

原著論文

総義歯製作における人工歯排列の水平面的アーチの決定に関する研究

前畑 香^a, 小松俊司^a, 渡辺宣孝^a, 一色ゆかり^b, 玉置勝司^a

Study on horizontal arch determination of full arch connected artificial teeth
in edentulous complete dentures

Kaori Maehata^a, Shunji Komatsu^a, Nobutaka Watanabe^a, Yukari Isshiki^b and Katsushi Tamaki^a

抄 録

目的：総義歯製作の人工歯排列に応用可能な水平的アーチを決定することを目的とし、正常咬合の天然歯列弓形状を参考に、総義歯における平均的人工歯列弓形状の表現法を統計学的に検討した。

方法：研究対象は、下顎総義歯人工歯列および下顎正常天然歯列とした。無歯顎の下顎臼歯部歯槽堤頬舌側の床外形線のほぼ中央に、下顎臼歯人工歯の中央溝が一致するように、人工歯排列を行った。下顎総義歯人工歯列および下顎正常天然歯列に計測点を水平面上で設定し、平均的なアーチを形成する近似曲線を算出した。また、総義歯人工歯の位置について妥当性を確認するため、正常天然歯と各抽出計測点の平均座標値について検討した。

結果：抽出計測点の平均座標値から近似曲線で表現した総義歯人工歯列の平均的人工歯列弓形状および正常天然歯列の平均的歯列弓形状を、統計的に分析した結果、両群における計測点の左右的位置について、近似性が認められた。また、総義歯人工歯列の水平面的アーチを示す平均的人工歯列弓形状は、多項式回帰分析により回帰式で算出され、相関性の高い四次多項式曲線として表現された。

結論：総義歯の平均的人工歯列弓形状から、水平面的アーチを決定することができた。水平面的アーチは、総義歯製作の人工歯排列を簡略化する平均的アーチとなり、これを考慮した個々の人工歯の排列や、本アーチを基準にした連結型人工歯の新たな開発など、臨床的な有用性が期待できる。

キーワード

総義歯人工歯列弓, 正常天然歯列弓, 水平面的アーチ, 四次多項式曲線

I. 緒 言

日本における高齢者の増加は、政府機関の統計資料^{1,2)}で報告されているように、すでに後期高齢者が前期高齢者を上回る“重老齢社会”を迎えている。現在、後期高齢者の3割は、歯の喪失に伴う総義歯装着者であるが^{1,2)}、今後、平均寿命の延伸に伴う後期高齢者の増加により、無歯顎高齢者の増加が予測される。無歯顎高齢者の中でも、健康無歯顎高齢者の総義

歯製作と異なり、要支援、要介護無歯顎高齢者の総義歯製作は、チェアサイドだけでなくラボサイドにおいても、身体的および精神的な負担軽減に配慮し、短時間で精度よく効率的な技工操作が要求される。しかしながら、総義歯製作過程における人工歯排列の中でも、特に、臼歯部の人工歯排列は、総義歯の維持安定に極めて重要なステップで熟練と時間を要する。臼歯部人工歯の排列位置は、総義歯の力学的安定を重視する考え方や、総義歯の咀嚼や発音など生理的安定を重視する考え方に大別され³⁻⁵⁾、前者は、Gysiの歯槽

^a 神奈川歯科大学総合歯科学講座顎咬合機能回復分野

^b 神奈川歯科大学歯科補綴学講座有床義歯補綴学分野

^a Department of Functional Recovery of TMJ and Occlusion, Kanagawa Dental University

^b Department of Removable Prosthodontics, Kanagawa Dental University

受付：2020年6月4日／受理：2022年3月7日

Received on June 4, 2020/Accepted on March 7, 2022

頂間線法則⁶⁻⁹⁾、後者は、頬、口唇圧および舌圧に拮抗する中立域に排列する方法¹⁰⁻¹⁵⁾や元あった天然歯の位置に排列する方法¹⁶⁻²⁶⁾が報告されている。そこで、現在の社会的背景に配慮し、総義歯製作の人工歯排列の合理化を目指し、総義歯における人工歯の歯列弓に着目した。しかしながら、総義歯の前歯部は審美性を重視し、臼歯部は力学的安定や生理的安定を重視したうえで、さまざまな見地により人工歯が排列されるため、総義歯人工歯列弓を対象とした研究報告は少なく²⁷⁾、総義歯の人工歯列弓形状を規格化した研究や臨床応用に関する報告はない。本研究は、重老齢社会に配慮した総義歯製作の合理的な人工歯排列に応用可能な水平的アーチを決定することを目的とし、人工歯排列を簡略化する本アーチを用いた個々の人工歯の排列や、本アーチを基準にした連結型人工歯の新たな開発などの有用性を思案した。そこで、正常咬合の平均的天然歯列弓形状を参考にし、総義歯の平均的人工歯列弓形状の統計学的な表現法について検討した。

本研究は神奈川歯科大学の倫理委員会の承認（学校法人神奈川歯科大学研究倫理審査委員会 委員会番号：11000995 承認番号：第808番）を得て遂行された。

II. 研究方法

1. 研究対象者および計測対象模型

研究対象は、総義歯装着患者27症例（男性15名、女性12名、平均年齢74.3±8.2、60～88歳）と正常咬合の天然歯列患者29症例（男性13名、女性16名、平均年齢28.6±9.6、12～50歳）であった。総義歯症例は神奈川歯科大学付属病院補綴科および渡辺歯科医院で製作された総義歯装着後の歯列模型を、正常天然歯列症例は、同大学付属病院包括的咬合機能回復外来およびナカエ歯科クリニックで製作された歯列模型を使用した。

総義歯症例の臼歯部人工歯排列は、元あった天然歯の位置に人工歯排列することを考慮し、無歯顎顎堤の解剖学的ランドマークである下顎のパウンドラインを基準に、下顎臼歯部歯槽堤頬舌側の床外線線のほぼ中央に、臼歯人工歯の中央溝が一致するように行った。使用した人工歯は硬質レジン歯（エンデュラ[®]、松風、京都、日本）を用いた。新製総義歯装着後6か月以内の下顎歯列模型の中から、①交叉咬合排列がない正常排列、②人工歯数が上下顎28歯、③咀嚼機能に問題がない、④発音機能に問題がない、⑤機能時に疼痛がない、⑥機能時に義歯が脱離しない、⑦ピーナッツ



図1 Non-contact high precision 3D scanning of morphology in model dental arch (ConoScan 4000, Optimet)

歯列形状の三次元形状測定

歯列形状は、非接触三次元形状測定機（コノスキャン4000, Optimet）を用いて、測定間隔を30 μmに設定し、測定した。

（咬度表6:山本式総義歯咀嚼能率判定表²⁸⁾）が嚙める、の選択基準を満たすものとした。

正常天然歯列症例は、初診時に概形印象を採得して製作した歯列模型の中から、①矯正治療を受けていない、②永久歯列安定期に至っている、③欠損歯、先天性欠如歯、未萌出歯、奇形歯、過剰歯がない、④歯に著しい捻転、転移、傾斜がなく、強い叢生や狭窄歯列のない滑らかな歯列弓を有し、歯列弓形態に大きな非対称性が認められない、⑤開咬、切端咬合、過剰咬合、反対咬合、正中離開がない、⑥適正なoverjetとoverbite（2～4 mm）を有し、大白歯関係は、Angle I級の正常咬合者であり、安定した咬頭嵌合位状態を有する、⑦上下顎の正中線に大きな変位がなく（3 mm以内）、歯列弓に影響がない、⑧咬頭を被覆する補綴装置がない、の選択基準を満たすものとした。

下顎総義歯人工歯列（以下、総義歯人工歯）および下顎正常天然歯列（以下、正常天然歯列）における模型歯列形状の三次元形状計測は、非接触三次元形状測定機（コノスキャン4000[®], Optimet, エルサレム, イスラエル）を用いて、測定間隔を30 μmに設定し測定した（図1）。測定データ（text形式）は、三次元計測機用ソフトウェア（Geomagic Studio[®], 3D SYSTEMS, サウスカロライナ, 米国）を用いて、点群データ（WRP (Wrap) 形式）、ポリゴンデータ（STL (Standard Triangulated Language) 形式）、メッシュデータ（IGES (Initial Graphics Exchange Specification) 形式）の順にデータ変換し、歯列形状の曲面形成を行った（図2）。

総義歯人工歯列および正常天然歯列の計測点は、前歯切縁遠心中央および犬歯尖頭中央の1か所、小白歯咬合面の4か所、大白歯咬合面の6か所で合計

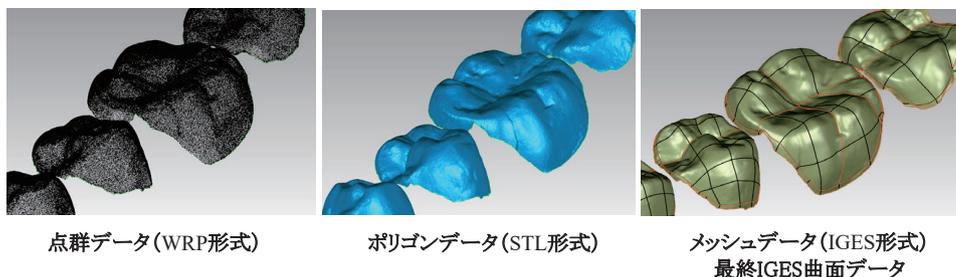


図2 Curved surface formation of morphology in model dental arch (Geomagic Studio, 3D SYSTEMS co.)
歯列形状のデータ変換

三次元計測機用ソフトウェア (Geomagic Studio, 3D SYSTEMS) を用いて、点群データ (WRP 形式)、ポリゴンデータ (STL 形式)、メッシュデータ (IGES 形式) の順にデータ変換し、歯列形状の曲面形成を行った。



図3 Measurement points on the lower dentition (46 points),
Red measurement Points: mean values (14 points)
下顎歯列上の計測点 (46 か所)
赤：抽出計測点 (14 か所)

46 か所とした。さらに、総義歯人工歯列および正常天然歯列の計測点から選定した抽出計測点は、前歯切縁近遠心中央の1か所、犬歯尖頭中央の1か所、小白歯頬側咬頭1か所、大白歯近心頬側咬頭の1か所で合計14か所とした(図3)。但し、XY座標における各計測点(X,Y座標値)は、各歯の三次元データ(X,Y,Z座標値)のZ軸の最高点と設定したが、最高点が咬耗により不明確な場合は、可及的に解剖学的な形状を推定し、計測点を設定した。

メッシュデータ(IGES形式)上の各計測点は、三次元CAD(Computer Aided Deing)ソフトウェア(CAM-TOOL®, C&Gシステムズ, 東京, 日本)を用い、三次元座標変換を行った。XY座標に描記する各計測点の座標設定は、下顎左右側中切歯切縁中央の中点を原点(X=0左右軸, Y=0前後軸)とし、下顎左右側第一大臼歯遠心頬側咬頭頂から水平面的正中線に対して等距離となるように各下顎歯列を位置づけ(図4)、前頭面における下顎左右側中切歯切縁中央の中点および下顎左右側第一大臼歯頬側遠心咬頭頂を水平面の原点(Z=0上下軸)とした。

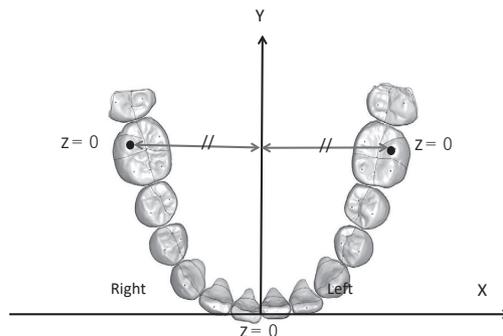


図4 Setting the measurement of X,Y,Z axis on the lower dental arch
下顎歯列弓のXYZ座標設定

2. 歯列弓の分析

総義歯人工歯列群および正常天然歯列群の計測点(各46か所)を重ね合わせ、計測点のそれぞれの分布領域を確認した。さらに、両群の抽出計測点(各14か所)を重ね合わせ、抽出計測点の分布領域について統計的に検討した(JSTAT, 22.1J, 日本)。

次に、総義歯人工歯列の平均的人工歯列弓形状および正常天然歯列の平均的歯列弓形状を表現するため、両群の各抽出計測点上に近似曲線を求めた。さらに、両群の各抽出計測点の左右的座標値(X)について統計学的に分析した(Unpaired Student's t-test, $p < 0.05$) (JSTAT22.1J, 日本)。

3. 平均的人工歯列弓形状の表現法

総義歯人工歯列群の平均的人工歯列弓形状に対して統計学的な分析(多項式回帰分析)を用いて、抽出計測点の平均座標値を四次多項式に適合させた(JMP Ver. 14.30, 2020, 米国)。四次多項式は、 $y = ax^4 + bx^3 + cx^2 + dx + e$ とした。

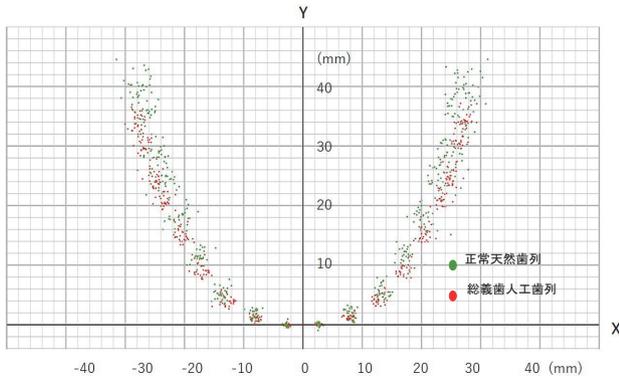


図5 Superposition of mean values of lower measurement points plots on horizontal coordinate points in complete denture cases or natural dentitions cases
総義歯下顎歯列 (27 症例) と正常天然下顎歯列 (29 症例) における抽出計測点の平均座標値の重ね合わせ

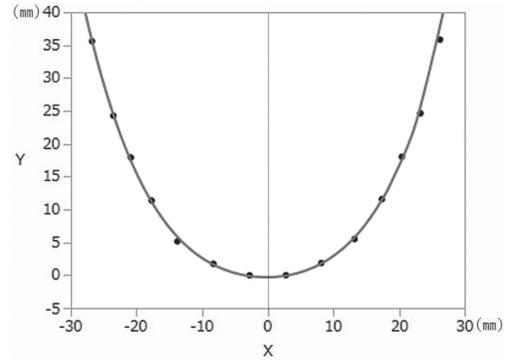


図6 Position of mean values of lower measurement points in natural dentitions cases (29 cases), Measuring points: Lower Incisor 1st, 2nd, Canine, 1st PreM., 2nd PreM., 1st MBM., 2nd MBM.)
正常天然下顎歯列 (29 症例) の抽出計測点の平均座標値 (抽出計測点: 下顎左右側前歯切縁中央, 犬歯尖頭, 小白歯頬側咬頭, 大白歯近心頬側咬頭)

III. 結 果

1. 歯列弓の分析

総義歯人工歯列群および正常天然歯列群の抽出計測点について重ね合わせの結果、総義歯人工歯列の計測点分布領域は、正常天然歯列の計測点分布領域に概ね包含されていた (図5)。そこで、両群の各抽出計測点の平均座標値について、近似曲線を検討した結果 (JMP Ver. 14.30, 2020, 米国), X 軸において近似曲線に近似性を認めた (図6, 7)。さらに各抽出計測点の X 軸における平均座標値について分析した結果、両群の各抽出計測点の平均座標値は、下顎右側側切歯切縁中央, 下顎右側犬歯尖頭, 下顎右側第一小白歯頬側咬頭的位置関係にのみ有意差 (t 検定, $p < 0.05$) を認めた (表1)。

2. 平均的人工歯列弓形状の表現法

多項式回帰分析の結果から、正常天然歯列弓群の平均的歯列弓形状は、 $y = -0.289 + 0.0031538 * x + 0.0275369 * (x - 0.1579)^2 + 1.8441e-5 * (x - 0.1579)^3 + 3.3624e-5 * (x - 0.1579)^4$, $R^2 = 0.999$ (R^2 : 決定係数 Decision coefficient), また、総義歯人工歯列の平均的人工歯列弓形状は、 $y = -0.36745 - 0.0141654 * x + 0.0250873 * (x - 0.0464)^2 + 5.3857e-5 * (x - 0.0464)^3 + 2.6667e-5 * (x - 0.0464)^4$, $R^2 = 0.999$ で算出され、相関性の高い四次多項式曲線として表現することができた。

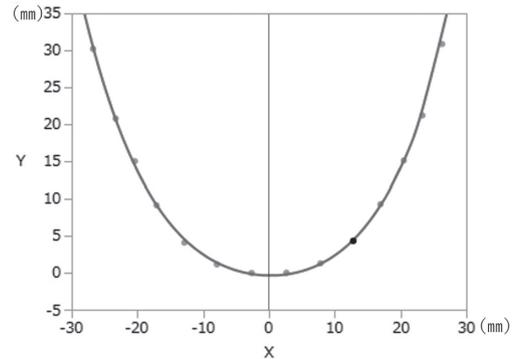


図7 Position of mean values of lower measurement points in complete denture cases (27 cases), Measuring points: Lower Incisor 1st, 2nd, Canine, 1st PreM., 2nd PreM., 1st MBM., 2nd MBM.)
総義歯下顎歯列 (27 症例) の抽出計測点の平均座標値 (抽出計測点: 下顎左右側前歯切縁中央, 犬歯尖頭, 小白歯頬側咬頭, 大白歯近心頬側咬頭)

IV. 考 察

1. 研究対象者および計測対象模型

本研究では総義歯装着患者の人工歯列弓の分析を行うため、対照として天然歯列患者を用いた。対象者の年齢は、総義歯装着患者 27 症例 (男性 15 名, 女性 12 名), 平均年齢 74.3 ± 8.2 (60 ~ 88 歳) である一方、正常咬合の天然歯列患者は、29 症例 (男性 13 名, 女性 16 名), 平均年齢 28.6 ± 9.6 (12 ~ 50 歳) で、当然のことながら対象年齢に差が生じた。しかしながら、両群において、同年齢の対象者とすることは現実的に困難であった。総義歯症例は、水平および垂直的基準として、解剖学的ランドマークと下顎のパウン

表 1 Results of the test for the difference between the mean values of the lower measurement points (X value) in the complete denture cases (27 cases) and natural dentitions cases (29 cases)

(Measuring points: Lower Incisor 1st, 2nd, Canine, 1st PreM., 2nd PreM., 1st M., 2nd M.)

総義歯下顎歯列 (27 症例) と正常天然下顎歯列 (29 症例) の抽出計測点 (X) の平均座標値の差の検定 (抽出計測点: 下顎左右側前歯切縁中央, 犬歯尖頭, 小白歯頬側咬頭, 大白歯近心頬側咬頭)

Tooth No.	Right							Left							
	7	6	5	4	3	2	1	1	2	3	4	5	6	7	
Artificial teeth (Complete Denture n=27)															
X value	average	-26.76	-23.31	-20.40	-17.10	-12.87	-7.92	-2.65	2.65	7.82	12.81	16.96	20.48	23.32	26.32
	SD	(0.86)	(1.09)	(0.81)	(0.93)	(0.98)	(0.55)	(0.25)	(0.25)	(0.57)	(0.73)	(0.80)	(0.78)	(0.82)	(0.86)
Natural dentitions (n=29)															
X value	average	-26.78	-23.52	-20.84	-17.67	-13.74	-8.25	-2.72	2.72	8.11	13.20	17.38	20.41	23.25	26.34
	SD	(1.36)	(1.26)	(1.40)	(1.05)	(0.81)	(0.60)	(0.21)	(0.21)	(0.58)	(1.46)	(1.06)	(1.41)	(1.43)	(1.67)
t-test		NS	NS	NS	*	**	*	NS							

*p<0.05, **p<0.01

ドラインを基準に、元あった天然歯の位置に配慮した人工歯排列を行ったため、対象年齢差の違いは、本研究に影響を及ぼさないと考えた。

研究対象の歯列模型は、両群とも下顎歯列模型を用いた。歯列弓形態は下顎が上顎より先行して形成され、下顎歯列弓が歯列弓形態を決定するうえでより重要であると Angle により報告されている^{29,30)}。また、総義歯の下顎は、床面積も狭く、舌の動きによる影響もあるため、人工歯の排列位置は限られた領域にあり^{31,32)}、そして総義歯の人工歯排列は、Pound ライン^{17-19,33,34)} や Payne³⁵⁾、Gerber^{36,37)} のラインを基準とし、下顎を優先した人工歯排列法が報告されている。このことから、本研究では下顎歯列模型を用いて計測を行った。

2. 歯列弓の分析

天然歯列弓を対象とした研究³⁸⁻⁴⁰⁾ は幾何学的、数学的あるいは矯正学的、補綴学的見地より数多く報告されているが、総義歯人工歯列弓を対象とした研究は数少ない²⁷⁾。本研究は、総義歯製作に応用可能な人工歯排列の水平的アーチを決定することを目的とし、正常天然歯列の平均的歯列弓形状を確認することで、総義歯人工列の平均的人工歯列弓形状に妥当性があるかを検討した。本研究で描記する平均的歯列弓は、総義歯人工歯列群および正常天然歯列群の各抽出計測点の平均的座標値を直線で結ぶものではなく、各抽出計測点の平均的座標値に対する近似曲線を算出し、両群における近似曲線上の左右的位置 (X 軸の数値)、すなわち幅径を検討することに着目した。したがって、近似曲線の検討を目的とし、各々の計測点に関する検討を目的としていない。そのため、前後的位置

(Y 軸) に関する検討は不要と考えた。

まず、総義歯人工歯列群および正常天然歯列群の抽出計測点を含む計測点について重ね合わせの結果、図 5 で示すように、総義歯人工歯列の計測点の分布領域は、正常天然歯列の計測点の分布領域に概ね包含された。そこで、計測点分布領域から、両群に対する各計測点の位置の検討ではなく、総義歯人工歯列弓形状と天然歯列弓形状の前後的位置 (幅径) の近似性について分析することにした。両群の各抽出計測点の平均座標値から算出した近似曲線の結果、図で示すように水平面 (XY 軸) 上に、総義歯人工歯列の平均的人工歯列弓形状および正常天然歯列の平均的歯列弓形状を示すことができた。平均的人工歯列弓形状は平均的歯列弓形状に対して、表 1 で示すように、統計的に分析した結果、X 軸について歯列弓の左右的位置を示す各平均座標値の多くは、統計的に有意差が認められなかった (t 検定)。したがって、平均的人工歯列弓形状および平均的歯列弓形状において、近似曲線上の左右的位置は、近似性が認められた。本研究の白歯部人工歯排列は、元あった天然歯の位置に人工歯排列することを考慮し、無歯顎顎堤の解剖学的ランドマークである下顎のパウンドラインを基準に、下顎白歯部歯槽堤頬舌側の床外線線のほぼ中央に、下顎白歯人工歯の中央溝が一致するように行った。本研究で描記する平均的歯列弓は、両群の各抽出計測点における平均的座標値の近似曲線を対象としている。水平面における総義歯の平均的人工歯列弓形状の決定には X 軸 (幅径) の分析は有効であると考えられる。

3. 平均的人工歯列弓形状の表現法

総義歯人工歯列の平均的人工歯列弓形状を表現する

手法として、統計的な分析（多項式回帰分析）により算出した。人工歯列弓形状全体の概形を示す方程式として、これまでに近似多項式が広く用いられているが、一方で日本人正常咬合者の歯列弓形状に、四次多項式が最も適合している^{37,41-43)}とされたため、本研究においても、四次多項式を用いた回帰分析を採用した。t検定と多項式回帰分析の結果から、正常天然歯列弓群の平均的歯列弓形状は、 $y = -0.289 + 0.0031538 \cdot x + 0.0275369 \cdot (x - 0.1579)^2 + 1.8441e-5 \cdot (x - 0.1579)^3 + 3.3624e-5 \cdot (x - 0.1579)^4$ 、 $R^2 = 0.999$ (R^2 : 決定係数 Decision coefficient) で算出され、また、総義歯人工歯列の平均的人工歯列弓形状は、 $y = -0.36745 - 0.0141654 \cdot x + 0.0250873 \cdot (x - 0.0464)^2 + 5.3857e-5 \cdot (x - 0.0464)^3 + 2.6667e-5 \cdot (x - 0.0464)^4$ 、 $R^2 = 0.999$ で算出された。総義歯人工歯列の標準的な水平面における平均的歯列弓形状を統計的に分析し、適合性の高い R^2 値が得られた。

本研究の総義歯症例は顎堤の形態や高さなど顎堤条件のさまざまな無歯顎患者を対象とし、平均的人工歯列弓形状の算出を試みた。したがって、総義歯製作過程における人工歯排列に際し、算出された四次多項式曲線（総義歯人工歯列の平均的人工歯列弓形状）は、座標化した仮想咬合平面の水平面に対し、平均的な人工歯排列基準の水平面的アーチを表現しているものと考えられる。

従来の人工歯排列は、Gysi の歯槽頂間線法則⁶⁻⁹⁾や、頬、口唇圧および舌圧に拮抗する中立域に排列する方法¹⁰⁻¹⁵⁾、元あった天然歯の位置に排列する方法¹⁶⁻²⁶⁾などを参考にしながら排列を行い、総義歯製作過程の人工歯排列において多くの時間を要した。しかしながら、近年の平均寿命の延伸に伴い増加した要支援、要介護無歯顎高齢者の総義歯製作時における身体的および精神的な負担は計り知れない。無歯顎高齢者に配慮した短時間で正確および効率的な総義歯製作を実現させるためには、総義歯製作工程の人工歯排列を簡略化させることは必要不可欠な問題で、今回表現できた総義歯歯列弓の四次多項式は、今後のデジタル義歯製作法に極めて重要なマスターデータとなると考えている。

V. 結 論

総義歯製作の人工歯排列に応用可能な水平的アーチを表現することを目的とし、正常咬合の平均的天然歯列弓形状と比較し、総義歯の平均的人工歯列弓形状を統計学的に検討した結果、以下の結論を得た。

1. 総義歯人工歯列群および正常天然歯列群の各抽出計測点の平均座標値から分析した結果、両群における個々の歯に対し、計測点の左右的位置について近似性を認めた。

2. 総義歯人工歯列の水平面的アーチを表す人工歯列弓形状は、多項式回帰分析の結果、相関性の高い四次多項式曲線 $y = -0.36745 - 0.0141654 \cdot x + 0.0250873 \cdot (x - 0.0464)^2 + 5.3857e-5 \cdot (x - 0.0464)^3 + 2.6667e-5 \cdot (x - 0.0464)^4$ で表現された。

3. 今回の結果から、総義歯製作における合理的な人工歯排列の活用、そして今後、デジタル義歯製作の総義歯設計において、人工歯列弓形状の決定に寄与すると思われる。

謝 辞

稿を結ぶにあたり、ご指導いただきました神奈川県立総合歯科学講座顎咬合機能回復分野、玉置勝司教授ならびに渡辺宣孝先生、諸先生方、そして、ご協力いただきました株式会社松風研究開発部の皆様方に、心から感謝申し上げます。

文 献

- 1) 内閣府. 『高齢化の現状と将来像』.
https://www8.cao.go.jp/kourei/whitepaper/w-2019/html/zenbun/s1_1_1.html
- 2) 総務省統計局. 『高齢者人口の現状と将来』.
<https://www.stat.go.jp/data/topics/topics051.html>
- 3) 水野健太郎, 野谷健治, 川崎貴生, 中北芳伸, 山本 悟, 垣原賢輔. 白歯部人工歯列位置による下顎総義歯の動揺に関する研究. 補綴誌 2001; 45: 42-52.
- 4) 市川哲雄, 大川周治, 平井敏博, 細井紀雄. 無歯顎補綴治療学 第3版. 東京: 医歯薬出版; 2016, 200-202.
- 5) 松本直之. 無歯顎補綴の臨床 Q & A 成功のための問題点と対策. 東京: 医歯薬出版; 2006, 144-159.
- 6) Gysi A. Some essentials to masticating efficiency in artificial dentures. Dent Dig 1920; 26: 669-678.
- 7) Gysi A. Selecting a form of denture service. Dent Dig 1929; 35: 73-84.
- 8) Gysi A. Handbuch der Zahnheilkunde IV Band. Berlin: Urban und Schwarzenber; 1929, 1-171.
- 9) Gysi A. Practical application of research results in denture construction. J Am Dent Assoc 1929; 16: 199-223.
- 10) Russell AF. The reciprocal lower complete denture. J Prosth Dent 1959; 9: 180-190.
- 11) Schiesser FJ. The neutral zone and polished surfaces in complete dentures. J Prosth Dent 1964; 14: 854-865.
- 12) Brill N, Tryde G, Cantor R. The dynamic nature of the lower denture space. J Prosth Dent 1965; 15: 401-418.
- 13) Lott F, Levin B. Flange technique: An anatomic and physiologic approach to increased retention, function,

- comfort, and appearance of dentures. *J Prosth Dent* 1966; 16: 394-413.
- 14) 坪根政治. 総義歯の筋圧維持法について. 東京: 而至化学工業; 1966, 1-31.
 - 15) Beresin VE, Schiesser FJ. The neutral zone in complete denture. *J Prosthet Dent* 1976; 36: 356-357.
 - 16) Raybin NH. Analysis of the unstable and ill-fitting artificial denture. *J.A.D.A.* 1949; 39: 177-184.
 - 17) Roberts AL. Principles of full denture impression making and their application in practice. *J Prosth Dent* 1951; 1: 213-228.
 - 18) Pound E. Esthetic denture and their phonetic values. *J Prosth Dent* 1951; 1: 98.
 - 19) Pound E. Recapturing esthetic tooth position in the edentulous patient. *J Am Dent Assoc* 1957; 55: 181-191.
 - 20) Pound E. Applying harmony in selecting and arranging teeth. *America : Dental clinics of North America*; 1962.
 - 21) Ortman HR, Ortman LF. Essentials of complete denture prosthodontics. Philadelphia: WB Saunders; 1979.
 - 22) Fish EW. Principles of full denture prosthesis ed. 5. London: The Staples Press, Ltd.; 1956, 35, 104.
 - 23) Lammie GA. Full denture. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1956.
 - 24) Raybin NH. The polished surface of complete denture. *J prosth Dent* 1963; 13, 2: 236-239.
 - 25) Watt DM, MacGregor AR. Designing complete dentures. 61. Philadelphia, London, Toronto: WB Saunders; 1976.
 - 26) 早川 巖. コンプリートデンチャーの人工歯配列—天然歯列に準じた配列—. *補綴誌* 2019; 11: 5-13.
 - 27) 中野田紳一. CAD に利用可能な全部床義歯人工歯列弓構築法に関する研究. *廣大歯誌*: 2006, 38, 1-21.
 - 28) 内田達郎, 鈴木哲世, 織田展幣. 摂取可能食品の調査による咀嚼能力の評価. *岩医大歯誌*: 2007, 32, 105-111.
 - 29) 比佐育世, 新井一仁. 日本人 Angle I 級叢生の下顎における歯列弓と歯槽基底弓の形態. *Orthod Waves-Jpn Ed*: 2011; 70(3), 173-183.
 - 30) Angle EH. Treatment of malocclusion of teeth. Philadelphia. S. S. White Dental Manufacturing Company 1907.
 - 31) 柳川 浩. 有床義歯における白歯部人工歯の排列基準に関する研究. *歯科学報* 1968; 68, No5: 767-798.
 - 32) 高梨恒一. 臨床例の分析による有床義歯の白歯部人工歯排列基準に関する研究. *歯科学報* 1968; 68, No6: 855-881.
 - 33) Pound E. Lecture note of University of Southern California. Los Angeles: School of Dentistry Post Graduate Program; 1965, 1966.
 - 34) Landa JS. Basic principles of retention for full lower dentures. *Bull. Hudson County Dent. Soc* 1954; 23: 20-22.
 - 35) Payne SH. A posterior set-up to meet individual requirement. *Dental Digest* 1941; 47: 20-22.
 - 36) Gerber A. Complete dentures (V): Quintessence; 1974, *Int* 179, 509-520.
 - 37) Gerber A. Complete dentures (IV): Quintessence; 1974, *Int* 181, 521-533.
 - 38) 岩林幹雄. 曲線適合による歯列弓形状の検討. *口病誌* 1977; 44, 57-71.
 - 39) 倉島晃一. 歯列弓の「形」または「型」とその関数構造第 1 報—歯列弓の類型と記述関数について—. *日矯歯誌* 1984; 43, 631.
 - 40) Kawata T, Nakagawa H, Kuroda Y et al. Statistical and dynamical analysis of dental arch form in adult human with normal occlusion. *J Osaka Dent Univ* 1973; 13, 1-4.
 - 41) 青木美穂, 相馬邦道, 三浦不二夫. 矯正治療後の歯列弓形状. *日矯歯誌* 1988; 47, 780-795.
 - 42) 宇塚 聡, 新井一仁, 石川晴夫. 正常咬合者の歯列弓形態への多項式曲線の適合性. *日矯歯誌* 2000; 59, 32-42.
 - 43) 崔松林. 韓国人正常咬合者における歯牙・歯列弓形態の矯正学的研究. *歯科学報* 1976; 84, 1055-1076.

著者連絡先: 前畑 香

〒 240-0112 神奈川県三浦郡葉山町堀内
895-1 ナカエ歯科クリニック
Tel: 046-875-8211
E-mail: nakaeshika@cap.ocn.ne.jp

Study on horizontal arch determination of full arch connected artificial teeth in edentulous complete dentures

Kaori Maehata^a, Shunji Komatsu^a, Nobutaka Watanabe^a, Yukari Isshiki^b and Katsushi Tamaki

^aDepartment of Functional Recovery of TMJ and Occlusion, Kanagawa Dental University

^bDepartment of Removable Prosthodontics, Kanagawa Dental University

Ann Jpn Prosthodont Soc 14: 150-157, 2022

ABSTRACT

Purpose: To determine a horizontal arch applicable to designing the arrangement of artificial teeth constituting a complete denture, we statistically examined a method of expressing the artificial dental arch shape for complete dentures, with reference to the shape of the natural dentition in individuals with normal occlusion.

Method: The study examined the complete lower denture and normal natural dentition of the mandible of patients. Placing the central groove of the artificial lower molars at the mid-point of the buccolingual dimension of the lower molar alveolar ridge in edentulous individuals, points of measurement were set on the horizontal plane of the arch of artificial teeth constituting the complete lower denture, an approximation curve forming a standard arch was determined. Furthermore, to confirm the validity of the location of artificial teeth constituting the complete denture, the t-test was conducted on the mean coordinate value at each point of measurement selected on the complete denture in comparison to that on the normal natural dentition.

Results: A statistical analysis of the mean arch shape of the complete denture and that of the normal natural dentition, expressed by the approximation curve depicted with the mean coordinate values of selected measuring points, showed that the width did not differ significantly between them.

The mean artificial dental arch shape, representing the horizontal aspect of the artificial dental arch for complete dentures, was calculated with the regression formula and expressed as a quartic polynomial curve with a high degree of correlation.

Conclusion: The horizontal arch for creation of a complete denture could be designed from the mean shape of artificial dental arches. This arch is expected to serve as a standard arch allowing simplified designing of the arrangement of artificial teeth constituting a complete denture and is thus clinically useful in arranging artificial teeth in individual patients and developing new connected artificial teeth.

Key words:

Complete denture arch, Normal natural dentition, Horizontal arch, Quartic polynomial curve