HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	ファイル到達不可根管への高周波通電によるEnterococcus faecalisバイオフィルムの焼灼および除去効果 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	佐久間, 柚衣
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(歯学)
Dissertation Number	甲第16456号
Issue Date	2025-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/95066
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Type	doctoral thesis
File Information	Yui_Sakuma_review.pdf, 審査の要旨

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称　博士（歯学）　氏　名　佐　久　間　柚　衣

審 査 担 当 者
主　査　特任教授　菅 谷　勉
副　査　教　授　長谷部　晃
副　査　教　授　友 清　淳

学　位　論　文　題　名

ファイル到達不可根管への高周波通電による
***Enterococcus faecalis*バイオフィルムの焼灼および除去効果**

審査は，審査担当者全員の出席の下，はじめに申請者より提出論文の概要の説明が行われ，審査担当者が提出論文の内容および関連した学問分野について口頭により試問する形式で行われた．

根尖性歯周炎の治療では，根管内の細菌やその産生物などを機械的・化学的方法で除去するが，レッジなどで根尖孔に穿通できない根管や，側枝など，ファイルが到達できない部位に対して完全な除去や殺菌は困難であり，感染根管治療の成功率の低下につながっている．

一方，根管内に導電性の高い薬液を満たし高周波電流を通電すると，根管の狭窄した部位で根管内用液が沸騰して気泡が発生し，気泡内で放電が起こることで根管壁の有機質が灰化，消失したり，象牙質が溶融したりすることが報告されている．しかし，根管壁のバイオフィルムに対しての効果については不明の点が多い．そこで本研究は，ファイルが到達しない根管に対する高周波通電が，バイオフィルムの焼灼および除去に及ぼす効果を検討した．

ウシ抜去歯の象牙質から厚さ 1 mm と 2 mm のブロックを作製し，研磨後 2 枚のブロックを重ねて固定後に，両ブロックの界面に長さ 1 または 2 mm，直径 0.25 mm の人工根管を作製した．人工根管上部には PTFE チューブを固定し，ファイル到達不可根管モデルとした．NaClO と EDTA で根管洗浄後，*Enterococcus faecalis* を根管内で 14 日間培養した．人工根管内と PTFE チューブ内に生理食塩液を満たし，人工根管底部を生理食塩液に浸漬して，PTFE チューブ内に能動電極として＃35K ファイルを挿入，高周波電流を通電した．高周波電流は周波数 520 kHz，電圧 225 V で通電時間は 1 回 1 秒で 0，1，3，5 回とし，通電後に象牙質ブロックを割断して人工根管のバイオフィルム残存状態を走査型電子顕微鏡で観察した．バイオフィルム除去効果は象牙細管の開口状態を次のように分類して評価した．

Score 0：象牙細管は開いており象牙細管内に細菌がない．
Score 1：ほぼすべての象牙細管は開いているが，象牙細管の 0～1/4 に細菌の散在がある．
Score 2：ほぼすべての象牙細管は開いているが，象牙細管の 1/4 以上に細菌の散在がある．
Score 3：象牙細管の 0～1/4 が細菌で被覆されている．
Score 4：象牙細管の 1/4 以上が細菌で被覆されている．
Score 5：ほぼすべての象牙細管が細菌で被覆されている．

走査型電子顕微鏡で観察した結果，通電を行わなかったコントロール群では，ほぼすべての根管壁が厚いバイオフィルムに覆われていた．一方，1 回通電した根管では，象牙細管の多くが開口し，細菌の残存は少なく，わずかに細菌が残存している部位でも菌体外マトリックスが消失し細菌が孤立していた．さらに細菌の形態は不整形や縮小，断片化がみられた．3 回および 5 回通電では，1 回通電と概ね同様の所見であった．バイオフィルム残存状態の評価結果は，通電 0 回のコントロールは Score 4 以上が 67 ％であった．人工根管長 1 ㎜では，通電時間 1 回で Score 1 以下が 80 ％，3 回で 86 ％，5 回で 97 ％であった．人工根管長 2 ㎜では，通電時間 1 回で 98%，3 回で 97 ％，5 回で 78 ％であった．通電時間 1，3，5 回は 0 回に比較して有意（$p<0.001$）に細菌が少なかったが，1，3，5 回の間に有意差はなかった．また，人工根管長 1 ㎜と 2 ㎜の間にも有意差はなかった．

根管壁にわずかに残存した細菌は正常な形態のものが多数みられたことから，高周波通電によるバイオフィルム除去は，根管内で放電が起こり灰化，消失しただけでなく，根管内で発生した気泡のチューブ内への移動に伴う根管内容液の還流による洗浄効果も高いと考えられた．また，細菌の孤立化や形態変化は，放電に伴って発生する衝撃波や薬液の振動によるものではないかと思われた．

以上より，ファイル到達不可根管への 1 秒の高周波通電で，根管壁に付着したバイオフィルムをほぼ除去できることが示され，高周波電流の通電は，感染根管治療の治療成績の向上に貢献すると思われた．

審査員からは以下のような質問がなされた．

１．　象牙細管内の電流量
２．　象牙細管への細菌除去効果の波及深度
３．　放電時の衝撃波発生
４．　根管の放電部位
５．　象牙質ブロックの間隙での漏洩
６．　感染根管の細菌叢
７．　他の細菌のバイオフィルムの性状と通電効果
８．　臨床での到達不可根管の長さ
９．　通電間隔と細菌除去効果の関係
１０．高周波通電の為害性

これらの質問に対して，申請者は適切な説明によって回答し，本研究内容を中心とした専門分野はもとより関連分野について十分な理解と学識を有していることが確認された．本研究の内容は，歯科医学の発展に十分貢献するものであり，審査担当者是認は，学位申請者が博士（歯学）の学位を授与されるに値するものと認めた．