原 著 論 文

補綴学的水平基準面に関する研究

—トランスファーされる歯列模型との位置的関係—

石上也澄志 小出 馨 旗手 敏

A Study on the Horizontal Reference Planes in Prosthodontics

—The Positional Relationship between Various Planes and Transferred Casts—

Yasushi Ishigami, Kaoru Koide and Satoshi Hatate

歯科補綴学的意義

フェイスボウ・トランスファーに利用される基準平面を比較評価した結果、内眼角から 23.3 mm 下方の点、内眼角と鼻翼下縁の中間点、上顎中切歯切縁から 43 mm 上方の点の 3 前方基準点を採用した基準平面では、付着される模型は近似した位置関係になるが、基準点設定の簡便性や模型の付着位置の再現性の問題から、臨床応用の際には、内眼角から 23.3 mm 下方の点を前方基準点とすることが適切であることが示唆された。

抄 録

目的：フェイスボウ・トランスファーを行う際には、水平基準面を利用して、患者の自然頭位をトランスファーできることが望ましいと考えられる。この際に用いられる基準平面は各種存在するが、それらによって咬合器上にトランスファーされる歯列模型の咬合平面傾斜度と付着位置への影響について明らかにすることである。

方法：被験者 100 名に対して、後方基準点を平均的顎頭点とし、前方基準点を ① 内眼角から 23.3 mm 下方の点（以下 C）、② 内眼角と鼻翼下縁の中間点（以下 M）、③ 上顎中切歯切縁から 43 mm 上方の点（以下 I）、④ 眼窩下点（以下 O）とした 4 つの基準平面を選択し、各々の基準点に鉛玉等を貼付したうえで、セファログラムを撮影し、各基準平面をトレースし、各基準平面に対する咬合平面の角度や上顎中切歯切縁の座標を求め、比較検討を行った。

結果：各基準平面に対する咬合平面の角度や、上顎中切歯切縁の座標はいずれも C、M および I を通る基準平面での値が近似しており、O を通る基準平面はほかに比べて大きく異なった値となった。

結論：C、M および I を前方基準点とした基準平面でフェイスボウ・トランスファーを行った場合、歯列模型の付着位置は近似したものとなるが、臨床的な考察より、C が自然頭位をトランスファーするのに適していることが示唆された。

和文キーワード

自然頭位、フェイスボウ・トランスファー、基準平面、前方基準点、セファログラム

日本歯科大学新潟歯学部歯科補綴学教室第 1 講座（主任：小出 馨教授）

Department of Removable Partial Denture, The Nippon Dental University, School of Dentistry at Niigata (Chief : Prof. Kaoru Koide)

受付：2000 年 8 月 1 日/受理：2000 年 10 月 23 日

Received on August 1, 2000/Accepted on October 23, 2000

I. 緒 言

歯科補綴学の分野においては、患者の模型を咬合器に付着して、間接的に種々の診断および補綴物の製作が行われており、その際、患者の頭蓋と顎関節に対する上顎歯列の位置的関係を咬合器上に再現するため、フェイスボウを用いてフェイスボウ・トランスファーが行われている。特に、審美性が問題となる補綴物の製作にあたっては、水平基準面を利用して、リラックスした状態における患者の自然な頭位、すなわち自然頭位¹⁻⁴⁾で歯列模型を咬合器上に付着することが望ましい場合が多い。

従来、その基準平面には、McCollum⁵⁾によって導入された前方基準点を眼窩下点とする axis-orbital plane が一般的に利用されてきた。この平面は、患者の水平基準面である Frankfort 平面とほぼ平行であり、臨床上基準平面としての有効性が高いとされてきた。

しかし、太田ら⁴⁾は自然頭位で上顎模型を咬合器に付着するための最も適切な基準平面は、後方基準点を左右の顎頭点に求めた場合、前方基準点は内眼角から 23.3 mm 下方の点とし、この 3 点を含む平面であることを明らかにした。

また、axis-orbital plane を用いて上顎模型を咬合器上にトランスファーした場合、しばしば咬合平面が咬合器の基準平面に対して前下方に急傾斜した状態で付着され、技工操作が困難になることが報告⁶⁻¹⁰⁾されており、その結果、上顎模型を咬合器の基準平面に対して急傾斜させることなく付着するための方法⁶⁻¹¹⁾についていくつかの報告がなされてきた。そして、現在もなお用いられている方法としては、後方基準点はいずれも左右の顎頭点に求めるものであるが、前方基準点は眼窩下点に求めて axis-orbital plane を用いる方法、内眼角と鼻翼下縁の中間点を前方基準点とする方法¹⁰⁾、右側中切歯切縁より 43 mm 上方の点を前方基準点とする方法⁷⁾があげられるが、これらの平面と自然頭位との関係については報告されてはいない。

本研究は、太田ら⁴⁾の報告した自然頭位で上顎模型を咬合器に付着する基準平面と、現在一般に臨床で用いられている基準平面との関係を明らかにすること、さらに、これらの基準平面を用いて咬合器に歯列模型

をトランスファーした場合の歯列模型の傾斜度や付着位置について明らかにする目的で、咬合器上の基準平面に対する上顎模型の咬合平面傾斜度や中切歯切縁の位置に着目し、100 名の被験者を対象として比較検討を行った。

II. 研究方法

1. 研究対象

被験者は、日本歯科大学新潟歯学部の職員および学生で、臨床的に全身ならびに顎口腔系に異常の認められない健康成人で、本研究の目的を書面をもって十分に説明し、理解と同意の得られた男性 50 名、女性 50 名 (19~31 歳、平均年齢 24.2 歳) の計 100 名である。

2. 基準点および基準平面

前方基準点には、1) 内眼角から 23.3 mm 下方の点 (The point at 23.3 mm below the inner canthus. 以下 C と略す)、2) 内眼角と鼻翼下縁の中間点 (The midpoint between the inner canthus and the inferior margin of the ala nasi. 以下 M と略す)、3) 右側上顎中切歯切縁から 43 mm 上方の点 (The point at 43 mm above the cutting margin of the upper central incisors. 以下 I と略す)、4) 皮膚面上から触診により求めた眼窩下点 (The orbital point in the skin. 以下 O と略す) の 4 点を選択した (図 1)。

後方基準点には、耳珠中央と外眼角を結ぶ線上で耳珠後縁から前方 13.0 mm の点を平均的顎頭点 (Beyron's point) として選択した。

基準平面は、各前方基準点と左右の後方基準点を結んだ 4 平面 (以下それぞれ CP, MP, IP, OP と略す) を選択した。

3. 測定方法

同一術者により、各被験者に対して皮膚面上に求めた前述の基準点に、直径 1 mm の鉛球を貼付した。咬合平面に関しては、右側上顎中切歯切縁と右側上顎第二大臼歯遠心頬側咬頭頂を結んだ直線とし、各々の部位に 1 mm 四方の鉛板を貼付した。その後、頭部 X 線規格写真撮影装置 (辰己社製) により被験者の頭部を固定し、X 線管球焦点・頭蓋正中矢状面間距離 150

図 1 The anterior reference points
前方基準点

CP : 内眼角から 23.3mm 下方の点を通る基準平面
MP : 内眼角と鼻翼下縁の中間点を通る基準平面
IP : 右側上顎中切歯切縁から 43mm 上方の点を通る基準平面
OP : 皮膚面上から触診により求めた眼窩下点を通る基準平面

図 2 The trace of radiogram
X線写真のトレース

cm, 頭蓋正中矢状面・フィルム面間距離 15 cm, 管電圧 110 kV, 管電流 80 mA, 撮影時間 0.06 秒の撮影条件のもと, X線フィルム(コニカ製 AIF)を用いて, 側方頭部X線規格写真を撮影した。

撮影した頭部X線規格写真を同一術者により, 各被験者ごとにトレーシングペーパー上にトレース(図2)し, 各基準点および咬合平面の基準となる2点をデジタイザー(関東電子社製 K-510)によりパーソナル・コンピュータ(富士通社製 FM-11)に入力し, 専用プログラムにより以下の項目について測定を行った。なお, デジタイザーの分解能は 0.1 mm である。

図 3 The XY-coordinate of the cutting margin of upper center incisor (This figure shows an example. XY shows co-ordinate of CP, and X'Y' shows co-ordinate of IP)
上顎中切歯切縁の XY 座標 (図は 1 例である。XY は CP の, X'Y' は IP のそれぞれ座標を表す)

1) 各基準平面と咬合平面のなす角度

咬合平面に対して各平面が顔面の前方で上方に傾斜している場合を (+), 下方に傾斜している場合を (-) として角度を求めた。

2) 各基準平面に対する上顎中切歯切縁の位置関係

後方基準点を 0 点, 各平面を X 軸, 平面と直交し後方基準点を通る仮想軸を Y 軸とした場合の上顎中切歯切縁の XY 座標を求めた (図 3)。この X 値は咬合器の顎頭からの水平的な距離に, Y 値の絶対値は咬合器の顎頭からの垂直的な距離に各々相当している (図 4)。

4. 分析方法

基準平面と咬合平面のなす角度, また基準平面に対する上顎中切歯切縁の座標を各基準平面ごとに男性被験者, 女性被験者, および被験者全体の平均値とその標準偏差を算出し, 各条件間で比較検討した。

なお, 被験者全体の上顎中切歯切縁の座標は XY 座標上にプロットし, 各基準平面ごとに 95% 範囲楕円を作成し比較検討した。

図 4 Relationship between XY-coordinate and articulator
XY 座標と咬合器の関係

III. 結 果

1. 基準平面と咬合平面のなす角度

図 5 は、男性被験者、女性被験者、および被験者全体における咬合平面に対する各平面のなす角度と標準偏差を示している。すべての測定値が+の値であり、このことは 100 名の被験者すべてにおいて、各基準平面が咬合平面に対して顔面の前方で上方に傾斜していることを示している。また、CP と各基準平面間に対応のある平均値の差の検定を行った結果、男性被験者では、CP と MP 間以外のすべての条件で有意な差が認められた。女性被験者では、CP と IP 間以外のすべての条件で有意な差が認められた。被験者全体では、すべての条件で有意な差が認められた。

また、各基準平面ごとに男女間に対応のない平均値の差の検定を行った結果、CP では有意な差は認められなかったが、そのほかの条件では有意差が認められた。

2. 各基準平面に対する上顎中切歯切縁の座標

1) 4 平面の 95% 範囲楕円

図 6 は、被験者全体の座標を基準平面別に 95% 範囲楕円で示したものである。いずれも X 軸方向を長軸とした楕円となっている。CP の楕円は、MP、IP 各楕円の大部分を共有していた。また、OP の楕円はほかの 3 つの楕円と比較して大きく後下方へ移動した位

図 5 Angular difference between the occlusal plane and each reference plane
咬合平面と各基準平面の角度差

置に存在した。

2) X 座標

図 7 は、男性被験者、女性被験者、および被験者全体における各基準平面に対する上顎中切歯切縁の X 座標の平均値と標準偏差を示している。それぞれの座標を被験者全体で比較してみると、OP の座標を除いた 3 座標は、83 mm を中央値とした ± 4 mm の範囲内に存在した。OP では、ほかの基準平面と比較して、平均値で約 8 mm 小さな値を示した。また、CP と各基準平面間に対応のある平均値の差の検定を行った結果、男性被験者、女性被験者、および被験者全体のすべての場合で、OP とは有意な差が認められたが、ほかの 2 者間においては、有意な差は認められなかった。

また、各基準平面ごとに男女間に対応のない平均値の差の検定を行った結果、すべての基準平面において有意な差が認められた。

3) Y 座標

図 8 は、男性被験者、女性被験者、および被験者全体の各基準平面に対する上顎中切歯切縁の Y 座標の平均値と標準偏差を示している。それぞれの座標を被験者全体で比較してみると、OP の座標を除いた 3 座標は、45 mm を中央値とした ± 4 mm の範囲内に存在した。OP では、ほかの基準平面と比較して、平均値で約 13 mm 大きな値を示した。また CP と各基準平面間に対応のある平均値の差の検定を行った結果、男性被験者では、CP と MP 間以外のすべての条件で有意な差が認められた。女性被験者では、CP と IP 間以外のすべての条件で有意な差が認められた。被験者全

図 6 95% density ellipse of each reference plane
各基準平面の95% 範囲楕円

図 7 The X-coordinate of edge of upper incisor from each reference plane
各基準平面からの上顎中切歯切縁のX座標

図 8 The Y-coordinate of edge of upper incisor from each reference plane
各基準平面からの上顎中切歯切縁のY座標

体では、各平面間のいずれの条件においても有意な差が認められた。

また、各基準平面ごとに男女間に対応のない平均値の差の検定を行った結果、IPでは、有意な差は認められなかったが、そのほかの基準平面では、有意な差が認められた。

IV. 考 察

1. 研究方法について

1) 被験者

本研究では、生体の基準値を求めるため、臨床的に全身ならびに顎口腔系に異常の認められない健康成人男性50名、女性50名、計100名(19~31歳、平均年齢24.2歳)を被験者として選択し、若年者と高齢者は被験者から除外した。また、咬合平面を角度の測

定基準とするため、第三大臼歯以外の歯牙欠損が認められる者は被験者から除外した。

さらに、本研究では側方頭部X線規格写真を撮影するため、その放射線被爆の影響を考慮し、被爆線量が必要最少量となるように撮影条件を設定するとともに、本研究の目的を十分に説明し、理解と同意の得られた者のみを被験者として選択した。

2) 基準点および基準平面の選択

(1) 前方基準点

本研究は、咬合器上に、患者の自然頭位をトランスファーすることを目的として前方基準点に太田ら⁴⁾の報告した内眼角から 23.3 mm 下方の点 (C) を求める方法と、現在もなお臨床で広く応用されている方法、すなわち、前方基準点として、眼窩下点 (O) を求める方法、内眼角と鼻翼下縁の中間点 (M) を求める方法、上顎中切歯切縁から 43 mm 上方の点 (I) を求める方法を対象として咬合平面の傾斜度と模型の付着される位置を比較検討した。

(2) 後方基準点

フェイスボウ・トランスファーに利用される後方基準点としては、一般に平均的顎頭点、蝶番軸点、全運動軸点の3種があげられる。蝶番開閉口運動の再現性を高めるうえでは蝶番軸点がより有利であるが、いずれの基準点を用いても咬合器の蝶番開閉口運動路の差はきわめて小さい。したがって、中心咬合位を正確に再現した場合には、いずれの後方基準点を用いても補綴物の咬合面形態に及ぼす影響は临床上問題にならない。そのため、臨床においては、計測が容易な平均的顎頭点が一般に広く用いられている⁷⁾。本研究では、臨床で最も使用頻度が高く、しかも解剖学的に求められる基準点である必要性から、後方基準点には平均的顎頭点 (Beyron's point) を選択した。

(3) 咬合平面

咬合平面は口腔内における上下顎歯の咬合する基準面であり、歯と歯列の関係のみならず咬合系の頭蓋・顔面に対する位置的関係を認識するものである。一般的には、下顎中切歯切端および左右下顎第二大臼歯遠心頬側咬頭頂を結ぶ平面と定義されている。しかし、先人の研究における咬合平面の設定には、上顎右側中切歯近心切端と上顎第一大臼歯遠心頬側咬頭頂を結んだ線¹²⁾、上顎右側中切歯近心切端と上顎第二大臼歯遠心頬側咬頭頂を結んだ線¹²⁾、上顎右側中切歯近心切端

と上顎第一大臼歯近心頬側咬頭頂を結んだ線¹³⁾、下顎中切歯切端と下顎第一大臼歯咬合面中央を結んだ線¹⁴⁾、上下顎中切歯切端の midpoint と上下顎第一大臼歯咬合面中央の midpoint を結んだ線¹⁵⁾および咬合平面を前歯部と臼歯部に分ける方法¹⁶⁾など種々の設定基準が報告されている。

本研究では、咬合器上へトランスファーされる上顎模型の位置を比較検討するために上顎歯列を基準として咬合平面を設定した。また、咬合平面の前方基準点には上顎中切歯切縁を、後方基準点には第一大臼歯よりも挺出による位置的变化の少ない上顎第二大臼歯遠心頬側咬頭頂を選択した。

3) 測定方法

これまで基準平面あるいは基準点の測定については、現在までに、顔弓に基準点を記録して測定する方法^{12,17~23)}、頭部X線規格写真から基準平面をトレースして測定する方法^{13~16,24~33)}、これらの方法を組み合わせて行う方法^{34,35)}などが報告されている。

頭部X線規格写真から基準平面をトレースして測定を行う方法は、先人の研究報告も多く、同一条件で頭部骨格と歯との客観的評価が可能であるなどの長所が多く認められる。しかし、X線写真上の基準点と生体上の基準点が一致するか否か疑問であること¹²⁾、撮影像に歪みや拡大が生じること²³⁾などの問題がある。

そこで本研究では、皮膚面上と歯面上の基準点に鉛玉や鉛板を貼付することにより、X線写真上の基準点の位置を明確にした。また、撮影像の歪みや拡大に関しては、吉岡ら²⁶⁾、青木²⁸⁾、川合³⁶⁾らによると、角度についてはほとんど修正の必要がなく、その歪みの方向は主線の通る中心から放射状であり、距離の拡大率は約 10.3% であることが報告されている。本研究では、これらの研究結果をふまえ、角度には修正を加えず、距離は拡大率から更正値を算出して評価した。

なお、基準平面および咬合平面はX線写真上に二次元的な直線として表れることから、画像に左右の基準点が一致せずに存在する場合にはその midpoint をとる方法が報告されている^{13~16,24~33)}が、この方法では左右の像の重なりから測定点が常に不明確になることが問題となる。また、左側と比較して右側のほうがカセットに近く、左側よりも右側にマークを付着したほうがより鮮明な像が得られるため、本研究では右側の基準点にX線不透過性の鉛玉や鉛板を貼付して撮影を行っ

た。

2. 測定結果について

1) 基準平面と咬合平面の角度差

自然頭位を咬合器上にトランスファーするための基準点を求めた報告や、その水平基準面と咬合平面の角度差を求めた報告は少ない。これは、Downs³⁷⁾の研究により Frankfort 平面が自然頭位を再現しうる真の水平基準面であると従来から広く認識してきたためであると考えられる。しかし、Frankfort 平面と咬合平面の角度差を求めた報告^{3,12~14,23,24,26,28,34)}では、 8.9° ~ 14.34° と大きくばらついている。これは測定方法の違いや、基準となる咬合平面の設定方法による違いによるものと考えられる。

自然頭位における水平基準面と咬合平面の角度差を求めた報告としては、椎貝³⁾の 14.8° 、平井ら³⁸⁾の 11.9° があるが、本研究の被験者全体で得られた CP の平均値 10.53° は基準となる咬合平面が異なることを考慮すると、これらの報告と近似した値であるといえる。

MP と咬合平面の角度差を求めた報告としては、わずかに波多野¹⁰⁾の平均 8.1° のみであり、この報告における咬合平面は上顎左右中切歯の近心隅角の midpoint と左右第一大臼歯の近心頬側咬頭頂を含む平面として求められている。これに対して、本研究における咬合平面は右側上顎中切歯切縁と右側第二大臼歯の遠心頬側咬頭頂を結んだ直線として求めており、被験者全体の平均値 11.96° は基準となる咬合平面の設定が波多野の研究との違いを考慮すると近似した結果であると考えられる。

IP と咬合平面との角度差についての報告はこれまで見受けられないが、本研究の結果では被験者全体の平均値が 8.89° であった。

axis-orbital plane (本研究における OP) と咬合平面の角度差を求めた報告としては、波多野¹⁰⁾の平均 16.0° があるが、これは、前述した MP と咬合平面の角度差を求めた報告と同時に行われた際の値であり、その際 MP と咬合平面の角度差が平均 8.1° で、axis-orbital plane (本研究における OP) との角度差と比較すると、約 8° の差が存在する。本研究での OP と咬合平面の角度差は被験者全体で平均 20.04° である。MP と咬合平面の角度差の平均は 11.96° で、OP との

角度差は約 8° であることより、波多野の報告と同様の結果となった。

また、以上の 4 基準平面間での平均値の差の検定結果より、OP はほかの 3 平面と比較して有意差が存在し、これより OP はほかの 3 平面と比較すると有意に大きな角度を示し、このことから、先人の報告と同様に、OP を基準平面とした場合、患者の自然頭位の状態をトランスファーできず、ほかの基準平面と比較して、咬合器に付着された上顎模型の咬合平面は前方に急傾斜することになる。

また、男女別に各基準平面間で検定を行った結果、男性では MP と CP が、女性では CP と IP が平均値の差の検定で有意な差を認めなかった。よって、男性では MP と CP が、女性では CP と IP が比較的近似した位置関係にあり、このことは、男性では MP、女性では IP でも患者の自然頭位の状態に近似したトランスファーができると考えられる。

また、各基準平面ごとに男女間で検定を行った結果、CP においてのみ男女間に有意な差を認めなかった。したがって、CP を用いてフェイスボウ・トランスファーを行った場合、付着された上顎模型の咬合平面傾斜度に、性差はないことが示唆された。

2) 基準平面に対する上顎中切歯切縁の座標

(1) X 座標

咬合器の後方基準点から付着された上顎模型の中切歯までの水平的な距離を計測し、検討した報告は少ない。これは、解剖学的咬合器自体が Bonwill の三角を元に設計されていることから、顎頭から中切歯までの水平距離はこの範囲に収まるということと、個体において基準平面の違いが顎頭から中切歯までの水平距離に与える影響が、垂直距離と比較して小さいと考えられていたためと考えられる。しかし、本研究の結果では、標準偏差や範囲楕円より、個体差が大きいことが示されている。これは、上顎中切歯の歯軸傾斜に個体差があること¹³⁾、中顔面の深さに個体差があること^{12,29)}、および歯列弓長径に個体差があること³⁹⁾によるものと考えられる。

4 基準平面で平均値の差の検定を行った結果から、OP はほかの 3 基準平面との間に有意差が存在し、このことより、OP で模型をトランスファーした場合、ほかの基準平面でトランスファーした場合と比較して、顎頭から上顎中切歯切縁までの水平的な距離が有

意に異なることが示された。

OP はほかの 3 平面と比較すると約 7 mm 小さく、このことは顎頭から上顎中切歯切縁までの水平的な距離が短く、模型は咬合器上で後方に位置すると考えられる。

また、本研究では、各基準平面ごとに男女間で検定を行った結果、すべての基準平面において有意差が認められた。解剖学的な基準点から上顎中切歯切縁までの水平距離を男女間で比較した研究には、小宮山¹³⁾、深谷²⁹⁾、野村⁴⁰⁾の報告がみられるが、いずれも本研究の結果と同様に男女間に有意な差が認められたことが報告されている。その要因としては、上顎中切歯の歯軸傾斜度に差があること¹³⁾、中顔面の深さや頭蓋の大きさに差があること^{29,40)}が報告されている。また山内³⁹⁾は、歯列弓長径において男女間に有意な差が認められたことを報告したが、この要因も本研究の結果に影響しているものと考えられる。

(2) Y 座標

基準平面から上顎中切歯切縁までの垂直距離は、トランスファーされた患者の上顎模型と咬合器の基準平面との上下的な位置関係に置き換えられる。

一般に補綴物の製作に際して、上下顎模型の歯列弓は上下的に咬合器の上弓と下弓のほぼ中間に付着されることが技工操作上望ましい^{41,42)}。そのため解剖学的咬合器は、それぞれに適した基準平面を設定して設計されており、その結果、フェイスボウ・トランスファーをした場合、模型の歯列弓は咬合器の上弓と下弓のほぼ中間に付着されるはずである。この点で Denar 咬合器におけるトランスファーの基準は、この条件を満たしているといえる。一方、Hanau や Dentatus 咬合器では OP を基準平面と定めているが、これによりフェイスボウ・トランスファーを行った場合、しばしば患者の上顎模型が極端に下弓よりに付着されることが報告されている^{6,9,10,32,43)}。

Frankfort 平面や OP と上顎中切歯切縁の垂直距離を計測した報告として、まず Frankfort 平面では、菅谷¹²⁾の 53.7 mm、小宮山¹³⁾の 54.5 mm、大西²²⁾の 56.8 mm などがあり、OP では、Pitchford⁴³⁾の 53 mm がある。本研究の結果では、OP と上顎中切歯切縁の垂直距離は被験者全体で平均 58.7 mm とこれらの報告と近似した値であった。

CP は、太田⁴⁾が被験者の自然頭位の状態をフェ

イスボウ・トランスファーするために求めた基準平面である。平井³⁸⁾は、自然頭位における水平基準面を後方基準点に平均的顎頭点を求めた場合、前方基準点には上顎中切歯切縁よりも上方 43.8 mm の点を設定することが適切であると報告している。また、Pitchford⁴³⁾は、自然頭位の状態を Hanau 咬合器にトランスファーした場合、基準平面の位置は上顎中切歯切縁よりも上方 43.22 mm であったと報告している。本研究の結果では、CP と上顎中切歯切縁の垂直距離は被験者全体で平均 45.8 mm であり平井らの報告や、Pitchford の報告と近似した値であった。

MP と上顎中切歯切縁の位置との比較については、波多野¹⁰⁾の $48 \text{ mm} \pm 4.1$ という報告のみであり、本研究の結果は被験者全体で平均 47.8 mm と波多野の報告と近似した値であった。

また、CP、MP、IP の 3 平面と上顎中切歯切縁との垂直距離は 45 mm を中央値として $\pm 4 \text{ mm}$ の範囲にあったが、OP とはいずれも約 13 mm の差があるという結果を得た。Gonzalez ら⁶⁾、Stade ら⁹⁾は、咬合器の操作性向上のためには、OP を採用すべきではないと報告している。

また、男女別に各基準平面間で検定を行った結果、男性では CP と MP が、女性では CP と IP が平均値の差の検定において有意差を認めなかった。よって、男性では CP と MP が、女性では CP と IP が近似した位置関係にあると考えられる。

また、各基準平面ごとに男女間で検定を行った結果、IP にのみ有意差を認めなかった。これは、前方基準点の解剖学的指標を上顎中切歯切縁にしていることから、中顔面の長さに影響されずに上顎模型の中切歯切縁の位置が咬合器の基準平面より 43 mm 下方の位置に付着されるので当然のことと考えられる。

ほかの前方基準点については基準となる解剖学的指標が中顔面にある。小宮山¹³⁾、深谷²⁹⁾、野村⁴⁰⁾は、中顔面の基準点から上顎中切歯切縁までの垂直距離には性差があることを報告している。また、飯塚⁴⁴⁾、山内⁴⁵⁾は、中顔面を通る基準平面から上顎中切歯切縁の距離が男性より女性より短いことを報告している。これらの結果は、中顔面に存在する前方基準点を通る基準平面に対して上顎中切歯切縁の示す垂直距離に性差が認められるという本研究の結果と一致するものである。

3. 臨床応用について

自然頭位を咬合器上にトランスファーするための基準として、太田ら⁴⁾は後方基準点を左右の顎頭点に求めた場合、前方基準点は内眼角から下方へ23.3 mmの位置に求めるのが適切であることを明らかにした。この自然頭位のための基準平面 (CP) に対して、MP と IP は技工操作の容易性を重視した基準平面として推奨されてきた。本研究の結果より、これらの3基準平面で患者の上顎模型を咬合器に付着する場合、近似した位置へのトランスファーが可能であると考えられる。特に、男性の場合はMPとCPが、女性の場合はIPとCPが、近似した位置に付着しようとえられる。

したがって、フェイスボウ・トランスファーのための基準平面としては以上の3基準平面のいずれを選択しても著明な差はないものと考えられる。しかし、臨床応用の際、基準平面の選択に考慮すべき点としては、(1) 咬合器への位置付けの容易性、(2) 基準点設定の簡便性、(3) トランスファー位置の再現性があげられる⁷⁾。内眼角と鼻翼下縁の中間点 (M) を前方基準点として用いる場合には、その計測が煩雑になり、設置の簡便性という点では問題である。また、上顎中切歯切縁より43 mm上方の点 (I) を前方基準点として用いる場合には、上顎中切歯の歯軸傾斜度に個体差と性差¹³⁾が認められるため、咬合器上へトランスファーされた咬合平面の傾斜度に差が生じることと、無歯顎者や基準となる上顎中切歯切縁が欠損や修復により変化した患者への応用が困難であることが考えられ、トランスファー位置の再現性という点で問題がある。なお、Denarの咬合器を使用する際、前方基準点の設定において、リファレンス・ロケーターで上顎中切歯切縁より43 mm上方の点を印記した後、内眼角からの距離も計測記録することにより、中切歯切縁を含む修復処置を行った後の同一患者における前方基準点の再現性を求めるとともに、頭位の補正を行うことが有効であるとの報告も見受けられる⁴⁶⁾。

なお、本研究の結果から、MPやIPを用いて上顎模型をフェイスボウ・トランスファーした場合には、その咬合平面の傾斜度に性差が生じるが、CPを用いた場合は、性差が生じにくいと考えられる。また、内眼角は頭部における解剖学的基準点のなかで位置決めが容易で、一生を通しての変化が少ない部位であ

り⁴⁷⁾、解剖学的計測基準点としてより望ましいと考えられる。

また、OPは従来からフェイスボウ・トランスファーのための基準平面として広く応用されているが、本研究の結果から、OPが咬合平面となす角度はほかの3平面と比較して約9°大きく、上顎中切歯切縁までの距離にして水平方向に約7 mm小さく、垂直方向に約13 mm大きいという著明な差が認められた。したがって、OPを基準平面として上顎模型を咬合器にトランスファーした場合には、自然頭位の状態と比較して、咬合平面や前歯の歯軸が前下方へ急傾斜した状態で咬合器に付着されることになり、咬合器の操作が困難になったり、咬合器の調節が不可能になるなどの問題が生じ、審美的調和のとれない補綴物を製作してしまう可能性が高くなることが改めて示唆された。

V. 結 論

咬合器に上顎模型を付着するために用いられる各種基準平面間で付着された上顎模型における咬合平面の傾斜度や位置を、頭部X線規格写真により比較した結果、以下の結論を得た。

1. 咬合平面に対する各基準平面の角度差の平均値は、CPで10.53°、MPで11.96°、IPで8.89°、OPで20.04°であった。OPを除く3平面間に著明な差は認めなかった。

2. 咬合器の顎頭から上顎中切歯切縁までの距離の平均値は、OPで水平方向に73.5 mm、垂直方向に58.7 mm、MPで水平方向に80.8 mm、垂直方向に47.8 mm、CPで水平方向に81.9 mm、垂直方向に45.8 mm、IPで水平方向に83.0 mm、垂直方向に43.7 mmであった。OPを除いた3者は、水平方向に80 mmを中央値とした±7 mm、垂直方向に45 mmを中央値とした±6 mmの範囲内に存在した。OPでは、ほかの基準平面と比較して、水平方向に平均値で約8 mm、垂直方向に平均値で約13 mmの差が認められた。また、OPを除く3平面間では著明な差は認めなかった。

3. 性差に関しては、咬合平面と各平面の角度差、および咬合器の顎頭から上顎中切歯切縁までの垂直方向の距離を検討した結果、男性ではMPとCP、女性ではCPとIPとの間に有意差は認められなかった。

また、CP において、咬合平面と各平面の角度差を男女間で比較した場合、有意差は認められなかった。

以上のことから、C, M, I の 3 前方基準点を用いた場合、患者の上顎模型を咬合器上に自然頭位と近似した位置でトランスファーすることが可能であり、特に男性では C と M が、女性では C と I がより近似した位置にトランスファーすることが可能であると示唆された。

しかし、臨床応用の観点から、M は基準点設定の簡便性の点で、I はトランスファー位置の再現性の点で問題があると考察される。一方 C を前方基準点としてフェイスボウ・トランスファーを行った場合では、基準点設定の簡便性の点やトランスファー位置の再現性の点で特に問題はなく、さらにトランスファーされた上顎模型の咬合平面傾斜度において男女間で有意差が認められないことから、自然頭位をフェイスボウ・トランスファーするための前方基準点のなかで実際の臨床応用にあたっては、内眼角から 23.3 mm 下方の点を用いる方法がより有効であることが明らかとなった。

稿を終えるにあたり、本研究の遂行にご助言、ご協力をいただきました近藤敦子、植木 誠、小島 隆の各先生ならびに被験者諸氏に感謝の意を表します。

文 献

- Broca PM. Sur les projection de la tete et sur un nouveau procede de cephalometrie. Bull Soc Anthropol 3 : 514-544, 1862.
- 服部 正. 自然頭位による頭部 X 線規格写真の研究. 日矯歯誌 43 : 461-477, 1984.
- 椎貝哲文. 自然頭位の矯正学的研究. 歯科学報 87 : 1541-1568, 1987.
- 太田敦子, 旗手 敏. 補綴学的水平基準面に関する研究—前方基準点の設定について—. 歯学 77 : 1470-1483, 1989.
- McCollum BB. Fundamentals involved in prescribing restorative dental remedies. Dental Items of Interest 61 : 552, 1939.
- Gonzalez JB, Kingery RH. Evaluation of planes of reference for orienting maxillary casts on articulators. J Am Dent Assoc 76 : 329-336, 1968.
- 五十嵐孝義. 模型付着. 井上昌幸, 金子一芳編, 補綴臨床別冊 調節性咬合器 182-192, 東京 : 医歯薬出版, 1977.
- 末次恒夫. 咬合器選択上の必要知識. 腰原 好, 斉木好太郎編, 歯科技工別冊 歯科技工と調節性咬合器 1-17, 東京 : 医歯薬出版, 1981.
- Stade EH, Hanson JG, Baker CL. Esthetic consideration in the use of face-bows. J Prosthet Dent 48 : 253-256, 1982.
- 波多野泰夫. ブリッジ製作におけるアルコン型咬合器. 五十嵐孝義, 渡辺嘉一編, 補綴臨床別冊 ブリッジの臨床 131-143, 東京 : 医歯薬出版, 1982.
- 松本直之, 羽賀通夫編. 咬合器マニュアル 13, 東京 : 医歯薬出版, 1982.
- 菅谷公一, 角倉 紳, 大平秀明ほか. 頭蓋・顔面における各種平面の相互関係について. 補綴誌 30 : 1347-1358, 1986.
- 小宮山 崇, 楠沢 修, 清水 忠ほか. 上顎咬合面に関する頭部 X 線規格写真の応用. 補綴誌 18 : 170-176, 1975.
- 奥田眞夫. 顎顔面形態と顎口腔機能との関連性に関する臨床的研究—特に咬合平面を中心に—. 阪大歯学誌 35 : 369-399, 1990.
- 奥田眞夫, 石井弘二, 石垣尚一ほか. 頭部側面 X 線規格写真による顎顔面形態と咬合平面の関連性について. 補綴誌 32 : 1268-1274, 1988.
- 早川 厳, 安斉 隆, 打田年実. 頭部 X 線規格写真計測法の補綴学的応用に関する研究 (とくに咬合平面について). 補綴誌 19 : 294-298, 1975.
- 林 都志夫, 水野克彌, 岡島睦矩. 歯列に関する研究 (その 1) 咬合平面について. 日口科誌 3 : 190, 1954.
- 林 都志夫. 歯列に関する研究 其の二 咬合平面. 口病誌 21 : 202, 1954.
- 林 都志夫, 榎本貞司, 水野克彌ほか. 歯列の研究 (その 1) 透視座標計. 補綴誌 1 : 59-61, 1957.
- 榎本貞司, 水野克彌, 中塚好朗ほか. 歯列の研究 (その 2) 透視座標計による 2, 3 の計測結果. 口病誌 26 : 253-258, 1959.
- 植木 稠. ODC 式頭部顔面計測描写器並びに ODC 式眼窩平面通過位測定器とその矯正診断上の応用について. 歯科医学 28 : 263-311, 1965.
- 大西 亮. ODC 模型描写器と本装置を用いて FH 平面と切端咬頭頂連続曲線を測定した結果について. 歯科医学 35 : 26-46, 1972.
- 加藤壽彦. 歯科臨床に應用される基準平面および基準線の検討. 愛院大歯誌 28 : 1-19, 1990.
- 川合容太郎. 頭部 X 線規格写真の補綴学的応用に関する研究. 補綴誌 3 : 32-47, 1959.
- 腰原 好. 顔面ならびに顎における形態と機能との相関性に関する研究. 歯科学報 68 : 329-355, 1968.
- 吉岡政雄, 窪田洋一, 上原 純ほか. 頭部 X 線規格写真による顔貌と歯列について 第 1 報 FH-Pl., Occ.-Pl., Mand.-Pl., および Esthetic-line の相関性. 補綴誌 13 : 174-183, 1969.

- 27) 森本克廣, 小宮山 嵩, 副島泰明ほか. 上顎咬合平面に関するレントゲンセファロメトリックスの応用. 補綴誌 16: 406, 1972.
- 28) 青木英夫. 日本人並びに米国人(白人) 青年男女側貌の頭部 X 線規格写真による比較研究. 歯科学報 72: 1120-1161, 1972.
- 29) 深谷昌彦, 高井克嘉, 稲本 浩ほか. 下顎前突症手術のための側貌計測法. 愛院大歯誌 11: 296-305, 1973.
- 30) 林 政男. 頭部 X 線規格写真の補綴学的検討 第 2 報 大臼歯部欠損における顔面部の変化について. 補綴誌 20: 74-80, 1976.
- 31) 林 政男. 頭部 X 線規格写真の補綴学的検討 第 1 報 年代別変化について. 補綴誌 20: 97-112, 1976.
- 32) Richard KK, Djeng SK, Ho CK. Orientation of the plane of occlusion. J Prosthet Dent 64: 31-36, 1990.
- 33) 太田敦子, 石上也澄志, 小出 馨ほか. 補綴学的水平基準面に関する研究—各種平面との相互関係—. 歯学 84: 68-73, 1996.
- 34) 上原 純, 蔦 明江, 吉岡政雄ほか. 鼻聴道線の側貌頭部 X 線規格写真による研究. 神奈川歯学 5: 11-17, 1970.
- 35) 溝上隆男, 小平 崇, 名波智章ほか. 日本人における咬合平面と Camper's line とに関する臨床的考察. 歯科学報 93: 725-732, 1993.
- 36) 川合容太郎. レ線セファロメーターによる映像の歪について. 口病誌 25: 140-148, 1958.
- 37) Downs WB. Analysis of the dentofacial profile. Angle Orthod 26: 191-212, 1956.
- 38) 平井 順, 佐藤文悟, 大津晴弘ほか. 基準平面とフェイスポートランスファーについて—特に前方基準点に関する計測学的研究—(会議録). 顎咬合誌 11: 57-58, 1990.
- 39) 山内和夫, 伊藤敬一, 末松 尚. 日本人青年男女正常咬合者の歯牙および歯列の計測による標準値. 日矯歯誌 24: 1-7, 1965.
- 40) 野村真弓, 鈴木敏正, 菅原泰典ほか. Modified mesh diagram analysis の日本人標準値について. 日矯歯誌 52: 93-103, 1993.
- 41) 森 基博, 小島 寿, 荻沢浩且. パーシャル・デンチャーこそはリハビリテーション(3) 模型を咬合器に付着して診査しよう. QDT 19: 548-552, 1994.
- 42) 保母須弥也, 高山寿夫, 波多野泰夫. 新編咬合学事典 465-466, 東京: クインテッセンス出版, 1998.
- 43) Pitchford JH. A reevaluation of the axis-orbital plane and the use of orbitale in a facebow transfer record. J Prosthet Dent 66: 349-355, 1991.
- 44) 飯塚哲夫, 石川富士郎. 頭部 X 線規格写真による症例分析の基準値について. 日矯歯誌 16: 4-12, 1957.
- 45) 山内和夫, 秋山敬子, 松井泰生ほか. 頭部 X 線規格側貌写真計測による成年男女の標準値について. 日矯歯誌 23: 32-37, 1964.
- 46) Denar Corporation (波多野泰夫). The Denar Mark II System TECHNIQUE MANUAL (デナー・マーク II システムの使用法 21, 東京: ヨシダ, 1976), 1975.
- 47) Wilkie ND. The anterior point of reference. J Prosthet Dent 41: 488-496, 1979.

著者連絡先: 石上也澄志

〒951-8580 新潟県新潟市浜浦町 1-8

TEL : 025-267-1500 (内線 301)

FAX : 025-265-5846

E-mail : ishigami@ngt.ndu.ac.jp

A Study on the Horizontal Reference Planes in Prosthodontics —The Positional Relationship between Various Planes and Transferred Casts—

Yasushi Ishigami, Kaoru Koide and Satoshi Hatate

Department of Removable Partial Denture, The Nippon Dental University, School of Dentistry at Niigata
(Chief : Prof. Kaoru Koide)

J Jpn Prosthodont Soc 45 : 161-172, 2001

ABSTRACT

Purpose : The reference plane for the face bow transfer will require the natural head position of patient to reproduce the cast situation for articulator. The purpose of this study is to investigate the positional relationship between various reference planes and a cast on an articulator.

Methods : Using cephalograms, we measured the reference coordinate of an angle against the occlusal plane and the cutting margin of the upper central incisors for reference planes in face bow transfer. The reference plane was determined as the arbitrary hinge axis point for the posterior reference point. The anterior reference point was determined as the following 4 planes : 1. The point at 23.3 mm below the inner canthus (C). 2. The midpoint between the inner canthus and the inferior margin of the ala nasi (M). 3. The point at 43 mm above the cutting margin of the upper central incisors (I). 4. The orbital point in the skin (O).

Results : Each level of C, M, and I was similar. The level of O was markedly different compared with those of the other 3 planes.

Conclusions : The reference planes in face bow transfer, C, M and I are similar to positional relationship. Then these planes are effective to transfer the cast at the natural head position. But, from a clinical point of view, C is appropriate to transfer at the natural head position.

Key words

natural head position, face bow transfer, reference plane, anterior reference point, cephalograms