ペリオテストの測定再現性について

貞光謙一郎¹, 加藤泰二²

About the measurement reproducibility of Periotest

Ken-ichirou Sadamitsu, Taiji Kato

In recent years, Implant treatment has been recognized to be a predictable treatment of defect prosthetic, defect prosthetic treatment using implants has become much more familiar to the general practice.

However, implant position and osseous, bone density, power of healing is not uniform through a period of integration, it becomes accident and not to integration with the patient's problems if moving to the prosthetic treatment by judging only clinical senses such as inspection, palpation, and percussion sound and standard healing.

Periotest have ways to prevent such accidents. Periotest is more convenient to confirm the primary stability and integration, which can be diagnosed more reliably measuring device.

The Periotest in the literature for some numbers are not stable and integration is broken by hammering there is a negative feedback, but it had the feeling like its not really try to use.

We report devices that can be used with confidence for diagnostic equipment integrations and should be noted for measurement by examining the reproducibility of the Periotest measurement.

近年、インプラント治療は予知性のある欠損補綴治療として認知されており、一般臨床におけるインプラント欠損補綴治療はかなり身近なものとなっている。

しかしながら、インプラント埋入の部位や骨質、骨密度、患者自身の治癒力などによってインテグレーションの時期は様ではなく、視診、触診、打診音などの臨床的な感覚や標準的な免荷期間だけの判断で最終補綴に移った場合、実際にインテグレーションしていなければアクシデントの原因となり、患者さんとのトラブルにもなりかねない。

このようなアクシデントを起こさないためにも、初期固定やインテグレーションの確認をより簡便に、より確実に診断できる測定装置としてペリオテストがある。

しかしペリオテストに関しては、一部文献等において、数値が安定しない、槌打によってオッセオインテグレーションが壊されるなどという否定的な意見があるが、実際に使用

¹ 貞光歯科医院 Sadamitsu dental clinic

² だいき歯科クリニック Daiki dental clinic

してみてもそのような感覚は受けない。

そこで、ペリオテストの測定再現性を調べることににより、オッセオインテグレーションの診断機器としてより安心して使用できる装置であることが証明され、測定に関して注意すべき事項も見出せたので報告する。

Key word：インプラント Implant, インテグレーション Integration,
ペリオテスト Periotest, テンポラリーセメント Temporary Cement,
アバットメント Abutment

緒言

現在発売されているルートタイプのチタン製インプラントは、インプラント各社が多種多様なシステムを送り出し、また改良も加えられているため、その良し悪しの判断は付けようがない。

インプラントフィクスチャーの表面性状には、生物学的反応から機械研磨、ブラストエッチング、TPS、SLAなどの「Bioinert」とHAコーテッドなどの「Bioactive」に分けられ、それぞれオッセオインテグレーション、バイオインテグレーションとして骨と結合し、適材適所としてインプラントの選択ができるようになった。

インプラントフィクスチャーは咬合を与えることによって初めて機能するが、埋入したインプラントに機能圧をかけるタイミングについてはさまざまな討議^{1,2)}が行われている。初期のインテグレーションについては、ブローネマルクらによって提唱され、確立された2回法インプラント治療術式からも、粘膜下での治癒期間が上顎では4～6カ月、下顎では3カ月は絶対必要³⁾とされていた。しかし、ITIの登場により1回法でなんら問題がないばかりか、上顎においても3カ月で十分なオッセオインテグレーションが獲得できることも明らかになった。

また、HAコーテッドインプラントを用いた埋入後の速

やかでメカニカルな初期固定が得られたとしても、最低3カ月の免荷期間を設けた方が無難であるとも考えられている⁴⁾。

フィクスチャーの種類、埋入の時期、埋入部位や顎骨の骨質、骨密度、患者自身の治癒力などによってインテグレーションの時期は一樣ではなく、免荷期間不足や荷重時期の読み違い、火傷やコンプレッション・ネクロシス、感染などのテクニカルエラー等によってもインテグレーションは左右される⁵⁾。

そのため、最終補綴に移る前に負荷をかける時期を視診、触診、打診音などの臨床的な感覚や提唱されている免荷期間を基準に考えれば良いというものではない。アクシデントを起こさないためにも、埋入したインプラントフィクスチャーにアバットメントを装着した段階で、上部構造の製作、装着へと治療をすすめるか、あるいは治癒するまで待つべきかの判断は必要不可欠なことであり、やむをえない。

そこで、著者らは実際の臨床においてインプラントの初期固定やインテグレーションの確認をより簡便に、より確実に診断するための測定機、ペリオテスト（グルデン社、輸入元：東京歯科産業）（図1）を用いてインテグレーションの程度を把握しているが、ペリオテストのインプラントへの使用は、数値が安定しない、槌打によってオッセオインテグレーションが壊されるなどの否定的な意見⁶⁾があるが、実際の臨床ではそのように感じたことはなかったので、今回ペリオテストを用いてのインプラントのインテグレーションを測定し、その測定再現性を調べてみることにした。

図1 ペリオテスト（グルデン社、輸入元：東京歯科産業）

図2 ペリオテスト測定原理

図3 ペリオテスト計測風景

図4 計測プロトコール

図5 計測対象インプラント

図6 計測対象テンポラリーセメント

研究の方法

I. 測定方法

今回測定に用いたペリオテストは、電子駆動方式によるハンドピースのタッピングヘッドが1秒間に4回、4秒間の計16回歯面を打診し、歯周組織が健全であれば歯の安定度が大きく、歯面を軽打したタッピングヘッドはより速く戻り、歯槽骨や軟組織に異常があるとタッピングヘッドの接触時間が1ミリ秒の何分の1か長くなり、この微妙な接触時間の差異をマイクロコンピュータが正確に算出して平均値を $-8 \sim +50$ の数値でペリオテスト値（以下PT値とする）として表示するものである（図2）。

実際の測定に関しては、ペリオテストのハンドピースの先端がアバットメントおよび最終補綴物の長軸と直角で、床と平行になるように固定し（図3）、また臨床的かつ経験的な根拠から得られたブローネマルクのプロトコールを準用して、上顎では埋入4カ月後からの、下顎では埋入3

カ月後からの1週間おきに計5回、歯科医師および歯科衛生士がランダムに計測を行った（図4）。

II. 測定対象

測定対象となるインプラントフィクスチャーは、著者らが日常臨床に用いているオッセオインテグレーションインプラントであるstraumann社のITI Standard Plus（以下ITIとする）とバイオインテグレーションインプラントであるZimmer社のSpline Twist（以下Splineとする）の2種類を用いた（図5）。

測定を行ったインプラントフィクスチャーは実際患者に埋入したもので、通常Splineは、成熟側に比較して骨質の劣る部位への埋入に用いるが、今回は測定条件を同じにするためにITI、Splineともに成熟側への埋入とし、埋入深度は歯肉縁下2～3mmとした。

測定を行うにあたってフィクスチャー上に装着したアバットメントは、ITIにはソリッドアバットメントを、

図7 テストピース

表1-1 アバットメント榫打の測定結果 (straumann ITI)

	1 week	2 week	3 week	4 week	5 week
$\overline{6}$	-5	-5	-5	-5	-5
$\overline{6}$	-5	-5	-5	-5	-5
$\overline{6}$	-5	-5	-5	-5	-5
$\overline{6}$	-5	-5	-5	-5	-5
$\overline{6}$	-6	-6	-6	-6	-6
$\overline{6}$	-5	-5	-5	-5	-5
$\overline{6}$	-6	-6	-6	-6	-6

表1-2 アバットメント榫打の測定結果 (Zimmer Spline Twist)

	1 week	2 week	3 week	4 week	5 week
$\overline{5}$	-4	-4	-4	-4	-4
$\overline{6}$	-4	-4	-4	-4	-4
$\overline{6}$	01	01	00	00	01
$\overline{2}$	-1	-1	-1	-2	-2
$\overline{6}$	-1	-1	-1	-1	-2

Spline にはカスタムアバットメントをおおののメーカーの指示する締め付けトルク値、35Ncm および30Ncm にて装着し、最終修復物には陶材焼付鑄造冠を用いた。

フィクスチャーに接合したアバットメント上に最終修復物を装着する方法には、スクリューによる固定とセメントによる固定がある。スクリュー固定は天然歯に近似すべく審美性や望むべく部位での咬合接触を得ることができず、また歯冠中央部付近のアクセスホールの存在による陶材などの歯冠修復物の強度の低下を招く恐れがある。さらに、アバットメントスクリューの緩み等の問題が生じる可能性が高い^{7,8)} ため、最終修復物の撤去によってそれに対処できるよう、著者はテンポラリーセメントを用いて最終修復物の固定を行っている。

そこで今回は、松風社のハイボンド・テンポラリーセメント・ハード（以下ハードとする）と同社のIP テンプセメント（以下IP テンプとする）の2種類を用いることにした（図6）。

Ⅲ. インプラントフィクスチャーについての評価

ITI と Spline は材質や表面性状の違いや、インターナル

ヘックスである ITI、エクスターナルヘックスである Spline というようにアバットメントとの結合様式の違いがあるために、これらが PT 値の違いとして現れる可能性があると考えた。

そこで、骨密度やインテグレーションの影響を受けない状態を作るために、ITI および Spline のおおののフィクスチャーを石膏に埋没しテストピースを作製した。テストピース上のフィクスチャーに3名の術者がそれぞれアバットメントをメーカー指定のトルク値（ITI は35Ncm, Spline は30Ncm）にて装着し、PT 値を見ることにした（図7）。

なお、使用したフィクスチャーは ITI では4.1 mm 径の8.0 mm と10.0 mm, Spline では3.75 mm 径の10.0 mm と11.5 mm の各2本ずつとした。

結果

I. 測定再現性の評価（表1-1, 1-2）

アバットメントを直接榫打したペリオテストの結果、ITI では装着1週間後からの PT 値はすべてにおいて-5

表2-1 アバットメントと最終補綴物槌打の測定結果 (straumann ITI)

		1 week	2 week	3 week	4 week	5 week
6	Abutment	-5	-5	-5	-5	-5
	Hard	-3	-3	-3	-3	-3
	IP Temp	-4	-4	-4	-4	-4
6	Abutment	-5	-5	-5	-5	-5
	Hard	-4	-4	-3	-3	-3
	IP Temp	-4	-4	-4	-4	-4
6	Abutment	-5	-5	-5	-5	-5
	Hard	-2	-2	-2	-2	-2
	IP Temp	-4	-4	-3	-4	-4
6	Abutment	-5	-5	-5	-5	-5
	Hard	-2	-2	-2	-2	-2
	IP Temp	-3	-3	-2	-3	-2
6	Abutment	-6	-6	-6	-6	-6
	Hard	-4	-4	-4	-4	-4
	IP Temp	-5	-5	-5	-5	-5
6	Abutment	-5	-5	-5	-5	-5
	Hard	-3	-3	-3	-3	-3
	IP Temp	-3	-3	-3	-3	-3
6	Abutment	-6	-6	-6	-6	-6
	Hard	-3	-3	-3	-3	-3
	IP Temp	-3	-4	-4	-4	-3

から-6を示し比較的安定した結果が得られた。

それに対してSplineでは、01から-4を示し、ITIに比較してPT値の幅が認められたが、ITI、Splineともにおのおの計測間ごとのPT値には有意な差は認められず、また計測者間においても差が認められなかった。

しかし、ITIとSplineのPT値の間には有意な差が認められた。

II. 仮着セメントによる評価 (表2-1, 2-2)

アバットメントに2種類のテンポラリーセメントをおのおの介して装着した最終修復物を槌打したペリオテストの結果、ITIではハード、IPテンプともにアバットメントを直接槌打するよりも、すべてにおいて-3から-1の範囲で上昇し、高い数値が示された。

これに対してSplineにおいても同様に、セメントを介した方の数値が高く現れたが、ITI、Splineともに2種類のテンポラリーセメント間およびアバットメントとIPテンプ間にはPT値において有意な差は認められず、アバットメントとハード間には有意な差が認められた。

III. インプラントフィクスチャーの評価 (表3)

アバットメントを直接槌打したペリオテストの結果で、ITIにおいてはどれも-5より低いPT値を示したのに対してSplineでは01から-4の幅でのPT値を示し、ITIに比較し安定度が低いことがうかがわれた。

これに関しては実際の臨床実感においても同様で、ITIよりSplineの数値が高く現れる感じを受けるが、ITIに比較してSplineの方がインテグレーションしていないとも考えられない。

そこで、インテグレーションや骨質の影響を除くために各フィクスチャーを石膏に埋没したテストピース上で槌打したペリオテストの結果、各測定者ともITIでは-4から

表2-2 アバットメントと最終補綴物槌打の測定結果 (Zimmer Spline Twist)

		1 week	2 week	3 week	4 week	5 week
5	Abutment	-4	-4	-4	-4	-4
	Hard	01	01	01	01	01
	IP Temp	0	0	0	0	0
6	Abutment	-4	-4	-4	-4	-4
	Hard	-1	-1	0	-1	-1
	IP Temp	-1	-1	-1	-2	-2
6	Abutment	01	01	00	00	01
	Hard	06	08	08	07	06
	IP Temp	05	06	06	06	06
2	Abutment	-1	-1	-1	-2	-2
	Hard	04	04	04	03	04
	IP Temp	05	05	06	05	05
6	Abutment	-1	-1	-1	-1	-2
	Hard	02	02	01	01	01
	IP Temp	01	01	02	02	02

表3 テストピースアバットメント槌打の測定結果

測定者A			測定者B		
Spline		ITI	Spline		ITI
-3	1	-6	-5	1	-6
-4	2	-5	-4	2	-5
-4	3	-4	-4	3	-5
-4	4	-6	-4	4	-5

測定者C		
Spline		ITI
-3	1	-6
-5	2	-5
-5	3	-5
-4	4	-6

-6の範囲を示し、Splineでは-3から-5の範囲を示した。

測定者間でのばらつきは認められなかったが、ITIに比べSplineのPT値の方が高い値を示し、有意な差が認められたことから、SplineのPT値が高く示されるのは骨密度やインテグレーションの状態によるものではないことからインテグレーションや骨質による差は認められないと考えられる。

考察

I. 測定再現性の評価

インプラントのインテグレーションの程度を計測する機器にはペリオテスト以外にもRFA (Resonance Frequency Analysis) による計測も注目されているが、非接触式であるがゆえ計測に際してインプラント別の測定用アタッチメント (トランデューサー) を装着する必要がある、計測のたびにアバットメントやアタッチメントを外さなければならず臨床的利便性に欠け、数値に関しても否定的な意見⁹⁾がある。

しかし、これに対してペリオテストにおいても数値が安

図8 セメント被膜厚さの経時変化（松風社データ）

図9 結合様式の違い

定しない、槌打によってオッセオインテグレーションが壊されるなどという否定的な意見⁶⁾もある。今回おのおののアバットメントを直接槌打した測定間ごとのPT値には優位な差が認められなかったことから、「ペリオテストの数値が安定しない」、「槌打によってオッセオインテグレーションが壊される」などという否定的な意見は覆され、同時に測定再現性も高いと言える。

また、ペリオテストを用いたインテグレーションの研究では、ITIなどのバイオネイトインプラントを用いた研究結果においても、Splineなどのバイオアクティブインプラントを用いた研究結果においても、PT値が6以上の場合はインテグレーションしていないと報告^{10~12)}されている。今回の測定結果をみると、良好なITI、Splineともに良好なインテグレーションが得られていると考えられる。

II. 仮着セメントによる評価

アバットメントと最終補綴物をつなぎ止めるセメントの種類によっても材質の違い、硬化時間の違い、硬化硬度の違い、皮膜厚さの違いによってPT値は変化すると考えられる。

実際の臨床において、定期検査などでペリオテストを用いてインテグレーションを確認するにあたり、計測のたびに最終補綴物を除去し、アバットメントを露出させた状態で槌打するのも現実問題難しいのではないだろうか。

やはり、最終修復物上を槌打して測定の方が患者への負担、最終修復物の破損等を防ぐことができると考えられる。

そのため、インプラントフィクスチャーの動揺度を確認するためにはアバットメントを直接槌打する感覚に近いセメントの方がペリオテストの測定再現性から考えるとよいであろうと考えられる。

そこで、IP テンプよりハードの方が高い数値を示したが、これはテンポラリーセメントを介した最終補綴物を槌打した方のPT値が高くなるのは、セメント材の介在によってその厚みが槌打の振動を吸収するのではないかと考えられる。

よってハードに比較してIP テンプの方がセメント皮膜厚さが小さいことから（図8）PT値の上昇を少なくし、槌打の振動が吸収されることなくアバットメントを直接槌打した感覚に近いのではないかと考えられる。

また、セメント皮膜厚さが小さいと最終修復物の浮き上がりの心配もなく、良好な咬合接触関係が得られる。

III. インプラントフィクスチャーの評価

ITIについては下顎骨への埋入、Splineについては上顎骨への埋入と使い分けることが多いため、天然歯においても上顎歯は下顎歯よりも高いPT値を示すことから、さらに成熟側への埋入と抜歯即時埋入ということからも考えると、測定値に差や幅があるのは骨密度やインテグレーションの方式の違いによるものだろうか。

しかし、骨密度とPT値には相関性がないとの報告¹³⁾があることから、インテグレーションの状態に問題があるのだろうか。

しかし、実際の臨床での感覚としてSplineのインテグレーションが悪いように感じたこともなく、HAコーテッドインプラントのため初期固定を比較的早期に獲得でき、また骨誘導能があるにもかかわらず、ITIに比較して低いPT値が示されるのには疑問が残る。

しかし、ITIとSplineは共に純チタン製のフィクスチャーではあるが、インターナルヘックスとエクスターナルヘックスといったアバットメントの接合様式に大きな違いがあり（図9）、この接合様式の違いがPT値の差や幅とし

て表れ、接合部構造やそれに対するおのおののアバットメントの構造の違いなどが、PT 値になんらかの影響を与える可能性があると考えられる。

これに関して、アバットメントにかかる「ねじれトルク」や「側方力」に対して、ITI と Spline は共に他のインプラントシステムに比較して強度が高いが、ITI と Spline 両者を比べると Spline の方が強度が高いという数値が報告されている¹⁴⁾。

強度が高いということを考えると、フィクスチャーとアバットメントの接合部に「ネバリ」があるととらえてもよい。このことから、ITI より Spline の方が PT 値が高く出るのも、「ネバリ」の差が PT 値の差としてでてきていると考えられる。

結論

今回、ペリオテストに測定安定性があることが確認でき、繰り返しの槌打によっても PT 値の上昇は認められなかった。このことから、ペリオテストによるインテグレーション破壊の可能性はないと考えられ、臨床的に動揺が認められない症例でも、安定値を超えた PT 値の場合は、急激な負荷がかかったときに失敗例につながる高いリスクを伴うと考えられるので、免荷期間後および最終修復前にはぜひ検査したい項目である。

もし安定値が得られなかった場合は、免荷期間をもう少し延ばし経過を観察していきたい。それでも安定値が得られない場合は再埋入を考えるべきである。

また、セメンティングにてアバットメント上に最終修復物を装着する際には、PT 値や咬合に影響を与えない、被膜厚さが薄く、圧縮強度の高いセメントを用いる必要がある。

さらに、インターナルヘックス、アウトernalヘックスというインプラントフィクスチャーとアバットメントの接合部の構造や、アバットメントの形状の違いによって数値は変わってくるので、ペリオテストの PT 値とインテグレーションの程度を一律に数値化するのは難しいと思われる。したがって、実際に使用するインプラントシステムの各種構造やそれに対する PT 値を知っておく必要がある。

おわりに

インプラント治療にあたっては、診査診断、治療計画をしっかりと立て、ペリオテストを用いることにより最終修復後のトラブルを未然に防ぐことができると思われる。

アクシデントなく治療を終えることは、患者さんとの信頼関係をより深いものにできると考えられるので、オッセオインテグレーションの確認にはぜひ、ペリオテストを使用したいものである。

参考文献

- 1) Aparicio C, Rangert B, Sennerby L: Immediate/early loading of dental implants. A report from the Sociedad Espanole de Implantes World Congress consensus meeting in Barcelona, Spain 2002. *Implant Dent Relat Res* 5:57-60, 2003.
- 2) Cochran D L, Moeton D, Weber H P: Consensus statements and recommended clinical procedures regarding loading protocols for endosseous dental implants. *Int j Oral Maxillofac Implants* 19 (suppl) :109-113, 2004.
- 3) Brånemark P-I, Hansson B O, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O, Ohman A: Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg Suppl* 16:1-132, 1977.
- 4) Botticelli D, Berglundh T, Lindhe J: Hard-tissue alterations following immediate implant placement in extraction sites. *J Clin Periodont* 31 (10) :820-828, 2004.
- 5) 森田耕造：トラブルから学ぶインプラント治療の注意点とリカバリー。 *J Oral Imp* 19:7-37, 2004.
- 6) 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.
- 7) Preiskel HW, Tsolka P: Cement- and screw-retained implant-supported prostheses. up to 10 years of follow-up of a new design. *Int J Oral Maxillofac Imp* 19 (1) :87-91, 2004.
- 8) Michalakis KX, Hirayama H, Garefis PD: Cement-retained versus screw-retained implant restorations: a critical review. *Int J Oral Maxillofac Imp* 18 (5) :719-28, 2003.
- 9) Katsunori K, Yasumasa A: Review for immediate loading implant. *Immediate loading implants. Practice in Prosthodontics (Extra Issue)* :14-18, 2006.
- 10) Schulte W, Lukas D: Periotest to monitor osseointegration and to Check the occlusion in oral implantology. *J Oral Imp XIX* (1) : 23-32, 1993.
- 11) Rotter BE, Blackwell R, Dalton G: Testing progressive loading of endosteal implant with the periotest. A pilot study. *Implant Dentistry* 5 (1) : 28-32, 1996.
- 12) Cannizzaro G, Leone M: Restoration of partially edentulous patients using dental implants with a microtextured surface: a prospective comparison of delayed and immediate full occlusal loading. *Int J Oral Maxillofac Imp* 18 (4) :512-522, 2003.
- 13) Mericske-Stern R, Milani D, Mericske E, et al: Periotest measurements and osseointegration of mandibular ITI implants supporting overdentures. *Clin Oral Imp Res* 6:73-82, 1995.
- 14) Osamu T, Takeo M, Paul P Binon: New Currents of the Implant/Abutment Connections. Increasing Resistance to Screw Loosening and the Fracture. *Quint Dent IMP* 4 (4) : 54-61, 1997.