
総 説

無歯顎補綴における咬合平面設定に関する文献考察

松田 岳, 後藤 崇晴, 柏原 稔也, 市川 哲雄

キーワード：咬合平面, 無歯顎, カンベル平面

Literature Review of Setting the Occlusal Plane for Edentulous Patients

Takashi MATSUDA, Takaharu GOTO, Toshiya KASHIWABARA, Tetsuo ICHIKAWA

Abstract : The maxillomandibular registration is one of important processes to achieve patient satisfaction with the function and esthetics for complete denture fabrication. Over the years, clinical decision of vertical and horizontal jaw relationship has been mainly discussed in the maxillomandibular registration. With regard to the occlusal plane setting, many clinicians have believed to decide the occlusal plane parallel to Camper's plane, however there is little information on the effect of occlusal plane setting on clinical meanings and outcome. The aim of this study is to analyze published literature focusing on the occlusal plane and the related oral function and esthetics, and to clarify clinical implications of occlusal plane setting. Two databases, "PubMed" and "Japana Centra Revuo Medicina" were searched to retrieve research papers focusing on the occlusal plane. Seventy four papers were selected from the database, and they were reviewed.

Literature reviews suggests that many landmarks were described on the occlusal plane setting for edentulous patients; and Camper's plane has been most frequently referred, showed a good result in function, but not always good in esthetics. The influence of occlusal plane setting on clinical results: oral function, esthetics, denture stability, and patient satisfaction after denture delivery has to be examined.

緒 言

補綴歯科治療における咬合採得は、機能的かつ審美的に良好な結果を得るための重要な治療工程の一つである。とくに全部床義歯患者においては、不満を訴える場合の約60%は咬合関係のエラー、とくに咬合採得に関連したものが原因であると報告されている¹⁾。咬合採得は、前方の基準点、仮想咬合平面を決定した後、人工歯の頬舌的排列位置の決定、垂直的顎間関係、水平的顎間関係の決定という手順で行われる。垂直的顎間関係や水平的顎間関係については臨床的によく論じられるが、咬合平面の設定に関しては、カンベル平面に平行と一義的

に決められることが多い。

無歯顎補綴における咬合平面の設定で、様々な解剖学的ランドマークが報告されているが²⁾、どのランドマークを選択するかは術者が決定すべきもので、設定基準の明確なエビデンスがなく、その位置の設定が治療結果にどのような影響を及ぼすかも不明な点も多い。

本研究では今日まで報告されてきた咬合平面の設定位置に加えて、咀嚼、審美性との関係の文献的考察を行い、無歯顎補綴における咬合平面設定基準とその問題点を明らかにすることを目的とする。

方 法

英語文献は、PubMed データベースを用いて、検索式“Occlusal plane”により文献検索を行った。日本語文献は、医学中央雑誌を用いて、検索式“咬合平面”により文献検索を行った。なお、検索は事前に文献検索基準を確認しあった2名の検者が個々に行い、同じ文献が検索されることを確認した。本研究では文献の選択基準として、無歯顎者、有歯顎者の咬合平面に関する研究であること、咬合平面に関する記載が明確であること、症例報告を除く原著、総説論文であることの3点を設定した。以上の方法で得られた文献を表題、抄録をもとに精査し、全文で抄読した。

結 果

1. 検索結果

咬合平面の設定位置と咀嚼機能、咬合力、審美性に関する論文を抽出するため、PubMed 検索をした結果、2014年5月時点で861報の論文が得られた。そのうち、本研究と合致しているものは56報であった。また、医学中央雑誌を検索した結果591報の論文が得られ、そのうち本研究と合致しているものは17報であった。これらの研究のなかで、無歯顎者の咬合平面の設定位置を対象にした研究が19報^{2,20)}、有歯顎者の咬合平面の位置を対象にした研究が34報²¹⁻⁵⁴⁾、無歯顎者の咀嚼能率を対象にした報告が3報⁵⁵⁻⁵⁷⁾、有歯顎者の咀嚼能率を対象にした報告が8報⁵⁸⁻⁶⁵⁾、無歯顎者の咬合力を対象にした報告が3報^{56, 66, 67)}、有歯顎者の咬合力を対象にした報告が1報⁶⁸⁾、無歯顎者の審美性を対象にした報告が1報⁶⁹⁾、有歯顎者の審美性を対象にした報告が3報^{70, 72)}であった。各論文のエビデンスレベルに関しては、Level 4が71報、Level 5が2報であった。

2. 各種咬合平面について

1) 咬合平面の位置について

咬合平面設定の基準平面として、フランクフルト平面、カンベル平面、口蓋平面、HIP 平面が報告されていた。図1に対象とした論文に示された基準平面と解剖学的ランドマークを示す。カンベル平面と咬合平面の間には3.2-7.85°の角度差があり⁷³⁾、SN 平面に対するカンベル平面の角度と SN-Pog の角度には相関があった⁴⁾。有歯顎者の咬合平面と HIP 平面、無歯顎者の鼻聴道線 (ala-tragus line) と HIP 平面には統計学的に差がなく平行であった⁵⁾。フランクフルト平面を基準として、PoNANS 角から咬合平面の傾きを導く方法を算出した報告も存在した⁵⁴⁾。

無歯顎者における仮想咬合平面設定に際して、カンベル平面を基準とすることを示唆する文献は4報^{2, 4, 7, 8)}、不一致が存在することを示唆する文献が3報⁹⁻¹¹⁾であった。カンベル平面の後方基準点の設定については、Angle class I と class II の場合、耳珠の選択部位の異なる

文献が存在したが^{2, 4, 7)}、Angle class III の場合、耳珠の下方に設定したほうが、平行性の高いことを示す文献が2報^{7, 12)}あった。HIP 平面と咬合平面の平行性が高いことを示唆する文献は2報^{5, 13)}で、不一致が存在することを示唆する報告はなかった。口蓋平面が咬合平面を設定するための参考となるとの報告が2報^{2, 14)}あった。

中でも Kumar ら²⁾は、Angle class I と II の上下顎間関係の無歯顎者はフランクフルト平面、カンベル平面、口蓋平面の3つが仮想咬合平面の設定に信頼できる指標となると報告している。Jayachandran ら⁵⁾は、有歯顎者と無歯顎者の HIP 平面をそれぞれ石膏模型、セファログラム写真から計測し、鼻聴道線 (ala-tragus line) と HIP 平面は統計学的にほとんど差がなく HIP 平面は鼻聴道線 (ala-tragus line) から設定した仮想咬合平面と平行であったと報告している。Nissan ら⁴⁾は無歯顎者のセファログラム写真から SN 平面に対するカンベル平面の角度と SN-Pog の角度には相関関係があったが、セファログラム分析だけでは無歯顎者の咬合平面設定位置を決定することはできずレトロモラーパッドや舌、口唇の口腔内のランドマークも考慮しなければならないと報告している。

有歯顎者の咬合平面の位置を対象にした研究34報において、カンベル平面と咬合平面の関係を示す文献として、正常咬合者や Angle class I と II でカンベル平面と咬合平面が平行であることを示唆する文献が10報^{11, 21-29)}、不一致が存在することを示唆する文献が2報^{30, 31)}あった。菅谷ら²⁷⁾は、HIP 平面は咬合平面と平行性が極めて高く、カンベル平面とともに咬合平面に対する基準として臨床的に有効性が高かったと報告している。Lahori ら²¹⁾は、Angle class I では Middle-tragus が、class II では Middle-tragus が、class III では Lower-tragus が咬合平面に近いという結果を得て、Upper-tragus を選択することは疑わしかったと報告している。Kumar ら²³⁾は、カンベル平面の指標点を選択するときに眼耳平面と近接しているのは耳珠中央と耳珠下縁であったが、耳珠下縁の方がより近接していたと報告している。

2) 咬合平面と咀嚼能率の関連について

無歯顎者の咬合平面と咀嚼能率を対象にした研究3報において、岡根ら⁵⁵⁾は、咬合平面を側方的に鼻聴道線に平行に設定した咬合平面と、正面観から右側と左側にそれぞれ5度傾斜させた3種類の咬合平面における咬みしめ時の筋活動量を測定し、いずれの場合もほぼ同じ筋活動量だったと報告している。Okane ら⁵⁶⁾は咬合平面を鼻聴道線 (ala-tragus line) と平行に設定すると、最大咬みしめ時の咬合力が最も大きく、かつその際の筋活動量が最も小さくなり、運動効率が最適となったと報告している。

有歯顎者の咬合平面と咀嚼能率を対象にした研究8報において、Ogawa ら⁶²⁾は3次元下顎運動測定の結果

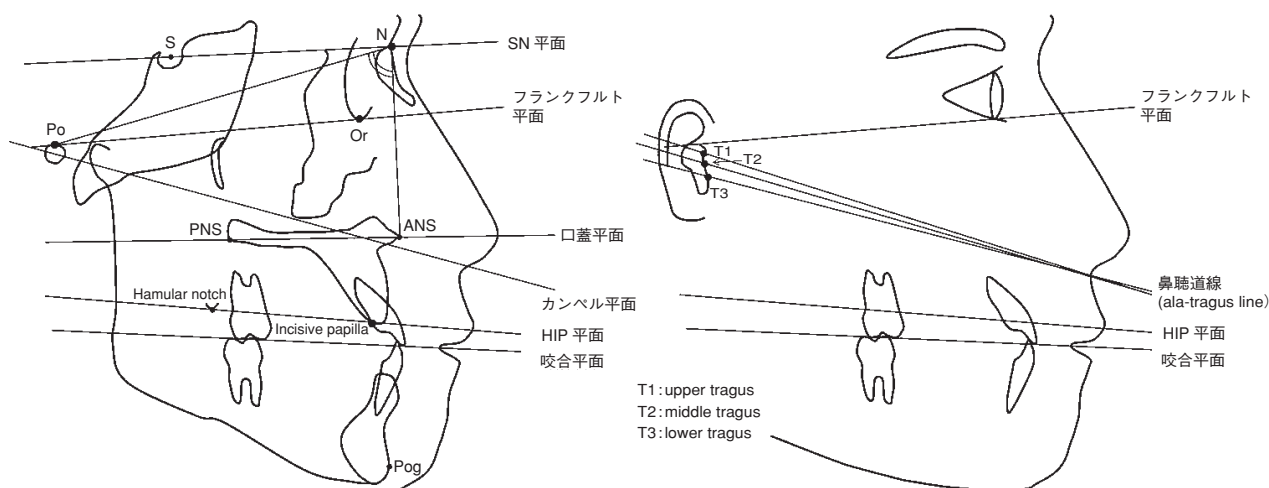


図1 対象とした論文に示された平面と解剖学的ランドマーク
 フランクフルト平面：眼窩点と耳珠上縁とを結んでできる平面，
 口蓋平面：前鼻棘と後鼻棘を結ぶ直線，
 カンベル平面：鼻翼下縁と耳珠上縁を結んでできる平面，
 HIP平面：ハミュラーノッチと切歯乳頭を結んでできる平面，
 咬合平面：下顎切歯点と両側下顎最後方臼歯遠心頬側咬頭頂を含む平面，
 鼻聴道線 (ala-tragus line)：左右側いずれかの鼻翼下縁と耳珠とを結ぶ平面

果、咬合平面は咀嚼運動路が Grinding type では後側に、Chopping type では前側に傾斜し、咀嚼運動路に関しては前歯のアンテリアガイダンスよりも、咬合平面の傾きに関係していたと報告している。また Ogawa ら⁶⁴⁾ は矢状面での咀嚼閉口路が Anterior convex type では、咬合平面が前方に、Posterior convex type では大部分の症例で、咬合平面が後方に傾斜していたと報告している。

3) 咬合平面と咬合力の関連について

無歯顎者の仮想咬合平面設定と咬合力を対象にした研究3報において、森谷⁶⁶⁾ は、総義歯装着者は、側貌顎顔面形態と咬合力の方向に密接な関係性があり、咬合力の方向は咬合高径が増加するに従い、前方に傾斜したと報告している。岡根ら⁶⁷⁾ は、鼻聴道線 (ala-tragus line) に対し、咬合平面を矢状面で変化させたところ、最大咬みしめ時における咬合力は咬合平面が鼻聴道線 (ala-tragus line) と平行な場合に最大値を示し、その時の咬筋および側頭筋前腹の筋活動量は最も低い値を示したと報告している。

有歯顎者の咬合平面と咬合力を対象にした研究1報において、黒住⁶⁸⁾ は、機能的には咬合平面がカンベル平面と平行なとき、咀嚼筋活動の効率が良かったと報告している。

4) 咬合平面と審美性の関連について

無歯顎者の仮想咬合平面設定と審美性を対象にした研

究1報において、Monteith⁶⁹⁾ は PoNANS 角を基準にして作製した義歯を被験者本人が審美評価したところ、被験者10名の全てが満足したと報告している。

有歯顎者の咬合平面と審美性を対象にした研究3報において、Kattadiyil ら⁷⁰⁾ は、咬合平面に対して真正面かつ平行にカメラを設定した時と、その位置よりも上方に設定した時、下方に設定した時の3つの視点で写真を撮影し、前歯の審美性を評価した結果、評価者、被験者ともにより上方の視点からの審美性を好んでいたと報告している。Namano ら⁷²⁾ は、デジタルカメラ写真により、正面観における非対称性を検討し、鼻聴道線 (ala-tragus line)、瞳孔間線と平行に咬合平面を設定した場合には、補綴治療において必ずしも理想的な審美性が得られるものではなかったと報告している。

考 察

全部床義歯の仮想咬合平面は、解剖学的ランドマークを参考に設定され、その位置で審美的にも機能的にも問題がなければ最終的に咬合平面として決定される。この場合に、義歯の維持、安定が得られ、その結果、咀嚼、発音などの口腔機能が回復されることになる⁷⁴⁾。

1. 仮想咬合平面の位置について

無歯顎者の仮想咬合平面、有歯顎者の咬合平面としてカンベル平面を基準とする報告が多かった。しかし無歯顎者において、カンベル平面の基準点は鼻翼、耳珠であ

りともに口腔外に存在し、とくに後方の基準点の取り方に関しては、耳珠上縁、耳珠下縁、耳珠中央など人種、骨格に応じて様々な報告があり、それに依りてわずかながら咬合平面の設定位置が違ってくる²¹⁻²⁹⁾。これに対し、HIP平面は口腔内にある切歯乳頭と両側ハミューラノッチを結んだ平面であり、無歯顎へ移行してもこの基準点は存在し、基準点の取り方に関しても一定しており、模型上で確認できるため上顎咬合床製作時にも仮想咬合平面設定の有用な基準となる^{5, 13, 27)}。しかし、上顎前歯部の顎堤吸収が著しい場合、口蓋の前方部が上方へ移動するため、咬合平面が上方へ傾斜することが考えられる。一方、頭部X線規格写真(セファログラム)から求めた口蓋平面と咬合平面の平行性についての報告は認められなかった。

Angle class I と class II の上下顎関係の有歯顎者・無歯顎者の咬合平面設定に際してはフランクフルト平面、カンベル平面、口蓋平面の3つが信頼できる指標になるとの報告がある²⁾。これに対し Angle class III、骨格性下顎前突症例では口蓋平面は加齢とともにないフランクフルト平面に平行となることが多い。骨格性下顎前突症例の口蓋平面とフランクフルト平面とのなす角度をリケッツ法で分析した結果、加齢とともに口蓋前方部は上方に位置することから、プラスの値を示すようになり、口蓋平面とフランクフルト平面の平行性は失われると言われている⁷⁵⁾。口蓋前方部と下顎臼歯部の歯槽骨が吸収した無歯顎症例では、一見骨格性下顎前突と判別が困難な場合があり、このような症例ではフランクフルト平面、カンベル平面、口蓋平面の平行性を検討することにより、骨格性下顎前突と鑑別することが可能であると考えられる。しかし、現状では十分な検討が行われておらず、今後さらなる検討が必要であると考えられる。

その他の咬合平面の設定基準としては、口唇、舌、上下顎堤間の中央など報告されているもの^{3, 12, 32)}、これらの基準で設定された仮想咬合平面がカンベル平面などの他の参照平面とどのような位置関係になっているかの報告はなかった。

無歯顎者の仮想咬合平面と口腔機能との関連性について検討した報告は、カンベル平面の位置と咬合力や咀嚼能率などの関連性を示したものがほとんどであった。カンベル平面と平行に仮想咬合平面を設定した場合が最も咀嚼効率などが良好であるという報告が多かった^{56, 68)}。一方、カンベル平面を仮想咬合平面の基準とする場合、顔貌の対称性の点から審美的要件を十分満たすことができないことが示唆されていた⁷²⁾。また、日本ではカンベル平面を基準平面とする咬合器が広く用いられており人工歯配列の基準としてもカンベル平面が広く用いられている。しかし患者の視点に立つと、ろう義歯試適時の審美性の確認時には手鏡を使ってカンベル平面よりもやや上方、どちらかというフランクフルト平面よりで確認することが多いため、前歯人工歯の歯軸傾斜角の見え方

が術者と異なり、審美的評価に影響を及ぼす場合が臨床的には考えられる。

2. 咬合平面と義歯の安定の関連について

どの平面に設定した場合に全部床義歯の術後経過が良好であったかという最終的なアウトカムを評価した研究は見当たらなかった。さらに、義歯の安定(動揺)と咬合平面の関係について検討した研究も見られなかった。Hanau は、咬合平衡を得るために、顎路傾斜、切歯路角、咬頭傾斜角、咬合平面の傾斜、調節彎曲の深さの5要素を取り上げ、それぞれが関連していることを示した⁷⁶⁾。顎路傾斜は患者固有のものであり、切歯路は前歯の排列位置で規制される。咬頭傾斜と咬合平面、調節彎曲は自由に変えられる要素と考えられるが、多くの場合、咬合平面は解剖学的ランドマークに決定されるため、咬頭傾斜で最後に調整することが多い。一般的に上下顎堤の矢状面での対向関係が平行な場合には、これと平行に咬合平面を設定すれば義歯は安定するが、咬合平面と顎堤との平行性が大きく失われている場合には、機能時に義歯の推進現象が大きくなり、安定が損なわれるといわれる。このような場合、臨床的には咬合様式、排列位置を含めて義歯の安定を図ることになるが、咬合平面の設定を調整した場合の義歯の動揺への影響について論じた報告はなかった。

以上のことから全部床義歯の咬合平面設定では、カンベル平面が他の解剖学的ランドマークとどのような位置関係にあるか、機能的にも良好であるという報告はあるものの、それが機能から見た場合なぜその位置にあるべきか、あるいは全部床義歯の術後経過とどのような関係があるかの本質的な報告は見られなかった。

結 論

文献考察から、無歯顎者の仮想咬合平面設定基準として、カンベル平面の利用が最も多く機能的には良好であることが示された。今後は仮想咬合平面の設定因子を加味した全部床義歯の術後評価に関する臨床研究が求められる。

文 献

- 1) Lawson WA: The validity of a method for measuring masticatory forces. J Prosthet Dent 10, 99-111 (1960)
- 2) Kumar P, Parkash H, Bhargava A, Gupta S and Bagga DK: Reliability of anatomic reference planes in establishing the occlusal plane in different jaw relationships: A cephalometric Study. J Indian Prosthodont Soc, 13, 571-577 (2013)
- 3) L'Estrange PR and Vig PS: A comparative study of the occlusal plane in dentulous and edentulous subjects. J Prosthet Dent 33, 495-503 (1975)
- 4) Nissan J, Barnea E, Zelter C and Cardash HS:

- Relationship between occlusal plane determinants and craniofacial structures. *J Oral Rehabil* 30, 587-591 (2003)
- 5) Jayachandran S, Ramachandran CR and Varghese R: Occlusal plane orientation: a statistical and clinical analysis in different clinical situations. *J Prosthodont* 17, 572-575 (2008)
- 6) 西村政仁: 経穴点から咬合平面を探る—総義歯の咬合平面の計測法について. *日本歯科東洋医学会誌* 17, 171-180 (1998)
- 7) Chaturvedi S and Thombare R: Cephalometrically assessing the validity of superior, middle and inferior tragus points on ala-tragus line while establishing the occlusal plane in edentulous patient. *J Adv Prosthodont* 5, 58-66 (2013)
- 8) D'Souza NL and Bhargava K: A cephalometric study comparing the occlusal plane in dentulous and edentulous subjects in relation to the maxillomandibular space. *J Prosthet Dent*, 75, 177-182 (1996)
- 9) Bassi F, Deregibus A, Previgliano V, Bracco P and Preti G: Evaluation of the utility of cephalometric parameters in constructing complete denture: Part I placement of posterior teeth. *J Oral Rehabil* 28, 234-238 (2001)
- 10) Koller MM, Merlini L, Spandre G and Palla S: A comparative study of two methods for the orientation of the occlusal plane and the determination of the vertical dimension of occlusion in edentulous patient. *J Oral Rehabil* 19, 413-425 (1992)
- 11) Karkazis HC and Polyzois GL: A study of the occlusal plane orientation in complete denture construction. *J Oral Rehabil* 14, 399-404 (1987)
- 12) Ghosn CA, Zogheib C and Makzoume JE: Relationship between the occlusal plane corresponding to the lateral borders of the tongue and ala-tragus line in edentulous patients. *J Contemp Dent Pract* 13, 590-594 (2012)
- 13) Karkazis HC and Polyzois GL: Cephalometrically predicted occlusal plane: Implications in removable prosthodontics. *J Prosthet Dent* 65, 258-264 (1991)
- 14) Brzoza D, Barrera N, Contasti G and Hernandez A: Predicting vertical dimension with cephalograms, for edentulous patients. *Gerodontology* 22, 98-103 (2005)
- 15) 水谷義弘: 咬合平面を考える. *栃木県歯科医学誌* 47, 61-77 (1995)
- 16) Monteith BD: Cephalometrically programmed adjustable plane: A new concept in occlusal plane orientation for complete-denture patients. *J Prosthet Dent* 54, 388-394 (1985)
- 17) Abrahams R and Carey PD: The use of the ala-tragus line for occlusal plane determination in complete dentures. *J Dent* 7, 339-341 (1979)
- 18) Ismail YH and Bowman JF: Position of the occlusal plane in natural and artificial teeth. *J Prosthet Dent* 20, 407-411 (1968)
- 19) Celebic A, Valentic-Peruzovic M, Kraljevic K and Brkic H: A study of the occlusal plane orientation by intra-oral method (retromolar pad). *J Oral Rehabil* 22, 233-236 (1995)
- 20) Ibrahim SI and Mahmoud MS: Functional recording of the occlusal plane. *Egypt Dent J* 26, 15-26 (1980)
- 21) Lahori M, Nagrath R and Malik N: A cephalometric study on the relationship between the occlusal plane, ala-tragus and camper's lines in subjects with angle's class I, class II, class III occlusion. *J Indian Prosthodont Soc* 13, 571-577 (2013)
- 22) Venugopalan SK, SatishBabu CL and Rani M S: Determination of the relative parallelism of occlusal plane to three ala-tragal lines in various skeletal malocclusions: a cephalometric study. *J Indian Prosthodont Soc* 23, 719-725 (2012)
- 23) Kumar S, Garg S and Gupta S: A determination of occlusal plane comparing different levels of the tragus to form ala-tragal line or camper's line: a photographic study. *J Adv Prosthodont* 5, 9-15 (2013)
- 24) Al Quran FA, Hazza'a A and Al Nahass N: The position of the occlusal plane in natural and artificial dentitions as related to other craniofacial planes. *J Prosthodont* 19, 601-605 (2010)
- 25) Sadr K and Sadr M: A study of parallelism of the occlusal plane and ala-tragus line. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects* 3, 107-109 (2009)
- 26) Shinobad D and Postic SD: Roentgenradiometric indicators of the position of the occlusal plane in natural and artificial dentitions. *Eur J Prosthodont Rest Dent* 4, 169-174 (1996)
- 27) 菅谷公一, 角倉紳, 大平秀明, 増田隆宣, 新谷明則, 齋藤文明, 谷繁信, 腰原好, 羽賀通夫: 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)
- 28) Aboul Ela LM, Abdel Razek KM and el-Said Eid M: Evaluation of the ala-tragus line used in determining the anteroposterior inclination of the occlusal plane. *Egypt Dent J* 16, 305-310 (1970)
- 29) Hartono R: The occlusal plane in relation to facial types. *J Prosthet Dent* 17, 549-558 (1967)
- 30) Petricevic N, Celebic A, Celic R and Baucic-Bozic M: Natural head position and inclination of craniofacial planes. *Int J Prosthodont* 19, 279-280 (2006)
- 31) Rintala K and Wolf J: On the relation between the camper plane and the occlusal plane and their relation to the Frankfort plane between the ages of 8 and 19 as well

- as among adults. *Suom Hammaslaak Toim* 65, 184-190 (1969)
- 32) Lundquist DO and Luther WW: Occlusal plane determination. *J Prosthet Dent*, 23, 489-498 (1970)
 - 33) 石上也澄志, 小出馨, 旗手敏: 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戸の位置的関係. *補綴誌* 45, 161-172 (2001)
 - 34) 小川隆広, 古谷野潔, 末次恒夫: 正常者の咬合平面および咬合彎曲の三次元解析. *補綴誌* 36, 602-611 (1992)
 - 35) 加藤壽彦: 歯科臨床に応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)
 - 36) 泉邦彦, 小山弘治, 堺拓之, 若槻英三: 咬合平面に関する研究. *昭和歯学会雑誌* 1, 131-140 (1982)
 - 37) Antonarakis GS, Kiliaridis S and Scolozzi P: Orientation of the occlusal plane in a Class I adult population. *Oral surg oral med oral pathol oral Radiol*, 116, 35-40 (2013)
 - 38) Olivares A, Vicente A, Jacobo C, Molona SM, Rodriguez A and Bravo LA: Canting of the occlusal plane: Perceptions of dental professionals and laypersons. *Med Oral Patrol Oral Cir Bucal* 18, 516-520 (2013)
 - 39) Rosati R, Rosseti A, De Menezes M, Ferrario VF and Sforza C: The occlusal plane in the facial context: inter-operator repeatability of a new three-dimensional method. *Int J Oral sci* 4, 34-37 (2012)
 - 40) Fu PS, Hung CC, Hong JM and Wang JC: Three-dimensional analysis of the occlusal plane related to the hamular-incisive-papilla occlusal plane in young adults. *J Oral Rehabil* 34, 136-140 (2007)
 - 41) Kojima T, Sohmura T, Nagao M, Wakabayashi K, Nakamura T and Takahashi J: A preliminary report on a computer-assisted dental cast analysis system used for the prosthodontic treatment. *J Oral Rehabil* 30, 526-31 (2003)
 - 42) Bowley JF and Morgano SM: Occlusal plane discrepancies generated by transverse horizontal axis deviations. *J Prosthet Dent* 86, 67-73 (2001)
 - 43) Seifert D, Muretic Z, Jerolimov V and Vukovojac S: Estimation of referent cephalometric parameters in dental prosthetics. *Coll Antropol* 22, 187-193 (1998)
 - 44) Dos Santos Junior J, Nelson S J and Nummikoski P: Geometric analysis of occlusal plane orientation using simulated ear-rod facebow transfer. *J Prosthodont* 5, 172-181 (1996)
 - 45) Tsay T P and Oyen OJ: A study of suitability of two methods used for describing the occlusal plane. *Proc Natl Sci Counc Repub China* 16, 126-133 (1992)
 - 46) Ow RK, Djeng SK and Ho CK: The relationship of upper facial proportions and the plane of occlusion to anatomic reference planes. *J Prosthet Dent*, 61, 727-733 (1989)
 - 47) Sinobad D: The position of the occlusal plane in dentulous subjects with various skeletal jaw-relationships. *J Oral Rehabil* 15, 489-498 (1988)
 - 48) Chow TW, Clark RK and Darvell BW: A cephalometric method to determine the angulation of the occlusal plane in edentulous patients. *J Prosthet Dent*, 55, 662-664 (1986)
 - 49) Foley PF and Latta GH Jr: A study of the position of the parotid papilla relative to the occlusal plane. *J Prosthet Dent* 53, 124-126 (1985)
 - 50) Lee RL: Standardized head position and reference planes for dento-facial aesthetics. *Dentistry today* 19, 82-87 (2000)
 - 51) 村田正人, 本吉満, 内田靖紀, 平林正幸, 納村晉吉: 咬合平面の診断基準に関する一考察. *日大歯学* 74, 757-763 (2000)
 - 52) 秋元善次, 野間弘康, 高木多加志, 植田恵実, 外木守雄, 黒柳錦也: 軸椎歯突起と咬合平面との関係について—頭位の変化による影響について. *歯科学報* 99, 563-572 (1999)
 - 53) 奥田眞夫, 石井弘二, 石垣尚一, 赤西正光, 丸山剛郎: 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)
 - 54) Monteith BD: Cephalometric analysis of occlusal plane angulation: a comparison of regression in male and female samples. *J Dent Assoc S Afr* 40, 639-642 (1985)
 - 55) 岡根秀明, 石嶋誠司, 山科透, 長沢亨, 津留宏道: 咬合平面の決定法に関する生理学的研究—第 2 報—咬合平面の側方傾斜が咀嚼筋活動に及ぼす影響について. *補綴誌* 26, 106-108 (1982)
 - 56) Okane H, Yamashita T, Nagasawa T and Tsuru H: The effect of the anteroposterior inclination of the occlusal plane on biting force. *J Prosthet Dent* 42, 497-501 (1979)
 - 57) Carey PD: Occlusal plane orientation and masticatory performance of complete dentures. *J Prosthet Dent*, 39, 368-371 (1978)
 - 58) 川口武美: 咬合平面に関する形態学的解析ならびに機能的な関連性についての検討. *口病誌* 54, 68-90 (1987)
 - 59) 小川隆弘, 古谷野潔, 築山美和, 住吉圭太, 築山能大, 伊藤博夫, 末次恒夫: 矢状面内咀嚼閉口路に及ぼす咬合平面傾斜度と歯牙ガイドの影響. *補綴誌* 40, 1142-1146 (1996)
 - 60) 小川隆弘, 古谷野潔, 住吉圭太, 末次恒夫, 伊藤博夫: 咬合平面と咀嚼閉口路との垂直的な関係. *顎機能誌* 2, 129-133 (1996)
 - 61) Sato M, Motoyoshi M, Hirabayashi M, Hosoi K, Mitsui N and Shimizu N: Inclination of the occlusal plane is associated with the direction of the masticatory

- movement path. *Eur J Orthod* 29, 21-25 (2007)
- 62) Ogawa T, Koyano K and Umemoto G: Inclination of the occlusal plane and occlusal guidance as contributing factors in mastication. *J Dent* 26, 641-647 (1998)
- 63) Ogawa T, Koyano K and Suetsugu T: Correlation between inclination of occlusal plane and masticatory movement. *J Dent* 26, 105-112 (1998)
- 64) Ogawa T, Koyano K and Suetsugu T: Characteristics of masticatory movement in relation to inclination of occlusal plane. *J Oral Rehabil* 24, 652-657 (1997)
- 65) Ogawa T, Koyano K and Suetsugu T: The relationship between inclination of the occlusal plane and jaw closing path. *J Prosthet Dent* 76, 576-580 (1996)
- 66) 森谷良孝：顎顔面形態が咬合力および咀嚼筋筋放電活動に及ぼす影響について－Ⅷ-2. 総義歯装着者の側貌顎顔面形態と咬合力の方向と関連性. *補綴誌* 42, 254-262 (1998)
- 67) 岡根秀明, 山科透, 長沢亨, 津留宏道：咬合平面の決定法に関する生理学的研究－第1報－咬合平面の矢状傾斜が咀嚼筋活動と咬合力に及ぼす影響. *補綴誌* 22, 113-119 (1978)
- 68) 黒住琢磨：上顎咬合平面に関する臨床的考察. *顎咬合誌* 28, 32-37 (2008)
- 69) Monteith BD: Evaluation of a cephalometric method of occlusal plane orientation for complete dentures. *J Prosthet Dent* 55, 64-69 (1986)
- 70) Kattadiyil MT, Goodacre CJ, Naylor WP and Maveli TC: Esthetic smile preferences and the orientation of the maxillaryocclusal plane. *J Prosthet Dent*, 108, 354-361 (2012)
- 71) Batwa W, Hunt NP, Petrie A and Gill D: Effect of occlusal plane in smile attractiveness. *Angle Orthodontist* 82, 218-223 (2012)
- 72) Namano S, Behrend DA, Harcourt JK and Wilson PR: Angular asymmetries of the human face. *Int J Prosthodont* 13, 41-46 (2000)
- 73) Augsberger RH: Occlusal plane relation to facial type. *J Prosthet Dent*, 3, 755-770 (1953)
- 74) 市川哲雄, 北村清一郎：総義歯を用いた無歯顎治療－口腔解剖学の観点から. 第一版. 東京, クインテッセンス出版, 2004, 80-94
- 75) 亀田晃, 亀田剛, 小菅直樹, 吉田満：歯科矯正学事典－改定増補版, 亀田剛編. 第一版. 東京, クインテッセンス出版, 2005, 141
- 76) Hanau RL: Articulation Defined, Analyzed and Formulated. *J Am Dent Assoc*, 13, 1694-1709 (1926)