

総 説

咬合力に対するインプラント体の力学
インプラント支持補綴物での咬合が顎骨および全身におよぼす影響

杉 村 忠 敬¹⁾ 藤 本 雅 子²⁾ 若 城 健 介³⁾ 梶 本 忠 保³⁾
竹 内 宏⁴⁾ 土 井 豊⁵⁾ 倉 知 正 和³⁾ 山 本 宏 治³⁾
都 尾 元 宣³⁾ 藤 原 周³⁾ 渋谷 俊 昭⁶⁾ 大 友 克 之⁷⁾
柏 俣 正 典⁸⁾ 磯 崎 篤 則⁹⁾ 兼 松 宣 武²⁾ 永 原 國 央¹⁰⁾

Mechanics of Implant Body Against Occlusal Force
The Influence of Occlusion with an Implant-Supported Prosthesis
on Jawbone and the Body

SUGIMURA TADATAKA¹⁾, FUJIMOTO MASAKO²⁾, WAKAKI KENSUKE³⁾, KAJIMOTO TADATOSHI³⁾, TAKEUCHI HIROSHI⁴⁾,
DOI YUTAKA⁵⁾, KURACHI MASAKAZU³⁾, YAMAMOTO KOHJI³⁾, MIYAO MOTONOBU³⁾, FUJIWARA SHUU³⁾,
SHIBUTANI TOSHIAKI⁶⁾, OTOMO KATSUYUKI⁷⁾, KASHIMATA MASANORI⁸⁾, ISOZAKI ATSUNORI⁹⁾,
KANEMATSU NOBUTAKE²⁾ and NAGAHARA KUNITERU¹⁰⁾

近年、固定式補綴治療法として歯科インプラント治療が臨床応用されてきている。支台としてのインプラント体の物性についての研究は著しい発展をしてきたが、インプラント補綴治療と生体との関連についての研究はいまだ十分になされていない。すなわち、天然歯は歯根膜によって咬合力や咀嚼力を緩衝するが、インプラントで補綴された上部構造物は負荷された力を緩衝する方法を顎骨の粘弾性や筋に依存せざるを得ない。このことは、顎骨の変形や筋群のバランスを崩す大きな原因となり、それが不定愁訴の原因になることが多い。したがって、インプラント補綴治療をするときには、インプラント体を正しく植立することはもちろんであるが、上部構造物を装着するときは、支台に歯根膜がない、すなわち、支台に緩衝作用がないことを念頭においた咬合調整をおこなうことが重要である。

キーワード：歯科インプラント治療，咬合，咬合力，変形・変位，不定愁訴

Dental implant treatment involving fixed prostheses has been applied in a clinical setting in recent years. Many studies have been conducted regarding the properties of the implant body as an abutment, but there have been few studies on the relationship between implant treatment and the human body. While the occlusal and masticatory forces are absorbed by the periodontal membrane in natural teeth, force absorption of the upper structure of a dental implant depends on the viscoelasticity of the jawbone and muscles. This may cause deformation of the jawbone and loss of balance in muscle groups, followed by indefinite complaints. Therefore, it is important to not only place the implant body

朝日大学歯学部¹⁾口腔機能修復学講座口腔生理学分野，²⁾口腔病態医療学講座口腔外科学分野，³⁾口腔機能修復学講座歯科補綴学分野，⁴⁾口腔病態医療学講座口腔病理学分野，⁵⁾口腔機能修復学講座歯科理工学分野，⁶⁾口腔感染医療学講座歯周病学分野，⁷⁾総合医科学講座外科学分野，⁸⁾口腔感染医療学講座歯科薬理学分野，⁹⁾口腔感染医療学講座社会口腔保健学分野，¹⁰⁾口腔病態医療学講座インプラント学分野
501 0296 岐阜県瑞穂市穂積1851

¹⁾Department of Oral Physiology, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, ²⁾Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Division of Oral Pathogenesis and Disease Control, ³⁾Department of Prosthodontics, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, ⁴⁾Department of Oral

Pathology, Division of Oral Pathogenesis and Disease Control, ⁵⁾Department of Dental Materials, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation, ⁶⁾Department of Periodontology, Division of Oral Infections and Health Sciences, ⁷⁾Department of Surgery, Division of General Medicine, ⁸⁾Department of Dental Pharmacology, Division of Oral Infections and Health Sciences, ⁹⁾Department of Community Oral Health, Division of Oral Infections and Health Sciences, ¹⁰⁾Department of Oral Implantology, Division of General Dentistry
Asahi University School of Dentistry
Hozumi 1851, Mizuho, Gifu, 501 0296, Japan
(平成19年5月30日受理)

into the proper location, but also to adjust occlusion by taking into consideration that the abutment tooth does not have the periodontal membrane acting as a cushion when placing the upper structure of the implant.

Key words: Dental implant treatment, Occlusion, Occlusal force, Deformation/Displacement, Indefinite complaint

はじめに

歯を喪失したとき、咀嚼や発音の機能、あるいは容貌の回復などのために歯科補綴治療をおこなうが、その方法には固定式と可撤式とがある。機能的にも感覚的にも前者のほうがすぐれているので、可能な限り固定式の方法で補綴処置をおこなうことが望ましい。しかし、喪失した歯の数あるいは位置によっては、常に固定式の治療がおこなえるとは限らない。近年、人工歯根を用いたインプラント治療が考案され¹⁻⁵⁾、現在では日常的に臨床で応用されるようになって、従来では可撤式の補綴処置しかできないであろうと考えられたケースでも固定式の処置が可能になってきた。しかし、インプラント補綴処置は、歯を喪失した人にとって本当の救いとなるだろうか？ 天然歯とインプラント補綴物との決定的な相違は、咬合力に対する緩衝作用および驚くべき感覚（知覚）作用をもつ歯根膜の有無である。

そこで、本稿ではまず基礎編として、1 天然歯とインプラント補綴物に荷重を加えたときの顎骨における力学的な相違を検討し、つづいて、臨床編として、2 インプラント補綴処置によって全身的に障害が生じたケースを報告し、この原因を考察しながら、これらからインプラント治療の意義について考えてみたい。

1. 基礎編

実験的に下顎左側第一大臼歯を欠損させたサルに第一小臼歯、第二小臼歯、ポンティック、第二大臼歯と連結した固定式架工義歯（以下、天然歯ブリッジという）を装着させ、麻酔下で測定側（左側）の咬筋中央部を電気刺激して咬合様の運動をさせた。なお、荷重を加えた上部構造の部位と下顎骨の表面のひずみの大きさおよび方向との関連が分かるように、第二小臼歯あるいは第二大臼歯で物質を噛ませ、そのときの第二小臼歯および第二大臼歯の歯根中央部付近に相当する下顎骨表面のひずみを測定した。その結果、両測定点における主ひずみの方向は前上方から下顎角方向へ圧縮が、前下方から後上方へ伸展が認められた。また、主ひずみの大きさは荷重を加えた部位の下顎骨表面が、すなわち、第二小臼歯に荷重を加えたときは第二

小臼歯の歯根に相当する下顎骨表面が第二大臼歯の歯根に相当する下顎骨表面よりも、また、第二大臼歯に荷重を加えたときは第二大臼歯の歯根に相当する下顎骨表面が第二小臼歯の歯根に相当する下顎骨表面よりも伸展ひずみも圧縮ひずみも大きかった（図1）。すなわち、天然歯が支台歯のときは、荷重を加えた歯に相当する下顎骨の表面が大きくひずんだ。次に、天然歯ブリッジと比較するために、第一および第二大臼歯を喪失させ、第二大臼歯部にインプラント体を植立し、第一小臼歯、第二小臼歯と第二大臼歯のインプラント体とを連結した固定式架工義歯（以下、インプラントブリッジという）を装着させ、同様の実験をおこなった。その結果、主ひずみの方向は天然歯ブリッジの実験結果と類似していたが、主ひずみの大きさはどちらの歯に荷重を加えても、第二小臼歯部（天然歯）よりも第二大臼歯部（インプラント部）の下顎骨表面のほうが大きかった（図2）。また、第二小臼歯部および第二大臼歯部の下顎骨表面は、第二小臼歯に荷重を加えたときも第二大臼歯に荷重を加えたときも、インプラントブリッジよりも天然歯ブリッジのほうが大きくひずむことが分かった（図1, 2⁶⁾。このことは、下顎骨表面に現れるひずみは、インプラント部に荷重を加えたときよりも天然歯に荷重を加えたときのほうが大きいことを示している。

上述した傾向は、イヌを用いた実験においても同様の結果を得ている。すなわち、イヌの第一後臼歯に荷重を加えたときと第一後臼歯を抜歯後、同部位にインプラント体を植立し、咬筋を電気刺激して咬合様の運

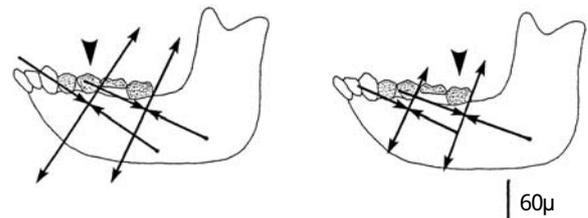


図1 天然歯ブリッジの支台歯である第二小臼歯に垂直方向から荷重を加えたとき（左）、および第二大臼歯に垂直荷重を加えたとき（右）の第二小臼歯および第二大臼歯の根中央部付近に相当する下顎骨表面の主ひずみの大きさおよび方向（実験動物…サル）（花岡繁樹他．咬合力に対するインプラントブリッジと天然歯ブリッジとの緩衝機構の相違について．歯科医学．1991；54（2）：69-87．改変）

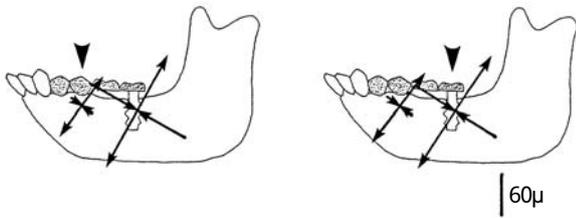


図2 インプラントブリッジの支台歯である第二小臼歯(天然歯)に垂直方向から荷重を加えたとき(左), および第二大臼歯(インプラント部)に垂直荷重を加えたとき(右)の第二小臼歯(天然歯)および第二大臼歯(インプラント部)のインプラント体中央部付近に相当する下顎骨表面のひずみの大きさおよび方向(実験動物...サル)
(花岡繁樹他. 咬合力に対するインプラントブリッジと天然歯ブリッジとの緩衝機構の相違について. 歯科医学. 1991; 54(2): 69-87. 改変)

動をさせ, それらに荷重を加えたときとの下顎骨表面のひずみの大きさを比較すると, 歯槽頂部付近でも根尖部に相当する部位でも天然歯に荷重を加えたときのほうが大きかった. さらに, 天然歯およびインプラント部に加える荷重の方向を60°方向へ変えると, 垂直荷重を加えたときよりもひずみは双方とも減少した. 荷重を加える方向を45°および30°とさらに水平方向へ変えるにつれて, 両測定部位のひずみは, 天然歯に加えたときは徐々に大きくなった. これに対して, インプラント部に荷重を加えたときは, 歯槽頂部では加える方向が水平になるにつれてごくわずかに増加する傾向がみられたが, 天然歯に加えたときよりもひずみが増加する量はきわめて小さかった. そして, とくにイ

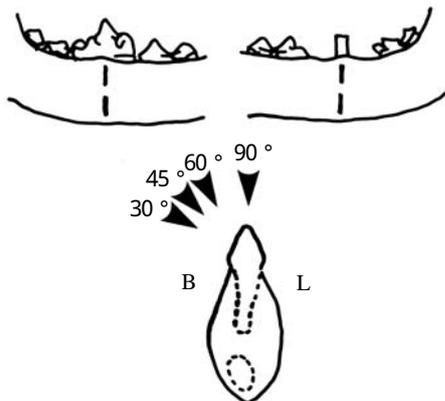
ンプラント尖端部ではほとんど変わらなかった(表1)。

インプラント歯が顎骨と化学的に骨性癒着しているかどうかは別にして, とにかく, しっかり植立されているインプラント体には動揺がないということから, 物理的には緊密に接合していると考えられる. したがって, 歯と歯槽窩との間に平均100~300μmの歯根膜腔をもつ天然歯に荷重を加えたときに比べて, インプラント部に荷重を加えたときは下顎骨の表面に早く反応が現れるはずである. いま, イヌの下顎の第一後臼歯を抜歯して同部位にセラミックインプラント(バイオセラムEタイプ, 3E1S, 京都セラミックス社)を植え, そのインプラント上部構造物および天然歯である第一後臼歯の咬頭頂に垂直方向から衝撃的な荷重を加え, 荷重を加えた瞬間を起点とし, その時点からのインプラント上部構造物の表面, 第一後臼歯の表面, 歯槽頂部およびインプラント尖端部の下顎骨表面に力学的反応(ひずみ)が現れるまでの時間を測定した. その結果, インプラント上部構造物に荷重を加えてから上部構造物表面にひずみが見れるまでの時間は12μsec, 天然歯の表面にひずみが見れるまでの時間は15μsecとほとんど差は認められなかった. しかし, 歯槽頂部および根尖部(インプラントでは尖端部)付近に相当する下顎骨表面にひずみが見れるまでの時間は, インプラント上部構造物に荷重を加えたときはそれぞれ14μsec, 16μsecで, 天然歯に荷重を加えたときはそれぞれ30μsec, 45μsecで, インプラント上部構造物に荷重を加えたときは, 天然歯に荷重を加えたとき

表1 イヌの第一後臼歯に各方向から荷重を加えたときと第一後臼歯を抜歯後, 同部位にインプラントを植立し, それに各方向から荷重を加えたときとの下顎骨表面の歯槽頂部付近および根尖部に相当する部位のひずみの大きさ(実験動物...イヌ)

(河合繁一. 咬合時のセラミックインプラント(Eタイプ)および下顎骨の力学的反応. 歯科医学. 1985; 48(6): 761-777. 改変)

実験結果からも明らかなように, どの方向から荷重を加えても天然歯に荷重を加えたときのほうが大きなひずみが観察された.



		測定部位	
		歯槽頂部	根尖部
90° (vertical)	天然歯	245.1	222.3
	インプラント歯	153.9	68.4
60°	天然歯	106.0	53.2
	インプラント歯	37.2	11.8
45°	天然歯	148.7	74.2
	インプラント歯	48.3	10.1
30°	天然歯	154.5	80.6
	インプラント歯	37.7	5.2

(με)

の約1/2ないし約1/3の時間であった⁷⁾。このような実験では、衝撃的な荷重を加える方向にわずかなずれやインプラント体の植立方向および天然歯の歯根の形態などの諸因子に影響を受けると考えられるが、数多くの実験をおこなっても上述した結果と差はほとんど認められなかった。

ところで、Mühlemann HRら⁸⁾は上顎中切歯の唇面に100から1,500gの荷重を加えたときの中切歯切端の移動距離を測定し、歯の水平動揺には初期動揺(0~100g)、中間期動揺(100~1,500g)および終期動揺(1,500~1,750g)が認められることを明らかにした。この3相が認められるのは歯根膜腔をもつ天然歯であり、このような空隙をもたないインプラント体ではこのような相は認められないはずである。いま、イヌの下顎の第一後臼歯を抜歯して同部位にセラミックインプラントを植え、そのインプラント上部構造物の切端部付近に軸方向に対して60°、45°、30°および0°すなわち、角度を変えた側方方向から0~390gまでの荷重を加えてみた。その結果、どの方向から荷重を加えても初期動揺と中間期動揺との境界を示す変曲点は認められなかったし、どの方向から荷重を加えても変位する量にはほとんど差は認められなかった。これに対して、天然歯である第一後臼歯の切端部に同様の荷重を加えると明確な変曲点は認められなかったものの、荷

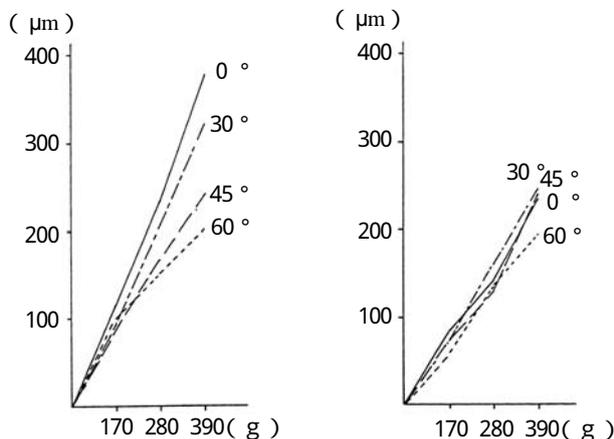


図3 天然歯の咬頭頂あるいはインプラント上部構造物の切端部付近に、軸方向に対して60°、45°、30°および0°の方向から0~390gまでの荷重を加えたときの天然歯の咬頭頂およびインプラント上部構造物の切端部の変位量(実験動物...イヌ)

(河合繁一. 咬合時のセラミックインプラント(Eタイプ)および下顎骨の力学的反応. 歯科医学. 1985; 48(6): 761-777.)

この実験結果から、インプラント体と顎骨とが一体化していることが分かる。

重を加える方向によって変位するパターンに明らかな相違が認められたし、変位する量にも大きな差が認められた(図3)。天然歯に荷重を加えたのに明確な変曲点が認められなかったのは、Mühlemann HRがヒトの歯のうちでも比較的歯根膜腔の広い上顎中切歯で実験をおこなったのに対して、たとえ天然歯であってもイヌの歯はヒトの歯に比べてはるかに骨植堅固であるため、ヒトにみられるような顕著な変位がみられなかったものと思われる。しかし、たとえば、イヌの第一後臼歯とはいえ、インプラント上部構造物に荷重を加えたときと天然歯に荷重を加えたときとは変位するパターンおよび距離に明らかな差が認められた。この実験と下顎骨表面に変形(ひずみ)が現れるまでの時間差とから、インプラント体と天然歯とは、下顎骨との接合状態に明らかな差があることは明白である。これらのことを裏付ける実験として、同じく下顎の第一後臼歯を抜歯して同部位にセラミックインプラントを植えた麻酔下のイヌの咬筋中央部を電気刺激して咬合様の運動をさせて、第一後臼歯の歯根に相当する下顎骨表面のひずみを測定した。このとき、物質を噛ませてインプラントの上部構造物に対して軸(90°)方向、60°、45°および30°方向から荷重を加えると、どの方向から荷重を加えても下顎骨の表面に現れる主ひずみの方向および大きさにはほとんど差は認められなかった。しかし、第一後臼歯に同様の条件で荷重を加えると、荷重を加える方向によって、下顎骨表面に現れる主ひずみの方向および量には著しい差が認められた(図4)。

これらの一連の実験から、インプラントの上部構造物に荷重が加わったときと天然歯に荷重が加わったときとは、骨に対する反応様式に著しい差が認められることが分かる。したがって、インプラント体を植え、それに上部構造物を装着するとき、インプラントの上部構造物と天然歯の補綴物とを連結することは、支台の力学的な反応様式がまったく異なるものどうしを連結することになってしまう。このことが、理にかなっているかどうかは明白である。そこで、前述した天然歯ブリッジとインプラントブリッジとについて、それぞれの支台歯に荷重を加えたときの微細な変位パターンの相違をホログラフィー干渉法を用いて観察した。いま、コントロールとして、第一大臼歯が残存しているケースで、第二小臼歯あるいは第二大臼歯に垂直荷重を加えてみた。その結果、歯および下顎骨の表面の変位方向は各々の場合、ほぼ同じであった(図5)。次に、第一大臼歯が欠損したケースとして、天然歯ブリッジおよびインプラントブリッジの後方の支台歯で

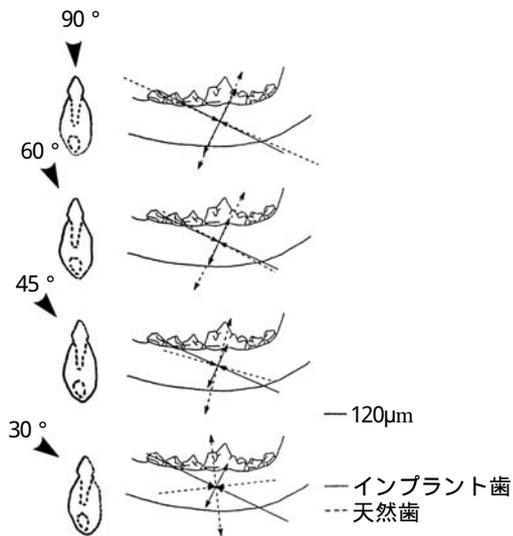


図4 咬筋中央部を電気刺激して天然歯の咬頭頂あるいはインプラント上部構造物の切端部付近に90°, 60°, 45°および30°の方向から荷重を加えたとき、下顎骨の天然歯の根中央部付近およびインプラント体の根中央部付近に相当する下顎骨表面の主ひずみの量および方向(実験動物...イヌ)

(河合繁一. 咬合時のセラミックインプラント(Eタイプ)および下顎骨の力学的反応. 歯科医学. 1985; 48(6): 761-777. 改変)

この実験から、天然歯では歯根膜腔があることにより、歯は特定の部位に応力が集中しないように可能な限り変位する方向を変えながら応力を緩衝しているのに対して、インプラント体周囲にはそのような空隙がないため、変位する方向(ひずむ方向)はほぼ一定である。このことは、インプラント体周囲では顎骨の特定部位に応力が集中しやすいことを示している。

ある第二大臼歯に荷重を加えてみたが、このときも歯および下顎骨の表面の変位方向は各々の場合、著しい差は認められなかった(図6)。しかし、前方の支台歯である第二小臼歯に荷重を加えると天然歯ブリッジでは歯および下顎骨の表面の変位方向はほぼ同じであったが、インプラントブリッジでは第二小臼歯および下顎骨表面が前下方へ変位するのに対して、ポンテックである第一大臼歯およびインプラント支台の第二大臼歯は後下方へ、また、それらの下顎骨表面はほぼ下顎下縁の方向、すなわち、インプラント体の植立方向へ変位した(図7)。この両者の変位する方向の相違は、きわめて重大な意味をもっている。すなわち、このような状況下で長期間咬合や咀嚼をしていると、両支台である第二小臼歯やインプラント体に加わる力は非生理的な力となり、両支台のいずれか、あるいは両支台に歯槽骨の吸収が生じ、さらに可能性とし

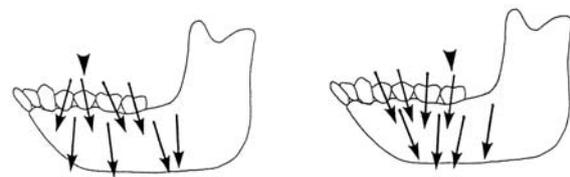


図5 天然歯列の第二小臼歯(左)あるいは第二大臼歯に垂直荷重を加えたとき(右)の第一小臼歯, 第二小臼歯, 第一大臼歯および第二大臼歯ならびに下顎骨表面の変位方向(実験動物...サル)

(花岡繁樹他. 咬合力に対するインプラントブリッジと天然歯ブリッジとの緩衝機構の相違について. 歯科医学. 1991; 54(2): 69-87.)

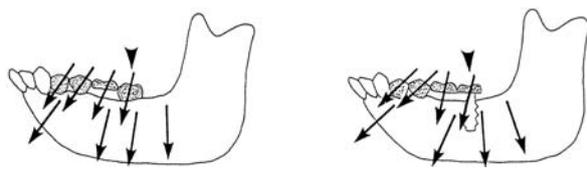


図6 天然歯ブリッジの第二大臼歯(天然歯)に垂直荷重を加えたとき(左)およびインプラントブリッジの第二大臼歯(インプラント部)に垂直荷重を加えたとき(右)の第一小臼歯, 第二小臼歯, 第一大臼歯(ポンテック)および第二大臼歯(インプラント部)ならびに下顎骨表面の変位方向(実験動物...サル)

(花岡繁樹他. 咬合力に対するインプラントブリッジと天然歯ブリッジとの緩衝機構の相違について. 歯科医学. 1991; 54(2): 69-87.)

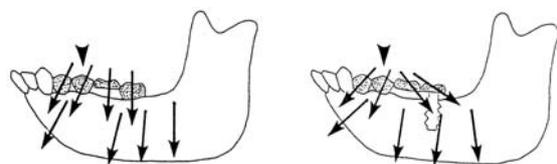


図7 天然歯ブリッジの第二小臼歯(天然歯)に垂直荷重を加えたとき(左)およびインプラントブリッジの第二小臼歯(天然歯)に垂直荷重を加えたとき(右)の第一小臼歯, 第二小臼歯, 第一大臼歯(ポンテック)および第二大臼歯(天然歯)ならびに下顎骨表面の変位方向(実験動物...サル)

(花岡繁樹他. 咬合力に対するインプラントブリッジと天然歯ブリッジとの緩衝機構の相違について. 歯科医学. 1991; 54(2): 69-87.)

図5および図6では、それぞれの歯および下顎骨表面が変位する方向はほぼ同じであったが、第二小臼歯、すなわち、天然歯の最後方歯に荷重を加えると、天然歯ブリッジとインプラントブリッジとはまったく異なるパターンが認められた。このような場合には、上部構造物および顎骨は著しく大きな有害作用を受けることになると考えられる。

て、上部構造の第二小臼歯とポンティックとの間に金属疲労が生じて、上部構造の破折が生じる可能性が示唆される。

以上述べてきた実験結果は、歯根膜をもつ天然歯と歯根膜をもたないインプラント補綴処置との上部構造物に咬合力が加わったときの上部構造および下顎骨表面の変位パターンとの相違である。これらのことから明らかのように、歯根膜腔のある天然歯に荷重が加わる時は変位・変形にある程度のゆとりがあるのに対して、インプラント補綴処置ではインプラント体および上部構造物の材質にかなりの弾力性がない限り天然歯よりも変位したり変形する余裕がない。このことが、インプラント治療の失敗につながる大きな原因のひとつとなっている。

2. 臨床編

いま、臨床例として、咬合位や咬合平面にはそれほど不満はないが、発音や咀嚼の障害を回避するために固定式補綴処置を希望する上下無歯顎者にインプラント治療を施し、上部構造は患者の希望に限りなく添うように、従来装着していた上下顎総義歯の咬合平面および咬合位に近い補綴物を作製したにもかかわらず、不定愁訴が現れた症例⁹⁾について考えてみよう。患者の上顎に8本、下顎に10本のインプラント体の埋入をおこない、ボーンアンカータイプの上部構造物を装着した(図8)。上部構造は前述したとおり、患者の強い希望により、当時使用していた義歯の咬合関係を可能な限り再現した。しかし、装着2日後、右側上顎側切歯(人工歯)が脱離し、その10日後、右側の鼻翼から側頭部にかけて痛みが現われた。そして、常に右側が高く、したがって、左側が咬合接触していないように感じると訴えだした。さらに数日後から、右側の首、肩、腕などに痛みとしびれの症状があらわれた。そこで、この日から約6か月間、バイトプレートを作製して咬合調整をおこなったが、症状はまった

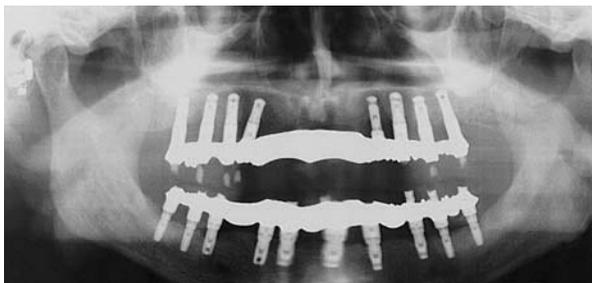


図8 無歯顎の上下顎にボーンアンカータイプインプラントを植立し、それに上部構造物を装着したときのパノラマ像

く改善しなかった。そこで、咬合・咀嚼時の力学的中心が顎関節であるという従来の観点から離れ、Guzay CM¹⁰⁾や楊ら¹¹⁾が明らかにしている第二頸椎歯突起が咬合・咀嚼の力学的中心であるという観点に立ち、上顎の左右の咬合平面を延長したとき、その延長が第二頸椎歯突起の中央部をとるように少しずつ咬合調整をおこなった。その結果、約4か月で訴えていた症状はほとんど消失した。

このような症状が生じた原因は、ボーンアンカー形式の義歯では上部構造物と上下顎骨とが一体化しているため、咬合・咀嚼時の顎運動の力学的様式が粘膜支持型の義歯とはかなり異なっているからである。すなわち、粘膜支持型の義歯では、力学的に何らかの不適合があっても義歯の変位や脱離などの方法で不都合な応力から回避することができる。すなわち、天然歯が歯根膜を介して咬合・咀嚼しているときは、さらに、筋という軟組織が限度内で各種の顎運動の緩衝体になって応力を緩衝しているが、顎骨とインプラント補綴物とが一体化すると歯根膜の感覚および緩衝作用がなくなるため、筋の緩衝作用が主体となる。しかし、筋には歯根膜の感覚に匹敵するといっても過言でない筋紡錘があって、筋の前後左右のバランスが崩れると、その結果、筋痛や不定愁訴がおきやすくなる。しかし、前後左右上下の筋のバランスをとり、咬合・咀嚼時の力学的支点として、咬合平面の延長が第二頸椎の歯突起中央部を通るような咬合平面を作るように咬合調整すると、多くの場合、このようなトラブルから解放される。すなわち、インプラントの上部構造物を作製するときは、歯根膜というクッション材がないことを念頭に入れ、可能な限り全身の筋群のバランスがとれた状態で咬合採得をしなければならない。

3. まとめ

歯根膜腔のような緩衝体をもたない、顎骨と一体化した補綴物では、たしかに形態的には顎骨インプラント上部構造物の形式をとっているため、咬合・咀嚼ができて当然である。しかし、歯根膜の有無はきわめて重要なファクターである。歯根膜は多くの機能をもっているが、反射機構としての歯根膜咬筋反射は、歯根膜の感覚から三叉神経中脳路核(歯根膜咬筋反射)、三叉神経の主知覚核・脊髄路核(緊張性歯根膜咬筋反射)を介して咬筋の緊張を高める¹²⁾。咬合・咀嚼時に最も大きな力を発揮する咬筋に異常な緊張が生じれば、咬筋の起始あるいは停止している骨にも位置的異常を生じさせ、このことがひいては周辺の骨の位置異常を引き起こし、それらの骨に起始・停止してい

る筋群の走行および筋長を変化させる¹²⁾。また，下顎骨は左右2個の下顎頭の中央を結ぶ蝶番を軸とする協調運動によって動くので，異常は片側だけにとどまらず，反対側へも当然影響が生じる。これらのことから，基礎編で述べたように，わずかに平均100~300 μ mの歯根膜腔の有無が，天然歯とインプラント体との挙動および下顎骨の力学的応答に特徴ある相違を生じさせるということを，十分に認識しておく必要がある。

引用文献

- 1) Branemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindstrom J and Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1969; 3(2): 81-100.
- 2) Adell R, Hansson BO, Branemark PI and Breine U. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. Review of clinical approaches. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1970; 4(1): 19-34.
- 3) Branemark PI, Breine U, Hallen O, Hansson BO and Lindstrom J. Repair of defects in mandible. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1970; 4(2): 100-108.
- 4) Branemark PI, Lindstrom J, Hallen O, Breine U, Jeppson PH and Ohman A. Reconstruction of the defective mandible. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1975; 9(2): 116-128.
- 5) Branemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindstrom J, Hallen O and Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw, Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl.* 1977; 16: 1-132.
- 6) 花岡繁樹，杉村忠敬．咬合力に対するインプラントブリッジと天然歯ブリッジとの緩衝機構の相違について．*歯科医学*．1991；54(2)：69-87．
- 7) 河合繁一．咬合時のセラミックインプラント(Eタイプ)および下顎骨の力学的反応．*歯科医学*．1985；48(6)：761-777．
- 8) Mühlemann H R. Periodontometry a Method for Measuring Tooth Mobility. *Oral Surg.* 1951; 4: 1220-1233.
- 9) 梶本忠保，若城健介，山本宏治，杉村忠敬．ボーンアンカー形式による補綴物に起因する不定愁訴．日本口腔インプラント学会第26回中部支部総会学術大会抄録集．2005：30．
- 10) Guzay CM. Quadrant theorem. A viewable biophysical analysis of prosthodontia, orthodontia and TMJ disorder. DDS Publication. 1979; 22-35.
- 11) 楊 坤憲，松田宗久，安達 潤，山仲 徹，小林八洲男，杉村忠敬．片側第一大臼歯で咬合物質を噛ませたときのサル顎椎の力学的応答．顎顔面バイオメカニクス学会誌．2003；9(1)：5-22．
- 12) 杉村忠敬，山田好秋，二ノ宮裕三，柴 芳樹，重村憲徳，勝川秀夫；杉村忠敬編．口腔生理学概論．1版．東京：学建書院；2006：149-154．