原文: Criteria for success of osseointegrated endosseous implants

Dale E., Smith & George A., Zarb

Osseointegrated Implant における成功基準

紹介者・萩原芳幸* 五十嵐孝義*

はじめに

この論文は, The Journal of Prosthetic Dentistry (JPD) 62(5): 567~572 に Smith & Zarb により掲載されたものである. 特に Osseointegrated Implant に対する臨床評価基準を, 多くの文献をもとに考察し, より臨床的な新しい指針を提案している.

訳者は, この論文の全訳にもとづき, 一部注釈を加え, より分かりやすい形にした. この科学的根拠にもとづいた新指針を, インプラントを日常臨床に取り入れているすべての人に紹介することで, インプラントの成功にわずかでも寄与したいと願うものである.

(紹介者)

緒言

インプラントによる補綴は, ここ数年, 著しく進歩し, 多くの歯科医師が興味を示している. これは, 歯科医師が使用するインプラントシステムの数が著しく増加していることが物語っている. たとえば, 現在20数種類のルートフォームのインプラントシステムが市販されており¹⁾, さらに, 新しいシステムが開発, 市販されつづけるであろう.

どのインプラントを用いれば, 予後が良好で長期に渡る臨床使用が可能であるかについては多く報告がある. しかし, われわれがそれらを正當に評価するためには, 科学的研究に裏付けされた成功の基準 (ガイドライン) が不可欠である.

歯科医がインプラントを選択する場合, ADA の歯科材料・器材委員会 (Council on Dental Materials, Instruments and Equipment of the ADA) や²⁾, 公共の保健機関, たとえばスウェーデン健康局 (Swedish Health Board) のような調査組織のガイドに従うべきであろう. これらの調査組織は, インプラントの容認性を判断するのに, 定期的でかつ一貫した基準を用いている. たとえば, ADA の歯科材料, 器具委員会は, 「少なくとも50人以上の患者に対し, 5年間の評価をした臨床研究が2つ以上必要である」と提言している (3年では予備承認).

これらの記録には, 患者の選択基準, インプラント埋入や補綴処置のテクニック, データーの評価や統計的な取り扱いについての詳細な記載が必要である.

インプラントの評価には少なくとも, 以下に記した項目について, 評価を加えなければならない.

- 1) 耐久性
- 2) 骨吸収
- 3) 歯肉の健康状態
- 4) ポケットの深さ
- 5) 隣接歯への影響

* 日本大学歯学部補綴学教室クラウンブリッジ学講座

6) 機能

7) 審美性

8) 感染, 不快症状, 知覚異常, 無感覚症の有無

9) 下顎管への影響

10) 患者の情緒, 心理的心構えや満足度

これらの項目が良好な結果を示した場合でも, 指標となるガイドラインに, 各項目に対する価値基準が与えられていなければ, それらは不適当なものになってしまう.

Endosseous インプラントの成功基準は Schnitman, Shulman³⁾, Cranin⁴⁾, McKinney⁵⁾, Albrektsson⁶⁾ らによって提言されている (表1).

しかし, これらの基準のなかには, 希望的事項が含まれ, それらを裏付ける文献 (資料) には注目に値しないものもある. その上, インプラントの成功に対して本質的ではないものも含まれている.

本論文は, 既存のインプラント成功基準を有用な研究と照らし合わせ, 再検討することにより, 単に osseointegration を得るだけのための基準から, osseointegration が他のシステムよりも優れているという科学的な証拠となることを目的としている.

POSSIBLE CRITERIA FOR SUCCESS (成功のための達成基準)

1. Mobility (動揺)

Picton ら⁷⁾ はストレンゲージを用いて, 猿に埋入して9カ月機能したチタン製ブレードインプラントの動揺を計測した. 加重は6 N以上で, 水平, 垂直的の変位は小さかった.

In vitro においてブレードインプラントを万力に挟み, 多くの部分の総合的な変位はメタルのひずみによるものであるものとした. そして, 臨床的な見地からはインプラントに動揺はないと報告している.

Fenton ら⁸⁾ は, チタン製のネジ型 osseointegration インプラントのフィクスチャーを, 3年間機能させた後に動揺を計測した.

彼らは linear variable displacement transformer

表 1

Schnitman & Shulman, 1979³⁾

1. 各方向に対し動揺が 1 mm 以下.
2. 失敗につながるレントゲン透過性がない.
3. 垂直的骨吸収が歯槽骨の 1/3 以内.
4. 治療に伴う歯肉の炎症, 感染, 隣接歯への損傷, 下顎管・上顎洞・鼻腔底への損傷がない.
5. 5年間で75%以上の生存率.

Crainin, Silverbrand, Sher, Salter, 1982⁴⁾

1. 埋入60か月以上の生存.
2. レントゲン上で, 歯頸部周囲に顕著な杯状吸収がない.
3. 出血がない (Muhleman's Index).
4. 動揺がない.
5. 疼痛や打診による違和感がない.
6. 歯肉増殖や歯頸部周囲の肉芽がない.
7. レントゲン上で, インプラント周囲に顕著な透過像がない.

McKinney, Koth, Steffik, 1984⁵⁾

(自覚的な基準)

1. 適度な機能.
2. 不快症状の欠如.
3. 審美的, 心理的に満足している.

(客観的な基準)

1. 適切な咬合バランスと垂直的顎間距離.
2. 5年間機能を加えた場合で, 垂直的骨吸収がインプラントの 1/3 以下.
3. 歯肉の炎症がない.
4. 動揺が頬舌・唇舌方向に 1 mm 以下.
5. インプラントへの感染がない.
6. 隣接歯の損傷や上部構造物の破損がない.
7. 知覚異常や下顎管・上顎洞・鼻腔底への損傷がない.
8. 多角形核浸潤のない, 健康な歯肉の存在.

(成功基準)

1. 5年間で75%以上が機能していること.
- Albrektsson, Zarb, Worthington, Eriksson, 1986⁶⁾
1. 連結していない個々のインプラントに動揺がない.
 2. レントゲン上に透過像がない.
 3. インプラント埋入初年度以降, 年 0.2 mm 以下の骨吸収であること.
 4. 個々のインプラントに, 持続的かつ (または) 消失しない疼痛, 知覚異常, 下顎管損傷がない.
 5. 成功率は少なくとも5年間で85%, 10年で80%以上.

を用いて、唇側から 500 mg の荷重をかけて変位を測定した。その結果、変位量は $10\ \mu\text{m}$ であり、天然歯のそれは $47\ \mu\text{m}$ であった。そして荷重を取り除くと、フィクスチャーはただちにもとの位置、すなわち計測基準点まで回復したと報告している。

この結果は、インプラントが直接骨と接触し、osseointegration していることを現わしている。このような動揺測定法は、科学的見地からみれば非常に興味深い。周波数解析装置で正確に動揺を測定することは、インプラントの成功基準としては必要であるが、現実には難しい。動揺を、ノンパラメトリックスケール（非周波数的）を用いて調べる場合には、歯周学的方法を適用すべきである。すなわち、2 点の動きを計測し、動揺の有無無しで判断すべきである。さらに追加試験を行うとすれば、器具を用いてインプラントを追打し、硬い音であれば動揺はなく、鈍い音であればインプラントは osseointegration しておらず、周囲に線維性組織が取り巻いていると思われる。臨床的な動揺があったり、一時的に動揺が消退した場合は、引きつづき動揺が発現する恐れがある（紹介者注！）。

近年、Periotest® (Simens) をインプラントの動揺測定に使用した報告が多くなされている。

動揺は、インプラント周囲の被包化結合織により発現する。結合織の存在は、ある種のインプラント法を用いた場合に認められ⁹⁻¹⁹⁾、その出現はむしろ好ましいことであると考えている研究者もいる²⁰⁻²²⁾。しかし、インプラントが周囲の被包化結合織によって支持されるべきであるという考え方には説得力がない。

線維性結合織を有するインプラントは 49～55% の患者において、5～10 年の臨床効果を上げているとの報告がある²³⁻³²⁾。

Osseointegrated インプラントでは、5～10 年の臨床効果は、上顎で 81%、下顎で 91% である²⁶⁻²⁸⁾。

Ten Cate²⁹⁾ によると、インプラント周囲の結合織は、上皮の侵入に対して抵抗するので好ましい現象であるが、「結合織は歯根膜とは発生学的には異なり、動揺に対して抵抗するものではない。インプラントは結合織が豊富に存在すると脱

落してしまう」と結論づけている。

Osseointegration の臨床研究においては、動揺が生じた時にはインプラントは衝撃や圧力に脆く、さらに動揺が続くと脱落してしまう。つまり、動揺はインプラント失敗の明白な証拠となり、動揺がないことがインプラント成功への基準となる。

2. Peri-implant radiolucency (インプラント周囲の X 線透過像)

動揺を測定することと、インプラント周囲の X 線透過像を測定することとは同様な見地である。すなわち動揺はインプラント周囲の透過性がみられなければ出現しない。X 線透過像は、軟組織の存在を意味し、インプラントの動揺や喪失を予測させるものである。インプラント周囲に部分的な X 線透過像がみられる場合、動揺は生じないものの不安定であり、インプラント体根尖部から歯槽頂までの透過像がある場合には成功とみなすべきではない³⁰⁾。

X 線は補綴処置を行った後もインプラントの観察に用いることができるが、各フィクスチャーの動揺は補綴物がセットされていない場合のみ有効である。X 線は 2 次元的に近遠心的な情報を提供するが、頬舌的な情報は得ることができない。

Johansson と Albrektsson³¹⁾ は、osseointegration が、インプラント—組織界面に連続的に生じるのではないと同時に、単なる静的な骨との接触でもないことを報告した。しかし、骨との接触面積が少ないと成功は得られず、過度の荷重はこのプロセスを障害し、骨との接触面積を減少させるために osseointegration を喪失させる。

X 線的な評価は、定期的な規格化写真を撮影することで得られるべきである。そのためには、インプラントの長軸に対し、正しい角度で X 線が入射されるように規格装置を用いるべきである。このように撮影されたフィルムは、インプラント周囲の X 線透過像や、歯槽骨の吸収を測定するのに使用できるため、臨床的な成功を決定するためには有意義である。

3. Marginal bone loss (骨吸収)

骨内において、インプラントの安定性は成功の基準として重要である。骨による安定が得られていないインプラントは失敗する運命にある。問題は、どの程度、骨吸収が許容されるかということであるが、実際には Branemark インプラントの研究^{26,27)}を除いては、骨吸収についての報告はない。

Smithloff と Fritz²³⁾ は、10年間使用した後の、18と32のブレードインプラントの頬舌側のポケットが5~8mm であったと報告している。しかし、彼らも骨吸収の程度についての報告はしていない。

Adell ら²⁶⁾は、Branemark インプラントでの平均骨吸収は、埋入した最初の年で1.5mm その後毎年0.1mm であると述べている。この値は、Cox と Zarb ら³²⁾の3年間使用したインプラントの骨吸収が、最初の年で1.6mm でその後毎年0.13mm の割であるという研究結果によって確認されている。

骨吸収の限界や、最低限の吸収レベルを確立するためには、十分な研究が必要である。そして、osseointegrated インプラントにおいては、埋入した年以降の骨吸収を、年に0.2mm 以内のレベルに達成することが、インプラント成功への重要な基準となる。

4. Patient comfort (患者の快適性)

インプラントでは、患者に不快症状を引き起こした場合は成功とみなすべきではない。

疼痛と不快症状はインプラントを除去する原因となり得る。機能時に osseointegration の緩みや、疼痛が生じた場合は失敗を疑うべきである。外科手術中の神経損傷やインプラントによる下顎管の損傷による、知覚異常や無感覚症状等による疼痛、ならびに不快症状は医原性の偶発症である。このような状態のインプラントは、上部構造物の作製が不可能であるばかりでなく、そのインプラントシステムに対しての紛糾や、デザインに対する再考査の問題をかもしたす。

しかし、このようなケースはインプラントの成功率の決定に関しては、成功でも失敗でもないとい

考えるべきであり、単に偶発症として報告されるべきである。

5. Sulcus depth (ポケットデプス)

インプラントに対する臨床的評価には、天然歯の歯周組織評価に用いられているという理由で、ポケットデプスが用いられている。しかし、インプラントの成功とポケットデプスとの関係はあまりない。インプラントの上皮性付着については周知のこと^{11,12,33)}であるが、その付着はあまり強固でないために、プロービングによって簡単に貫通してしまう。

ほとんどの種類のインプラントのポケットデプスは、骨レベルから1~2mm 以内に測定されるが、ポケットデプスは骨レベルの安定性や軟組織の反応とは相関して現われない。しかし、ポケットデプスを健常天然歯のそれと比較することで、安定した骨レベルを維持することができる。

Lekholm ら³⁴⁾は、深いポケットが急速な骨吸収に伴って出現しないと報告している。

一方、天然歯における研究において、Lindhe ら³⁵⁾は、治療していない歯周病の患者群において、進行した病変がポケットの深さに関係なく出現することを報告している。したがって、ポケットデプスは骨レベルの安定性を予測するものでも、インプラントの成功を評価する有益なパラメーターでもないことがあきらかである。

6. Gingival status (歯肉の状態)

Schnitman や Shulman³⁾ は、治療が順調な歯肉の炎症をインプラント成功の基準とすべきであると提唱している。したがって、歯肉炎症が前もって治療されていることは、長期的な臨床研究を行う上で重要なことである。

Mckinney ら⁵⁾は、歯肉溝滲出液インデックスを用いて、最小単位を2-STRIPS法で10ユニット、1-STRIPS法で5ユニットであると提唱している。

Branemark ら³⁶⁾は、犬を用いた実験で口腔清掃を休止した場合、良好なインプラント周囲に炎症が起きていることを報告している。

Adell ら³⁷⁾は、16人の患者に95本の osseointe-

rated インプラントを埋入した3年間経過症例において、80～85%のインプラントが39か月間、臨床的な炎症なしで経過したと報告している。この場合、頬舌的な付着歯肉は65%であり、歯肉炎と進行した歯周炎の前兆は明白な区別がないとしている。Lekholm ら³⁴⁾によると、20人の患者に対し、125本のフィクスチャーの切断面観察を行った。それによると、ブラークと歯肉炎とは有意な関係があり、歯肉炎の発生率は44%であった。しかし、歯肉炎と深いポケットは急性の骨吸収に伴わないことがわかった。

Steflik ら³⁸⁾は、単結晶サファイアインプラントにおいて、歯肉の出血インデックスはブラークインデックスや歯肉溝滲出液インデックスと深い関係があることをあきらかにした。これらの研究結果に対して、Kirsch と Mentag³⁹⁾ は、インプラントの失敗はポケットに起因する軟組織の問題によるとしている。これは、たとえば TPS や酸化アルミナのように不整なインプラントの表面構造と関係がある。このようなラフな面が口腔内環境にさらされると、急激な骨吸収を伴う歯周疾患が発症する可能性があるということである。

Deporter⁴⁰⁾ は、このようなケースを歯肉貫通カラーを有するポーラス型チタンインプラントによって観察している。ポーラスの表面を口腔内環境にさらすと、インプラントは失敗する。

Adell ら³⁷⁾ は、一部の例外を除いて、インプラントに近接する付着歯肉は、歯肉を健康に保つ必要性がないことを観察しており、この研究は Dorfman ら⁴¹⁾ のものと同じである。Lindhe, Nyman⁴²⁾, Wennstrom⁴³⁾ らは、付着歯肉はブラークフリーの状況下では、歯肉の健康に関しては必要不可欠な条件ではないとしている。

Wennstrom⁴³⁾ は、「歯槽粘膜の疎性結合組織によって支持されている遊離歯肉は、広い付着歯肉に支持されている遊離歯肉よりも、バクテリアやブラークの侵襲を受けやすい」と述べている。

以上のように、歯肉炎症の程度が悪くなることは望ましくはないが、インプラント成功の要因としては示されるべきではない。

それらは臨床家にとって、インプラントを行う以前の、より基本的なレベルである。

歯肉の反応はインプラントと無関係ではないが、インプラント成功の基準としては含まれるべきではない。たとえば歯肉炎症が骨吸収を進行させるとしても、動揺試験やX線による骨吸収観察によってインプラントの成功は評価されるべきである。

7. Damage to adjant teeth (隣接歯の損傷)

たとえば、隣接歯根にぶつかったインプラントは成功とはみなせず、インプラントやその歯牙自体の生存をも脅かす。これは医原性の偶発症である。

多くのインプラントは、隣接歯を巻き込まずに埋入できるようになっている。正しい位置に埋入できないことは術者の熟練不足か位置決め of の過ちであり、インプラントは失敗に終わる。このようなインプラントは、成功率の計算には含むべきではない。

8. Violation of the maxillary sinus, mandibular canal, or floor of the nasal cavity (上顎洞、下顎管、鼻腔底の損傷)

上顎洞や鼻腔底に穿孔したインプラントは成功率を低下させる。Branemark インプラントでは、70～72% が5～10年のフォローアップができる⁴⁴⁾。

上顎洞や鼻腔底に穿孔することは、骨の量が不足している場合に偶発的に引き起こされることがある。このような状況は、インプラントの成功基準としては考慮しなくても良い。このようなケースでは、成功率算出データーから切りはなしても差し支えない。

下顎管損傷には十分注意し、もし引き起こした場合には、深刻な医療事故となるので素早い処置が必要である。下顎管損傷は医原性偶発症であり、インプラントの材質やデザインに起因するものではないので、インプラント自体の成功率からは切り離して考える。

9. Appearance (審美的要因)

補綴物に対して審美的でないと、患者は満足しない。Blomberg⁴⁵⁾ は、osseointegration による補

綴が、機能的に高い満足度が得られていても、患者にとっては審美性の不良は不満をもたらす大きな要因であると報告している。インプラントを成功させるためには、埋入位置を審美的な補綴が可能な部位にしなければならない。

10. Persistent infection (感染の予防)

持続的、または再発的な感染があると、インプラントは成功とはみなせない。各種インプラントはこの問題にかかわらず埋入されているが、それらは健全な状態とは言い難く、インプラントとしては失敗である。

11. Length of service (長期にわたるサービス)

インプラントの使用期間は、大部分のインプラントで、手術後1～2年は高い成功率を示し、それはインプラントの成功にとっては重要な基準となる。

Schnitman, Shulman³¹⁾らにより提唱されている、5年間で75%の成功率を基準とすることは、Adell^{26,27)}, Cox, Zarb³²⁾らにより旧式であるとの結論が出されており、今日ではもはや適当ではない。現在では、下顎においては5年間で87.5～96.5%、10年間で93%が、上顎においても5～10年で81～82%が達成できる。

5年間という年数は、インプラントの成功を評価するのに適した時間である。5年間にわたる経過観察は、癌の治療や Harvard Conference による評価年数としても使用されてきた。しかし、osseointegrated インプラントの研究においては、10年以上の経過を報告したものが多い。

過去の多くのインプラントは、骨吸収やインプラント周囲の感染による問題を、5年を1つの基準として考えてきた。

しかし、インプラントの成功については、真の成功と、かろうじて臨床的に生存していることを区別しなくてはならない。

表 2 Criteria for success (新成功基準)

1. 連結していない各インプラントには、臨床的動揺がないこと。
2. 正しく撮影したX線において、インプラント周囲に明瞭な透過像がないこと。
3. 埋入した年以降の、平均的な骨吸収は、0.2 mm/年以下であること。
4. インプラントによる持続的疼痛、不快症状、感染がないこと。
5. インプラントデザインが、クラウンや補綴物の位置を妨げず、患者や歯科医師にとって満足し得る外観(審美性)が得られること。
6. これらの基準において、成功率が5年間の経過観察後で85%、10年間後では80%が最低レベルであること。

REVISED CRITERIA FOR IMPLANT SUCCESS (新たに考案した成功基準)

表2に、新たに考案した成功基準を示す。これは、今まで述べてきたことを参考に、新しい基準として提案したい事項である。そして、このような指標を適応するにあたっての注意事項を以下に示した。

1. osseointegrated インプラントについてはこれらの基準のもとに評価されるべきである。
2. この基準は各 osseointegrated インプラントに適用される。
3. 試験(観察)期間中は、インプラントが機能していなくてはならない。
4. 周囲骨が健康で、かつ粘膜に覆われたインプラントは、評価対象にされるべきでなく、むしろ偶発症例として考えるべきである。
5. 医原性の偶発症は、インプラントの材質やデザインによるものでない場合には、成功率の計算から除外する。これは、下顎管損傷や上顎洞、鼻腔底穿孔が範疇に入る。

ま と め

インプラントによる補綴の臨床的成功の決定は、自覚ならび他覚的な基準による。これはコイ

ンの両面のようなもので、一見別もののようにみえるが、科学的に欠くことができないものである。

しかし、遺憾にも、過去におけるインプラントの長期的調査不足が、自覚的な基準をこの分野における主なものとしてしまった。それにより必然的に、成功についてのデータメな報告が多くなされている。自覚的症状ならびに歯科医の判断力欠如（抗生物質療法やハイドロキシアパタイトによるインプラントの安定性増加）は、厳密かつ確固たる成功への基準を確立することに対してマイナスに働く。

整形外科的なインプラント（人工関節など）の研究では、バイオプシーなどが困難であるため、宿主側の反応を継続的にサンプリングすることは不可能である。自然科学では、技術や薬剤が正しく用いられている宿主の反応を、理解・分析することは原則である。しかし、この分析が現在用いられているすべてのインプラントに適応できるわけではない。

研究機器や技術、成功症例レポートなどの有用性や、長期経過に基づく宿主の反応などは不確実なものである。それゆえ、臨床的評価のために、合理的かつ容易な応用基準を成文化することを提唱する。表2で述べた新しい基準は、既に機能しているインプラントや、これから埋入されるインプラントについての評価に、有用なモノサシとして使用できる。またこれは、高水準のサービスをするを含めて、インプラントを施す患者および術者に対しての保護ともなる。

参考文献

- 1) Mentag, P.J., Editorial: J Oral Implant. 13: 185, 1987.
- 2) Council on Dental Materials, Instruments and Equipment, American Dental Association. Procedure for submission of endosseous implants. Chicago, Ill: American Dental Association.
- 3) Schnitman, P.A., Shulman, L.B.: Recommendation of the consensus development conference on dental implants. J Am Dent Assoc, 98: 373-377, 1979.
- 4) Cranin, A.N., Silverbrand, H., Sher, J., Salter, N.: The requirements and clinical performance of dental implants. In: Smith DC, Williams DF, eds. Biocompatibility of dental materials. Vol. 4. Boca Raton, Fla: CRC Press, 198, 1982.
- 5) McKinney, R., Koth, D.L., Stefflik, D.E.: Clinical standards for dental implants. In: Clark, J.W., ed. Clinical dentistry, Harperstown: Harper & Row: 1-11, 1984.
- 6) Albrektsson, T., Zarb, G.A., Worthington, P., Eriksson, A.R.: The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. J Oral Maxillofac Implants 1: 11-25, 1986.
- 7) Picton, D.C.A., Johns, R.B., Wills, D.L., Davies, W.J.R.: The relationship between mechanisms of tooth and implant support. Oral Sci Rev 5: 3-22, 1974.
- 8) Fenton, A., Jamshaid, A., Davis, D.: Osseointegration fixture mobility Abstract. J Dent Res 66: 114, 1987.
- 9) Babbush, C.A.: Fibrous blade-vent implants: a research review. J Oral Surg 30: 168-175, 1972.
- 10) Doms, P.: The tissue response to endosteal blade implants—microradiographic and tetracycline marking (part 1). Oral Implantol 4: 470-474, 1974.
- 11) James, R.A., Kelln, E.E.: A histopathological report on the nature of the epithelium and underlying connective tissue which surrounds oral implants. J Biomed Mater Res (Symp) 8: 373-383, 1974.
- 12) James, R.A., Schultz, R.L.: Hemisomes and the adhesion of junctional epithelial cells to metal implants. A preliminary report. Oral Implantol 4: 294-302, 1974.
- 13) Manderson, R.D.: Experimental intro-osseous implantation in the jaws of pigs. Dent Practit Dent Rec 22: 225-231, 1972.
- 14) Meenaghan, M.A., Natiella, J.R., Armitage, J.E., Wood, R.: Evaluation of the crypt surface adjacent to metal endosseous implants: an electron microscopic study in clinically successful implants. J Prosthet Dent 31: 574-581, 1974.
- 15) Meenaghan, M.A., Natiella, J.R., Armitage, J.E., Greene, C.W. Jr., Lipani C.S.: The crypt surface of blade-vent implants in clinical failure: an electron microscopic study. J Prosthet Dent 31: 681-690, 1974.
- 16) Reedy, M.T., De Vore, D.T., Thompson, V.P.: Histological and physical evaluation of vitreous carbon endosteal implants. Oral Implantol 5: 85-92, 1974.
- 17) Weiss, C.M., Judy, K.W., Chiarenza, A.R.: Precompacted covered titanium endosteal blade implants. Oral Implantol 3: 237-260, 1973.
- 18) Zarb, G.A., Melcher, A.H., Smith, D.C.: Ce-

- mentation of dental implants: rationale and preliminary observations. *J Can Dent Assoc* 38: 328-332, 1972.
- 19) Zarb, C.A., Smith, D.C., Levant, H.C., Graham, B.S., Zing, G.W.: The effects of cemented and uncemented endosseous implants. *J Prosthet Dent* 42: 202-210, 1979.
 - 20) Weiss, C.M.: Tissue integration of dental endosseous implants: description and comparative analysis of the fibro-osseous integration and osseointegration systems. *J Oral Implantol* 12: 169-214, 1986.
 - 21) Chiarenza, A.: The implant sulcus. *Oral Implantol*: 330-342, 1974.
 - 22) Linkow, L.: Endosseous oral implantology: a 7-year progress report. *Dent. Clin North Am* 14: 185-199, 1970.
 - 23) Smithloff, M., Fritz, M.: The use of blade implants in a selected population of partially edentulous adults. A ten-year report. *J Periodontol* 53: 413-419, 1982, *J Oral Implantol* 11: 25-35, 1983.
 - 24) Armitage, J.E.: Risk of blade implant. In: Schnitman, P., Shulman, L. eds. *Dental implants: benefit and risk*. Bethesda, Md: U.S. Dept. of Health and Human Services, National Institutes of Health: 294-304, 1980.
 - 25) Cranin, N.A., Rabkin, M.F., Garfinkel, L.: A statistical evaluation of 952 endosteal implants in human. *J Am Dent Assoc* 94: 315-320, 1977.
 - 26) Adell, R., Lekholm, U., Rockler, B.: Branemark P-I. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 10: 387-416, 1981.
 - 27) Adell, R.: Clinical results of osseointegrated implants supporting fixed prosthesis in edentulous Jaws. *J Prosthet Dent* 50: 251-254, 1983.
 - 28) Branemark, P-I., Albrektsson, T.: Endosteal dental implants in the treatment of the dentulous jaw. The Branemark implant. In: Fonseca R.J., David, W.H., eds. *Reconstructive preprosthetic oral and maxillofacial surgery*. Philadelphia: W.B. Saunders, Co: 210-224, 1986.
 - 29) Ten Cate, A.R.: The gingival junction. Chap 7. In: Branemark P-I, Zarb G, Albrektsson, T. *Tissue integrated prosthesis: osseointegration in clinical dentistry*. Chicago: Quintessence Publishing Co, 145: 53, 1985.
 - 30) Hollander, L., Rockler, B.: Radiographic valuation of osseointegrated implants of the jaws. *Dentomaxillofac Radiol* 9: 91-95, 1980.
 - 31) Johansson, C., Albrektsson, T.: Integration of screw implants in the rabbit: a 1-year follow-up of removal torque of titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2: 69-75, 1987.
 - 32) Cox, J.F., Zarb, G.A.: The longitudinal clinical efficacy of osseointegrated implants. a 3-year report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2: 91-100, 1987.
 - 33) Albrektsson, T., Branemark, P.I., Hansson, H.A., Lindstrom, J.: Osseointegrated titanium implants. *Acta Orthop Scand* 52: 155-170, 1981.
 - 34) Lekholm, U., Adell, R., Lindhe, J., Branemark, P-I, Eriksson, B., Rockler, B., Lindvall, A.M., Voneyama, T.: Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixture. (II) A cross section retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 15: 53-61, 1986.
 - 35) Lindhe, J., Haffajee, A.D., Socransky, S.S.: Progression of periodontal disease in adult subjects in the absence of periodontal therapy. *J Clin Periodontol* 10: 433-442, 1983.
 - 36) Branemark, P-I, Breine, U., Adell, R., Hansson, R.O., Lindstrom, J., Ohlsson A.: Intra-osseous anchorage of dental prosthesis. I. experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* 3: 81-100, 1969.
 - 37) Adell, R., Lekholm, U., Rockler, B., Branemark, P-L., Lindhe, J., Eriksson, B., Sbordine, L.: Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixture. (I) A 3-year longitudinal prospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg* 15: 39-52, 1986.
 - 38) Stefflik, D.E., Koth, D.L., McKinney, R.V.: Human clinical trials with the single crystal sapphire endosteal implant. *J Oral Implant* 13: 39-53, 1986.
 - 39) Kirsch, A., Mentag, P.: The I.M.Z. endosseous two phase implant system: a complete oral rehabilitation treatment concept. *J Oral Implant* 12: 576-589, 1986.
 - 40) Deporter, D.A., Friedland, B., Watson, P., Pillar, R.M., Howley, D., Abdulla, D., Melcher, A.H., Smith, D.C.: A clinical and radiographic assessment of porous-surfaced titanium alloy dental implant in dogs. *Int J Oral Implant* 4: 31-37, 1987.
 - 41) Dorfman, H.S., Kennedy, J.E., Bird, W.C.: Longitudinal evaluation of free-autogenous gingival grafts. *J Clin Periodontol* 7: 525-530, 1980.
 - 42) Lindhe, J., Nyman, S.: Alterations of the position of the marginal soft tissue following periodontal surgery. *J Clin Periodontol* 7: 525-530, 1980.
 - 43) Wennstrom, J.: Keratinized and attached gingiva. Regenerative potential and significance for periodontal health [Thesis]. Göteborg: Faculty of Odontology. University of Göteborg, 1982.

- 44) Branemark, P.I., Adell, R., Albrektsson, T., Lekholm, U., Lindstorm, J., Rockler, B.: An experimental and clinical study of osseointegrated implants penetrating the nasal cavity and the auxillary sinus. J Oral Maxillofac Surg 42: 497-505, 1984.
- 45) Blomberg, S.: Psychological response. In: Branemark, P-I, Zarb, G. Albrektsson, T, eds: Tissue integrated prosthesis: osseointegration in

clinical dentistry. Chicago, Quintessence Publishing Co: 165-174, 1985.

別刷請求先：萩原芳幸

日本大学歯学部補綴学教室クラウンブリッジ学講座