

原 著

マイクロモーター用高速コントラアングルによる切削の評価

岡 本 武 司 岩 堀 正 俊 石 田 勝 重 山 内 六 男

Evaluation of Cutting using High-speed Contra-angle Hand Pieces for Micro Motors

OKAMOTO TAKESHI, IWAHORI MASATOSHI, ISHIDA KATSUSHIGE and YAMAUCHI MUTSUO

我々は高速コントラアングルによる切削に関してエアタービンと比較検討するため、①切削時の適正荷重並びに切削面性状、②抜去天然歯で支台歯形成を行った場合のマージン部の観察並びに形成面の表面性状についての評価、③切削感についてのアンケート調査を実施した。

高速コントラアングル3機種、エアタービン用ハンドピース2機種を用いた。エポキシ樹脂およびセラミックブロックをダイヤモンドポイントにより20万rpmで1秒間に切削する距離を切削性と規定した。切削時の荷重量を100gから700gまで100g単位とした。実際に20万rpmで回転しているかどうか無負荷時の回転数を回転数・振動数測定器により測定した。高速コントラアングルを1分間回転させた場合の注水量を測定した。切削面のJIS規格中心線平均粗さ、最大高さおよびろ波中心線うねりを表面粗さ測定器により求めた。歯科医師に抜去小臼歯を全部鑄造冠および前装鑄造冠の支台歯形成を行わせ、形成後の中心線平均粗さ、最大高さおよびろ波中心線うねりを測定した。走査型電子顕微鏡より形成面を観察した。切削感については、VASにより評価した。

無負荷時の最大回転数はほぼ20万rpmで回転していたが、注水量には若干の差がみられた。エアタービンでは300g以上の荷重で回転が停止するが、高速コントラアングルでは荷重の増加に伴い切削量は増加し、500g~600gで最大の切削性を示した。形成後のマージンの観察では差はなかった。被削材および天然歯切削後の中心線平均粗さ、最大高さおよびろ波中心線うねりには差はなかった。切削感のVASによる評価では高速コントラアングルとエアタービンで差はなかった。

以上の結果から、高速コントラアングルは従来のエアタービンハンドピースより大きい荷重において切削性が高く、切削面性状には違いがないことが明らかになった。

キーワード：高速コントラアングルハンドピース、切削、評価、表面あらさ、切削感

To compare cutting using high-speed contra-angle and air turbine hand-pieces, we performed the following: 1) investigation of the appropriate cutting load and the properties of the cut surface, 2) observation of the margin of an abutment tooth prepared using an extracted human teeth and evaluation of the surface properties, and 3) a questionnaire survey of the feeling on cutting.

Three models of high-speed contra-angle hand pieces and 2 of air turbine hand pieces were used. The distances on cutting an epoxy resin and ceramic block per second at 200,000 rpm using a diamond point were specified as the cutting profile, and 100-700 g forces were loaded in 100 g increments during cutting. The number of rotations was measured with no load using a rotation/vibration-counting device to confirm that the devices actually rotated at 200,000 rpm. The irrigation volume per minute on rotating the high-speed contra-

脚注：本論文の要旨は、第82回朝日大学歯学研究科発表会（平成20年3月21日、岐阜）において発表した。また、本論文の一部は第32回日本歯科理工学会学術講演会（平成10年10月17日、新潟）、第34回日本歯科理工学会学術講演会（平成11年10月9日、札幌）および第35回日本歯科理工学会学術講演会（平成12年4月27日、東京）において発表した。

朝日大学歯学部口腔機能修復学講座歯科補綴学分野
501-0296 岐阜県瑞穂市穂積1851
Department of Prosthodontics, Division of Oral Functional Science and Rehabilitation
Asahi University School of Dentistry
Hozumi 1851, Mizuho, Gifu 501-0296, Japan
(平成21年12月21日受理)

angle hand-pieces was measured. The JIS standard central average roughness (R_a), maximum height (R_{MAX}), and surface wave (W_{cm}) of the cut surfaces were measured using a surface roughness measurement device. Abutment teeth with full-cast and facing crowns involved premolars extracted by a dentist, and their R_a , R_{MAX} , and W_{cm} were measured. The prepared surfaces were also observed by scanning electron microscopy. The feeling on cutting was evaluated employing VAS.

The maximum number of rotations in load absence was stable, at about 200,000, but the irrigation volume varied. Rotation of the air turbine hand-pieces stopped when a 300 g or greater force was loaded, whereas the amount of cutting increased as the load increased using the high-speed contra-angle hand-pieces, reaching maximal cutting at 500-600g. There was no difference in the cut margin on observation after the preparation, nor were there differences in R_a , R_{MAX} , or W_{cm} among the cut materials and human teeth. There was no difference in the feeling on cutting between the high-speed contra-angle and air turbine hand-pieces.

Based on the above findings, the high-speed contra-angle hand pieces showed a more marked cutting ability than the air turbine hand pieces at a high load, while there was no difference in the quality of cut surfaces.

Key words: High-speed contra-angle hand piece, cutting, evaluation, surface roughness, feeling on cutting

緒 言

歯科診療における歯の切削には、エアータービンとマイクロモーターが用いられ、一般的に象牙質の切削には、低速に回転するマイクロモーターが用いられ、全部鑄造冠などの支台歯形成では、高速に回転するエアータービンが用いられている。他方、マイクロモーターによる支台歯形成も従来から行われていたが、切削量が少ないことから、仕上げ形成に用いられていた¹⁾。

近年、マイクロモーターでの支台歯切削を目的とした、いわゆる、高速コントラアングルハンドピース(以下、高速コントラアングルと略す。)が出現した²⁾。これは、通常4万rpmのマイクロモーターの回転数をコントラアングルで機械的に20万rpmに増速し、切削するものである。この高速コントラアングルは、水の逆流がないため汚染が少なく、感染予防対策に効果的であり、フットペダルの踏み込み量に比例して回転数が上がり、形成面性状もエアータービンで切削した場合よりもよいなどの利点もあり、魅力のある切削機械であるといえる^{3,4)}。また、有髄歯への切削でも疼痛を減少させるなどの利点も報告されている⁵⁾。

一方、エアータービンでの切削では適正な荷重で切削しない場合に回転が停止し切削ができなくなる。そのため、エアータービンにおける切削時の適正荷重に関して検討が行われている^{6,7)}。しかし、高速コントラアングルに関する切削についての報告はほとんどない⁸⁾。高速コントラアングルは、トルクのあるマイクロモーターを増速したものであるため、歯質切削のための適正荷重もエアータービンと当然異なってくるものが想像される。

そこで本研究ではまず、高速コントラアングルの切

削時の適正荷重並びに切削面性状に関して検討を行った。次いで、高速コントラアングルを用いて抜去天然歯で支台歯形成を行い、マージン部の観察、形成面の表面性状について評価するとともに、切削感についてのアンケートを実施し、従来から歯の切削に用いられているエアータービンと比較検討したので報告する。

材料および方法

1. 切削時の適正荷重並びに切削面性状

1) 実験材料

(1) 切削機械

切削には高速コントラアングルとしてIS-95(ナカニシ社製, 50574, 以下, NSKと略す.), 999(W&H社製, 05410, 以下, WHと略す.), およびイントラマチック25CN(カルテンバツハ社製, C181765, 以下, KAVOと略す.)の3機種を用いた(図1)。これらを最大4万rpmのマイクロモーター(モリタ社製TR-5)に取り付け使用した。また、対照としてエアータービン用エアーパーリングタイプハンドピース



図1. 実験に用いた高速コントラアングル3種

(モリタ社製 PAT-C-2-0, 以下, PAT-C と略す.) およびハイトルクボールベアリングタイプハンドピース (モリタ社製 PARS, 以下, PARS と略す.) を用いた。

(2) 切削用ポイント

切削用ポイントには, シリンダータイプのダイヤモンドポイント (モリタ社製 JM ステリダイヤ M102R) を用いた。

(3) 被削材

被削材には, 直径37mm, 厚さ5mm の円板状のエポキシ樹脂 (ニッシン社) および CAD/CAM 用セラミックブロック (ビタ社製セレック2ピタブロックマークII) を用いた (図2)。

2) 回転数の測定

無負荷時の回転数を回転数・振動数測定器 (Micron 社製ハンドピースカウンター2:HPW-2) を用いて測定した。

3) 注水量の測定

1分間回転させた場合の注水量を測定した。

4) 切削性

切削時の荷重量を100g から700g まで100g 単位とし, 注水下において20万 rpm で1秒間にエポキシ樹脂を切削する距離を切削性と規定した (図3)。同一

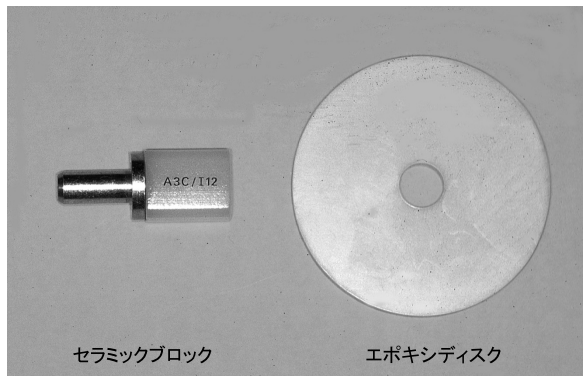


図2. 実験に用いた被削材

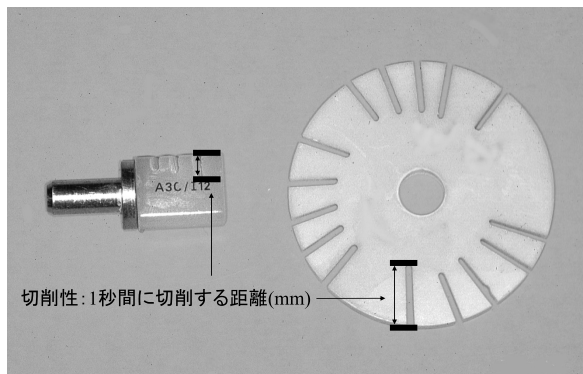


図3. 切削後の被削材と切削性の評価方法

ダイヤモンドポイントで3回の切削を行い, それぞれ5回ずつ計測し平均した。

5) 切削面の表面粗さ測定

形成後の支台歯軸面の JIS 規格中心線平均粗さ, 最大高さおよび JIS 規格ろ波中心線うねりを表面粗さ測定器 (小坂研究所製サーフコーダ SE-30D) にて1試料につき3回ずつ測定した。

6) 統計処理

切削機械および荷重を因子とした2元配置分散分析を用い, 有意差検定 ($p < 0.05$) を行った。計測できなかった荷重に対しては0を代入した。

2. 支台歯形成に関する評価

1) 被験者および形成方法

実験は, 朝日大学病院補綴科に勤務する臨床経験2年以下 (以下, 初心者群と略す.) および10年以上の歯科医師 (以下, ベテラン群と略す.) 各4名ずつ, 合計8名に依頼した。咬合面以外にカリエスのない新鮮抜去小臼歯を被験歯とし, 全周シャンファーの全部鑄造冠2歯および頬側ショルダー, 舌側シャンファーの前装鑄造冠2歯の計4歯について支台歯形成を行わせた。

切削には, 高速コントラアングルとして IS-95 (ナカニシ社製, NSK) を, 対照としてエアタービン用エアベアリングタイプハンドピース (モリタ社製 PAT-C) を用いた。形成用ダイヤモンドポイントには, K1, K2, B2, B3および P17 (ジーシー社製) を用い, ポイントの選択, 切削荷重および回転数は術者の自由とした。

2) 形成面の評価

形成後の支台歯軸面の JIS 規格中心線平均粗さ, 最大高さおよび JIS 規格ろ波中心線うねりを表面粗さ測定器 (小坂研究所製サーフコーダ SE-30D) にて1歯につき3回ずつ測定した。

また, 走査型電子顕微鏡 (JOEL 社製 JSM-35C) (以下, SEM と略す.) により形成面の観察を行った。さらに抜去歯の歯冠を10回切断したバーの表面も観察した。

3) 切削感に関するアンケート調査

切削感については, Visual Analogue Scale (VAS) により評価させた (図4)。

高速コントラアングル, エアタービンに差がなかったと感じた場合は0に, どちらかが切削感がよかった場合は, その程度を5段階で評価し, 良いと思った方に○を記入させた。併せて使用感を具体的に記述させた。

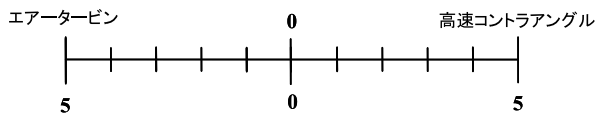


図4. 切削感のアンケート調査に用いた Visual Analogue Scale

4) 統計処理

切削機械、臨床経験およびクラウンの種類の違いについては、t検定 ($p < 0.05$) を用いた。

結 果

1. 無負荷時の回転数および注水量

実際に20万 rpm で回転しているかどうか無負荷時の最大回転数を調べたところ、NSKでは196,000 rpm、WHでは193,000rpm、KAVOでは193,000rpmであり、ほぼ20万 rpm で回転していることがわかった (図5)。

また、注水量について調べたところ、NSKでは40cc/min、WHでは55cc/min、KAVOでは60cc/minであった (図6)。

2. 切削性

エポキシ樹脂を被削材とした場合、エアベアリン

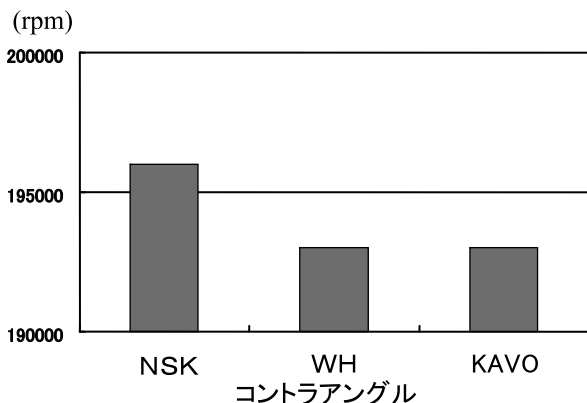


図5. 無負荷時の高速コントラアングルの回転数

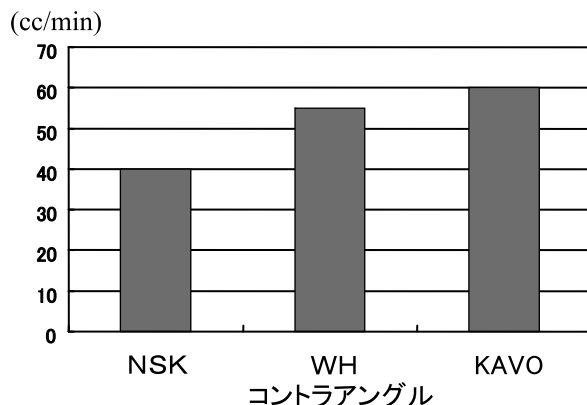


図6. 無負荷時の高速コントラアングルの注水量

グタイプハンドピースのPAT-Cでは、200g以上の荷重では切削できなかった。一方、ハイトルクボールベアリングタイプハンドピースのPAR-Sでは、200gで最大の切削性を示したが、300g以上の荷重では切削できなかった。これに対して高速コントラアングルでは、100gから500gまで荷重量と切削性が比例関係にあった。KAVOおよびWHでは、600gから急激に切削性が低下し、NSKでは600gでも500gとほぼ同じ切削性を示したが、700gではいずれの機種でもわずしか切削できなかった (図7)。2元配置分散分析の結果、切削機械、荷重のいずれにも有意差が認められた。

セラミックを被削材とした場合、エアベアリングタイプハンドピースのPAT-Cでは、300g以上の荷重では切削できなかった。一方、ハイトルクボールベアリングタイプハンドピースのPAR-Sでは、400gで最大の切削性を示したが、700g以上の荷重では切削できなかった。これに対して高速コントラアングルでは、100gから600gまで荷重量と切削性が比例関係にあった。KAVOおよびWHでは、700gまで切削性が低下しなかったが、NSKでは700gでは切削性が急激に低下した (図8)。2元配置分散分析の結果、切削

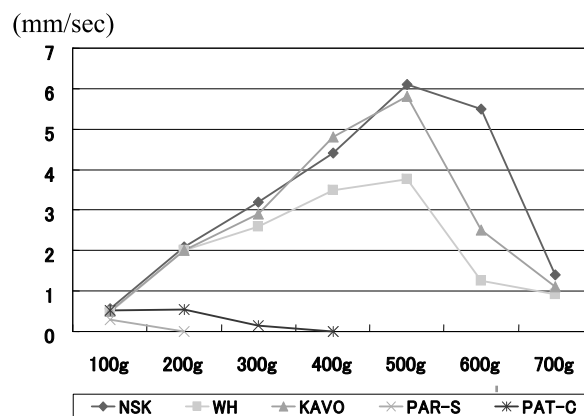


図7. エポキシ樹脂を被削材とした場合の切削性

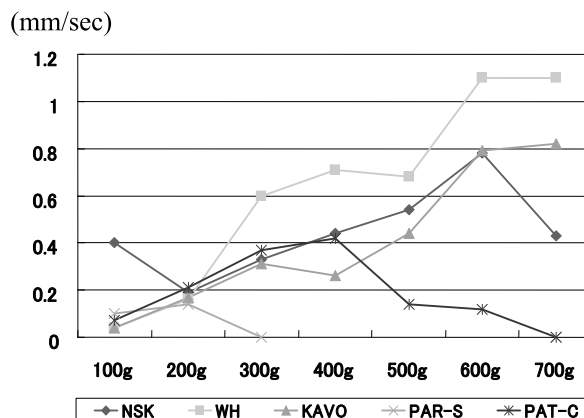


図8. セラミックを被削材とした場合の切削性

機械、荷重のいずれにも有意差が認められた。

このように、高速コントラアングルでは、従来のエアタービンハンドピースより大きい荷重において切削性が高いことがわかった。

3. 被削材の切削後の表面性状

1) エポキシ樹脂を切削した場合の中心線平均粗さ

NSK および KAVO では100g~300g の範囲では荷重量の増加に伴い低下したが、それ以上の荷重では逆に増加し、500g で最大を示し、それ以後は逆に低下した。WH では200g で一旦低下したが、それ以上の荷重では増加した。一方、高速コントラアングルとエアタービンを比較した場合、ほとんど差はなかった(図9)。2元配置分散分析の結果、切削機械、荷重のいずれにも有意差が認められなかった。

2) セラミックを切削した場合の中心線平均粗さ

NSK では荷重量の増加に伴い減少した。WH では500g まで荷重量の増加に伴い増加したが、500g で急激に増加し、その後は低下した。KAVO では400g まで荷重量の増加に伴い減少した。高速コントラアングルとエアタービンでは明らかな差はなかった(図10)。2元配置分散分析の結果、切削機械、荷重のい(μm)

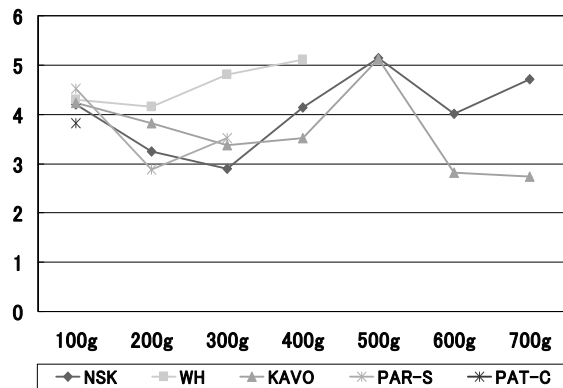


図9. エポキシ樹脂を切削した場合の中心線平均粗さ

(μm)

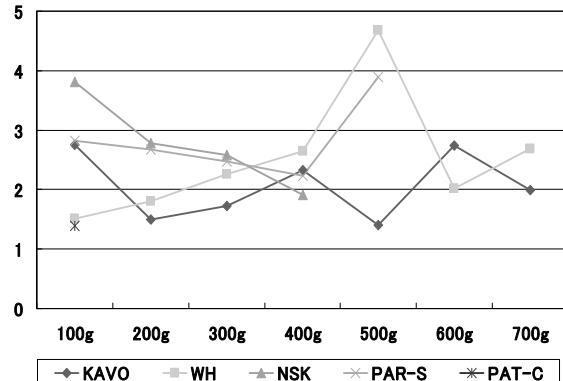


図10. セラミックを切削した場合の中心線平均粗さ

ずれにも有意差が認められなかった。

3) エポキシ樹脂を切削した場合の最大高さ

高速コントラアングル同士、高速コントラアングルとエアタービンを比較した場合でも、ほとんど差はなかった(図11)。2元配置分散分析の結果、切削機械、荷重のいずれにも有意差が認められなかった。

4) セラミックを切削した場合の最大高さ

WH で500g 荷重で大きな最大高さを示したが、荷重量と最大高さには関連はなかった。エアタービンの方が高速コントラアングルよりも大きな最大高さを示した(図12)。2元配置分散分析の結果、切削機械、荷重のいずれにも有意差が認められなかった。

5) エポキシ樹脂を切削した場合のろ波中心線うねり

200g で一旦低下したが、それ以後は荷重量の増加に伴ううねりが増加した。エアタービンの PAR-S では逆の傾向を示した(図13)。2元配置分散分析の結果、切削機械、荷重のいずれにも有意差が認められなかった。

6) セラミックブロックを切削した場合のろ波中心線うねり

PAT-C が100g 荷重時にうねりが最大を示した。NSK で荷重量とうねりの増加が一致したが、PAR-S

(μm)

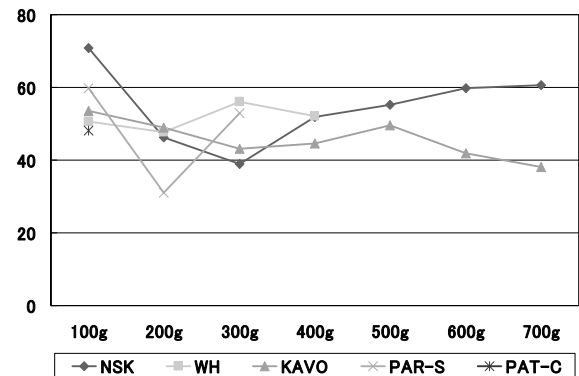


図11. エポキシ樹脂を切削した場合の最大高さ

(μm)

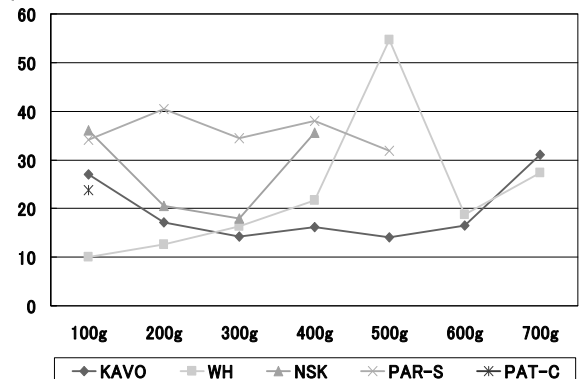


図12. セラミックを切削した場合の最大高さ

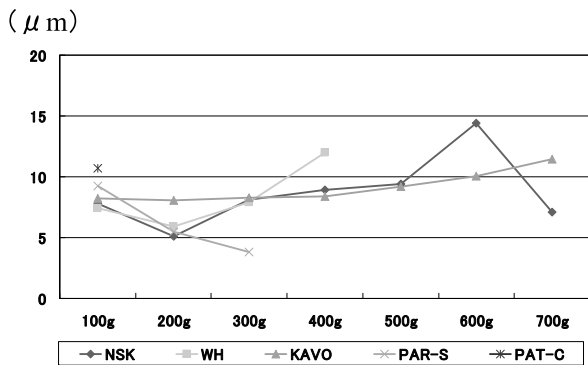


図13. エポキシ樹脂を切削した場合のろ波中心線うねり

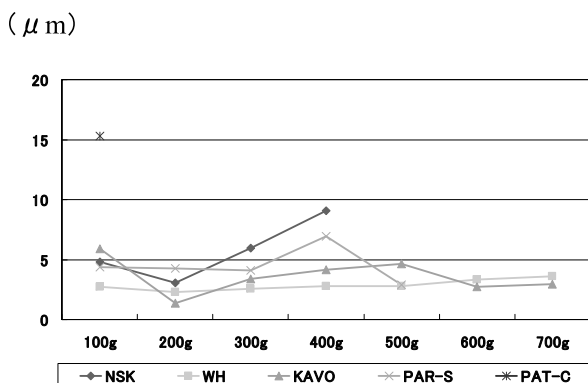


図14. セラミックを切削した場合のろ波中心線うねり

では逆の結果となった(図14)。2元配置分散分析の結果、切削機械、荷重のいずれにも有意差が認められなかった。

3. 支台歯形成に関する評価

1) 中心線平均粗さ

高速コントラアングル13.7μm, エアータービン11.1μmで、高速コントラアングルがエアータービンに比べて大きい傾向であったが有意差はなかった。(図15)。

また、臨床経験の違いでは、初心者群13.1μm, ベ

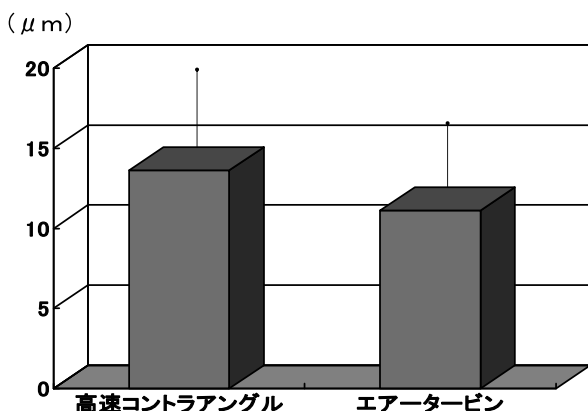


図15. 天然歯切削面の中心線平均粗さ

テラン群11.7μmで、ベテラン群が初心者群に比べて小さい傾向であったが有意差はなかった(図16)。

2) 最大高さ

高速コントラアングル322.4μm, エアータービン298.2μmとわずかに高速コントラアングルがエアータービンに比べて大きい傾向であったが、有意差はなかった(図17)。

また、臨床経験の違いでは、初心者群320.4μm, ベテラン群298.8μmで、ベテラン群が初心者群に比べて小さい傾向であったが、有意差はなかった(図18)。

3) ろ波中心線うねり

高速コントラアングルの110.4μmに対し、エアータービンは120.8μmで、高速コントラアングルがエアータービンに比べて小さな値を示したが、有意差はなかった(図19)。

また、臨床経験の違いでは、初心者群130.2μm, ベテラン群101.0μmで、ベテラン群が初心者群に比べて小さい傾向であったが有意差はなかった(図20)。

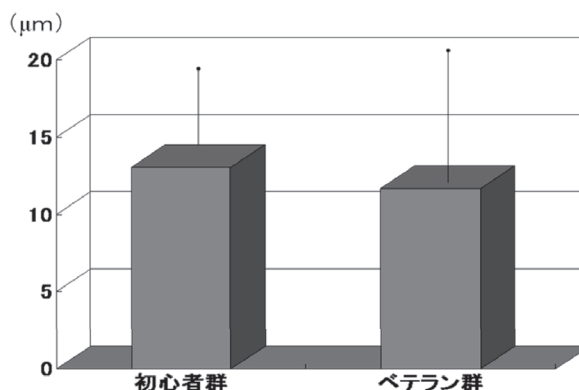


図16. ベテラン群と初心者群における天然歯切削面の中心線平均粗さ

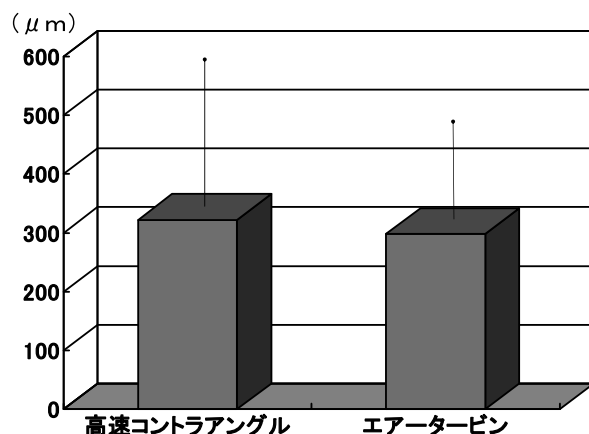


図17. 天然歯切削面の最大高さ

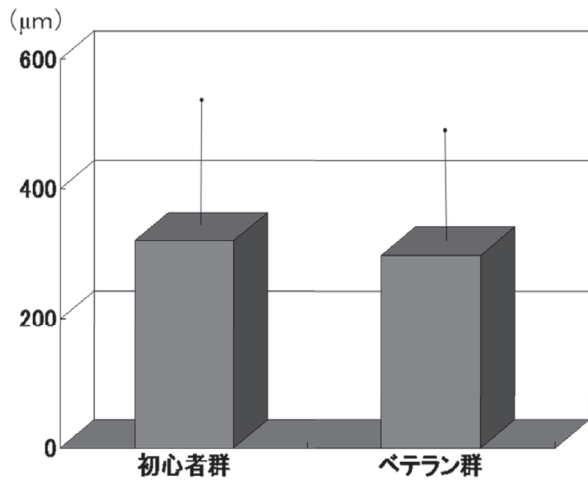


図18. ベテラン群と初心者群における天然歯切削面の最大高さ

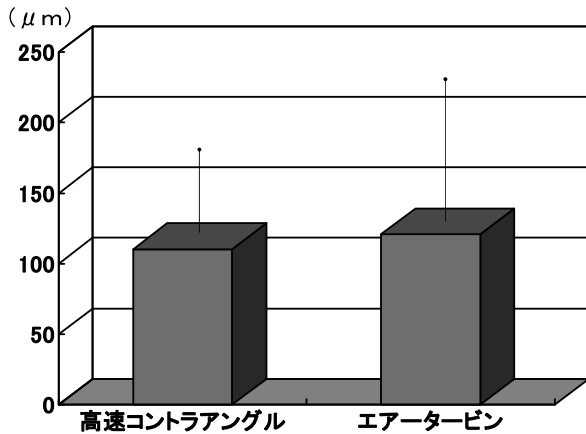


図19. 天然歯切削面のろ波中心線うねり

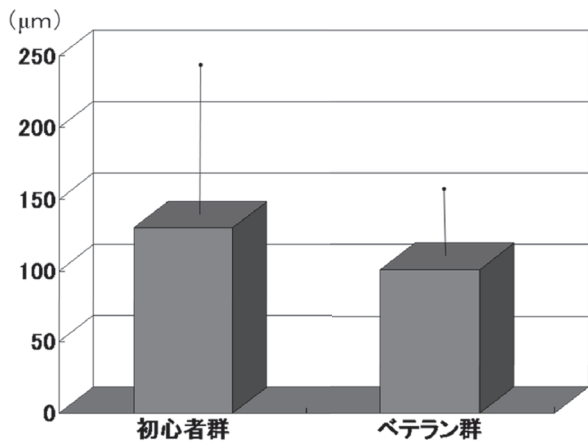


図20. ベテラン群と初心者群における天然歯切削面のろ波中心線うねり

4) 形成面の SEM 観察

マージン形態がシャンファーの場合、エアタービン、高速コントラアングルともにエナメル質に欠損がみられたが、その数はわずかで大きさもあまり変わら

なかった。ショルダーの場合、エアタービンはシャンファーと同様の傾向であったが、高速コントラアングルは欠損の数は多く、大きいようであった(図21)。

5) 切削に用いたポイントの SEM 観察

エアタービン、高速コントラアングルともに使用前のものに比べてダイヤモンド粒子の剥離がみられたが、両者に顕著な差はなかった(図22)。

6) 切削感に関するアンケート結果

高速コントラアングルが良かったと評価した者4名、エアタービンが良かったと評価した者4名で差はなかった。内訳は初心者群では3人が高速コントラアングルに、ベテラン群では逆に3人がエアタービンが良かったと評価した。8名のVASによる評価の平均点は、高速コントラアングル側の0.25に位置し、わずかに高速コントラアングルが良い結果であった(図23)。

具体的記述では高速コントラアングルの利点として、切削しやすく形成面がきれい、トルクが大きい、音が小さいという意見が多く、逆に欠点として、重たい、振動が大きいという声が多かった。

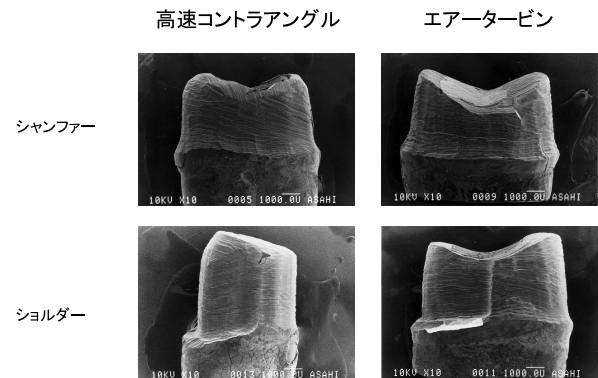


図21. 形成面の SEM 像

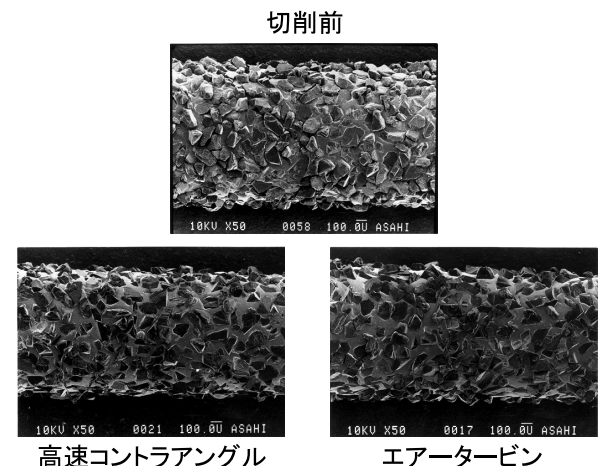


図22. 切削に用いたダイヤモンドポイントの SEM 観察

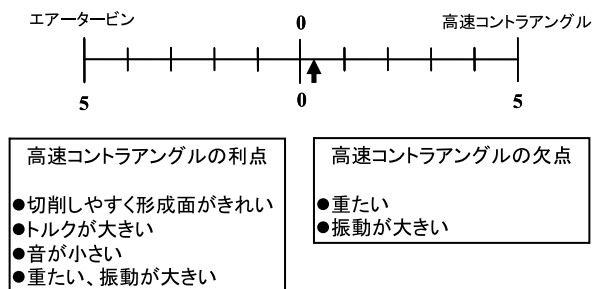


図23. 切削感に関するアンケート結果

考 察

一般的に、マイクロモーターによる切削は、象牙質の切削に用いられている。一方以前から、FGコントラを歯の切削に用いることが報告されているが、その場合、概略的な形成はエアータービンにて行われており、主に仕上げ形成に用いられていた¹⁾。その時のマイクロモーターの回転数は、2万回転までであり、マイクロモーターのみで形成を行うことには無理があり、一般には普及しなかった。

最近、マイクロモーターの回転数が向上し、最大4万回転まで上がってきた。また、コントラアングルハンドピースでさらにマイクロモーターの回転数を5倍にあげることでできる機種、いわゆる高速コントラアングルが開発され、エアータービンと同じように形成に用いられることが多くなった^{2~5)}。内山³⁾は、高速コントラアングルはトルクが大きく、歯質に押しつけても回転数が低下することが少なく、切削性も良好であると述べている。しかし、どの荷重まで加えれば切削性が変化するかなどの、この機種による切削に関しての基礎的研究はほとんど行われていない。そこで本研究を立案し、遂行した。

切削性の評価には、単位時間に切削できる被削材の量を測定する方法、一定距離を切削できる時間を測定する方法などがある^{9,10)}。今回は過去の研究から多く用いられている単位時間に切削できる距離を用いた。

切削性には被削材が影響する^{9~12)}が、今回はエナメル質を想定して快削性の材料としてセラミックブロックを、また、象牙質を想定して切削時に粘りのあるエポキシ樹脂を用いた¹³⁾。

切削性は、エアータービンの特性にも影響を受ける⁷⁾。そのため、切削性を評価する場合にはこれらのことを考慮する必要がある。そこで本研究では、エアータービンには切削性が良いといわれているハイトルク型のエアータービンも加えて高速コントラアングルと比較検討した。

実際に実験に用いたマイクロモーターに取り付けた

高速コントラアングルが200,000回転を示しているのかを調べたところ、約20万回転を確認できた。このことから、3機種の比較が可能と判断した。

実験の結果、高速コントラアングルとエアータービンと比較した場合、エアータービンでは荷重による切削性の増加が得られにくく、またある以上の荷重を加えると回転が停止した。それに対して高速コントラアングルでは、荷重の増加に伴い直線的に切削量が増加しており、最大700g荷重で切削することが可能であった。ただし、500g以上では切削性は低下した。

これまでのエアータービンの切削性の実験には以下のような報告がある。エアータービンの回転停止荷重については、被削材は異なるもののエアーパーリングタイプで今回の実験と類似したダイヤモンドポイントを用いた実験では、注水下で423.8gであったとの報告がある⁶⁾。エアータービンによる天然歯切削時の切削圧については、100g以下との報告がある¹⁴⁾。平ら⁷⁾は、エアータービンの種類によって切削時の適正切削圧が異なると報告し、ハイトルクタイプでは400g以下、通常のものでは100g以下と報告している。本実験でもエアータービンの種類によって回転停止荷重が異なり、通常のものでは100g以下で切削性が低下することから、妥当な結果と思われる。

内山³⁾は、高速コントラアングルで1分間抜去天然歯を切削した場合、切削効率もエアータービンよりも大きかったと報告している。Eikenberg⁸⁾は、被削材に本研究と類似したガラスセラミックを用いて2機種に高速コントラアングル(内、1機種は本研究と同じもの)とエアータービンの切削効率の比較を行っている。その結果、エアータービンよりも高速コントラアングルの切削効率が良いと報告しており、これらの研究結果は本研究の結果とも一致する。ただし、荷重の増加に伴う切削効率の変化などについての詳細な検討は行われていない。

切削性には被削材の硬さなどの物性が関係している^{9~12)}。そのため、今回の結果は天然歯における適正荷重とは異なることも考えられる。しかし、今回用いたセラミックブロックは、天然歯エナメル質に近い物性を有しているといわれていること、一応今回の結果を考慮すると、高速コントラアングルの適正荷重は500g~600g程度であると考えられた。しかし、切削時の荷重量があまり大きい場合には術者の疲労を招くことも考えられることから、最大の切削性を示す荷重ではなく、これよりも少なめの荷重で切削すべきであると思われる。

一方、切削試験においてKAVOとNSKでは故障等は起こらなかったが、WHでは500g以上の荷重時

にギアの摩滅により、動かなくなった。その後、新しいものに変えて実験を行ったところ、故障は起こらなかった。このことから、より長期的な耐久性についての検討が必要と思われる。

エアタービンの切削性には注水量が関係し、注水量の多い方が切削性は良いと報告されている^{15,16}。今回用いた高速コントラアングルでは、注水量に差がみられたが切削性には顕著な差はなく、今回の実験から必ずしも注水量は切削性に関係しないことが分かった。これは、使用後のダイヤモンドポイントのSEM像でも切削粉の目詰まりは少ないことから、注水の効果が出ていたものと思われる。ただし、注水量は切削性には影響しなかったが、歯髄の温度上昇による歯髄への障害などに関しては、別途検討が必要と思われる。

エアベアリングタイプのエアタービンは、摩擦抵抗が少ないため回転速度は毎分40万回にも達する。高速コントラアングルとの回転数の差は歴然で、この差が同一のバーを用いて形成を行った場合に中心線平均粗さに影響をもたらすことが考えられる。しかし、本実験では切削機械の違いによる影響はなかった。また、形成面の表面粗さは、鑄造冠の適合性や合着力にも影響する¹⁸ことから、エアタービンによる天然歯切削面の表面粗さについての報告が多い^{19,20}。その中で、中心線平均粗さ (Ra) で評価されている報告では、 $20.9\mu\text{m}$ ~ $32.5\mu\text{m}$ の範囲であり、今回の結果はこれ以下であり、切削面の表面粗さには切削機械は影響しないことが示唆された。

高速コントラアングルは、エアタービンに比べてトルクが大きく、歯質にかなり押しつけても回転数が低下することがないが、形成面のうねりに関しては、高速コントラアングルとエアタービンで差はみられなかった。これらのことから、切削時の回転数や荷重はうねりには影響しないことがわかった。

また、支台歯形成において表面粗さおよびうねりはベテラン群がやや小さな値を示した。これは、粗いダイヤモンドポイントを用いたため、臨床経験が影響したものと思われる。仕上げ形成を行った場合には、表面粗さの差は少なくなることが考えられる。

支台歯形成によるエナメル質の欠損の原因は、切削機械の回転数、荷重、振動および注水量など様々な要因が考えられ²⁰⁻²²、特定するのは困難である。本実験では形成における切削荷重、回転数は術者の自由としたので、シャンファーでは差がみられなかったと思われる。一方ショルダーでは高速コントラアングルに多くの欠損がみられ、エアタービンにはあまりみられなかった。本来ショルダータイプは歯質の削除量が多

く、形成面と非形成面のなす角度は直角であり、マージン部のエナメル質は薄くなり、欠損を生じやすいとされているが、今回のエアタービンの試料ではショルダー部の形成がやや鈍角でシャンファーに近い形態になっていたので欠損があまりみられなかったと思われる。

切削感の比較では、エアタービンと高速コントラアングルで大差はなかった。Eikenberg⁸)は、高速コントラアングルとエアタービンによるガラスセラミックスの切削効率についての5名の判定では、3名が高速コントラアングルにおいて、2名がエアタービンにおいて切削効率が良かったと報告しており、差はないことから、このような判定がでたものと思われる。また、天然歯またはアマルガムを被削材とした切削本数の増加に伴う高速コントラアングルとエアタービンの術者の評価について検討し、切削回数が増加すると高速コントラアングルがよいと判定する割合が高くなることを報告している。本研究においてベテラン群は、高速コントラアングルよりもエアタービンの方が使いやすいと述べていたが、これは高速コントラアングルの使用経験がほとんどないため、これまでの慣れ親しんだエアタービンが使いやすいと判定したと思われる。

高速コントラアングルは低速回転から高速回転まで任意に変化させることができることから、支台歯形成機械としては臨床的価値が高いと思われる。切削に關しての具体的な記述でも高速コントラアングルの利点として、切削しやすく形成面がきれい、トルクが大きい、音が小さいという意見が多かったことから確認できた。しかし、逆に欠点として、重たい、振動が大きいという声が聞かれた。今後臨床に更に普及するには、この点の改良が待たれる。

結 論

高速コントラアングルの切削時の適正荷重、抜去天然歯で支台歯形成後のマージン部の観察、形成面の表面粗さおよびうねりについて評価するとともに、切削感についてのアンケートを実施し、従来から歯の切削に用いられているエアタービンと比較検討したところ、以下の結論を得た。

1. 高速コントラアングルの切削では、荷重量の増加に伴い切削量も増加し、 500g ~ 600g で最大の切削性を示した。
2. 高速コントラアングルとエアタービンによる試料切削面の表面性状には大きな差はなかった。
3. 高速コントラアングルによる支台歯形成後の表面粗さやうねりは、エアタービンと差はなかつ

た。

4. 形成後のマージンのSEM観察では、高速コントラングルとエアタービンに顕著な差はみられなかった。
5. 切削感のアンケートより、高速コントラングルの切削感はエアタービンと同様であった。

以上の結果から、高速コントラングルによる切削は、従来のエアタービンハンドピースより大きい荷重において切削性が高く、切削面性状には違いがないことが明らかとなった。

文 献

- 1) 齊藤比登志, 内山洋一. 機材の選択と使い分け エアタービンおよびマイクロモーターは何を基準に選択し、どう使い分けるか. 補綴臨床/別冊 実力アップ 支台歯形成. 東京: 医歯薬出版; 1993; 50-55.
- 2) 中西賢介. マイクロモーターの特徴と今後の動向. 歯産学誌. 1997; 11: 9-50.
- 3) 内山洋一. エアタービンと電気エンジン (マイクロモーター) の比較 DE. 1997; 123: 1-4.
- 4) 小嶋 寿. マイクロモーターによる歯質切削. DE. 1997; 123: 13-16.
- 5) 楠 高伸. マイクロモーターに接続した増速FGコントラを使用した有髄歯の支台歯形成と麻酔. 顎咬合誌. 1995; 16: 155-158.
- 6) 前田週司. 切削・研削工具別回転停止荷重について. 歯科学報. 1984; 84: 323-338.
- 7) 平 雅之, 若狭邦夫, 山木昌雄, 大元一弘, 佐藤尚毅, 新谷英章. 歯科用エアタービンハンドピースの高速回転性能に関する基礎的研究. 歯材器. 1994; 13: 381-387.
- 8) Eikenberg SL. Comparison of the cutting efficiencies of electric motor and air turbine dental handpieces. *General Dent.* 2001; 199-204.
- 9) 山内六男, 恩田眞司, 伊藤弘昭, 山田嘉昭, 川野襄二, 磯貝昌彦, 岡本善弘, 柴田寛一. セラミックス・インプラント材の切削に関する研究 第1報 被削性および被削性の臨床的評価, 日口腔インプラント誌. 1988; 1: 46-51.
- 10) 山内六男, 張 栄博, 岩堀正俊, 幸田起泰, 川野襄二. 支台築造用コンポジットレジンの切削に関する基礎的検討. 補綴誌. 1989; 33: 1350-1358.
- 11) 高瀬保晶. 被削材および工具の種類による高速切削・研削荷重と回転数変化との関係について. 歯科学報. 1984; 84: 375-392.
- 12) 荊木裕司, 松田浩一, 原口克博, 川上智史. シミュレーション教育について (第3報) 実習用人工歯の切削性に関する実験的検討. 日歯保誌. 1991; 34: 482-489.
- 13) 大元一弘, 廖 文銘, 田中伸征, 占部秀徳, 佐藤尚毅, 新谷英章, 平 雅之, 山木昌雄. 試作セラミックス系切削実習用人工歯素材の歯科高速切削に関する研究. 日歯保誌. 1994; 37: 549-554.
- 14) 樫 雅行, 伊藤明彦, 佐藤義輝, 村上繁樹, 内田康也. 支台歯形成時の切削圧の測定. 九州歯会誌. 1987; 41: 555-559.
- 15) 山中隆司. 高速切削時の注水が切削性能に及ぼす影響について. 日大歯学. 1987; 61: 288-295.
- 16) Siegel S, Fraunhofer JA. The effect of handpiece spray patterns on cutting efficiency. *JADA.* 2002; 133: 184-188.
- 17) Tuntiprawon, M. Effect of tooth roughness on marginal seating and retention of complete metal crowns. *J Prosthet Dent.* 1999; 81: 142-147.
- 18) 本村和義, 大谷 宏, 細田裕康: 各種回転切削器械による歯牙切削面のアラサについて. 日歯保誌. 1963; 6: 27-32.
- 19) Wahle JJ, Wend SL: Dentinal surface roughness: A comparison of tooth preparation techniques. *J Prosthet Dent.* 1993; 69: 160-164.
- 20) 石上友彦. 歯頸部エナメル質に形成されたマージンの走査電子顕微鏡による観察. 口病誌. 1983; 50: 209-337.
- 21) 篠原正氣: 高速切削により発生するヒトエナメル質亀裂に関する研究. 広歯誌. 1986; 18: 120-148.
- 22) Xu HHK, Kelly JR, Jahanmir S, Thompson VP, Rekow ED. Enamel subsurface damage due to tooth preparation with diamonds. *J Dent Res.* 1997; 76: 1698-1706.