
総 説

歯科インプラント失敗のリスクファクターと治療成績向上のための対策 —インプラントを失敗させないために—

宮本 洋二

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，リスクファクター，失敗

Risk Factors of Dental Implant Failure and the Countermeasures. — To Decrease the Implant Failures —

Youji MIYAMOTO

Abstract: Dental implant failures are generally classified into early failure (failure to establish osseointegration, i.e., an interference with the healing process) and late failure (failure to maintain the established osseointegration, i.e., process involving a breakdown of osseointegration). These failures involve completely different phenomena. Although it is important to separately clarify the effects of clinical factors on early failure and late failure for improvement of implant treatment outcome, there are few studies on Japanese. Aim of this paper is to present our results of early failure and late failure, and to review the possible influencing factors of these failures, including age, gender, site, length and diameter of fixture, bone quality, smoking, healing period between fixture installation and abutment connection, the number of fixtures connected in a superstructure, and states of missing teeth and opposing dentition. Our early failure and late failure of Brånemark implant with machined surface were 3.5% and 1.8%, respectively. Length and initial stability of fixture and bone quality are closely associated with early failure. Although initial stability of fixture did not affect late failure, length of fixture was deeply relevant to late failure. Overload would be also a major cause of late failure.

1. はじめに

歯科インプラントは、欠損補綴に対する予知性の高い治療法として認識されつつある¹⁾。しかし、インプラントを顎骨に埋入しても、必ずしもすべてが骨結合を獲得するとは限らず、また骨結合が得られた後に脱落することもある。

Espositoら^{2,3)}は骨結合型インプラントの失敗を、biological failure, mechanical failure, iatrogenic failure, inadequate patient adaptationの4種類に大別し、さらにbiological failureをearly failureとlate failureの2つに分類している。early failureとはオッセオインテグレーション獲得の失敗で、荷重負荷前のフィクチャーの脱落

を意味し、late failureとはオッセオインテグレーションの喪失であり、荷重負荷後のフィクチャーの脱落を意味する。すなわち、インプラントの失敗には、オッセオインテグレーション獲得の失敗とオッセオインテグレーション喪失に起因する2種類があり、これらは全く異なる機序で生じると考えられる。しかし、本邦では、この2点を明確に区別して、インプラントの成績を検討した研究はほとんどみられない⁴⁾。著者は、インプラントの治療成績をさらに向上させるためには、各々の過程において予後に影響する因子を詳細に検討することが必須であると考え、これまで臨床研究を行ってきた^{5,6)}。本稿では、著者のインプラントの治療成績に文献的考察を加え

ることによって、インプラント失敗のリスクファクターについて概説し、さらにインプラントの治療成績向上のために著者が行っている対策について述べる。

2. 歯科インプラント失敗のリスクファクター

本稿では、著者がインプラント導入時に使用した機械加工によって製造された滑面のブローネマルクインプラント (Nobel Biocare, Goteborg, Sweden) の治療成績を示す (図1)。また、late failure はその多くが上部構造装着後1年以内に発生することが知られているので²⁾、上部構造装着後1年間のインプラントの失敗を late failure とした。

著者のインプラントの early failure は3.5% (15本/432本:以下、括弧内の数字は、失敗したフィクスチャー数と全フィクスチャー数を示す。), late failure は1.8% (7本/392本) であった^{5, 6, 7)}。著者が文献検索したところでは、欧米の主要な報告 (0~13.6%, 平均2.5%) と比較して、early failure はやや劣っているものの、本邦の報告 (2.5~8.4%, 平均5.4%) の中では優れており、本邦の early failure は欧米に比べてやや高い傾向にあった⁵⁾。late failure は、欧米の報告 (0~3.7%, 平均1.9%) とほぼ一致していたが、本邦報告例の late failure は3.0% (0~3.7%) で欧米に比べてやや高い傾向にある⁶⁾。本邦と欧米の報告の差は、人種による差とともに、欧米の報告の多くがブローネマルククリニックのような専門施設の統計であり、術者の熟練度が高く、これに対して本邦の報告はインプラント導入当初の症例を含んでいることが原因と考えられる。

1) 性別・年齢

著者の結果では、性別、年齢ともに、early failure, late failure に影響しなかった (表1)。これはこれまでの報告³⁾ と一致しており、現在まで性別や年齢が単独要因としてインプラントの失敗に影響するとの明確な報告はない。動物実験では、加齢によってインプラント周囲の骨治癒が低下することが知られているが、臨床的には加齢が予後を低下させる明確な証明はなく、逆に Bryant⁸⁾ は early failure に関して、壮年者が7.7%, 高齢者が4.8%で、高齢者の方が失敗が少なかったことを報告している。

しかし、女性に限ってみると、60歳未満の late failure が0% (0本/122本) であったのに対して、60歳以上では6.7% (4本/60本) と有意に多かった⁶⁾。この年代の女性は閉経後骨粗鬆症を併発しやすい。骨粗鬆症がインプラントの成績に影響する明らかな証拠はないが、閉経後骨粗鬆症の動物モデルではインプラント周囲に形成される骨量が減少することが知られており³⁾、また臨床的にも骨粗鬆症が late failure を助長する可能性を示唆する報告⁹⁾ もあることから、本結果はこのような現象を反映するものかもしれない。

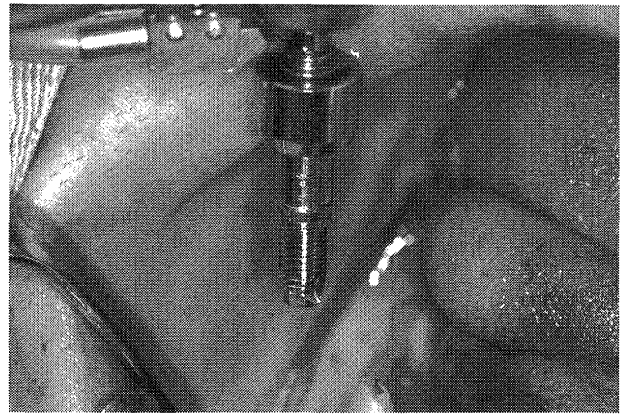


図1 機械加工によって製造された滑面のブローネマルクインプラント (Nobel Biocare, Goteborg, Sweden)

2) 埋入部位

early failure は、下顎よりも上顎で有意に多く、同一顎内では上下顎ともに遠心に埋入したフィクスチャーの early failure が多い傾向がみられた (表1)。一般に、上顎の骨質は下顎より劣り、同一顎内では遠心の方が皮質骨は薄く、また海綿骨の密度が低い³⁾。early failure の結果は、顎の骨質に一致していることから、early failure には骨質が影響するものと考えられる。しかし、興味深いことに、埋入部位は late failure には影響しなかった。これは、インプラントのオッセオインテグレーション獲得には骨質が影響するが、一度オッセオインテグレーションを獲得してしまえば骨質の関与は少なく、インプラントはオッセオインテグレーションを維持できることを示している。

3) フィクスチャーの長さ、直径

フィクスチャーの長さは、インプラントの予後に最も大きな影響を及ぼすファクターである^{2, 9)}。著者の結果でも、10mm以下のフィクスチャーの early failure, late failure はともに、10mmより長いものに比べて多かった (表1)。上下顎別に early failure をみると、下顎ではフィクスチャーの長さとは相関はなかったが、上顎では13mm以下のフィクスチャーの early failure は13mmより長いものに比べて有意に多かった。藤野⁴⁾ は238本のフィクスチャーの予後について検討し、early failure は7mmが7.4%, 10mmが4.6%, 13mmが7.7%で、13mm以上のフィクスチャーには失敗がなく、late failure は7mmが10.2%, 10mmが1.0%で、13mm以上のフィクスチャーには失敗がなかったと報告している。著者の結果は藤野の報告とよく一致しており、著者は上顎では10mm (できれば13mm) 以上のフィクスチャーを使用することを推奨している⁵⁾。

一般にフィクスチャーの直径は、インプラントの成績に影響しないとの報告が多い¹⁰⁾。しかし、著者の結果で

表1 性別, 年齢, 埋入部位, フィクスチャーの長さ・直径・初期固定および骨質がインプラントの失敗に及ぼす影響

検討項目	Early failure		Late failure	
	失敗数 / 総数	失敗率(%)	失敗数 / 総数	失敗率(%)
性別				
男性	7 / 215	3.2	3 / 210	1.4
女性	8 / 217	3.7	4 / 182	2.2
年齢 (歳代)				
10	0 / 9	0	0 / 10	0
20	0 / 21	0	0 / 25	0
30	0 / 33	0	1 / 33	3.0
40	2 / 65	3.1	0 / 63	0
50	4 / 109	3.7	1 / 78	1.3
60	9 / 157	5.7	4 / 147	2.7
70	0 / 38	0	1 / 36	2.8
上下顎				
上顎	8 / 117	6.8 []] *	1 / 98	1.0
下顎	7 / 315	2.2 []]	6 / 274	2.2
骨移植部			0 / 20	0
各顎における埋入部位				
上顎				
前歯	0 / 31	0	0 / 26	0
犬歯	1 / 17	5.9	0 / 14	0
臼歯	5 / 58	8.6	1 / 47	2.1
上顎結節	2 / 11	18.2	0 / 11	0
下顎				
オトガイ孔前方	1 / 129	0.8	0 / 110	0 []] *
オトガイ孔後方	6 / 186	3.2	6 / 164	3.7 []] *
骨移植部			0 / 20	0
フィクスチャーの長さ (mm)				
7	2 / 24	8.3	3 / 21	14.3
8.5	0 / 12	0	0 / 10	0
10	5 / 67	7.5	3 / 57	5.3
11.5	0 / 25	0 [†]	0 / 22	0 [§]
13	5 / 110	4.5	1 / 101	1.0
15	2 / 107	1.9	0 / 98	0
18	1 / 73	1.4	0 / 69	0
20	0 / 14	0	0 / 14	0
フィクスチャーの直径 (mm)				
3.3	0 / 7	0	0 / 1	0
3.75	11 / 338	3.3	1 / 291	0.3
4	1 / 14	7.1	1 / 23	4.3
5	3 / 69	4.3	4 / 73	5.5 [†]
5.5	0 / 4	0	1 / 4	25.0
フィクスチャーの初期固定				
良好	2 / 281	0.7 ^{***]}	6 / 262	2.3
やや不良	5 / 60	8.3 ^{†]}	0 / 53	0
不良	6 / 16	37.5 ^{†]}	0 / 9	0
不明	2 / 75	2.7	1 / 68	1.5
骨質				
I	0 / 13	0	0 / 12	0
II	4 / 283	1.4 []] *	2 / 258	0.8 ^{†]}
III	7 / 115	6.1 ^{§]}	5 / 106	4.7 ^{†]}
IV	4 / 21	19.0 ^{§]}	0 / 16	0

破線の上下で有意差を認める (†, ‡, § : 各々, P<0.05, 0.01, 0.001) .

*, **, *** : 有意差を認める (各々, p<0.05, 0.01, 0.001) .

骨質の分類は, LEKHOLM & ZARB の分類を使用した .

は, 直径は early failure には影響しなかったものの, 大きな直径のフィクスチャーの late failure は有意に多かった (表1)。Aparicio ら¹¹⁾ や Ivanoff ら¹²⁾ は, 直径の大きいフィクスチャーの early failure, late failure がともに多

いことを報告している。明らかな原因は不明であるが, 直径の大きいフィクスチャーは通常のフィクスチャーでは十分な初期固定を得られない場合や脱落したフィクスチャーのレスキュー用として使用されること, また, 太

いドリリングによるオーバーヒーティングや埋入時の過剰な締め付けトルクが影響するのではないかと考察している。また、直径の大きなフィクスチャーを使用する際には、より大きな体積の骨を除去するため、フィクスチャーを支持する周囲の海綿骨が不足するマイナスの要因も指摘されている。特に下顎の臼歯部では、血行が悪く厚い皮質骨のみが残存することとなるため、治療期間中の骨形成やリモデリングが遅延されやすいことも指摘されている^{3, 11)}。実際、著者らの結果と同じく、直径の大きなフィクスチャーでは上顎よりも下顎の成績が悪いことが報告されている^{11, 12)}。

late failure については、上部構造の適合精度も原因の一つと考えられる。上部構造適合精度の臨床的チェックには、ゴールドスクリューの締結時の回転角度が一般に利用される¹³⁾。しかし、直径の大きいフィクスチャーでは、ゴールドスクリューの直径が大きくなり、締め付けに伴ってスクリューの抵抗が急激に増加するため、従来の締結角度を参考に適合性を調べるのが困難になる¹³⁾。よって、直径の大きなフィクスチャーを使用した場合、上部構造の適合精度が低下することが懸念され、この不適合がフィクスチャーに応力集中を招いて late failure をきたす可能性が考えられる。

直径の大きなフィクスチャーを使用する場合には、慎重なドリリングと注水、上部構造の適合性チェックが肝要である。

4) フィクスチャーの初期固定

フィクスチャーの初期固定は、early failure に強く関連していた (表1)。初期固定の評価方法には種々の方法^{14, 15)}があるが、本研究では評価方法が簡便で、しかも術者によるバラツキをなくすために、埋入時のトルク値とカバースクリュー装着時のフィクスチャーの回転を指標に用いた⁵⁻⁷⁾。この方法は骨質のみならず、フィクスチャー埋入窩をどのように形成し、どのような直径のフィクスチャーを埋入したかという術式をも反映している。すなわち、今回の結果はフィクスチャー埋入窩をやや狭く形成して、太めのフィクスチャーを埋入することによって、フィクスチャーの初期固定を良くすれば、early failure を低下させ得ることを示唆している。そこで、著者らは最近の多くのケースでは、直径3.75mmのフィクスチャーを埋入する場合、最終のツイストドリルとして通常の径3.0mmを使用せず、径2.85mmを使用している^{5, 16, 17)}。

興味深いことに、初期固定は early failure に密接に関連していたが、late failure には関連していなかった。これはオッセオインテグレーション獲得には初期固定が重要なファクターであるが、一度オッセオインテグレーションを獲得すれば、初期固定に関係なく、インプラントはオッセオインテグレーションを維持できることを示している。

5) 骨質

骨質はインプラントの成績に最も大きな影響を及ぼす因子であり^{3, 9)}、著者の結果においても early failure, late failure の両者に影響していた (表1)。しかし、early failure はタイプ I から IV にかけて失敗率が 0 から 19.0% に顕著に増加し、骨質との間に強い相関があったものの、late failure は early failure に比較すると骨質との相関は弱かった。これは一度オッセオインテグレーションを獲得すれば、インプラントは骨質にあまり影響されずにオッセオインテグレーションを維持できることを示している。実際、タイプ IV の骨に埋入した 16 本のインプラントには late failure がなかった。

6) 1次手術後の治療期間

1次手術後の治療期間については、期間が長い方がオッセオインテグレーションを得られやすいとする意見がある^{10, 18)}。しかし、客観的な prospective study が少なく、確定的な結論は未だ得られていないのが現状である。Polizzi ら¹⁹⁾は、37本と少数のフィクスチャーではあるが、prospective study を行っている。short-healing 群の治療期間は下顎を 4 か月、上顎を 6 か月とし、long-healing 群は下顎を 8 か月、上顎を 9 か月に設定した結果、early failure は short-healing 群で 4.3% (1本/23本)、long-healing 群では 0% (0本/14本)、また 3 年までの late failure は short-healing 群で 9.1% (2本/22本)、long-healing 群では 0% (0本/14本) で、early failure, late failure とともに両群間に統計学的有意差はなかったものの、全ての失敗は short-healing 群に生じた。私の結果でも上顎、下顎ともに治療期間は early failure に影響しなかった (表2)。これは本研究が retrospective study であり、初期固定が悪いフィクスチャーでは治療期間を長めに設定したことが影響しているかもしれない。さらに、late failure に対しても治療期間は有意な影響はなかったが、上顎、下顎ともに late failure は治療期間の短いフィクスチャーに多発する傾向がみられた。これらの結果から、著者はフィクスチャーに十分な初期固定が得られない場合には、治療期間を約 1.5 倍に延長している。

7) 喫煙

喫煙とインプラントの予後については、喫煙がインプラントの治療成績を低下させるとの報告が多い^{3, 9, 20-22)}。喫煙に関しては、Bain が精力的に研究を行っている^{22, 23)}。彼は当初、喫煙が明らかに early failure を高めることを報告した²²⁾。そして、興味深いことに、インプラント埋入 1 週間前から埋入後 8 週間の禁煙プロトコルが early failure に及ぼす影響について検討した結果、喫煙者でもこのプロトコルに従えば、喫煙を続けたグループよりも明らかに early failure が低下し、非喫煙者との間に統計学的有意差がなくなること

表2 一次手術後の治癒期間がインプラントの失敗に及ぼす影響

検討項目 (カ月)	Early failure		Late failure	
	失敗数 / 総数	失敗率 (%)	失敗数 / 総数	失敗率 (%)
上顎				
6	0 / 20	0	1 / 20	5.0
7	0 / 35	0	0 / 34	0
8	0 / 32	0	0 / 25	0
9	1 / 4	25.0	0 / 3	0
10	5 / 10	50.0	0 / 4	0
11	0 / 4	0	0 / 4	0
12	0 / 3	0	0 / 3	0
13 以上	2 / 9	22.2	0 / 5	0
下顎				
4	3 / 119	2.5	4 / 111	3.6
5	2 / 94	2.1	1 / 68	1.5
6	0 / 43	0	1 / 40	2.5
7	2 / 35	5.7	0 / 31	0
8	0 / 8	0	0 / 8	0
9	0 / 8	0	0 / 8	0
13 以上	0 / 8	0	0 / 8	0

を明らかにした。しかし、最近になって Bain ら²³⁾ は比較的多数のインプラントを対象とした7つの prospective study を対象（インプラント総数4888本）にメタ分析を行い、喫煙が3年間のインプラントの生存に影響しないことを報告している。データは示していないが、著者の結果⁵⁻⁷⁾でも、喫煙は early failure, late failure のいずれにも影響していなかった。これらを考慮すると、喫煙はインプラントの失敗を助長する要因ではあるが、その関与の程度はフィクスチャーの長さや初期固定などに比べて小さいと考えられる。

8) 上部構造に関連する要因

上部構造あたりのフィクスチャーの連結本数では、失敗は連結本数6本以上のフィクスチャーに集中し（表3）、連結本数5本以下と6本以上のフィクスチャーの間に統計学的有意差を認めた (p<0.001)。一般に、1つの上部構造に含まれるフィクスチャーの連結本数が多いほうが、上部構造を支持する力学的能力が高い。部分欠損では、上部構造あたりのフィクスチャーの本数が多いほうが late failure が少ないことが報告されているが²⁴⁾、著者の結果はこれと反する。著者らの症例では、6本以上のフィクスチャーを連結した無歯顎症例に late failure が多発した。これは、オトガイ孔間に加えてオトガイ孔後方にフィクスチャーを埋入した下顎の無歯顎症例で、オトガイ孔後方のフィクスチャーの脱落が多かったためである²⁵⁾。この原因については、遠心のフィクスチャーに最も大きな咬合力がかかること、フィクスチャー数が増加することによって上部構造の適合精度が低下して応力の集中が生じやすいこと、さらに顎運動に伴う下顎骨の歪みによってフィクスチャーと骨の界面に応力が生じることなどが考えられる^{3, 25, 26)}。すなわち、支持する

フィクスチャー数が多く、全顎にわたる大きな上部構造では、上部構造の適合精度や顎骨の歪などの力学的要因が late failure に影響する可能性が示唆される。

欠損様式別では、無歯顎の失敗率が4.7%（6本 / 128本）、遊離端欠損が0.4%（1本 / 230本）、中間欠損が0%（0本 / 34本）で、無歯顎の失敗率が有意に高かった (p<0.01)。欠損様式と late failure について、Esposito ら²⁾ は73報の欧米の報告を対象にメタ分析した結果、無歯顎の失敗率が最も高く、続いて部分欠損、単歯欠損の順であることを報告した。この傾向は本研究結果と一致しており、明確な原因は不明であるが、彼らは患者の年齢や健康状態、歯槽骨の残存状態などの違いを可能性としてあげている。著者は、さらに前述した上部構造の適合精度や顎骨の歪も影響するのではないかと考えている。

対合歯の種類別では、対合歯が天然歯のフィクスチャーの失敗率が1.8%（4本 / 223本）、インプラントが0%（0本 / 48本）、インプラントと天然歯が1.9%（1本 / 53本）、部分床義歯が12.5%（1本 / 8本）、全部床義歯が3.0%（2本 / 66本）で、対合歯の違いによる late failure の差はなかった。しかし、Naert ら²⁷⁾ は、上下顎ともにインプラント支持の固定性ブリッジを装着した場合、骨の吸収量は対合歯が天然歯の場合の約2倍であることを報告している。よって、このような症例では、今後、慎重な経過観察が必要と考えている。

9) 歯周病学的要因

著者は、歯周病学的要因が機械加工によって製造された滑面インプラントの late failure に及ぼす影響は非常に小さいと考えている。実際、この15年間にインプラント周囲炎によるインプラントの失敗を経験していない。口

表3 上部構造当たりのフィクスチャーの連結本数が late failure に及ぼす影響

本数	上顎		下顎		合計	
	失敗数/総数	失敗率 (%)	失敗数/総数	失敗率 (%)	失敗数/総数	失敗率 (%)
1	0/7	0	0/6	0	0/13	0
2	0/2	0	0/38	0	0/40	0
3	0/18	0	0/60	0	0/78	0
4	0/20	0	0/60	0	0/80	0
5	0/10	0	0/41	0	0/51	0
6	1/12	8.3	1/12	8.3	2/24	8.3
7	0/14	0	4/49	8.2	4/63	6.3
8	0/8	0	1/8	12.5	1/16	6.3

破線の下で有意差を認める ($p < 0.001$).

腔衛生状態の悪い患者ではインプラント周囲の骨吸収量が多いことが報告されているが, Lindquist ら²⁸⁾ の滑面のブローネマルクインプラントを対象とした研究によると, その程度は口腔衛生状態の良いグループと比較して10年間でも0.6mmに過ぎなかった。しかし, 歯周病学的要因の及ぼす影響は, インプラントの表面性状によって全く異なる。ハイドロキシアパタイトをコーティングしたインプラントでは, Gingival Index の高いグループは正常のグループと比較して, 3年間で骨吸収量が3mmも多かったとの報告もある²⁹⁾。また, Esposito ら²⁾ は3000本の滑面のブローネマルクインプラントとITIインプラントの治療成績についてメタ分析を行い, ブローネマルクインプラントでは脱落したインプラントのうちインプラント周囲炎に起因するものが2.8%にすぎなかったが, 粗面のITIインプラントではその割合が48.8%と高いことを報告している。粗面やアパタイトのインプラントでは, 十分なプラークコントロールがlate failureを抑制するために重要である。

3. 治療成績向上のための対策

著者の研究結果から, 種々の臨床的要因がインプラントの成績に及ぼす影響を表4にまとめた。early failure, late failureの両者に, 最も影響する因子はフィクスチャーの長さである。また, early failureにはフィクスチャーの初期固定と骨質が大きな影響を及ぼす。すなわち, インプラントの成績向上のためには, 長いフィクスチャーを骨質のよい部位に初期固定よく埋入することが最も有利となる。

十分な長さのフィクスチャーを埋入できないことが多いのは, 上下顎の臼歯部である。上顎臼歯部では, しばしば上顎洞底までの骨が不足する。著者は, 上顎洞を避けるために, フィクスチャーを近心あるいは遠心に傾斜させることによって長いフィクスチャーを埋入している(図2)。さらに, 長いフィクスチャーを初期固定良く埋入するためには, フィクスチャーの先端を口蓋側に傾けて鼻腔底や口蓋骨を利用することが有利である。図3の

computed tomography (CT) 像が示すように, 鼻腔底や口蓋骨の皮質骨は上顎洞底の皮質骨よりも厚く, バイコルチカルに強固な固定が得られやすい。また, 口蓋側に傾けることによって, より長いフィクスチャーが埋入可能となる。実際の埋入においては, 口蓋側のフラップをやや大きく剥離して, 口蓋の形態を十分観察して, 目標とする部位を直視して埋入すると術式は容易となる¹⁶⁾。ドリリングを慎重に行えば, ドリルの先端が皮質骨に当たると簡単に判る。この時, 鼻腔や上顎洞にドリルが穿孔することがあるが, 通常使用する直径2mm程度のツイストドリルでは問題は生じない。著者は, しばしば鼻腔や上顎洞に細いドリルを穿孔させて, 鼻腔や上顎洞までの距離を測定し, これらに突出しない範囲で, できるだけ長いフィクスチャーを埋入している。

下顎臼歯部は, 下歯槽神経が存在するため, 一般にバイコルチカルな固定は得られない。下顎大臼歯部で初期固定を高めるには, 下顎骨が内側に傾斜していることを利用して, インプラントの先端を舌側の皮質骨に当てる方法が有効である(図4)。ただし, 術前に下顎骨の形態や傾斜をCTにて十分診査することが大切で, 顎舌骨筋部への穿孔に注意する必要がある。

上述のような方法を用いても十分な長さのフィクスチャーが埋入できない場合には骨増生術が必要となる。最近では, 従来のブロック骨移植に加えて, チタンメッシュを利用した細片骨移植が行われるようになってきた³⁰⁾。また, 骨延長術が歯槽骨にも応用されるようになってきている。著者はインプラント型骨延長器が一般開業医にも使用しやすく垂直的歯槽骨延長に有用であると考えている^{31, 32)}。さらに, 著者らが以前より開発している吸収性の骨補填材³³⁻³⁶⁾ や再生医療の実用化が期待される。

外科的手技によってフィクスチャーの初期固定を向上させるには, 埋入窩形成のドリルとインプラントの選択が重要である。前述したように, 私は直径3.75mmのインプラントを埋入する場合, 通常の3mmの最終ツイストドリルではなく, 2.85mmのツイストドリルを使用している。インプラントのデザインでは, テーパーのある

表 4 各種の臨床的要因がインプラントの成績に及ぼす影響

	early failure	late failure
性別	-	-
年齢	-	-
埋入部位		
上顎/下顎	+	-
同一顎内	-	+
フィクスチャーの長さ	++	+++
フィクスチャーの直径	-	+
初期固定	+++	-
骨質	+++	+
1次手術後の治療期間	-	-
喫煙	-	-
上部構造に関連する因子		
フィクスチャーの連結本数		+
欠損様式		+
対合歯の種類		-



図 2 上顎洞を避けるために近心および遠心に傾斜埋入されたインプラント

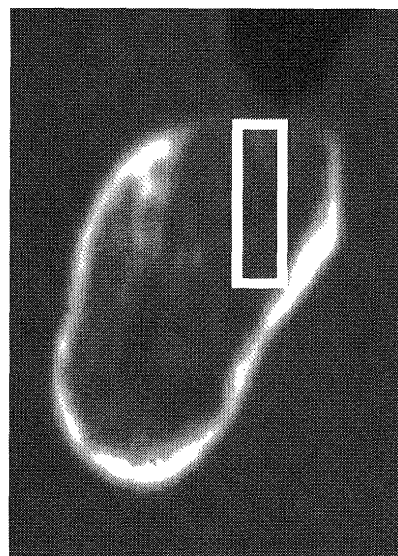


図 4 下顎前歯部の CT 断面像

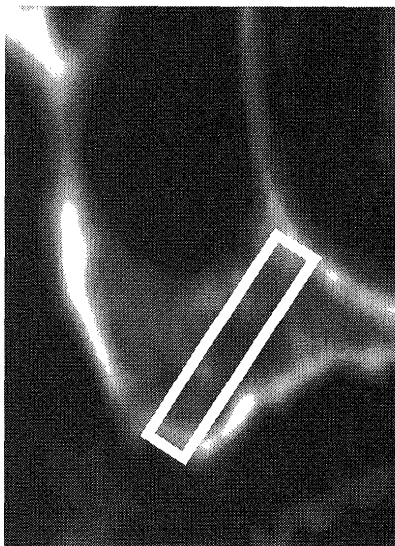


図 3 上顎前歯部の CT 断面像

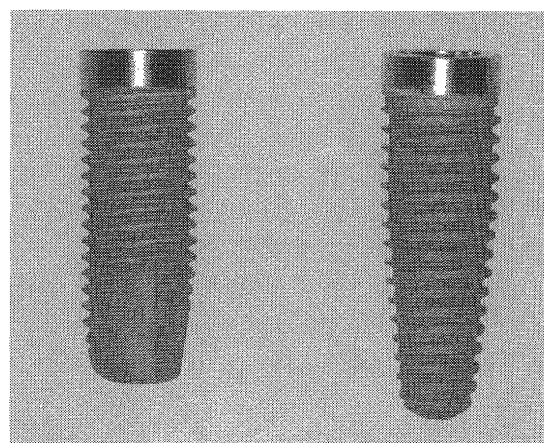


図 5 ストレート型およびテーパ型インプラント (リプレイスセレクト®: Nobel Biocare 社)

インプラントはストレートのものより高い初期固定が得られる (図 5)。Glaser ら³⁷⁾ は、タイプⅢの骨に 2 種類のインプラントを埋入して、テーパのあるインプラ

ントは、埋入トルクとして約 15N・cm、共鳴振動数で約 800Hz (約 15 ISQ) 高い初期固定が得られることを示している。

績の向上には、early failure と最初の1年間の late failure を減少させることがきわめて有効といえる。欧米ではインプラントの失敗について、多施設共同研究を実施することによって、検討できる症例を増やし、単一の因子だけでなく、複数の因子間の相関について多変量解析を用いた研究が進みつつある²⁶⁾。さらに、各種因子の影響について確定的な結果を得るためには、prospective study が不可欠である。しかしながら、本邦では未だこのような研究は少ない。欧米人との顎骨のサイズ、形態、骨質、さらに食習慣、生活習慣などの違いを考慮すると、欧米の結果がそのまま日本人に適用できるとは限らない。今後、本邦における多施設共同研究と prospective study がすすみ、インプラントの治療成績がさらに向上することを期待している。

謝 辞

インプラントの導入時からご懇篤なるご指導を賜った徳島大学大学院ヘルスバイオサイエンス研究部口腔顎顔面外科学分野教授 長山 勝先生ならびに同咬合管理学分野教授 坂東永一先生に深甚なる感謝と敬意を表します。また、本論文の共同研究者である徳島大学医学部・歯学部附属病院 藤澤健司講師、山内英嗣博士、種々のご助言を頂くと共に素晴らしい上部構造を作成してくださいました同病院技工室 石田 修主任歯科技工士に心から感謝いたします。

参考文献

- 1) 宮本洋二：歯科インプラントの現況と課題。秋田医学 32, 105-112 (2005)
- 2) Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U and Thomsen P: Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants: 1. success criteria and epidemiology. Eur J Oral Sci 106, 527-551 (1998)
- 3) Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U and Thomsen P: Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants: 2. etiopathogenesis. Eur J Oral Sci 106, 721-764 (1998)
- 4) 藤野 茂：Osseointegrated Implant Bridge System による自験例65症例の臨床的問題点とその対応 第1報 埋入フィクスチャーのOsseointegration獲得と上部構造体を装着したフィクスチャーのOsseointegration 喪失について。日口腔インプラント誌 8, 192-200 (1995)
- 5) 宮本洋二, 藤澤健司, 武知正晃, 桃田幸弘, 長山 勝, 山内英嗣, 坂東永一, 日野出大輔：歯科インプラントのオッセオインテグレーション獲得に関与する臨床的要因の検討。日口腔インプラント誌 15, 436-445 (2002)
- 6) 宮本洋二, 藤澤健司, 湯浅哲也, 桃田幸弘, 長山 勝, 山内英嗣, 坂東永一, 日野出大輔：歯科インプラントのオッセオインテグレーション喪失に関するリスクファクターの検討。日口腔インプラント誌 16, 278-288 (2003)
- 7) 宮本洋二, 藤澤健司, 住友孝史, 湯浅哲也, 長山 勝, 山内英嗣, 河野文昭, 日野出大輔：インプラントの表面形状がオッセオインテグレーション獲得に及ぼす影響 -滑面と粗面(陽極酸化面)フィクスチャーの比較-。日口腔インプラント誌 17, 216-226 (2004)
- 8) Bryant SR and Zarb GA: Osseointegration of oral implants in older and younger adults. Int J Oral Maxillofac Implants 13, 492-499 (1998)
- 9) Duyck J and Naert I: Failure of oral implants: aetiology, symptoms and influencing factors. Clin Oral Invest 2, 102-114 (1998)
- 10) Friberg B, Ekestubbe A and Sennerby L: Clinical outcome of Brånemark System implants of various diameters: a retrospective study. Int J Oral Maxillofac Implants 17, 671-677 (2002)
- 11) Aparicio C and Orozco P: Use of 5-mm-diameter implants: periosteal values related to a clinical and radiographic evaluation. Clin Oral Implants Res 9, 398-406 (1998)
- 12) Ivanoff CJ, Grondahl K, Sennerby L and Bergstrom C, Lekholm U: Influence of variations in implant diameters: a 3- to 5-year retrospective clinical report. Int J Oral Maxillofac Implants 14, 173-180 (1999)
- 13) 小宮山彌太郎：インプラントを成功させるためのベーシック・19：メーカーのマニュアルにはないテクニカルポイント。補綴処置の注意点・その3。Quintessence Dental Implantology 7, 133-137 (2000)
- 14) 宮本洋二：歯科インプラントの安定性評価のための共鳴振動周波数分析装置「オステル」について。日本歯科評論 63, 119-124 (2003)
- 15) 藤澤健司, 宮本洋二, 桃田幸弘, 日比弓紀子, 長山 勝：インプラントの安定性評価における共鳴振動周波数分析装置と歯牙動揺度測定装置の比較。日口腔インプラント誌 18, 406-414 (2005)
- 16) 宮本洋二, 藤澤健司, 山内英嗣：口腔外科の視点から見た即時荷重インプラント。補綴臨床, 印刷中。
- 17) 宮本洋二, 藤澤健司, 福田雅幸, 湯浅哲也, 長山 勝, 山内英嗣, 河野文昭, 日野出大輔：即時荷重インプラントに関する臨床的検討：臨床術式と1年経過時の臨床成績。日口腔インプラント誌 18, 292-301 (2005)
- 18) Renouard F and Rangert B: 前田芳信, 米畑有里 (訳)：インプラント補綴のリスクファクター：予知性を高めるための臨床的分析法；第1版, クインテッセンス出版, 東京, 50-52, 2000: Risk Factors in Implant Dentistry: Simplified Clinical Analysis for

- Lekholm U: Influence of variations in implant diameters: a 3- to 5-year retrospective clinical report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 14, 173-180 (1999)
- 13) 小宮山彌太郎: インプラントを成功させるためのベーシックス・19: メーカーのマニュアルにはないテクニカルポイント. 補綴処置の注意点・その3. *Quintessence Dental Implantology* 7, 133-137 (2000)
- 14) 宮本洋二: 歯科インプラントの安定性評価のための共鳴振動周波数分析装置「オステル」について. *日本歯科評論* 63, 119-124 (2003)
- 15) 藤澤健司, 宮本洋二, 桃田幸弘, 日比弓紀子, 長山 勝: インプラントの安定性評価における共鳴振動周波数分析装置と歯牙動揺度測定装置の比較. *日口腔インプラント誌* 18, 406-414 (2005)
- 16) 宮本洋二, 藤澤健司, 山内英嗣: 口腔外科の視点から見た即時荷重インプラント. 補綴臨床, 印刷中.
- 17) 宮本洋二, 藤澤健司, 福田雅幸, 湯浅哲也, 長山 勝, 山内英嗣, 河野文昭, 日野出大輔: 即時荷重インプラントに関する臨床的検討: 臨床術式と1年経過時の臨床成績. *日口腔インプラント誌* 18, 292-301 (2005)
- 18) Renouard F and Rangert B: 前田芳信, 米畑有里 (訳): インプラント補綴のリスクファクター: 予知性を高めるための臨床的分析法; 第1版, クインテッセンス出版, 東京, 50-52, 2000: Risk Factors in Implant Dentistry: Simplified Clinical Analysis for Predictable Treatment, 1st ed., Quintessence Publishing Co, Inc, Chicago (1999)
- 19) Polizzi G, Rangert B, Lekholm U, Gualini F and Lindstrom H: Brånemark system wide platform implants for single molar replacement: clinical evaluation of prospective and retrospective materials. *Clin Implant Dent Relat Res* 2, 61-69 (2000)
- 20) Hinode D, Tanabe S, Yokoyama M, Fujisawa K, Yamauchi E and Miyamoto Y: The influence of smoking on osseointegrated implant failure: a meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*, in press.
- 21) 田部慎一, 日野出大輔, 横山正明, 宮本洋二, 中村 亮: 骨結合型インプラント治療の予後に対する喫煙の影響. *口腔衛生会誌* 51, 196-202 (2001)
- 22) Bain CA: Smoking and implant failure: benefits of a smoking cessation protocol. *Int J Oral Maxillofac Implants* 11, 756-759 (1996)
- 23) Bain CA, Weng D, Meltzer A, Kohless SS and Stach RM: A meta-analysis evaluating the risk for implant failure in patients who smoke. *Compend Contin Educ Dent* 23, 695-699 (2002)
- 24) Naert I, Koutsikakis G., Duyck J, Quirynen M, Jacobs R and Van Steenberghe D: Biologic outcome of implant-supported restorations in the treatment of partial edentulism. Part I: a longitudinal clinical evaluation. *Clin Implant Dent Relat Res* 13, 381-389 (2002)
- 25) Miyamoto Y, Fujisawa K, Takechi M, Momota Y, Yuasa T, Tatehara S, Nagayama M and Yamauchi E: Effect of the additional installation of implants in the posterior region on the prognosis of treatment in the edentulous mandibular jaw. *Clin Oral Implants Res* 14, 727-733 (2003)
- 26) Testori T, Fabbro DM, Feldman S, Vincenzi G, Sullivan D, Rossi R, Anitua E, Bianchi F, Francetti L and Weinstein LR: A multicenter prospective evaluation of 2-months loaded Osseotite implants placed in the posterior jaws: 3-year follow-up results. *Clin Oral Implants Res* 13, 154-161 (2002)
- 27) Naert I, Quirynen M, Van Steenberghe D and Darius P: A study of 589 consecutive implants supporting complete fixed prostheses. Part II: prosthetic aspects. *J Prosthet Dent* 68, 949-956 (1992)
- 28) Lindquist LW, Carlsson GE and Jemt T: A prospective 15-year follow-up study of mandibular fixed prostheses supported by osseointegrated implants. *Clin Oral Implants Res* 7, 329-336 (1996)
- 29) Teixeira ER, Sato Y, Akagawa Y and Kimoto T: Correlation between mucosal inflammation and marginal bone loss around hydroxyapatite-coated implants: a 3-year cross-sectional study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 12, 74-81 (1997)
- 30) 福田雅幸, 宮本洋二, 武蔵哲貞, 大貫敬嘉, 永井宏和: チタンメッシュトレーと腸骨骨髓海綿骨細片移植による下顎骨再建後のインプラント義歯の機能評価. *日口腔インプラント誌* 18, 302-309 (2005)
- 31) 宮本洋二, 館原誠晃, 藤澤健司, 北岡栄一郎, 湯浅哲也, 鎌田伸之, 長山 勝, 山内英嗣: 垂直的歯槽骨延長と即時荷重インプラントによって機能回復を図った外傷性歯槽骨欠損の1例. *口腔顎顔面外傷* 2, 15-21 (2003)
- 32) 館原誠晃, 宮本洋二, 藤澤健司, 武知正晃, 桃田幸弘, 湯浅哲也, 長山 勝, 山内英嗣: 垂直的歯槽骨延長におけるインプラント型骨延長器の使用経験. *日口腔インプラント誌* 16, 90-96 (2003)
- 33) Miyamoto Y, Ishikawa K, Takechi M, Toh T, Yuasa T, Nagayama M and Suzuki K: Basic properties of calcium phosphate cement containing atelocollagen in its liquid or powder phases. *Biomaterials* 19, 707-715 (1998)
- 34) Miyamoto Y, Ishikawa K, Takechi M, Toh T, Yuasa T, Nagayama M and Suzuki K: Histological and compositional evaluations of three types of calcium phosphate cements when implanted in subcutaneous tissue immediately after mixing. *J Biomed Mater Res* 48, 36-42 (1999)

- 35) Miyamoto Y, Toh T, Ishikawa K, Yuasa T, Nagayama M and Suzuki K: Effect of added NaHCO_3 on the basic properties of apatite cement. *J Biomed Mater Res* 54, 311-319 (2001)
- 36) Kon M, Hirakata LM, Miyamoto Y, Kasahara H and Asaoka K: Strengthening of calcium phosphate cement by compounding calcium carbonate whiskers. *Dental Mater J* 24, 104-110 (2005)
- 37) Glauser R, Portmann M, Ruhstaller P, Gottlow J and Scharer P: Initial implant stability using different implant designs and surgical techniques: a comparative clinical study using insertion torque and resonance frequency analysis. *Appl Osseointegration Res* 2, 2-8 (2001)
- 38) Trisi P, Rao W and Rebaudi A: A histometric comparison of smooth and rough titanium implants in human low-density jawbone. *Int J Oral Maxillofac Implants* 14, 689-698 (1999)
- 39) Hanawa T, Kon M, Ukai H, Murakami K, Miyamoto Y and Asaoka K: Surface modification of titanium in calcium-ion-containing solutions. *J Biomed Mater Res* 34, 273-278 (1997)
- 40) Ishikawa K, Miyamoto Y, Nagayama M and Asaoka K: Blast coating method: new method of coating titanium surface with hydroxyapatite at room temperature. *J Biomed Mater Res* 38, 129-134 (1997)
- 41) Hamada K, Kon M, Hanawa T, Yokoyama K, Miyamoto Y and Asaoka K: Hydrothermal modification of titanium surface in calcium solutions. *Biomaterials* 23, 2265-2272 (2002)