	NS	NS	
2.eminence to FH plane angle (degrees)	28.6	1.6	32.3	1.5	34.7	1.4	***	***	***	31.8	1.4	34.8	1.4	37.2	1.4	***	**	***	NS	NS	NS	
3.total height of articular fossa (mm)	7.3	0.4	7.6	0.4	7.8	0.4	**	*	***	7.7	0.3	7.8	0.3	8.0	0.3	*	**	***	NS	NS	NS	
4.antero-posterior width of fossa (mm)	20.2	0.4	19.4	0.3	18.8	0.3	**	*	***	19.3	0.3	18.9	0.3	18.2	0.3	NS	**	***	NS	NS	NS	
5.upper height of articular fossa (mm)	1.7	0.5	1.8	0.5	1.9	0.5	**	*	**	2.0	0.4	2.0	0.4	2.1	0.4	*	*	*	NS	NS	NS	
6.lower height of articular fossa (mm)	5.5	0.6	5.7	0.6	6.0	0.7	**	**	***	5.7	0.6	5.8	0.6	6.0	0.6	***	**	***	NS	NS	NS	
(下顎頭)																						
7.condylar head angle (degrees)	88.4	2.6	88.5	2.3	90.0	2.2	NS	NS	NS	88.1	2.3	89.5	1.8	89.3	1.8	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
8.condylar neck angle (degrees)	69.5	1.7	70.4	1.8	70.4	1.4	NS	NS	NS	71.3	1.8	71.0	1.5	71.3	1.6	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
9.height of condyle (mm)	8.8	0.7	8.8	0.6	9.0	0.8	NS	NS	NS	8.8	0.6	9.3	0.6	9.0	0.6	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
10.height of neck (mm)	9.9	0.7	1.0	0.6	9.9	0.7	NS	NS	NS	9.7	0.6	9.3	0.4	9.5	0.4	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
11. antero-posterior condylar width (mm)	9.8	0.6	9.8	0.6	9.9	0.6	NS	NS	NS	9.7	0.5	9.6	0.4	9.5	0.4	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
(関節腔)																						
12. anterior condylar joint space (mm)	2.3	0.2	2.2	0.2	2.3	0.2	NS	NS	NS	2.2	0.1	2.2	0.2	2.2	0.2	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
13. superior condylar joint space (mm)	2.3	0.2	2.4	0.2	2.3	0.1	NS	NS	NS	2.5	0.2	2.4	0.1	2.5	0.2	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
14. posterior condylar joint space (mm)	2.5	0.2	2.4	0.2	2.3	0.2	NS	NS	NS	2.5	0.2	2.4	0.1	2.4	0.2	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
15. A / P ratio	1.0	0.1	1.0	0.1	1.1	0.1	NS	NS	NS	1.0	0.1	1.0	0.1	1.0	0.1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

\* p<0.05 \*\*p<0.01 \*\*\*p<0.001 NS: Not significant

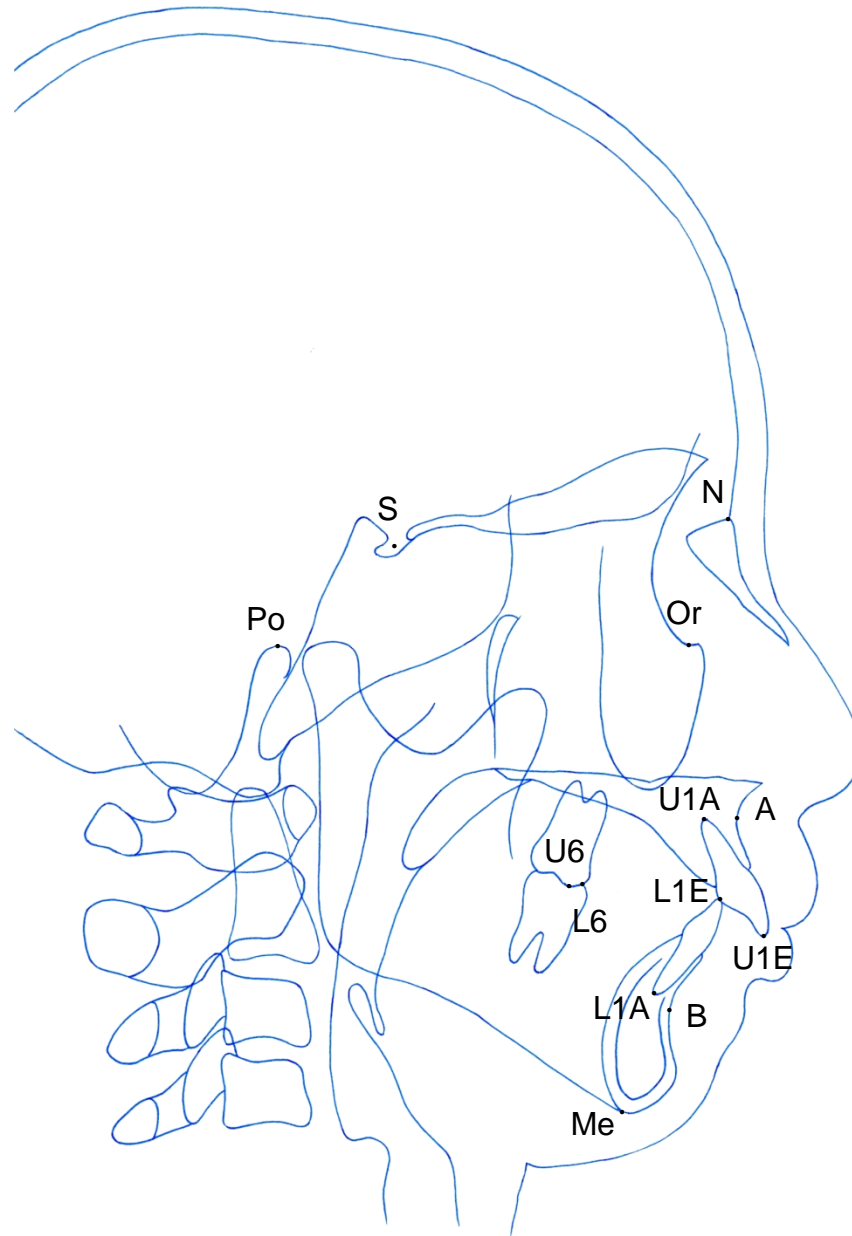
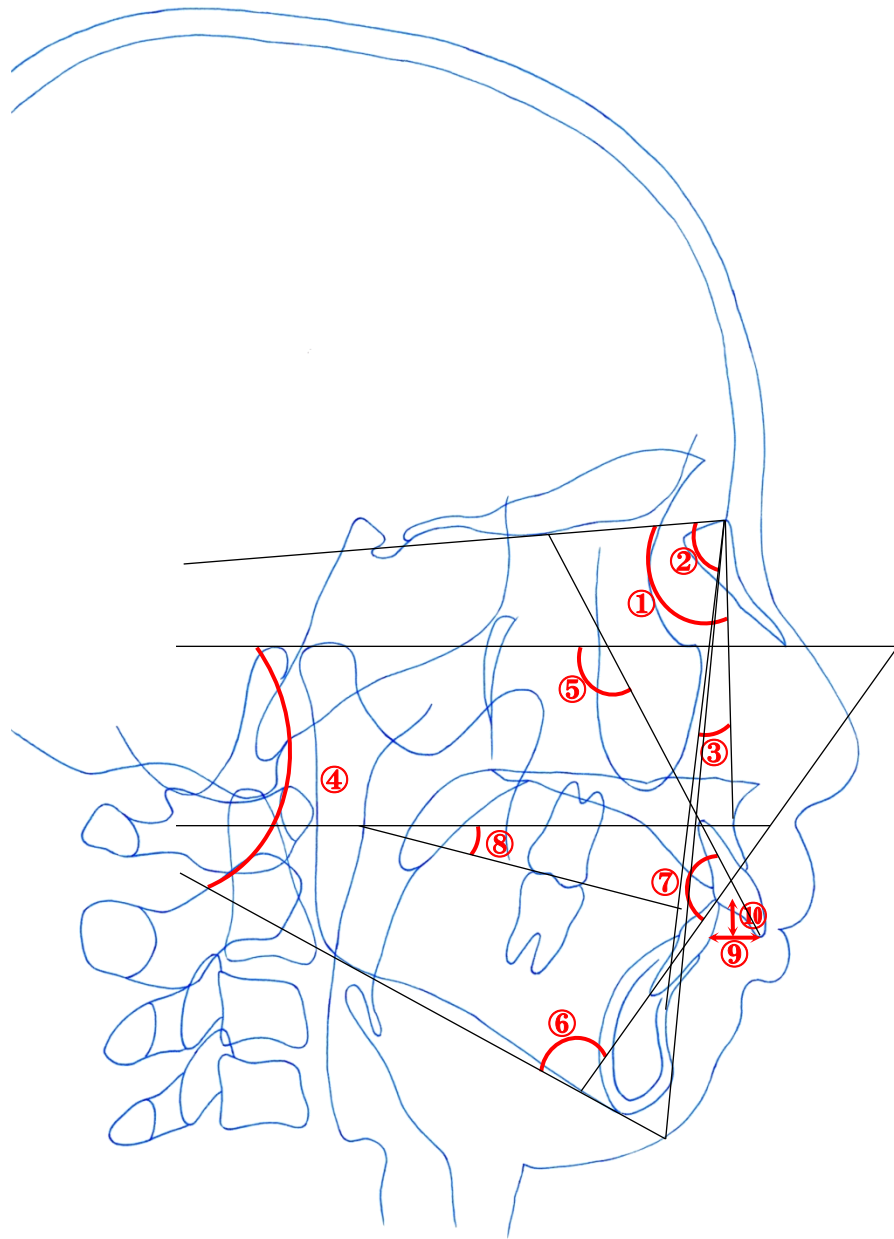
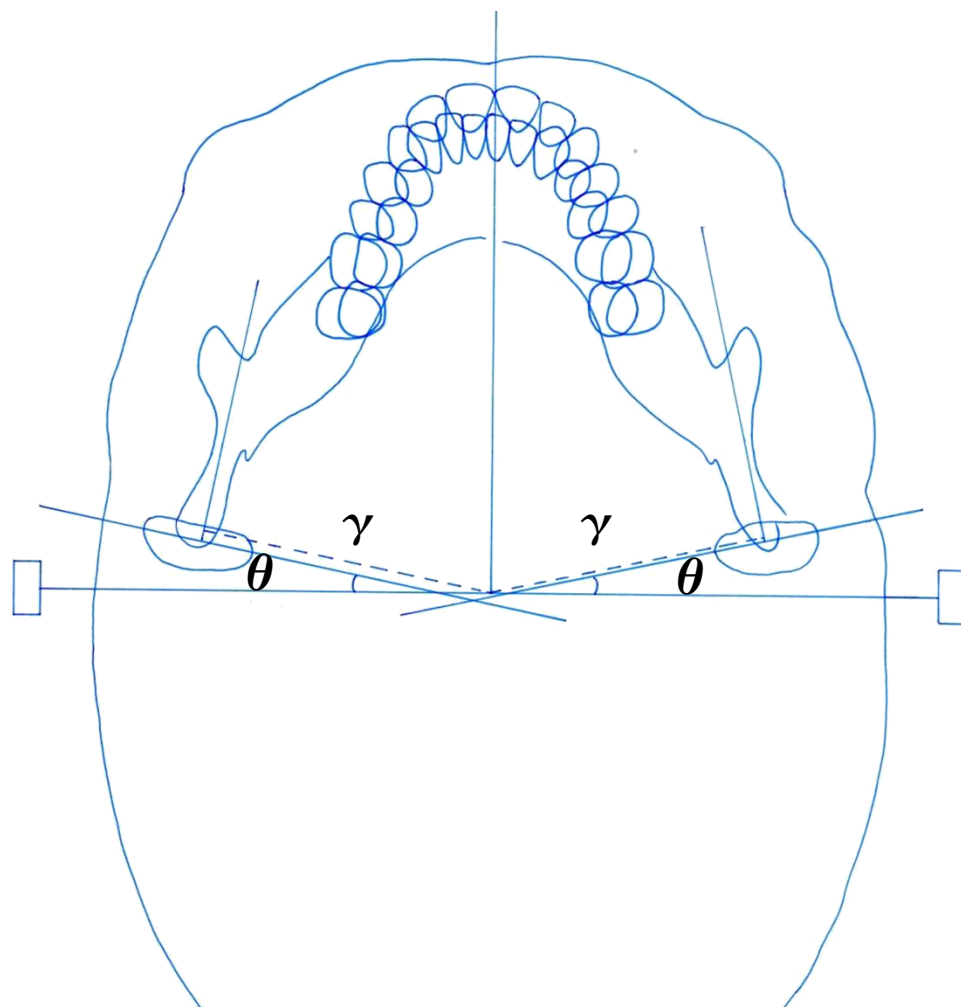


図1 側面セファログラム上の骨格系標点



- ①SNA
- ②SNB
- ③ANB
- ④FMA
- ⑤U1 to FH
- ⑥IMPA
- ⑦interincisal angle
- ⑧occlusal Plane Angle
- ⑨overjet
- ⑩overbite

図2 側面セファログラム上の角度計測と線分計測



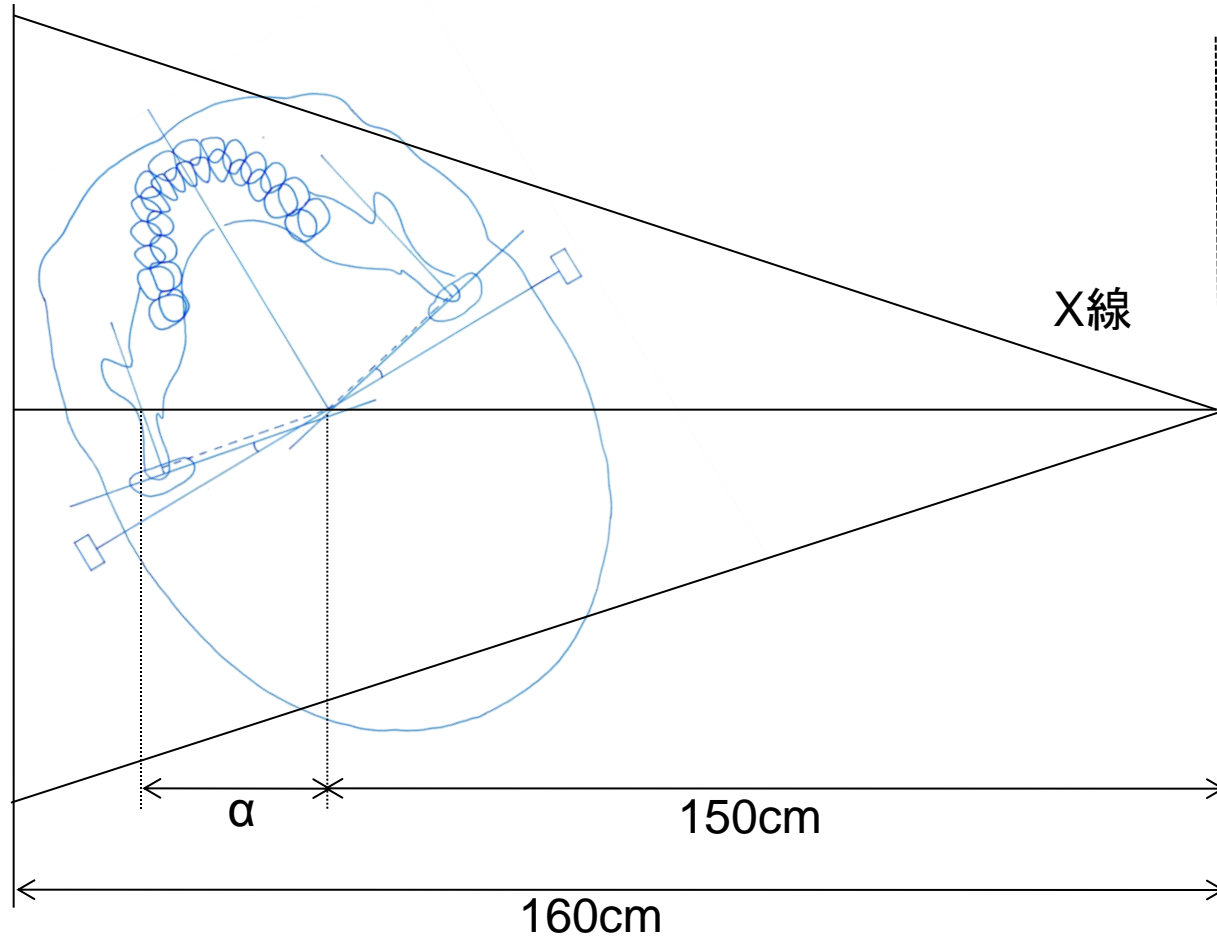
$\theta$ : 断層角度

$\alpha = \gamma \div 1.1$ : 断層深度

図3 頭部軸投影X線規格写真トレース図

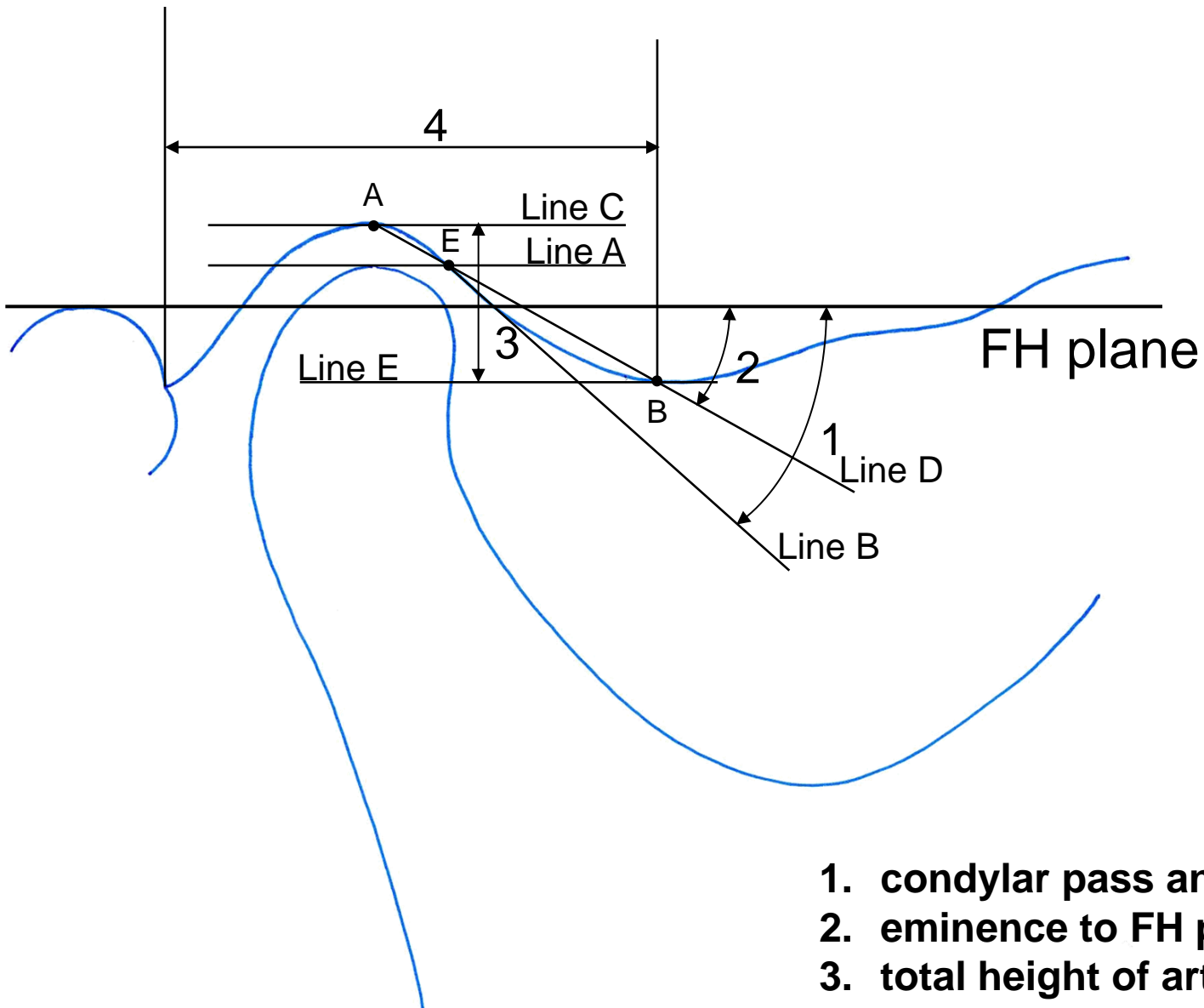


フィルム面



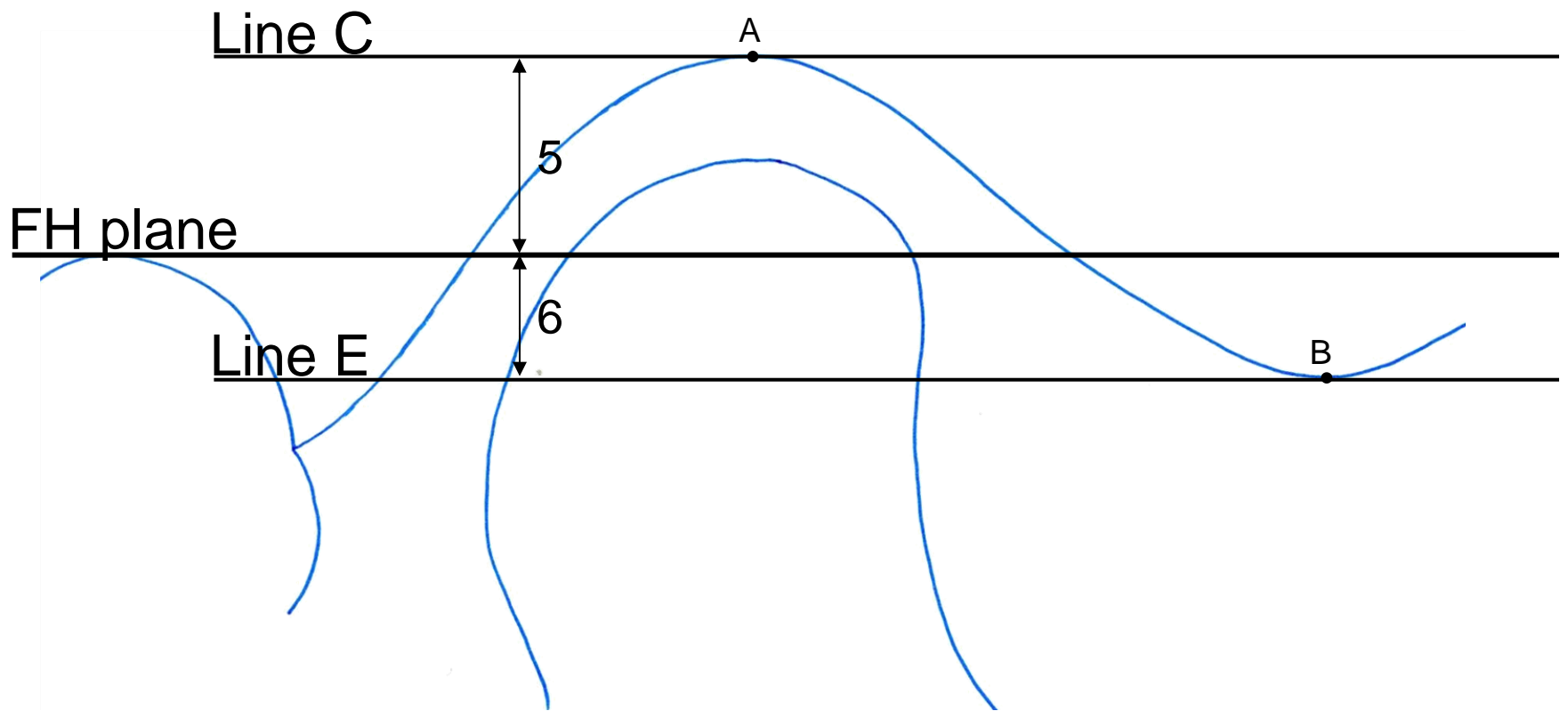
$\alpha = \gamma / 1.1$ : 頭部軸投影X線規格写真から得られた断層深度

図4 顎関節断層X線規格写真トレース図



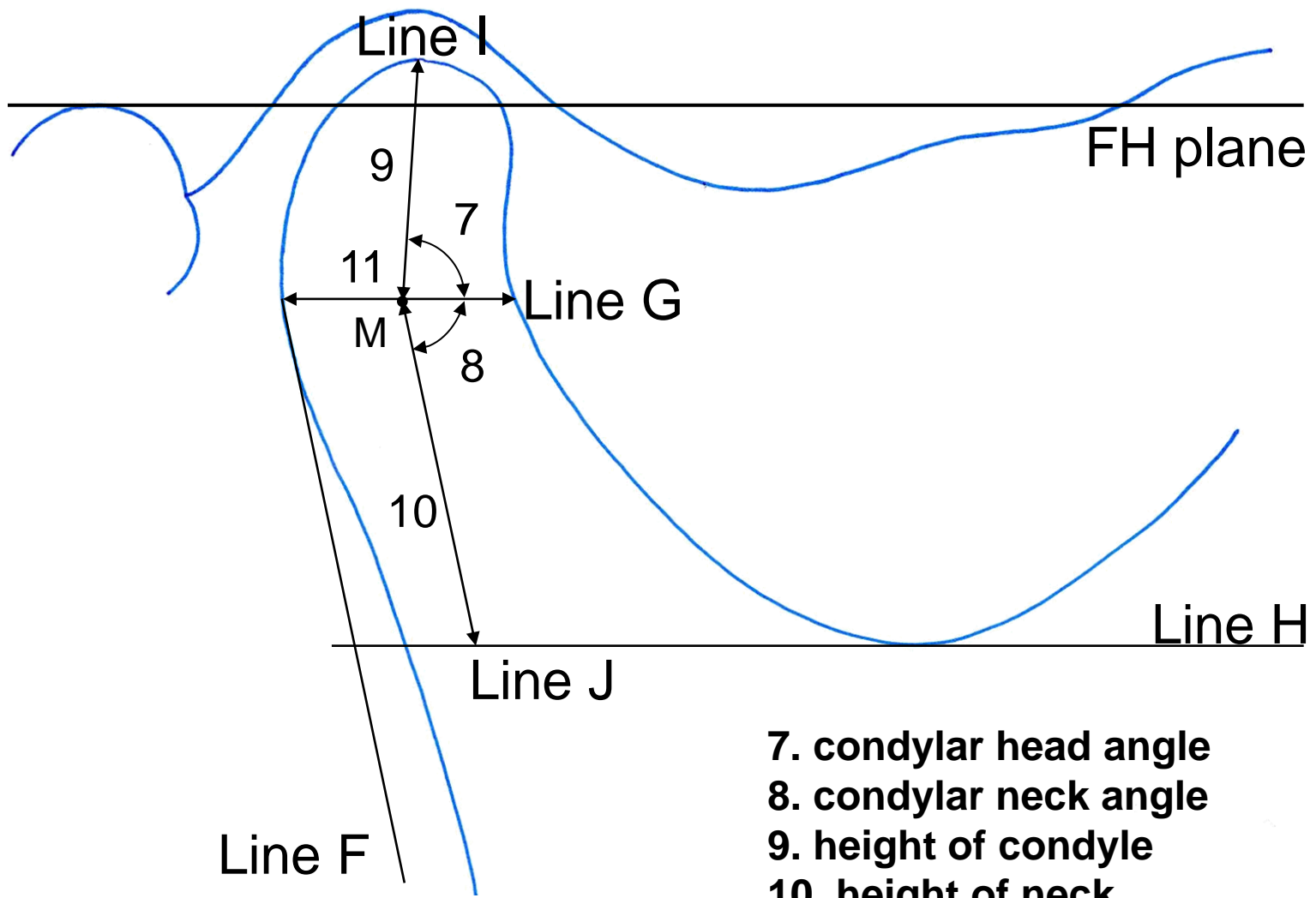
1. condylar pass angle
2. eminence to FH plane angle
3. total height of articular fossa
4. antero-posterior width of fossa

図5-a 顎関節断層X線規格写真の計測項目



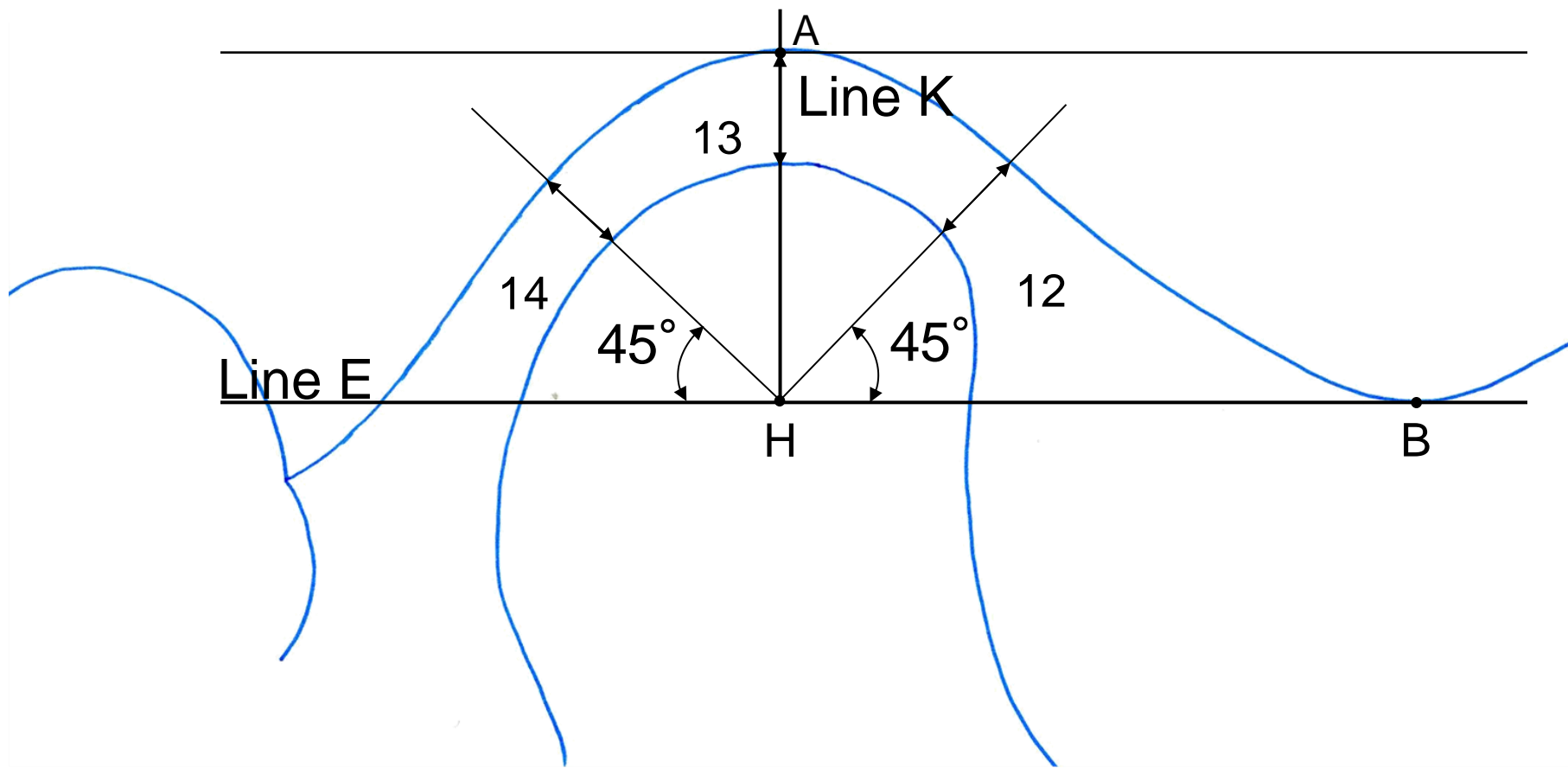
- 5. upper height of articular fossa
- 6. lower height of articular fossa

図5-b 顎関節断層X線規格写真の計測項目



- 7. condylar head angle
- 8. condylar neck angle
- 9. height of condyle
- 10. height of neck
- 11. antero-posterior condylar width

図5-c 顎関節断層X線規格写真の計測項目



- 12. anterior condylar joint space
- 13. superior condylar joint space
- 14. posterior condylar joint space

図6 関節腔の計測項目