

インプラント補綴後のトラブルと対策

小久保裕司

Mechanical/technical complications associated with implant treatment and its countermeasure

Yuji Kokubo, DDS, PhD

抄 録

インプラント治療において、生物学的および機械的・技術的トラブルにしばしば遭遇する。これまでトラブルに対して製品の改良や新材料の開発により対策が取られてきた。本稿では補綴後のトラブルについて、①アバットメントスクリューの緩み・破折、②上部構造の清掃性、③審美的問題、④隣接面コンタクトの喪失、⑤ジルコニアアバットメントの破折、⑥上部構造の破折の発生原因と対策について報告する。

キーワード

インプラント、トラブル、上部構造、機械的・技術的トラブル

ABSTRACT

Biological and mechanical/technical complications associated with implant treatment have frequently been reported. Countermeasures are undertaken to overcome these mechanical/technical complications by improving the products and developing new materials. In this paper, complications observed after prosthesis have been studied, as to their causes and measures to be taken; (1) fracture or loosening of abutment screws, (2) cleanability of dental implant superstructure, (3) esthetic issues, (4) loss of proximal contacts, (5) fracture of zirconia abutments, and (6) fracture or chipping of veneering ceramic and monolithic zirconia superstructure.

Key words:

Implant, Trouble, Superstructure, Mechanical/technical complication

I. 緒 言

インプラント治療を行うにあたり、上部構造装着後からの高い長期成功率と低いトラブル発生率は患者および術者に最も求められるところである。一方で、しばしばトラブルは発生し、これまでに多くの製品改良、新材料の開発によりその対策が取られてきた。Bardisら¹⁾によると、臼歯部インプラント補綴において補綴後のトラブル発生率は28.7%であり、60歳以上、喫煙、歯周病の既往、骨造成、ブラキシズムはリスクを増加させる結果であったとしている。臨床家はトラブ

ル発生の原因を理解し、治療計画立案に効率的に生かし、トラブル発生率を最小限にするべきである。本稿では固定式上部構造において補綴後のトラブルとその対策について報告する。

II. インプラント補綴後のトラブル

鶴見大学歯学部附属病院インプラント科において、2022年4月～2023年3月までに発生したトラブル（自院、他院治療患者）の横断調査の結果を表1に示す。インプラント周囲炎が圧倒的に多く、次いでアバットメント・補綴用スクリューの緩みであった。インプラ

表 1 鶴見大学歯学部附属病院インプラント科におけるトラブル調査 (2022.4-2023.3)

インプラント周囲炎	29 (症例)
アバットメント・補綴用スクリューの緩み	22
アクセスホールレジンの脱離, 破損	17
上部構造の前装材料の破折	13
上部構造の脱離	12
ヒーリングアバットメントの脱離, 緩み	8
チタンベースの脱離	7
コンタクトの喪失	5
アバットメント・補綴用スクリューの破折	4
インプラント体の脱離	4
審美的問題	2
咬合低位	2
発音障害	2
フィステル出現	2
その他	4

表 2 アバットメントスクリューの破折原因

装着時
① 過大な力でのねじ込み
② アバットメントスクリューの挿入方向ミス
③ 不適合な (パッシブフィットでない) 上部構造
機能後
① 不適合な上部構造
② 補綴設計不良
③ 疲労
④ 摩耗
⑤ 経時的変化によるオーバーロード

表 3 アバットメントスクリューの緩み原因

① 不適合な上部構造
② 締め付けトルク不足
③ 補綴設計不良によるオーバーロード
④ 疲労
⑤ 摩耗
⑥ 経時的変化によるオーバーロード
⑦ インプラント体とアバットメントの連結様式
⑧ インプラント体の埋入方向

ント周囲炎はアバットメントを含む上部構造の形態などによる原因も考えられるが, 今回は補綴後のトラブルとして, 以下に示すトラブルの発生原因と対策を示していきたい。

1. アバットメントスクリューの破折・緩み

アバットメントスクリューの破折は緩みほど多くはないが発生する (図 1)。破折の原因を表 2 に示す。メーカーにより構造は異なるが破折断面に専用の除去ジグを圧接して逆回転するか, 探針等で逆回転すれば取れてくる。断面以外の部分を傷つけるとこれがバリ

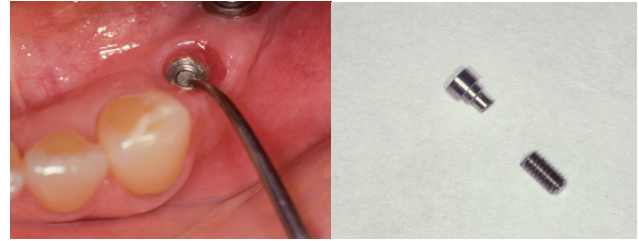


図 1 アバットメントスクリューの破折および除去したスクリュー

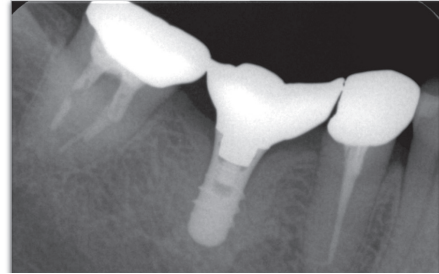


図 2 非純正品 (適合不良) のチタンベースによる上部構造



図 3 プロビジョナルブリッジを外したときのインプラント内面のプラークは不適合を疑う

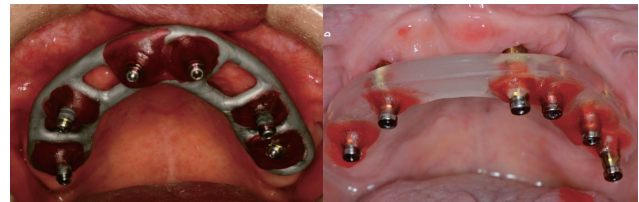


図 4 ベリフィケーションジグによる位置確認

となり容易に除去できない場合があるので注意が必要である。

近年ではインプラント周囲炎の発生リスクを避けるためセメント固定式よりスクリュー固定式を選択する傾向にあるためかアバットメントスクリューの緩みは補綴後のトラブルの中で多い。Jung ら²⁾によると 5 年間の発生率は 8.8% としているが, スクリューデザインや材料の改良で発生率は減少している。緩みの原因を表 3 に示す。①の不適合な上部構造は術者自身が見極める能力を身に付けることも重要であるが, 製作ステップなどで誤差を最小限にする努力も欠かせな



図5 歯肉から出血を主訴に来院，上部構造内面にはプラークと歯石を認めた

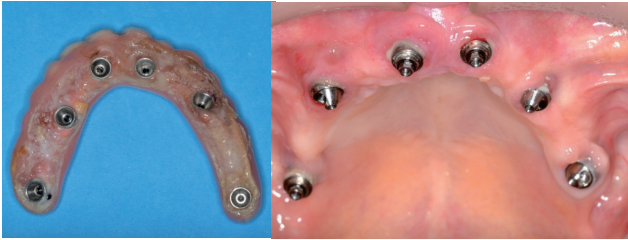


図6 口臭と腫脹を主訴に来院，上部構造の粘膜面はレジンの鞍状型でインプラント周囲からの排膿を認めた

い。しかし、歯肉縁下深い上部構造装着時に歯肉の抵抗を感じながら上部構造とインプラント体の適合を確認することは大変困難で経験を必要とする。スクリー固定式の上部構造は少しのズレならねじ込まれてしまう危険がある。図2に不適なチタンベースを使用したため頻りに緩んでくる上部構造のエックス線写真を示す。適合良好でないチタンベースを使用すると装着後にマイクロムーブメントによるアバットメントスクリーの緩みやマイクロリーケジによるインプラント周囲炎を惹起する可能性も高くなる。

図3に示す症例のように、プロビジョナルブリッジを外したときの異臭やプラークの存在は不適合を疑い、再印象採得を行う。ペリフィケーションジグによるインプラント間の位置関係の確認が望ましい(図4)。

スクリーの緩みに対して、Weissら³⁾はスクリーを一度締めて、5分後に再度締め直すと緩みが小さくなると報告している。

また、スクリーの緩みを防止する観点から考えると、部分欠損において上部構造は連結したほうが有利であるとの報告がある¹⁾。

2. 上部構造の清掃性

固定式上部構造は可撤式と比較し清掃性は圧倒的に劣る。図5, 6に示すように口臭と歯肉の腫脹を主訴に来院した患者の上部構造を外してみると粘膜面に



図7 1st プロビジョナルレストレーション装着後に粘膜面を染め出した状態



図8 数回の調整後の粘膜面，プラークの付着が少なくなっている

は多量のプラーク付着が認められた。鞍状型のポンティックは可撤性装置の適応であり、インプラント周囲炎も発症しているが、清掃性の不良な上部構造を装着したことによる医原性の原因も考えられた。このような症例は大型の上部構造に多く認められる。プロビジョナルレストレーションのポンティック粘膜面は凸形態に調整し、清掃性を確認しながら形態を完成させる(図7, 8)。インプラント周囲は歯間ブラシが通るように清掃性を重視する。この粘膜面形態を最終上部構造に再現するというステップを取ることで、自浄性、清掃性を考慮した粘膜面形態が期待できる。また、図6に示すように粘膜面がレジンの場合、歯肉の発赤が生じやすい。一般的にはプラークが付着しにくいのはジルコニア、陶材、レジンの順である。

3. 審美的問題

審美的問題もしばしば発生する(図9, 10)。いずれの症例も歯頸線の著しい不一致が認められた。最も一般的な初期の失敗はインプラントを唇側に埋入してしまうことである。このような失敗を補綴的に修正するのは不可能であり、できたとしても非常に難しい。硬組織の移植・造成、軟組織の移植をしてもボーンハウジングから突出したインプラントの頸部を修正し、審美的に仕上げることは困難である。図10の症例ではソリッドなセメント固定式アバットメントが装着、形成されているために先端は鋭利となり上部構造の保



図 9 審美性の不良を主訴に来院



図 10 審美性の不良を主訴に来院

表 4 前歯部における審美的要件

- | |
|----------------------------|
| ① ブラックトライアングルがない |
| ② 対象歯との歯頸線の一致 |
| ③ 切縁側から見た頬側歯肉カントウアの隣在歯との一致 |

持力に不安がある。歯肉付きのプロビジョナルクラウンが装着されていたが、プラークコントロールも悪かった。除去して骨造成を行い、再埋入が必要なこと、新たに治療費がかかることなどを説明し担当医のところへ戻ってもらった。

エステティックゾーンにおいて審美的ゴールの達成要件を表 4 に示す。これらを満たすためにはインプラント埋入時のスターティングドリルの頬舌的位置が重要である。骨頂の頬舌的中心にドリルを入れるのではなく前歯部であれば基底結節の位置、すなわち、やや舌側よりに設定する。審美領域におけるインプラント体埋入基準として、①唇舌側には 1 mm 以上の骨の厚さを確保、②隣在歯とインプラント体間は 1.5 mm 以上、インプラント体間は 3 mm 以上確保、③隣在する天然歯のセメント-エナメル境から 3 mm 以上根尖側の埋入深度、④隣在歯唇側面ラインから 1 mm 以上口蓋・舌側寄り、とすることが重要である。このような条件を常に考慮に入れ、ボーンハウジング



図 11 上部構造装着 7 年後に審美的問題を主訴に来院

内に入る細い直径のインプラント体を選択したり、インプラント体の粗面は必ず顎骨内に入れる埋入手術を行い、必要に応じて GBR を同時または術前処置として行う。軟組織の厚さ、形態も歯頸線の維持、そして高いスマイルラインなども審美的な結果を左右する因子の一つであることも考慮に入れるべきである。歯冠乳頭を支持する隣接面の骨レベルもブラックトライアングルの発生を防ぐうえでは重要となり、抜歯時から注意が必要である。

審美的に必要な歯肉の厚さと生物学的幅径を考慮に入れ、インプラント体の埋入深度を決定し、機能後の骨吸収、それに伴う審美的問題発生を防ぐ。そして、プロビジョナルレストレーションによる歯肉のリシェピングは必須である。図 11 は歯頸部の金属の露出と歯肉がグレーに見えることを心配して来院した。頬側の骨が十分残存してないことのみならず歯肉が薄いことが原因である。Jung ら⁴⁾はこれを回避するためには 2 mm 以上の歯肉の厚さが必要としている。逆に審美領域において、結合組織等の移植を選択せず厚さが 2 mm 以下の場合の粘膜貫通部はジルコニアを選択すべきである。



図 12 隣接面コンタクトの喪失（上部構造装着 5 年）



図 13 機能 6 年後のジルコニアアバットメントの破折



図 14 機能 7 年 3 か月後のダイレクト上部構造のジルコニアフレームワークの破折



図 15 機能 6 年 7 か月後のダイレクト上部構造の破折

近年では、初期投資は必要だがシミュレーションソフトを用い補綴主導型インプラント治療を行うことも容易になってきているが、前記の一定のルールに従い埋入位置を決定しなくてはならない。

抜歯時のソケットプリザベーションも顎堤形態の温存、審美的インプラント治療の達成の観点からすると有効な手段である。

4. 隣接面コンタクトの喪失

隣接面コンタクトの喪失はしばしば発生する（図 12）。Koori ら⁵⁾によると、平均観察期間 5.7 年で 43% に隣接面コンタクトの喪失が認められ、特に近心が多かったとしている。また、Byun ら⁶⁾も 34% に隣接面コンタクトの喪失、20% に緩みが認められ、経過観察期間が長くなると増加する傾向にあったとしている。コンタクトの喪失が発生する原因として、①天然歯とインプラントの周囲組織構造の相違、②咬合力が強く、パラファンクションを有している、③歯周病により歯の移動が発生しやすい、④矯正後、が考えられる。対策としては①修理が容易なスクリュー固定式上部構造の選択、②患者への事前説明、③リテーナーの装着、が提案される。オッセオインテグレーションを獲得しているインプラントは顎骨内で絶対的位置であるが、経時的に天然歯は前方へ移動する可能性が高いことを患者、術者が共有する必要がある。

5. ジルコニアアバットメントの破折

セメント固定式のジルコニアアバットメントは、これまでの鋳造もしくはチタン製の金属色を伴うものから審美的に有利な選択として導入された。しかし、強度的優位性は金属製のアバットメントと比較すれば明らかに劣り、トラブル発生率は高い⁷⁾。本学でもジルコニアアバットメントやダイレクト構造の上部構造で機能後 5-7 年程度経過するとしばしば破折に遭遇した（図 13-15）。このため、審美的要求度の高い前歯部のみで適応されることが推奨される。また、直接硬いジルコニアがインプラント体と接触するため、機能後の摩耗が懸念されてきた。図 15 に示す破折したダイレクト構造のジルコニアはインプラント体と接する部分は黒色が認められる。マイクロムーブメントによる摩耗が考えられる。Taylor ら⁸⁾の論文でもチタンとジルコニアの硬さに違いによる摩耗片が周囲歯肉へ着色を引き起こしている症例を早くから報告している。現在ではチタンベースを使用することにより、インプラント体との連結部分に直接ジルコニアが接触しなくなり、摩耗や破折は発生しなくなっている⁹⁾。

6. 上部構造の破折

かつては長期にわたり上部構造は主にレジン前装冠や陶材焼付冠が用いられていたため、補綴後に最も多いトラブルはフレームワークからの前装材料の破折であった。選択した材料の種類によっても発生率は異な



図 16 最遠心側にポーセレンの凝集破壊が認められる

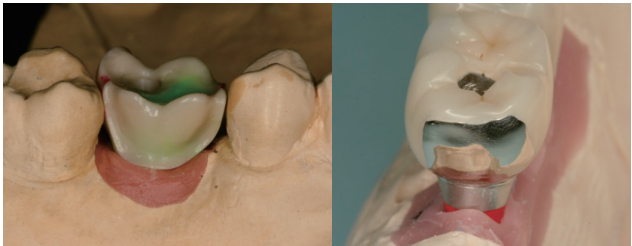


図 17 サポート型フレームワーク形態



図 18 モノリシックジルコニア製のダイレクト上部構造

り¹⁰⁾、特に最後方臼歯部遠心側に頻発していた(図16)。フレームワークの形態を改良し破折を予防する上部構造を製作、装着していた(図17)。咬合力により前装材料に加わる引張応力に抵抗、サポートする形態のフレームワークを設計してきた。その後、CAD/CAMの普及とともにジルコニアのフレームワークに陶材を築盛する上部構造が普及し、審美的には優れていたが気泡などが破折の原因となっていた。現在では、ディスクの色調も豊富となりモノリシックのジルコニア(フルカントウア)にチタンベースを合着した上部構造が主流になっている(図18)。Jokstadら¹¹⁾はインプラント単独冠のモノリシックジルコニアとジルコニアフレームワークへの前装タイプにおいて破折率を比較したところモノリシックは0.39%、前装タイプは1.65%と約4倍の破折率を示していた。前装



図 19 スクリュー固定式モノリシックジルコニア製上部構造の破折



図 20 スクリュー固定式モノリシックジルコニア製上部構造の連結部の破折



図 21 ジルコニアフレームワークの破折

タイプは色調こそ優れるが、強度の高いジルコニアフレームワークに強度の劣るポーセレンを築盛すると前装部分が破折するトラブルに遭遇する。本学でもジルコニア前装タイプやモノリシックジルコニア製の上部構造の破折は少なからず発生している(図19-21)。これらの原因は上部構造製作時のマイクロクラック、咬合調整時のマイクロクラック、咬合調整不良、アクセスホール周囲の厚さ不足、連結部の強度不足、不適切なインプラント埋入方向、不適切なインプラント埋入位置による無理な上部構造の設計、フレームワーク材料の強度不足、などが考えられる¹²⁾。

III. まとめ

インプラント治療に対する補綴後のトラブルは年代とともに変化している。我々臨床家は常に情報をアップデートすることにより、必要に応じて歯科技工士と共に対策を臨床に取り入れ発生リスクを最小限にし、

医原性のトラブルを発生させてはならない。本稿では分類していないが、補綴後のトラブルは1歯欠損、部分欠損、無歯顎症例、さらには固定式・可撤式上部構造により詳細に分類され、対策も異なる。口腔内は粘膜面、残存歯の咬合接触点、上部構造の咬合接触点などは経時的に変化するため、上部構造装着後はメンテナンスが必須であることを治療前から十分に説明して治療を開始することが、トラブルの発生なくインプラント治療を長期的に成功させるための一つであると考える。

本内容は日本補綴歯科学会西関東支部学術大会（2024年1月7日、横浜）で発表した。

文 献

- 1) Bardis D, Agop-Forna D, Pelekanos S, Chele N, Dascălu C, Török R et al. Assessment of various risk factors for biological and mechanical/technical complications in fixed implant prosthetic therapy: A retrospective study. *Diagnostics (Basel)* 2023; 13: 2341.
- 2) Jung RE, Zembic A, Pjetursson BE, Zwahlen M, Thoma DS. Systematic review of the survival rate and the incidence of biological, technical, and aesthetic complications of single crowns on implants reported in longitudinal studies with a mean follow-up of 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23(Suppl 6): 2-21.
- 3) Weiss EI, Kozak D, Gross MD. Effect of repeated closures on opening torque values in seven abutment-implant systems. *J Prosthet Dent* 2000; 84: 194-9.
- 4) Jung RE, Sailer I, Hammerle CH, Attin T, Schmidlin P. In vitro color changes of soft tissues caused by restorative materials. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2007; 27: 251-7.
- 5) 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: 535-40.
- 6) Byun SJ, Heo SM, Ahn SG, Chang M. Analysis of proximal contact loss between implant-supported fixed dental prostheses and adjacent teeth in relation to influential factors and effects. A cross-sectional study. *Clin Oral Implants Res* 2015; 26: 709-14.
- 7) Pjetursson BE, Zarauz C, Strasding M, Sailer I, Zwahlen M, Zembic A. A systematic review of the influence of the implant-abutment connection on the clinical outcomes of ceramic and metal implant abutments supporting fixed implant reconstructions. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29(Suppl 18): 160-83.
- 8) Taylor TD, Klots MW, Lawton RA. Titanium tattooing associated with zirconia implant abutments: a clinical report of two cases. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2014; 29: 958-60.
- 9) Rabel K, Spies BC, Pieralli S, Vach K, Kohal RJ. The clinical performance of all-ceramic implant-supported single crowns: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29(Suppl18): 196-223.
- 10) Pitta J, Hicklin SP, Fehmer V, Boldt J, Gierthmuehlen PC, Sailer I. Mechanical stability of zirconia meso-abutments bonded to titanium bases restored with different monolithic all-ceramic crowns. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2019; 34: 1091-7.
- 11) Jokstad A, Pjetursson BE, Mühlemann S, Wismeijer D, Wolfart S, Fehmer V et al. Fabrication, workflow and delivery of reconstruction: Summary and consensus statements of group 4. The 6th EAO Consensus Conference 2021. *Clin Oral Implants Res* 2021; 32: 336-41.
- 12) Zhang Y, Lawn BR. Evaluating dental zirconia. *Dent Mater* 2019; 35: 15-23.

著者連絡先：小久保 裕司
〒230-8501 横浜市鶴見区鶴見2丁目1-3
Tel: 045-580-8536
E-mail: kokubo-y@tsurumi-u.ac.jp