

CLINICAL Impressions[®]

アップデート版 No.8

ORMCO

Tループ付リバーカーブTMA
ローフリクション/カラーTMA

TMA



Dr. Bagden

いろいろな弾性の材料が 使える時代の空隙閉鎖

*この論文は米国オームコ社のClinical Impressions 1997 No.4に掲載されたものです。

by M. Alan Bagden, D.M.D.
Springfield, Virginia



「物事が変われば変わるほど、本質は変わらないものだ。」という決まり文句があります。確かに矯正歯科においても同様でしょう。私達があることに革命を起こしたと信じたとしても、それは以前からあったことを修正したり改良したりしただけなのです。同様のことが空隙閉鎖の方法についても言えます。

我々の仕事において、空隙の管理は基本中の基本です。簡単に言うと、歯牙を整列させるために、我々は先ず歯牙がすべて納まるように十分な空隙を作り、整列が終了してから残った空隙を閉じています。我々と同様に、矯正歯科の先駆者達がこの問題と格闘してきたことは容易に想像できることと思います。ただ違うことは、今日我々には、テクニック、金属、力、望ましい副作用など、より多くの選択肢があるということです。しかしながら、すべてのことを考慮に入れると、Tループ付リバースカーブTMAは入手し得る中でもっとも汎用性と多様性のあるアーチワイヤーである

と言えます。このワイヤーの使用法、限界、適用法、予想される動きを理解することで、どの臨床家にとってもその価値を増すことができます。なぜならば、このワイヤー1本で時間と力を非常に効率的に利用することができるからです。

歴史

Tループ付TMAアーチワイヤーの系図をたどってみると、その源は70年代中頃に人気のあったブローサード・ツーフォース・テクニックに深く根づいていることが解ります。なぜならば、この原理を説明する記述にコンビネーション・ループ・アーチワイヤー（CLA）の記載があるからです（図1）。この著者はCLAの多様性を列記しています。

1. 空隙を獲得または閉鎖できる。
2. 前歯または臼歯を挺出または圧下できる。
3. 咬合を離開または閉鎖できる。
4. スピー・カーブを平坦化できる。

現在バージニア州スプリングフィールドで開業されているM. Alan Bagden博士は、ペンシルバニア大学歯学校で歯科の学位を取得した後、メリーランド大学で矯正歯科課程を修了しました。全米矯正歯科評議会認定の専門医であり、アメリカン歯科医学校の特別研究員である博士は、北バージニア歯科学会の元会長であり、またバージニア州矯正歯科医協会で来期会長を務めることが決定しています。博士は経済的で時間効率に優れた歯科矯正治療の首唱者として、新しく先進的な矯正用製品の臨床評価に特に熱心に取り組んでいます。



図1. リバースカーブを“曲げ込んだ”コンビネーション・ループ・アーチワイヤー。

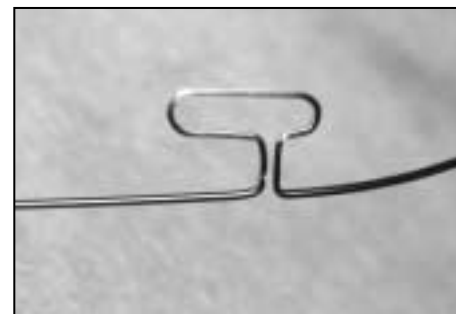


図2. Tループ付TMA（アクチベートしていない状態）。

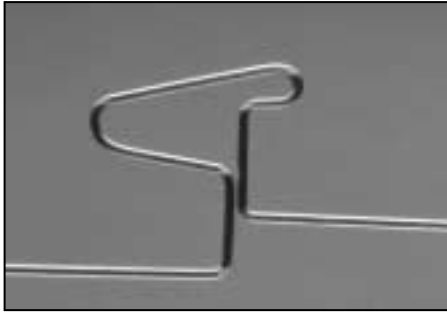


図3．開咬のために前歯部のステップアップをしたTループ付TMA。



図4．級2類症例において切歯の前進・圧下に使用するため、Hilgersの処方通りにアクチベートしたTループ。



図5．前方のステップ垂直部に付与した前歯部ゲープリング・トルク。オブチカル・ブライヤーで付与できる。

5. . . 級・アップダウン・エラスティックスを使用できる。
6. 前歯または臼歯にトルクをかけられる。
7. 前歯を後退させるJフック・ヘッドギアを使用できる。

このワイヤーの製作法を説明するのには大変な注意が払われており、特にCLAワイヤーの臼歯部にはリバース・カーブ・オブ・スピーーを入れなければいけないとしています。前歯部には少し舌側歯根トルクを入れます。

Tループ付リバースカーブTMAはこの非常に効率的なアーチワイヤーの自然でかつ論理的な進化と言えます。私達はワイヤー・テクノロジーの継続的な進歩という恩恵を受けています。CLAの利点を残したまま、TMAの特性と近年の治療要求に応えることがあいまって、CLAは現在の矯正治療における優れた製品へと進化したのです。

適切な特性

チタン・モリブデン合金（TMA）の登場は矯正治療の現場に多くの明確な変化をもたらしました。TMAは4つの金属でできています。

チタニウム	78.0%
モリブデン	11.5%
ジルコニウム	6.0%
スズ	4.5%

ほかのアーチワイヤーと異なり、ニッケルを含有しないので、ニッケルに敏感な患者にも使用できます。Burstone、Swartz、Hilgersの功績による開発により、この合金は現代の矯正臨床における主要製品となりました。

Burstoneは1980年初期にTMA独自の特性と適切な使用法を記述しました。彼は弱い力と優れた賦形性、思い通りの形になることとスプリングバックが要求される場合にTMAが有効であることを発見しました。TMAはスプリングバックがステンレススティールの2倍なので、レベリング・アーチとして最適です（ブラケットの高さに大きな違いがある際は、現在では銅パーナイトを選択します）。TMAは賦形でき、与えた形を維持できると共に、リバース・カーブ・オブ・スピーーを与えるのに必要な屈曲を維持することができます。

SwartzもTMAの価値に気づき、矯正臨床における独特な使用法を主張しました。彼は従来のステンレススティールに対して相対的に少ない硬さ（TMAはステンレススティールの42%）が、2倍以上の弾性とあいまって、治療の早期における大きなレクタングラー・ワイヤーの使用を可能にし、トルクを増す利点があると感じました。その広い塑性範囲とループや屈曲部への賦形性により、このワイヤーが治療初期のユーティリティー・アーチとして理想的な選択であると推奨しました。TMA成功の鍵はその賦形性にあります。賦形中も、挿入中そしてアクチベート中も折れることはあまりありません。

Hilgersは1990年代初期におけるオームコとの開発を通じて、前述の情報を統合し、咬合の挙上と前歯部の空隙閉鎖を同時に達成するTループ付リバースカーブTMAアーチワイヤーを開発しました。これはまさに1980年代における冶金術の発達によって促進された、オリジナルのブローサードCLAワイヤーの自然な

進化です。開発されておよそ10年経ちますが、Tループ付リバースカーブTMAは多くの矯正臨床の場において必要な部分となり、多くの機能を発揮しています。

ワイヤーの進化

私の診療室では、銅パーナイトのレクタングラー・ワイヤーで最初のレベリングとアラインングをした後に、Tループ付リバースカーブTMAをよく使用します。私はアレキサンダー法を使用しているため、スロット・サイズは.018x.025です。最初の銅パーナイト・アーチワイヤーは叢生の度合によって.016x.022か.017x.025にしますが、それはどれだけ完全にワイヤーをスロットに入れられるかによります。初期のレベリング過程において、咬合の挙上は必要であれば咬合挙上板かユーティリティー・アーチで行ないます。しかし、遠心移動が終了し、空隙閉鎖をこれから始める時点では、Tループ付リバースカーブTMAワイヤーは複数の機能を同時に発揮する、まさに優れた選択であると言えます。

臨床への応用

図2は使用前のプリフォームされた状態のTループ付ワイヤーです。図3は遠心移動中に前歯部を圧下させる、過蓋咬合症例に非常に有効な前歯部のステップ・アップを入れたところです。この前歯部のステップ・アップはワイヤーのリバース・カーブ・アクションを補足して、図2の何もしていない状態のワイヤーよりも咬合挙上をより促進します。図4はHilgersの処方により、ループの上辺を事前に曲げた

ものです。この特殊なアクチベーションは級2類症例に非常に効果的です。このアクチベーションの他のデザインに対する主な利点は、空隙を閉じ、スピー・カーブをレベリングしながら、歯牙を前進・圧下させることができる（4つのアクチベーションを1度にできる）ことです。図5はループ近心垂直部をアクチベートして、ワイヤーにゲープリング・トルクを追加した状態です。Tループの空隙閉鎖能力を失うことなくトルクを与られます。これらの調節の組み合わせによって、Tループ付リバースカーブTMAは多くの一般的な症例だけでなく、特殊な臨床状況でも使用することができます。

1. 申し上げました通り、このワイヤーは 級2類不正咬合の治療に選択します。優れた咬合挙上能力と共にトルクをかけながら切歯の前進ができるので、治療が難しい成人の級2類症例により適切だと思われまます。
2. このワイヤーは、その弾力性に弱い力が追加することにより、セラミック・ブラケットを使用しながら空隙閉鎖する際の選択肢にもなります。トルクを追加できることもまた大きな利点です。ゲープリング・トルクを入れられるワイヤーを使うということで、非常に難しい状況において空隙閉鎖ができ、理想的な歯軸傾斜にすることができます。図6~9はこの2点を示す症例です。
3. 歯周に問題があったり、痛みに敏感な患者もTループ付リバースカーブTMAが非常に有効な場面です。私はこのような場面で恐る恐る使ってみました。必要な臨床結果を達成しながらも、それらの症例において耐えられるフォース・レベルを越えることはありませんでした。
4. 矯正歯科は1990年代に、以前のように頻繁に患者を診なくても良い方向に進歩しました。Tループ付リバースカーブTMAはこの概念における偉大な付加物です。その弱い動きは位置づけに十分なアクチベーションをもたらします。その開咬能力とトルクの質は、要求される臨床結果をもたらしながらも、アポイントメント間隔を広げ、現在の治療効率に寄与します。
5. このワイヤーの変わった使用方法についてもお教えしましょう。このワイヤーは閉鎖すべき空隙が無いにもかかわらず、前述の状況が起こる場合にも使用できます。空隙のある場合に限らず、どのような 級2類症例にもご使用ください。下顎のリバースカーブ



図6~7. 治療前。 級2類過蓋咬合症例。歯肉が退縮し、突出した犬歯に注目。



図8~9. Tループ付TMAのメカニクスによる開咬、トルクの改善、望ましい歯周の反応を示す写真。

ブ・ワイヤー（通常NiTi）は開咬とレベリングを達成するために下顎歯列に非常に良く使われます。上顎にTループ付リバースカーブTMAと一緒に使ってみてはいかがでしょうか？ 前述のアクチベーションをすることで動きは増大します。より大きな開咬力がもたらされます。治療の早期により良いトルクが達成されます。必要な場合には、Tループ自体がエラスティックを掛けるフックとして使用できます。そして、もしもトルクを追加したことで空隙ができてしまった場合には、それらの空隙をコントロールするためにアクチベートできます。

Tループ付リバースカーブTMA 使用の限界

1. TMA、NiTiその他宇宙時代の合金はステンレススティールよりも摩擦係数が高いので、私は犬歯の近心に閉鎖すべき空隙がある場合にステンレススティール・アーチワイヤーを時々使用します。しかしながら、イオン照射によって製造された新しいローフリクションTMAはスライディング・メカニクスにおいてすばらしいパフォーマンスを示します。Tループ形状のものはありませんが、

ローフリクションTMAはブレンとカラーの製品がオームコから販売されています。TMAワイヤーに真空状態で酸素と窒素のイオンを抽出したものを注入する工程を施します。これらのイオンはTMA内のスズと反応してワイヤーの表面に入り込み、表面と表面近傍の材質に変化をもたらします。この層は非常に硬く、高い圧縮強さを示します。この強さは摩擦係数を同じ寸法のステンレススティールとほぼ同等にしながらも、疲労強度と延性を改善します。この工程の良い所は剥げ落ちたりワイヤーの寸法を変えてしまうコーティングではないということです。パープル、アクア、バイオレット、ハニーデューの色があり、色落ちはありません。スライディング・メカニクスを使用する際は、ローフリクションTMAを推奨します。

2. TMAは良い外科用ワイヤーではありませんし、ごく長期間（6ヶ月以上）放置したままにしておくワイヤーでもありません。このワイヤーの持続的な作用は外科治療を台無しにしてしまいかねません。その上、長い期間使用すると要求するよりも大きな移動をもたらしてしまいます。図10~15はTル

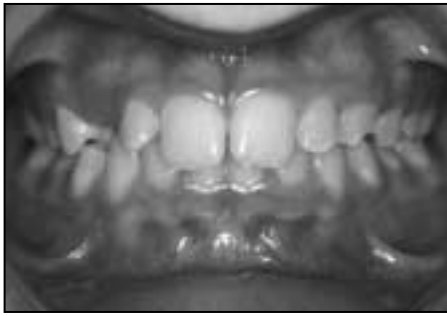


図10～12．典型的な症例の治療前写真。



図13～15．Tループ付TMAを入れたまま11ヶ月放置したことで現れた効果を示す写真。開咬（図13）、過度のトルク（図14）、ワイヤーのリバースカーブ作用がもたらした大臼歯遠心辺縁隆線の圧下（図15）。



図16～17．Tループ付TMAを1ヶ月使用して得られる開咬（図16が治療前、図17が1ヶ月後）。

ープ付リバースカーブTMAを口腔内に入れたまま診療室から11ヶ月“消えてしまった”患者の状況を示しています。このワイヤーが要求される全ての（そしてそれ以上の）ことをしてしまったことが見て取れます。前歯部と臼歯部の開咬、そして上顎前歯の挺出に注目してください。

3. 上記理由により、埋伏した切歯や前歯部ならびに臼歯部の開咬をすでに持っている症例はこのワイヤーを使用する良い候補ではありません。
4. 不完全な歯列、特に臼歯が無い場合は、Tループ付リバースカーブTMAを治療に採り入れてはいけません。このような状況では開咬を受

協しなければなりません。このワイヤーを使用して最も良い結果を得られるのは、第二大臼歯を含むすべての上顎臼歯にバンドもしくはボンドで装置を付けた場合です。

図16と17はTループ付リバースカーブTMAを1ヶ月使用することによって望ましい空隙閉鎖と開咬が達成されたことを示しています。

図18～29はこのワイヤーによる典型的な治療症例を示しています。最初の過蓋咬合に注目してください。ワイヤー挿入前にすべての空隙は統合されています。上顎4前歯を個々に、または8の字に結紮し、犬歯の遠心移動中に歯間を維持します。ワイヤーを挿入すると、空隙閉鎖と同時に開咬します。この症例では開咬を達成するために、ごく小さなステップ・アップを入れたTMAでフィニッシュしました。

要約

Tループ付リバースカーブTMA設計の原則と冶金学を説明し、異なった状況における矯正治療への使用方法について紹介してきました。このワイヤーの作用と、治療の役に立つと思われる臨床状況を説明することを目標にしました。このワイヤーは矯正治療の道における終着点ではありませんが、現在の進化する治療はこの方法を賢明に採用するでしょう。

<参考文献>

Shia, G., Broussard, G. and Broussard, C.: Broussard Two-Force Technique. Rocky Mountain Orthodontics. pp. 46-59.
 Broussard, G., Broussard, C. and Shia, G.: Treatment of Class Malocclusion Using the Broussard Two-Force Technique. Journal of Clinical Orthodontics, February 1977, pp. 126-142.
 Burstone, C. and Farzin-Nia, F.: Production of Low-Friction and Colored TMA by Ion Implantation. Journal of Clinical Orthodontics, July 1995, pp. 1-12.
 Ormco Corporation Material Safety Data Sheet.
 Swartz, M.: Increasing Utility Arch Efficiency with Beta Titanium Wire, Clinical Impressions, Vol. 1, No. 4, 1992, pp. 2-5.
 Hilgers, J.: The Essence of Practical Orthodontics, Ormco, Section VII.

Tループ付リバースカーブTMA

リバースカーブとTループの付いたこの多才なワイヤーはコンティニュース・アーチワイヤーとして効果的で多目的に使用できます。このアーチワイヤーは、.016x.022、.017x.025、.019x.025の3サイズ、6種類のループ間距離、それぞれ5本入りで販売されています。正中部分を色分けしてループ間距離が識別できるようになっています。



症例報告

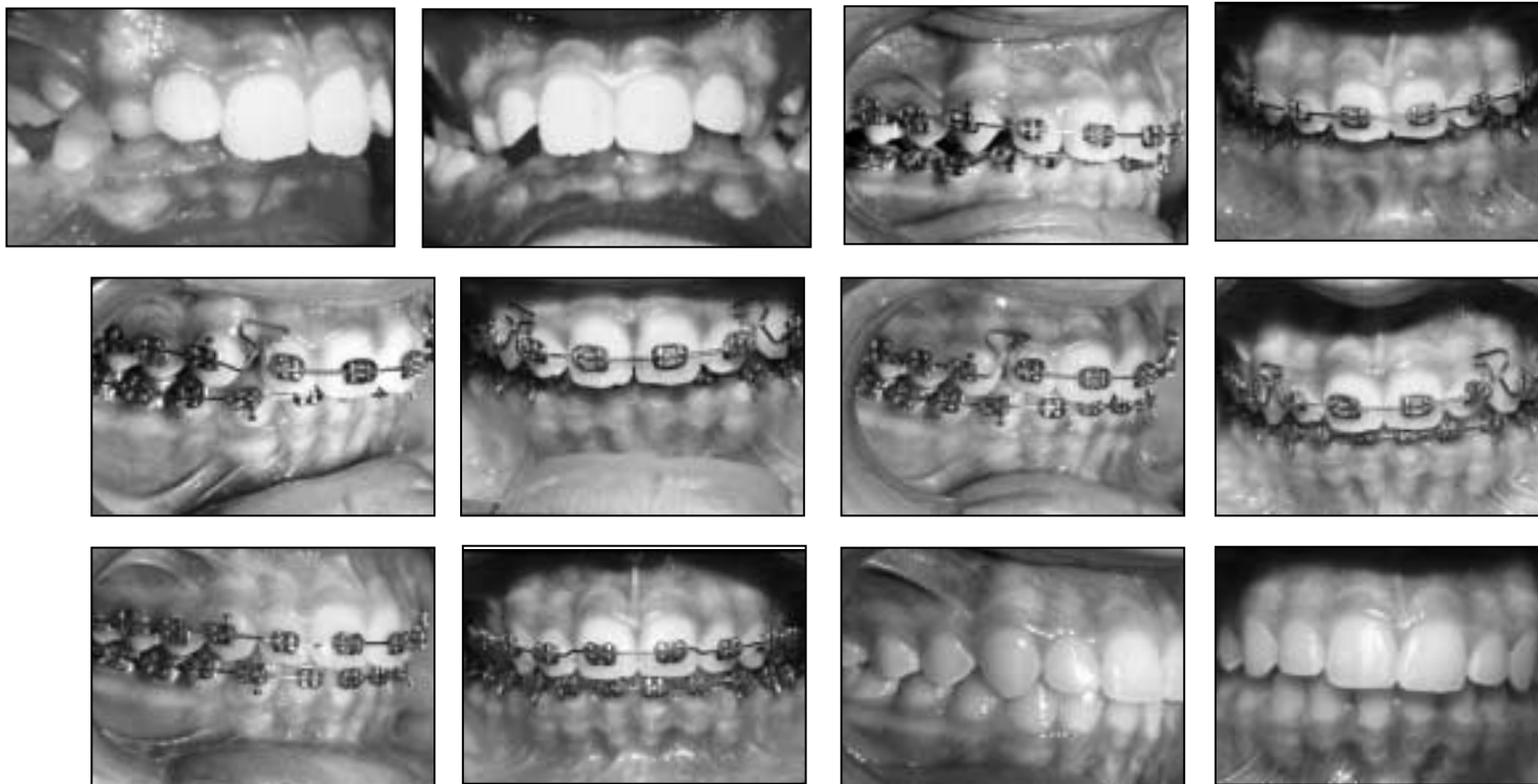


図18～29 . Tループ付TMAを使用した典型的な過蓋咬合症例。

摩擦の少ない スライドメカニクス

* この論文は米国オームコ社のClinical Impressions 1998 No.4に掲載されたものです。

M. Alan Bagden, DMD
バージニア州スプリングフィールド



現在バージニア州スプリングフィールドで開業されているM. Alan Bagden博士は、ペンシルバニア大学歯学校で歯科の学位を取得した後、メリーランド大学で矯正歯科課程を修了しました。全米矯正歯科評議会認定の専門医であり、アメリカン歯科医学校の特別研究員である博士は、北バージニア歯科学会の元会長であり、またバージニア州矯正歯科医協会で来期会長を務めることが決定しています。博士は経済的で時間効率に優れた歯科矯正治療の首唱者として、新しく先進的な矯正用製品の臨床評価に特に熱心に取り組んでいます。

90年代の歯科矯正の課題を象徴するキーワード、それは摩擦です。摩擦を望むものは誰もいませんし、摩擦を減らすことはつねに変わらぬ目標です（理論的には、歯の移動を遅らせる抵抗が少なくなればなるほど、システムにおける摩擦は減少します）。そのためのアプローチとしてまず考えられるのは、アーチワイヤーに沿ったブラケットの移動を容易にするため、アーチワイヤーとの接触面積を最小化したブラケットを設計することです。^{1,2} 次に考えられるアプローチは、“グリースつきの”ワイヤーを開発することです。そうしたワイヤーであれば歯の移動に対応し、どのような設計のブラケットでも移動性能を改善できるからです。ところが驚くなかれ、すでにそうしたワイヤーが開発されているのです。それがローフリクション/カラー-TMAです。

摩擦係数が低いことは、当然、アーチワイヤーにとって望ましいことです。ところが他では得難いこの新しい宇宙時代のワイヤー（ニッケル・チタン合金とチタン・モリブデン合金[TMA]）の場合、ステンレススチールワイヤーより摩擦係数が高いことが実証されていたのです。³ Burstoneの論文は、TMAの場合、おそらくその摩擦は、ステンレススチールブラケットに比べてワイヤーが相対的に柔らかいため生じるという仮説を提示しています。⁴ つまりTMAの場合、摩擦を減らすために必要だったのは、その硬度を増して摩擦係数を抑えながらも所要の力学的特性を維持することだったのです。またそうした製品を複数のカラーで発売するというのも、思春期の患者は魅力を感じるでしょうし、成人患者にはもっと落ち着いた色合いを提供できるということで、素晴らしいことだと思われま。こうしたことをすべてそのまま実現したのが、ローフリクション/カラー-TMAです！このワイヤーは上記の特性をすべて兼ね備

え、カラーはパープル（紫）、バイオレット（すみれ色）、アクア（明るい青）、ハニーデュール（薄い金色）、そして従来の色に近い金属色（ローフリクション）が用意されています。

興味深いのは、マルチカラーのTMAワイヤーを開発したいという発想が、実際にはアーチワイヤー効率の著しい改善の原点になったということです。摩擦係数の低減は、マルチカラー-TMAワイヤー製造プロセスがもたらした驚くべき副産物として実現したのです。カラーワイヤー製造の研究における第一の難関は、“コーティング”カラーワイヤーの問題点、つまりコーティングが治療中に剥落するとか、口腔内の体液との多数の接触によって変色するといった難点を解消することでした。研究の結果生み出された製造プロセスは、ワイヤーの外表面を変化させ、もっとも外側の表面に色をそのまま注入するというものでした。この製造プロセスは、基本元素ないし錯化合物をイオン化し、特定の目的物に向けて加速させるイオン注入^{2,5}と呼ばれるプロセスです。この場合、特定の目標は歯列矯正アーチワイヤーです。イオンは衝撃によってワイヤー外表面に浸透し、外表面および表面近傍に化合物の層を形成します。この層は非常に硬く、優れた圧縮強さを有しています。この高い圧縮強さと表面硬度によって、ワイヤーの摩擦係数が低下しても疲労強度と延性は維持されているのです。

“改善が加えられた新しいTMAに固有な診療メリットは、スライドメカニクスを採用すれば必ず実感できます”

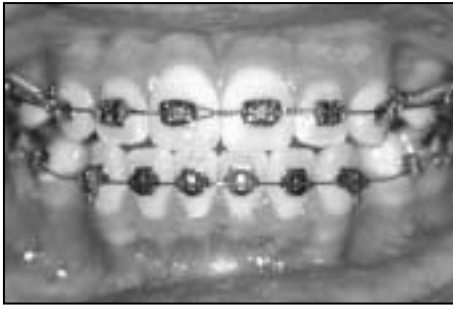


図1a-c .016ローフリクション/カラーTMAを初期レベリングおよび犬歯遠心移動用のワイヤーとして使用するのに理想的な症例



図2a 上顎犬歯にNi-Tiスプリングを使用し、.016 カラーTMAラウンドワイヤーを併用。初期の遠心移動。



図2b 同一症例の5週間後。下顎犬歯の遠心移動を開始。上顎犬歯がすでに遠心移動している点に注意。



図3 理想的にブラケットに結紮したNi-Tiスプリングの拡大写真。

特性

イオン注入は、ワイヤーとコーティングの間に明確なインターフェースを形成しないため、カラーの剥落といった問題はありません。またワイヤー寸法にまったく影響しないため均一な生産が可能です。複数のカラーは、イオンの種類と厚さを変えることで実現します。

BurstoneとFarzin-Niaによる摩擦の研究論文は、イオン注入処理していないTMAの静的摩擦係数(.52)は、ステンレススチール(.19)を大きく上回ることを明らかにしました。ところが処理を加えたTMAの静的摩擦係数は、大幅に低下していたのです(.13)。実験ベンチと対比させた口腔類似の湿潤環境では、イオン注入TMA(ハニーデュー)の湿潤時の摩擦係数は、ステンレススチールを若干下回っていました。論文は、処理を加えたTMAの摩擦力はステンレススチールの40%未満と考えられ、その理由は上述の摩擦力の差と、TMAの硬度がステンレススチールの40%でしかないという事実であると結論しています。⁴

臨床用途

初期治療段階において

改善が加えられた新しいTMAに固有な

診療メリットは、スライドメカニクスを採用すれば必ず実感できます。歯芽の遠心移動をおこなおうとするとき、たとえば抜歯症例で犬歯を遠心移動させようとする場合、ローフリクション/カラーTMA(LF/C TMA)を使用すれば、はっきりとメリットが得られます。しかし表面加工がなされたTMAワイヤーで最も認識しなければならないことは、1本の位置異常の初期レベリングおよびローテーションなど、治療の初期段階できわめて有効だということです。TMAは摩擦力がステンレススチールの60%しかないため、はるかに効率的に異常を矯正できるのです。

セラミックブラケットとの併用

もう一つ、LF/C TMAの使用が有効なケースとして、摩擦が大きな問題である、金属スロットのないセラミックブラケットと併用する方法があります。LF/C TMAをブラケットに適切に装着すれば、ほぼ確実にニッケルチタンワイヤーをしのご性能を発揮します。

軽度の叢生をともなう上下顎前突小白歯4本抜歯症例

軽度の叢生をともなう上下顎前突小白歯4本抜歯症例では、各医師のシステムに適合した.016サイズのラウンドカラーTMA(ラージかスモール)を初期ワイヤーに使用するのが

効率を重視した選択でしょう(図1)。その場合、治療開始直後のブラケットへの装着にTMAの柔軟性が理想的であるため、TMAを初期レベリングワイヤーとして使用します。初期のレベリングとアライメントが完了すれば、犬歯の遠心移動を開始することができます。

この時点で、いくつか治療構想の検討を検討する必要があります。第一に考えなければならないのは、このテクニックを採用する場合、ほとんどの犬歯遠心移動症例では下顎犬歯の遠心移動前に上顎犬歯の遠心移動を行うことが望ましいということです(図2)。このようにすれば、犬歯の級関係を維持し、場合によっては確立させることもできます。上顎より先に下顎犬歯の遠心移動を完全に行ってしまうと、変更が困難な級関係を形成してしまう可能性が高くなります。第二に考えなければならないのは、最大の固定源を要する症例では、遠心移動中はNanceパラタルボタンの使用が望ましいということです。TMAワイヤーは摩擦が少ないため、特に注意しないと大白歯が前方移動してしまうからです。Nanceボタンを併用すれば効率が向上し、しかも好ましくない副作用はまったくありません。

歯の位置異常が重度で、すぐにはTMAワイ

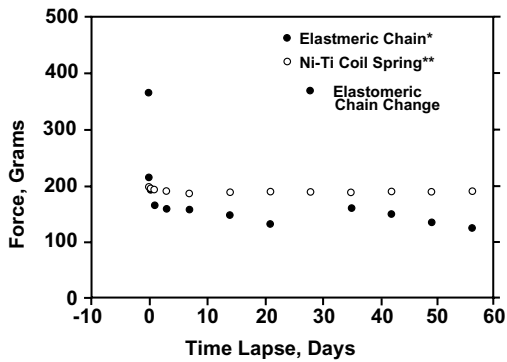


図4 口腔内環境におけるエラストマー・チェーンとNi-Tiスプリングの力の減衰と時間の比較。

*Lu et al, AJO Oct. 1993, 373-377.

**Farzin-Nia, Ormco R&D study.



図5 .016のカラーTMAラウンドワイヤーとNi-Tiスプリングによる下顎前方移動。下顎の前歯6本を“8の字”結紮している点に注意。Ni-Tiスプリングは犬歯と第一大臼歯の間に装着。



図6 上顎犬歯の遠心移動と下顎白歯の前方移動によって 級犬歯関係を実現、維持。



図7a 長期間放置されたためカラーTMAとNi-Tiスプリングによって湾曲した歯列弓。



図7b ステップアウトバンドは不必要なので、.017 x .025 Ni-Tiアーチワイヤーで湾曲を補正。

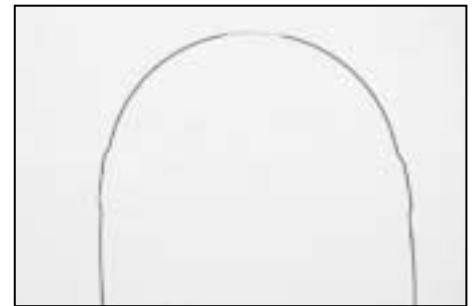


図8 図7aの湾曲傾向を抑えるため、.016カラーTMAに入れた“ステップアウト”

ヤーを使用できない症例に対しては、わたしはいつも初期アーチワイヤーに.016の27 カッパー-Ni-Tiを選択し、その後、遠心移動のため.016または.016 x .022のLF/C TMAワイヤーへと移行します（わたしは.018のスロットを使用しています）。

Ni-Tiコイルスプリングの併用

興味深いオームコ社のこの製品を補助装置としてLF/C TMAと併用すると、効率を劇的に向上させることができます。犬歯遠心移動症例でLF/C TMAとNi-Ti（クロードコイル）エクステンションスプリングを併用したとき、わたしは犬歯の遠心移動速度が向上したばかりか、患者の来院間隔がエラストマーチェーンを使用した場合よりも伸ばせることがわかったのです。LF/C TMAとNi-Tiスプリングの併用では、患者を6週間の間隔で診察すれば充分です。40%の遠心移動速度向上と来院間隔の延長によって、従来は4~5回の来院で12~15週間を要していた治療を、1~2回の来院で8~12週間で行うことが可能になりました。これは診療時間と関連コストの大幅な削減につな

がりました。またNi-Tiスプリングはエラストマーチェーンに比べ衛生的であり、破損や脱落などの可能性も低くなっています。また予防措置として、スプリング両端の輪をボールフックまたはエラストックフックにかけるよりも、ステンレススチールリガチャーを使ってスプリングをブラケットに装着する方法をおすすめします（図3）。

Ni-Tiスプリングにはもう一つ大きなメリットがあります。エラストマーチェーンには時間経過にともなって“減衰”する傾向があります。つまり発揮する力が、当初の挿入時に比べ2~3週間後ははるかに小さいのです。Ni-Tiワイヤーでは、その金属特性のためこうした減衰は生じません（図4）。したがってエラストマーチェーンのような、作用による激しい痛みは生じません。犬歯遠心移動症例の場合、来院回数と苦痛が減ることで診療効率と患者の快適性が共に向上するわけです。

上顎犬歯遠心移動の後

上顎犬歯遠心移動に成功すれば、以前にわ

たしがClinical Impressions誌で空隙閉鎖症例について書いたとおり、TMA“T”ループアーチワイヤーで最終的な空隙閉鎖を行うことができます。またNi-Tiスプリングも、抜歯症例の級矯正における下顎白歯のアンマスプロトラクションに利用できます。一般にこのテクニックでは、前述の上顎犬歯の遠心移動を要します。まず.016のカラー TMAラウンドワイヤーを使用し、下顎の前歯6本を結合します。そして上顎犬歯の遠心移動が完了したら、下顎犬歯を前歯6本の結合したユニットに前方移動させます。この時点で、上顎歯列弓の空隙をTMA“T”ループアーチワイヤーで閉鎖するのは、下顎前歯6本は分離を防ぐためステンレススチールリガチャーで8の字に固定し、Ni-Tiスプリングを下顎の犬歯と第一大臼歯のそれぞれに装着します（図5）。前歯6本の結合したユニットのアンカレッジは、級関係の犬歯で促進されます（図6）。こうしてアンカレッジの力を組み合わせることで、白歯の逆のアンカレッジに抵抗し、結果として犬歯 級環境での白歯の前方移動を実現できるわけです。

予防措置

わたしは時として、犬歯遠心移動の最終段階において.016カラー TMAが第二小白歯部で“湾曲”する事態を経験したことがあります（TMAの硬度はステンレススティールの40%に過ぎません）。診療間隔は8～10週間であり、この事態の原因は、Ni-Tiスプリングが犬歯の遠心移動完了後も一定の力を及ぼしていたことでした（図7a）。そこでわたしは、ステップアウトバンドは不要だったため、.017 x .025のNi-Tiワイヤーで湾曲した小白歯を矯正しました（図7b）。時として発生するこの問題に対するわたしの対策は、このテクニックが及ぼす作用を観察するのに最適な来院間隔を設定し、遠心移動が完了に近づいた症例には特に気を配るということでした。また小白歯部で.016ワイヤーを若干ステップアウトさせたこともあります（TMAワイヤーはすべて屈曲可能です[図8]）。.016カラー TMAを使用して

歯が“ダンピング”する事態は、一度も経験したことはありません。

こうした湾曲作用は、最初あるいは2本目のアーチワイヤーとして（装着が可能であれば）.016 x .022 LF/C TMAを使用しても防ぐことができるでしょうが、わたしとしては上述の症例には.016のラウンドワイヤーの使用を推奨します。柔軟性と低摩擦係数の組合せによって、位置異常の個々の歯を初期にレベルングし矯正するのに理想的なワイヤーだからです。また初期アーチワイヤーに続いて利用するワイヤーとして、あるいは仕上げ用のワイヤーとしては、レクタングュラーのLF/C TMAの方が有効であることもわかりました。抜歯症例で.018アプライアンスに.016カラーTMAラウンドワイヤーを使用する場合の典型的な治療手順を図9に示しました。

要約

90年代後半の矯正歯科は、可能なかぎり最高の治療を提供するばかりでなく、そうした治療をできるだけ効率的に、しかも経済的に提供しなければならない職業と定義することができます。そうした治療を最も摩擦が少ないシステムで提供し、しかもワイヤーの交換回数をできるかぎり少なくすることが、こうした治療構想の最終的な目標です。煎じ詰めれば、真の効率とは治療を短い期間に、それも患者の来院回数をできるだけ減らして行うことです。今回紹介した臨床テクニックは、この2つの条件を見事にクリアするものです。

<参考文献>

1. Kusy, R.P. and Whitley, J.Q.: Effects of surface roughness on the coefficients of friction in model orthodontic systems, J. Biomech. 23:913-925, 1990.
2. Sioshansi, P.: Tailoring surface properties by ion implantation, Mater. Engin., Penton Publishing, February 1987.
3. Angolker, P.V.,; Kapila, S.; Duncanson, M.; and Nanda, R.: Evaluation of friction between ceramic brackets and orthodontic wires for four alloys, Am. J. Orthod. Dentof. Orthop. 98:499-506, 1990.
4. Burstone, C.J. and Farzin-Nia, F.: Production of Low Friction and Colred TMA BY Ion Implantation, J.Clin. Orthod. 54:453-461, 1995.
5. Kusy, R.P. and Andrews, S.W.: Tribological properties of ion implanted model orthodontic appliances in ion nitriding and ion cauterizing, ASM International, pp. 105-118, September 1989.
6. Bagden, M.A.: Space closure in the age of "variable modulus" mechanics, Clin. Impress. Vol. 6, No.4, pp. 14-23, 1997.

図9 抜歯症例で .018アプライアンスに .016 LF/TMAラウンドワイヤーを使用する場合の典型的な治療手順

図9a. このテクニックを使用するのに理想的な治療前状態の典型です。上下両顎の前突と軽度の叢生をとまう 級不正咬合。図9b. 6ヵ月後（3回目の来院）：同じ.016カラーTMAワイヤーにNi-Tiスプリングを装着して犬歯の遠心移動を開始するのに理想的な状態。Nanceパラタルボタンを使用すれば、固定源の紛失の懸念なく来院間隔を延ばせる点に注目。トランスパラタルバーも有効です。初期のレベリングおよびアライメントで装着したのと同じ.016カラーTMAです。

図9c. 6週間後（4回目の来院）：初期遠心移動に注目。システムの適正な作用を確認するため、来院間隔をこのように短く設定することを推奨します。図9d. 6週間後（5回目の来院）：遠心移動が進行中。この回の診察は必ずしも必要ではありませんでしたが、次回までの5週間でどの程度遠心移動が進行するかを見極めるために診察を行いました。

図9e. 6週間後（6回目の来院）：犬歯の遠心移動がほぼ完了。図9f. 6週間後（7回目の来院）：犬歯の遠心移動が完了。図9g. 同じ7回目の来院時：ハンドピースでNanceワイヤーを切断してNanceボタンを取り外した。この方法はバンドの取外しや再度のセメント合着が不要なため、時間の節約になります。ボタンは取り外しますが、バンドはそのままです。Ni-Tiスプリングがカラーワイヤーに一定の弱い力をかけ

ているため、Nanceボタンに対する組織反応が非常に良好な点に注目。一定した弱い力が加わり、しかも摩擦がわずかなため、ボタンが口蓋組織に食い込む問題は起こりにくくなっています。図9h. 同一回の来院時：写真のようにTMA Tループワイヤーを挿入、活性化させました。

図9i・j. 12週間後（最初にバンド装着以来9回目の来院）：すべての空隙が閉鎖されています。TMA Tループの“リバースカーブ”作用によって咬合が離れました。このワイヤーは咬合離開中の空隙閉鎖に特に有効です。トルクの追加が望ましい場合には、8回目の来院時にゲープルバンドを追加することも可能です。TMA Tループはこの回で取り外し、仕上げ用のワイヤーを挿入します。この症例では.017 x .025 Ni-Tiワイヤーを使用しています。この時点から治療完了までの間、仕上げのメカニクスは各医師がそれぞれ選択してください。

トータルの治療期間は、9回の来院で15ヵ月、使用したワイヤーは3本でした。仕上げに要する時間は、医師によって異なりますがおおよそ4~6ヵ月です。下顎歯列弓の治療を、Ni-Tiスプリングの反作用を利用した空隙閉鎖と同時に行ったことで、級矯正も実現できた点に留意してください。さらに 級矯正も必要であれば、TMA Tループワイヤーに 級エラストティックを併用することもできます。



図9a 治療前



図9b 6ヵ月後（3回目の来院）



図9c 6週間後（4回目の来院）



図9d 6週間後（5回目の来院）



図9e 6週間後（6回目の来院）



図9f 6週間後（7回目の来院）



図9g・h 7回目の来院時（Nanceボタン取外し後）、TMA Tループワイヤーを挿入、活性化。

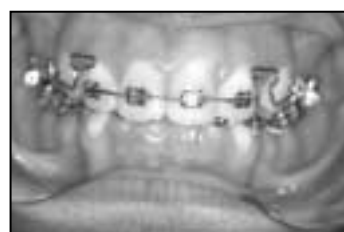


図9i・j 12週間後（9回目の来院）



ローフリクション、カラーTMAによるスライドメカニクス

カラーTMAは患者の気持を明るくする製品ですが、Bagden博士が述べているように、その素晴らしいスライドメカニクスには医師も患者以上の喜びを感じるにちがいありません。TMAは利用範囲がステンレススティールワイヤーの2倍で、力が半分という驚くほど用途が広いアーチワイヤーであり、つねに変わらぬその性能はすでに実証済みで全世界で広く使用されています。酸素と窒素の混合物を利用したイオンビーム注入法によって、弊社はローフリクションTMAと、さらに摩擦が少ないカラーTMAを作り出しました。その成果が、摩擦係数がステンレススティールと同等に低いローフリクションTMAと、より摩擦係数が低いパールとハニードューのカラーTMAです。

ご注文商品番号

Wire Size	カラーTMA						ローフリクションTMA	
	ブロードアーチ	アーク	パレット	パール	ハニードュー	ブロードアーチ	アーチブランク	
.016	Upper	Small	210-2301	210-3301	210-4301	210-5301		
		Large	210-2311	210-3311	210-4311	210-5311		
	Lower	Small	211-2301	211-3301	211-4301	211-5301		
		Large	211-2311	211-3311	211-4311	211-5311		
.016 x .022	Upper	Small	210-2402	210-3402	210-4402	210-5402	210-1402	202-1011
		Large	210-2412	210-3412	210-4412	210-5412	210-1412	
	Lower	Small	211-2402	211-3402	211-4402	211-5402	211-1402	202-1014
		Large	211-2412	211-3412	211-4412	211-5412	211-1412	
.017 x .025	Upper	Small	210-2403	210-3403	210-4403	210-5403	210-1403	202-1007
		Large	210-2413	210-3413	210-4413	210-5413	210-1413	
	Lower	Small	211-2403	211-3403	211-4403	211-5403	211-1403	202-1009
		Large	211-2413	211-3413	211-4413	211-5413	211-1413	
.019 x .025	Upper	Small	210-2404	210-3404	210-4404	210-5404	210-1404	202-1008
		Large	210-2414	210-3414	210-4414	210-5414	210-1414	
	Lower	Small	211-2404	211-3404	211-4404	211-5404	211-1404	202-1010
		Large	211-2414	211-3414	211-4414	211-5414	211-1414	

(1ℓ ック 5本入)

(1ℓ ック 10本入)

Tループ付リバースカーブTMA			
アーチサイズ	.016x.022	.017x.025	.019x.025
30mm (ブルー)	215-0021	215-0031	215-0041
32mm (ホワイト)	215-0022	215-0032	215-0042
34mm (ブラック)	215-0023	215-0033	215-0043
36mm (レッド)	215-0024	215-0034	215-0044
38mm (グリーン)	215-0025	215-0035	215-0045
40mm (イエロー)	215-0026	215-0036	215-0046

* カラー・コードでループ間距離の区別と正中の位置がわかるようになっています。

* ループは側切歯の遠心に位置します。

(1ℓ ック 5本入)

医療用具承認番号 16000BZY01124000



〒113-0021 東京都文京区本駒込2-29-24 ｷﾀﾑﾝﾙ
TEL 03-3945-0065 FAX 03-3947-0065