歯牙切削時における歯髓腔内の温度変化

世 良 優 裕*・大 西 俊 之*・細 川 隆 司*
稲 永 悟*・小 城 辰 郎*・浅 尾 武*
呂 毓 修*・村 上 繁 樹*・小 園 凱 夫**
内 田 康 也*

*九州歯科大学歯科補綴学第2講座 (主任：内田康也教授)

**九州歯科大学歯科理工学講座 (主任：小園凱夫教授)

平成4年2月26日受理

Temperature Change in Pulp Chamber during Tooth Cutting

Masahiro Sera*, Toshiyuki Ohnishi*, Ryuji Hosokawa*, Satoru Inanaga*,
Taturo Kojo*, Takeshi Asao*, Yuh-Shiou Lu*, Shigeki Murakami*,
Yoshio Kozono** and Yasunari Uchida*

*Second Department of Prosthetic Dentistry (Chief: Prof. Yasunari Uchida)

**Department of Materials Science (Chief: Prof. Yoshio Kozono)

Kyushu Dental College, Kitakyushu, Japan

In tooth preparation, the heat generation by cutting may cause injury to the pulp as well as severe discomfort to the patient.

In this study, *in vitro* measurements of the temperature changes in the pulp chamber during cutting were performed on extracted human incisors. The tooth was cut inward from its labial surface with an air-turbine handpiece under each combination of the conditions of (1) cutting load : 20, 50 and 80 g; (2) grit size of diamond bur : coarse, regular and fine; and (3) water spray : 0, 1 and 5 ml/min.

When the cutting load was small, the temperature rise of the pulp chamber was small and the temperature rather decreased by water spray. As the cutting load increased, the temperature of the pulp chamber increased; however, the increment varied according to the interaction of the load and the amount of water. No significant differences were found in the temperature change between the coarse and regular grit sizes of the diamond bur used, while the temperature rise was minimum with the grit size of the bur.

Key words : Tooth cutting / Temperature change / Cutting load / Grit size / Water spray

緒 言

生活歯の切削は、高速切削器具の進歩および切削時の

疼痛軽減を目的とした局所麻酔の採用などによって、容易かつ正確に、しかも短時間で行えるようになってきた。しかし、高速切削により発熱、振動、象牙細管およ

び象牙線維の機械的損傷, 象牙細管内ならびに歯髄腔内の圧力変化などの複合的な刺激が生じ, 歯髄に可逆的あるいは非可逆的な反応を引き起こすことが数多く報告されている¹⁻⁴⁾.

そこで, 生活歯に窩洞形成や支台歯形成を行う場合, どのような条件で切削を行えば, 歯髄に対して最も為害作用を与えないのが重要な問題となる. このため, 注水量および方法, 回転数, 切削器具の種類ならびに形態, 切削量などについて多くの検討がなされてきた⁵⁻¹⁰⁾.

本研究では, 切削圧, ダイヤモンドバーの粒子の粗さ, 切削時の注水量の3つの条件を設定し, それぞれの条件が歯牙切削時において歯髄腔内の温度変化におよぼす影響について実験を行った.

実験材料と方法

本実験に用いた材料, 切削装置, 切削方法, 温度測定方法は以下の通りである.

I. 材料

本実験には, 充填物やカリエスなどが無い解剖学的に正常な形態を有するヒト下顎切歯抜去歯牙で, 生理食塩水中に浸漬, 保存したものを使用した. 歯牙表面に付着した歯根膜, 歯石などをスケラーを用いて除去した後, 根尖から1mmの部位をダイヤモンドディスクで切断し, その切断面から歯冠方向へ1番のピーソーリーマーで根管を拡大した.

II. 切削装置

歯牙の切削には, 歯科研削シュミレーション装置 (モリタ製作所) を用いた. この装置には回転数検出センサーおよび振動検出センサーが組み込まれたエアベアリングハンドピース (アストロン, モリタ) が装備されて

いる. また, 歯牙の固定チャックには X・Y・Z 三軸センサーが連結され, 三方向の切削荷重が測定できる.

III. 切削方法

切削は以下に示す条件をそれぞれ組み合わせた計 27 通りの条件下で, 各 5 本ずつ, 計 135 本の歯牙に対して行った. 切削は, シュミレーション装置上の歯牙固定チャックに装着した歯牙の唇面中央部を唇面から歯髄腔に向けて行った. 切削開始時, バーは歯軸と平行となるようにし, バーの先端は歯牙の解剖学的歯頸線と一致させた. また, ハンドピースの把持部は歯軸に対して垂直とした. 歯牙を切削する時間はいずれの条件においても 30 秒とした.

A. 切削圧: 20, 50, 80 g

B. ダイヤモンドバーの粒子の粗さ: コース, レギュラー, ファイン (ダイヤモンドインストルメンツ FG, Bur NO. 102 R, 松風)

C. 切削時の注水量: 0 ml/min, 1 ml/min, 5 ml/min

IV. 温度測定方法

歯髄腔内の温度変化の測定には, 温度測定用センサー (直径 0.5 mm, 安立計器) を用いた. 根尖側から挿入したセンサーによって得られた歯牙切削時の歯髄腔内の温度変化を, レコーダー (R-02, 理科電気工業) にて記録した. なお, 実験中の室温は $25 \pm 1^\circ\text{C}$, 水温は $18 \pm 1^\circ\text{C}$ に保った.

実験結果

切削によって歯髄腔内の温度が上昇する場合と低下する場合の典型例を Fig. 1 および 2 に示す. 上昇する場合には歯髄腔内の温度はほぼ直線的な増加を示し, 低下

Fig. 1 An example of temperature rise in pulp chamber during cutting.

Fig. 2 An example of temperature fall in pulp chamber during cutting.

Fig. 3 Temperature change in pulp chamber 30 seconds after the start of cutting (cutting load : 20 g).

Fig. 5 Temperature change in pulp chamber 30 seconds after the start of cutting (cutting load : 80 g).

Fig. 4 Temperature change in pulp chamber 30 seconds after the start of cutting (cutting load : 50 g).

Table 1 Analysis of variance for the three factors

Factor	SS	DF	MS	F
A (Load)	10,220.5	2	5,110.2	38.1**
B (Grit)	991.4	2	495.7	3.7*
C (Spray)	7,287.8	2	3,643.9	27.2**
A×B	738.3	4	184.6	1.4
B×C	278.4	4	69.6	0.5
A×C	2,984.7	4	746.2	5.6**
A×B×C	409.3	8	51.2	0.4
Error	2,425.1	108	22.5	
Total	25,335.6	134		

**p<0.01

*p<0.05

する場合、切削開始後数秒でプラトーに達する傾向を示した。Fig. 3-5は、切削開始から30秒後の歯髄腔内の温度変化量を示している。また、これらの値について三元配置による分散分析を行った結果をTable 1に示す。切削圧が20 gの場合にのみ、1 ml/minの注水を行うことによって歯髄腔内の温度は低下したが、切削圧が大きくなると注水しても温度上昇を示すようになり、切削圧が大きいほど温度上昇量は著しく大きくなる傾向にあった ($p < 0.01$)。

粗さの異なるダイヤモンドバーを用いた場合、コース粒子とレギュラー粒子との間には歯髄腔内の温度上昇量に大きな差は認められなかったが、一般にファイン粒子のバー切削することによって温度上昇は最も小さくなった ($p < 0.05$)。

切削時の注水量も歯髄腔内の温度上昇に影響を与えた ($p < 0.01$) が、とくに切削圧との間に交互作用が認められ ($p < 0.01$)、切削圧が大きい場合と小さい場合とでは注水の効果に差が認められた。切削圧を20 gとした場合には、注水せずに切削すると歯髄腔内では10℃前後の温度上昇がみられたが、1 ml/minの注水を行うことによって歯髄腔内の温度は低下するようになり、注水量を5 ml/minまで増加しても温度低下値には差は認められなかった。切削圧が50 gの場合、注水せずに切削すると温度上昇は20 gの場合のほぼ2倍の値を示したが、注水することによって温度の上昇量は5℃前後にまで減少し、その上昇値は注水量1 ml/minと5 ml/minとの間ではほぼ同程度であった。切削圧が80 gになると、1 ml/minの注水ではほとんど効果がなく、5 ml

/min の注水を行うことによって温度上昇量が抑制された。

考 察

駒井 (1984)¹¹⁾ は、切削荷重 80 および 120 g で窩洞形成をイヌの下顎 6 前歯に行い、象牙芽細胞に対する傷害は切削荷重の少ない 80 g 形成例の方が 120 g 形成例より軽微であったと述べている。かつ、歯科医師 14 人の平均の切削荷重を 84.1 g と報告している。これらのことから、切削はできるだけ軽圧で行った方が歯髄腔内の温度上昇が少なくなるのではないかと考え、切削圧を 80 g 以下に設定した。切削圧が 80, 50, 20 g と小さくなるほど歯髄腔内の温度上昇は有意に低くなり、抑制された。これは、切削圧が小さいほど切削によって生じる摩擦熱が減少するためであると考えられる。また、切削面と歯髄腔までの距離差の影響も考えられるが、切削圧と切削量が必ずしも正の相関とならないという報告もあり¹²⁾、歯髄保護の立場から発熱量を考慮すれば、切削圧はできるだけ軽圧にした方が好ましいといえる。

Laforgia ら (1991)¹³⁾ はヒト抜去歯牙を用いた実験で、ダイヤモンド粒子の塗布の状態の異なった 2 種類のバーを用いて支台歯形成を行ったところ、歯髄腔内の温度変化に有意の差を生じたと報告している。

本実験においてはダイヤモンドの粒子が細くなるほど歯髄腔内の温度上昇は小さくなる傾向を示したものの、コースとレギュラーとの間には有意差が認められなかった。しかし、切削圧が 80 g の場合、レギュラーよりコースの方が歯髄腔内の温度上昇は高い傾向にあり、切削圧が高くなるほど粒子の粗さの影響が大きくなるのではないかと考えられる。

Hartnett ら (1961)¹⁴⁾ と Zach ら (1965)¹⁵⁾ は、歯牙切削時にエアだけの冷却では歯髄の傷害を防ぐことはできないと述べ、Laforgia らはエア-ウォータースプレイの冷却効果がエアのみの冷却効果よりも優れていると報告している。

注水量のほとんどが切削面に当たるような方法で切削を行った本実験では、切削時の注水量が 0 ml/min, 1 ml/min, 5 ml/min, と大きくなるほど歯髄腔内の温度上昇は有意に小さくなった。また、臨床で用いられているよりも少ない 5 ml/min という注水量で、歯髄腔内の温度上昇はある程度抑制されることがわかった。さらに、切削圧が 20 g で注水量が 1 ml/min ならびに 5 ml/min の場合、歯髄腔内の温度は 3-4℃ 低下した。すなわち、歯髄腔の温度は 25℃ から 20℃ 前後になってお

り、水温近くまで下がったことになる。実験に用いたアストロンの持つ注水孔は 1 個であるが、臨床の場では、冷却能率の向上を目的として、注水孔が 2 個または 3 個のハンドピースも使用されている¹⁶⁾。歯髄組織は温度の低下に対しては上昇よりも強い抵抗性を示すことが報告されている¹⁵⁾。ただし Bhaskar ら (1965)¹⁷⁾ は、エア-ウォータースプレイによる過冷の歯髄為害性を指摘している。注水量が多いほど冷却効果はよくなるが、過度の冷却は冷熱刺激を引き起こす可能性もある。そこで、切削に際しては、冷却水の温度だけではなく注水量の過多も考慮する必要があるものと思われる。

結 論

ヒト下顎切歯抜去歯牙に対して切削圧、ダイヤモンドバーの粒子の粗さならびに注水量を考慮して切削を行い、歯髄腔内の温度変化を測定した結果、次のような結論が得られた。

1. 切削圧の大小により、温度上昇に対する注水の効果に差が認められた。
2. 切削圧が大きいほど温度上昇量は大きくなり、注水量が多いほど温度上昇量が小さくなる傾向を示した。
3. 切削圧が 20 g の場合にのみ、1 ml/min の注水によって歯髄腔内の温度は低下した。
4. ファイン粒子での温度上昇量が最も小さく、コース粒子とレギュラー粒子との間に温度上昇量の大きな差は認められなかった。

引用文献

- 1) Swerdlow, H. and Stanley, Jr. H. R.: Reaction of the human dental pulp to cavity preparation. 1. Effect of water spray at 20,000 rpm. J. Amer. Dent. Ass. 56: 317-329, 1958.
- 2) Swerdlow, H. and Stanley, Jr. H. R.: Reaction of the human dental pulp to cavity preparation. 2. at 150,000 rpm. with an air-water spray. J. Prosthet. Dent. 9: 121-131, 1959.
- 3) Langeland, K.: Histologic evaluation of pulp reactions to operative procedures. O. S., O. M. & O. P. 12 (10): 1235-1248, 1959.
- 4) 浅井康宏: 支台歯形成と組織被害, クラウン・ブリッジの臨床 (多和田泰一他編). 医歯薬出版, 東京, 1972, 34-45.
- 5) 斉藤利夫: 高速切削と臨床. 歯科ジャーナル 9: 303-334, 1979.
- 6) 宮入裕夫, 村松篤良: 歯科用エタービンハンドピースの性能に関する研究 第 1 報 エアベアリングハンドピースの回転性能に及ぼす供給空気圧力とバーの長さについて.

- 歯科理工誌 20 (51) : 194-198, 1979.
- 7) 宮入裕夫, 永井正洋, 村松篤良 : 歯科用エアタービンハンドピースの性能に関する研究 (Ⅱ) エアタービンハンドピースの種類とその回転性能. 歯科理工誌 21 (53) : 35-40, 1980.
- 8) 宮入裕夫, 永井正洋, 福田秀昭, 村松篤良 : 歯科用エアタービンハンドピースの性能に関する研究 (Ⅲ) エアタービンハンドピースのトルクの測定. 歯科理工誌 21 (53) : 41-47, 1980.
- 9) 宮入裕夫, 永井正洋, 福田秀昭, 村松篤良 : 歯科用エアタービンハンドピースの性能に関する研究 (Ⅳ) エアタービンハンドピースの回転性能に関する解析 ($N=N_0-C\sqrt{F}$). 歯科理工誌 22 (58) : 136-142, 1981.
- 10) 松平恭平 : 歯科用回転工具の種類が高速切削荷重及び工具回転数に及ぼす影響について. 歯科学報 82 : 517-538, 1982.
- 11) 駒井英基 : 切削荷重が歯髄へ及ぼす影響. 九州歯会誌 38 (1) : 116-131, 1984.
- 12) Taira, M., Wakasa, K., Yamaki, M. and Matsui, A. : Effects of the diamond grit sizes of the commercial dental diamond points on the weight-load cutting of bovine enamel and glassceramic typodont teeth. Dent. Mater. J. 9 (2) : 173-180, 1990.
- 13) Laforgia, P. D., Milano, V., Morea, C. and Desiate, A. : Temperature change in the pulp chamber during complete crown preparation. J. Prosthet. Dent. 65 (1) : 56-61, 1991.
- 14) Hartnett, J. E. and Smith, W. F. : The production of heat in the dental pulp by use of the air turbine. J. Amer. Dent. Ass. 63 : 210-214, 1961.
- 15) Zach, L. and Cohen, G. : Pulp response to externally applied heat. O. S., O. M. & O. P. 19 (4) : 515-530, 1965.
- 16) 原 学郎, 土谷広彦, 石川達也, 勝山 茂 : 生活歯の切削. デンタルダイヤモンド 12 : 18-32, 1981.
- 17) Bhaskar, S. N. and Lilly, G. E. : Intrapulpal temperature during cavity preparation. J. Dent. Res. 44 (4) : 644-647, 1965.