原著論文

維持歯と維持装置の連結強度

第1報 各種クラスプの連結強度について

五十嵐順正 河田 守弘

朝見 光宏 芝 燁彦

The Connecting Rigidity between Abutment teeth and Retainers in R.P.D.'s

Part 1. The Connecting Rigidity in various Clasp Retainers

Yoshimasa Igarashi, Morihiro Kawata,
Mitsuhiro Asami and Akihiko Shiba

Abstract : The prerequisite to enhance the function of the free-end saddle R.P.D. is to diminish the denture dynamics in mastication. The authors have already reported the evaluating methods of the denture dynamics in the free-end R.P.D.'s with various retainers.

In the previous reports, the denture dynamics were mainly affected by the retainers used; the more rigidity the retainers were connected to the abutment teeth, the less the denture dynamics were obtained. What is the key to diminish the denture dynamics? and what is the main characteristics of the cone-crown-telescope, which was revealed to have the least dynamics among the various retainers?

So, we have conducted a study on the connecting rigidity which may seem to be the main characteristics of the cone-crown-telescope on the bench model assembly.

Following results were obtained :

1. The greatest value of the connecting rigidity was obtained in the cone-crown-telescope, then followed the R.P.P.I., the R.P.I. by Kratochvil, the R.P.I. by Krol, to the R.P.I. and the Aker's clasp without the guiding function in sequence.

2. It was clearly indicated that the guiding surface/guiding plate parallelism between the abutment teeth and the retainers played the most important role in obtaining the connecting rigidity in the clasp designed R.P.D.'s.

3. An ordinary refractory model method for obtaining the guiding/surface guiding plate function revealed to fail the genuine connecting rigidity matching for the one in the cone-crown-telescope.

Key words : connecting rigidity, denture dynamics

I. 緒 言

義歯の動揺を可及的に抑制することは人工歯列による咬合の回復, 維持歯および欠損部顎堤の保護に関し重要な要件である。これには, 有床部の適合性, 維持, 支台装置の質などが影響していると考えられる。

義歯の動揺に関しわれわれはすでに本学会で報告を行っているが, 維持歯と有床部の連結強度に優れた Konuskroner のような維持装置が ① 義歯の動揺の抑制, ② 咬合力の発生, ③ 維持歯への負荷の発生等からみて最も補綴効果の高い維持装置であると考えられ, このような Konuskroner の特徴を検討してみると, 維持装置の連結強度の向上が義歯の動揺を抑制する上で効果のあることが示唆された^{1,2)}。

臨床では部分床義歯の維持装置の大半はクラスプであることから, これらクラスプ義歯において義歯の動揺の抑制を目標として, Konuskroner のような効果を具備させるにはどのような設計が考えられるであろうか。維持装置の安定要素としては支持 (Support), 把持 (Bracing), 維持 (Retention) の3者が考えられるが Konuskroner 等の維持装置ではこれらの内, 支持, 把持要素が強力であることが大きな特徴であると考えられる。しかし, 現今のクラスプの設計を省みると支持要素についてはレストの存在により十分付与されているが, 把持要素は単純なクラスプの設計では十分付与されているとはいえない。そこでこの把持要素を可及的に付与する試みとして, 維持歯に形成するガイド面 (guiding surface) と義歯維持装置側のガイドプレート (guiding plate) の接触関係を種々に与えたクラスプ維持装置について, その連結強度を検討することとした。従来, guiding surface/plate の接触関係についてはその機能として, ① 義歯の着脱方向の規制, ② 維持力発現時の負荷発生の抑制効果等が考えられていたが, さらに連結強度の向上に寄与する効果が存在することが予想された³⁾。

そこで本研究ではこの連結強度を解析するため, 各種クラスプ維持装置の荷重時の運動性について, まず各種クラスプ単独の片側性の設計について測定を行い, ついで両側性のメタルフレームについての測定を行った。

II. 材料および方法

各種クラスプ維持装置と維持歯との連結強度を以下のように検討した。

1. 測定対象

クラスプ維持装置としては以下の各種クラスプを対象とし, 初めに片側性, ついで両側性の設計の場合を検討した。

1) 片側性の設計の場合

維持装置を設定する維持歯として抜去歯より典型的な形態を選び, 5) 形態の金属歯を K メタルにて複数個以下の各クラスプ維持装置の設計に合わせて調製した。同金属歯々根部は単純な形態とし, アクリル板で製作した測定台上に金属鞘を介し固定かつ着脱可能とした。この状態を原型とし通法によるアルジネート複印象, サニメント D (三金) による耐火模型ごと埋没法にて type III 合金を使用し, 以下のクラスプ維持装置を各5個ずつ製作した。なおクラスプの原型としては G 社製クラスプパターン No. 4 を用いた。以下のエーカースクラスプにおいては母模型上に切痕を入れ鉤腕の走行位置を規定し, また頬舌側のコアをあらかじめ採得し, 体部の寸法を一定とした。I バー各種については鉤尖部は先のパターン No. 4 を用い, その走行, また小連結子, 大連結子, 遠心ガイドプレートの製作については頬舌側コアを用い一定寸法に調製した。

(1) エーカースクラスプ: 遠心レストより近心へ向け鉤腕が走行する。原法に従い, 両側性の把持, 維持を付与し, アンダーカット量は 0.25 mm とした。維持歯遠心のガイド面と維持装置のガイドプレートの設定はない。

(2) R.P.I. タイプクラスプ: 近心レスト, 遠心ガイドプレート, 頬側 I バークラスプを有す。しかし, 維持歯の遠心ガイド面の形成はされていない。

(3) R.P.I. クラスプ (Krol 型): Krol の原法に従った R.P.I. 維持装置で遠心に維持歯ガイド面, 維持装置ガイドプレートの接触関係を歯冠側 1/3 の幅で有する。physiologic relief を行った。

(4) R.P.I. クラスプ (Kratochvil 型): Kratochvil に従った R.P.I. 維持装置で遠心のガイド面, ガイドプレートの接触関係を歯頸部を除き, 全面的に付与した。Physiologic relief を行った。

(5) R.P.P.I. クラスプ: これは Kratochvil の原法における physiologic relief 処置を全く行わず, しかも近心レストに至る小連結子の立ち上がり部分に遠心ガイド面, ガイドプレートと同一の平行面を設定し遠心に平行関係が存在するもので著者により R.P.P.I. (Rest, bi-Proximal Plate, I bar) と名づけられている⁴⁾。

(6) Konuskroner: 通法による Konuskroner である。

2) 両側性の設計の場合

患者 1 名 (65 歳 男性) の下顎両側性遊離端欠損 (76|67 欠損) より模型を加熱重合レジンにて調製し、5|5 は金属歯とし、その上に近遠心面に明確なレスト、平行なガイド面を有する形態の全部冠を type III 金合金で調製した。この状態を原型とし通法に従い、Co-Cr ワンピースキャスト法による R.P.P.I. 義歯フレームを製作した。片側性の場合と同様に、R.P.P.I.→Kratochvil 型 R.P.I.→Krol 型 R.P.I. という順にメタルフレーム内面の近遠心ガイドプレートを削合し各型を再現した。また Konuskrona の状態を再現するには、Krol 型の R.P.I. と維持歯の全部冠をシアノアクリレート接着剤と即時重合レジンを用い強固に結合し、Konuskrona とした。したがって同一のワンピースキャストメタルフレームにおいて、

- (1) R.P.P.I.
- (2) R.P.I. (Kratochvil 型)
- (3) R.P.I. (Krol 型)

図 1 3次元テーブル上に測定模型を設置し、被験維持装置を装着する。維持装置の脚部、および近心部（レスト部）に変位計を設置し、荷重計にて荷重時の変位を測定した。片側性の設計の場合

図 2 測定系模式図、近心、遠心の変位計、荷重計とも電氣的出力を有し、同時記録した

(4) Konuskrona

の 4 つの維持装置を測定対象とした。

2. 測定方法

1) 連結強度の規定

維持、支台装置の「連結強度」とは維持歯上に設定した維持装置が咬合圧下で所定の位置から変位する程度を示し、これが大なる場合は連結の強さは小さく、変位が小なる場合は連結の強さは大きいといえる。そこで、本実験においては各種維持装置が維持歯上の所定の位置に設定された状態において維持装置の脚部に荷重を加え、維持装置の近心部（レスト部）と遠心部（脚部）の 2 カ所の変位を測定し、連結強度の大小を論じることとした。片側性の設計については、維持歯と維持装置の連結強度は歯軸に対し各維持装置の脚部に、まず垂直的に試験荷重を加えた際のクラスプレスト部（Konuskrona においては外冠中央部）および脚部の垂直的変位性とした。また水平的には、脚部遠心端に水平的に試験荷重を加えた際の脚部近心端および遠心端の水平的変位性とした。両側性の設計については維持歯弓について前記と同様の測定法により垂直方向の測定、およびフレーム遠心に小型の加速度センサーを設置し、試験荷重時のフレームの運動性を同時記録した。この場合、脚部の変位に伴う運動性が大きければ加速度センサーにより感知される加速度の発生も大きく、したがって連結強度は小さいこととなる。

2) 測定機器

変位の測定には歪ゲージ式変位変換器（日電三栄 9E08-D1-10）を 2 個測定部位に定位した。加速度の測定には歪ゲージ式センサー（Kulite GY125-5G）を用い

図 3 両側性の設計の場合、アクリル模型上にメタルフレームを設定し、維持装置の遠心部、および近心部（レスト部）に変位計を設置、さらに変位時の加速度の発生を記録するためフレーム中に加速度計を設定した

表 1 片側性の設計で垂直荷重を試験荷重とした場合の各維持装置の変位量

維持装置	垂 直 荷 重		
	荷重 (g 重)	脚の変位 (μm)	レストの変位 (μm)
エーカースクラスプ (GPなし)	145 $\pm$ 10	5,600 $\pm$ 183	-360 $\pm$ 52
R. P. I. タイプクラスプ	199 $\pm$ 11	4,845 $\pm$ 55	-375 $\pm$ 40
R. P. I. (Krol型)	259 $\pm$ 12	4,950 $\pm$ 93	-156 $\pm$ 5
R. P. I. (Kratochvil型)	915 $\pm$ 24	4,375 $\pm$ 0	105 $\pm$ 10
R. P. P. I.	895 $\pm$ 29	3,175 $\pm$ 0	-95 $\pm$ 29
Konuskronne	955 $\pm$ 56	670 $\pm$ 33	110 $\pm$ 25
沈下方向：+			

表 2 片側性の設計で水平荷重を試験荷重とした場合の各維持装置の変位量

維持装置	水 平 荷 重		
	荷重 (g 重)	遠心端の変位 (μm)	近心端の変位 (μm)
エーカースクラスプ (GPなし)	250 $\pm$ 44	5,485 $\pm$ 93	4,730 $\pm$ 378
R. P. I. タイプクラスプ	832 $\pm$ 18	6,358 $\pm$ 123	4,768 $\pm$ 263
R. P. I. (Krol型)	555 $\pm$ 56	3,900 $\pm$ 255	2,225 $\pm$ 93
R. P. I. (Kratochvil型)	850 $\pm$ 20	2,125 $\pm$ 113	1,800 $\pm$ 60
R. P. P. I.	985 $\pm$ 20	3,300 $\pm$ 60	1,600 $\pm$ 93
Konuskronne	1,000 $\pm$ 0	250 $\pm$ 0	125 $\pm$ 0

OH $\times$ からの維持装置の運動に伴う加速度を測定した。測定は動歪アンプ（日電三栄 6M62, TEAC SA54）を使用しペンレコーダ（日電三栄 8S）および X-Y レコーダ（Graphtec WX4421）に記録した。試験荷重には電子的荷重計を用い変位、加速度と共に同時記録した。

3) 測定器の設定、測定手順

被測定模型を3次元テーブル（共和理研製マニピュレーター K116M）上に固定し同テーブルをベースのアクリル製台に固定した。アクリル台の一端よりフレキシブルジョイントを介し、2つの変位計の測定部を所望の位置へ設定可能とした（図1～3）。以上の測定系に各種クラスプを設定し、これらの脚部に試験荷重を行った。荷重は約1kgまでとしたが、その荷重に至る以前に維持装置が維持歯から離脱した場合は離脱時の変位量を測定値とした。測定は各維持装置につき20回ずつ行い結果を記録した。

III. 結 果

1. 片側性の設計の場合

1) 垂直方向の変位

各種クラスプ維持装置、脚部の変位量は荷重量に従っ

図 4 片側性の設計で、垂直荷重に対する結果

て変化した。各種維持装置により変位量は異なり脚部の変位は最大のものから、エーカースクラスプ→R.P.I. タイプクラスプ→Krol 型 R.P.I. クラスプ→Kratochvil 型 R.P.I. クラスプ→R.P.P.I. クラスプ→Konuskronne が最小であった。レスト部の変位も大略、脚部と同様の傾向を示し最大がエーカースクラスプ、最小が R.P.P.I. クラスプであった。各維持装置の変位の値を表1と図4に示した。

2) 水平方向の変化

脚部遠心端の変位は最大のものから R.P.I. タイプク

表 3 両側性の設計における各維持装置の変位量

	垂直荷重 (g 重)	脚の変位 (μm)	レストの変位 (μm)	加速度 (G)
R. P. I. (Krol型)	$1,081 \pm 64$	$1,478 \pm 30$	126 ± 8	0.13 ± 0.01
R. P. I. (Kratochvil型)	$1,125 \pm 46$	$1,181 \pm 49$	54 ± 5	0.08 ± 0.01
R. P. P. I.	$1,078 \pm 22$	899 ± 50	28 ± 2	0.08 ± 0.01
Konuskrone	$1,169 \pm 66$	116 ± 5	31 ± 5	0.01 ± 0

図 5 片側性の設計で、水平荷重に対する結果

図 7 両側性の設計で、Krol 型 R.P.I. の場合の試験荷重量と維持装置の変位量の関係

図 6 両側性の設計で、垂直荷重に対する結果

ラスプ→エーカースラスプ→Krol 型 R.P.I. クラスプ→R.P.P.I.→Kratochvil 型 R.P.I.→Konuskrone が最小であった。脚部近心端の変位は最大のものから R.P.I. タイプクラスプ→エーカースラスプ→Krol 型 R.P.I. クラスプ→Kratochvil 型 R.P.I. クラスプ→R.P.P.I. クラスプ→Konuskrone が最小であった。各維持装置の変位の値を表 2 と図 5 に示した。

2. 両側性の設計の場合

メタルフレームの脚部、レスト部ともに変位量は最大のものから Krol 型 R.P.I. クラスプ→Kratochvil 型 R.P.I. クラスプ→R.P.P.I. クラスプ→Konuskrone が最

小であった。各維持装置の変位および脚部の変位に伴う運動性の大小を示す加速度の値を表 3 と図 6 に示した。また荷重量と変位量の変化の様相を図 7～10 に示した。

IV. 考 察

1. 実験方法について

維持歯と維持装置の連結の強さを、維持歯上の維持装置の変位性によって規定した。すなわち、維持装置の脚部に荷重が加わった際に維持装置が維持歯上の所定の位置から変位していく程度により、変位が大なる場合は連結強度が小さく、逆に変位が小さい場合は連結強度が大きいといえよう。以上はすでに臨床的な報告により示唆されているところであるが^{1,2)}、本実験系においては維持歯と維持装置の器械的な連結状態を純粹に評価するため、一般にシュミレーション実験において付与される疑似歯根膜等の生体等価要素は全く不用であると考え、設定しなかった。このため荷重条件下で出現する維持装置の変位性は主に維持歯上の維持装置が緩み、離脱していく過程において生じるものであり、連結の強さを表現するには適切であろうかと考えた。

2. 結果について

維持歯に種々な程度のガイド面を形成し、これらに各種のクラスプを設定し、それらの連結強度を維持装置の

図 8 両側性の設計で, Kratochvil 型 R.P.I. の場合の試験荷重と維持装置の変位量の関係

図 9 両側性の設計で, R.P.P.I. の場合の試験荷重と維持装置の変位量の関係

変位性と変位に伴う加速度の発生量で評価したところ、連結強度最大のものは Konuskronne であり以下、R.P.P.I. クラスプ、Kratochvil 型 R.P.I. クラスプ、Krol 型 R.P.I. クラスプの順で最小群は R.P.I. タイプクラスプとエーカースクラスプであった。これらの傾向は、片側性の設計の場合も両側性の設計の場合も認められた。連結強度最大の Konuskronne では内外冠の適合時に維持力が発現されると同時に強い支持力、そして強い把持力が生じる結果、脚部等の変位はほとんど脚部金属の弾性変形、および固定部の変形に伴う変位の範囲に留まっていることが示されたと考えられる。種々の R.P.I. 維持装置の間の差違は、平行接触関係を保っているガイド面とガイドプレートの部位数、接触面の大きさ、接触強さの差違であると考えられる。すなわち、近心レスト以外の前処置を行っておらず、ガイドプレートはあるがガイド面を欠く R.P.I. タイプクラスプおよび同様に遠心レストのみでガイド面、ガイドプレートを欠くエーカースクラスプではともに大きな回転変位を呈することが示された。ガイド面とガイドプレートの接触の程度は Krol 型→Kratochvil 型→R.P.P.I. と次第に強くなり、これに従って維持装置の変位性は小さくなり、すなわち維持歯と維持装置との連結強度が大きくなっていくことに注目する必要がある。これは回転変位に抵抗するような近遠心のガイド面、ガイドプレートの設定のいかんにより維持装置の変位性が大きく影響を受けることが示されたものといえよう。つまり、維持装置は単に維持力が強大であればその連結強度が向上するものではなく、維持装置の回転変位に大きく影響を及ぼすガイド面、ガイドプレートの設定のような把持要素の付与が連結強度の向上に寄与するものといえよう。

図 10 両側性の設計で, Konuskronne の場合の試験荷重と維持装置の変位量の関係

3. 義歯の動揺との関係について

維持歯と維持装置の連結強度は、クラスプ維持装置において維持歯の近遠心部にガイド面と、ガイドプレートの平行接触関係を設定することに大きく依存することが明らかとされたが、従来より臨床的に連結強度に優れているとみなされてきたテレスコープ系維持装置、およびある種のアタッチメントを維持装置とする遊離端義歯の設計においては、義歯床の機能時の動揺が著しく小さいことがその特徴であるといわれてきた⁵⁾。Körber は義歯設計の指針として維持歯と維持装置の連結強度 (Kopferungsgrad) を得ることが義歯設計の第一要件であるとし、種々のクラスプ、アタッチメント、Konuskronne 等のテレスコープ維持装置を検討した結果 Konuskronne が種々な点からみて最も合理的な維持装置であるとしており、通常のクラスプ維持装置では「中程度」の連結強度が得られるに過ぎないとしている⁶⁾。

連結強度が義歯の機能に及ぼす影響について、著者らは2つの側面よりこれを検討している。第1に義歯自体の動揺についてである。義歯の動揺特に遊離端義歯の動揺は、義歯と維持歯の連結の程度により明らかに変化することをすでに報告した。これは両側性の遊離端義歯の維持装置としてレストなしのワイヤークラスプ、エーカ

ークラスプ, Konuskroner の 3 者を交換装着し, この時の義歯床の動揺を垂直的, 水平的に分解し, 測定したものである。これによると義歯床の機能時の動揺は, 床下粘膜との適合性が一定であっても, 維持装置の選択により大きく影響されワイヤークラスプで最大, ついでエーカースクラスプ, 最小は Konuskroner を適用した場合であった²⁾。同様の結果はすでに Körber (1970) により, 遊離端義歯の床側方移動量について示されているが, 維持歯と維持装置間の連結強度が大きい装置ほど義歯床の動揺が小さいことが示されている⁷⁾。第 2 に義歯により, 回復される咬合接触の安定性の面からの検討を行っている。これは義歯床の動揺が小さく抑制されるほど床人工歯列の変位性も小さくなるという想定にたって, 咬合接触の総体を示す, 下顎支持域の測定を行ったものである。すなわち, 下顎両側性遊離端義歯において維持装置を連結程度の異なると考えられる Krol 型 R.P.I., Kratochvil 型 R.P.I. そして著者が提唱した, R.P.P.I., さらに Konuskroner というように順次変換した際に, 咬頭嵌合位から噛みしめを被験者に行わせ, この時の下顎支持域の回復の状況を両臼歯部, 前歯部の顎間距離の変化として測定した。その結果, 下顎支持域の回復程度は Krol 型, Kratochvil 型, R.P.P.I., Konuskroner の順に良好となり, 義歯人工歯による咬合の回復が維持装置の連結程度のより強大な物で的確に回復されることを明らかにした⁴⁾。

以上のように義歯床の動揺の抑制, 義歯人工歯列による咬合の回復という点からみて, 維持装置の連結強度はより大きな方が望ましいと考えられ, これはクラスプ義歯においては, ガイド面とガイドプレートの付与による平行接触関係を設計に導入することで実現可能となると考えられる。しかし, 維持歯と維持装置の連結が強大であるということは, 一方では維持歯に大きな負荷が生じる危険性が常に存在しているということであり, この点についての考察は軽視できない。これについて, 佐久間らは維持歯と維持装置の連結に平行接触関係を導入すると, 義歯床の回転傾斜度が小さくなること, しかし, 維持歯の負荷の増大が同時に問題となるとの見解を模型実験において報告している⁸⁾。臨床においては, 両側性遊離端義歯の維持装置に連結強度の大きな Konuskroner を用いたテレスコープ義歯の設計を行うことが近年多くなり, スタンダードな設計の 1 つとなっていることは広く知られるところである⁹⁾。問題となる維持歯の負荷については, 経過観察の上からも, 実験的観察からも, さらに義歯の動揺との関連からも著者によってその安全性

が確認されており, 臨床的な条件さえ満たされれば, Konuskroner のような連結強度の大きい維持装置の選択は許容されることが示されている¹⁰⁾。臨床で広く使用されているクラスプ維持装置に, Konuskroner の特質を具備させる可能性について先に示したが, ここで提示した改良型 R.P.I.; R.P.P.I. では Konuskroner の連結強度に他のクラスプ維持装置よりは近いものの, 依然かなりの差が示された。これは通法の模型ごと埋没法による製作に問題があると思われ, 今後これを改良し, さらに連結強度に優れたクラスプ維持装置の製作技法を確立しなければならない。

V. 結 論

遊離端義歯の維持装置として, 各種クラスプおよび Konuskroner を対象にこれらにおける維持歯と, 維持装置間の連結強度を測定したところ以下の結果を得た。

1. 連結強度最大のものは Konuskroner, 以下, R.P.P.I., Kratochvil 型 R.P.I., Krol 型 R.P.I., 最小は R.P.I. タイプクラスプとエーカースクラスプであった。
2. クラスプ義歯において連結強度を得るには, 維持歯と維持装置間の guiding surface/guiding plate の平行接触関係が重要であることが示された。
3. 通法による guiding surface/guiding plate の製作法では, Konuskroner に匹敵する連結強度の得られないことが示された。

本研究の要旨は第 81 回日本補綴歯科学会学術大会において発表した (1989 年 5 月, 長野)。

本研究の一部は文部省科学研究費 No. 62570881 によった。

文 献

- 1) 五十嵐順正: 部分床義歯の動揺解析 第 1 報 遊離端義歯の動揺とその定量化について, 補綴誌, 33: 369~375, 1989.
- 2) 五十嵐順正, 河田守弘, 朝見光宏ほか: 部分床義歯の動揺解析 第 2 報 義歯の動揺に及ぼす維持装置の影響, 補綴誌, 34: 128~135, 1990.
- 3) Stratton, R.J. and Wiebelt, F.J.: An Atlas of Removable Partial Denture Design, Quintessence, Chicago, 1989.
- 4) 五十嵐順正, 朝見光宏, 河田守弘ほか: 欠損歯列における下顎「支持域」の回復 (第 7 報) クラスプ義歯における前処置と設計の影響について, 昭和誌, 9: 297~306, 1989.
- 5) Singer, F. and Schön, F.: Die partielle Prothese, Quin-

- tessenz, Berlin, 1964.
- 6) Körber, K.H. and Heners, M. : Grundlagen der starr am Restgebiß abgestützten, partiellen Prothesen-Richtlinien für den Entwurf, Zahnärztl Welt Reform, 82 : 558~565, 1973.
- 7) Körber, K.H. : Prothesenkonstruktion und Pfeilerparodont-Elektronische Untersuchungen, Dtsch zahnärztl Z, 25 : 826~829, 1970.
- 8) 佐久間重雄 : 遊離端義歯における維持装置の軸面設定条件が支台歯の回転力負担に及ぼす影響に関する実験的研究, 歯科学報, 79 : 2241~2270, 1979.
- 9) 金子一芳 : 私の臨床ファイル, パーシャルデンチャーの100症例, 26~268, 医歯薬出版, 東京, 1987.
- 10) 五十嵐順正, 藍 稔 : 支台歯に強く支持を求めた遊離端義歯 第1報 支台歯の負荷の状態について, 補綴誌, 26 : 1014~1020, 1982.