

—原著—

小児の顎顔面の表面形態を用いた咬合平面評価システムの開発

君 雅水, 齊藤一誠, 澤味 規, 野上有紀子, 岩瀬陽子, 黒澤美絵, 中村由紀, 中島 努, 早崎治明

新潟大学大学院医歯学総合研究科 口腔健康科学講座 小児歯科学分野 (主任: 早崎治明教授)

Development of the evaluation system of occlusal plane in children

Masami Kimi, Issei Saito, Tadashi Sawami, Yukiko Nogami, Yoko Iwase, Mie Kurosawa,
Yuki Nakamura, Tsutomu Nakajima, Haruaki Hayasaki*Division of Pediatric Dentistry, Graduate School of Medical and Dental Sciences, Niigata University, 2-5274, Gakkocho-dori, Chuo-ku, Niigata, 951-8514,
Japan (Chief: Prof. Haruaki Hayasaki)*

平成 29 年 10 月 30 日受付 平成 29 年 12 月 1 日受理

キーワード: 小児, 咬合平面, 三次元顔貌写真, 顎顔面軟組織

抄 録:

咬合平面は、小児期、成人期および老年期を通して、口腔管理における重要な要素の一つである。成人の欠損補綴を行う際、顔貌より咬合平面を決定するための基準は数多く報告されている。しかしながら、小児においては明確な基準がなく、成人の基準を応用し決定することが多い。そこで本研究では、三次元画像撮影装置を用いて顔貌より小児における咬合平面の評価システムを開発することを目的とした。対象は乳臼歯部にう蝕および治療既往のない小学 1 年生 11 名 (男児 6 名, 女児 5 名) とした。成人で頻用される咬合平面板を小児用にサイズを縮小・改変した咬合平面板を座位の姿勢で軽く咬合させ、超高速三次元表面形態撮影装置 (以下 3dMD) にて顔貌を撮影した。3dMD 解析ソフト上で鼻下点および両側耳下点を顎外における仮想咬合平面とし、口腔内に挿入した咬合平面板上の 3 点をプロットし、これら 3 点より作られる平面を咬合平面とした。その結果、仮想咬合平面を構成する 3 点における再現性の検定を行ったところ、個人間変動および個人内変動ともに変動が大きかった。また、2つの平面間の角度は、前頭面では男児 -2.146 度、女児 -2.055 度で性差を認めず、矢状面においては、男児で 4.206 度、女児で 1.168 度であり有意差を認めた。以上より、小児の顎顔面の表面形態より得られた仮想咬合平面から咬合平面を推定することが可能であると考えられた。

Abstract:

Occlusal plane is one of the important elements in oral management throughout childhood, adulthood and elder period. Numerous criteria in adults are reported for determining the occlusal plane from the extraoral in deficient prosthesis. However, we often decided the occlusal plane in younger patient by applying adult criteria, because there are no clear standards in children. Therefore, we aimed to develop an evaluation system of occlusal plane of children from facial form using three-dimensional image device in this study. Eleven students in elementary school (6 boys and 5 girls) without no history of dental caries and treatment on the molar teeth were selected. We made the occlusal plane plate for children, and the facial form were photographed with a super high speed three dimensional surface morphotype photographing apparatus (hereinafter referred to as 3 dMD). Three points on the occlusal plane plate inserted in the oral cavity were plotted as the virtual occlusal plane on the nasal point and the bilateral ear lower point using the 3 dMD analysis software. The plane made from these three points was taken as the occlusal plane. We tested the reproducibility of three points constituting the virtual occlusal plane, and calculated the variation of between individuals and within individuals. The angle between the two planes was -2.146 degrees for boys and -2.055 degrees for girls on the frontal plane, 4.206 degrees for boys and 1.168 degrees for girls on the sagittal plane. There was a significant difference of the sagittal plane between boys and girls. It was considered that it is possible to estimate the occlusal plane from the virtual occlusal plane obtained from the surface form of the maxillofacial face of children.

【諸 言】

咬合平面は、咬合を構成する重要な要素の一つであり、補綴臨床において咬合を回復する際の基準として用いられている。また、成長発育の段階では、矯正歯科治療を行う際の1つの指標とされている。成人では、う蝕、歯周病や外傷など何らかの原因で歯を喪失した場合、咬合に変化を来し、多数歯の欠損を伴う症例において、咬合が崩壊するため、咬合平面を顎内で規定することができず、顎顔面の形態学および機能的な指標を基に咬合平面が再現されている。

小児期における口腔管理の目的は、歯および歯周組織の疾患を予防し、顎顔面・歯列咬合の健全な成長発育を促すことである。本邦での歯科疾患実態調査では、小児のう蝕罹患率は近年急激に減少しているものの¹⁾、その一方で、う蝕により乳臼歯部の歯冠が崩壊し咬合支持を失った重症例もしばしば認められ、う蝕罹患の二極化が問題になっている。また、外胚葉異形成症などの全身疾患により、部分的もしくは全顎的に、先天的もしくは後天的に咬合支持を喪失している者も少なくない²⁾。そのような症例の場合、可撤保隙装置を用いて咬合機能や審美性の回復を行う必要がある^{2,3,4)}。また、Inadaらは、側面頭部エックス線規格写真を用い、顎顔面の成長発育により、咬合平面が変化することを報告している⁵⁾。このことより、小児における咬合平面の評価システムの確立が望まれる。

成人では、咬合平面を決定する際の仮想咬合平面を、カンベル平面や眼耳平面など口腔外の顎顔面軟組織上の点を指標に決定したり^{6,7,8)}、顔貌写真、頭部エックス線規格写真や顎模型を用いることにより、仮想咬合平面を推察する方法など多数の報告されている^{9,10,11)}。小児においても、側面頭部エックス線規格写真等を用い咬合平面を決定している報告はあるものの^{12,13)}、放射線被曝に対する懸念や低年齢の被検者の協力状態、撮影時の咬合高径の条件設定が不明であることなどにより、標準的な方法の確立には至っていない。

近年、侵襲がなく短時間に顎顔面の表面形態を計測することが可能な三次元計測機器が開発され、成人では顎顔面の表面形態より咬合平面を推定する方法が報告されている^{13,14,15)}。そこで本研究では、超高速三次元表面形態撮影装置を用い、小児の顎顔面の表面形態の仮想咬合平面の再現性について検討し、小児の咬合平面評価システムの開発を行うことを目的とした。

【対象と方法】

1. 被験者

対象は、本研究への参加について保護者から同意が得られた広島市内の小学校に在籍する1年生で、乳臼歯部にう蝕および治療既往のない男児6名(平均7歳0か月:6歳8か月~7歳3か月)および女児5名(平均7歳1か月:6歳7か月~7歳6か月)とした。また、対象児童および保護者に対しては事前に本研究について説明し、同意を得てから行った。なお、本研究は新潟大学倫理審査委員会にて承認済みである(承認番号26-R8-05-18)。

2. 撮影方法

顎顔面の表面形態の撮影には、超高速三次元表面形態撮影装置3dMD(3dMD Inc., GA, USA:以下3dMD)を用いた(図1)。3dMDは、CCDカメラを内蔵した2つのユニットと3つの発光装置から構成され、撮影時間は1.5msで、左側の耳部から右側の耳部まで約180度の範囲が撮影可能である。被験者はリラックスした姿勢を保ち、フランクフルト平面が床と平行となるよう椅子に座り、その姿勢から約20度頭を前傾させた位置にて静止させた(図2A)。続いて咬合平面板を歯列全体で咬合させ、口唇を軽く閉じさせた状態で静止させると、咬合平面板の前方部約15mmが口腔外へ突出する状態となる(図2C)。小児用の咬合平面板は、成人用の既成バイトプレート(Alma Bite Plane, Astek Innovations Ltd, Cheshire, UK)を参考に、厚さ2mmの歯科印象用トレー用レジン(山八歯科材料株式会社, 愛知, 日本)を用い、小児の歯列に過不足ない大きさとなるよう、図2Bのように規定し作製した。

3. 座標系の設定および解析方法

超高速三次元表面形態撮影装置を用いた先行研究を参考に、3dMD patient software(3dMD Inc., Atlanta,

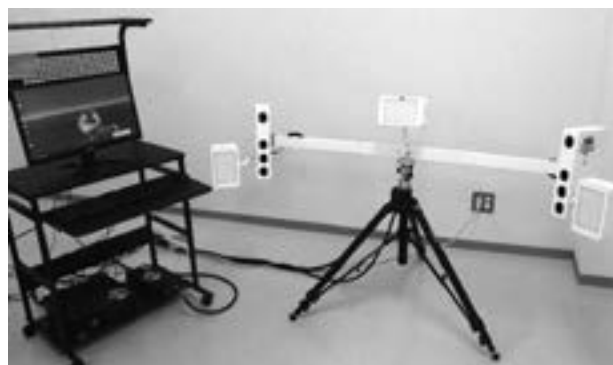


図1 超高速三次元表面形態撮影装置

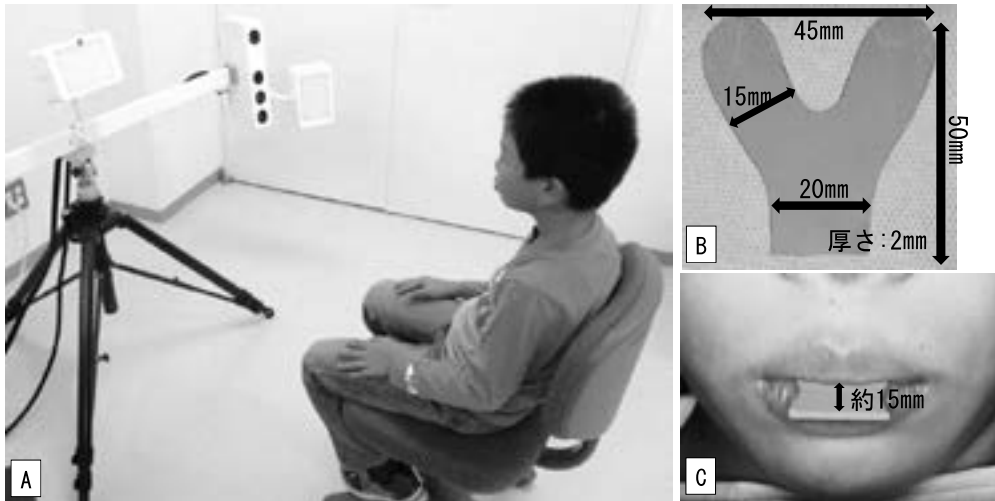


図2 A：撮影風景 B：計測用に改変した咬合平面プレート
C：口腔内でプレートを咬合すると、前方の平面部が口唇より約15mm突出する状態となる。

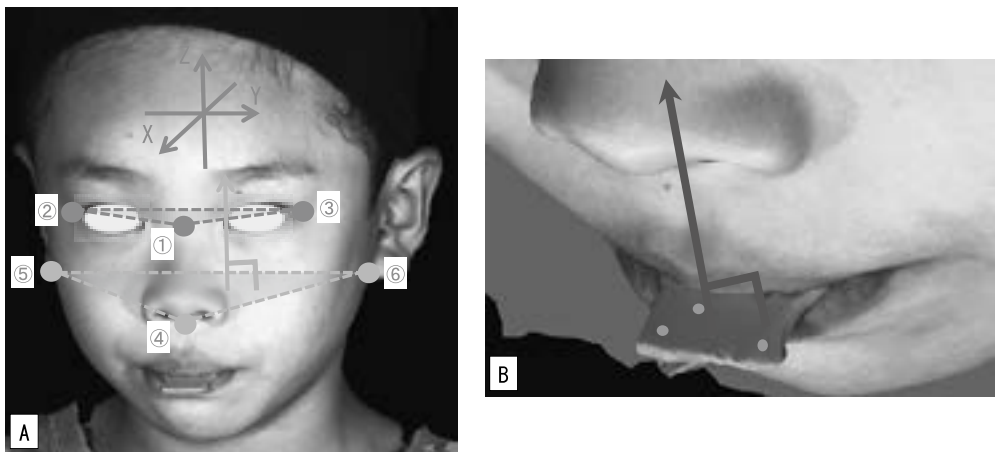


図3 A：基準座標系（赤）と鼻下点および両側耳下点より作られる平面（緑：仮想咬合平面）と法線ベクトル
B：咬合平面プレート上3点より作られる平面（青：咬合平面）の法線ベクトル
①軟組織上のナジオン ②右側外眼角点 ③左側外眼角点
④鼻下点 ⑤右側耳下点 ⑥左側耳下点

GA, USA) を用い、三次元画像上で原点および基準座標系を設定した^{16, 17, 18)}。基準座標系は、軟組織上のナジオン (Na) を原点とし①左右軸 (Y 軸：両側外眼角点を結ぶ線)、②上下軸 (Z 軸：Na を通り Na と両側外眼角により作られる平面に垂直な線)、③前後軸 (X 軸：Na を通り①、②と直行する線) とする右手系座標系とした (図 3 A)。計測点は、計測点の認識が容易である鼻下点と両側耳下点 (耳朶と頬の移行点) とした (図 3 A)。咬合平面板の前方部においては可及的に広範囲となるよう任意の3点をプロットし、これを咬合平面とした (図 3 B)。また、各被験者において、同一測定者が各点を3回計測し、再現性について検討した。次に、三次元座標値をテキストファイルとして出力し、鼻下点と両側耳下点の3点により作られる平面を仮想咬合平面

(図 3 A) と定義し、咬合平面板上の3点により作られる咬合平面 (図 3 B) と仮想咬合平面について、各々の法線ベクトルを求め矢状面および前頭面より見た2平面のなす角を算出した。

4. 統計解析

本研究のデータは、各被験者、繰り返し3回計測の2層構造を有していることから Multilevel Model Analysis を用いて統計解析を行い、仮想咬合平面を構成する3点である鼻下点と両側耳下点座標の平均値 (推定値) と個人間・個人内変動を算出し、また、仮想咬合平面と咬合平面のなす角について、前頭面および矢状面の性差について比較した。

【結 果】

表1 a, bに、仮想咬合平面を構成する鼻下点および両側耳下点の三次元座標推定値と個人間・個人内変動を男女別に示す。男児では、鼻下点の左右方向および左側耳下点の上下方向は、個人間変動より個人内変動の方が小さな値を示していたが、それ以外の項目に関しては個人間変動より個人内変動の方が大きな値を示していた。また、女児では、鼻下点の左右方向と上下方向、および右側耳下点の左右方向は、個人間変動より個人内変動の方が小さな値を示していたが、それ以外の項目では、個人間変動より個人内変動の方が大きな値を示していた。

仮想咬合平面と咬合平面のなす角の性差を表2に示す。前頭面では、男女に有意差はなかったが、矢状面においては、男児が女児よりも有意に大きな値を示した。

【考 察】

表1 a, bから、左右方向よりも、前後方向、上下方向において個人間変動が大きい傾向を示していたが、本研究の被験者は小学1年生であり、前歯部の交換、および第一大臼歯の萌出が生じる時期であることから、咬合平面を咬合する際に影響を及ぼしたと考えられた。また、本研究の計測結果では、男女ともに個人間変動より個人

内変動の方が大きい傾向があった。このことは、本システムについて、再現性がやや劣ることを示している。原因としては、成人と比較して計測点が認識しにくい点や、超高速三次元表面形態撮影装置の撮影時に体動があると、撮影範囲が不十分となり、画像上での計測が難しくなることが挙げられる。また、小児の顔貌の特徴として、鼻が低く、上下前歯歯軸傾斜角である Inter-incisal angle が大きく、鼻唇角である nasolabial angle は成人と比較して大きくなることから^{19,20)}、鼻下点がなだらかな曲線となり計測点の識別に影響を与えたと考えられた。以上より、今後、本システムの改良を行うとともに、繰り返し計測を行い、再現性の向上を検討していく必要が考えられた。

小児の成長発育において、乳歯列から永久歯列へと咬合が変化し、第二乳臼歯の遠心に第一大臼歯、および第二大臼歯が萌出するため、切端-咬頭頂連続曲線は次第に強い湾曲を描き咬合平面に影響を与えることが知られている²¹⁾。成人において、仮想咬合平面として用いられるカンベル平面は、耳珠と鼻下点を基準に設定されることが多い^{7,8,14,15)}。しかし、本研究では超高速三次元表面形態撮影装置で、小児においても安定的撮影が可能で^{17,18)}、かつ三次元画像上でのプロットが可能である耳下点を採用し、仮想咬合平面を設定した。また、矢状面における仮想咬合平面と咬合平面のなす角は、男女ともにほぼ5度以内であった(表2)。一方、成人では

表1 a : 鼻下点および両側耳下点の再現性 (男児)

		Estimate	SE	BS	WS
鼻下点	前後方向	4.377	1.416	0.244	11.955
	左右方向	0.069	0.036	0.009	0.004
	上下方向	- 57.419	0.802	1.091	3.496
右側耳下点	前後方向	- 76.571	1.909	4.235	20.392
	左右方向	- 63.168	0.797	1.277	3.374
	上下方向	- 61.368	0.958	1.531	4.975
左側耳下点	前後方向	- 75.406	2.160	6.817	25.628
	左右方向	63.519	0.968	1.163	5.217
	上下方向	- 63.104	0.612	3.410	1.090

SE: Standard Error, BS: Between Subjects(個人間変動), WS: Within Subject(個人内変動)

表1 b : 鼻下点および両側耳下点の再現性 (女児)

		Estimate	SE	BS	WS
鼻下点	前後方向	4.100	0.772	0.731	2.727
	左右方向	- 0.034	0.036	0.013	0.002
	上下方向	- 53.954	0.409	0.904	0.525
右側耳下点	前後方向	- 75.538	1.335	5.824	6.892
	左右方向	- 61.285	0.785	3.768	1.793
	上下方向	- 62.187	1.114	1.100	5.823
左側耳下点	前後方向	- 73.967	1.118	4.115	4.826
	左右方向	62.252	1.420	7.180	7.605
	上下方向	- 61.798	0.857	2.097	2.949

SE: Standard Error, BS: Between Subjects(個人間変動), WS: Within Subject(個人内変動)

表2：仮想咬合平面と咬合平面のなす角

	男児	diff	SE of diff	女児
前頭面	- 2.146	0.091	1.009	- 2.055
矢状面	4.206	- 3.038	0.837*	1.168

単位：[°], * : $p < 0.01$

diff: Difference, SE: Standard Error

カンベル平面と咬合平面のなす角は、平行に近いという報告がある²²⁾。本研究の被験者は、小学1年生であり、前歯部の交換と第一大臼歯の萌出が進行している時期である²³⁾。男児と比較すると女児は永久歯への交換・萌出が早く、その影響により咬合平面はよりフラクフルト平面に平行になる傾向があることから、仮想咬合平面と咬合平面の矢状面のなす角に有意差を認められたと考えられた。また、咬合高径は咬合平面板の厚み(2mm)程度は上がっている可能性が考えられる。本研究における咬合平面は、下顎歯列により規定されているため、下顎が2mmほど時計回りの回転をしていることを考慮する必要がある。本研究では、カンベル平面の基準点とは耳部の軟組織計測点が異なるため、直接結果を比較することはできないが、小児においても仮想咬合平面と咬合平面は平行に近い平面であり、成人におけるカンベル平面のように、歯を用いずとも咬合平面を推定できる平面として仮想咬合平面を用いることが可能であることが示唆された。今後は仮想咬合平面を構成する計測点を変えることで、より使いやすい仮想咬合平面を模索するとともに、小児の咬合の成長発育を理解する上で縦断的な咬合平面の変化について検討する必要があると考えられた。

本研究では小児における仮想咬合平面の設定に焦点を当てたが、個人の咬合を決定するにあたっては咬合高径や顎位も非常に重要な要素である^{24, 25)}。今後は、超高速三次元表面形態撮影装置にて撮影した三次元軟組織画像を用いて咬合平面だけでなく、咬合高径や顎位も含め、小児の咬合について包括的に検討を行いたいと考えている。

【結 語】

本研究において、侵襲を伴わない方法で得られる小児の顎顔面の表面形態における三次元画像を用い、仮想咬合平面から咬合平面を推定することが可能であることが示唆された。また、小児の咬合の成長発育を理解する上で縦断的な咬合平面の変化について検討する必要があると考えられた。

【利益相反の有無】

論文に関して開示すべき他者との利益相反はない。

【引用文献】

- 1) 平成23年歯科疾患実態調査：http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/62-23.html (2017年10月1日アクセス)
- 2) Sasaki Y, Kaida C, Saitoh I, Fujiwara T and Nonaka K: Craniofacial Growth and Functional Change in Oligodontia with Ectodermal Dysplasia: A Case Report. Oral Rehabili, 34: 228-235, 2007.
- 3) 伊藤香織, 渋井尚武, 梅津糸由子, 清水栄哉: 完全無歯症を伴った外胚葉異形成児の経年観察. 小児歯誌, 38: 1170-1175, 2000.
- 4) Padmanabhan V, Hegde AM and Rai K: Crouzon's syndrome: A review of literature and case report. Contemp Clin Dent, 2: 211-214, 2011.
- 5) Inada E, Saitoh I, Hayasaki H, Yamada C, Iwase Y, Takemoto Y, Matsumoto Y and Yamasaki Y: Cross-Sectional Growth Changes in Skeletal and Soft Tissue Cephalometric Landmarks of Children. Cranio, 26: 170-181, 2008.
- 6) 伊藤一三, 野坂洋一郎: 眼耳平面と咬合平面との関係についての一考察. 歯基礎誌, 18: 84-90, 1976.
- 7) 西村政仁: 真実の咬合平面を求めて. 26-32頁, 医歯薬出版, 東京, 2005.
- 8) 豊田静夫, 松本直之, 森谷良彦: 標準補綴学総論 コンプリートデンチャー. 140頁, 医学書院, 東京, 1999.
- 9) 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との位置的関係. 補綴誌, 45: 161-172, 2001.
- 10) Venugopalan SK, SatishBabu CL and Rani MS: Determination of the relative parallelism of occlusal plane to three ala-tragal lines in various skeletal malocclusions: A cephalometric study. Indian J Dent Res, 23: 719-725, 2012.
- 11) 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.
- 12) 森 貞子: 頭部 X 線側貌規格写真による日本幼児の顎顔面部の計測学的研究. 小児歯誌, 10: 124-129, 1972.
- 13) 森主宜延: 幼児の顔面形態と歯列弓形態との関係

- について. 小児歯誌, 13 : 244-259, 1975.
- 14) Rosati R, Rossetti A, 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.
 - 15) Metzger TE, Kula KS, Eckert GJ and Ghoneima AA: Orthodontic soft-tissue parameters: A comparison of cone-beam computed tomography and the 3dMD imaging system. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 144: 672-681, 2013.
 - 16) Baik H, Jeon J and Lee H: Facial soft-tissue analysis of Korean adults with normal occlusion using a 3-dimensional laser scanner. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 131: 759-766, 2007.
 - 17) Plooij JM, Swennen GRJ, Rangel FA, Maal TJJ, Schutyser FAC, Bronkhorst EM, Kuijpers-Jagtman AM and Berge SJ: Evaluation of reproducibility and reliability of 3D soft tissue analysis using 3D stereophotogrammetry. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 38: 267-273, 2009.
 - 18) Maal TJJ, Loon BV, Plooij JM, Rangel F, Ettema AM, Borstlap WA and Bergé SJ: Registration of 3-Dimensional facial photographs for clinical use. *J Oral Maxillofac Surg*, 68: 2391-2401, 2010.
 - 19) Souki BQ, Lopes PB, Veloso NC, Avelino RA, Pereira TB, Souza PE, Franco LP and Becker HM: Facial soft tissues of mouth-breathing children: do expectations meet reality? *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 78: 1074-1079, 2014.
 - 20) Sforza C, Laino A, D'Alessio R, Grandi G, Tartaglia GM, Ferrario VF: Soft-tissue facial characteristics of attractive and normal adolescent boys and girls. *Angle Orthod*, 78: 799-807, 2008.
 - 21) 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. 小児歯誌, 14 : 76-82, 1976.
 - 22) 高久勝太郎: 顔面頭蓋の側貌形態による咬合平面とカンベル平面の位置関係に関する考察—成人有歯顎者の3DCTセファロ分析から得られた統計的検討—. 顎咬合誌, 36 : 33-41, 2016.
 - 23) 日本小児歯科学会: 日本人小児における乳歯・永久歯の萌出時期に関する調査研究. 小児歯誌, 26 : 1-18, 1988.
 - 24) 山田千春, 山崎 恵, 石渡由美子, 大森郁朗: 部分性無歯症の咬合管理. 小児歯誌, 29 : 492-505, 1991.
 - 25) 齋藤 亮, 三輪全三, 飯島英世, 高木裕三, 田中光郎: 小児の下顎安静位の三次元解析について. 顎機能誌, 10 : 43-51, 2003.