

短縮歯列のコンセプト

山下秀一郎¹, 丸山 雄介²

¹松本歯科大学 大学院歯学独立研究科 顎口腔機能制御学講座

²松本歯科大学 歯科補綴学第一講座

The concept of shortened dental arch

SHUICHIRO YAMASHITA¹ and YUSUKE MARUYAMA²

¹*Department of Oral and Maxillofacial Biology, Graduate School of Oral Medicine,
Matsumoto Dental University*

²*Department of Removable Prosthodontics, Faculty of Dentistry, Matsumoto Dental University*

Summary

In the last two decades, the Shortened Dental Arch (SDA) concept has been introduced as a treatment strategy for posterior edentulous patients ; i.e. there is no need to restore the missing part of the molar region. However, clinical experience suggests various possibilities for functional disturbance starting from instability of occlusion. This study investigated whether the SDA concept applies to all posterior edentulous patients.

Fifteen patients with unilaterally posterior missing teeth were enrolled in this study, and multiple evaluations of SDA were performed in these patients. This evaluation consisted of an objective evaluation (radiographic evaluation for temporomandibular joint and measurement of condylar displacement during maximal voluntary contraction) and a subjective evaluation (questionnaires about satisfaction with several oral functions).

Abnormal condylar appearances were observed in eleven subjects by radiographic evaluation and these phenomena coincided with edentulous-side in six subjects. Condylar displacement during clenching was significantly larger on the edentulous-side compared to that in the dentulous-side. Regarding the subjective evaluation, masticatory problems were the most serious complaint in patients with SDA.

These findings indicated the potential risks for oral functions. We propose that clinical guidelines should be developed for determining whether to adopt a "Wait and See" approach for SDA patients without any proactive treatment, or to start prosthetic intervention immediately.

1. はじめに

歯が喪失し欠損が生じた場合、補綴学的にはブリッジ、部分床義歯、あるいはインプラント等を用いて可及的速やかに欠損部を修復することが、主治医の重要な義務であると考えられてきた。一方において、数歯程度の欠損であれば補綴処置が施されずに放置されたままでも、顎機能に特に問題がなく経過した症例が臨床的に認められることも事実である。はたして、すべての欠損に対して確実に迅速な補綴処置が必要であるのか、あるいはそのままの放置が許されるのか、この基準に関しては各臨床医独自の判断に委ねられてきたのがこれまでの現状であろう。

近年、北欧を中心として、歯の欠損、特に後方大臼歯のみの欠損は補綴しない方が良いのではないかという考え方が現れてきた。特に、オランダの Käyser らは1981年以來、一連の臨床論文を発表し、短縮歯列 (SDA: Shortened Dental Arch) の概念を提唱してきた。本稿では、短縮歯列の概念、その適用、我が国における展開、さらに、著者らの研究成果などに関して解説したい。

II. 短縮歯列の概念とその背景

臼歯部における咬合支持の重要性を説き、上下顎の接触様式に基づいて歯の欠損分類を行うことの有効性を提唱したのは Eichner¹⁾ である。これに遡って1930年代にはすでに Costen²⁾ あるいは Steinhardt³⁾ らによって臼歯部咬合支持の喪失数が増すにつれて上下歯列の咬合状態は不安定となり、下顎の変位が生じやすくなるという概念が報告されている。その後、顎機能障害の病因として臼歯部咬合支持の喪失が唱われるようになり、Posselt⁴⁾ をはじめとして、多くの研究成果が報告されている。疫学的には、顎機能障害の症状は咬合している歯の数が減少するのに伴い増大するという報告^{5,6)}、顎関節の疼痛は欠損側においてより高頻度で認められたという報告⁷⁾、臼歯部咬合支持の喪失と顎関節の osteoarthritis との相関を述べた研究などが認められる^{8,9)}。また、下顎頭の変位あるいは顎関節への負荷という側面から分析を行った研究としては、臼歯部の咬合支持が喪失すると、下顎の変位や下顎頭の位置異常が生じ、顎関節に対して負荷が増大するために顎機能障害の

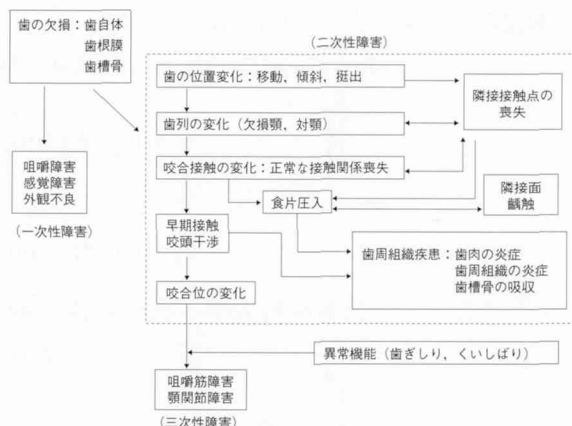


図1：歯の欠損による顎口腔系の変化
 藍（文献13）原図より引用，一部改変

発現をもたらすという報告¹⁰⁻¹²⁾などが認められる。これらをまとめたものが図1に示す模式図¹³⁾である。この概念は、歯の欠損は歯を支えている組織を失い、それに含まれる神経終末の感覚受容器をも失うことから、顎口腔系には形態的、機能的に一次性から三次性にわたる様々な程度の障害がもたらされるとするものである。図2～4に欠損放置に伴い三次性障害へと至った典型例を示す。

図2～4：下顎左側第2小臼歯と両大臼歯の3歯が欠損のまま24年間放置され、三次性障害まで至った典型例である。



図2：下顎左側第2小臼歯より後方の歯が欠損



図3：右側の臼歯部咬合支持は残存している



図4：左右側顎関節のエックス線画像。閉口時と開口時を示す。左右側に形態の差違が認められ、欠損側（左側）下顎頭が著しく縮小している傾向にあった。また、非欠損側（右側）では下顎頭の形態異常も同時に観察された。

一方、臼歯部咬合支持の喪失を放置しても顎機能には問題がないとする概念を明確に提唱したのは Käyser^{14,15)}である。ここで紹介されている短縮歯列 (SDA) の概念とは、少なくとも小白歯部の咬合接触が存在する両側ないし片側の大白歯2歯欠損程度の場合、その欠損を放置しても下顎の咬合支持には影響が少なく、下顎位の保持などの顎機能には問題がないとする考え方である。むしろ、欠損補綴を行なうことによる残存歯の二次齲蝕や歯周炎の発症、欠損部顎堤の吸収など副作用の方が義歯による補綴効果よりも大きいのではないかとする立場である。さらに、顎機能障害患者における痛みや機能障害の程度は、大白歯部の咬合支持数とは相関がないという報告^{16,17)}、小白歯までの咬合支持が確保されていれば、たとえ短縮歯列であっても顎機能障害発症のリスクを高める、あるいは顎機能障害の症状を増悪させるような証拠は観察されなかったとする長期経過報告¹⁸⁾なども認められる。また、顎関節に対する負荷を分析した研究では、生体の神経筋機構に備わる調整性によって短縮歯列の状況となっても顎関節に過大な負荷をもたらすことはないという報告している¹⁹⁾。

短縮歯列は、図5に示す2つの典型的なパターンに分類される。一つは大白歯部の咬合支持が喪

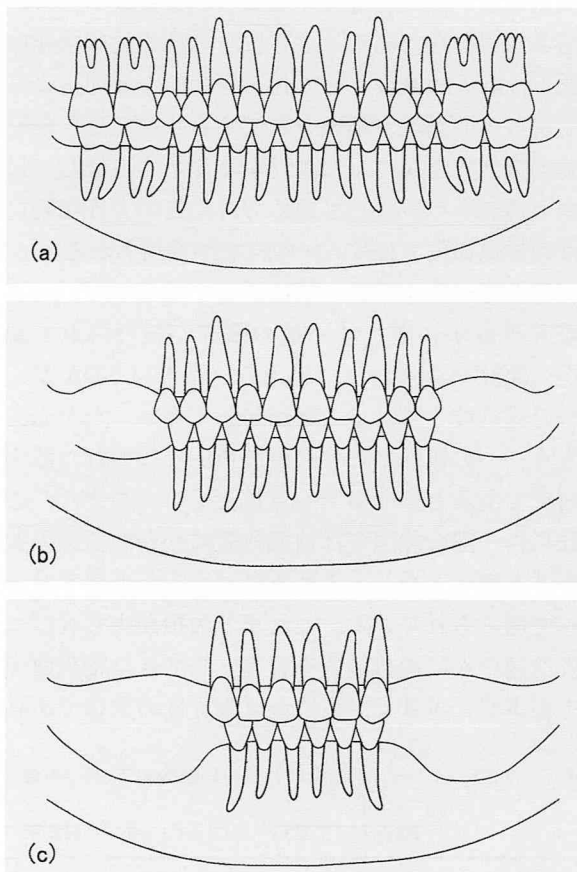


図5：短縮歯列の典型例

Käyser (文献15) 原図より引用、一部改変

- (a)：健全歯列
- (b)：大白歯部を喪失した短縮歯列 (premolar dental arch)
- (c)：小白歯部と大白歯部を喪失した短縮歯列 (extreme shortened dental arch)

失し小白歯までの歯列弓となっているもの (pre-molar dental arch), もう一つは大白歯部と小白歯部が喪失することにより前歯部のみが残存しているもの (ESDA; extreme shortened dental arch) である。

III. 短縮歯列の適用

Käyser¹⁵⁾は、短縮歯列の概念を応用するには年齢やその他の背景を踏まえて目標となる機能レベルを患者ごとに設定することがポイントであると述べている (表1)。十分な口腔機能を保障するのに必要となる最小限の歯数あるいは歯列弓長は、局所的あるいは全身的要因と密接に関連しており、患者にとって最適な治療のゴールを常に考慮する必要性を強調している。短縮歯列はすべての年齢層に適用されるものではなく、表1に示されるように40歳以降で目標とされる機能レベルがII, つまり最適と言わないまでも十分満足のいく機能的なレベルを維持することが必要な場合に適用される概念である。さらに、全身的健康状態の低下、収入の減少、その他の複合的な要因によって歯科への通院が制限されている状況では、最低限の機能的なレベルに到達することすら難しい場合 (機能レベルIII) も認められ、このような時には超短縮歯列 (ESDA) の概念が適用される。

以上述べたように、短縮歯列が治療のゴールとなりうるかに関して一連の研究が続けられ、現在、北欧やヨーロッパ諸国の一部ではSDAが一つの選択肢とされることが珍しくない。ただし、もう一つの側面として医療政策的に行われた臨床研究であるという事実も見逃せない。つまり、これらの一部の諸国では補綴処置にかかわる医療費が年々膨大となり、これを抑制するための手段として用いられている。これまで欠損が生じれば可及的速やかに補綴処置を行うとしてきた補綴臨床を根本的に再考し、大白歯2歯程度の欠損であれ

表1：年齢に応じた口腔機能のレベルに基づいて、SDA適用の可否が決まる。

Käyser (文献15) 原図より引用、一部改変

年齢	機能レベル	SDAの適用
20- 50	I : Optimal	-
40- 80	II : Suboptimal	SDA
70-100	III : Minimal	ESDA

ば補綴しなくとも患者のQOLに特に障害はないのではという臨床的経験をもとに患者の調査を開始したものである。

IV. 我が国における展開

我が国において、この短縮歯列の概念をそのまま受け入れることが可能かどうかについては、慎重に検討を進める必要がある。そのメリット/デメリットについて疫学的研究のみならず、生理学的なアプローチが是非ともなされなければならない。日本補綴歯科学会では、2003年度にこの問題に対して初めての臨床シンポジウムを行い、今年度も含めて計3回にわたりこれまでの臨床・研究上の問題点の洗い出しを行うことによって、一定のコンセンサスを得るための活動を進めているところである²⁰⁻²²⁾。

V. 短縮歯列に対する多角的評価

短縮歯列の抱える問題点の中で早急に解決を要する課題として、遊離端欠損が生じ短縮歯列となった場合に、その患者の顎口腔機能にとって将来的に予測されるリスクがどの程度なのかを簡便に診断できるシステムを確立することである。著者らはこのリスクの程度を計る尺度を明確にする目的で、客観的評価と主観的評価の両者を組み合わせた多角的評価法について検討を行った^{23,24)}。

短縮歯列に対する多角的評価は、術者サイドから行った客観的評価と患者サイドから行った主観的評価の2種類に大別できる。

1. 客観的評価

術者サイドで行う客観的評価は、以下の2項目で構成される。

1) 顎関節のレントゲン画像による評価

顎関節のレントゲン画像による評価には、歯科・頭頸部用小照射野X線CT装置 (3DX Multi-Image Micro CT, モリタ) を用いた。評価項目としては、下顎頭の変位の有無、関節隙の量、形態的变化の有無の3項目を設定した。

2) 最大咬みしめ時における下顎頭の変位

最大咬みしめ時における下顎頭の変位の測定には、6自由度顎運動測定装置 (3SPACE FAS-TRAK, Polhemus) (図6) を用いた。被験者に咬頭嵌合位において随意的最大咬みしめを指示し、その際の下顎頭の変位に関して独自に開発し

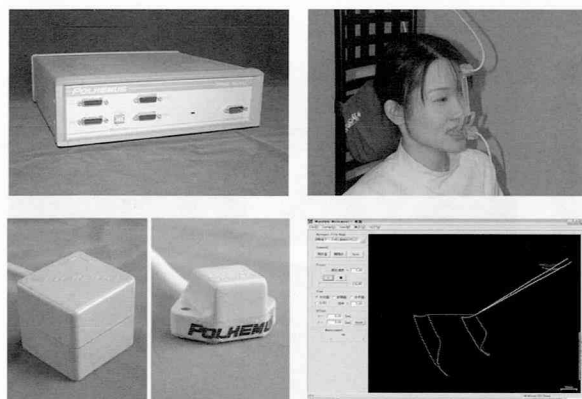


図6：6自由度顎運動測定装置
 (a)：システムエレクトロニクスユニット
 (b)：トランスミッタ
 (c)：センサ
 (d)：前歯唇側面に固定された上下顎用センサ
 (e)：画面上に表示された顎運動軌跡

たソフトウェア²⁵⁾を用いて分析した。

2. 主観的評価

患者サイドで行う主観的評価ではアンケート形式をとったが、以下の項目に関して Visual Analogue Scale (VAS) を用いることで回答を数値化した。

- 1) 総合的満足度
- 2) 審美性に関する満足度
- 3) 咬合の安定に関する満足度
- 4) 不快感の程度
- 5) 発音に関する満足度
- 6) 咀嚼に関する満足度

VI. 片側性短縮歯列の患者に対する多角的評価の応用例

1. 被験者

被験者は、松本歯科大学補綴科を受診した患者のうち、片側性の遊離端欠損を有する15名（男性9名、女性6名）である（表2）。被験者の年齢分布は30～74歳、平均年齢は55.6歳である。被験者の選択基準は以下の通りとした。

- 1) 第二小臼歯あるいは第一大臼歯より後方の歯が片側性に欠損している。
- 2) 他の部位の咬合支持はすべて残存しており、欠損歯があったとしても固定性の補綴物で修復されている。
- 3) 欠損の放置期間は最低6ヶ月以上経過している。
- 4) 顎機能障害の既往を有していない。

表2：各被験者の性別、年齢、SDAの期間、欠損部位

被験者	性別	年齢	SDAの期間	欠損部位
A	M	67	2 y	567
B	F	47	1 y	567
C	F	74	1 y	765
D	M	58	2.5 y	67
E	M	51	7 m	765
F	M	61	9 y	76
G	M	58	18 y	567
H	M	67	6 m	76
I	F	53	6 m	67
J	M	71	12 y	76
K	F	55	10 y	76
L	F	61	2 y	567
M	F	49	6 m	765
N	M	30	3.4 y	76
O	M	32	12 y	76

これらの被験者は全員が必ずしも欠損部に対する補綴処置を希望したわけではなく、他の部位の歯科治療を希望して来院した際に、被験者としての研究参加を要請したケースも含まれる。なお、本研究の遂行に先立ち、松本歯科大学倫理委員会の承認（許可番号 第0006号）を受けると同時に、本実験内容について被験者のインフォームドコンセントを得た。

2. 結果

1) 客観的評価

(1) 顎関節のレントゲン画像による評価

15名の被験者に対する顎関節のレントゲン画像による評価結果の一部を図7に示す。4名の被験者（D, G, I, J）では、一部に形態的变化を認めるものの、正常像の範疇に入る画像診断結果であった。残る11名については、表3に示すように、下顎頭の変位、関節隙の量、形態的变化の項目のいずれかにおいて異常像を認めた。また、これらの異常所見は、6名の被験者では欠損側と同側の顎関節で観察された。

(2) 最大咬みしめ時における下顎頭の変位

最大咬みしめ時における下顎頭の変位データをもとに変位量を算出し、欠損側下顎頭と非欠損側下顎頭に分けて集計したものが図8である。欠損側下顎頭の変位量は 0.58 ± 0.22 mm（平均値±

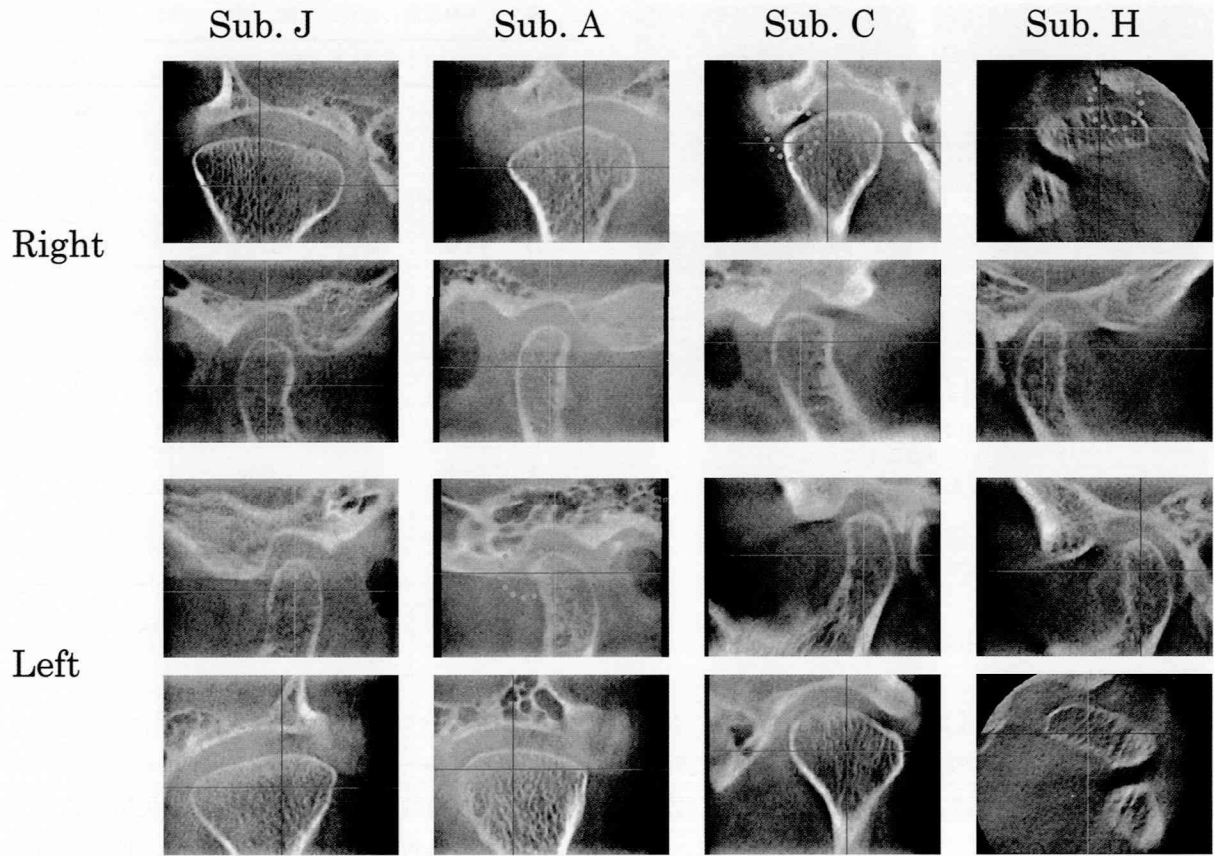


図7：顎関節のレントゲン画像による評価の代表例（3DX Multi-Image Micro CT，モリタ）
 被験者J，A，Cでは，閉口時における左右側顎関節の前頭面と矢状面像を示す。被験者Hでは，閉口時における左右側顎関節の水平面と矢状面像を示す。
 被験者Jでは欠損側・非欠損側顎関節とも正常像を示した。被験者Aでは左側下顎頭に棘の発現が，被験者CとHでは右側下顎頭の後方変位などが認められた。

表3：顎関節のレントゲン画像による評価

被験者	欠損側	下顎頭の変位	関節隙の量	形態的变化
A	L			Projection (L)
B	R	Lateral (R)		
C	R	Posterior (R)	Decrease (R)	Unbalanced size between both condyles (L > R)
D	L			
E	R		Decrease (R)	
F	R			Flattenig (L & R)
G	L			
H	R	Posterior (R)		
I	L			
J	R			
K	R		Decrease (L & R)	Rough surface of the glenoid fossa (L)
L	L	Lateral (L & R)		Osteophyte (R)
M	R	Posterior (L & R)		Projection (R)
N	R			Concavity (R)
O	R		Decrease (R)	Erosion (R)

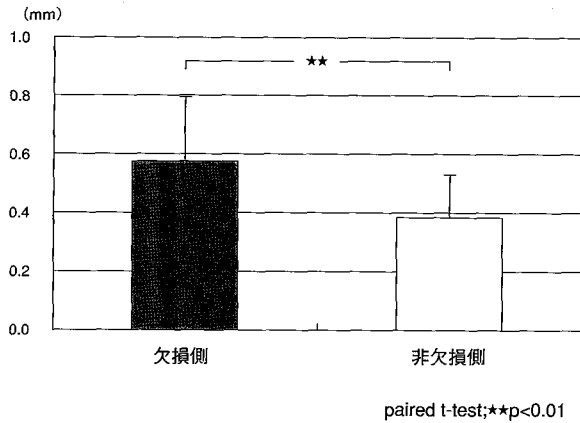


図8：最大咬みしめ時の下顎頭変位
欠損側の下顎頭の方が大きく変位する傾向が認められた。

標準偏差；以下省略)であったのに対して、非欠損側では 0.38 ± 0.15 mm となり、欠損側の方が大きく変位する傾向がうかがわれた。統計的にも両下顎頭間で有意差が認められた (paired t-test; $p < 0.01$)。変位方向については、主に上方から前上方に集中していたが、両下顎頭間には有意差は認められなかった (paired t-test; $p = 0.62$)。

2) 主観的評価

Visual Analogue Scale によって回答を得た6項目に関して、それぞれ最高スコアを100として換算し、項目ごとのスコア (平均値 ± 標準偏差) を示したものが図9である。6項目の中で短縮歯列になった場合に一番不満に感じるのは、咀嚼に関する項目であった。

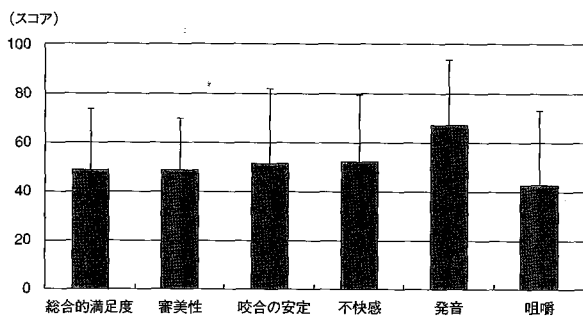


図9：アンケート形式による主観的評価
総合的満足度、審美性、咬合、不快感、発音、咀嚼などに関して、アンケート結果をもとに数値化した。

3. 考察

臨床的に顎機能障害のない下顎頭は、左右側が対象性に下顎窩内でやや前上方にあるとされるが²⁶⁾、顎機能障害を有する患者の下顎頭位につい

ては、後方変位^{27,28)}や左右側の非対称性^{29,30)}が症状と関連のあることが指摘されている。本研究結果より、15名の被験者のうち6名において欠損側下顎頭に局限した異常所見が認められたことは、これらの被験者は現時点では特に自覚症状を示さないものの、将来の顎機能障害へと移行するリスクを少なからず有している可能性がうかがわれる。また、咬みしめ時の下顎頭変位が、欠損側で有意に大きかったことと関連して、これら6名の被験者では、非欠損側下顎頭に比べて関節に加わる負荷の大きかったことが推測される。今回の得られた顎関節像に対する評価については異常像の有無のみを判断基準としたが、従来より下顎頭位の分析法として報告されている線分析法^{31,32)}や面積分析法^{29,33-35)}などをふまえて、今後は画像を定量的に評価する手法を考察する必要がある。

最大咬みしめ時の下顎頭変位に関しては、欠損側下顎頭において有意に大きな変位量が観察され、片側性の遊離端欠損患者を対象とした他の報告³⁶⁾においても近似した傾向を示している。著者らはこれまで咬合支持の喪失と下顎頭の変位との関係を検索する目的で、小白歯部および大白歯部に対して連続的に全部鑄造冠による歯冠補綴処置を必要とする患者に対して、仮着した冠を後方より順次撤去する方法^{37,38)}や、全歯列型の実験用上顎スプリントを後方歯部分より順次切除する方法³⁹⁾によって短縮歯列をシミュレートし、各咬合条件下での下顎頭変位に関して分析を行ってきた。その結果、最大咬みしめ時の咬合力は咬合支持の喪失に伴い減少するものの、下顎頭の変位量は増大することから、短縮歯列の状況ではたとえ弱い咬合力であっても下顎頭は変位しやすい傾向にあることが明らかとなった。同様な傾向は、実験用上顎スプリントを用いた他の研究でも報告されている⁴⁰⁾。また、変位の様相にはいくつかのパターンが存在し、変位しやすい被験者では小白歯部分までの咬合支持が失われると変位量が1 mm を越える場合と、一方では咬合支持の喪失とは無関係に変位量が変化しない場合も認められた。

このように、咬合支持の喪失に伴う下顎 (下顎頭) の変位には、様々なバリエーションが存在することが実験的に判明した。患者にパラファンクション等の悪習癖が存在し、その発現時に大きな

下顎変位量を示す傾向が認められるならば、顎関節に対する負荷は増大し顎機能障害へと移行するリスクは高くなることが推測される。しかし、すべての短縮歯列症例が将来的に顎機能障害へと結びつくことは考えにくく、研究を今後さらに発展させ、上述したバリエーションの更なる明確化を図ることで、患者のリスクレベルを術前に予測することが可能となることを期待したい。

欠損歯列を有する患者の主観的満足度やQOLに関する評価は、その多くが全部床義歯装着患者を対象として行われ、部分欠損を対象として満足度を調査した研究はわずかである⁴¹⁻⁴³。本研究で採用した6つの評価項目のうち、発音、咀嚼、審美性は口腔内関連のQOLをよく反映しており、欠損歯数と関連の深いことなどが文献的にも報告されている⁴²。したがって、本研究結果を通じて、短縮歯列に対する主観的評価の一端を明らかにすることができたと思われる。

本稿では、短縮歯列に対する多角的評価法についてその1例を示したが、今後データ数を増やすことによって客観的および主観的評価のカットオフ値を求めることが可能となるであろう。さらに、その値を境として両評価の良否の組合せから、被験者を4つのカテゴリーに分類し(図10)、そのカテゴリーに応じて以下のような治療方針の組み立てを行うことが好ましいと考えている。つまり、両評価とも良好(カテゴリーI)と判断されれば、補綴処置を行わなくとも定期的な経過観察で対処可能であろう。いずれか一方の評価に問題があれば(カテゴリーII, III), 口腔内の状況を診つつ必要に応じてすぐに治療を開始できる体制(wait and see policy)をとる必要がある。ただし、主観的評価に問題のあるカテゴ

リーIIIでは、患者からの補綴処置に対する希望が強ければ、直ちに補綴処置を開始することもありうる。さらに、両者の評価とも問題があれば(カテゴリーIV)直ちに補綴処置を開始すべきであろう。

このように、短縮歯列に対して画一的な評価を行うのではなく、患者ごとにその評価結果にあわせた治療方針を決めることが最善策と考える。

Ⅶ. ま と め

北欧やヨーロッパ諸国の一部では、短縮歯列が欠損に対する治療方針の一つの選択肢としてすでに定着しつつある。この考え方を鵜呑みにして“歯が数本抜けた程度なら放っておいても大丈夫”ととらえるのは全くの誤りである。本家本元であるKäyserもそこまでは言い切っていない。まして、我が国においてはデータの蓄積が始まった段階であり、欠損補綴に介入する際のガイドラインを確立することが急務であると考え。症例ごとに補綴的介入に対するメリット/デメリットを熟慮した上で、介入か非介入かを決定するルールが構築されることが望ましい。

本稿で取り上げた内容は、短縮歯列を“咬合支持”, “下顎位”, “顎機能障害”などのキーワードから考察したものであるが、その他にも対合歯の問題、咀嚼・嚥下に関わる問題、歯周病の問題など、今後の課題は多岐にわたっている。したがって、これらの研究は一つの研究機関で行うのではなく、マルチセンター・スタディーとして多くの研究機関において分担することが最善と考える。

文 献

- 1) Eichner K (1955) Über eine Gruppeneinteilung der Lückengebisse für die Prothetik. Dtsch Zahnärztl Z **10**: 1831-4.
- 2) Costen JB (1934) A syndrome of ear and sinus symptoms dependent upon disturbed function of the temporomandibular joint. Ann Otol Rhinol Laryngol **43**: 1-15.
- 3) Steinhardt G (1932) Untersuchung zur Pathologie des Kiefergelenkes II. Parodontium **6**: 154-9.
- 4) Posselt U (1968) Physiology of occlusion and rehabilitation, 2nd ed. 73-104, Blackwell, Oxford.
- 5) Agerberg G and Carlsson GE (1973) Func-

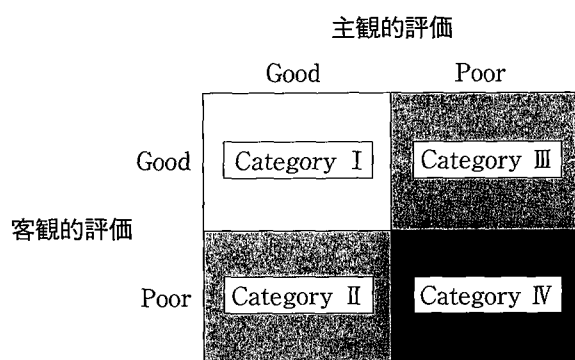


図10: 客観的評価と主観的評価を組み合わせた多角的評価

- tional disorders of the masticatory system. II. Symptoms in relation to impaired mobility of the mandible as judged from investigation by questionnaire. *Acta Odontol Scand* **31** : 335-47.
- 6) Pullinger AG and Seligman DA (1993) Gornbein JA. A multiple logistic regression analysis of the risk and relative odds of temporomandibular disorders as a function of common occlusal features. *J Dent Res* **72** : 968-79.
 - 7) Franks AST (1967) The dental health of patients presenting with temporomandibular joint dysfunction. *Br J Oral Surg* **5** : 157-66.
 - 8) Öberg T, Carlsson GE and Fajers CM (1971) The temporomandibular joint. A morphologic study on a human autopsy material. *Acta Odontol Scand* **29** : 349-84.
 - 9) Hansson L-G, Hansson T and Petersson A (1983) A comparison between clinical and radiological findings in 259 temporomandibular joint patients. *J Prosthet Dent* **50** : 89-94.
 - 10) Mahan P (1980) The temporomandibular joint in function and pathofunction. In : Solberg WK, Clark GT, editor, *Temporomandibular joint problems*. 33-47, Quintessence, Chicago.
 - 11) Mejersjö C and Hollender L (1984) TMJ pain and dysfunction : relation between clinical and radiographic findings in the short and long-term. *Scand J Dent Res* **92** : 241-8.
 - 12) Bell WE (1985) *Temporomandibular disorders, classification, diagnosis, management*. 201-3, Year Book Medical Publishers, Chicago.
 - 13) 藍 稔 (1986) 小部分床義歯学. 11-24, 学建書院, 東京.
 - 14) Käyser AF (1981) Shortened dental arches and oral function. *J Oral Rehabil* **8** : 457-62.
 - 15) Käyser AF (1996) Teeth, tooth loss and prosthetic appliances. In : Öwall B, Käyser AF and Carlsson GE, editor, *Prosthodontics : Principles and management strategies*. 35-48, Mosby-Wolfe, London.
 - 16) De Boever JA and Adriaens PA (1983) Occlusal relationship in patients with pain-dysfunction symptoms in the temporomandibular joints. *J Oral Rehabil* **10** : 1-7.
 - 17) Mejersjö C and Carlsson GE (1984) Analysis of factors influencing the long-term effect of treatment of TMJ-pain dysfunction. *J Oral Rehabil* **11** : 289-97.
 - 18) Witter DJ, De Haan AFJ, Käyser AF and Van Rossum GM (1994) A 6-year follow-up study of oral function in shortened dental arches. Part II : Craniomandibular dysfunction and oral comfort. *J Oral Rehabil* **21** : 353-66.
 - 19) Hattori Y, Satoh C, Seki S, Watanabe Y, Ogino Y and Watanabe M (2003) Occlusal and TMJ loads in subjects with experimentally shortened dental arches. *J Dent Res* **82** : 532-6.
 - 20) 山下秀一郎 (2003) SDA (短縮歯列) のコンセプト -その運用と限界- SDA患者の咬合支持と顎機能. 補綴誌 **47**・109回特別号 : 42.
 - 21) 山下秀一郎 (2003) SDA (短縮歯列) のコンセプト -その運用と限界: その2- SDA患者の咬合支持と顎機能. 補綴誌 **47**・110回特別号 : 38.
 - 22) 山下秀一郎 (2007) 欠損歯列における「短縮歯列」処置に関するマルチセンター・リサーチ宿題報告 白歯部咬合支持喪失に伴う咬みしめ時の下顎頭変位. 補綴誌 **51**・116回特別号 : 51.
 - 23) 丸山雄介, 山下秀一郎, 五十嵐順正, 桐原孝尚, 半谷一臣, 藤牧伸成, 新井嘉則, 円谷多喜男 (2002) 欠損補綴における短縮歯列の考え方 SDA 放置症例に対する形態的・機能的評価. 補綴誌 **46**・108回特別号 : 106.
 - 24) 山下秀一郎, 桐原孝尚, 丸山雄介, 藤牧伸成, 新井嘉則, 五十嵐順正 (2003) 短縮歯列 (SDA) のコンセプト -短縮歯列患者の咬合支持と顎機能-. 補綴誌 **47** : 753-62.
 - 25) 桐原孝尚, 小澤武史, 山下秀一郎, 五十嵐順正, 藤井 洋 (2003) 磁気空間位置検出装置を応用した6自由度顎運動測定装置の開発. 補綴誌 **47** : 814-23.
 - 26) 河野正司, 池田圭介, 荒井良明 (2001) 顎口腔系諸器官の健全な形態と機能. 森本俊文, 松矢篤三, 野首孝祠, 小林義典 編, 顎関節症入門. 7-16, 医歯薬出版, 東京.
 - 27) Mongini F (1981) The importance of radiography in the diagnosis of TMJ dysfunctions. A comparative evaluation of transcranial radiographs and serial tomography. *J Prosthet Dent* **45** : 186-98.
 - 28) Rieder CE and Martinoff JT (1984) Comparison of the multiphasic dysfunction profile with lateral transcranial radiographs. *J Prosthet Dent* **52** : 572-80.
 - 29) 小倉 壽 (1984) X線断層撮影法による顎関節症の診断に関する研究 -顎関節隙の三次元的計測-. 歯放 **24** : 81-99.
 - 30) Weinberg LA (1984) Practical evaluation of the lateral temporomandibular joint radiograph. *J Prosthet Dent* **51** : 676-85.
 - 31) 河野正司 (1968) 下顎の矢状面内運動に対応する顎頭運動の研究 第1報 断層X線規格写真による観察. 補綴誌 **12** : 337-49.

- 32) 石川 忠, 小林義典 (1984) 顎関節部側方位 X 線規格写真による顎頭位の診断に関する臨床的研究. 歯学 **72** : 493-540.
- 33) Blaschke DD and Blaschke TJ (1981) A method for quantitatively determining temporomandibular joint bony relationships. J Dent Res **60** : 35-43.
- 34) Blaschke DD and Blaschke TJ (1981) Normal TMJ bony relationships in centric occlusion. J Dent Res **60** : 98-104.
- 35) 高橋和裕 (1985) 顎関節機能障害の診断学的研究 第三報 顎頭位の定量的 X 線診断. 東北大歯誌 **4** : 173-84.
- 36) Yamazaki M, Yugami K, Baba K and Ohyama T (2003) Effect of clenching level on mandibular displacement in Kennedy class II partially edentulous patients. Int J Prosthodont **16** : 183-8.
- 37) Igarashi Y, Yamashita S and Kuroiwa A (1999) Changes in interarch distance and condylar position related to loss of occlusal support for partially edentulous patients. A pilot study. Eur J Prosthodont Restor Dent **7** : 107-11.
- 38) Kozawa T, Igarashi Y and Yamashita S (2003) Posterior occlusal support and bite force influence on the mandibular position. Eur J Prosthodont Restor Dent **11** : 33-40.
- 39) Kirihara T, Yamashita S and Igarashi Y (2005) Mandibular displacement related to simulated loss of posterior occlusal support. Eur J Prosthodont Restor Dent **13** : 170-6.
- 40) 荒井眞喜 (1998) 咬合支持域と咬合力の変化がもたらす随意的クレンチング時の顎頭点偏位. 日大口腔科学 **24** : 125-32.
- 41) 若林則幸, 谷田部 優, 佐藤雅之, 中村和夫, 岡部良博, 藍 稔 (1997) 新たな部分床義歯製作を希望した患者の心理的傾向についての評価. 補綴誌 **41** : 106-11.
- 42) 岡本壯一郎, 鈴木秀典, 完山 学, 荒川 光, 園山 亘, 窪木拓男, 山下 敦 (1999) 欠損歯列を有する患者に対する QOL 評価質問票の信頼性・妥当性の検討. 補綴誌 **43** : 698-705.
- 43) 井手玲子, 筒井昭仁, 山本良子, 上野くみ子, 常岡正廣, 溝上哲也, 吉村健清 (2002) 口腔にかかわる QOL 評価の試み -Oral Health Impact Profile-49 日本語版の信頼性の検討-. 口腔衛生会誌 **52** : 36-42.