九州歯会誌34 (3) : 207~216, 1980.

— 綜 説 —

坪根式 T 型顔弓および MS 型咬合器の理論と臨床

第 1 部 理 論 編

九州歯科大学歯科補綴学第 1 講座 (主任: 豊田静夫教授)

豊 田 静 夫・三 宅 茂 樹・山 崎 純
清 水 稔 弘・古 橋 会 治

昭和55年 7 月25日受付

Theoretical and Clinical Aspects of the Tsubone's T Type Face Bow and MS Type Articulator

Part I Theory

Shizuo Toyoda, Shigeki Miyake, Atsushi Yamasaki,
Toshihiro Shimizu and Kaiji Furuhashi
First Department of Prosthetic Dentistry (Chief: Prof. Shizuo Toyoda)
Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan

It is impossible to make use of the living body for making prosthetic appliance. It is therefore ideal if the upper and lower jaw relation and the mandibular movements can be exactly reproduced mechanically. In the course of pursuing this objective, many articulators and face bows have been developed to date since Gariot introduced the first articulator of hinge action in 1805.

In 1949 at the college, ex-professor Tsubone devised his articulator aimed chiefly for making full dentures. This is a semi-adjustable articulator and features the forms of the condylar guide lane and of incisal guide path. Occlusal form which excels functionally of artificial teeth can be formed on the articulator.

With 30 years of its clinical applications, a number of improvements have been added by the department with Toyoda as leader and the modification has been presented as the Tsubone's T Type Face Bow and MS Type Articulator.

The main improvements are as follows:

1. Adjusting mechanism for inter-condylar distance has been added.
2. Screws for adjusting CO-CR have been added.
3. Immediate side shift can be adjusted.
4. With one face of the rotating cube at the incisal guide as a plane fossa, guide plates for dentulous patients can be made of self-curing resin.

5. Because of the orbital plane indicator mounted and the elevating screw mounted under the condylar posts, the hinge axis and the condylar shaft of the articulator are in exact agreement. This paper considers theoretically and in details the improvements made and also describes the importance of locknuts for condylar balls.

はじめに

近年の補綴学の進歩に伴い下顎運動の研究がめざましく進み、それと同時に咬合器の開発、改良が行なわれてきている。

咬合器は19世紀の半ばに、いわゆる顎路型咬合器が開発され、以後 Luce, Bennett, Walker らの研究をきっかけとして下顎、特に顎頭の運動がづきづきと明らかにされ、調節性咬合器の幕開けとなった。

さらに McCollum はヒンジ・アキシスの存在を発表して、これを下顎運動測定の原点とし、また Stallard, Stuart らとパントグラフ法を1929年に紹介するとともに全調節性咬合器ナソスコープの調節法をも紹介し(1934年)、ナソロジー学派の基礎を築いた。ここで下顎運動がある程度まとめられた。

ところが、全調節性咬合器は調節性が煩雑であり、しかも高価であることから半調節咬合器が一般に普及している。

坪根式咬合器は1949年に九州歯科大学名誉教授である坪根政治先生が考案して、総義歯用咬合器として紹介されてきたが、その後、当教室の豊田らにより幾多の改良が加えられ、このたび有歯顎用にも使用しやすいように応用範囲を広げた坪根式MS型咬合器が開発された。この使用方法については坪根式咬合器の初期のものから、最新のMS型のもので、何回も紙上発表してきたが¹⁻⁷⁾、これらをまとめる目的で今回、坪根式T型顔弓及びMS型咬合器の理論と実際について、有歯顎への応用法を中心に紹介する。

坪根式T型顔弓の構造と特徴

坪根式顔弓はイヤ・ロッド型トランスファー・ボウであり、前方基準点を右側鼻翼外側下縁点、後方固定点を外耳孔とするものである。咬合器上には耳孔突起と関節軸との関係が、日本人の平均的な外耳孔と顎頭点との関係と等しくなるように設定してあるので、この顔弓を用いて模型を付着すると咬合器の関節軸と平均的顎頭間軸が一致することになる。

坪根式T型顔弓の構造

坪根式T型顔弓は

顔弓弓部、クランプ

耳孔棒、ゴムひも用小突起

鼻耳道線設定用ゴムひも

顔弓用トレー、顔弓用咬合板

T-アタッチメント

眼窩下点指示桿

からなる(図1)。

図1 坪根式T型顔弓

1: 顔弓弓部	2: 鼻耳道線設定用ゴムひも
3: 顔弓用トレー	4: 顔弓用咬合板
5: T-アタッチメント	6: 眼窩下点指示桿

坪根式T型顔弓の特徴

顔弓弓部、クランプ

顔弓弓部は患者の顔面を水平に取り巻く金属棒からなり、3～4つのクランプがとりつけられている(図2)。

3～4つのクランプとは

顔弓用トレー、顔弓用咬合板

T-アタッチメント

眼窩下点指示桿

瞳孔線標示装置

を挿入固定するものである。

図2 顔弓弓部

1. 顔弓弓部	2. クランプ
3. 耳孔棒	4. ゴムひも用小突起
5. 耳孔棒固定ネジ	

耳孔棒、ゴムひも用小突起

耳孔棒は顔弓弓部の両側後端にある（図2）。耳孔棒の使用目的は

1. 耳孔棒の内端を患者の外耳孔に挿入して、弓部の後端を保持させること
2. 患者の外耳孔と関節頭との位置関係を坪根式咬合器の関節部に移すこと

である。

すなわち咬合器の関節部にある耳孔突起と関節軸との関係が患者の外耳孔と平均的顎頭点と同じ関係になるように設定してある。そこで咬合器の耳孔突起に顔弓の耳孔棒を挿入固定すると、患者の関節頭の位置を平均値で咬合器の関節球中心軸に自動的に移すことができる。したがって患者の外頬に関節軸の位置を点描する必要がない（図3）。

図3 咬合器と顔弓との関係

耳孔棒後部には鼻耳道線設定用ゴムひもをかける小突起がある。

鼻耳道線設定用ゴムひも

患者の外頬部に鼻耳道線（補綴学的平面）を設定するためのもので、その一端を顔弓後部にある耳孔棒の小突起にかけ、耳孔棒の下側を通す。次いで鼻翼外側下縁点を通して反対側の小突起にゴムひもの他端をかける。

顔弓用トレー、顔弓用咬合板

顔弓用トレーは印象用トレーに金属の支持棒を付着したものであり、無歯顎に用いる。有歯顎用としては顔弓用咬合板を用いる（図4）。

図4 顔弓用トレー（上）と顔弓用咬合板（下）

これらを使用すると、咬合床を用いなくても上顎模型を咬合器に付着することができる。

T-アタッチメント

T-アタッチメントは垂直棒と、これに直角に付着した水平棒とからなる（図5）。

図5 T-アタッチメント

1：垂直棒	2：水平棒

垂直桿：咬合器に顔弓を組み合わせたときに弓部を支えるもの。

水平桿：顔弓を患者に使用するとき、水平桿の先端を耳孔桿の上面に接触した状態で、鼻耳道線設定用ゴムひもと平行に調節し、咬合平面基準を得るためのもの。

通法に従って顔弓を調整して咬合器に組み合わせると、自動的に水平桿が咬合器の水平面と一致するように垂直桿の長さが決定してある。従って T-アタッチメントを使用することにより患者の咬合平面を咬合器上で水平に設定できる（図3）。

坪根式MS型咬合器

坪根式MS型咬合器は関節球間距離調節機構をもつコンダイラー・タイプの半調節性咬合器である。

坪根式MS型咬合器の構造

坪根式MS型咬合器の構造と各部の名称を図6に示す。

坪根式MS型咬合器の主な特徴

ひとの顎運動の決定要素は

(1) 左関節部	} 機械的要素
(2) 右関節部	
(3) 歯牙誘導	
(4) 神経筋調節機構—生理的要素	

が挙げられるが、咬合器においては1, 2に相当する関節球の指導形態と、3に相当する切歯指導板の形態とその指導角度が咬合小面の形態と上顎6前歯の切端の形（審美）を決定する。そこで主にこれらの特徴について説明する。

1. 耳孔突起と関節軸について

坪根式咬合器には耳孔突起と関節軸との関係が、日本人の外耳孔と平均的顎頭点との関係と等しくなるように設定されているので、外耳孔を後方固定点として利用する坪根式T型顔弓を使用すると、平均的顎頭点が咬合器

図6—1 坪根式MS型咬合器側面模式図と各部の名称

図6—2 坪根式 MS 型咬合器上面模式図と各部の名称

坪根式 MS 型咬合器各部の名称

1. 関節球
2. 関節球固定ネジ
3. 関節軸
4. 耳孔突起
5. 関節内輪
6. 関節球指導路
7. 関節内輪固定ネジ
8. 中心位、中心咬合位調整固定ネジ
9. 関節スプリング
10. 模型付着環
11. 模型付着環固定ネジ
12. 上下顎部
13. 切歯指導円錐(指導板)
14. 切歯指導板固定ネジ
15. 切歯指導釘
16. 切歯指導釘固定ネジ
17. 軸眼窩平面標示板
18. 軸眼窩平面標示板固定ネジ
19. 関節支柱
20. 関節支柱挙上ネジ(エレベーターリユース)
21. 正中規定ネジ
22. 正中規定装置
23. 正中規定装置固定ネジ
24. 上顎部ストッパー
25. 切歯指導円錐中心線
26. 切歯指導部調節間隙
27. 切歯指導部外枠
28. 関節軸固定ネジ
29. 関節部固定ネジ

上に設定できる(図3)。

2. 関節球指導路について

関節球指導路は中心咬合位を扇の要として外側に扇面状に展開した形の誘導面となっている。この誘導面にはベネット角が最大25°、そのときのフィッシャー角が約2.5°になるように設定されており(図7)、関節球はこ

図7 坪根式 MS 型咬合器の関節球指導路

の誘導面の範囲内を自由に滑走できる。したがって関節支柱を回転することなく矢状及び側方運動ができるので中間運動も可能である。

このために患者の矢状チェックバイト記録で顆路傾斜角を測定すると自動的に側方顆路に近似の誘導路が設定でき、逆に側方チェックバイト記録により矢状顆路に近似の誘導路が設定できる。

なお本教室では咀嚼運動と密接な関係のある側方チェックバイト記録による顆路測定法を行っている。

3. 関節球の誘導方法

a. 関節スプリング

関節スプリング(図8)は関節球を関節球指導路の中心位に保持する装置である。そこで咬合器に模型付着する際には左右側とも関節スプリングをかけておくと、中心位からずれが少い。

坪根式MS型咬合器には新しく正中規定装置も組み込んだが、関節スプリングとの併用で、中心位の前後的及び左右的ズレをほとんどなくすることができる。

偏心運動時には運動を近似的にかつスムーズに行なわせるため、両側とも関節スプリングをはずした方がよい。

b. 関節球固定ネジ

関節球固定ネジ(図8)は模型付着時、中心位にあるとき、矢状運動時には両側ともしめておく。こうすると上弓部の左右的ガタがなくなる。

側方運動時、関節球固定ネジは平衡側でしめ、作業側ではゆるめる。平衡側関節球が関節球指導路上で外上方

図8 坪根式咬合器の関節部

- 1: 関節内輪固定ネジ
- 2: 関節球固定ネジ
- 3: 関節スプリング
- 4: CO-CR 調節ネジ

図9 関節球固定ネジの必要性

上図：坪根式MS型咬合器には関節球固定ネジが装備されている。この固定ネジを締めると、関節軸に対し関節球の位置が固定される。そこで側方運動時に平衡側の関節球固定ネジを締めておくと、平衡側関節球は B_0-B_1 へと動くが、関節軸と関節球が固定されているので $a=b$ となり、上弓部も平衡側へ引かれ $U-U'$ となって生体と近似の運動をする。この時関節軸の長さは当然長くならねばならないので、作業側の関節球固定ネジはゆるめておく。そうすると関節軸がぬけ出てきてこの長さを補償することになる。

下図：関節球固定ネジが装着されていない咬合器では、作業側でも平衡側でも関節軸がぬけ出して必ずしも $a=b$ とはならず、平衡側関節球が側方軌道を通ったとしても、上弓部の運動はこれに連動せず、作業側関節球を中心にした回転運動がおり、生体と異った運動をする。

へ誘導されるとき、関節球を外上方へ正確に運動させるために平衡側ではしめる必要がある。このとき平衡側関節球の運動を円滑にするために関節軸が作業側でぬけて関節軸の長さが長くなり、模型全体が平衡側へ移動し、生体の側方運動と同様な運動が再現できなければならない。そこで作業側の関節球固定ネジはゆるめておかねばならない(図9)。

側方チェックバイト記録により顎路傾斜角を測定するときも、同様の理由により平衡側の関節球固定ネジはしめ、作業側はゆるめておく。

4. 関節球間距離調節機構

a. 中心位における関節球間距離調節機構の必要性

中心位における関節球の位置が前方運動及び側方運動の基点となるので、生体の顎頭間軸と咬合器の関節軸の方向、さらに顎頭間距離と関節球間距離とを一致させるためにこの機構は必要である(図10)。

図10 中心位における関節球間距離調節機構の必要性を示した模式図

○—○は生体の顎頭間軸であるが、これを関節球間距離が一定のタイプの咬合器にトランスファーすると(ほとんどの場合エクステンションロッドを使用)●…●の関節軸が再現され、生体と咬合器の軸間距離と方向が異なる。坪根式MS型咬合器は関節球間距離調節機構を有しているため、生体の顎頭間軸と咬合器の関節球間軸の長さや方向を一致させることができる。

b. 側方運動時の作業側運動を近似的に再現するための関節球間距離調節機構

側方運動時に平衡側顎頭は前下内方へ移動することはよく知られているが、作業側はその運動範囲が狭く、しかも定型的な運動をしないため、咬合器での再現は困難である。

作業側顆頭の運動は、図11に示すように頂角 60° 、高さ 3 mm の円錐体内を動くといわれている。前述のように平衡側顆頭は前下内方へ動くので、これを坪根式MS型咬合器の関節部に移してみると図12のようである。ここで平衡側の運動が $B_0 \rightarrow B$ に移動して、3方向 (W_1 , W_2 , W_3) へ作業側顆頭が移動したとしてみよう。

作業側顆頭が $W_0 \rightarrow W_1$ のときは図13のように明らかに内方に関節部を移動させればよい。図14のように $W_0 \rightarrow W_2$ のときは、関節部は W_2 の位置まで移動することが不可能であるので B_2 と W_2 を結ぶ線と蝶番軸との交点である W_I まで関節部を移動させると、機能的な作業側関節球の位置を求めることができる。

図15のように $W_0 \rightarrow W_3$ のときは同様にして W'_{II} の位置に機能的な位置を求めることができる。

以上のような関節部の移動操作により、かなり正確な顎運動を再現することができる。

図11 顆頭間距離調節機構の原理1.

生体では平衡側顆頭の運動方向は前下内方が原則である。作業側顆頭には定型的な運動方向がなく、頂角 60° で、高さ 3 mm の円錐体内を動くといわれている。

図12 顆頭間距離調節機構の原理2.

図7の運動野を坪根式咬合器に移すとこのようになる。坪根式咬合器は、コンダイラータイプの咬合器であるので、坪根式咬合器上での関節球の運動の上面観は上図のようになる。

図13 顆頭間距離調節機構の原理3.

作業側の運動が $W_0 \rightarrow W_1$ のときは作業側関節球は内方に入ればよい。

図14 顆頭間距離調節機構の原理4.

作業側の運動が $W_0 \rightarrow W_2$ のときは、咬合器の関節球は中心位より前方に移動できないために、機能的な作業側関節球の位置を求める必要がある。

すなわち作業側の実際上の運動位置 W_2 を機能的に再現するためには、平衡側関節球の位置 B_2 と W_2 を結ぶ直線が咬合器の蝶番軸 ($W_0 - B_0$) と交差する点 W_I に作業側関節球を移動させればよい。

図15 顆頭間距離調節機構の原理5.

作業側関節球が $W_0 \rightarrow W_3$ のときは原理4と同様な考えで W_{II} に機能的な位置を設定することができる。

しかしこのときは作業側関節球を後方 (W'_{II}) に移動させて、コンダイラー前壁との間に隙間をあければよいので、作業側関節球を外側に移動させる必要はない。

5. 切歯指導部

1) 切歯指導部の構造

a. 切歯指導板

10°, 20°, 30° の傾斜面をもつ3つの円錐窩と、1つの平面窩からなる回転自在なサイコロ型の立方体である。

側面には+5°あるいは-5°の傾斜を示す線が刻印されており、これを適当に調整することにより、円錐窩正中部の切歯路傾斜角を+5°あるいは-5°だけ調節できる(図16-1, 2)。

b. 切歯指導部外わく

切歯指導部外わくと切歯指導板との間に調節間隙がある。これは咬合高径を咬合器上で変化させても、切歯指導板が前後に動くことで切歯指導釘を切歯指導板の円錐窩の中央に一致させるためのものである(図16-3)。

2) 切歯指導板の利点

a. 円錐窩(無歯顎用)

i) 機能から

臼歯部の咀嚼能率の点から考えると、曲面(円錐斜面)に咬頭斜面を形成すると上下歯牙は面と線の接触が得られ、切削、破砕などの機能が增加して混睡作用が容易になる。

ii) 審美から

上顎6前歯の舌側面の形態は、ほぼ円形に近い形が考えられている。そこで切歯指導板を円錐窩にすると前歯

図16-1 切歯指導板側面に刻まれている+5°の標示線が外わくの上面と一致するまで前方に傾けた状態。

この操作で矢状切歯路の傾斜面がより急傾斜となる。

図16-2 切歯指導板側面に刻まれている-5°の標示線が外わくの上面と一致するまで後方に傾けた状態。

この操作で矢状切歯路の傾斜面が緩傾斜となる。

図16-3 切歯指導部

切歯指導板と外わくとの間にスキマがある。

部は円形歯列弓が得られ、審美的に有利である。

b. 平面窩(有歯顎用)

有歯顎には平面窩を用いるが、平面窩に練和した即重レジン(オストロンなど)を築盛し、歯牙の誘導にそってレジン・フォッサを自作すると、これで歯牙誘導路を代用でき、誘導歯牙を破折することなく操作ができる。

平面窩は金属性であるので、即重レジンを築盛する前にワセリンをぬっておくと簡単に着脱でき、患者によって取り換えられる。

6. その他の特徴

- a. エレベイティング・スクリューが設置されたため
トランスファーボウと咬合器の組み合わせが容易である。
- b. CO-CR 調節機構がある（図8）。
- c. イミーディエイト・サイド・シフトが再現できる
（図17）。
- d. 正中規定装置を設置したため中心位の再現が容易
で、ずれが少い（図18）。
- e. 上顎部ストッパーがある（図19）。

7. 付属部品

- a. キャスト・サポート（図20）
- b. 上下弓固定装置（図21）
- c. 平均値模型付着板（図22）
- d. 瞳孔線標示装置（図23, 24）
- e. 咬合平面標示板（図25）

図17 イミーディエイト・サイド・シフト調節法

平衡側の関節軸固定ネジおよび関節球固定ネジをゆるめて関節軸を内方に押し、平衡側関節球と関節軸との間に、イミーディエイト・サイド・シフトの量だけスキマを開ける。その後関節軸固定ネジをしめる。

図18 正中規定装置

図19 上顎部ストッパー

この装置で上弓部の開口度が制限され、しかも咬合器を開けた状態でも咬合器は安定している。

図20 キャスト・サポート

図21 上下弓固定装置

図22 平均値模型付着板

図24 正規瞳孔線標示装置を装着したところ

図23 正視瞳孔線標示装置

図25 咬合平面標示板

参 考 文 献

- 1) 坪根政治：坪根式調節咬合器の使用法，臨床技術講座 補綴編，医歯薬出版，東京，1968，1～15.
- 2) 豊田静夫：坪根式 Type III 咬合器および顔弓の構造上の特徴について，補綴臨床 2：94～99，1969.
- 3) 豊田静夫：坪根式咬合器のあゆみ(会)，九州歯会誌 28：5～6，1974.
- 4) 豊田静夫：私の教室の咬合器，日本歯科評論 398：95～98，1976.
- 5) 坪根政治・豊田静夫：総義歯臨床形態学，医歯薬出版，東京，1978，221～262.
- 6) 内田康也・久保田晴一・他：Crown, Bridge 作製に応用できる坪根式咬合器 MS 型について，九州歯会誌 32：101～107，1978.
- 7) 豊田静夫・三宅茂樹・他：チェックバイト法により測定した顎路傾斜角について，第2報 正常有歯顎者について，九州歯会誌 33：125～132，1979.