

補綴学の観点から歯科インプラント療法を再考する

小宮山彌太郎

To reconsider about the implant treatment in dentistry from the view point of prosthodontics

Yataro Komiyama, DDS, PhD

抄 録

近代歯科医療に大きな変革をもたらしたもののひとつとして、オッセオインテグレーションを礎とするインプラント療法を挙げる人が多い。しかしながら、安易な姿勢で臨むならば術前よりも悪い結果を患者に与え、好ましくない修復法との烙印を押されかねない。それは、臨床応用開始からたかだか半世紀しか経ていないものの、適切に応用されるならば長期間にわたる優れた予知性を示すことが知られてきた。このように長期間を見据えた場合には、診断、治療計画の立案に際して、発現する力を補綴の知識に基づいて考察することが求められる。本稿では、インプラント療法を通して歯科医療従事者としての喜びと怖さとを体験してきた臨床家としての考えを述べたい。

キーワード

歯科インプラント、オッセオインテグレーション、歯科補綴学、長期予後、力

I. はじめに

2018年10月1日、ノーベル生理学・医学賞の授賞通知を受けた本庶 佑教授が、その夜の記者会見の席で耳を疑うような発言をされた。『Nature や Science に掲載されている論文の9割には誤りがあり、10年後に残るのは1割。』

インパクト・ファクターが桁違いに高く、多くの研究者の目標とされているジャーナルを例に挙げられ、科学進歩の速さと先入観で軽々に物事を信じるなどいうことを示唆されたものと受け止めている。本庶先生であるから許されるものの、凡人が同様の発言をしたならば卑下されることは間違いない。医科、歯科領域でエビデンスなる言葉が重視されるようになってから久しく、その重要性は周知されている。しかしながら、歯科インプラント療法にはエビデンスが無いと一部の研究者からは指摘されてきたが、優れた臨床成績を後追いするように、今日では多くの研究者により基礎的なレベルでの解明が進みつつある¹⁾。このような動静は、過去から医学、歯学領域では枚挙にいとまがない。

本稿では、一臨床家の経験から歯科インプラント療法を再考したい。

II. 歯牙の喪失に起因する問題点とその修復法の一選択肢としてのインプラント療法

人間はともかく、野生動物にとって歯牙は生命の維持に不可欠なものであり、百獣の王とされるものにあっても十分な栄養が確保できずに体力が落ちると、遙かに弱小なりカオンなどに捕食されるなど、先入観から外れた弱肉強食の一例となる。ヒトにあっても、何らかの病状により口腔からの摂食が不可能な場合には、胃瘻が応用されて栄養補給はされるものの、患者のQOLは大きく低下することが知られている。高齢者にとって十分な咀嚼を伴い口腔から摂取できる栄養が、いかに健康ならびに知的活動を維持できるかが認識されつつある²⁾。一部の医師あるいは医療ジャーナリストがこの点に着目していることは、国民への強力な啓発となり、歯科界への大きな追い風となると考えられるが、本来はそのような他力本願ではなく、このような問題に一番近い立場にある歯科界が、より率先

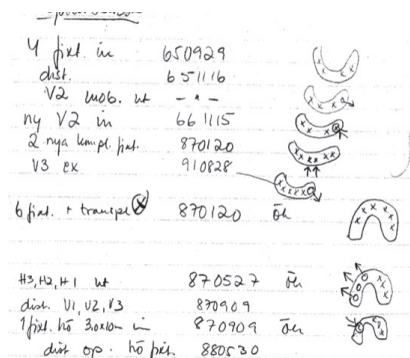


図1 臨床応用第1号症例における時系列の治療概略抜粋資料

Brånemark Osseointegration Center, Göteborgのご厚意による。

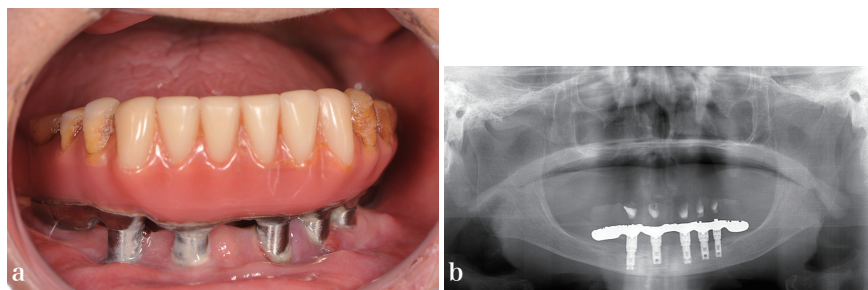


図2 現在、個人的に追跡できているわが国における最長症例

1927年生まれ女性 2017年1月東京歯科大学千葉病院における診査時。

1984年2月 下顎無歯顎に5本の機械仕上げフィクスチャーを埋入。

a 2017年診査時来院直後の口腔内：顕著な歯垢の存在と、粘膜の軽度の炎症を認める。

b パノラマX線写真：歯垢の顕著な部位には骨吸収を認めるが、安定している。

して患者教育の先頭につくべきであろう。

社会関係が濃密な人間にとり、歯牙の欠如は審美性を含めて心理的な負い目の要因ともなり得るが、社会の状況が複雑化するに従い、さらにその傾向は強まると思われる。それを救う手段としての歯科補綴学は、多くの優れた先達の創意と工夫とにより進歩してきたが、歯科医療従事者からは好ましいと考えられる補綴装置であっても、当の患者が受容できない場合もある。失われたものの代替物、すなわち人工歯冠を再現する発想は古代から存在し何も新しいものではないが、それらのほとんどが短期間の使用には耐えたとしてもエビデンスには乏しかった。近代歯科においても幾多のインプラント療法が臨床に供されてきたものの、その多くが感染をきたす、あるいは着手前よりも組織を失うなど患者に多くの問題を残したこともあり、わが国だけではなく世界各国の大学レベルでは、インプラントは教育、研究ならびに臨床に不適切なものとのレッテルが貼られていた。それは、1970年代の東京歯科大学歯科補綴学第三講座でも例外ではなく、著者が会話の中でインプラントについて口にした際に、“新しいものに目を向けることは良いことだが、インプラントにだけはめり込むな。”との言葉にあるように故関根 弘教授もインプラントには否定的であった。しかしながら、世界の流れに変化の兆しが見えたのは、Brånemarkらがスウェーデンの整形外科領域の専門誌に投稿した無歯顎におけるインプラント療法の適用10年経過報告³⁾からで、その後、1982年トロント大学補綴学 Zarb, G. 教授が音頭を取って開催されたいわゆる Toronto Symposium が転換点となり、近代歯科インプラントが世界中の歯科界に周知されるようになった。

医師である Brånemark は軟組織の血流に関する研

究を行っていたが、1962年に骨組織の治癒機転を調査する過程で、実験に供したチタン製の生体顕微鏡用のチャンバーが撤去できなくなったことが、今日のインプラントの原点となった。そして、そのわずか3年後には臨床応用に漕ぎ着けた。著者はあまりの短期間でのヒトへの応用に疑問を抱いたが、その間の多方面にわたる連携、研究と50種類以上のプロトタイプ製作とその動物実験とがあつたことを知り、疑問が解消した。図1に第1号症例への適用を時系列で抜粋した記録を示すが、試行錯誤が読み取れる。このような経験から、遵守するならば誰が行っても良好な結果が得られるようなプロトコルが構築されたことにより、1980年代初頭になって教室関係者以外への臨床応用の解禁が検討され始めた。わが国では1983年6月からブローネマルク・システムの臨床応用が開始されたが、当初の症例の追跡はすでに途絶え、現在、著者が経過を観察できている最長症例は、35年前の1984年2月1日に埋入が実施された(図2aおよびb)。

III. インプラント療法適用に際しての注意点

1. 患者との関係

前述したように、今日までに確立されてきた従前の補綴処置は優れたものであり、多くの患者に適用できると信じている。インプラント療法には利点もあるが、すべての患者に最適な治療法ではなく、修復処置の単なる一選択肢にしか過ぎない。歯科医療従事者は、常に患者に寄り添い、最小限の負担で患者の要求を満たすことを重視すべきと考えるが、インプラントの普及に伴い、収益、先物取りあるいは興味からインプラント療法以外の選択肢は無いような説明でその適用を勧める歯科医師も居るようで、これは医療にはそぐわない不適切な誘導の一例であろう。中には、イン

プラント治療が済んだ後、『あとは、どこかの歯科医院でメンテナンスを受けなさい。』と患者を放り出す歯科医院も実在する。このような状況では、歯科界が蔑みの対象となっても不思議ではない。

患者は歯科治療を受けるに当たり、当然のことながら不安な気持ちと猜疑心を抱いている。その補綴処置に関する長所、短所を含めた十分な説明を行い、治療結果をはじめとする自身の条件を照らし合わせてご家族とも相談した上で決定していただくが、口腔領域の悪性腫瘍や重篤な感染症とは異なり、インプラント療法にあってはその決定を急がせる必要は無い。患者がインプラント療法を希望した場合には、外科的処置は不可避であることから、医科主治医との対診を密に行わなくてはならないものの、現実にはそれを軽視したことにより裁判沙汰になるものも見られる。

一般的な保険診療と異なり高額となるインプラント療法にあっては、患者との間でのトラブルが起こり易いかも知れない。弁護士あるいは保険会社から相談に持ち込まれる際の診療録には、保険請求のカルテと同程度の形式的な記載しか添付されていないことが多く、それでは術者自身の身を守ることは難しく、診療の詳細な経緯だけではなく患者とのやり取りの文言まで診療録に残すべきであろう。

2. 治療計画の立案に際しての注意点

長期間にわたる安定した治療結果を望む患者は多い。埋入後1年以内の問題点は、外科的術式に関連するものが多いが、本来は安定期とされるそれ以降のトラブルはインプラントの選択、診療計画の立案ならびに補綴処置の影響を受け易い。すなわち、人造物が破綻をきたす要因は力であることを再認識しなくてはならない。記憶にも新しい2018年8月14日にイタリア、ジェノバで発生し、40数名の犠牲者を出した橋の崩落はその一例で、51年前に完成後すでに設計上の問題点が指摘されていたとの報道がある。5年、10年といった短期間であればともかく、30年あるいはそれ以上の長期の機能状況下での耐久性を考えているとは考えられないインプラント・システムも存在している。近代インプラントの初期のように高齢者を中心に適用される時代とは異なり、今日では事故などに起因して若年期に適用される場合も増えており、平均余命を考えるならば、その間の咬合咀嚼力の累積は膨大なものになる。それを考慮するならば、歯軸方向への荷重をバット・ジョイントとして受け止める構造のものが有利かもしれない。それに対して今日の主流のコニカル・コネクションについて、個人的には不安を抱く構造のものもある。方法によってはそのような構

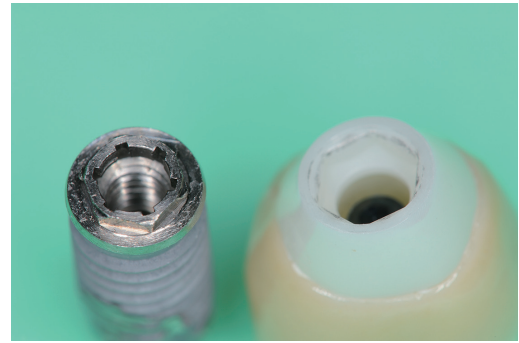


図3 海外で加療されたものの、不適合のために動揺をきたし、ジルコニア製アバットメントを撤去した状態。基底部分がチタンの微細粉で黒く着色している。

造のインプラントに、ジルコニア製アバットメントの連結を推奨しているものもあるが、長期間にわたる使用で何が起きそうかは、ヤング率が歯牙とは大きく異なるメタル・コアに起因した歯根の縦破折を経験してきた歯科医師には想像がつくであろう。このようなことを指摘できるのは補綴科医であり、警鐘を鳴らす責務があると考えている。この点を含めて、インプラント療法にあってはどのコンポーネントが、一番大切なものを理解していないと考えられるシステムも散見される。前述したように、長年月の使用に際しての咬合力の累積は膨大なことに加えて、通常の生活の上では予期せぬ事故などによる暴力も発生するが、最も大切な要素はオッセオインテグレーションを示しているフィクスチャー（インプラント本体）であり、他のコンポーネントが緩むあるいは破折を示したとしても交換すれば済む。開発者ならびにそのエンジニアの理念が理解されないままに、また問題点の原因を解明しないままに、万が一の場合の安全弁を忘れる、あるいは単に材質をより強いものにするなどの営業サイドの意見が通るならば、そのしわ寄せは患者のみならず歯科医療従事者にもおよぶ。その一例としては、一番大切なフィクスチャーにジルコニア製アバットメントを直接装着するものが、一部の臨床医および業者が最新技術と捉える傾向にあることで、何年か後にはいくつかの問題点が指摘されるように感じている。審美性ならびに組織親和性に優れるジルコニアの物性を疑問視するつもりはないが、長期間の使用で何が起こり得るかを予想してみたい。精度に優れていたとしても、所詮、人造物の組み合わせにあっては完璧な適合などは存在せず、生体組織の中では剛性は高いものの機能状況下では撓みを許す顎骨とインテグレーションを示すフィクスチャーが強固な上部構造により連結された場合、状況によってはフィクスチャーとジルコニア製アバ

トメントとの間に微小な繰り返し変位を認めるであろうことは想像に難くない (図 3)。臨床応用開始から半世紀以上が経過した単体としてのチタンの組織親和性は周知のものとなっているが、ようやく両材料間の微小動揺によるチタン微細粉の問題点が指摘されるようになってきた。その微細粉の存在が免疫機構に影響をおよぼし、骨吸収の危険性があることが解明されつつあり^{4,5)}、審美領域に応用された場合には、周囲軟組織にブラック・タトゥーを形成し、患者の落胆を招くであろう。

3. フィクスチャーの選択

歯科用 CT の存在は、歯科領域に大きな貢献をしてきたがインプラント療法にあっても例外ではなく、安全で確実な情報を術者の手中に収めることができるようになった。骨質が予想できることからフィクスチャー形状を選択しやすくなり、三次元的骨量を正確に把握できることから適切な、そして安全なサイズのものを選び易くなった。ブローネマルク・システムにあっては、当初、直径は 3.75 mm の機械仕上げフィクスチャーのみで、長径は 7 mm, 10 mm および 13 mm の 3 種類しかなかった。1981 年の Adell ら⁶⁾の報告では、長径が 10 mm 未満のフィクスチャーの成績がそれ以上のものに比較して劣り、上顎への適用成績が下顎のそれに比較して劣ることが記されていたことから、それがエビデンスと捉えられる時期がしばらく続いた。この点については当時の臨床術式を理解していないと読み間違える。当時のフィクスチャーは機械仕上げの平行・ウォールで直径は 3.75 mm のみで、埋入窩の最終形成用ドリルの直径は 3 mm しか存在せず、上顎骨に対しても適用予定フィクスチャーの長径分だけ形成することが外科プロトコルであったことから、短いものの初期固定に不安を持つことが多かった。しかしながら、『インテグレーションを獲得できたならば、フィクスチャーの長短による差異はない。』と Brånemark は述べていた。今日では、長径の差が成績に影響を与えないことがいくつかの論文で指摘されている。フィクスチャーの表面構造ならびに形態が変化し、ドリルの直径ならびに外形が多様化し、加えてアダプテーション・テクニックも応用できるようになり、ハード・ウェアならびにソフト・ウェアが大きく変化した今日では、かつての論文をそのまま同じ俎上に乗せて解釈することには無理がある。したがって、いかなる論文にあっても、その時代的あるいは状況の背景も理解したい。

直径については、各メーカーとも 3.75 mm から 4 mm を主力製品としており、最も長い歴史があるこ

とから理にかなったものと言える。しかしながら、この直径では大臼歯のサイズから見ると抗転覆力には不安があることから、より大きな径のものも存在し、フィクスチャーの破折の観点からはその危険性を下げる因子として報告されているが⁷⁾、スタンダード・サイズに比較して骨吸収が大きい傾向にあることから、個人的にはその使用頻度は下がっている。

Brånemark は機械仕上げフィクスチャーを臨床で応用してきたが、オッセオインテグレーション獲得のための治療に時間を要し、その過程では細心の注意が求められることは経営上、不利になると考える各業者はそれぞれ工夫を凝らして中等度の粗面を与えてきた。旋盤で削り出した機械仕上げの場合、その表面粗さは平均で Sa 0.4 ~ 0.6 μm で、中等度のものでは Sa 2.5 μm と極端に粗いものもかつては存在したが、今日ではほとんどが Sa 1.4 μm 程度となっている。個人的には、その粗面の断面形態も大きな影響をおよぼすと考えている。前出の Adell らの論文の中で、「治療期間および上部構造装着後の 1 年間に平均 1.5 mm の周縁骨の吸収を認め、それ以降の吸収は年平均で 0.5 mm であった。」と記している。これを汲み取るならば、そのような周縁骨の変化は織り込み済みであったことから、Brånemark は機械仕上げにこだわった。さらに、長期間におよぶアバットメントからの咬合力に耐え得る金属量の確保と埋入時の初期固定能を優先するためにフレンジを付与した。ブローネマルク・システムのようなエクスターナル・コネクションでフレンジを備えた構造では、そのような吸収を想定すべきところ、中等度粗面の優位性を過信し、営業的に短期間での成績を重視する業者は、フレンジの軸面にまでそのような表面構造を与えている。ブローネマルク・システムのような形態では、どのようなレベルの術者が担当しても悪影響が出にくいハイブリッド・デザインのフィクスチャーが好ましいと個人的には考えている。

4. 上部構造の連結様式

一般的には術者可撤機構の代表格であるスクリュー固定様式と、天然歯と同様のセメント合着様式があり、一時期、セメント固定様式を当然のごとく捉える風潮があった。天然歯を対象とした修復の延長で簡便と、捉えられたのかもしれない。従来の磷酸亜鉛セメントと異なり、今日では接着性に優れたものが使われていることから、余剰セメントの取り残しは人工的な歯石となり得る⁸⁾。症例数が増え、かつその経過年数が長くなると口腔内、全身状態、介護の条件あるいは経済的条件の変化などに伴い、術者可撤性を備えた上部構

造のありがたさを認識する。それぞれの様式には長短があり、軽々に述べることはできないものの、わが国に比較してインプラントの有効性に気づき、その導入が早かった欧米ではスクリュー固定様式が70%を超えているとされているが、それを単なる流行と勘違いすると大きな落とし穴がある。

IV. 力学的考察

1. フレームワークの適合性

歯根膜が存在しないインプラントでは、被圧変位量ならびに被圧変位特性が天然歯のそれとはまったく異なることが知られている⁹⁾。粘弾性の被圧変位特性を有する天然歯では上部構造のある程度の不適合に寛容と言えるが、コンポーネントあるいは周囲骨組織の弾性変形に依存するオッセオインテグレーションを示すインプラントにあっては、わずかな誤差であっても骨縁への残留応力となり得る。上部構造とアバットメントとが不適合であったとしても、セメント厚さにより補償される可能性があるセメント固定様式に対して、スクリュー固定様式ではより高い適合性が求められる。その確認方法を知らぬままに流行りとしてスクリュー固定が用いられるならば、インプラントに関わる問題点がより大きなものになると危惧している。さる機会に、『レントゲン写真で上部構造の適合性を確認する』との講義を受けた方の話を聞き、驚愕した。レントゲン写真で10 μ m単位の誤差が把握できるとは思えないし、インプラントの長軸ならびに受光素子に厳密に直交するように照射されなければ、判読は難しいであろう。スクリューの特性として、締結を進めると必ず初期抵抗を感じずる時点があり、そこから補綴スクリューの推奨締結トルク値で締結した際の回転角が、15°以内を示すならば適合性は許容できるものと考えているが、理想的にはその角度は5~10°程度と考えている。スクリューの緩みや破折が悪評の原因になることを恐れるほとんどの業者は、その材質に強固で大きな締結力を発揮できるチタン合金を選び、システムによっては直径が大きなフィクスチャー用補綴スクリューの径まで大きくしているものもある。これらの条件により、不適合が存在しても回転角は小さくなることから、あたかも適合性に優れると誤解する可能性が高い。チタン中毒者であったBrånemarkが、金合金製補綴スクリューを選択した理由はそこにあると想像している。セメント固定様式の方がより問題の発現が少なかったとの発表も存在するが、精度の重要性を理解しないままに装着された結果かもしれない¹⁰⁾。

CAD/CAM 上部構造の精度は日進月歩であり、将

来的にはかなりの部分が置換されるであろうが、「デジタルだから高精度」との先入観は避けたい。現時点では、複数支台にスクリューで連結する上部構造の作製には、個人的に躊躇が伴う。CAMにより製作されたフレームワークは、当然のことながら確認用インデックス (verification index) には正確に適合するであろうが、口腔内での最終的な適合性の確認は、歯科医師のアナログな感覚に依存している。

2. 咬合

今日では短期間での治療完了を前面に出す傾向が見られるが、最終補綴装置作製前のプロヴィジョナル・レストレーションをもう少し重要視することが望ましいと考えている。歯牙欠如から時間を経た症例などでは、顎関節を含めて咬合状態に変化をきたしていることが多く、それを暫間補綴装置により適切な関係に戻してから最終補綴装置に置換することで、患者の種々の負担は減らせるであろう。著者は暫間補綴装置を審美性、舌感、構音ならびに清掃性に関する情報を聴取する手段とするだけではなく、咬合面の修復材料の選択に際しての説明にも利用することが多い。咬合の悪習癖は、そのような暫間補綴装置の咬合面の磨耗や破損から知り得ることが多い。例えば、最後臼歯の歯冠材料を壊してくる場合には、文句も言わず何回でも直す。『あなたの咬合状態では、このように粘りがあり、修復が容易な材料を用いても何回も壊れました。ご希望のように陶材を用いることも可能でしょうが、焼き直すとなると大仕事です。したがって、最後臼歯だけ金属咬頭にすることをお勧めします。』それを受諾しない場合には妥協案として、咬合面の遠心半分だけ金属で作る。職業柄、それでも支障がある場合には、口腔外からは見えない遠心面に金属の壁を作るだけでも、損傷は大きく減る。もちろん、歯冠材料にジルコニアを選択すれば、破損の可能性は大きく減るであろうが、対合歯あるいはインプラント周囲骨組織に対する侵襲が減ぜられる訳ではない。

局部的歯牙欠如顎症例にあっては、近心接触点と天然歯との間が離開する症例を経験する¹¹⁾。暫間補綴装置でしばらく機能させて、天然残存歯の位置が安定したところで最終補綴装置に移行するだけで、のちの接触点回復のための修理は小規模で済む。そのような場合にも、術者可撤機構のありがたさを感じる。

前述したように、被圧変位量ならびに被圧変位特性が天然歯とは大きく異なるインプラントでは、このような差異を理解した上で咬合接触を与える。上下顎無歯顎にインプラントが適用されることでインプラント周囲顎骨のみにより咬合力が負担され、かつ、強固な

ワンピースの上部構造が連結されている場合には、咬合による顎骨の変形はかなり制約されていると思われることから、咬合力の強弱に関わらず a, b, c の接触点が得られるようにする。しかしながら、一インプラント・一歯冠の修復を施す場合には、わずかであっても顎骨の変形も考慮すべきかもしれない。多くの咬合力が残存天然歯により負担される状況にあつては、最大咬合力の発揮下において、すべての天然歯が最大の被圧変位を示して上下歯列咬合面が最大の接触面積を示した時に、インプラント支台の咬合面にも求める接触点が得られるように心がけている。言い換えるならば、狭義の咬頭嵌合位 Maximal intercusp al position を念頭に置く。このことは、水平面内での各方向への滑走運動も天然歯の被圧変位を考慮して強い力を発揮させる。一般的な症例では、犬歯誘導を与えることが多い。

V. おわりに

大学卒業に際して、専門科目の中では余り興味を持たなかった歯科補綴学の道に足を踏み込んだことが、その後の歯科医師としての身を助けてくれている。岐路の選択に当たっての、ある恩師の言葉を思い出している。今日のように歯牙欠如顎症例が少なくなってきた時代とは大きく異なった状況にあったこともその理由であろうが、『歯科の最終的な治療の多くには、補綴が関与するんだよ。』との故 溝上隆男元教授（当時 助教授）のひと言が心に残った。それから間もなく 50 年近く経る今日でも臨床に喜びを感じているが、その背景には“力”を考える素地が補綴学により与えられたと信じている。力を念頭に置くことで、長期にわたる患者の QOL の維持に貢献できる。それは、1983 年 5 月、スウェーデンを離れる直前に故 Brånemark 教授が、著者に語りかけた言葉と重なる。『インプラント療法とは、患者が先に亡くなるか、君が仕事を止める時か、どちらかまで関係が続くものだから、そのつもりで患者に接しなさい。』

著者が抱いている疑問点を記した本稿から、研究者の方々には研究テーマを見つけていただけるものと確信しており、臨床家の方々にはわれわれが踏み外した轍を正しい方向に修正し、わが国の歯科界への評価をより高いものにしていただくことを期待している。紙面が限られていることから、将来の変化への対応、ならびに外科的考察を割愛したことをお詫びしたい。

文 献

- 1) Omar O, Lennerås M, Svensson S, Suska F, Emanuelsson L, Hall J et al. Integrin and chemokine receptor gene expression in implant-adherent cells during early osseointegration. *J Mater Sci Mater Med* 2010; 21: 969-980.
- 2) 塩田芳享. 口腔医療革命 食べる力. 東京: 文藝春秋社; 2017.
- 3) Brånemark P-I, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O et al. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1977; 16: 1-132.
- 4) Xing Z, Schwab LP, Alley CF, Hasty KA, Smith RA. Titanium particles that have undergone phagocytosis by macrophages lose the ability to activate other macrophages. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2008; 85: 37-41.
- 5) Eger M, Hiram-Bab S, Liron T, Sterer N, Carmi Y, Kohavi D et al. Mechanism and prevention of titanium particle-induced inflammation and osteolysis. *Front Immunol* 2018: <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.02963>.
- 6) Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981; 10: 387-416.
- 7) Chracanovic BR, Kisch J, Albrektsson T, Wennerberg A. Factors influencing the fracture of dental implants. *Clin Implant Dent Relat Res* 2018; 20: 58-67.
- 8) Wilson TG Jr. The positive relationship between excessive cement and peri-implant disease: A prospective endoscopic study. *J Periodontol* 2009; 80: 1388-1392.
- 9) Sekine H, Komiyama Y, Hotta H, Yoshida K. Mobility characteristics and tactile sensitivity of osseointegrated fixture-supporting systems. van Steenberghe D. ed.: *Tissue integration in oral and maxillofacial reconstruction*: Amsterdam: Excerpta Medica; 1986, 326-332.
- 10) Tabrizi R, Behnia H, Taherian S, Hesami N. What are the Incidence and factors associated with implant fracture?. *J Oral Maxillofac Surg* 2017; 75: 1866-1872.
- 11) Koori H, Morimoto K, Tsukiyama Y, Koyano K. Statistical analysis of the diachronic loss of interproximal contact between fixed implant prostheses and adjacent teeth. *Int J Prosthodont* 2010; 23: 535-540.

著者連絡先: 小宮山彌太郎

〒102-0082 東京都千代田区一番町 27
開新堂ビル 4 階 ブローネマルク・オッセオ
インテグレーション・センター
Tel: 03-5275-5766
Fax: 03-5275-5767
E-mail: yataro@teabreak.jp