

メタルフレームを用いたカンチレバーブリッジの生存率と合併症： 文献的レビュー

矢谷博文

The Survival and Complication Rates of Cantilever Bridges using Metal Frame:
A Review of the Literature

Hirofumi Yatani, DDS, PhD

抄 録

目的：メタルフレームを用いたカンチレバーブリッジの生存率と合併症に関する系統的文献レビューを行い、評価すること。

方法：メタルフレームを用いたカンチレバーブリッジの生存率、失敗のリスクファクターならびに合併症について、適切な MeSH の選択と包含基準の設定を行ったうえで、PubMed からコンピュータオンライン検索を行った。検索された文献の抄録を精読してさらに文献を絞り込み、ハンドサーチによる論文も加えて最終的に 21 論文を選択し、レビューを行った。

結果：得られた結果は以下のとおりである：1) MI を具現化する少数歯欠損補綴法としてのカンチレバーブリッジ、特に接着カンチレバーブリッジの生存率、成功率は高く、2リテーナー型の接着ブリッジよりも優れた臨床成績が得られている、2) 症例選択はカンチレバーブリッジ成功の重要な要素であり、欠損部位としては、上顎側切歯、上顎中切歯、下顎前歯、上下顎小臼歯が適しており、欠損歯数は 1 歯で支台歯は生活歯であることが望ましい、3) 最も頻度の高い合併症は、全部被覆型カンチレバーブリッジでは生物学的合併症（カリエス）、接着カンチレバーブリッジでは技術的合併症（脱離）であり、ともに歯周組織に及ぼす影響は少ない、4) 接着カンチレバーブリッジを成功に導くためには、2リテーナー型の接着ブリッジにおいて確立された接着技法を遵守することが重要である。

結論：メタルフレームを用いたカンチレバーブリッジの生存率、成功率は高く、また 2リテーナー型ブリッジを上回る利点を多く有し、少数歯欠損補綴法のオプションの一つに加えられるべきである。

キーワード

カンチレバーブリッジ、接着ブリッジ、生存率、リスクファクター、合併症、文献レビュー

I. 緒 言

接着ブリッジは、1973 年に発表された perforated retainer を有する 'Rochette bridge'¹⁾ に端を発し、現在の non-perforated retainer を有する形へと進化して 1980 年代初頭から日米ほぼ同時に臨床で使われ始めた²⁾。以来すでに 40 年もの歳月が経とうとしているが、いまだにわが国の日常臨床に定着した固定性

補綴技法であるとは言い難い状況にあることは衆目の一致するところであろう。わが国においては、接着ブリッジが紹介されるとすぐに全国的に一大ブームともいえる状況が到来したが、脱離の頻発により一般臨床家における接着ブリッジに対する評価は惨憺たるものとなり、接着ブリッジの価値を認め、その臨床技法をよく理解した一部の大学病院勤務医や一般臨床家を除いて接着ブリッジの臨床を続ける歯科医はほとんどいなくなってしまった。

その後、2002年に国際歯科連盟(FDI)の年次大会にて高らかに宣言されたMinimal Intervention(MI)の原則に関する声明が追い風となり、接着歯学はその原則を具現化する学問領域として着実に進歩を続け³⁾、発展した接着歯学をベースにMIの原則が歯科保存学領域に浸透し、今やカリエスに対するコンポジットレジン修復技法などは‘接着’なくしては成立しないところまで進化している。MIの原則は歯科補綴学分野にも及ぶようになり、2007年に日本補綴歯科学会において「接着ブリッジのガイドライン」⁴⁾が作成され、公開されるに至った。前年の2006年に特定療養費制度として特定承認保険医療機関(大学病院など)で行われていた高度先進医療が廃止され、選定療法と評価療法に再編されることとなり、高度先進医療であった「接着ブリッジによる欠損補綴ならびに動揺歯の固定」を保険導入するかどうかについての見直しが行われていた時期であったこと、また本ガイドラインがその科学的有効性を裏付けるエビデンスとなったことが重なり、2008年に高度先進医療としての接着ブリッジを廃止する代わりに、接着ブリッジが保険取載され、現在に至っている。「接着ブリッジのガイドライン」は2017年に改訂され⁵⁾、質の高さが担保されたガイドラインのみが掲載を許される日本医療評価機構のMindsのガイドラインライブラリに掲載されるに至ったことはさらなる慶事であった。このような状況であったにもかかわらずその後も接着に対する一般臨床家の不信はぬぐい切れず、わが国では接着ブリッジが歯科日常臨床に定着したとは言い難い現状である。

一方、海外に目を移すと、接着ブリッジは少数歯欠損補綴法の1オプションとして定着しており、学部教育にも取り入れられており^{6,7)}、彼我の状況はかけ離れたものとなっている。それどころか、fixed-fixed typeの3ユニット接着ブリッジだけでなく、カンチレバータイプの接着ブリッジに関する臨床研究も多くなされてきており、良好な臨床成績が多くの論文において報告されている。さらに、近年のガラスセラミックスやジルコニアなどの審美歯冠補綴材料の急速な進歩を受けて、これらの審美材料を用いた接着カンチレバーブリッジの臨床応用も多くなされるようになっていく。ところが、わが国においては、カンチレバーブリッジは適切でないとの評価が根強くあり、まったく学部教育にも卒後臨床研修にも取り入れられておらず、後述するように海外では多く用いられている2ユニットカンチレバーブリッジは保険適応になっていないのが現状である。改訂版「接着ブリッジのガイド

表1 カンチレバーブリッジに関する文献のMedline検索のstrategy

Pub Med (2019年3月28日)	文献数
#1 Denture, Partial, Fixed	10,038
#2 cantilever	3,993
#3 #1 AND #2	281
#4 #3 NOT implant	161

ライン」⁵⁾においても接着カンチレバーブリッジは推奨されていないが、本ガイドラインは2014年9月までの論文を対象としており、その後カンチレバーブリッジに関する新たなエビデンスが蓄積されている状況にある。

そこで今回、平成29年度公益社団法人日本補綴歯科学会学術賞の受賞を機に依頼された総説論文執筆のテーマとしてカンチレバーブリッジを全部被覆型も含めて取り上げることとした。本論文はメタルフレームを用いたカンチレバーブリッジに関する総説であり、次号に最近増加しているオールセラミックカンチレバーブリッジに関する総説を発表する予定である。

II. 文献選択

カンチレバーブリッジに関する論文を渉猟することを目的として表1に示すようなストラテジーを用いてPubMedからコンピュータオンライン検索を行った。すなわち、#1から#4に示すMeSHを用いて161論文を渉猟した。続いて、これらの論文からabstractのない質の低い論文を除いたのち、‘Humans’と‘English’のフィルターをかけたところ120論文が選択された。ここから論文タイトルをもとに明らかに本総説論文とは関係のない論文およびフィルターにより依然として削除されなかった基礎研究論文を除き、さらに短縮歯列(SDA; shortened dental arch)に対して装着された連続2歯以上の長いポンティック部を有するいわゆる‘multiunit extensive cantilever bridge’を対象とした論文を除いたところ80論文が残った。これにハンドサーチにより選択した24論文を加えた計104論文を対象としてその抄録を精読した。

のちに述べる生存率と成功率に関しては、対象とした104論文からカンチレバーブリッジの生存率を扱った質の高い論文を選択することを目的として、1) 研究デザインが後向きコホート、前向きコホート、あるいはシステマティックレビューであること、2) 研究対象がカンチレバーブリッジであること、3) 生存

表 2 対象論文のリスト

著者 (発表年)	ブリッジ デザイン	研究 デザイン	欠損部位	患者数	患者年齢		ブリッジ 個数	ユニット数	使用金属 材料	装着材	術者	観察期間		生存率の統計法	生存率	成功率
					平均	範囲						平均	最短-最長			
Hochmanら (1987) ⁹⁸	FVB	前向き	上下顎前臼歯	27	不明	30-36	29	3.9 ボントレーック は1歯	金合金 焼付用金合金	不明	主に 開業医	すべて10年間観察	全数調査	100%	不明	
Husseyら (1991) ⁹⁹	RBB	前向き	上下顎前臼歯 主に上顎前歯	不明 (347)	33.9 (全体)	13.4-85.1 (全体)	70 (400)	不明	主にCo-Cr	主にPanavia EX	若手勤務医 学生	2.7年 (全体)	input-output法	100%?	83%	
Palmyristら (1993) ¹⁰⁰	FVB	後向き	不明	不明 (66)	不明 (全体)	29≤50 (全体)	34 (103)	2 or 3	金合金 焼付用金合金	不明	専門医 学生	不明	input-output法	64.70%	50%?	
Gilmourら (1995) ¹⁰¹	RBB	後向き	上下顎前臼歯 上顎前歯多	不明 (全体119)	不明	不明	43 (132)	不明	Co-Cr	Panavia EX	病院勤務医 学生	24.5か月 (全体)	input-output法	86.00%	72.10%	
Leempoelら (1995) ¹⁰²	FVB	後向き	上下顎	不明 (1,080)	不明	30≤50 (全体)	235 (1,674)	2-5≤	不明	不明	開業医	12年	Kaplan-Meier法	5年: 96.5% 10年: 89.8% 12年: 85.8%	不明	
Husseyら (1996) ¹⁰³	RBB	前向き	上下顎前臼歯 主に上顎前歯	112	不明	不明	142	不明 2ユニット が53	Ni-Cr	Panavia	学生 病院勤務医	36.8か月 95か月	input-output法	94%	88%	
Decockら (1996) ¹⁰⁴	FVB	後向き	上下顎前臼歯 主に上顎	100	不明	不明	137	不明	不明	不明	学生	6年	Kaplan-Meier法	不明	60%	
Sundhら (1997) ¹⁰⁵	RBB	後向き	不明	不明 (101)	53 (全体)	22-72 (全体)	31 (163)	不明 ボントレーック は1 or 2	金合金 焼付用金合金	不明	学生	18年	input-output法	67.70%	不明	
Rashidら (1999) ¹⁰⁶	RBB	後向き	主に上下顎前歯 上顎前歯	60	41	18.4- 78.9	84	2	不明	不明	学生 病院勤務医	43.56か月 15.94か月- 68.40か月	input-output法	100%	93%	
Djengalら (1999) ¹⁰⁷	RBB	後向き	上下顎前臼歯 主に上顎前歯	不明 (593)	不明	15-86 (全体)	171 (832)	2, 3 or 3以上	主にNi-Cr	主にPanavia EX	学生 病院勤務医	不明	Kaplan-Meier法	不明	約7.4% (6年) ブランクより	
Chanら (2000) ¹⁰⁸	RBB	RCT (FF vs. CL)	上顎切歯	12 (24)	不明	15-56 (全体)	13 (25)	2	Ni-Cr	Panavia	不明	35か月	input-output法	100%	100%	
Hammerle ら (2000) ¹⁰⁹	FVB	後向き	不明	92	56.5 (平均)	29-84	115	ほとんど3	焼付用金合金	リン酸亜鉛セ メント	学生 病院勤務医	10年	input-output法	84%	約70%	
Boelhoら (2000) ¹¹⁰	RBB	後向き	上下顎前臼歯 主に前歯	31	48	18-77	33	2	Ni-Cr	Panavia EX Panavia 21	不明	30か月	Kaplan-Meier法	94%	不明	
Chaiら (2005) ¹¹¹	FVB, RBB 比較	後向き 比較	上下顎前臼歯	不明 (168)	不明	不明	72	2	焼付用金合金 (FVB) Ni-Cr (RBB)	Panavia クラスフォア リン酸亜鉛 メント	学生	31か月 (全体)	Kaplan-Meier法	FVB: 58% (5年) RBB: 81% (5年)	不明	
Boelhoら (2006) ¹¹²	RBB	後向き	上下顎前臼歯	214	50.2	14-82	269	2	Ni-Cr	Panavia EX Panavia 21	学生 病院勤務医	51.7か月	input-output法	96.30%	94.80%	
DeBckerら (2007) ¹¹³	FVB	後向き	不明	不明	不明	不明	137 (593)	不明	金合金	リン酸亜鉛セ メント	学生	不明	Kaplan-Meier法	有髄歯: 73.5% (16年) 無髄歯: 52.3% (18年)	不明	
Lamら (2013) ¹¹⁴	ISC, RBB 比較	後向き 比較	上顎前臼歯 下顎前臼歯	32	不明	不明	32	2	Ni-Cr	接着性レジン	不明	115.2か月	Kaplan-Meier法	不明	64.1% (88.8か月)	
Sakerら (2014) ¹¹⁵	RBB	後向き	上顎切歯	20 (MB) 20 (AC)	36.1	不明	20 (MB) 20 (AC)	2	Ni-Cr (MB) ガラスセラ ミック (AC)	Panavia 21	不明	34か月	Kaplan-Meier法	MC: 100% (5年) AC: 90% (5年)	97% (5年) 91% (10年) 84% (15年)	
Boelhoら (2014) ¹¹⁶	RBB	後向き	上下顎前臼歯	153	55.4	23.2- 83.5	211	2	Ni-Cr	Panavia EX Panavia 21	学生 病院勤務医	113.2か月	Kaplan-Meier法	90.0% (9.4年)	97% (5年) 91% (10年) 84% (15年)	
Rehmannら (2015) ¹¹⁷	FVB	後向き	上下顎前臼歯 ボントレーック は小白歯	57	52	不明	71	3.7 ボントレーック は1歯	不明	不明	不明	3.2年	Kaplan-Meier法	83% (5年) 84.5% (8年)	不明	
Boelhoら (2016) ¹¹⁸	RBB	RCT (CL2 vs. FF3)	RCT (CL2 上顎切歯 vs. FF3)	13 (23)	50.5	不明	13 (23)	2	Ni-Cr	Panavia	病院勤務医	216.5か月	Kaplan-Meier法	100% (18年)	100% (18年)	

FVB: 全部被覆型カンチレバーブリッジ, RBB: 接着カンチレバーブリッジ, ISC: インプラント上部構造 (単歯冠)

RCT: ランダム化比較試験, FF: fixed-fixed型ブリッジ, CL: カンチレバーブリッジ

MC: メタルセラミックブリッジ, AC: オールセラミックブリッジ

CL2: カンチレバー2ユニットブリッジ, FF3: fixed-fixed型3ユニットブリッジ
患者数欄のカッコ内: 他のデザインブリッジを装着した患者も含めた全患者数
(全体): 全種類のブリッジを含めたとの意

表3 メタルフレームを用いたカンチレバーブリッジの生存率 (%)

	ブリッジ デザイン	ブリッジ 個数	経過年数																		
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Hochman et al. (1987) ⁸⁾	FVB	29									100										
Hussey et al. (1991) ⁹⁾	RBB	70(400)	100																		
Palmqvist et al. (1993) ¹⁰⁾	FVB	34(103)																		64.7	
Gilmour et al. (1995) ¹¹⁾	RBB	43(132)	86.0																		
Leempoel et al. (1995) ¹²⁾	FVB	235(1,674)				96.5					89.8					85.8					
Hussey et al. (1996) ¹³⁾	RBB	142	94																		
Sundh et al. (1997) ¹⁵⁾	FVB	31(163)																		67.7	
Rashid et al. (1999) ¹⁶⁾	RBB	84			100																
Chan et al. (2000) ¹⁸⁾	RBB	13(25)	100																		
Hämmerle et al. (2000) ¹⁹⁾	FVB	115									84										
Botelho et al. (2000) ²⁰⁾	RBB	33	94																		
Chai et al. (2005) ²¹⁾	FVB				58																
	RBB	72			81																
Botelho et al. (2006) ²²⁾	RBB	269			96.3																
De Backer et al. (2007) ²³⁾	FVB	137(593)																		73.5	52.3
																				(有髄歯)	(無髄歯)
Saker et al. (2014) ²⁵⁾	RBB	20			100																
Botelho et al. (2014) ²⁶⁾	RBB	211									90										
Rehmann et al. (2015) ²⁷⁾	FVB	71			93				84.5												
Botelho et al. (2016) ²⁸⁾	RBB	13(23)																		100	
Tanoue (2016) ³⁰⁾	RBB [§]	311			84.6						66.9					59.0					41.2
Yoshida et al. (2019) ³¹⁾	RBB [§]	129			89.3						78.6					66.5					

FVB : Full Veneer Bridge, RBB : Resin Bonded Bridge, § : Fixed-Fixed (2-Retainer) Type
ブリッジ個数のカッコ内の数字 : 他のデザインのブリッジも含めた全体の個数

率を Kaplan-Meier 法あるいは生命分析表法で算出しているか縦断的リコール調査において output-input 法により算出していること、4) 観察期間が平均 2 年以上であることという条件をすべて満たす論文を渉猟したところ、33 論文が選出された。これらの論文には、メタルフレームを用いたカンチレバーブリッジを対象としたものとオールセラミックカンチレバーブリッジを対象としたものが含まれているが、両者は材料学的ならびに臨床技法的に異なる点が多いことから、2 編に分けて論文執筆を行うこととした。本編は前者のメタルフレームを用いたカンチレバーブリッジを扱った 21 論文⁸⁻²⁸⁾ が対象となった (表 2)。

III. メタルフレームを用いたカンチレバーブリッジの生存率と成功率

メタルフレームを用いたカンチレバーブリッジの経過年数別に見た生存率と成功率をそれぞれ表 3 と表 4 に示す。ここで、‘生存’とは前装部の破折の修理あるいは脱離したブリッジの再接着といった治療的介入

があったにせよ、経過の調査を行った時点でブリッジが口腔内に存在していることと定義し、‘成功’とは通常行われる歯周組織のメンテナンスを超えるような治療的介入が必要とされる合併症がブリッジならびに支台歯に一切発生していないことと定義した。当然のこととして生存率が成功率を下回ることはない。また、生存率および成功率ともに新しい研究においては妥当性のある Kaplan-Meier 法により算出されているが、古い研究においてはリコール調査を行った時点で生存あるいは成功しているブリッジの数をブリッジの総数で単に除したものを生存率あるいは成功率としたいわゆる input-output 法²⁹⁾ を用いている場合が多いことに注意する必要がある。したがって、生存率、成功率の算出方法が 2 種類存在し、input-output 法で算出された生存率は Kaplan-Meier 法で算出されたそれよりも通常高くなるが、渉猟できた文献が少ないことから、本レビューにおいてはそれらを同等に扱うことをお断りしておきたい。また、特にカンチレバーブリッジ以外の従来型ブリッジ等も含めて経過を観察し

表4 メタルフレームを用いたカンチレバーブリッジの成功率 (%)

	ブリッジ デザイン	ブリッジ 個数	経過年数															
			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Hussey et al. (1991) ⁹⁾	RBB	70(400)	83															
Palmqvist et al. (1993) ¹⁰⁾	FVB	34(103)	50															
Gilmour et al. (1995) ¹¹⁾	RBB	43(132)	72.1															
Hussey et al. (1996) ¹³⁾	RBB	142	88															
Decock et al. (1996)	FVB	137	60															
Rashid et al. (1999) ¹⁶⁾	RBB	84	93															
Djemalet al. (1999) ¹⁷⁾	RBB	171(832)	74															
Chan et al. (2000) ¹⁸⁾	RBB	13(25)	100															
Hämmerle et al. (2000) ¹⁹⁾	FVB	115	70															
Botelho et al. (2006) ²⁰⁾	RBB	269	94.8															
Lam et al. (2013) ²⁴⁾	RBB, ISC	32	64.1															
Saker et al. (2014) ²⁵⁾	RBB	20	100															
Botelho et al. (2014) ²⁶⁾	RBB	211	97															
Botelho et al. (2016) ²⁸⁾	RBB	13(23)	91															
			84															
			100															

FVB : Full Veneer Bridge, RBB : Resin Bonded Bridge, ISC : Implant Supported Crown
ブリッジ個数のカッコ内の数字：他のデザインのブリッジも含めた全体の個数

た論文などでは、生存率と成功率がはっきりと区別されていない場合や数字として記載されていない場合も少なくなく、可能な場合は本文ならびに図表を精読して著者がそれらを算出したものも含まれる。

表3において接着カンチレバーブリッジと従来型（全部被覆）カンチレバーブリッジの生存率を比較すると、接着カンチレバーブリッジは Botelho ら (2014²⁶⁾, 2016²⁸⁾ の研究を除いて観察期間が5年以内と短く、単純な比較はできないが、Botelho の2論文を除いた論文の生存率は単純算術平均で93.0%と高く、観察期間の差を考慮に入れても、接着カンチレバーブリッジは従来型カンチレバーブリッジに勝るとも劣らない生存率を期待できるものと思われる。しかしながら、その比較をより確実なものにするためには、特に接着カンチレバーブリッジの長期観察研究が必要である。また、参考に示したわが国の単一施設 (長崎大学³⁰⁾ と岡山大学³¹⁾) から報告された欠損両側にリテーナーを有する2リテーナー型の接着ブリッジの生存率と比較すると、ほとんどのカンチレバーブリッジに関する論文がそれら2論文の接着ブリッジの生存率を上回る生存率を示しており、これらの論文からは「被着面積の少ない接着カンチレバーブリッジの生存率は2リテーナー型の接着ブリッジよりも劣って当然である」という一般的な考え方を裏付けるようなエビデンスは認められない。表4に示したカンチレバーブリッジの成功率も生存率と同様に総じて非常に高く、接着カンチレバーブリッジは2リテーナー

型のカンチレバーブリッジを上回る成功率を示しているといつてよい。

2つの総説論文^{32,33)} は、カンチレバーブリッジが従来型の2リテーナーブリッジよりも臨床成績が劣っていると結論づけているが、これはカンチレバーブリッジに関する論文の中で扱われている解析対象のブリッジがすべて全部被覆型のカンチレバーブリッジであり、接着カンチレバーブリッジが含まれていないためと推察できる。最近の総説論文³⁴⁻³⁸⁾ はいずれも、接着ブリッジは従来型（全部被覆）ブリッジよりも、また接着カンチレバーブリッジは特に前歯部において2リテーナー型のカンチレバーブリッジよりも、それぞれ臨床成績は優れているとしており、その結論に不一致は見られない。

接着カンチレバーブリッジが2リテーナー型の接着ブリッジよりも臨床成績が良いのは、2リテーナー型の接着ブリッジではブリッジに特に偏心運動時などに荷重がかかったときに両支台歯の動揺する量や方向が異なるため、両りテーナーの接着界面には剥離応力や回転応力などが集中しやすいのに対して、カンチレバーブリッジではポンティックと支台装置は常に支台歯とともに動くため、支台装置の接着界面に剪断応力や剥離応力が加わりにくく、その結果、接着界面の破断による脱離が生じにくくなるためであると思われる³⁹⁾。このことは、両デザインの接着ブリッジに対する in vitro の疲労試験結果によっても支持される⁴⁰⁾。

接着カンチレバーブリッジ、特に2ユニットタイ

プのブリッジには、このような生物力学的な利点だけでなく、印象が容易で適合の良いリテーナーが得られやすいこと、着脱方向の規制も緩いため、技工操作もやりやすいこと、清掃性もよく通常のフロスが使用可能なことなどが挙げられる。最大の利点は、2ユニットブリッジの場合はリテーナーの脱離が起これるとブリッジ自体が完全に支台歯から外れてしまうため、2リテーナータイプのブリッジの場合のように片方のブリッジが脱離していることに患者が気づかず、二次カリエスが進行してしまうことがないことである¹⁸⁾。完全脱離しても通常リテーナーの変形は起こっていないので、多くの場合再接着が可能であることも利点の一つといえよう。表2にみる生存率と成功率の差は、おもに再接着したブリッジが機能していることによるものである。

IV. メタルフレームを用いたカンチレバーブリッジ失敗のリスクファクター

1. 人口統計学的リスクファクター (年齢, 性別)

メタルフレームを用いたカンチレバーブリッジだけでなくオールセラミックカンチレバーブリッジを含めて著者が渉猟した限りでは、患者の年齢や性別がこれらのブリッジ失敗のリスクファクターとなるかどうかについて分析した論文は見られない。著者の以前の論文⁴¹⁾に記したように、2リテーナー型の従来型ブリッジや接着ブリッジについては、性別に関して男性が女性よりもブリッジ失敗のリスクが高いとする論文⁴²⁾と男女間に差がないとする論文^{9,12,43)}があり、年齢に関して高齢者のほうがブリッジ失敗のリスクが高いとする論文^{42,44)}、逆に若年者のリスクが有意に高いとする論文⁴⁵⁾、あるいは年齢の影響はないとする論文^{9,12,43,46-48)}がみられ、統一された見解は得られていない。いずれにしても患者の年齢や性別は術者側でコントロールできるファクターではないため、現在のところカンチレバーブリッジを適用するかどうかの判断に患者の年齢や性別は考慮されておらず、またそれで臨床上的問題になることはないものと思われる。

2. 臨床技術・設計関連のリスクファクター

1) 欠損部位

文献選択の項で述べたように、本総説論文においては連続2歯以上の長いポンティック部を有するいわゆる‘extensive cantilever bridge’は除外しており、抽出した21論文において対象となったカンチレバーブリッジのポンティックの多くが1歯であり、連続2歯以上のポンティックを有するカンチレバーブリッジ

はほとんど含まれていない。このためかブリッジを装着した部位は前歯部、特に上顎に偏っている。事実、3論文は上顎切歯部欠損だけを対象としている^{18,25,28)}。この偏りのため、欠損部位の違いが臨床成績に及ぼす影響を明確に論じた論文は存在しない。2リテーナー型の従来型ブリッジでも同様に、前歯か臼歯か、上顎か下顎かどちらに装着したブリッジが失敗のリスクが高いかについては意見が分かれている⁴¹⁾ことからすると、部位そのものが失敗のリスクとなっているのではなく、部位に特異的な他のファクターの影響を受けるのではないかと推察される。たとえば、ポンティック部への負担荷重の多寡、防湿の容易さ、支台装置の被着面積の大きさといったことが部位特異的に異なることが実際のリスクとなる可能性がある。

Hussey (1991)⁹⁾は、ブリッジ装着から除去までの期間 (service life) には差がないものの脱離の頻度は前歯が29%、臼歯が17%であったとし、逆にBotelhoら (2014)²⁶⁾は前歯と比べて臼歯のservice lifeが有意に短く、脱離率は有意に高かったが、上下顎間には差がなかったと報告している。Palmqvist & Söderfeldt (1994)⁴²⁾はロジスティック回帰分析により下顎は上顎と比較してブリッジの支台歯喪失のリスクが高いことを示した。Decockら (1996)¹⁴⁾も同様に有意ではないものの下顎が上顎と比較して失敗率が高かったことを報告している。Hussey & Linden (1996)¹³⁾は上顎中切歯と犬歯をポンティックとしたカンチレバーブリッジの脱離率が高かったことから、接着カンチレバーブリッジに適した部位として上顎側切歯、上顎小臼歯、下顎歯をあげている。高い生存率を示した論文におけるカンチレバーブリッジの装着部位から適応を考えると、欠損部位としては、上顎側切歯、上顎中切歯、下顎前歯、上下顎小臼歯あたりであり、逆に上顎犬歯、上下顎大臼歯は適していないといえることができる。

2) 支台歯の歯髄の生死

カンチレバーブリッジと2リテーナータイプを合わせたブリッジを対象とした古い研究結果とはなるが、Randowら (1986)⁴⁹⁾、Landolt & Lang (1988)⁵⁰⁾は、支台歯が無髄である場合に破折が生じやすいと述べている。また、Palmqvist & Swartz (1993)¹⁰⁾は、補綴装置装着時に有髄歯であった支台歯365本のうち18年から23年の経過観察中に38本 (10%) が抜歯に至ったのに対し、根管治療済みの支台歯では122本のうち実に29本 (24%) が抜歯に至ったことを報告し、支台歯が有髄歯である場合と比較して無髄歯である場合に合併症が生じるリスクが高いことを示

唆した。Palmqvist & Söderfeldt (1994)⁴²⁾は、ロジスティック回帰分析を用いて支台歯が抜歯に至る有意なリスクファクターを抽出した結果、支台歯が無髄歯であることが最も強いリスクであり、有髄歯の実に4倍のリスクがあることを明らかにした。Leempoelら(1995)¹²⁾は、無髄歯を支台歯にもつブリッジは有髄歯を支台歯とするブリッジと比較して著しい差ではないものの有意に生存率が低いことを報告している。

カンチレバーブリッジを対象とした研究においても、Karlsson (1989)⁵¹⁾は最遠心の支台歯が無髄であるカンチレバーブリッジが最も支台歯の喪失につながりやすいと述べている。Decockら(1996)¹⁴⁾は、支台歯破折、カンチレバー破折、脱離、二次カリエス、歯周状態の悪化を失敗としたとき、支台歯がすべて有髄歯である場合の失敗率が12%であったのに対し、少なくとも1歯が無髄歯である場合の失敗率は37%と高く、その差は有意であったと報告している。Hämmerleら(2000)¹⁹⁾は、支台歯が有髄歯である場合と無髄歯である場合の合併症の発生頻度を比較し、カリエス、脱離、メタルフレームの破折、支台歯の破折の発生率が無髄歯の方が高いと述べた。De Backerら(2007)²³⁾は、支台歯が無髄歯の場合の18年生存率52.3%は有髄歯の場合の16年生存率73.5%よりも有意に低く、失敗(補綴装置喪失、支台歯喪失、脱離、根管治療、支台歯の充填処置)の発生率はそれぞれ前者が37%であったのに対し後者は12%であったと報告している。

以上のように、過去の研究結果は互いに対立してはおらず、支台歯が無髄である場合は、有髄である場合と比較してカンチレバーブリッジの生存率は低く、合併症の発生率は高いと結論づけることができよう。Randow & Glantz (1986)⁵²⁾は臨床的研究により無髄歯の疼痛閾値が有髄歯よりも高いことを示し、これが無髄歯に関連した失敗率が高くなる原因であるとしている。カンチレバーブリッジの支台歯としては有髄歯であることが望ましく、無髄歯である場合には合併症発生リスクが高くなることを十分に踏まえたうえで術後の管理を行うことが必要と考えられる。

3) ユニット数

著者の以前の論文⁴¹⁾に記したように、ユニット数(支台歯の数とポンティックの数の合計)の影響については見解が分かれており、ユニット数が増加するに従って(すなわちブリッジの近遠心径が長くなるに従って)失敗のリスクが高くなるとする論文とユニット数はブリッジの生存率には影響がないとした論文が存在する。その理由として、同じユニット数でもブリッジ

により支台歯数とポンティック数の配分は異なることがあるためではないかと考察したが、それだけの理由ではないようである。注目すべきは、今回渉猟したカンチレバーブリッジの論文の中でユニット数がブリッジの成功に及ぼす影響に否定的な論文^{10,12,14)}はすべて従来型(全部被覆)ブリッジに関する論文であり、接着ブリッジ(カンチレバーおよび2リテーナー型を含む)に関する論文¹⁷⁾では、4ユニット以下のブリッジの生存率が5ユニット以上のブリッジのそれと比較して有意に高いと報告していることである。従来型のように1本の支台歯の被着面積が大きく、しかも複数の支台歯を有していることにより維持、支持力ともに大きいブリッジと比較して、維持を接着力に依存している接着ブリッジではユニット数が増えること自体よりもブリッジの大きさが大きくなることで各支台歯の接着界面に加わる応力が複雑化することの影響('size' effect¹⁷⁾)のほうが大きいものと考えられる。すなわち、たとえば2歯連続欠損の補綴に際しては、欠損両隣接歯を支台歯、欠損部の2歯をポンティックとした1個の接着ブリッジを装着するよりも欠損隣接歯を支台歯とし、その隣接欠損歯をポンティックとして'size'を小さくした接着カンチレバーブリッジを2つ装着したほうがより良い経過が期待できるものと思われる。

4) 支台歯の形成デザイン

従来型(全部被覆)カンチレバーブリッジの支台歯の形成デザインは、クラウンの教科書的な支台歯形成が踏襲されている。一方、接着カンチレバーブリッジに関しては、2リテーナー型の接着ブリッジがそうであるように、十分な臨床エビデンスに裏付けられた定まった支台歯の形成デザインが存在するわけではなく、さまざまな支台歯の形成デザインが使われている⁵³⁾。とはいえ形成デザインにはいくつかの共通原則が存在することも事実である。すなわち、前歯の形成デザインは、①可能な限り被着面積を大きくすること、②歯質削除量は最小限にとどめ、できるだけエナメル質の被着面とすること、③歯肉側のマージンは歯周組織に悪影響が及ばないように歯肉縁から1mm程度離れた縁上マージンとすること、④切縁側のマージンは支台歯の透明感を損なわないように切縁から1mm程度離すこと、が共通原則となっている。この形成デザインの共通原則②、③は白歯にも当てはまる。白歯では、2リテーナー型の接着ブリッジで推奨されてきたL字型(C-shape)あるいはD字型の支台歯形成を行う。さらに前白歯とも、レスト、ホール、グループ(チャンネル)などの形成が術者の判断に

より適宜行われている。これらの形態は、脱離に対する抵抗形態となるだけでなく、ブリッジの接着位置の保持 (seating) にも有効であり、カンチレバーブリッジでは保持が不安定となりやすいため、いずれかの補助形態を設けることが特に重要である。2リテーナー型の接着ブリッジに関する研究では、グループ形成がブリッジの成功に貢献するとした研究は数多くみられる⁴⁾。それらのうち、Rammelsbergら (1993)⁵⁴⁾、Behrら (1998)⁵⁵⁾、Kanterら (1998)⁵⁶⁾の研究は質の高い比較研究であるが、いずれも保持形態としてのグループの付与が生存率や生存年数の向上に高い効果を有することを認めている。メタルフレームを用いたカンチレバーブリッジの場合にも支台歯の欠損隣接面へのグループの付与が推奨される。

5) 使用金属材料

貴金属として金合金あるいは陶材焼付用金合金が、非貴金属としてコバルトクロム合金あるいはニッケルクロム合金が使用されてきた。金合金は従来型カンチレバーブリッジに使用され、支台歯とポンティック部にはレジン前装が行われた。コバルトクロム合金、ニッケルクロム合金はその高い強度を生かしておもに接着カンチレバーブリッジに使用され、ポンティック部には陶材が焼成された。陶材焼付用金合金は従来型カンチレバーブリッジと接着カンチレバーブリッジのどちらにも使用され、陶材を焼成して審美的な高い補綴装置として使用されている。リテーナーにはタイプ4相当の接着ブリッジ専用の金合金、ポンティックには焼付用金合金を用い、両者を後ろ着して接着ブリッジを完成させるというような方法は日本以外では用いられていないようである。いずれも以前から従来型ブリッジに用いられてきた金属であり、いずれの金属を使用してもカンチレバーブリッジ失敗のリスクファクターになることはないと思われる。

6) 金属被着面と支台歯被着面の表面処理

1973年に発表されたロジェットタイプの接着ブリッジ¹⁾は生存率の低さから使われなくなり、非穴あきタイプのリテーナーを有する接着ブリッジにとって代わられた。その被着面には電解エッチング処理が行われていたが、専用の装置が必要なこと、時間がかかること、金合金には用いることができないことから行われなくなり、代わりに金属の種類を問わず機械的接着の得られるアルミナサンドブラスト処理 (0.5~2.0 MPa) が行われるようになっていく。トライボケミカル処理も行われる。これらの処理を行った後、化学的接着を得るため、前者には金属接着プライマー処理が、後者にはシラン処理が行われている。

支台歯の方は、エナメル質の被着面に対してリン酸エッチング処理が行われている。この金属とエナメル質の被着面処理はここ20年以上も変更されておらず、完成された感がある。逆に言うと、これらの被着面処理がまったく、あるいは適切に行われなかった場合には、十分な接着強さが得られずブリッジの脱離につながることは明らかである。

7) 防湿法

カンチレバーブリッジに限らず、接着ブリッジの装着に際して十分な防湿を行うことが必要であることは多くの研究により示されている。口腔内は高温、多湿の環境であり、防湿を行わなければ接着強さは低下することが確かめられている^{57,58)}。カンチレバーブリッジにおいても臨床成績が低下することが報告されている¹⁾。カンチレバーブリッジ装着時の防湿には通常ラバーダムが用いられている。ラバーダムは支台歯のフィニッシュラインが歯肉縁下である場合やオベイトポンティックが用いられている場合など使用しづらいことがあるが、その場合でも他の防湿装置を使用したり、バキュームチップを装着直前まで補綴部位近傍に置いたりしてできる限り防湿に努めなければならない。

8) 装着用セメント

今回渉猟したカンチレバーブリッジに関する論文では、従来型 (全部被覆) ブリッジの場合を除いてすべて接着性レジンセメントが用いられている。中でも圧倒的にPanavia EXあるいはその後継のPanavia 21 (ともにクラレ) が使われていた (表2)。カンチレバーブリッジの装着に用いるセメントとして接着性レジンセメントの使用に否定的な論文は皆無であり、今後もカンチレバーブリッジの装着用セメントの第一選択はメーカーや種類は問わずとも接着性レジンセメントであることは確実である。

9) 術者の経験

Hussey (1991)⁹⁾は、カンチレバーブリッジを含む各種のブリッジについて術者群別にその脱離率を調べ、junior staff群の脱離率 (35%) は student群 (16%) あるいは consultant群 (9%) の脱離率を大きく上回っていたことを報告しているが、service lifeがそれぞれ平均3.1年、2.4年、1.6年と異なっており、脱離率はservice lifeの違いにより交絡された可能性を否定できなかった。Husseyら (1996)¹³⁾はのちに今度は接着カンチレバーブリッジだけを対象にその脱離率を調べた結果、student群13%、consultant群12%、junior staff群9%で有意差は認められず、service lifeも3群ともほぼ同じであったことから術者の経験は脱

表5 カンチレバーブリッジ成功の原則 (Ewing JE, 1957⁶⁰⁾)

1. Acceptable periodontal attachment and alveolar support
2. Favorable root length and shape
3. Sufficient crown length
4. Harmonious arch-to-arch and tooth-to-tooth relationship

表6 カンチレバーブリッジの予後を向上させる要素 (Himmel Rら, 1992⁶¹⁾)

1. Abutment teeth have long roots and acceptable alveolar support
2. Tooth preparations for abutments have adequate length and parallel-sided walls
3. Vital abutment teeth are included
4. The number of abutments are increased but the number of pontics are decreased
5. The retainers are bilateral and the pontics are unilateral
6. The occlusion is well equilibrated and harmonious
7. Complete crowns are of the veneer type
8. Connectors of the distal abutment tooth adjacent to the pontic are sturdy
9. The patient's hygiene is exemplary
10. The restorative material used for the FPD is extremely rigid
11. The cement has a high tensile strength

離率に影響しないとした。

これに対し, Djemal ら (1999)¹⁷⁾ は, 多変量解析を用いて交絡の影響を排除したうえでカンチレバーブリッジの生存に及ぼす術者の経験の影響を調べた結果, 生存率は senior staff 群, post-graduate student 群, junior staff 群の順に低くなり, 有意な影響を認めている。Hämmerle ら (2000)¹⁹⁾ もカンチレバーブリッジの合併症の発生率は, 十分に指導を行ったにもかかわらず学生群が 39%, 診療科の歯科医師群は 29% と差を認め, 生物学的, 技術的合併症発生の一部は術者のスキルに依存していると述べている。さらに Botelho ら (2014)²⁶⁾ は接着カンチレバーブリッジの脱離率について調べ, 平均 service life は student 群が 8.9 年, staff 群が 10.3 年と staff 群が長かったにもかかわらず, student 群が 16.3%, staff 群が 7.9% と有意ではないものの student 群が staff 群の 2 倍以上の脱離率を示したことを報告している。これらの報告はいずれも単一の診療施設からの報告であり, 使用金属, 被着面処理, 歯科用セメント, 装着手順については各施設内で統一されていることから, 術者の熟練度により支台歯形成や接着操作などに差が生じ, 合併症の発生率に違いが表れるものと推察される。

3. 荷重関連のリスクファクター

1) 咬合

カンチレバーブリッジは, ポンティック部に荷重が加わったとき, 第 1 種でこの関係が成立し, 支台歯にはより大きい荷重が加わることになる⁵⁹⁾。ポンティック部に早期接触などによる過高部が存在すると, 支台歯への荷重負担は 2 リテーナー型のブリッジの場合よりも明らかに大きくなる。したがって, 支台歯への負担が過重とならにようにする対策が, 臨床上求められる。実際に Ewing (1957)⁶⁰⁾ はカンチレバーブリッジ成功の条件として表 5 に示す 4 つを挙げている。また, Himmel ら (1992)⁶¹⁾ はカンチレバーブリッジの予後を向上させる要素として表 6 に占める 11 項目を挙げている。ともに支台歯の条件がよいこと, 咬合が適切であることは共通項としてその重要性を説いている。単純にカンチレバーブリッジの支台歯の荷重負担を減らすには, 連結により支台歯の数を増やすことが有効である (Wright 1979⁶²⁾, Hendersson 1970⁵⁹⁾)。これらのカンチレバーブリッジに関して明らかにされた力学的条件を踏まえ, Wright & Yettram (1979)⁶³⁾ はカンチレバーブリッジを成功させるためには支台歯は 2 歯以上, ポンティックは 1 歯とすることが必要であると結論している。

しかし一方で, Laurell & Lundgren (1986)⁶⁴⁾ は, 片側の臼歯部にカンチレバーブリッジが装着された場合, 同側が習慣性咀嚼側とはならず, 不用意に過大な咬合力にさらされるリスクは少ないと述べている。彼らは, ブリッジの支台装置にストレインゲージを組み込んで実際の咀嚼時にブリッジに加わる咬合力を一連の in vivo 研究⁶⁴⁻⁶⁷⁾ により調べ, その咬合力は 100~150 N と決して大きくないことを明らかにしている。また, すでに述べたように, カンチレバーブリッジの失敗につながる支台装置への応力集中は 2 リテーナー型のブリッジの場合よりも起こりにくいと考えられる。これらを考慮すると, カンチレバーブリッジの支台歯は 2 歯以上を連結して荷重負担を減らさなければならないというエビデンスは存在しないといつてよい。実際に 2 ユニット (支台歯 1 歯, ポンティック 1 歯) のカンチレバーブリッジが高い生存率を示していることは, 支台歯が 2 歯以上必要であるとするエビデンスの不存在を裏付けていると思われる。

ただ, 第 1 種でこの関係により単独冠の場合よりも支台歯の負担が増えることは事実であるので, 安全を見越してそれに対する対策を取っておくというのがカンチレバーブリッジの咬合に関する現在の見解であると思われる。咬合の各種条件を変数 (measurement

outcome) にしてカンチレバーブリッジに与えられるべき咬合要件を明らかにしようとした質の高い臨床研究はいまだ存在せず、咬合要件に関しては残念ながらここ 20 年以上進展はない。現在述べられている咬合要件として、①ポンティック部に早期接触がないよう安定した咬合接触を与えること、ただし無咬合 ('disocclusion') とはしないこと、②ポンティック部の咬合接触は 1 点とすること、③支台装置、ポンティックともに咬合面は頬舌径を狭くし、咬頭傾斜は緩やかにすること、④特にポンティック部には偏心運動時の滑走部位をつくらないこと、が挙げられている^{13,63,68,69)}。ポンティック部に与える咬合接触点を 1 点とした場合は大きい咀嚼効率の向上は見込めないが、対合歯の挺出防止や対合歯が有床義歯である場合の義歯の安定には十分な貢献が期待できる。

また、接着カンチレバーブリッジの場合、支台歯の歯質部分だけに咬合接触があつてメタルリテーナー部に咬合接触がない場合、繰り返し加わる咬合力によってリテーナー部の脱離が、2 リテーナー型ほどではないにせよ、生じやすくなる (bite-out effect⁷⁰⁻⁷²⁾) ので、歯質と同時にメタルリテーナー部にも咬合接触を与えるよう配慮することが必要である。

2) 睡眠時ブラキシズム

睡眠時ブラキシズムは支台歯に加わる荷重を増大させ、ブリッジ失敗のリスクとなりうるとされている。しかし、残念ながら睡眠時ブラキシズムがカンチレバーブリッジにどのような影響があるかを調べた研究は存在しない。これに関してもあくまでも安全を見越したブリッジへの過重負担対策として、強い睡眠時ブラキシズムが疑われる患者の場合は、ナイトガードの装着を考慮すべきであると考えられる³⁷⁾。

V. メタルフレームを用いたカンチレバーブリッジの合併症

きわめて興味深いことに、同じメタルフレームを用いたカンチレバーブリッジであっても、全部被覆型ブリッジと接着ブリッジとではまったく合併症の種類、頻度が異なっていることが明白である。すなわち、全部被覆型では、Decock ら (1996)¹⁴⁾ はカリエスと歯髄疾患が主な失敗の理由であったとしている。Sundah & Ödöman (1997)¹⁵⁾ は生物的合併症と技術的合併症の発生頻度が全体のそれぞれ 67% と 33% であったと報告している。Hämmerle ら (2000)¹⁹⁾ は生物学的合併症 (カリエス) と技術的合併症 (脱離) が全体の半分以上占めたことを報告している。Pjetursson ら (2004)³²⁾ は、接着カンチレバーブ

リッジをまったく含まない全部被覆型カンチレバーブリッジに関するシステマティックレビューの中で、生物学的合併症が最も多くみられ、その内訳は歯髄死 32.6%、カリエス 9.1%、歯の破折 2.9% の順であり、技術的合併症の発生頻度は脱離が 16.1%、歯冠材料の破折が 5.9% であったと述べている。

これに対して接着カンチレバーブリッジでは、合併症の頻度を報告しているすべての論文が生物学的合併症の発生はきわめて少なく、最も多い合併症は技術的合併症の脱離であると述べており^{17,19,21,26)}、きわめて対照的である。接着カンチレバーブリッジの生存率が総じて高いことを考え合わせると、カンチレバーブリッジに対する不信や非難は接着カンチレバーブリッジにおいては正当化されないといえる。

1. 生物学的合併症

全部被覆型カンチレバーブリッジを対象とした報告では、Decock ら (1996)¹⁴⁾ は最も多い失敗の理由は二次カリエスであったと述べており、Sundah & Ödöman (1997)¹⁵⁾ もブリッジ除去に至る主な理由は生物学的合併症であるカリエス、歯髄疾患、歯周疾患、歯根破折であったことを報告しており、Hämmerle ら (2000)¹⁹⁾ は 239 本の支台歯中 8% にカリエスが発生し、その 18 歯中 12 歯がブリッジの脱離につながったと述べている。また、Budtz-Jørgensen & Isidor (1990)⁷³⁾ は、合併症の頻度をカンチレバーブリッジ群と部分床義歯群の間で比較し、カリエスとそれに伴う歯質破折、抜歯、根管治療などの頻度は部分床義歯群がカンチレバーブリッジ群と比較してはるかに多かったと報告している。

一方の接着カンチレバーブリッジを対象とした臨床研究においては、Rashid ら (1999)¹⁶⁾ はブリッジの辺縁適合性は良好で、カリエスは認められなかったと報告しており、Gilmour & Ali (1995)¹¹⁾ もカリエスはほとんど見られなかったとしている。ただ少数の脱離症例の支台歯にはカリエスが認められ、脱離前に生じた辺縁漏洩がカリエスの原因であろうと推察している。

接着カンチレバーブリッジでは、支台歯形成量はエナメル質に限定されており、かつマージンは歯肉縁上に設定されるため清掃もしやすく、装着に用いられる接着性レジンに比べて高いことなどが二次カリエスの発生に少なからずつながっているものと考えられる。

歯髄疾患 (歯髄死) は全部被覆型カンチレバーブリッ

ジでは深刻な合併症である。有髄歯と無髄歯（根幹充填処置歯）では圧倒的に有髄歯の予後が良好であることはすでに述べたとおりであるが、有髄歯であっても Hämmerle ら (2000)¹⁹⁾ は 120 本の有髄支台歯のうち 12 歯 (10%) もの支台歯が観察期間中に失活したことを報告している。Chai ら (2005)²¹⁾ は、3 ユニットの 2 リテーナー全部被覆型ブリッジと 2 ユニットの接着カンチレバーブリッジの臨床経過を比較した報告の中で、最も多い失敗の原因は前者が歯髄疾患であったのに対し、後者では脱離であったと述べており、最頻の合併症はブリッジの種類によりまったく異なっていることがわかる。接着カンチレバーブリッジの場合の支台歯形成量は少なく、エナメル質に限定されているのに対して全部被覆型における支台歯形成時の歯質削除量は多いことが術後の歯髄死の頻度の差となって表れているものと推察される。

歯周疾患は支台歯の抜歯のリスク因子であることは確かであるが⁴²⁾、カンチレバーブリッジの歯周組織に対する悪影響は認められないとする研究は少なくない^{11, 16, 19, 73)}。Gilmour & Ali (1995)¹¹⁾ は、ブリッジ装着により反対側同名歯と比較して支台歯の Plaque Index は有意に増加したが、ポケット深さの増加は認められなかったと述べており、Rashid ら (1999)¹⁶⁾ もブリッジ装着後 Plaque Index, Gingival Index, 平均ポケット深さのいずれもブリッジ支台歯が反対側同名歯よりも有意に増大していたが、全体として歯周組織の状態は良好であったと述べている。全部被覆型カンチレバーブリッジならびに接着カンチレバーブリッジともに歯周組織に与える影響は小さいと考えられる。

ブリッジ装着の合併症としての支台歯の破折もほとんど報告が見受けられず、その発生頻度は低いものと思われる。Hämmerle ら (2000)¹⁹⁾ は、支台歯の破折は 3% に生じ、ポンティックに最も近い支台歯に生じる破折の頻度は他の支台歯の 3 倍に上ると述べている。ポンティック直近の支台歯が無髄歯で、かつ歯槽骨吸収が認められるような場合の歯根破折の発生頻度はさらに高くなることが予想され、注意が求められる。

2. 技術的合併症

Djemal ら (1999)¹⁷⁾ は接着カンチレバーブリッジの最も多い失敗の原因は脱離であったとしており、Hussey ら (1991)⁹⁾ は、接着カンチレバーブリッジに関して平均 2.7 年の観察期間で 17% に脱離が生じたと報告している。カンチレバーを含む接着

ブリッジに関する 2 つのシステマティックレビューでは、Balasubramaniam (2017)³⁷⁾ は最も多い合併症が脱離 (78%) で次いでポーセレンの破折 (13%) であったと述べており、同様に Miettinen & Miller (2013)³⁴⁾ は合併症のうち脱離が 93% を占めたと報告している。メタルフレームワークの破折は表 2 に示した論文の中での報告は見当たらず、きわめてまれである。これはカンチレバーブリッジにおいては脱離が先に起こってしまうためであると思われる。

VI. 結 論

MI を具現化する少数歯欠損補綴法としてのメタルフレームを用いたカンチレバーブリッジ、特に接着カンチレバーブリッジの生存率、成功率は高く、少数歯欠損補綴法のオプションの一つに加えられるべきである。カンチレバーブリッジの生存、成功に影響を及ぼす多くのリスクファクターが存在し、これを成功に導くためには、リスクファクターを考慮した適切な症例選択、接着技法の遵守が重要である。長期の臨床成績はいまだ不足しており、リスクファクターの影響をより明らかにするために今後とも質の高い臨床研究を増やしていくことが求められる。

文 献

- 1) Rochette AL. Attachment of a splint to enamel of lower anterior teeth. *J Prosthet Dent* 1973; 30: 418-423.
- 2) Thompson Van P. Whence the Maryland Bridge? The evolution of the adhesive bridge. *Dental Historian* 2017; 62: 9-14.
- 3) 日本接着歯学会編. 一般社団法人日本接着歯学会設立35周年記念誌. 2018; 1-115.
- 4) 社団法人日本補綴歯科学会診療ガイドライン委員会編. 接着ブリッジのガイドライン. 2007; 1-47.
- 5) 公益社団法人日本補綴歯科学会診療ガイドライン委員会編. 接着ブリッジのガイドライン改訂版. http://www.hotetsu.com/s/doc/bridge_guideline2017.pdf
- 6) Patel PM, Lynch CD, Sloan AJ, Gilmour AS. Treatment planning for replacing missing teeth in UK general dental practice: current trends. *J Oral Rehabil* 2010; 37: 509-517.
- 7) Lynch CD, Singhrao H, Addy LD, Gilmour ASM. The teaching of fixed partial dentures in undergraduate dental schools in Ireland and the United Kingdom. *J Oral Rehabil* 2010; 37: 908-915.
- 8) Hochman N, Ginio I, Ehrlich J. The cantilever fixed partial denture: A 10-year follow-up. *J Prosthet Dent* 1987; 58: 542-545.
- 9) Hussey DL, Pagni C, Linden GL. Performance of 400 adhesive bridges fitted in a restorative dentistry department. *J Dent* 1991; 19: 221-225.
- 10) Palmqvist S, Swartz B. Artificial crowns and fixed

- partial dentures 18 to 23 years after placement. *Int J Prosthodont* 1993; 6: 279-285.
- 11) Gilmour ASM, Ali A. Clinical performance of resin-retained fixed partial dentures bonded with a chemically active luting cement. *J Prosthet Dent* 1995; 73: 569-573.
 - 12) Leempoel PJB, Käyser AF, Van Rossum GMJM, De Haan AFJ. The survival rate of bridges. A study of 1674 bridges in 40 Dutch general practices. *J Oral Rehabil* 1995; 22: 327-330.
 - 13) Hussey DL, Linden GJ. The clinical performance of cantilevered resin-bonded bridgework. *J Dent* 1996; 24: 251-256.
 - 14) Decock V, De Nayer K, De Boever JA. 18-year longitudinal study of cantilevered fixed restorations. *Int J Prosthodont* 1996; 9: 331-340.
 - 15) Sundh B, Ödman P. A study of fixed prosthodontics performed at a university clinic 18 years after insertion. *Int J Prosthodont* 1997; 10: 513-519.
 - 16) Rashid SA, AL-Wahadni AM, Hussey DL. The periodontal response to cantilevered resin-bonded bridgework. *J Prosthet Dent* 1999; 26: 912-917.
 - 17) Djemal S, Setchell D, King P, Wickens J. Long-term survival characteristics of 832 resin-retained bridges and splints provided in a post-graduate teaching hospital between 1978 and 1993. *J Oral Rehabil* 1999; 26: 302-320.
 - 18) Chan AWK, Barnes IE. A prospective study of cantilever resin-bonded bridges: An initial report. *Austral Dent J* 2000; 45: 31-36.
 - 19) Hämmerle CHF, Ungerer MC, Fantoni PC, Brägger U, Bürgin W, Lang NP. *Int J Prosthodont* 2000; 13: 409-415.
 - 20) Botelho MG, Nor LC, Kwong HW, Kuren BS. Two-unit cantilevered resin-bonded fixed partial dentures –A retrospective, preliminary clinical investigation. *Int J Prosthodont* 2000; 13: 25-28.
 - 21) Chai J, Chu FCS, Newsome PRH, Chow TW. Retrospective survival analysis of 3-unit fixed-fixed and 2-unit cantilevered fixed partial dentures. *J Oral Rehabil* 2005; 32: 759-765.
 - 22) Botelho MG, Leung KCM, Ng H, Chan K. A retrospective clinical evaluation of two-unit cantilevered resin-bonded fixed partial dentures. *JADA* 2006; 137: 783-788.
 - 23) De Backer H, Van Maele G, Decock V, Van den Berghe L. Long-term survival of complete crowns, fixed dental prostheses, and cantilever fixed dental prostheses with posts and cores on root canal-treated teeth. *Int J Prosthodont* 2007; 20: 229-234.
 - 24) Lam WYH, Botelho MG, McGrath CPJ. Longevity of implant crowns and 2-unit cantilevered resin-bonded bridges. *Clin Oral Impl Res* 2013; 24: 1369-1374.
 - 25) Saker S, El-Fallal A, Abo-Madina M, Ghazy M, Özcan M. Clinical survival of anterior metal-ceramic and all-ceramic cantilever resin-bonded fixed dental prostheses over a period of 60 months. *Int J Prosthodont* 2014; 27: 422-424.
 - 26) Botelho MG, Ma X, Cheung GJK, Law RKS, Tai MTC, Lam WYH. Long-term clinical evaluation of 211 two-unit cantilevered resin-bonded fixed partial dentures. *J Dent* 2014; 42: 778-784.
 - 27) Rehmann P, Podhorsky A, Wöstmann B. Treatment outcomes of cantilever fixed partial dentures on vital abutment teeth: A retrospective analysis. *Int J Prosthodont* 2015; 28: 577-582.
 - 28) Botelho MG, Chan AWK, Leung NCH, Lam WYH. Long-term evaluation of cantilevered versus fixed-fixed resin-bonded fixed partial dentures for missing maxillary incisors. *J Dent* 2016; 45: 59-66.
 - 29) Balkenhol M, Wöstmann B, Rein C, Ferger P. Survival time of cast and cores: A 10-year retrospective study. *J Dent* 2007; 35: 50-58.
 - 30) Tanoue N. Longevity of resin-bonded fixed partial dental prostheses made with metal alloys. *Clin Oral Investig* 2016; 20: 1329-1336.
 - 31) Yoshida T, Kurosaki Y, Mine A et al. 15-year survival of resin-bonded vs full-coverage fixed dental prostheses. *J Prosthodont Res* 2019; in print.
 - 32) Pjetursson BE, Tan K, Lang NP, Brägger U, Egger M, Zwahlen M. A systematic review of the survival and complication rates of fixed partial dentures (FPDs) after an observation period of at least 5 years IV. Cantilever or extension FPDs. *Clin Oral Impl Res* 2004; 15: 667-676.
 - 33) Walls AWG. Cantilever FPDs have lower success rates than end abutment FPDs after 10-years of follow-up. *J Evid Base Dent Pract* 2010; 10: 41-43.
 - 34) Miettinen M and Millar BJ. A review of the success and failure characteristics of resin-bonded bridges. *Brit Dent J* 2013; 215(E3): 1-10.
 - 35) Wei Y-R, Wang X-D, Zhang Q, Li X-X, Blatz MB. Clinical performance of anterior resin-bonded fixed dental prostheses with different framework designs: A systematic review and meta-analysis. *J Dent* 2016; 47: 1-7.
 - 36) Thoma DS, Ioannidis A, Zwahlen M, Makarov N, Pjetursson BE. A systematic review of the survival and complication rates of resin-bonded fixed dental prostheses after a mean observation period of at least 5 years. *Clin Oral Impl Res* 2017; 28: 1421-1432.
 - 37) Balasubramaniam GR. Predictability of resin bonded bridges –a systematic review. *Br Dent J* 2017; 222: 849-858.
 - 38) Mourshed B, Samran A, Alfagih A, Samran A, Abdulrab S, Kern M. Anterior cantilever resin-bonded fixed dental prostheses: A review of the literature. *J Prosthodont* 2018; 27: 266-275.
 - 39) Kern M, Sasse M. Ten-year survival of anterior all-ceramic resin-bonded fixed partial dentures. *J Adhes Dent* 2011; 13: 407-410.
 - 40) Wong TL, Botelho MG. The fatigue bond strength of fixed-fixed versus cantilever resin-bonded partial fixed dental prostheses. *J Prosthet Dent* 2014; 111: 136-141.
 - 41) 矢谷博文. 補綴装置失敗のリスクファクターに関する文献的レビュー. *補綴誌* 2007; 51: 206-221.
 - 42) Palmqvist S, Söderfeldt B. Multivariate analyses of

- factors influencing the longevity of fixed partial dentures, retainers, and abutments. *J Prosthet Dent* 1994; 71: 245-250.
- 43) Hochman N, Mitelman L, Hadani PE et al. A clinical and radiographic evaluation of fixed partial dentures (FPDs) prepared by dental school students: a retrospective study. *J Oral Rehabil* 2003; 30: 165-170.
- 44) Kerschbaum TH, Paszyna CH, Klapp S, Meyer G. Verweilzeit- und Risikofaktorenanalyse von festsitzendem Zahnersatz. *Dtsch Zahnarzt Z* 1991; 46: 20-24.
- 45) Dunne SM, Millar BJ. A longitudinal study of the clinical performance of resin bonded bridges and splints. *Br Dent J* 1993; 174: 405-411.
- 46) Karlsson S. Failures and length of service in fixed prosthodontics after long-term function. *Swed Dent J* 1989; 13: 185-192.
- 47) Näpänkangas R, Salonen-Kemppi MAM, Raustia M. Longevity of fixed metal ceramic bridge prostheses: a clinical follow-up study. *J Oral Rehabil* 2002; 29: 140-145.
- 48) Glantz P-O, Nilner K. Patient age and long term survival of fixed prosthodontics. *Gerodontology* 1993; 10: 33-39.
- 49) Randow K, Glantz PO, Zoger B. Technical failures and some related clinical complications in extensive fixed prosthodontics. An epidemiological study of long-term clinical quality. *Acta Odontol Scand* 1986; 44: 241-255.
- 50) Landolt A, Lang NP. Results and failures in extension bridges. A clinical and roentgenological follow-up study of free-end bridges. *Schweiz Monatsschr Zahnmed.* 1988; 98: 239-244.
- 51) Karlsson S. Failures and length of service in fixed prosthodontics after long-term function. *Swed Dent J* 1989; 13: 185-192.
- 52) Randow K, Glantz PO. On cantilever loading of vital and non-vital teeth. An experimental clinical study. *Acta Odontol Scand* 1986; 44: 271-277.
- 53) van Dalen A, Feilzer AJ, Kleverlaan CJ. A literature review of two-unit cantilevered FPDs. *Int J Prosthodont* 2004; 17: 281-284.
- 54) Rammelsberg P, Pospiech P, Gernet W. Clinical factors affecting adhesive fixed partial dentures A sixyear study. *J Prosthet Dent* 1993; 70: 300-307.
- 55) Behr M, Leibrock A, Stich W, Rammelsberg P, Rosentritt M, Handel G. Adhesive-fixed partial dentures in anterior and posterior areas. Results of an on-going prospective study begun in 1985. *Clin Oral Investig* 1998; 85: 999-1004.
- 56) De Kanter RJ, Creugers NH, Verzijden CW, Van't Hof MA. A five-year multi-practice clinical study on posterior resin-bonded bridges. *J Dent Res* 1998; 77: 609-614.
- 57) 吉田敏和, 酸処理エナメル質表面の環境温度湿度がコンポジットレジン接着性及ばす影響について. *日歯保誌* 1983 ; 26 : 412-426.
- 58) 永木孝典, 赤瀬公計, 矢谷博文, 山下 敦. 環境湿度, 温度および被着面乾燥方法の違いが歯科接着性レジン, パナビアの接着強さに及ぼす影響について. *補綴誌* 1987 ; 31 : 316-328.
- 59) Henderson D, Blevins WR, Wesley RC, Seward T. The cantilever type of posterior fixed partial dentures: a laboratory study. *J Prosthet Dent* 1970; 24: 47-67.
- 60) Ewing JE. Re-evaluation of the cantilever principle. *J Prosthet Dent* 1957; 7: 78-92.
- 61) Himmel R, Pilo R, Assif D, Aviv I. The cantilever fixed partial denture -A literature review. *J Prosthet Dent* 1992; 67: 484-487.
- 62) Wright WE. Success with the cantilever fixed partial denture. *J Prosthet Dent* 1987; 55: 542-545.
- 63) Wright WE, Yettram AL. Reactive force distribution for teeth when loaded singly and when used as fixed partial denture abutments. *J Prosthet Dent* 1979; 42: 411-416.
- 64) Laurell L, Lundgren D. Periodontal ligament areas and occlusal forces in dentitions restored with cross-arch unilateral posterior two-unit cantilever bridges. *J Clin Periodontol* 1986; 13: 33-38.
- 65) Lundgren D, Laurell L, Bergendal T. Occlusal force pattern in dentitions restored with mandibular bridges supported on osseointegrated implants. *Swed Dent J Suppl.* 1985; 28: 107-115.
- 66) Lundgren D, Laurell L. Occlusal force pattern during chewing and biting in dentitions restored with fixed bridges of cross-arch extension. I. Bilateral end abutments. *J Oral Rehabil* 1986; 13: 57-61.
- 67) Lundgren D, Laurell L. Occlusal force pattern during chewing and biting in dentitions restored with fixed bridges of cross-arch extension. II. Unilateral posterior two-unit cantilevers. *J Oral Rehabil* 1986; 13: 191-203.
- 68) Tredwin CJ, Setchell DJ, George GS, Weisbloom M. Resin-retained bridges as predictable and successful restorations. *Alpha Omegan* 2007; 100: 89-96.
- 69) Mogan C, Djemal S, Gilmour G. Predictable resin-bonded bridges in general practice. *Dent Update* 2001; 28: 501-506.
- 70) Creugers NH, Snoek MA, Van't Hof MA, Kayser AF. Clinical performance of resin-bonded prostheses. *J Oral Rehabil* 1989; 16: 521-532.
- 71) Crispin BJ. A longitudinal clinical study of bonded fixed partial dentures: the first 5 years. *J Prosthet Dent* 1991; 66: 336-342.
- 72) Hansson O, Bergstrom B. A longitudinal study of resin-bonded prostheses. *J Prosthet Dent* 1996; 76: 132-139.
- 73) Budtz-Jørgensen E, Isidor F. A 5-year longitudinal study of cantilevered fixed partial dentures compared with removable partial dentures in a geriatric population. *J Prosthet Dent* 1990; 64: 42-47.

著者連絡先：矢谷 博文

〒 565-0871 大阪府吹田市山田丘 1-8

Tel: 06-6879-2951

Fax: 06-6879-2947

E-mail: yatani@dent.osaka-u.ac.jp