

[原著] 松本歯学 29 : 239~250, 2003

key words : 矯正治療 - アーチレングスディスクレパンシー - ストリッピング

歯冠幅径の削減を行った アーチレングスディスクレパンシー解決法

松浦 健, 菊地 孝¹, 上松 節子, 栗原 三郎

松本歯科大学 歯科矯正学講座

¹きくち矯正歯科

An orthodontics treatment method of tooth width reduction to resolve
the dental arch length discrepancy

KEN MATSUURA, TAKASHI KIKUCHI¹, SETSUKO UEMATSU and SABURO KURIHARA

Department of Orthodontics, Matsumoto Dental University School of Dentistry

¹*Kikuti Orthodontic Office*

Summary

It is very important to resolve the imbalance between tooth size and alveolar bone length, that is the dental arch length discrepancy, when we make a treatment plan for an orthodontic patient. This imbalance needs the same amount of space on the dental arch to resolve the arch length discrepancy. Orthodontists usually apply four premolar extraction, dental arch expansion and molar distalization to resolve this problem.

As another orthodontic method tooth width reduction to resolve the discrepancy has been developed by Jack Sheridan since 1985. In his report, this method reduced the percentage of the extraction case.

The purpose of this study was to present an orthodontic case treated with this method, to introduce how to calculate the width of dental enamel using dental X ray film and how to reduce the enamel, and finally to clarify the importance of clinical usage of this method.

As the result, it was possible to calculate correctly the enamel width using dental X ray film and personal computer digital processing methods, and to apply the width for enamel reduction clinically. This enamel reduction method was understood to be an available method for resolving the moderate imbalance of tooth size discrepancy easily and quickly, as well as comparing expansion of dental arch or distalization of molars.

緒 言

歯科矯正治療の治療計画を立案する上で、歯の

大きさと歯列弓の大きさの不調和すなわちアーチレングスディスクレパンシー¹⁾をどのように解決するかが重要である。アーチレングスディスクレ

パンシーを解決するためには、少なくともそのアーチレングスディスクレパンシーと同量の空隙すなわちアベイラブルアーチレングスが歯列弓内に必要である。アーチレングスディスクレパンシーが大きい場合は治療方針として小白歯などの抜歯が選択されるが、臨床的には、抜歯か非抜歯を判断しかねるボーダーライン上にある症例もしばしば認められる。こうしたボーダーライン症例で抜歯を行った場合、アーチディスクレパンシー解消後に歯列弓内に空隙が残存し、その空隙閉鎖を含めた歯の再排列に長期間を要することがある。抜歯以外に空隙を確保する方法としては、歯列弓の側方拡大や大白歯の遠心移動があり、これらの移動を目的とした様々な矯正装置や治療方法の報告も多く認められる^{2,3,4)}。その他の方法とし

て、Sheridan によって歯冠幅径を削減することによってアーチレングスディスクレパンシーを解決する方法が報告されており、個々の症例に必要な空隙を容易かつ迅速に獲得することができるためボーダーライン症例の範囲が狭まるとされている^{5,6,7)}。そこでわれわれは、歯冠幅径の削減によるアーチレングスディスクレパンシー解消法の臨床的な有用性を明確にする目的で、同法を応用した症例について治療法とともに削減量の算出方法および歯冠幅径の削減方法について検討を加えたので報告する。

症例と方法

症例

症例は初診時年齢41才11ヶ月の男性で上顎前歯

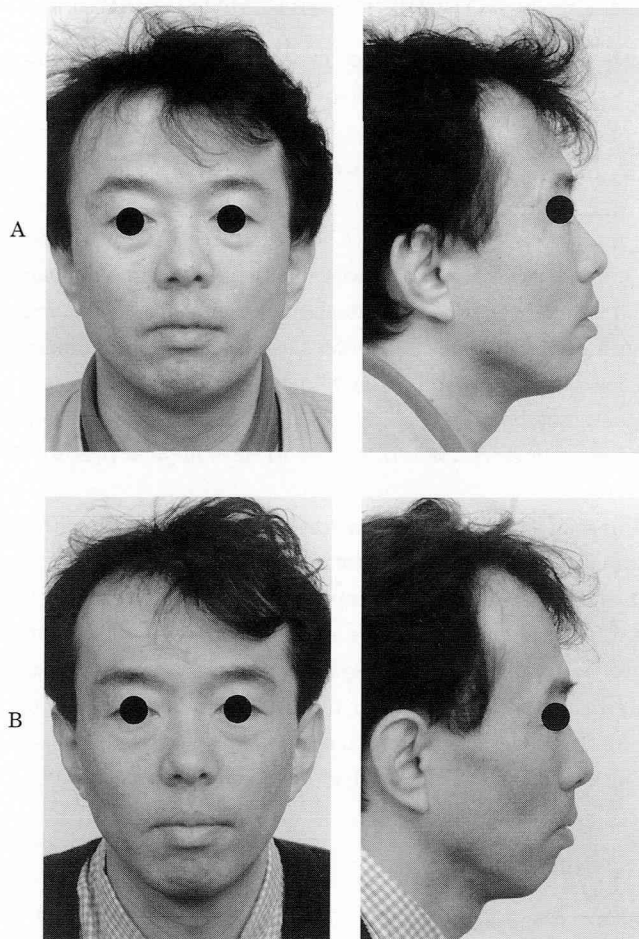


図1：顔面写真

A：初診時 B：動的治療終了時

の突出を主訴として当科を来院した。既往歴、家族歴ともに特記する事項はない。顔貌所見として、正貌はほぼ両側対称で、側貌はコンベックス型であった(図1-A)。口腔内所見として、上下顎両側側中切歯より第二大臼歯まで萌出しており歯数の異常は認められなかった。大臼歯関係はAngle I級、オーバージェット+8.0mm オーバーバイト+4.0mmで、上顎正中に対して下顎正中が右側へ1.0mm 偏位していた(図2-A)。模型分析所見として、アーチレングスディスクレパンシーは上顎が-4.0mm 下顎が-5.0mmであった。上下顎歯冠近遠心幅径の調和度すなわちトゥースサイズレシオ^{8,9)}はオーバーオールレシオ(上顎12歯と下顎12歯の近遠心幅径比)が90.8%、アンテリオールレシオ(上顎6前歯と下顎6前歯の近遠心幅径比)が76.5%と1 S.D.内

であるがやや上顎の歯が大きな値であることを示していた。パノラマX線写真所見より、下顎両側側に埋伏第三大臼歯を認める。その他の歯数の異常および歯周組織の異常は認められなかった(図3-A)。側貌頭部X線規格写真所見として、飯塚の標準値¹⁰⁾と比較すると、骨格型ではSNAが82°でほぼ平均値を示し、SNBが76°で1 S.D.内で小さい値で、骨格性2級を呈していた。FMAが35°と1 S.D.を超えて大きい値でハイアングル傾向を示していた。咬合型では、U-1 to FHが121°と1 S.D.を超えて大きい値を示し、FMIAが48°と1 S.D.を超えて小さい値、IMPAが97°と1 S.D.内でやや大きい値で上下顎前歯の唇側傾斜が認められた。E-ラインに対して上唇は+3.0mm、下唇は+7.0mmで上下唇ともに突出感が認められた(図4-A)。以上より、上下

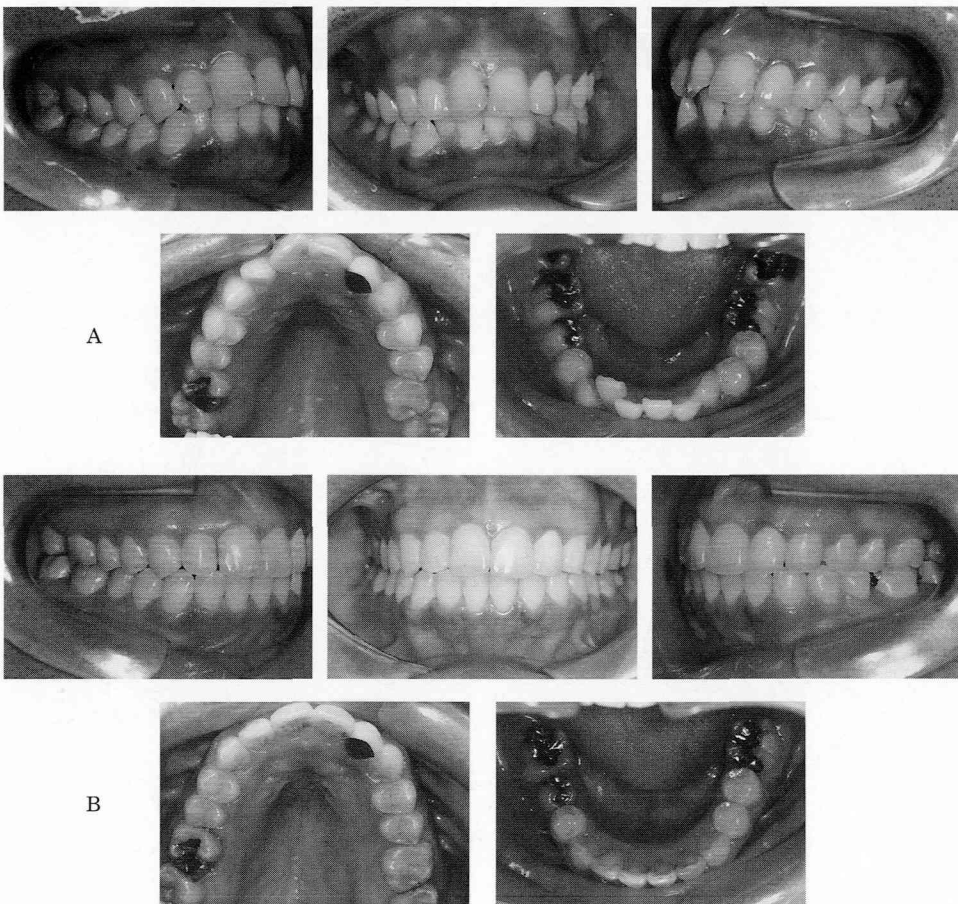


図2：口腔内写真

A：初診時 B：動的治療終了時

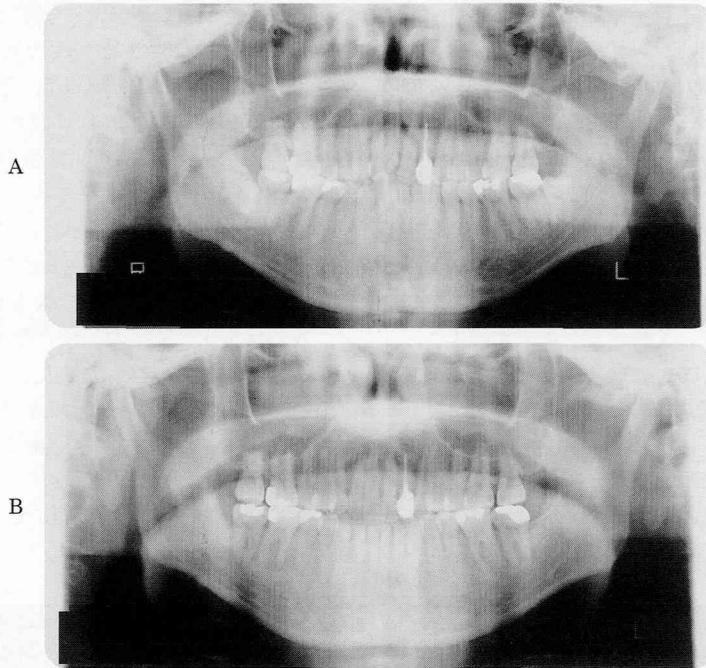


図3：パノラマX線写真
A：初診時 B：動的治療終了時

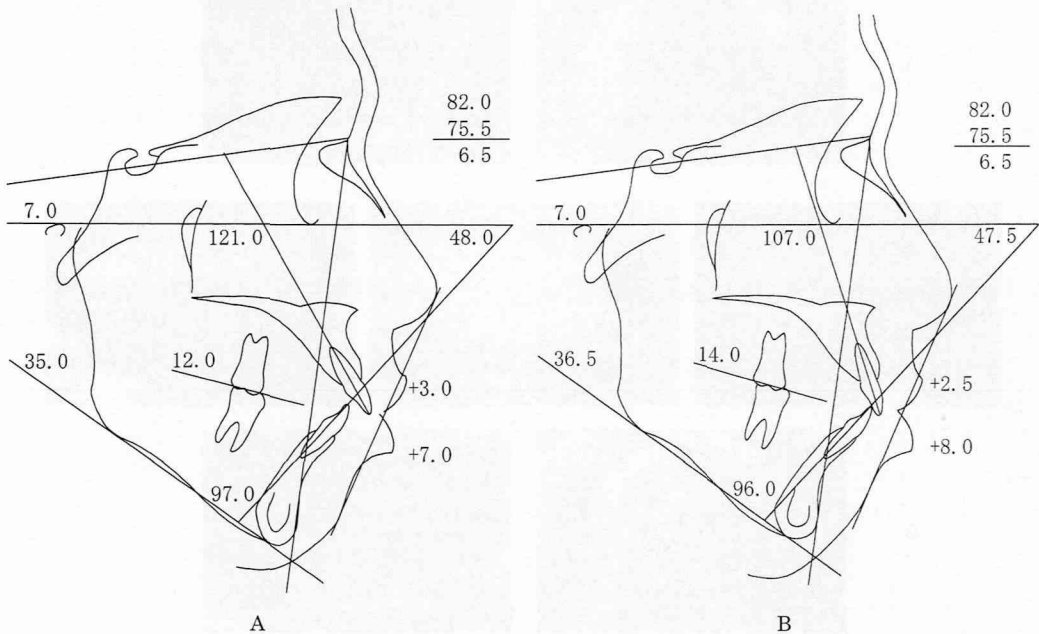


図4：側貌頭部X線規格写真のトレース
A：初診時 B：動的治療終了時



図5：デンタルX線写真

A：初診時

顎前歯部の唇側傾斜を伴う Angle I 級骨格性 2 級叢生症例と診断した。治療目標として 1. アーチレングスディスクレパンシーの解消, 2. 上下顎前歯歯軸の改善, 3. 適正なオーバージェット・オーバーバイトの獲得, 4. トゥースサイズレシオの不調和の改善, 5. 口元の突出感の改善を行うこととした。この治療目標が達成されるように各種治療方法とその利点と欠点について検討した。アーチレングスディスクレパンシーが中程度であること, 大臼歯関係が Angle I 級であること, 患者の年齢が一般的な矯正治療患者と比べてやや高齢であったこと, さらに可能な限り抜歯をしたくないという患者の強い希望があったことから, 積極的な歯の移動, すなわち抜歯や大臼歯の遠心移動は治療方針から除外された。その結果, 治療期間が比較的短期間になると予測された歯冠幅径の削減を行うことでアーチレングスディスクレパンシーを解消して歯を再排列することとした。歯冠幅径の削減を行うにあたって, 個々の隣接面エナメル質の厚さと可能な削減量について十分に検討することが必要である。そのため, 以下

に示す方法により歯冠幅径の削減量を設定しその治療結果について検討を加えた。

方法

1) エナメル質近遠心幅径の計測方法

初診時デンタルX線写真(図5-A)の画像をコンピューターに取り込み, 縦400 pixel, 横512 pixelの範囲でポイント色濃度測定, 距離・角度計測, 面積計算, 重心同定などが可能である256階調フルカラー画像処理プログラム(以下 MD_pict pro)¹¹⁾により画像処理を行った。この画像上で歯冠幅径の削減を行う歯の歯冠近遠心幅径, エナメル質近遠心幅径を求めた(図6-A, B, C, D)。計測結果を表1-A, Bに示す。

2) 歯冠幅径の削減量の算出

上下顎歯列のアーチレングスディスクレパンシーと前歯唇側傾斜の改善を目的として, 必要な歯冠幅径の削減量を算出した。MD_pict proを用いて求めた値は dot 数で表示されているため, エナメル質近遠心幅径(dot)を歯冠近遠心幅径(dot)で除し, エナメル質近遠心幅径の占める割合を算出する。その値に模型計測で得た実際の

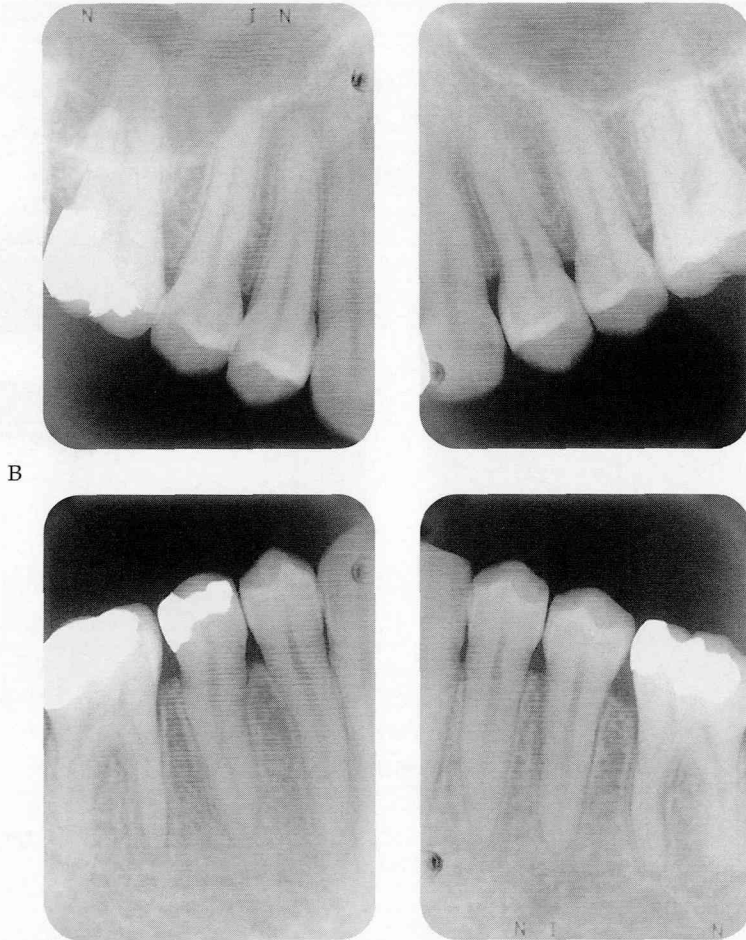


図5：デンタルX線写真
B：動的治療終了時

歯冠幅径値 (mm) を乗じて近遠心エナメル質幅径 (mm) を算出し、近遠心の平均値をエナメル質幅径とした。その結果、近遠心側ともに近似値を示したが、上顎両側中切歯は捻転歯のため近遠心側で算出値が大きく異なった。この様な個々の歯の位置異常によって生じる計測値の誤差を考慮して、算出されたエナメル質近遠心幅径の1/2の値を施行する歯冠幅径削減量と設定した(表2-A, B)。この結果、上顎の歯冠幅径削減によって得られる空隙とアーチレングスディスクレパンシーから上顎前歯の舌側移動量を考えると、口元の突出感にほとんど変化がないと予測した。また、下顎の歯冠幅径削減によって得られる空隙はアーチレングスディスクレパンシーとほぼ同じ値となるため、下顎前歯歯軸を変化させることは考

慮しなかった。

3) 歯冠幅径の削除方法

上記のデータをもとに、上下顎歯の歯冠幅径の削減を行った(図7-A, C)。エアータービンを用いた部位は、上顎では両側側中切歯近心隣接面から両側側第二小臼歯近心隣接面までのすべての隣接面、下顎では両側側の犬歯-第一小臼歯間隣接面と第一小臼歯-第二小臼歯間隣接面であった。また、下顎両側側中切歯から犬歯近心隣接面までのすべての隣接面は、ストリップスにて歯冠幅径の削減を行った(図7-B)。なお、エナメル質の削減は両隣接面を同時に行うのではなく一面ずつ行い、削減によって生じた空隙と隣接歯との距離を参照に設定した削減量の削減を行った。また、歯冠幅径の削減を行ったすべての歯に対して

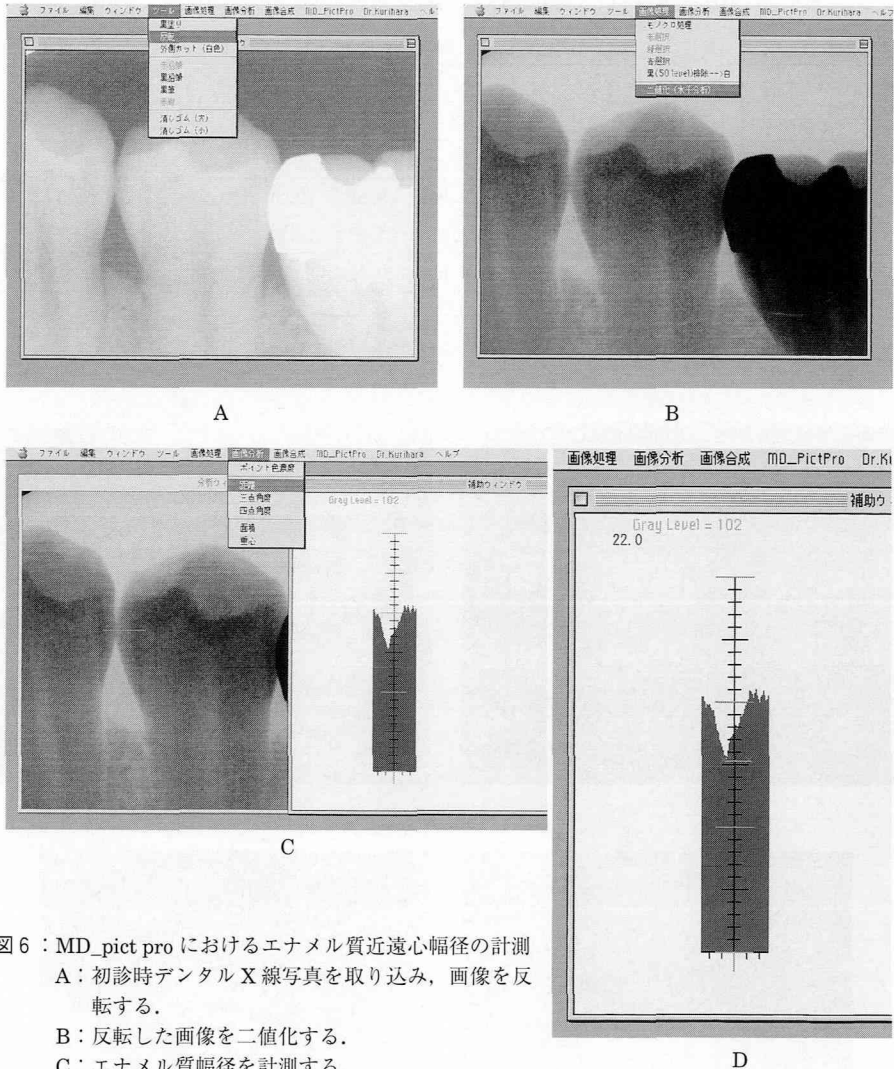


図6：MD_pict proにおけるエナメル質近遠心幅径の計測
 A：初診時デンタルX線写真を取り込み、画像を反転する。
 B：反転した画像を二値化する。
 C：エナメル質幅径を計測する。
 D：計測結果。

表1-A：MD_pict proによる歯冠幅径と近遠心エナメル質幅径の計測値（上顎）

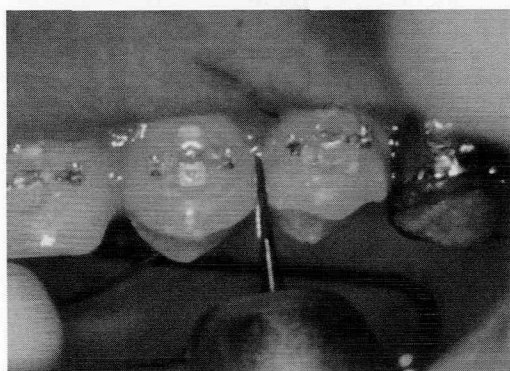
上顎：初診時	R 5	R 4	R 3	R 2	R 1	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5
歯冠幅径 (dot)	206.2	214.1	227.3	188.2	219.9	252.1	213.0	213.4	221.0	234.2
近心エナメル (dot)	25.2	20.0	27.0	17.2	15.0	20.4	*	24.6	34.0	35.5
遠心エナメル (dot)	30.4	28.0	27.2	19.8	31.3	28.5	*	30.0	27.0	29.0
近心エナメル (%)	12.22	9.34	11.88	9.14	6.82	8.09	*	11.53	15.39	15.16
遠心エナメル (%)	14.74	13.08	11.97	10.52	14.23	11.31	*	14.06	12.22	12.38
近心エナメル (mm)	0.93	0.75	0.95	0.71	0.65	0.77	*	0.92	1.23	1.15
遠心エナメル (mm)	1.12	1.05	0.96	0.82	1.35	1.08	*	1.13	0.98	0.94

*補綴物のため計測不可能

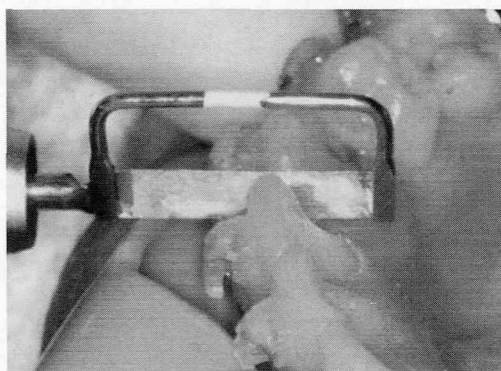
表 1-B: MD_pict pro による歯冠幅径と近遠心エナメル質幅径の計測値 (下顎)

下顎：初診時	R 5	R 4	R 3	R 2	R 1	L 1	L 2	L 3	L 4	L 5
歯冠幅径 (dot)	216.2	210.5	187.7	187.9	157.7	162.2	187.6	193.6	210.1	220.0
近心エナメル (dot)	27.0	27.0	22.2	18.7	15.1	20.1	22.1	24.0	24.7	28.0
遠心エナメル (dot)	*	29.0	22.1	20.9	18.2	20.0	21.4	26.0	24.7	31.0
近心エナメル (%)	12.49	12.83	11.83	9.95	9.58	12.39	11.78	12.4	11.76	12.73
遠心エナメル (%)	*	13.78	11.77	11.12	11.54	12.33	11.41	13.43	11.76	14.09
近心エナメル (mm)	1.0	1.0	0.83	0.65	0.58	0.74	0.77	0.87	0.92	1.02
遠心エナメル (mm)	*	1.08	0.82	0.72	0.69	0.74	0.74	0.94	0.92	1.13

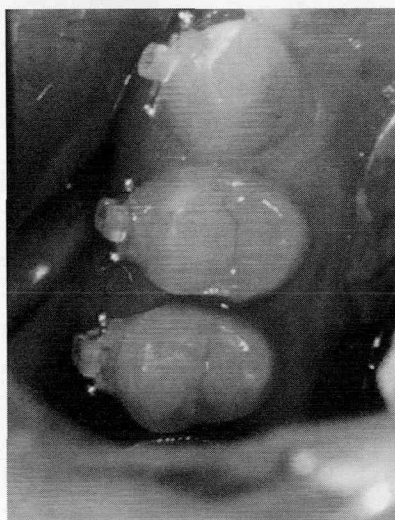
* 補綴物のため計測不可能



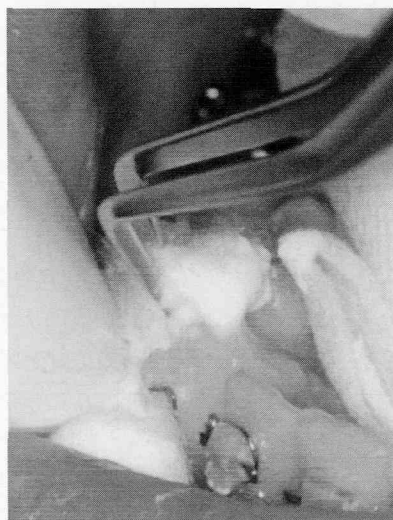
A



B



C



D

図 7：近遠心幅径エナメル質の削減

- A: Sheridan の方法に準じてエナメル質の削減を行った。
 B: 下顎前歯部は、ストリップスにてエナメル質の削減を行った。
 C: 削減後の咬合面観。隣接面にスペースを認める。
 D: エナメル質削減を行ったすべての歯にフッ素塗布を行った。

表 2-A: MD_pict pro にて設定したエナメル質近遠心幅径の平均値と一隣接面あたりの削減量 (上顎)

上顎	R5	R4	R3	R2	R1	L1	L2	L3	L4	L5
平均値 (mm)	1.03	0.90	0.96	0.77	1.00	0.93	*	1.03	1.11	1.05
削減量 (mm)	0.52	0.45	0.48	0.39	0.50	0.47	*	0.52	0.56	0.53

*補綴物のため計測不可能

表 2-B: MD_pict pro にて設定したエナメル質近遠心幅径の平均値と一隣接面あたりの削減量 (下顎)

下顎	R5	R4	R3	R2	R1	L1	L2	L3	L4	L5
平均値 (mm)	1.00	1.04	0.83	0.69	0.64	0.74	0.76	0.91	0.92	1.08
削減量 (mm)	0.50	0.52	0.42	0.35	0.32	0.37	0.38	0.46	0.46	0.54

表 3-A: 模型計測による初診時と動的治療終了時の比較 (上顎)

上顎: 模型計測	R5	R4	R3	R2	R1	L1	L2	L3	L4	L5
初診時歯冠幅径(mm)	7.6	8.0	8.0	7.8	9.5	9.5	8.2	8.0	8.0	7.6
終了時歯冠幅径(mm)	7.0	7.0	7.6	7.0	8.5	8.5	7.0	7.6	7.0	7.0
実際の削減量 (mm)	0.6	1.0	0.4	0.8	1.0	1.0	1.2	0.4	1.0	0.6
一隣接面あたり(mm)	0.3	0.5	0.2	0.4	0.5	0.5	0.6	0.2	0.5	0.3

表 3-B: 模型計測による初診時と動的治療終了時の比較 (下顎)

下顎: 模型計測	R5	R4	R3	R2	R1	L1	L2	L3	L4	L5
初診時歯冠幅径(mm)	8.0	7.8	7.0	6.5	6.0	6.0	6.5	7.0	7.8	8.0
終了時歯冠幅径(mm)	7.4	6.8	6.5	6.0	5.5	5.5	6.0	6.5	6.8	7.4
実際の削減量 (mm)	0.6	1.0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	0.6
一隣接面あたり(mm)	0.3	0.5	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.5	0.3

表 4-A: MD_pict pro にて設定した近遠心エナメル質の削減量と実際の削減量との差 (上顎)

上顎	R5	R4	R3	R2	R1	L1	L2	L3	L4	L5
設定した削減量(mm)	0.52	0.45	0.48	0.39	0.50	0.47	*	0.52	0.56	0.53
実際の削減量 (mm)	0.30	0.50	0.20	0.40	0.50	0.50	0.60	0.20	0.50	0.30
差	0.22	0.05	0.28	-0.01	0.00	-0.03	*	0.32	0.06	0.23

*補綴物のため計測不可能

表 4-B: MD_pict pro にて設定した近遠心エナメル質の削減量と実際の削減量との差 (下顎)

下顎	R5	R4	R3	R2	R1	L1	L2	L3	L4	L5
設定した削減量(mm)	0.50	0.52	0.42	0.35	0.32	0.37	0.38	0.46	0.46	0.54
実際の削減量 (mm)	0.30	0.50	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.50	0.30
差	0.20	0.02	0.17	0.10	0.07	0.12	0.13	0.21	-0.04	0.24

フッ素塗布を行った (図 7-D)。

4) 歯冠幅径の削除量の評価方法

動的矯正治療終了時の口腔模型を用い、歯冠幅径の削減を施行した歯の歯冠近遠心幅径をノギス

にて計測し、初診時の歯冠幅径との差を実際の削減量として算出した (表 3-A, B)。設定された削減量と実際の削減量との差を求め検討した (表 4-A, B)。

結 果

治療経過

動的治療開始前に下顎両側側第三大臼歯を抜去した。上顎にNanceのホールディングアーチを装着後上下顎にエッジワイズ装置を装着した。レベリング終了後、上下顎両側中切歯から第二小臼歯近心隣接面までのすべての隣接面のエナメル質を設定された削減量にしたがって削減した。さらに、歯冠幅径の削減を行ったすべての歯にフッ素塗布を行った。歯冠幅径の削減によって獲得された空隙を、上下顎叢生の改善と上顎前歯の舌側傾斜に利用して歯の再排列を行った。動的治療期間は1年10ヶ月であった。上顎にラップアラウンドタイプリテーナー、下顎にスプリングリテーナーを用いて保定を行っており、現在、保定期間1年を経過しているが叢生などの後戻りは認められない。

治療結果

顔貌所見として、正貌、側貌ともにほとんど変化は認めない(図1-B)。口腔内所見として、Angle I級の大臼歯関係は維持されていた。オーバージェット+2.0 mm、オーバーバイト+2.0 mmとなり適正な被蓋量となった。また、上下顎の正中は一致した(図2-B)。模型分析所見として、オーバーオールレシオ91.1%、アンテリアルレシオ77.9%とともにほぼ平均値を示し上下顎の歯冠幅径の調和度が改善された。パノラマX線写真所見として、良好な歯根の平行性が観察された(図3-B)。側貌頭部X線規格写真所見として、骨格型に変化は認められなかった。咬合型では、U-1 to FH 107°で平均値を示し上顎前歯歯軸が改善された。FMIA, IMPAより下顎前歯歯軸は変化しなかった。また、E-lineについてもほとんど変化を認めなかった(図4-B)。

Ⅲ-3. 歯冠幅径削減量の結果

実際の歯冠幅径削減量は、トータルで上顎8.0 mm, 下顎7.0 mmであった。個々の歯の歯冠幅径削減量を示す。(表3-A, B) 上下顎ともに、MD_pict proにて設定した歯冠幅径削減量と実際の歯冠幅径削減量との差はほとんどなく、-0.04から0.32 mmであった(表4-A, B)。

考 察

治療結果についての評価

動的治療終了時に上下顎の叢生は改善され、良好な第一大臼歯の咬合関係と正常な被蓋量を獲得することができた。治療後のオーバーオールレシオとアンテリアルレシオはともに平均値を示しており上下顎歯冠幅径の調和度は改善された。初診時は121°であったU-1 to FHが動的矯正治療終了時には107°となり、上顎前歯の舌側傾斜が十分に行えた結果、歯軸の改善が認められた。一方、FMIA, IMPAおよびE-ラインの値はほとんど変化を認めず、下顎前歯歯軸と口元の軟組織形態に変化がなかったことを示している。方法Ⅱ-2で検討したように、下顎歯列に対して可能な歯冠幅径削減量は下顎のアーチレングスディスクレパンシーとほぼ同じであったことから、下顎前歯の舌側傾斜による積極的な下顎前歯歯軸の改善を行うことはできなかった。これらの結果は、設定された治療目標と一致していた。本症例では、アーチレングスディスクレパンシーの解消と上顎前歯歯軸の改善を目的として歯冠幅径の削減を行ったため、側貌軟組織の変化をもたらすような上下顎前歯の舌側移動を行うまでには至らなかった。側貌軟組織の改善を求めるのであれば治療方針として抜歯が必要となったであろう。動的治療期間は1年10ヶ月であったが、抜歯を併用して矯正治療したと仮定した場合、治療期間は約半年～1年ほど延長したと予想される。

歯冠幅径の削減についての考察

1) 部位について

上下顎ともにアーチレングスディスクレパンシーは中程度であるため、上下顎両側中切歯から第二小臼歯近心隣接面までのエナメル質の削除を行った。上下顎前歯部に唇側傾斜が認められたため、上下顎前歯とも同量の歯冠幅径削減が望ましかったが、下顎前歯部のエナメル質近遠心幅径が上顎に比較して小さかったことと、トゥースサイズレシオより上顎の歯冠幅径が大きいことを考慮し、上顎の歯冠幅径削減量を下顎より大きく設定した。

2) 削除量について

歯質の削減量については、歯面の削減がエナメル質に限定されている場合は歯髄や象牙質の組織

には変化が見られず、エナメル質の厚さの約半分は削減しても何ら差し支えないと報告されている^{12,13,14}。表1に示したように、ほとんどの歯についてエナメル質近遠心幅径は近心側と遠心側で近似値を示したが、上顎両側中切歯は捻転歯のため近遠心側で大幅に異なる値を示した。こうした計測値の差が個々の歯の位置異常によるものか解剖学的形態によるものかによって、歯冠幅径削減量の設定方法が変わると考えられる。今回はエナメル質の削減量を計測されたエナメル質厚さの1/2に設定し、本症例の良好な治療結果からもその設定量は適切であったと示唆されたが、今後は、位置異常の状態や解剖学的形態による計測値の変化について、さらなる検討を加える必要があると考える。

3) 歯冠幅径減除に伴う臨床症状について

歯冠幅径削減を行っている術中に疼痛は認められなかった。また、動的治療中も特記すべき臨床症状の訴えは認められなかった。現在、歯冠幅径削減後2年6ヶ月経過するが、自発痛、冷水痛や温痛などの誘発痛、齲蝕および歯周疾患の悪化等を認めない(図5-B)。本法は隣接面の削減に伴って生じるエナメル質表面の溝の深さを15 μ mまで減少することが可能であり、これによって隣接面エナメル質へのプラークの集積を防ぐことができるので、エナメル質の削減が齲蝕誘発因子にはならないと報告されている^{15,16}。また、歯冠幅径の削減により歯槽骨間の距離も小さくなるが、これは歯冠幅径の削減に対する生理的な適応と考えられ、これと歯周疾患とを結びつける有力な知見はない。一方、歯根間歯槽骨の幅が大きくなるにつれて歯槽骨頂部の骨縁が根尖方向に下がる傾向があることが報告されている^{17,18}。したがって本法を施行後も十分なプラークコントロールを行い良好な口腔衛生状態を維持できれば、齲蝕や歯周疾患の罹患に対しては問題ないと考えている。

4) 施術時期について

上下顎にエッジワイズ装置を装着しレベリング終了後に歯冠幅径の削減を行った。上下顎ともに初診時の小白歯部には叢生をほとんど認めないため、エッジワイズ装置を装着後直ちに歯冠幅径の削減を開始するのが妥当であり、その場合はさらなる治療期間の短縮が可能であったと考えられる。

結 論

MD_pict proを用いたデジタル画像処理により、歯冠幅径削減量を容易かつ正確に求めることが可能であった。また、歯冠幅径の削減は、大白歯の遠心移動や歯列の側方拡大と比較して、アーチレングスディスクレパンシーの解消が容易かつ迅速であり、中程度のアーチレングスディスクレパンシーという問題を解決する上で有用な方法であると示唆された。

文 献

- 1) Dale JG (1985) Guidance of occlusion : Serial extraction in Orthodontics, Current Principles and techniques (Graber TM and Swain BF ed.) 298-9. C. V. Mosby, St. Louis.
- 2) Proffit WR (1986) Contemporary orthodontics. 341-50, 405-7, 427-38. C. V. Mosby, St. Louis.
- 3) Hilgers JJ (1992) The pendulum appliance for Class II non-compliance therapy. J Clin Orthod 26 : 706-14.
- 4) Carano A and Testa M (1996) The distal jet for upper molar distalization. Clin Orthod 30 : 374-80.
- 5) Sheridan JJ (1985) Air-rotor stripping. J Clin Orthod 19 : 43-59.
- 6) Sheridan JJ (1987) Air-rotor stripping update. J Clin Orthod 21 : 781-8.
- 7) Sheridan JJ and Ledoux PM (1989) Air-rotor stripping and proximal sealants. J Clin Orthod 23 : 790-4.
- 8) 松本光生, 黒田康子, 吉田建美, 平田隆則, 作田 守 (1971) 上下歯冠幅径の調和. 日矯歯誌 30 : 52-5.
- 9) 本橋康助, 曾根静男, 亀田 晃, 近藤悦子, 梶悦子, 大石徳子 (1971) Tooth-size ratioの臨床応用について. 日矯歯誌 30 : 270-82.
- 10) 飯塚哲夫, 石川富士郎 (1957) 頭部X線規格写真による症例分析法の基準値について-日本人成人男女正常咬合群-. 日矯歯誌 16(1) : 4-12.
- 11) 白井暁昭, 川原一郎, 岡藤範正, 栗原三郎 (2002) ラット臼歯移動後における酒石酸耐性酸性フォスファターゼ陽性細胞の出現様相-フルカラー画像処理による検討-. 日骨形態誌 12 : 35-42.
- 12) Hudson AL (1956) A study of the effects of mesiodistal reduction of mandibular anterior teeth. Am J Orthod 42 : 615-24.
- 13) Zachrisson BU and Major IA (1975) Remodeling of teeth by grinding. Am J Orthod 68 : 545-

- 53.
- 14) Peck H and Peck S (1975) Reproximation (enamel stripping) as an essential orthodontic treatment ingredient. 513-22. C. V. Mosby Co., St. Louis.
- 15) Radlanski RJ, Jager A, Schwestka R and Bertzbach F (1988) Plaque accumulations caused by interdental stripping. *Am J Orthod* **94** : 416-20.
- 16) El-Mangoury NH, Moussa M, Mostafa Y and Girgis A (1991) In vivo remineralization after air-rotor stripping. *J Clin Orthod* **25** : 75-8.
- 17) Heins PJ, Thomas RG and Newton JW (1988) The relationship of interradicular width and alveolar bone loss. *J Periodontol* **59** : 73-9.
- 18) Tal H (1984) Relationship between the interproximal distance of root and the prevalence of interbony pockets. *J Periodontol* **55** : 604-7.