

14章 痛くない歯科治療

後藤 讓治

はじめに

一般に歯の治療は、痛い、怖い、不安だと思われ敬遠されがちである。特に小さなお子さんの場合ではなおさらである。歯科治療の受診は必ずしも快いことばかりではないが、治療に関して十分説明を受け、内容を理解すれば、何をされるのかわからないという不安や恐れは解決する。また、痛い、恐いを軽減するための様々な工夫や努力が行われており、新たな装置も種々開発されている。そこで痛くない歯科治療について最近の装置、術式等について記載する。

1 節 噴射切削装置

歯科治療が痛い、怖いと嫌われる理由にムシ歯の切削がある。ガリガリと歯を削る振動が頭に響いて痛くて怖い。またピューンと言うエアータービン切削装置の金属音は恐怖以外の何物でもなく、寿命が縮まる思いがするのみか、少なからぬ痛みを伴う。これでは歯科治療は痛い、怖いと嫌われるのも無理なからぬところである。残念ながら齲蝕歯（ムシバ）の修復治療にはどうしても歯牙硬組織の切削を必要とすることが少なくない。ところで、従来歯科臨床において歯の切削には主として回転切削装置が用いられている。すなわち一種の精密なドリルの回転によって歯の硬組織を切削する方法である。現在回転切削装置は、非常に回転の早いエアータービン（空気の圧力で回転するタービンで、約1分間に50万回転）と低速の電気エンジン（電気モーター、数千から数万回転）が主として用いられており、両者はいずれも回転切削装置である。

回転切削装置による歯牙の切削には、

- a. 加圧、

- b. 振動,
- c. 騒音,
- d. 臭気,
- e. 発熱,
- f. 疼痛

等の不快事項を伴う。振動や音や香りにも快いものもあるが、残念ながら回転切削装置による歯牙切削時のものはいずれも不快なもので、痛みや心理的な恐れを増幅する種類のもので、決して快いものとはいえない。また、発熱は歯髄（神経）を刺激して痛みとして知覚される。歯の硬組織であるエナメル質、象牙質には神経は到達していないが、象牙質は生きた組織と考えることができる。このように回転切削装置による歯の切削には種々の不快事項を伴う。

それでは、上記のような不快事項を伴わない歯の切削方法はないものかと探してみると、回転切削とは全く切削原理の異なる噴射切削という方法がある。これはエアブレイシブ、一種のサンドブラスト法で、酸化アルミナの微粒子を高速の空気で歯に吹き付け、これで歯を切削する方法である。この方法では、

- a. 歯に無接触（加圧がない）
- b. 振動がない
- c. 発熱ない
- d. 無臭
- e. 疼痛少ない
- f. 回転切削以上の切削能率を有する
- g. 接着強度の向上が得られる

など種々の利点を有するとされている。

この方法は決して新しい方法ではなく、既に1945年に歯科分野への応用が試みられている。しかし当時の技術は不完全で、装置に欠点が多かったこと、丁度エアタービン切削装置が開発されて実用化されたこと、また現在のようにレジン（プラスチック）を歯に接着させる技術が開発されていなかったこと、などの理由で噴射切削の方法を歯科治療へ応用する試みは挫折し、その後顧みられなくなった。

しかし近年、ハイテク技術の発達によって新しい噴射切削装置が開発され、またムシ歯の修復に接着性のレジン応用の技術が開発され広まったこと等によって、現在噴射切削の方法は再評価の機運にある。

ここで、噴射切削装置の例を示すと図1は国産の噴射切削装置K C P—2001 J型である。この装置は、回転切削装置が有する不快事項が少なく、痛くない切削装置として今後小児歯科臨床はじめ歯科臨床の多くの分野での応用が期待されている。図2は、噴射切削装置のハンドピース先端のノズルの部分を示す。この直径0.4mmのノズルから酸化アルミナの微粒子が高速の空気と共に噴出される。ノズルの先端は切削する歯面と1～2mmの距離におき、酸化アルミナの微粒子の噴流によって歯牙の切削が行える。

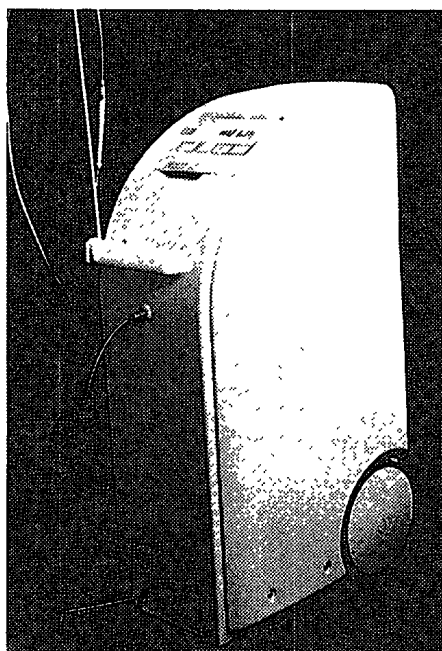


図1 K C P—2001 J型噴射切削装置

噴射切削による歯牙の切削法の原理は、従来の回転切削の原理とは全く異なったものであるため、噴射切削法による歯牙の切削面は従来の回転切削装置による歯牙の切削面とはかなり異なった特徴を有している¹⁾。そこで、噴射切削装置による切削面を示すと図3は乳歯の唇面に形成された5級窩洞（歯牙を切削してできた溝）の低倍率の走査電子顕微鏡写真である。このような窩洞は約3秒程度の短時間の噴射切削によって形成することができる。窩洞の特徴として、窩縁部が丸く移行しており、回転切削装置によって形成された窩洞と異なり側壁部には切削傷がなく、比較的平坦な面を有する。次に窩洞の断面を観



図2 ノズル先端部

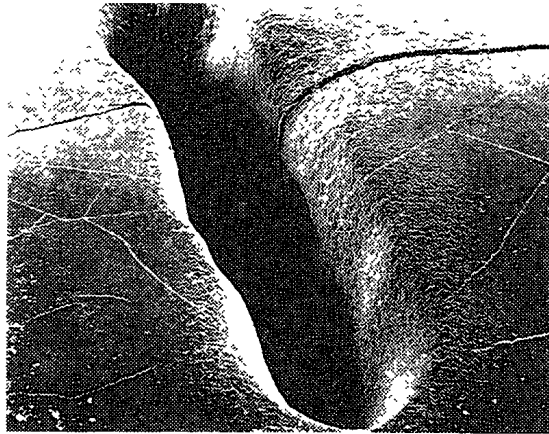


図3 噴射切削装置によって形成された窩洞

察すると図4で、窩壁部より窩底部への移行部は丸味を持ち、明瞭な点角、線角は認められない。また回転切削装置による窩洞では、しばしば認められる窩底部のスメア一層（回転と高温の加圧によって溶解し、おしつけられた象牙質の層）は見られない等の特徴を有している。さらに窩洞形態の詳細を調査するには、図4のような窩洞断面を多数調べる必要があるが、その代わりに噴射切削によって形成された窩洞にレジンを填入し、レジン硬化後に周囲の歯質を酸で溶解させ、得られたレジンレプリカをSEM観察する²⁾と図5で、噴射切削による窩洞の形態の特徴をより立体的に、また連続的に把握することができた。このような窩洞の特徴は、通常回転切削装置によって形成された窩洞（図6）と比較するとその特徴が良く理解できる。図6では窩縁部はほぼ直角に移行し、窩壁部には回転切削によって形成された多数の線条を認める。窩壁

より窩底部への移行部には明瞭な線角を認め、また窩底部にはスメア一層が見られる。



図4 噴射切削装置によって形成された窩洞の断面

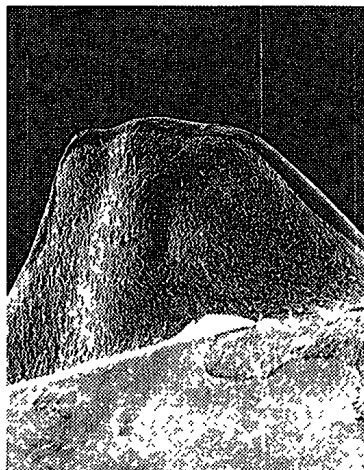


図5 噴射切削装置によって形成された窩洞のレプリカ



図6 回転切削装置によって形成された窩洞

2節 なぜ痛くないのか

それでは噴射切削装置による歯の切削はなぜ痛くないのか、その理由を述べると以下の如くである。

(1) 熱の発生がない

回転切削装置では高速で回転するドリルの刃部が硬い歯を削り、その際摩擦で多量の熱を生ずる。発生した熱は歯質（エナメル質、象牙質）を介して予成象牙質付近に到達している歯髄の神経によって疼痛として知覚される。なお、歯髄内の神経で痛みを感じるのは β 繊維である。勿論、このように歯髄の神経を刺激する発熱を抑制し冷却するために、回転切削装置には空気と水のスプレーによって切削部を冷却する方式がとられているが、熱の発生を完全にコントロールすることは困難であり、したがって回転切削装置による歯牙の切削時の疼痛は避けられない。他方、回転切削とは全く原理の異なる噴射切削においては、殆ど熱を発生することがなく、また多量の空気の噴射によって切削部がたえず冷却されているため、温度の上昇は見られないとされている。歯牙切削時の疼痛を惹起する主たる原因である発熱がないため、噴射切削は痛くない。噴射切削がなぜ痛くないのかの理由として最もメインなものは熱の発生が起らないためと考えられている。

(2) 振動がない

現在歯科臨床で歯牙の切削に用いられている回転切削装置は、非常に高速回転で、1分間に50万回転に達する。そこで回転時の振動が起きないように回転軸は芯の偏位が少なく、超精密に作られている。しかしながら回転切削装置に装着されるバー（切削刀）はその断面が真円では切削に役立たないので、表面に凹凸のある刃をつけることになる。刃部にはタングステンカーバイド等の硬い金属や工業用ダイヤモンドを埋め込んだものが用いられているが、いずれにせよ切削刃の表面には凹凸があり、この凹凸を有する切削刃で歯牙を切削すれば当然振動の発生は避けられない。このように回転切削時に歯牙に生ずる振

動は残念ながら痛みとして知覚される種類のもので、決して快い振動ではない。なかでも電気エンジンによる歯牙切削時のガリガリと頭にまで響く振動は耐え難いものである。

一方、回転切削とは全く原理の異なる噴射切削装置による切削時には、全くといっていい程振動の発生は見られない。従って振動による疼痛は感じられず、痛くない。

(3) 加圧がない

回転切削装置においては、回転する切削刃部が歯牙に接触して切削が行われる。従って装置の歯牙への接触が必要な条件となる。装置が歯牙へ接触すると、歯面への加圧となり、歯牙を支持している歯根膜に分布している神経に感知され、これが一種の疼痛として知覚されることが多い。

噴射切削装置においては、噴射ノズルの先端は切削する歯面より1～2 mmの距離にあり、ノズル先端が直接歯面に接触することがない。そのため歯牙は加圧による疼痛を知覚せず、痛くない。

(4) 騒音がない

現在歯科臨床で、歯を切削する回転切削装置のうちでも主流となっているエアータービンは、切削時にピューンという甲高い騒音を発生する。この騒音は患者にとっては恐怖感を高め、疼痛の閾値を増大させることに役立つことあれ、決して痛みを和らげる種類の音ではない。また、ガリガリと頭に響く電気エンジンの騒音と同様である。騒音などと馬鹿にしてはいけない。映画館での音響効果を思い出せば理解できることであるが、恐ろしい場面にはいかにも恐ろしげな音響を用いて恐怖感を高める心理的効果が用いられている。人の心を和ませ、楽しくさせる音響効果もあるが、残念ながらエアータービン、電気エンジン等で歯牙を切削する時の音響は歯の切削に対する恐怖心を高め、痛みを増加させるものである。

他方、噴射切削による歯牙切削時には、わずかにシューという低い空気の噴射音のみであり、痛みを増大させるたぐいの音ではない。従って痛くない。

(5) 短時間

噴射切削による歯牙の切削能率は高く、切削時間は極めて短時間である。歯牙の切削処置は、処置時間が長い程切削に対する不快感、恐怖感さらに疼痛は増大する。噴射切削のように、数秒間の切削であると痛みを感じることがなく、従って痛くない。

(6) 悪臭がない

回転切削装置による歯牙の切削時には、歯牙が切削の高熱によって焦げて異臭を発生し、この悪臭が患者に不快感、恐怖感を高め、さらに疼痛を増大させる効果がある。そこで通常真空装置の吸引によって切削時の悪臭を吸い取り、患者の不快感、恐怖感をなくす努力がなされている。しかし、悪臭の吸引が必ずしも完全に行われているとは限らない。

他方、切削原理の全く異なる噴射切削による歯牙の切削においては、異臭を発生することがなく、従って患者に不快感、恐怖感、ひいては疼痛を感じさせることが少ない。

(7) 歯髄反応が少ない

通常、回転切削による歯牙の切削は、象牙質を介して以下にある歯髄組織に対して刺激を及ぼし、歯髄組織に炎症性の反応を惹起させることが知られている。このように歯髄組織に刺激が伝達され、歯髄組織の反応が見られることは、とりもなおさず歯髄中の神経を刺激して疼痛をもたらすことになる。そこで、なるべく歯髄組織の反応を少なくするため、加圧を減らし、間欠的な切削法や、空気と水のスプレーの併用などの努力がなされている。噴射切削法では、歯牙切削時の歯髄反応が回転切削時の歯髄反応に比較して非常に少ないことが報告されている。切削時の歯髄反応が少ないことは、歯髄に対する刺激が少ない事を意味し、従って切削時の疼痛が少ないものと考えられる。

(8) 噴射切削法の欠点

噴射切削法は、歯牙形成時の痛みが少なく一見良いことづくめのように思われるが、欠点もあり、現在の回転切削に全て取ってかわるものではない。例え

ば、アンダーカットがあってはならない精密なインレー窩洞の形成等には本法は不向きである。

また、切削能率が非常に高いので、形成中に露髄（歯髄組織まで到達すること）もありうる。形成が極めて歯髄に接近したり、あるいは露髄すれば当然疼痛も起こるのであろう。また通常の回転切削装置では、回転する刃部が接触した部位のみが切削されるが、噴射切削装置においては、形成部周囲の健康歯質にも切削の影響が及ぶ欠点がある。また酸化アルミナ微粒子の飛散の問題も欠点としてあげられる。しかしこのような欠点に対応する種々の対策がたてられている。例えば微粉末の飛散に対しては強力なバキューム装置、ラバーダムの使用、ゴーグル、マスクの使用が行われている。また窩洞周囲の健康歯質の保護法にも、興味深い新たな対策が開発されている。このように、噴射切削法の欠点を解消する種々の工夫や対策が開発されつつあるので、近い将来回転切削の多くの部分に取って代わる、痛くない歯科治療の実現の日が近づきつつある。

3節 レーザーの応用

レーザー装置の進歩発展は目覚ましく、歯科臨床にも種々のレーザーが応用されていることは他章にも記載されている通りである。しかしこれらの多くは、疼痛の緩和、口腔軟組織への応用、歯内療法の目的等で使用されている。歯牙硬組織への応用として齲蝕予防には有効であるが、歯牙硬組織の切削には必ずしも有効ではなく、齲蝕の治療すなわち歯質の切削に適したレーザー装置はあまり存在しなかった。しかし近年エルビウム・ヤグ・レーザーが開発され、齲蝕治療にもレーザー装置が使用可能となった。

レーザーによる歯質の切削は、これまた現在の回転切削とは全く原理が異なり、それ自体疼痛緩和の効果を有し、窩洞形成時の疼痛も極めて少なく、振動はなく、騒音も極めて低いなど、痛くない歯科治療の実現に適した方法と考えられる。しかしながら、エルビウムレーザーの歯科臨床への応用は、開発されてから日が浅く、ここで十分な詳細を述べられないが、将来性のある方法と考えられている。

4 節 電気麻酔

心理的誘導等によって恐怖感を減退させ、ある程度痛みを和らげることは可能であるが、歯科的処置には抜歯はじめどうしても痛みを伴う処置もある。そこで、疼痛を伴う歯科的処置にはあらかじめ除痛法として麻酔が用いられている。近代的麻酔法の嚆矢は、1846年アメリカの歯科医師 Morton とされていることはご存じの方もあろう。このことは同時にそれだけ歯科治療の痛みは耐え難いものであることを物語っている。歯科的処置にあたって行われる麻酔法にも全身麻酔はじめ種々のものがあるが、なかでも最も一般的なものは注射による局所麻酔の方法である。注射による局所麻酔（浸潤麻酔）法は簡便で効果的である等の利点も多いが、他方以下のような欠点もある。

- a. 注射時の疼痛
- b. 軟組織の注射による侵襲
- c. 刺入点の潰瘍形成
- d. 口唇、頬、舌等の麻痺
- e. 術後の咬傷
- f. アレルギー
- g. 心理的圧迫

なかでも、歯科的処置の疼痛や恐怖を軽減するための麻酔に疼痛がある、すなわち、痛くなくするための麻酔が痛くて怖いというのは問題である。そこで、もっと痛くも怖くもない麻酔はないものかと考えてみると、先に述べたレーザーによる疼痛の緩和と言う方法もあるが、これは装置が非常に高価である。もっと簡便なものはないかと探してみると電気麻酔（Electronic Anesthesia）の方法がある。この方法は微弱な電気刺激を応用して疼痛をコントロールするもので、組織的侵襲や心理的圧迫が少ない利点を有する。電気麻酔法の歯科的処置への応用はかなり以前から研究されており、目新しいものではないが、近年新たな装置が開発されて目下再評価の機運にある。

歯科用電気麻酔処置の1例を示すと図7で、極めて小型で簡便な装置である。

この装置の応用は、下顎歯の処置であれば下顎のオトガイ孔相当部の皮膚に電極パットを貼付し、通電させ徐々に出力を上昇させる。当教室で行った予備実験では、効果的な疼痛管理が行える可能性が示唆されている³⁾。

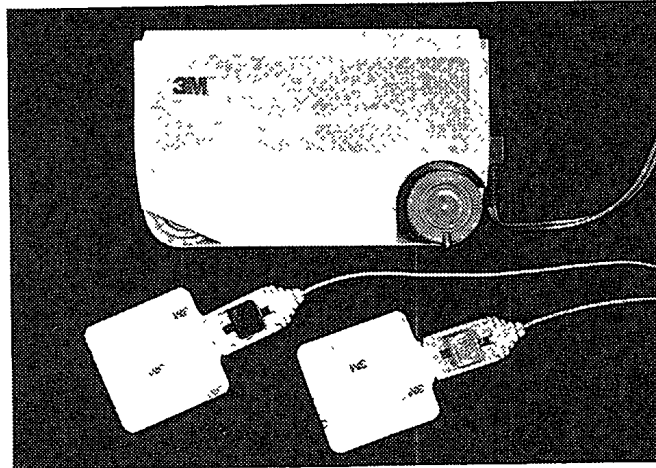


図7 歯科用電気麻酔装置（3 M8670）

5 節 針なし注射器

麻酔の注射が痛い怖いの原因は、先の鋭い注射針を刺入されることにある。そこで針のない注射器があり、その1例を図8に示す。この注射器には針はなく、代わりにノズルがある。ノズル先端から高圧の麻酔液を高速で噴射させ、皮膚あるいは粘膜を通過して、歯槽骨まで麻酔液を注入するものである。元来針なし注射器は、アメリカの軍隊で多数の兵隊に短時間内に予防接種等を行う目的で開発されたものであり、針がないことからエイズ対策という意味でも利用価値のあるであろう。

針がない、音も低い、また一瞬であり、痛くない、怖くないということから、小児歯科臨床には適していると考えられるが、本法は刺入点の麻酔には効果的であるが、目下のところこの注射器による麻酔のみでは歯科的処置を行うのに十分ではない。刺入点の麻痺の後、通常の注射器による麻酔液の追加が必要である。

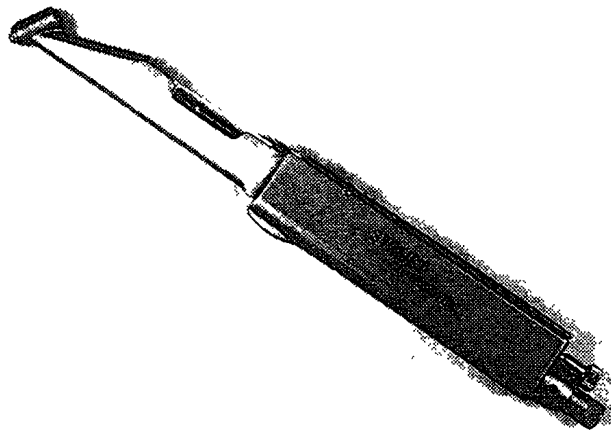


図8 針のない注射器(Syrijet)

おわりに

以上，“痛くない歯科治療”に関して，最近の装置，術式等について記載した。上記のものは多くは開発途上にあり，必ずしも完成したものとは言えない。しかし，今後も引き続き装置や術式の開発，改良が行われており，いずれ“痛くない歯科治療”が達成されるものと思われる。

特に小児歯科臨床にたずさわる立場から“痛くない歯科治療”の完成を期待するものである。

参考文献

- 1) 後藤讓治他：Kinetic Energyの小児歯科領域への応用に関する研究
第1報 形成窩洞のSEMによる観察，小児歯誌，33：129—137，1995.
- 2) 後藤讓治他：Kinetic Energyの小児歯科領域への応用に関する研究
第2報 形成窩洞レプリカのSEM観察，小児歯誌，33：719—797，1995.
- 3) 後藤讓治他：Dental Electronic Anesthesiaの小児歯科診療における臨床的評価について 第1報 効果判定の成人における予備実験，小児歯誌，33：536—542，1995.
- 4) Benivett C.R. and Monheim L. M. ·Production of local anesthesia by jet injection, Oral Surg., 32:526—530,1971.