

口腔及び歯科衛生に 適用される科学技術

—— 30年の経験と実績 ——

P. G. E. ウーグ 著

東京医科歯科大学教授

歯学博士 石川 烈 監訳



UNIVERSITY of PENNSYLVANIA

PHILADELPHIA 19104

THE THOMAS W. EVANS MUSEUM
& DENTAL INSTITUTE
4001 SPRUCE STREET A1
(215) 898-8961

In this monograph the author focuses on the two principal oral diseases that afflict our society, dental caries and periodontal diseases. After reviewing the epidemiology of these lesions the discussion of the etiologic factors responsible for these pathologic processes is devoted to the newer understanding of the role of microbial plaque in initiating and perpetuating dental caries and periodontopathies. The recent research findings identify certain flora as the predominant forms associated with the various forms of periodontal disease and the different flora in coronal and root caries. The description of intraoral etiologic factors is followed by the role of personal oral hygiene methods necessary to remove plaque from the teeth and soft tissues. The emphasis on removing plaque by electromechanical methods cites the author's experience over the past three decades in developing and improving the armamentarium in treating oral disease. The design of filaments and rotating strokes and the review of the clinical research studies that evaluated the efficacy of electro-mechanical brushing are cited. In addition, this document covers the evidence on behalf of hydraulic methods aimed at inhibiting the growth of plaque. Though the article looks at the use of chlorhexidine in the hydraulic instruments, it has recently been demonstrated that sanguinarine is even more effective against plaque when delivered by means of hydraulic aids. The final portion of this paper is devoted to the advantages and limits of preventive measures. This documentation is critical for the student and the clinician interested in controlling diseases of the hard and soft tissues.

The author, Dr. Phillippe Woog, is to be complimented on this review of "Technology Applied To Oral And Dental Hygiene." It highlights a significant portion of his professional career by covering the events that took place during the period of 1954-1984 in combating oral diseases.

D. Walter Cohen, D.D.S.,
Professor of Periodontics
Dean Emeritus

本書で著者は現代社会を悩ませている二大口腔病、つまり齲蝕と歯周疾患に焦点を絞って述べている。これらの病害に疫学的考察を加え、さらに病理学的プロセスに至る要因を病因学的に探求し、齲蝕と歯周疾患の発生と慢性化の原因となる細菌性プラークの役割について、より新しい知識に導くよう討議している。最近の研究結果によると、ある種の菌叢が歯周疾患に関与し、他の菌叢は歯冠及び歯根の齲蝕に関与していることが明らかにされている。口腔病因学的要因に続き、歯及び軟組織からプラークを除去するための、個人でできる口腔清掃方法についての説明を行なっている。

電動器具によってプラークを除去する方法の重要性にポイントがおかれているが、これについては口腔病の治療のための器具の開発と改良に関して著者が持つ30有余年にわたる経験を述べたものである。

電動器具によるブラッシングの効果については、刷子毛のデザイン、回転モーターのストローク、及び臨床研究の結果等の例をあげて評価を加えている。さらに本書では、水流方式はプラークの増加を抑制する目的のためのものであることを実証している。水流方式にはクロルヘキシジンの使用を説明しているが、最近の発見ではサンギナリンがさらに優れた効果を発揮すると報告されている。本書の末尾では、予防措置の利点及び限界を論じている。本書は歯科学生はもちろん、硬・軟組織の病気の治療に携わる臨床家にとって、極めて重要な資料である。

ここに本書の著者フィリッペ ウーグ博士に賛辞を贈ります。本書は口腔関連疾病の研究において、1954年から1984年にわたる30年間に同博士が成し遂げた様々な成果を著わしたもので、彼の専門家としての経歴の中で最も注目すべきものである。

D. ウォルター コーエン D.D.S.
ペンシルヴァニア大学
歯周病学教室教授
名誉学部長

概 要

慢性進行性疾病の中でも歯周疾患は、最も広範囲にわたり蔓延している病気であり、幼児から冒されるが、現代の技術の発達により、その予防と治療に効果を発揮する器具が開発されている。

これらの方法は齶蝕とプラークの形成に関する疫学的、生理病理学的分野における、過去50年間の科学的発見を基に開発されたものである。本書で述べる電動式ブラッシング法は現代生活において、社会的身体的に抑圧された状況に最も適合したもので、健常者の正しい口腔清掃に役立ち、歯周疾患で悩む患者にとっては苦痛をやわらげ、さらに治癒効果を発揮する。

開発段階では、歯肉と歯を機械的に磨くこと、即ち従来の水平型動作の磨き方ではなく、歯の上部から歯肉の方向

へ磨く垂直型の動作、いわゆる“リンゴをかじる”ような自然の動作を再現することに重点をおいた。

30年間にわたる研究と臨床実験により、プラークの形成を予防し、歯肉の微小循環を改善し、歯の支持組織の活力強化等に最も効果的なタイプの器具を開発することができた。

ジェット水流は、バクテリアを破壊するクロルヘキシジン等を口腔内に噴射し、電動式ブラッシングの効果を一層強力なものにしているのもので、隣接面間の間隙のプラーク除去をも可能にしている。

これらの技術が広く利用可能となり実際に活用されるならば、世界保健機構WHOが西暦2000年を目標としている、齶蝕と歯周疾患の制圧が可能である。

序 論

口腔清掃の技術と予防のための啓蒙キャンペーンは広く行なわれているが、齶蝕と歯周疾患は未だに人類に最も共通した疾病として存在している。口腔清掃のみを予防手段として問うことは不可能である。従って、本書では疫学的及び生理病理学的考察に基づき、予防手段として最も効果的な方法を追求したのである。過去30年間における技術革新から生まれた現代的予防手段は、今日なお一般的な歯科疾病の予防を著しく改善する上で、大きな貢献を果たしている。

従来の予防手段が不十分であったことの原因を分析研究

することによって、これら疾病の病因学的要因をコントロールする上で、最も効果的な電動式器具の開発へと至ったのであるが、本書の目的はこの点についての一般的研究を行なうものである。

歯科疾病を生理病理学的及び疫学的に考察し、後に予防の方法を分析し、従来の手用歯ブラシを用いたブラッシングによる歯科清掃の方法と、歯周疾患の科学的予防を目的として、特別に開発された電動式予防器具による現代技術との比較研究を行ない検討を加えるものである。

目次

序論	3
第一部：蝕蝕と歯周疾患に関する疫学及び生理病理学的考察	5
I 蝕蝕	
II 歯周疾患	
第二部：予防的治療法	9
I 概論	
II 現在用いられている方法	
A フッ素	
B 機械的方法によるプラーク除去と初期段階における歯肉炎の処置	
1. ブラッシング	
a 道具	
b ブラッシング方法	
2. 水流方式	
C 要約	
第三部：予防：利点と限界	14
I 利点	
A 蝕蝕の予防	
B 歯周疾患の予防	
II 限界	
A 心理的要因	
B 技術的要因	
1. 手用歯ブラシと電動歯ブラシとの比較	
a プラーク形成と歯周組織	
b 異なる使用者グループにおける相対的效果	
c 歯周疾患患者	
2. ジェット水流方式の効果	
結論	24
参照写真	25
参考文献	29

第一部

齲蝕と歯周疾患に関する 疫学及び生理病理学的考察

生理病理学的に見るとこれら2つの病気には、その発生について共通した点がある。それは、プラークである。プラークは下記に述べるパターンで自然発生的に形成される(32)。

●まず最初に歯を磨いたあと、検出用化学物質を使用しなければ肉眼視できないような1ミクロン程度の無菌で無構造のフィルムが液状の層となって歯全体を急速に覆う、そして唾液中のタンパク質が継続的に付着し、これがプラーク形成の原因となる。このプロセスは自然に行なわれるものである。

●次の段階として8時間から48時間後には、口腔内細菌叢中の分泌連鎖球菌が液状フィルムに付着し、それ自体が外殻を形成し、遂には連鎖球菌自体の分解酵素の作用によって歯の表面にまで達する。この時細菌は、急速にプラークの70%を示す。その後、齲蝕または歯周疾患、あるいはその両方に至るわけであるが、これには異なる細菌の進入、または考慮すべき新しい要因等があるため、生理病理学的メカニズムはここで分岐する。それぞれの病理については、個々に研究を進めたい。

I 齲蝕

この問題の研究は、主に疫学を基礎に行なわれてきた。多数の長期にわたる研究調査は、齲蝕が広範囲に蔓延している事実を立証している。

- アメリカ国民の95%が青年期に少なくとも1度は齲蝕に罹患している(54)。
- 年間60億ドルが齲蝕の治療に費やされている。この金額は全歯科治療費(130億ドル)の約1/2を占めている(54)。

疫学的要因を見ると、

- 年齢：発生率は15才を過ぎると減少する。米国では15才の子供は、平均して10本の歯が抜歯されているか、齲蝕に罹患しているか、または充填されている(54)。
- 多くの人が齲蝕を避けられないと思っており、歯は交換できるものと思っている。
また齲蝕は、幼児の伝染性の病気に類似したもので、進行性の病気ではないと考えられている。

生理病理学的見地から見れば、齲蝕は歯のエナメル質、及び象牙質が、脱灰され、空洞の形状に至っている状態をいう(54)。齲窩は歯に付着しているプラークに存在する発酵性糖質と炭水化物に、特殊な細菌が作用して発生する有機酸の浸透により引き起こされるものである。

歯の外部被膜のミネラル組成分(カルシウムハイドロキシアパタイト結晶)は、有機酸の作用を受けやすく、有機タンパク組成分は、細菌のタンパク質分解酵素の作用を受けやすい。齲蝕は歯のエナメル質の表面の下部から始まるが、エナメル質は歯の外部被膜であってハイドロキシアパタイトの表面抵抗を増加させるフッ素によって、プラークの有機酸から保護されているものである。

病変はこの第1段階の保護層を越えて拡大し、12ヵ月から24ヵ月以内には外部被膜が破壊され、損傷は急速に歯全体に及ぶ。

次のような3つの条件が整って齲蝕が形成される。

- 齲蝕に罹患しやすい歯(裂溝がある大白歯が代表的例)
- 原因となる細菌
- 細菌による破壊作用の素因を作るような食事
齲蝕を引き起こす要因として3つのグループがあげられる。これ等は宿主、口腔内細菌及び食事に関連するものである。

宿主関連因子

- 歯はエナメル質のうち98%が非有機性物質でできている。象牙質は70%である。
- 唾液：顔面や口腔に放射線治療を施した場合唾液の

分泌が減少し、このため齲蝕が進むことが立証されているが、それ程唾液の果たす役割は大きい。

唾液は清浄剤、pHの緩衝剤、IgAの保護及び媒介剤としての作用をするが、反面、プラーク形成の活発な素因でもある。

口腔内細菌

プラークは特定のグラム陽性桿菌：ストレプトコッカス・ミュータンスによりコロニー形成が行なわれる。1924年にクラークにより単離された同菌は次のような特長を有している。

- 低pHで棲息する。
- ビルビン酸を乳酸に変えるLDHを提供する。
- サッカロースからグルカンスを作り出すグルコシールトランスフェラーゼを提供する。

グルカンスはストレプトコッカス・ミュータンスを歯に付着させ、唾液の清浄作用を妨げる作用をする。

このバクテリアはエナメル質の齲窩の95%から単離され、また歯の齲蝕の原因の90%を占める(54)。

食事

チューブで食飼を与えられたネズミに齲蝕が見られないことや、戦時中あるいは栄養失調の人達に齲蝕の発生が少ない事実は、食事が齲蝕に関係していることを明らかに示している。

糖分が齲蝕の誘発に大きな役割を果たしているが、問題は糖分摂取の量である。それは、次の例で明白である。米国では1人当たり平均58.5kgの糖分を摂取しているが(70%サッカロース)、わずかの糖分しか摂取しないエスキモー人には、齲蝕罹患者は事実上皆無である。但し、彼等が伝統的食事を放棄すると齲蝕が始まる。

食事は全て口腔内のpHを5.5またはそれ以下にさせる酸を作る。この酸性度がプラークのpHを減少させて直接、間接的に毒性を発揮する。食物の塊の9/10は15分以内に口中から除去され、酸は15分後に中和される(7)。口腔内に長時間残る、ある種の食物(タフィー等)を食べたり、食間に何回もスナックを食べたりすると酸が継続的に作り出され、齲蝕に至る要因を拡大することになる。

糖分の果たす役割は種々論議されているが(44)糖分の消費量と食間に糖分を含む食物を摂取することが、齲蝕の発生に係わっている事には疑問の余地はない。齲蝕原性の要因を正確に決定づける事は、現在の疫学的研究では不可能であり、被験者を用いない研究をそのまま人間に置

き換える事もまた困難である。

齲蝕の処置には現在2通りの方法がある。

- 保存修復と補綴による方法
- 齲蝕に至る生理病理学的プロセスについて十分な知識を持ち、歯を健全な状態に保ちたいという願望により予防策を講じること。

II 歯周疾患

この病名は歯の支持組織に影響を与える炎症性、かつ変性の一群の疾患をいう。組織の変化は種々の要因により発生し維持される。これ等は細菌学的、遺伝学的要因であり、単独あるいは他との関連により局部的、全体的に作用し、歯の支持組織を完全な破壊に至らしめる(32)。

当初、単なる歯肉炎で始まるこの病気は、全顎的慢性の歯周炎に進行し、局所化して遂には骨質の破壊へと至る(10)。若年性歯周炎はハッキリと限局的であり、プラークの量とは関係なく、むしろ細胞性免疫及び感染に対する非特異的な防御機構との関係が問題であるが(65)、若年性歯周炎を除いては他の歯周疾患は疫学的、生理病理学的には同一のグループに属する。

疫学

人口の84%は歯周疾患に悩まされている。

このうちの71%は慢性で破壊性的のものである (Marshall-Day, 1955, (10) 参照)。

最近、この病気は蔓延の傾向を示しており、人口の98%が人生の一時期にこの病気の影響を受ける(10)という事実は真に人類共通の病気といえる。

病因論

考慮しなければならない2つの要因がある。

● 宿主関連要因

- 食事の種類、特に咀嚼する必要のない柔らかい食事を常食すること。
- 歯列の位置異常または歯列矯正器の使用等、プラークの堆積を促進するようなものの存在。咬合性外傷の役割は種々議論されているが、完全に解明されていない。
- 歯周疾患を助長する一般的要因の存在。
内因性のもの：全身的疾病、特に糖尿病。
外因性のもの：ある種の薬物、特にヒダントイン誘導体。
- 免疫学的メカニズムは重要な保護的役割を果たす。細胞性免疫は体液性免疫よりも重要な働きをすると考えられているが、唾液IgAの役割は解明されていない。
- プラーク中の細菌叢(45)：歯周組織の状態によって、質的にも量的にも変化を起こすので極めて重要なポイントである。
 - 歯周組織が健全である限り、歯肉の下部及び上部

はグラム陽性菌で構成される。

- 臨床的に歯肉に炎症がある場合は、細菌は20倍にも増殖する。アクチノミセス(放射菌)は増加し、グラム陰性菌が歯肉下部のプラーク表面に現われる。リンパ球生産を刺激するメカニズムは、特異的なものではない。
- 歯周炎がひとたび確立すると、ポケット内にグラム陰性菌を優勢とする菌種、特にフゾバクテリウムニュークレアタムと共にアサッカロリチカスとメラノジェニカスが堆積する。特殊なクローンが細菌叢から発生するようであるが、これはカプセル状のバクテロイデスアサッカロリチカスの場合に例が多い。

生理病理学

解剖学的病変は下記の2つのグループの作用により発生する。

- 菌体外毒素、外部粘膜の内毒素、コラーゲン、プロテアーゼなどの酵素等、細菌の代謝産物。
- 生体のもつ抗菌反応。

歯周疾患のそれぞれ異った段階で作用するこれら2つの要因についてはその性質、重要性共にまだ解明されていない。

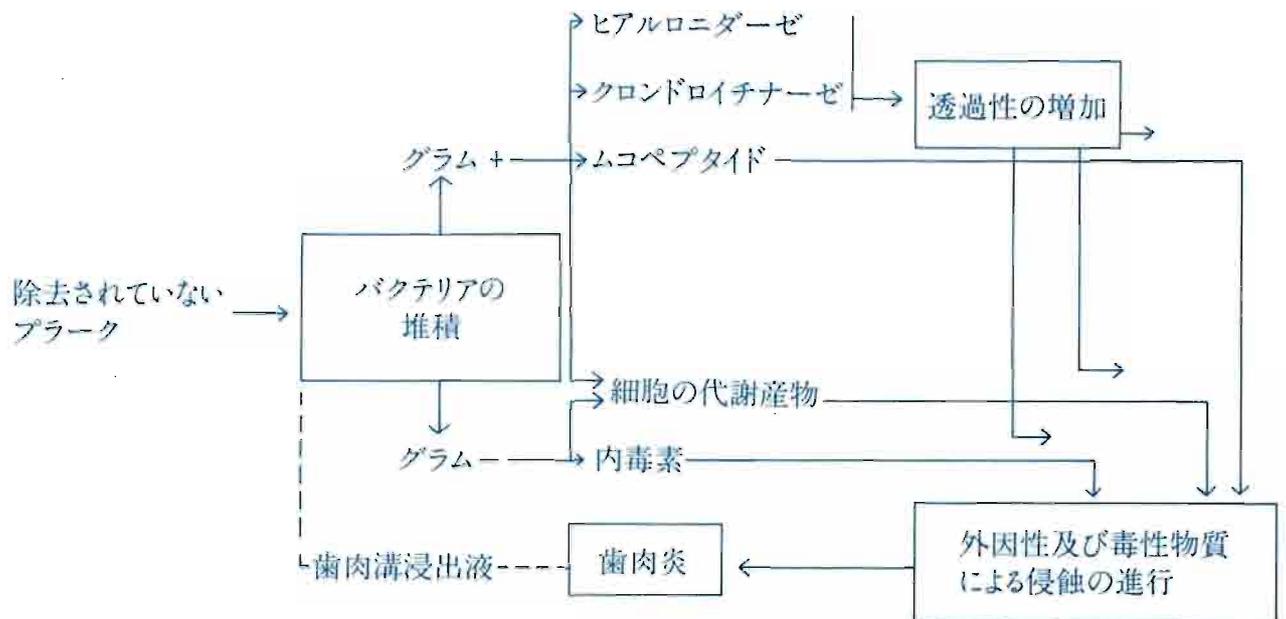
局所で臨床的に見られる歯肉の炎症は初期段階では、小動脈の拡張、静脈流の停止、浮腫、浸出液の漏出増加を招く歯肉溝内への毛細管漏出等に関連している。浸出液の漏出はフィルターペーパーで計ることができる。

この浸出液には、感染を自己維持する細菌を増殖させる要因を含んでいる事が発見されている。リンパ球への刺激は特異的でない。炎症は異物、毒性物質に対する粘膜の透過性を増加させる原因となる(65) (図1)。

慢性的炎症が進行した段階では歯肉は赤味を帯び出血する。繊維性となり単核細胞で充満する。この段階に移行する理由の説明については、2つの仮説がある。

- 組織の遅延型アレルギー反応、補体の活性化、活性化したT・Bリンパ球によって生産されるリンフォカイン等に関連して起こる、生体反応の変化または活性化(47)。
- 細菌性クローンの出現によって変化するプラークの構成物質。

図1: 歯肉炎の病因論(65): 一仮説—



歯周疾患においては、歯肉は置き換えできないので修復が唯一可能な方法である。従って、予防処置の重要性は齶蝕の場合よりもはるかに大きい。加齢と共に歯周疾患は齶蝕の発生率を上廻り、35才以上の年齢に至って歯を失う最大の原因となっている。

第二部

予防的治療法

I 概論

予防的治療法はミラー(Miller)が著している(42)、一般的歯科治療の範囲のものである。

まず最初に、必要であれば急性の症状、特に痛みを除去する治療を施さなくてはならない。次に病因をコントロールする治療を行ない、さらに歯周組織を治癒させて回復させる治療に続き、最終的には再発を防ぐメンテナンス処置を施さなくてはならない。

早期治療を施すのが大切であり、また治療効果も高いが、必ずメンテナンス処置を施さなくてはならない。メンテナンス処置は最初の診断の時に説明を与え、計画しなければならない。メンテナンス処置の基本と目的を患者に詳しく説明し、治療が成功するには患者の心構えが大切であることを納得させることが必要である。

目的

コントロールできる外部的要因は、食事のみである。食事のコントロールは、個人の意志次第である。

ある研究者は、通常の砂糖を摂る代わりに発酵しにくい糖質の物を摂った方が良いと奨めているが、その効果については現在のところ何も証明するものが存在しないので、多少思い切った提言と言えるかもしれない。

予防的治療を行なう目的は、直接、あるいは間接的方法により口腔内の細菌叢をコントロールする点にある。

● 直接的方法

● 抗蝕蝕性ワクチンは、ストレプトコッカス・ミュータンスと抗生物質に対して効果がある。このワクチンはバクテリアの突然変異の危険を伴うことなく、特定の無毒性生成物を放出する役割を果たす。現在のところ、この基準に見合う合成物は存在せず、テトラサイクリンを使った研究でさまざまな結果を示している。

● 非選択性消毒剤：現在のところ、クロルヘキシディンのみが好結果を示している。クロルヘキシディンは口腔内で効果を発揮し、長時間の局部作用を持続させる、広範囲なスペクトル吸収と疎水性ビグアナイドを備えている。

しかしながら、この薬品は歯を変色させたり、味覚の変化をもたらす等、好まざる副作用があるので、結果については比較考察する必要がある。

● プラーク形成を予防する間接的方法

● 封鎖剤：保護用樹脂(レジン)が有効であるが、広範囲な規模で使用するには困難である。

● プラークタンパク質分解酵素は将来的には有望と見られるが、今後の研究・開発が必要である。

上記の方法は今のところ実験的段階のもので、今後の調査・研究が必要である。これ等は、これから考察する予防的治療法を補足するような抗蝕蝕剤として開発されるであろう。

II 現在用いられている方法

A フッ素

フッ素の作用は蝕蝕の予防に限定されるが、それがどのような形で使用されるにせよ、(歯磨剤、錠剤、飲料水混入)その効果についての疑問点はない。

飲料水に1μMの濃度のフッ素を混ぜて飲ませると、子供の蝕蝕罹患率を60%低減させることができる(54)。米国では1億の人がフッ素処理をした水を飲用しており、フッ素がいかに信頼のおける薬品であるかを物語っている。フッ素は、カルシウム・ハイドロキシアパタイトの中でも

完全に保たれるので良く作用し、より抗酸性のフルオロオロパタイトの形成を促し、さらに細菌の増加を阻止する。

B 機械的方法によるプラーク除去と初期段階における歯肉炎の処置

歯のブラッシングと、歯と歯肉を水流方式で洗浄する方法がある。

1. ブラッシング

ブラッシングには2つの目的がある。歯肉縁上のプラークを除去することと、歯肉をマッサージすることである。歯

の手用歯ブラシによるブラッシングは、次のような手順で行なった場合効果がある。

- 48時間以内に繰り返し磨く。——この時間帯を超えると、歯肉炎予防の効果はない(65)。
- ブラッシングには、十分な道具と適切な技術が必要である。これ等2つの点は、ブラッシングの基本を教えるために行なわれた、数多くの臨床研究で繰り返し指摘されてきた事柄である。

a 道具

歯ブラシは使いやすく、効率的で、かつ傷をつけにくいものでなければならない。1980年、米国のグルーベルの調査によると市販されている歯ブラシの70%に刷子毛の破損、もつれ、誤った使用法、磨きにくさ等があり、口腔衛生学上の基準を満たしていないことを報告している(54)。

良質の歯ブラシは、下記のような特徴を備えていなければならない。

- 形状:解剖学的に見て、口腔前庭に適合したものでなければならない。一般的には、凸形のものが舌面に有効である。凹形は歯間の隙間と咬合面のブラッシングには適していない。
表面が平坦(フラット)な歯ブラシが最適であるが、この種のはあまり使用されておらず市場のシェア(占有率)も高くない。
- サイズ:大臼歯の遠心面までとどき、舌側面が磨けるような小型のものでなければならない。
- 刷子毛:丈夫で壊れにくく、直径は同一で吸水性が低く、掻き傷の可能性を防ぐため先端は丸いものでなければならない。
 - 堅さは刷子毛の断面直径の4乗に比例し、逆に長さの立方に対して反比例していなければならない(26)。
 - 長さ:およそ1cm位が最適である。
 - 直径17/100mm以下の刷子毛は摩擦しにくいばかりでなく、直径22/100mm以上のものに比較し、より安全である(48)。
 - 材料:天然の刷子毛には髄質の溝があり、細菌を溜める作用をするので化学合成の刷子毛が天然のものに比べて、より安全である。天然の材料は不揃いでかつアレルギーを誘発しやすい。最も普通に使われているナイロン

は、天然の刷子毛材に比べ摩擦しにくい(26)。

b ブラッシング方法

正しいブラッシング方法は次の4つの目的を達成しなければならない。

- プラークの溜りやすい箇所(隣接面、歯間部、歯の舌側面、歯肉の辺縁、裂溝)からプラークを除去する。
- 歯肉または歯に損傷(楔状の前庭の擦過傷)が発生するのを防ぐ。
- 誰にでもできるやさしいブラッシング法。
- マッサージ効果により、歯肉の血行と歯肉の角化を刺激する。

手用歯ブラシによるブラッシング法

歯ブラシに与える動作のタイプにより、色々な方法がある。

- 横磨き:動作は任意で力は要らず、歯冠(クラウン)を良く清浄できるが、隣接面の湾曲した溝には不十分である。また歯頸部と歯肉の辺縁に外傷をつけやすく、歯肉の退縮の原因ともなる〔写真5・6参照〕。
- 描円法(フォーンズ法):水平的動きで楕円形に磨く方法。この方法で外傷を避けながら効果を得るには、広範囲にわたり激しい運動を必要とする。この方法は骨のおれる方法である。
- 遠心・回転法(OTTOLENGUI):歯肉のマッサージ効果は良いが、歯間部の清浄には適さない。
- 震動法
Stillmanによれば、歯肉の辺縁と歯頸部に低振幅の運動を与えると、歯頸部と隣接面の陥凹部の清浄に効果があるとしているが、この方法には強力な圧力が必要であるので酸素欠乏の危険がある。また、この方法は飽きやすいという欠点がある。
Charterによれば、刷子毛を咬合面の方向に向け、歯の軸に対して45度の角度で磨けば、震動性、回転性の運動と連動して程良い圧力で効果的に磨けるとしている。この方法は歯の表面に対し効果があり、また、マッサージ効果もあり良いブラッシング法といえるが、ブラッシング法を覚えるのが難しい上に長い時間をかけて磨かないと効果が出ないという欠点がある。
- <フィジオロジック法>(Smith-Bell):食物を噛む動作と同じく垂直に磨く方法であるのでこの名称がつけられた。この方法は古くから使われている型で、原始人などが良く使っていた方法であり、磨きとマッサージの効果が高い。しかし、この方法で強く磨くと、傷などをつけ

やすい(歯槽骨の吸収)。

要約すると、これまでに述べてきた方法は、何ひとつ理想的なものはないといえる。

どの方法も、長い時間ブラッシングしなければならない(歯の表面160を磨くには5分から7分間が必要)。いくつかの方法を組合わせたブラッシング法もあるが、これを習熟するのは特に子供の場合難しく、歯磨きの大切さを理解していない人は習慣的な横磨きに戻ってしまう。

電動歯ブラシによる方法

適切な道具と効率的な方法の両問題に直面した場合、現代技術が造り出した新しい可能性に考えが及ぶのは、極めて論理的なことである。このようなアプローチにより、過去30年の間に電動歯ブラシを考案するに至ったのである。

電動歯ブラシの目的は下記の通りである。

- プラークを除去するための正しいブラシの動作と歯肉のマッサージを同時に果たす。
- ブラッシングに伴って起こる外傷性病変を最小限に抑える。簡単でやさしいブラッシング法である(電動モーターの高速回転は、歯磨き時間を著しく節約する)。

電動歯ブラシは、これまでに多くの型のものが製作されている。これから説明するタイプは25年前に第1号として発売されたもので、この間広範囲にわたる研究と臨床実験に基づいて、様々な改良が加えられたものである。

当初は手用ブラッシングによる自然な水平型の動作と電動モーターが作り出す最小45度の垂直振幅を持つアーチ型の動作を組合わせることを考案した[写真7,8参照]。

その後、モーター・歯ブラシ共に改良を加えた。

- モーター:モーターのノイズレベルは41デシベルにまで下げられた。デザインも変更された。現在のモデルは発振モーターが、ニュートラルの位置で最高回転、最大振幅時にゼロ回転を作り出す直接軸作動型である。アーチ型振動の回転数は毎秒50回に固定されているが、これは手用歯ブラシによる毎分最高160回に比べ毎分3,000回という高速である。しかもブラシ面の抵抗が400g以上になった場合でも、振幅が自動的に制限され、回転速度は一定に保たれる。従って、歯肉の病変の危険性を減少させることができる。
- 歯ブラシは平坦(フラット)型で、植毛部は短く(最大20mm)、最後臼歯まで届くよう植毛されている。刷子毛は強

い合成繊維タイネックスで作られており、耐久性に優れ、水の透過性も低い。長さは10mmで直径は17/100mmである。長年の実績により、信頼性が高く、そして子供、身体障害者あるいは病人にも特別な訓練を要せずに使えるようなタイプのものを、デザインする事が可能となった。手用歯ブラシに比べ著しく短い時間で、最大の効果が得られることが保証されたのである。さらに、このような電動歯ブラシによるブラッシングに補足的技術を加え、水流方式すなわち口腔清掃装置を完成させるに至った。

2. 水流方式

このデザインは、口をゆすぐ時の自然な状態に合わせて考案されたものであるが、目的はもちろんプラークの除去、歯肉のマッサージといったいわゆるブラッシングの目的と同じである。この方式は、口腔に消毒剤を噴霧するためにも使用できる。この方式で効果を得るには含嗽を繰り返し、高品質の器材を使うことが条件づけられる。

この方法は歯周表面の全ての部分、特に手用歯ブラシによる歯磨きが充分に行えないためプラークの形成が始まりやすい大白歯の歯間部、あるいは歯の舌側面部分の洗浄効果を狙ったものである。

方法は簡単で、電動モーターの律動的作用によって圧力をかけた水をジェット水流にして歯肉に継続的に噴射する。この機器を使用するにあたって注意しなければならない事は、最も効果が期待できる部位に損傷(病変)が起きる危険性があるという点である。これを避けるにはバランスが必要である。バランスをとるには次のような点に注意する。

- 病変のある組織は、健康な組織に比べ外傷に敏感であるため、器材のパワーはその状態に合ったものでなければならない。
- ノズルと歯肉の間の距離に注意する(最大2cm)。
- ノズルの型、またはサイズによって生ずるジェット水流の乱れに注意する(41)。

この方法に伴う危険性は、3つあると考えられる。

- 歯肉の上皮、及び下部組織に異物が浸透する危険性。
- 病変のある組織を通して、細菌が浸透し菌血症、あるいは細菌性心内膜炎を起こす危険性。
- 出血、及び潰瘍化を伴う組織病変の危険性。

被験者を用いない実験や臨床実験を行なって、2種の器

材を比較し、これらの危険性について系統的に研究し、評価した。

- “モノジェット”：従来の既製品を実験用とした。
- “マルチジェット”：当社が開発したものを実験用とした。

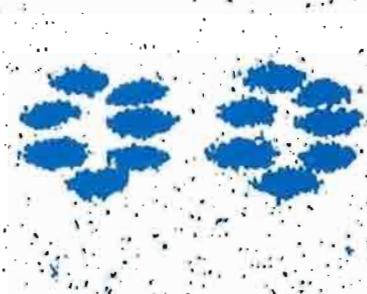
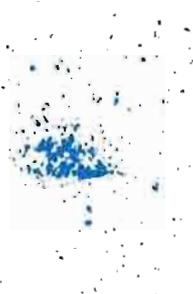
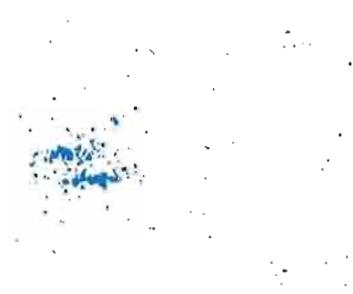
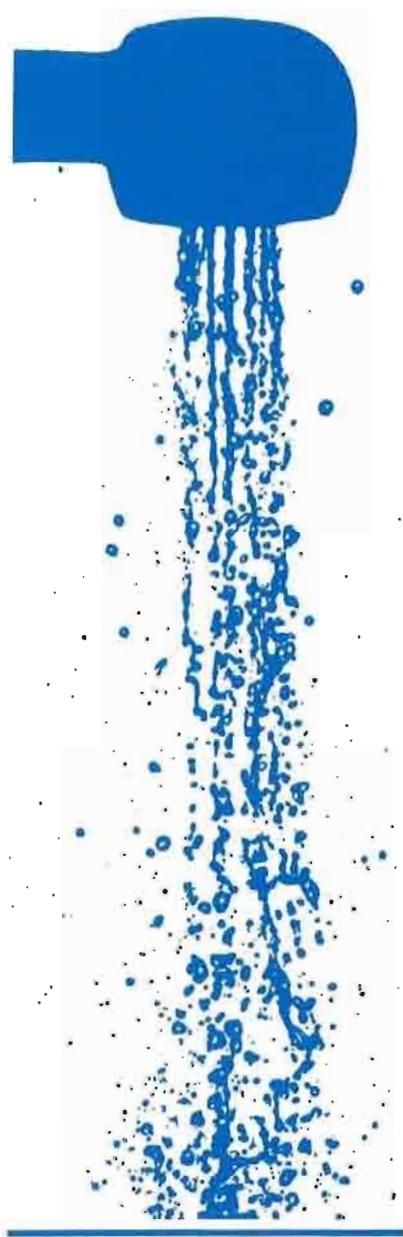
マルチジェット型は水流を複合的に高頻度で噴射するもので、エネルギーはモノジェット型よりも大きいですが、このエネルギーは、ノズルの7つの噴射口で分散される。(下の写真及び図2)

ジェット水流の比較

モノジェット(単一水流)



マルチジェット(複合水流)



研究の結果

異物の浸透について(41):直径2~5ミクロンの炭素粒子を、大人10人の口腔に噴射する実験を2つの器材で行なった。噴射する炭素粒子には、あらかじめ着色を施しておき、外部上皮における浸透度を見るため歯肉の生検を数例行なった。歯肉の炎症度が同程度の状態においては、マルチジェットの場合の浸透度は低い。マルチジェット型の浸透度が低いのは、水流の乱れが少ないためである(41)。

細菌の浸透について(35):ジェット使用後は、菌血症は見られなかった。患者が高圧力のジェット水流を使う前には

歯周疾患の治療を行なっておくことが望ましい。

歯肉の出血について:2つの器材とも最高圧力をかけて10人の被験者について調べたところ、歯肉に出血が見られた。初日の出血量が一番多く、時間の経過と共に徐々に減少した(但し、モノジェットの方がより長い時間を要した)。初日に出血した被験者を器材のタイプ別に見ると、マルチジェットタイプについては50%、モノジェットタイプについては100%の発生率であった(22)。

慢性病変について:軟組織、硬組織いずれにも慢性病変が発生しなかった(66)。

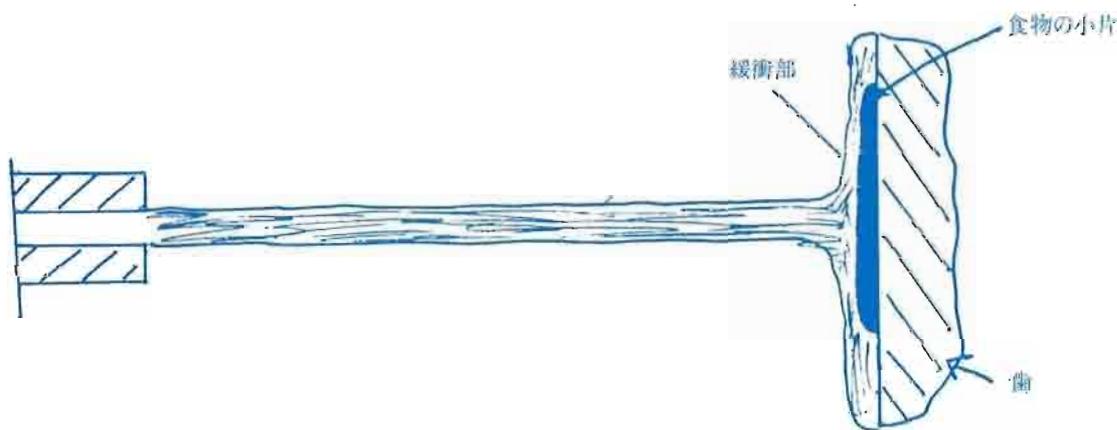
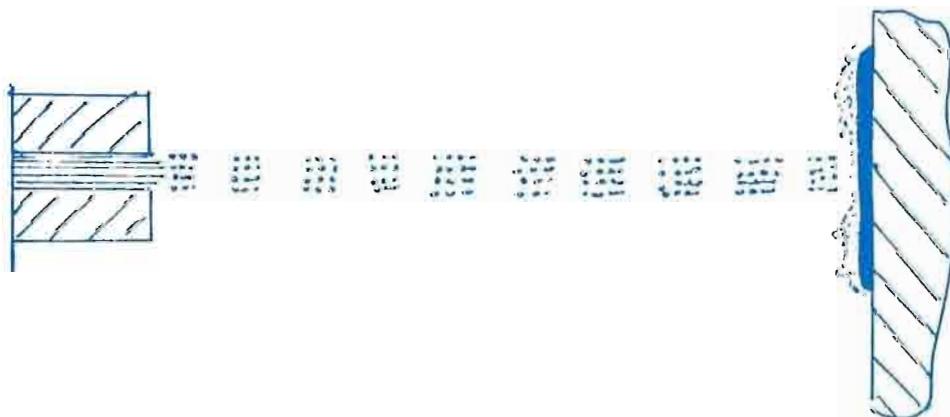


図2:各タイプのジェット作用:(緩衝部、食べ物の小片、歯)

上図—モノジェット(緩衝部を作っている)

下図—複合水流型マルチジェット(目標に直撃している)



C 要約

以上に述べた方法は機械的な清掃作用と、マルチジェットの複合水流の噴射作用によって歯肉の強化につながる。この器具(電動水流式)は果物、生野菜、また肉を食べる時の基本的な咀嚼運動の状態を再現するものである。

リンゴを食べる時の咀嚼運動は毎分20回、手用歯ブラ

シによるブラッシング時の運動は150回、電動歯ブラシによるブラッシング時の運動は、毎分3,000回にまで達する。この方法による有効作用はプラークを除去するだけでなく、歯肉の角化と微小循環の改善にまで及ぶことが、次の項で明らかとなる。歯周疾患の予防処置において果たす、この現代的な技術の役割についても検討することとする。

第三部

予防:利点と限界

予防がいかに大切であるかという点については、スカンジナビア諸国、スイス、及びアメリカで広範囲に行なわれた疫学的調査報告で明らかにされている。この調査は困難な調査

であったため、歯科的疾患及び歯周疾患の予防において役割を果たすいくつかの要因については、注意して解釈する必要がある。

I 利点

A 齲蝕の予防

前述したように、齲蝕の予防にはフッ素が一番大事な役割を果たしているが、口腔清掃に果たす役割については、未だ明らかにされていない。

これまでの予防手段が、ブラッシングだけに依存していたわけではない。一般的には、摂取する糖分の質や量を変えたり、あるいは齲蝕が既に存在する場合は、歯科医の治療を受けたりしたのである。

歯を頻繁にブラッシングすることが、齲蝕の予防になるとは限らない(5,7)。ブラッシングで一番効果が期待できるのは、食後のブラッシングである。

局所化された齲蝕、特に咬合面の齲蝕の予防には、フッ素だけでは不十分である。ブラッシングは、フッ素の効果を一層増大させる間接的な役目を果たしている。

最近ベリーニ(Bellini(5))は、子供に対して行なわれた、齲蝕予防のためのブラッシングの役割に関する主要な疫学的調査について考察し、次のように結論づけている。

- 前歯部及び平滑面の齲蝕はもとより、永久歯の齲蝕の罹患状態は口腔の清掃状態と関係がある。しかし、清掃状態といっても中程度のものでなく、徹底した清掃状態の場合にのみ、この考察した事項は正当である。
- 齲蝕の発生頻度を減少させるための口腔清掃プログラムは子供任せにせず、適任の成人の指導のもとで行なわなければならない。フッ素含有の歯磨剤を使用し、また特殊な食事上の指導も併行して行なわねばならない。"カールスタッドプログラム"と呼ばれる模範的なプログラムは、齲蝕の根絶を可能にする程効果的なものである。ブラッシングの効果は、回数よりもその方法(質)に意味があり、指導のゆき届いた入念な口腔清掃は最も効果的である。

成人については、アキセルソン(Axelsson(2))によると、彼が6年間にわたり観察した375人の患者に関して、齲蝕の進行予防に効果があった方法は、良好な口腔衛生を保つこと、歯科医による診療を回数多く受けることとしている。

以上のように、ブラッシングは誤りのない方法で行なう必要があるため、ブラッシングによる予防には限界があると結論づけることは正当であると考えられる。

B 歯周疾患の予防

最も必要なことはプラークを完全に除去することである。厳密に(11)、そして規則的に(2,65)に行ない、しかも歯肉直下の部分の処置を受けるために定期的な歯科医の診療を受けることができる(11)ならば、ブラッシングは十分な予防法といえる。

1974年にベルン及びベルン周辺地域で行なわれたシュワップの調査(63)こそ、詳細にわたり最も参考になる疫学的研究である。この調査は通常の手順を踏まず、家庭内で、しかも事前の通知をせず任意に実施させた。

15才から18才までの200人の男女を選び、居住地区別(都市・地方)及び社会文化的背景別に分類し、各人に対して臨床検査を行ない、後に彼等が実行している口腔清掃及び予防方法についての質問に回答してもらう方法がとられた。回答は下記の通りであった。

- 調査対象者のうち16%が最適な口腔清掃を実行する習慣をもっていた。
- 65%(ほとんどが男性)は口腔清掃を実行する習慣をもっていなかった。
- 23%は回数よりも技術に重点をおいたブラッシングで、正しい口腔清掃を実行する習慣をもっていた。
- 63%が歯肉からしばしば出血があることを報告した。

表1：ベルンの調査対象者(シュワップ(63))の1日のブラッシング回数

1日の ブラッシング 回数		0		1		2		3		>3	
		H	F	H	F	H	F	H	F	H	F
I	V	11		33	19	34	19	22	43		19
	C					50		25		25	
II	V			14	2	36	43	43	43	7	11
	C	11		42	6	21	61	26	27		6
III	V			20	13	40	75	40	12		
	C	33		25	36	33	48	9	14		
合 計	H	11%		27%		32%		27%			
	F			12%		47%		32%		9%	

V = 都市 I : 高所得者
 C = 地方 II : 標準所得者
 H = 男性 III : 低所得者
 F = 女性

●最後に、検査した歯ブラシのうち60%が、正しい磨き方をしているにもかかわらず、予防には適さないタイプのものであった。

歯周疾患のメンテナンス治療におけるブラッシングの役割についても、良く考慮されねばならない。多数の患者について年齢別、地域別、かつ長期的に比較調査を行なった。10年間に喪失した歯の数を基準(40才以降は通常6本)に、ヒルシュフェルド(Hirshfeld)は15年間にわたり600人の患者について観察した。彼の報告によると、メンテナンス治療を正しく行なった場合の喪失した歯は10年につき0.7歯であった。オリバー(Oliver)の場合は、442人の患者に

ついて調査したが0.5歯であった。(Adelson・Lindhs(2)引用)

歯科治療を受け、ブリッジやクラウンを装着した場合はプラークが付着しやすいので、ブラッシングは不可欠である。正しい指導を受け、正しいブラッシングを行ない、歯科医による定期的診断(年間3-4回)を受けて望ましい予防を行なえば、誰にでも健康な歯を維持することが可能である(58)。従って、予防が可能だとすればシュワップ報告による63%もの歯肉の出血と予防処置の失敗は、どのように説明すべきであろうか?

II 限界

予防処置には2つの限界要因がある。

A 心理的要因

B 技術的要因

それぞれにつき考察し、対処法を検討したい。

A 心理的要因

下記のように説明することができる。

歯科疾患についての知識が皆無であること。シェワップの調査では、調査対象者の67%が歯周疾患という言葉の意味について、何等の知識も持っていなかったし、40%は齶蝕という言葉にも全くなじみがなかった。

歯ぐきの出血については、わずか12%がその理由について説明することができた。

38%は歯周疾患がどのような結果に至るのか全く無知であった。

どのような方法で知識を得たか、その質問に対してはほとんどが自分で学習したと回答しており、歯科医から得たとの回答はわずか19%であった。

歯科医の義務の1つは患者の教育である。不健全な口腔衛生状態から歯肉炎、そして歯周疾患、遂には歯を失うといういわゆる雪ダルマ式に悪化する疾病に対し、全く無知の状態では生活せねばならないという事実は信じ難いことである。

対照的に、73%がどのような処置をすべきかについて知識を持っていたことは特筆すべきである。

97%は健全な歯を維持することは大切な事であると認識しており、96%はできるだけ長く自分の歯を保たせたいとし、70%は少なくとも年1回は歯科医の診療を受け、94%は歯科医のサービスには満足しているとの回答であった。

疾病の根元的原因について検討を加える上で、上記のような観察結果は、深く掘り下げて分析する価値がある。私達は以下の2つの事柄について言及したい。

- **プラーク**: 第一の敵である。肉眼で見ることができないのでプラークと闘う動機が生まれて来ない。また、肌のように清潔であるとか、汚れているとかの区別が全くつかない。
- **口及び口と関連した快楽の報酬**(食物、言葉、愛情)は通常、戦場や侵略者とは考えられない。個人の立場からすると、敵はプラークではなく、ブラッシングである。これまでに述べてきた予防処置を行なうには次のような条件を守る必要がある。
- **歯周疾患の原因と予防処置について十分な知識を持っていなければならない。**

● **歯と口腔の完全な清掃法を身につけ、食物を良く咀嚼する習慣をつけなければならない。**

● **実行する意志力と十分な知識を持っていなければならない。** 子供はもちろんのこと、大人に対して予防知識を与え、正しい方法を教育することは歯科医師、教育者としての任務である。

繰り返し指示を与える事により、予防知識を強化することができるのであり、通常良くあることであるが、歯ブラシ・歯磨剤メーカーの断片的な情報に依存するようなことは決してあってはならない。正しい予防知識とその知識を駆使することによって、入れ歯で解決すれば良いという短絡的な安易な考え方と闘わねばならない。

B 技術的要因

ブラッシング技術上の不完全さ、不充分さは明らかである。

- **主張されている種々の方法には、理想とされる“誰にでもできる”点に欠けている。**
- **道具の質が悪い。**
- **最も重要なことであるが、通常ブラッシングに費やされる時間が不十分である。**

154人のアメリカ人の患者について手用歯ブラシでのブラッシングを行なう時間についての研究がある(21)。患者自身の申告では、平均1日2.2回ブラッシングし、1回に費やす時間は154秒であった。しかし、観察者を置いて調べると、彼等が普通に行なうブラッシングに費やす時間はわずか57秒であることがわかった。この研究では、また若い人達は60歳以上の人達よりも早くブラッシングを終了し、1日のブラッシングの回数と歯の状態との間には関連がみられなかったと報告した。むしろ、“時間が無い”と弁解することは合理的であると一般には思われている。

簡単にいえば、ある事実や強制に対する不完全な知識、そして好ましからざる心理状態と技術上の欠点は、予防法の適応が制限されていることを説明するための全て都合よい理由である。

しかし、より効果的で受け入れやすい、簡単なしかも現代的な道具を用いることによって、今や人々はこのような予防処置を快く取り入れることができるようになった。

従来の手用歯ブラシによるブラッシングよりも、電動器具を用いる方法の方が便利であることは明らかである。

いくつかのヨーロッパの国々やアメリカで行なわれた被験者を用いない数多くの実験や臨床実験において、電動器具を用いる方法の優秀性が確立された。

1. 手用歯ブラシと電動歯ブラシとの比較

2つの医学的調査は、下記のような結果を報告している。

- ビビー(Bibby)の報告によると、電動歯ブラシを使用している子供は、手用歯ブラシを使用している子供に比べ新しい齲蝕の発生が1年に20%少なかった(7)。

- ベルン地域で行なわれた疫学的調査で、シュワブ(Schwab)は次のように報告している。
21%が電動歯ブラシ(大半が当社デザインのものであった)を頻繁に使っており、そのうちの7%はジェット水流型も使用していた。

電動歯ブラシ使用者の41%は、手用歯ブラシ使用者の18%に比べ、良好な口腔衛生状態を示した(2.2倍(63))。2つのグループの調査対象者に対して、電動歯ブラシを購入するに至った動機の差異を尋ねることは可能であるが、報告されている事実は電動歯ブラシの方が優れていることを証明している。

2つのブラッシング方法を評価するために行なった比較調査では、次のような方法を用いた。

- 着色の検出剤を使用してプラークを露見させる方法に

よる量的検査。

- ブラッシングのあとに集められた食物残渣の重さ等を計るプラーク指数検査。

被験者を用いない研究

ヒルシュ(Hirsch(28))は、当社が開発した実験用歯磨き器具を他の異なる4種の電動歯ブラシと比較実験した結果、ブロックソレント型が最も優れていると結論を下している。彼はブラッシングの効果は負荷される圧力に比例し、隣接面間の歯表面や歯間部の歯肉の部分よりも歯頸部の方がよく磨けると指摘している(表2)〔写真9参照〕

ファヌーフ(Phaneuf(48))は、電動歯ブラシは健康な歯の組織に対して摩耗作用が少ないと指摘している。

臨床研究

それぞれ異なった研究において用いられる指標により、グループ分けができる。

- a プラークの形成と歯周組織
- b 異なる使用者グループにおける相対的效果
- c 歯周疾患患者

表2: 各種電動歯ブラシの効果に関する比較実験

(ヒルシュ(Hirsch)(28))

(数字は歯磨き効果の質を表す。0が最大効果)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
ブロックソレント14	2,15	2,25	2,05	2,25	2,05	2,25	2,30	1,95	1,85
ブロックソレント17	2,55	2,70	2,40	2,25	2,90	2,30	3,15	2,15	2,65
ロンソン	2,65	2,80	2,55	2,60	2,75	2,85	2,75	2,35	2,70
グリーンオー マチック	2,50	2,40	2,65	2,70	2,35	2,10	2,45	3,05	2,30
ジャガー	2,82	2,85	2,80	2,85	2,80	2,95	2,75	2,75	2,85
ジェネラルエレクトリック	3,02	3,20	2,85	3,05	3,00	3,10	3,30	3,05	2,70
ライアム	2,60	2,75	2,45	2,25	2,65	2,30	3,20	2,20	2,75

I 切歯及び大白歯グループ: 1本の歯ブラシを使用し、平均的圧力と歯磨き時間を考慮した時の全歯表面の清掃効果の平均

II ブラッシング時間15秒の効果の平均

III ブラッシング時間30秒の効果の平均

IV 切歯のみに関係した効果の平均

V 大白歯と小白歯に関係した効果の平均

VI 切歯グループのみ。負荷する圧力とブラッシング時間15秒を考慮したときの清掃効果の平均

VII 同上、大白歯—小白歯グループ

VIII 同上、切歯グループ、但しブラッシング時間30秒

IX 同上、大白歯グループ

a プラーク形成と歯周組織

● プラークの研究〔写真10～12参照〕

電動歯ブラシと手用歯ブラシを交互に使用し、その結果を25人の成人について比較調査したところ、パワーズ(Powers(50))は、ブロッソデントが歯の全域にわたって隣接面間のプラークを抑止するのに最も優れた統計結果を示したと結論している。

フーパー(Hoover(30))も、ジェネラルエレクトリック社の電動歯ブラシを歯科学生グループに使用し、同様の結論に達したと報告している。

さらに、歯ブラシの刷子毛の直径は同径であっても、電動歯ブラシを使った場合、歯肉炎患者の歯肉に外傷性病変はほとんど見られなかったとしている。

● 歯石の研究

マンホールド(Manhold(39))は、患者に3ヵ月間電動歯ブラシを使用させた結果、歯石の形成は80%減少したと報告している。

● 食物の薄片を除去することの研究

同じような方法で実験したところ、マンホールド(Manhold(39))は、電動歯ブラシを使用すると食物の薄片は、より充分に除去できるとしている(除去された食物の薄片はフィルターペーパーでその重さを計測する)。

● 軟組織の研究

電動歯ブラシは、長期にわたって使用しても軟組織の外傷病変をおこすことはない(48)。

● 歯肉の角化に関する研究

歯肉に刺激を与えると、歯肉の毛細血管の循環を増大させ、炎症の程度を示す指標となる局所の白血球の数に反比例して表面の角化を促進させる(18)。

一部の研究者によると、歯周疾患から採取した一連の歯肉のサンプルについて調査したところ、正しいブラッシング方法を実行する限り、電動歯ブラシまたは手用歯ブラシ、いずれも歯肉の角化作用には違いは見られないとしている。

他の研究者によると、電動歯ブラシでブラッシングしたあと、歯肉上皮に角化した細胞の増加(18)や真性の角化が見られるが、健康な被験者の歯肉溝には見られなかったとしている。この研究では、ジェット水流を単独で使用しても、その使用に関連する変化は何もないことを指摘している。

ヒルシュ(Hirsch(29))の観察によると、角化した層の厚みには著しい増加が見られるが、上皮全体の厚みは変

らないとしている。

彼は、歯肉炎または歯周疾患の患者から、歯を磨く前と後に前庭の歯肉乳頭をサンプリングして実験のコントロール群と比較研究した。

b 異なる使用者グループにおける相対的効果

ブラッシングの効果は人によって異なるものであろうか?

ある人は手用歯ブラシによるブラッシングの方に適しているのであろうか? 電動歯ブラシによるブラッシングは、全ての人に適合するという点で優れているようである。

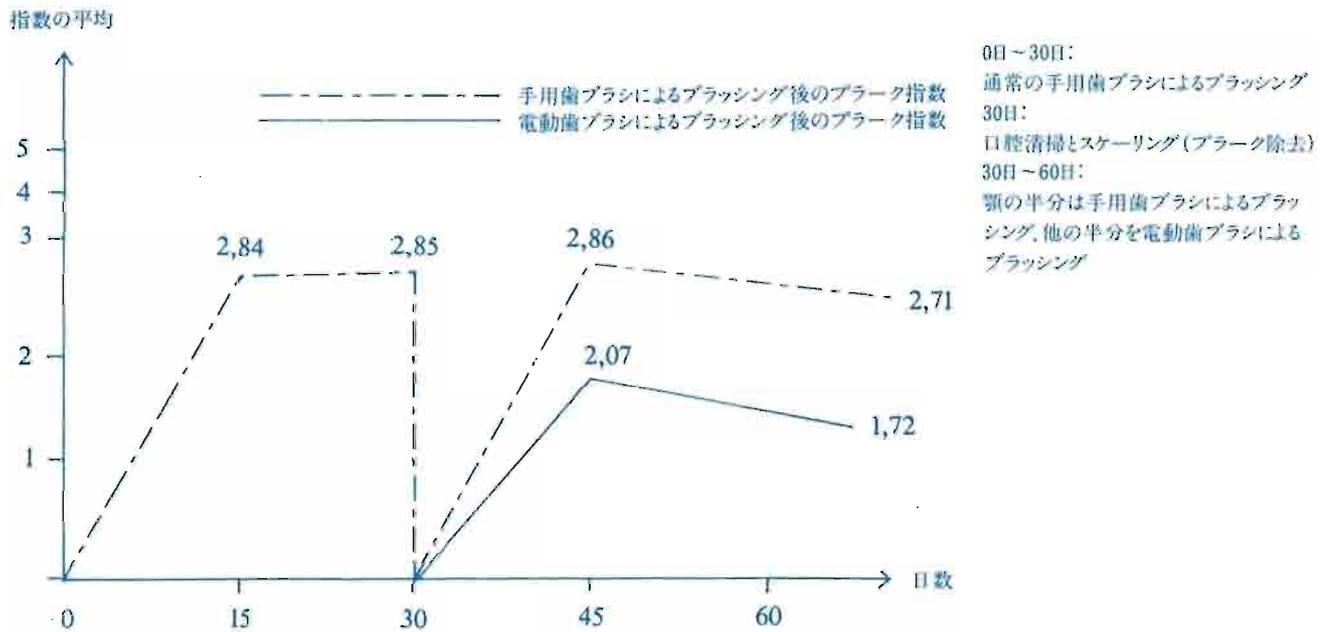
例えば子供の場合、電動歯ブラシによるブラッシングは子供の遊び心に訴えるものがあり、手用歯ブラシによるブラッシングよりも動機を与えやすい利点がある。(31)、(55)、(57)。しかし、7才未満の子供にとっては、器具の取り扱いが問題となる場合がある(55)。

ブラッシングの方法についてあまり知識を持っていない、特に11才から17才位までの若い人達にとっても、電動歯ブラシによるブラッシングをすると、手用歯ブラシによるブラッシングの場合の54%に比べ、78%のプラークを除去することができる(51)。

チャイキン(Chaikin(12))の指摘によるとプラーク除去の効果は手用歯ブラシによるブラッシング例の7%に比べ、電動歯ブラシによるブラッシング例の54%に示されており、症例の39%は、ほとんど同様の結果であったとしている。

マンホールド(Manhold(40))は、同一の患者達が5台の電動歯ブラシと手用歯ブラシを交代で使用して比較実験を行なったところ、4日間の実験の結果、電動歯ブラシの方がプラークの除去効果が高く、しかもブロッソデントが他の電動歯ブラシよりも性能が顕著であったと報告している。ブラッシングについて特別な知識を持っていない人達にとっては、電動歯ブラシの方が手用歯ブラシに比べ遙かに効果的である。特に前庭部分(上顎切歯、犬歯、小白歯、大白歯)のブラッシングに効果がある。この効果は患者の94%に見られ、歯肉炎患者、または慢性歯周疾患患者の場合、特に著しい(23)(図3)。

図3:手用歯ブラシによるブラッシング、電動歯ブラシによるブラッシングを同時に行なった後の指数比較(フォーレル Fourel(23))



上記の結果は、手用歯ブラシの使い方の訓練をした医科学生について確認されたもので(15)、(16)、(59)、上顎の歯は通常下顎の歯よりも綺麗に磨かれている状態であった(17)。

同様のことが他の一般の使用者のグループ、特にプラークの増加の速いタイプの人についてもいえる。

- 身体障害者(25)、(61)
- 精神障害者(1)、(13)、(60)
- 歯科矯正器具を装着している人(70)
- 顎骨の骨折で口を動かせない人(43)

c 歯周疾患患者

歯周疾患の治療及び再発予防の補助的な目的に使用された場合、電動歯ブラシは優れた効果を発揮することが確認された。

● 歯肉炎

ロベーン(Lobene)は、電動歯ブラシを使用するだけで患者の97%について歯肉炎を改善するのに充分であったと結論を下している(37)。

他にも同じような結果が報告されている。(3)、(4)、(9)、(19)、(38)、(61)、(69)。

患者の90%について口腔清掃の質が向上し、全ての患者について軟組織に対する刺激効果が確認された。歯肉炎は、歯石を除去したりするメンテナンス治療のあと2～3ヵ月目に再発するが、電動歯ブラシを使用するとす

ぐに改善される(4)。

しかし、普通の歯肉炎に見られるこのような顕著な改善もヒダントイン治療で起こる組織の異常成長のような場合には見られない。このような場合の電動歯ブラシの効果は、二次炎症を少なくするだけにとどまる(20)。

● 歯周疾患(写真13～16参照)

数多くの著者が電動歯ブラシによるブラッシングの優れた点を指摘している(8)、(14)、(53)、(62)。ポケットが減少し、特に4週間使用を続けたあとの(64)出血の減少(27)はブラシの届きにくい部分で顕著である(46)。この効果は歯石を除去して歯周疾患の治療を受けている患者、歯肉を切除した患者、あるいはメンテナンス治療を受けている患者にも当てはめることができる(6)。

結論として、電動歯ブラシは毎日の予防処置として積極的結果をもたらし、どのような人でも使うことができ、通常の歯周疾患の治療に伴う補助的処置法として最適であるといえる。歯周疾患治療のあとは、直ちに数日間徹底的に処置を施した方が望ましいが、骨移植をした場合は2～3週間遅れて使用することをすすめる。

2. ジェット水流方式の効果

ジェット水流のみを用いた場合には、プラークの除去効果に限界があるが、マルチジェット(複合水流型)を用いるとモノジェット(単一水流型)よりも、より効果がある。

- 被験者を用いない実験:ロシュリッツ(Rochlitz)(57)

は、最大能力でマルチジェット(複合水流型)とモノジェット(単一水流型)のプラーク除去率を比較したところ、モノジェットでは、プラークの63%が除去されていたが、マルチジェットでは73%が除去されていた。

- 臨床実験:ヤンケル(Yankell) (71)も同様のやり方で5日間使用したのち、マルチジェットの優れていることを確認した。

ジェット水流は、他の予防法と結びついた時にその効果を発揮する。

- ランゲ(Lange) (36)は、手用歯ブラシのみの場合とモノジェット、またはマルチジェットを併用した場合の効果をプラークと炎症の減少に関して他の予防法を全て停止し、実験的な歯肉炎をおこさせて研究した。

結果は次のようであった。

- 手用歯ブラシのみを使用した場合、5日目に部分的改善が見られた。
- 手用歯ブラシとモノジェット型を併用した場合、5日目に全面的改善が見られた。
- 手用歯ブラシとマルチジェット型を併用した場合、3日目にプラークの全面的改善が見られ、4日目には炎症の全面的改善が見られた。
- この著者は前記と同様の方法に加え、マルチジェット水流に含嗽剤として0.1%のクロルヘキシジン注入して使用したところ、第1日目に最大の効果を発揮し、3日目にはプラーク指数が0となり、出血指数も同じく3日目に0となった。ランゲは頑固なプラークに対しては利用できる、あらゆる方法を組合せて使用することが必要であると指摘している。彼はジェット水流については、歯肉の表面に緩衝部を生せず、なおかつ、消毒剤が全面にゆき渡るような複合水流型、即ちマルチジェット型の方を使用するようにアドバイスしている。

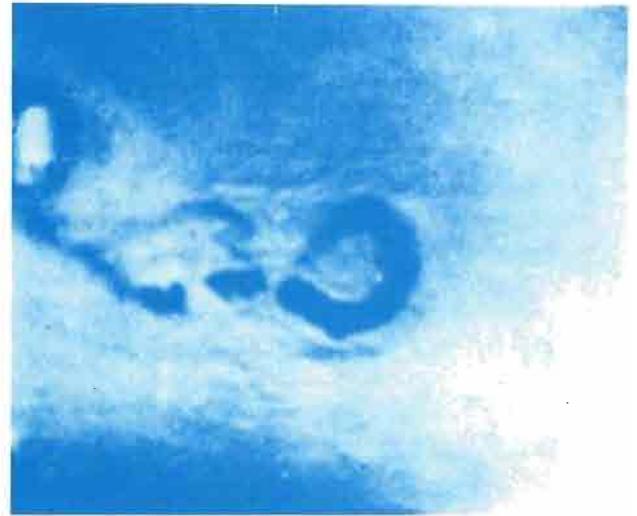
ジェット水流の利点は下記の通りである

- マッサージ効果がある。
- 消毒剤媒介の役目をする。
- 歯肉マッサージ効果を測定することはこれまで困難であったが、ムンスター大学のホルンハイドファッハクリニックと当社研究所による実験的な研究により測定が可能となり、生体内の血流速度を毛細血管顕微鏡で測定する方法が考案された。

この方法では、歯肉辺縁の歯間乳頭の毛細血管内の血流速度を、生体内で顕微鏡により記録することができるが、測定は白血球と発光マークが記録スクリーン上

で交差する時間を比較して行なわれる。

ジェット水流を使用する前と使用した後の血流の状態を比較すると次の写真のような変化が見られる。

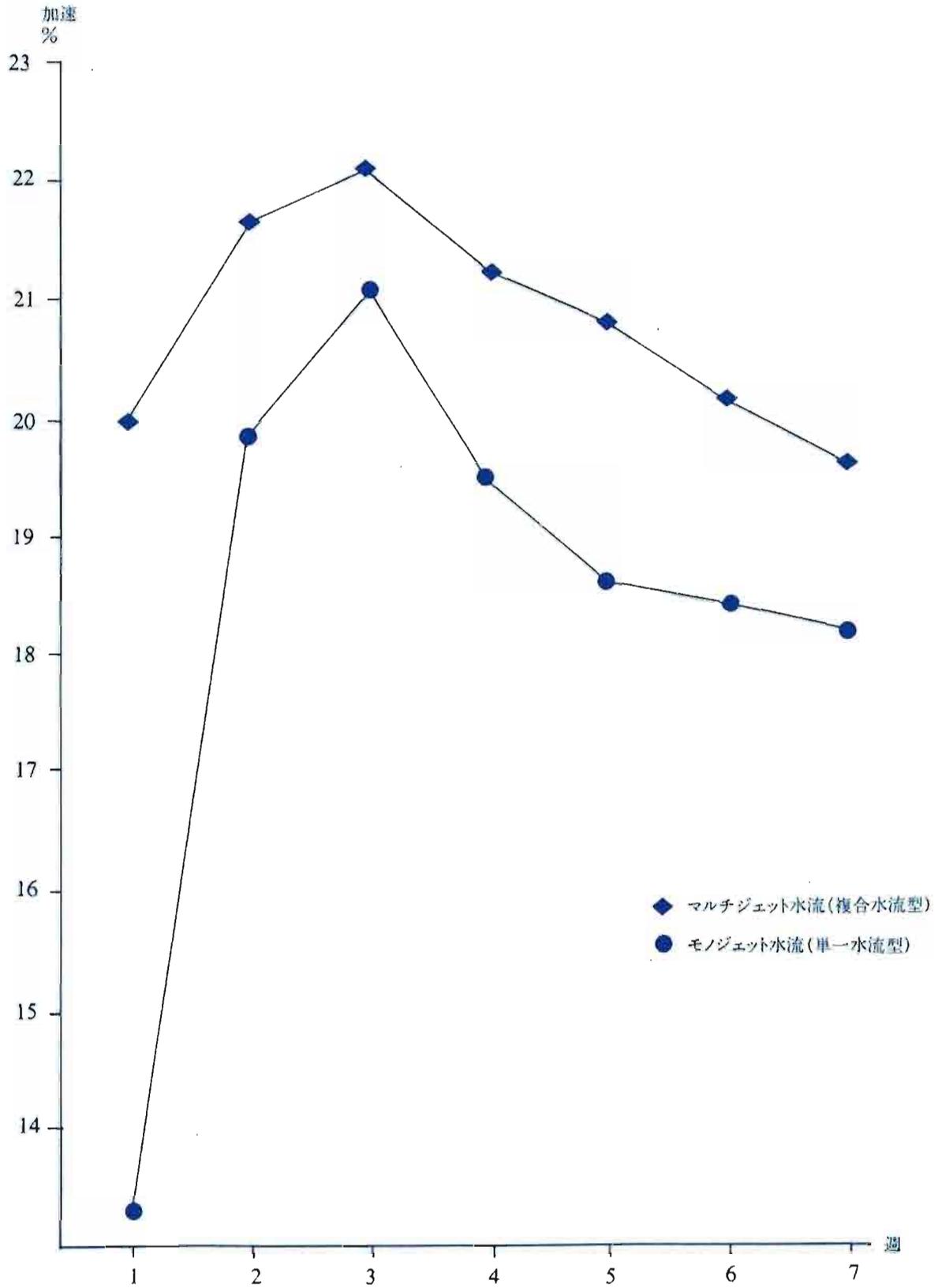


歯肉毛細血管の顕微鏡写真—血流は遅い。(拡大×500)



マルチジェットでスプレーした時の同じ毛細血管の状態—血流が加速されている。(拡大×500)

図4：毛細血管顕微鏡で測定された歯肉内血流の加速状況 (Voss(69))



シュワーマー (Schwermer (56)) は、モノジェット及びマルチジェットの使用前、使用後の毛細血管血流の変化を比較したが、歯肉の症状により、いずれの場合も当初秒あたり3.2mmに低下したが、その後加速したと報告している。マルチジェットは使用しはじめで一週間以内にかかなりの加速効果を示した。モノジェットを使用した時は当初、外傷性病変を起こす等を見てもその違いは明らかである。

ヴォス (Voss) は、同じ方法を7週間から11週間にかけて調べたところ、マルチジェット型では週平均20%の加速が見られたが、モノジェット型では14%であったと報告している。実験の最終段階では、血流速度はほとんど正常に近い状態であった(3.5-3.7mm/秒) (図4)。

これ等の研究によると歯肉表面のマッサージは歯ブラシによってなされ、角化はブラッシングの作用であって、ジェット水流の作用ではないことがわかる。

しかし、毛細血管循環を増大させるような深部のマッサージはジェット水流によってのみ作られるので、進行性の歯周疾患の治療には、病理学的にこれら2つの方法を併用するのが効果的である。

消毒剤の口腔内スプレー

口腔消毒剤のスプレーは、クロルヘキシデインのみに関して研究されてきた。ジェット水流型は歯及び歯肉全面に平均して消毒剤をスプレーできる。

ラング (Lang (33)) は、歯肉炎患者の治療を全部中止し、プラシーボ (偽薬剤) を混ぜた含嗽剤とクロルヘキシデイン0.05%溶液を混ぜた含嗽剤をモノジェット型、マルチジェット型及び簡単な含嗽に分けて使用し、プラークと歯肉炎指数に対する効果の比較実験を行なったが、プラーク指数はクロルヘキシデイングループよりもプラシーボグループの方が高く、クロルヘキシデインとマルチジェットを併用した方法が一番低い指数を示した (図5)。

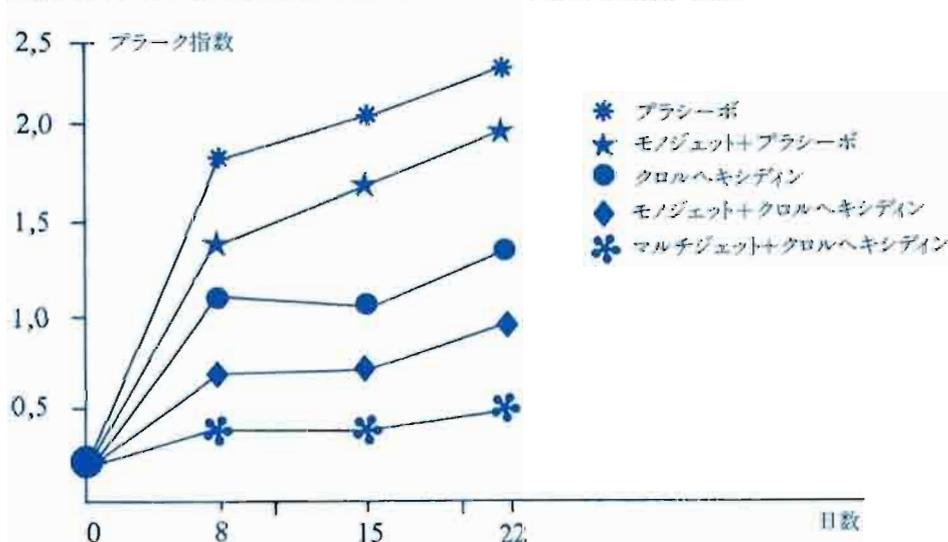
クロルヘキシデインの効果を発現する最低濃度を探りあてるために、同様の実験を連続的に行なったが、ラング (34) は洗浄器を使う場合は0.01%溶液を1日300ml使用するよう提案している。(簡単な含嗽の場合は0.2%溶液を1日2回使用することを推せんしている (66)。)

ヴェキス (Vechis (66)) は、これ等の結果について確認しており、ブラッシングしている時に習慣的に“忘れられている”部位のプラーク除去に著しい効果があると強調している。

このようにジェット水流はその直接的効用として、口腔清掃の補助的役割を果たし、クロルヘキシデインのような消毒剤のスプレー用としての役割も果たすものである。

後者の場合、溶液の濃度を薄めて使用すれば、味覚に対する影響や、歯が着色するという不愉快な副作用を防ぎ、最大の効果を得ることができる。

図5: 異なった口腔清掃方法によるプラーク指数の平均 (Lang (33))



ここで、過去30年にわたって当社が行なってきた、口腔と歯科衛生研究の目的と成果を要約してみたいと思う。この研究作業は、大学及び病院の研究チームとの密接な協力のもとに、それぞれの知識を相互に補足して最大の成果をあげることができた。この研究調査は、基礎的かつ応用的なものである。

基礎研究

- 現代技術の発達を生理病理学的研究と歯肉及び歯科疾患の予防・治療に活用することが重要である。

研究室では、プラークと同じ物理的性質を持つ物質を使用して、プラーク除去を量的に測定するシステムを考案した。また、典型的な使用条件下で電動歯ブラシやジェット水流を自動的に運転させる方法は、黒色の化学合成歯に塗付した白色のペーストの消去度を比較する実験で、大いに威力を発揮した。このような実験は当社が開発した機器の信頼性と効果の証明を可能にした〔写真17参照〕。

臨床実験では、ジェット水流による歯肉のマッサージ効果を評価するため、毛細血管循環測定法を考案した。

応用研究

- 病院と大学の研究チームで行なわれた臨床研究では、外傷の発生が一番少なく、最も効果的な方法を選択するため、各種の方法について、研究室で慎重なテストを行なった。

これらの研究調査の結果

- 電動歯ブラシはフランスのP.G.E.ウーグによって1958年に初めて紹介され、1959年には米国において紹介された(ブロクソデント)。
- マルチジェット水流方式が、1969年に初めて開発された(ブロクソジェット)。
- 1973年にはプラークを自分で鑑定できる簡単なフルオレセイン法を考案した。この方法により、専門歯科医が使う着色剤の好ましくない影響を避けることが可能となった〔写真18参照〕(ブロクソテスト)。

さらに、当社は求められる最高の効果を得るため、器具の改良に努力を続けている。

当社の最新型の電動歯ブラシは、プラークの92%を除去できるが、これは従来型ブラシの能力78%を大幅に改善したものである(表3)。

表3：最新型ブロクソデント2種によるプラーク除去率の比較

	旧型ブラシ	新型ブラシ	改善率
全歯面の平均	78%	92%	+18%
歯肉辺縁	83%	90%	+8.4%
歯間部	72%	95%	+32%

結論

世界保健機構(WHO) (68)は1979年の報告で、西歴2000年における口腔と歯科衛生の目標を設定している。

この野心的目標は、下記の通りである。

- 5才から6才の子供の50%から齲蝕を駆逐する。
- 人口の85%について、18才の時点で欠損歯のない状態(全歯を維持)とする。
- 35才から40才の年齢層で全歯をなくした人口を50%減少させる。

このような目標は実際において、達成可能な目標である。しかしながら、目標の達成は、合理的な食事、フッ素化した飲

料水、正しい口腔と歯科清掃を組合わせた、大規模な予防キャンペーンを展開することによってのみ可能である。

主要な点は子供の教育のカリキュラムに組み込まれるべきであり、大人に対しては定期的に気付かせ、関心を持たせる必要がある。

この点に関しては、当社は効果的な予防に必要な、現代科学と技術により開発され、改良された全ての機器を用意している。機器の使用に当たっては、私達のニーズに最も適したものを慎重に選択すべきである。

写真1



私達の歯は、このような状態であることが望ましい。

写真2



歯の舌側面に付着した歯石とプラーク。

写真3



頬側の口腔衛生の状態が悪い例。柔らかい、精製された食物は歯肉炎を引き起こす。

写真4



歯石、プラーク、歯肉の刺激不足は、元来歯肉炎の原因となる。

写真5

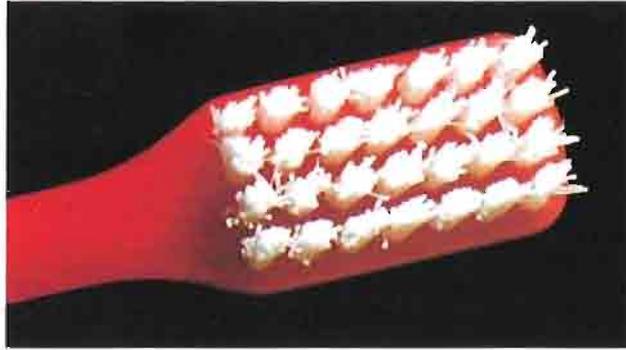


手用歯ブラシを使用して、横磨きをすると、腐爛、歯肉の退縮等の病変が引き起こされる。

写真6



写真7



ブロックソノデント電動歯ブラシ

写真8



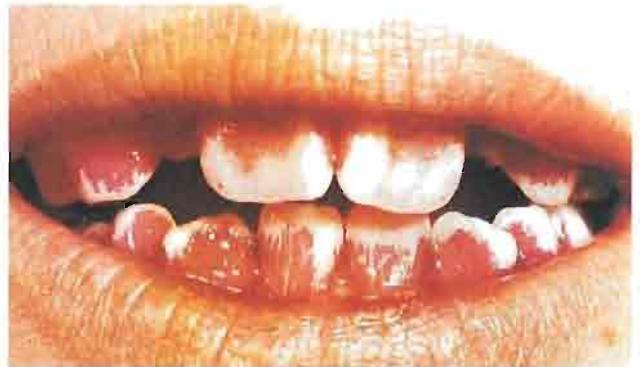
ブラシの高速上下交互運動は、洗浄効果が高い。

写真9



電動歯ブラシの効果測定器機

写真10



フクシン剤でプラークを染色したところ。

写真11



手用歯ブラシでブラッシングした後に、プラークがいくぶん除去されている。

写真12



電動歯ブラシにより、ブラッシングした後に、フクシン剤の付着は見られない。

写真13



進行した歯周疾患:歯肉に深いポケットがあり、出血が見られ、痛みも激しい。

写真14



手用歯ブラシによるブラッシングを1週間続けたあと、歯肉面にわずかな改善が見られる。

写真15



歯科医により歯石を除去し、プロクソデントを毎日使用し続けた12日後の状態。

写真16



1年間プロクソデントで正しく磨き、マッサージした結果、歯肉はピンク色で健康になった。乳頭歯肉も再び正常な状態に戻っている。

写真17



プラークと同じ物理的性質を持つ白色のペーストを塗付した化学合成の顆。
—写真は、当社の電動歯ブラシを使用したあとに撮影されたもの。

写真18



フルオレセインと白色光でプラークを露見させる方法。

BIBLIOGRAPHY

- (1) Adelson, J.J.
Appréciation de la brosse automatique BROXODENT employée par des handicapés graves
Squibb Clinical Research Notes, 1961, Vol. IV, No. 2
- (2) Axelsson, P.; Lindhs, J.
Effect of controlled oral hygiene procedures on caries and periodontal disease in adults results after 6 years
Journal of Clinical Periodontology, 1981, 8: 239-248
- (3) Banks, Ernest L.
L'usage clinique du BROXODENT
Squibb Clinical Research Notes, 1960, Vol. IV, No. 2
- (4) Barrelle, J.-J.
La brosse à dents électrique dans le traitement des gingivites et parodontites ARPA Congress, Athens, 1963
- (5) Bellini, H.T.; Arneberg, P.; von der Fehr, F.
Oral hygiene and caries - A review
Acta odontologica scandinavia, 1981, 39: 257-265
- (6) Berman, C.-L.; Hosiosky, E.N.; Kutscher A.H.; et Kelly, A.
Observations of the Effects of an Electric Toothbrush
The Journal of Periodontology, April 1962, Vol. 33, pages 195-198
- (7) Bibby, Basil G.
Do we tell the Truth about Preventing Caries?
Journal of Dentistry for Children, September 1966, pages 269-278
- (8) Blasi, F. di
Lo spazzolino elettrico nella fisioterapia orale
Mondo Odontostomatologico, 1964, Vol. IV, Anno VI
- (9) Botkin, C.K.; Colmar G.A.
Trial of BROXODENT, the Automatic Action Toothbrush
Squibb Clinical Research Notes, 1960, Vol. II, No. 4
- (10) Brady, W.F.; Martinoff, J.T.
A simplified examination, diagnosis and treatment classification of periodontal disease
J.A.D.A., 1982, 104: 313-317
- (11) Burt, B.A.
New priorities in prevention of oral disease
Journal of Public Health Dentistry, Spring 82, 42: 170-179
- (12) Chaikin, S.; Goldman, M.; Schulman, M.; et Ruben, M.P.
Comparative Cleaning Efficiency of Power-driven and Conventional Toothbrushes (with uninstruced subjects)
Periodontics, July/August 1965, Vol. 3, No 4, pages 201-204

- (13) Chartier, P.E.
L'emploi du BROXODENT chez les cas de psychose
Squibb Clinical Research Notes, 1960, Vol. III, No. 4
- (14) Chasens, A.I.
The Management of Soft Tissue Problems with the BROXODENT Brush
Squibb Clinical Research Notes, 1960, Vol. III, No. 4
- (15) Collins, E.M.; Curtis, G.H.
A preliminary Report on an Automatic-Action Electrical Toothbrush
Southern California Dental Association Journal, July 1961, No. 29, pages 214-217
- (16) Cross, W.G.; Forrest, J.O.; Wade, A.B.
A comparative Study of Tooth Cleaning Using Conventional and Electrically Operated Toothbrushes
British Dental Journal, 1962, No. 113, pages 19-22
- (17) Derbyshire, John C.; Mankodi, S.M.
Cleaning Effectiveness of Conventional and Electric Toothbrushes: a Clinical Comparison
Journal of the American Dental Association, 1964, Vol. 69
- (18) Derbyshire, John. C; Mankodi, S.M.
Gingival Keratinization with Hand and Electric Toothbrushes: a Cytological comparison
Journal of the American Dental Association, 1964, No. 68, pages 255-259
- (19) Duggan, N.E.
Clinical Trial of BROXODENT, the Automatic Action Brush for Teeth and Gums
Squibb Clinical Research Notes, 1960, Vol. 3, No. 4
- (20) Elzay, R.P.; Swenson, H.M.
The effect on an Electric Toothbrush on Dilantin Sodium Induced Gingival Hyperplasia
NYJO, January 1964
- (21) Emling, R.C.; Flickinger, K.C.; Cohen, D.W.; Yankell, S.L.
A comparison of estimated versus actual brushing time
Pharmacology and Therapeutics in Dentistry, 1981, 6: 93-98
- (22) Ferrazzini, G.; Spirgi, M.
Waterjet devices and gingival hemorrhage. A comparative study of two systems
Université de Genève, 1971
- (23) Fourel, J.; Falabrègues, R.; et Hitzig C.
Evaluation comparative du brossage manuel et électrique
Extrait du No. 108 des Actualités Odonto-Stomatologiques, 1975
- (24) Fraleigh, C.M.
Tissue changes with Manual and Electric Brushes
J.A.D.A., February 1965, No. 70, 380
- (25) Green, A.; Rosenstein, S.N.; Parks A; et Kutscher A.H.
The Electric Toothbrush as an Adjunct in Maintaining Oral Hygiene in Handicapped Patients
Journal of Dentistry for Children, 1962, No. 29, pages 169-171

- (26) Harrington, J.H.; et Terry, I.A.
Automatic and Hand Toothbrushing Abrasion Studies
J.A.D.A., 1964, 68: 343
- (27) Held, A.J.; Sprigi, M.
La brosse à dents dans le traitement auxiliaire des maladies du parodontium
Parodontologie, 1958, No. 4
- (28) Hirsch, C.-J.; Held, A.-J.
Expérimentation comparative de divers types de brosses à dents électriques
Revue mensuelle suisse Odonto-Stomatologique, 1965, No. 75
- (29) Hirsch-Cimason-Hill
Kératinisation et brossage - étude histologique
1967
- (30) Hoover, D.R.; et Robinson, B.G.
Effect of Automatic and Hand Toothbrushing on Gingivitis
The Journal of the American Dental Association, 1962, Vol. 65. pages 361-367
- (31) Huff, G.C.; Taylor, P.P.
Clinical Evaluation of Toothbrushes used in Pedodontics
- (32) Kraemer, L.G.; Wighton, R.
Etiology of Periodontal Disease: A Review and its implications for Treatment
Dental Hygiene, 1980, 54 (2): 81-86
- (33) Lang, N.P.; Raber, K.
Use of oral Irrigators as Vehicle for the Application of Antimicrobial Agents in Chemical Plaque Control
Journal of Clinical Periodontology, 1981, 8: 177-188
- (34) Lang, N.P.; Ramssier-Grossmann, K.
Optimal Dosage of Chlorhexidine digluconate in Chemical Plaque Control When Applied by the Oral Irrigator
Journal of Clinical Periodontology, 1981, 8: 189-202
- (35) Lange, D.E.; Plagmann, H.C.; Rager, H.; Baumann, C.
Untersuchungen über die Wirksamkeit von Wasserstrahlgeräten im Bereich der Gingiva
Deutsche zahnärztliche Zeitschrift, 1976, Heft 5, 31, pages 399-404
- (36) Lange, D.
Study on the Effectiveness of Water Irrigating Devices Combined with Mechanical Plaque Removal by the Use of a Toothbrush
- (37) Lobene, R.R.
The Effect of an Automatic Toothbrush on Gingival Health
Journal of Periodontology, 1964, 35: 137
- (38) Maguire, W.F.; Kupperman, Ch.S.
L'emploi du BROXODENT par les gens d'âge mûr
Squibb Clinical Research Notes, 1960, Vol. 4, No. 2

- (39) Manhold, John H., Jr.
Gingival Tissue Health with Hand and Power Brushing: a Retrospective with Corroborative Studies
The Journal of Periodontology, 1967, Vol. 38, pages 23-29
- (40) Manhold, John H., Jr.
Study of Plaque Removal, Manual Brushing versus Automatic Brushing Conference given at the
ADA Congress, 1973
- (41) Manhold, J.H.; Voger, R.; Manhold, E.A.
Penetration of Gingival Tissue by particulate material
I.A.D.R. Meeting, Copenhagen, 3/1977
- (42) Miller, P.L.
Treatment Planning for the Periodontal Patient
Dental Hygiene, 1980, 54(7): 331-334
- (43) Mincer, H.H.; Blankenship J.P.; Smith, J.F.
Efficacy of an Electrically Powered Toothbrush in Orthodontic Patients with Wired Mandibular Fractures
IADR Abstracts, 1965
- (44) Newbrun, E.
Sugar and Dental Caries: A Review of Human Studies
Science, 1982, 217, pages 418-423
- (45) Newman, H.N.
Update on plaque and Periodontal Disease
Journal of Clinical Periodontology, 1980, 7: 257-258
- (46) Norris, j.P.
Clinical Evaluation of the BROXODENT Brush for the Teeth and Gums
Squibb Clinical Research Notes, 1960, Vol. 3, No. 4
- (47) Page, R.C.; Schroeder, H.E.
Current Status of the Host Response in Chronic Marginal Periodontitis
Journal of Periodontology, 1981, 52: 477-491
- (48) Phaneuf, E.A.; Harrington, J.H.; Adhland, A.B.; Dale, P.P.; Shkalar, G.
Automatic Toothbrush: a New Reciprocating Action
The Journal of the American Dental Association, 1962, Vol. 65
- (49) Plagmann, H. Chr.; Lange, D.; Müller. K.
Zytologische Studien über die Beeinflussung des Oralen Gingivaepithels und des gingivalen Sulcus durch elektrische Zahnbürsten und Wasserstrahlgerät Deutsche Zahnärztl. Zeitung, 1971, Heft 5, No. 26
- (50) Powers, G.K.; Tussing; G.J.; Bradley, R.E.
A Comparison of Effectiveness in Interproximal Plaque Removal of an Electric Toothbrush and a Conventional Hand Toothbrush
Periodontics, 1967, Vol. 5, No. 1, pages 37-41

- (51) Ritsert, E.F.; Binns, W.H.
Adolescents Brush Better with an Electric Toothbrush
Journal of Dentistry for Children, 1967, Vol. XXXIV, pages 354-358
- (52) Rochlitz, H.
Untersuchungen über die Reinigungswirkung von Wasserstrahlgeräten am Modell und im Klinischen Versuch
Inaugural-Dissertation, Universität de Münster, 1972.
- (53) Sacco, S.; Fravega, E.
L'importanza del massaggio stremetale nella terapia delle parodontopatie. Indicazioni e tecnica con l'apparecchio elettrico BROXODENT.
Stomatologica, 1963, No. 1
- (54) Sanders, H.J.
Tooth Decay
The Dental Assistant, Mars, April, May, June, July, August 1981
- (55) Savastano, G.P.M.
Evaluation of an Automatic Action Toothbrush in Children
Dental Digest, 1962, Vol. 68, pages 19-21
- (56) Schwermer, H.J.
Vitalhistologische Untersuchungen an der Gingiva über die Wirkung von Wasserstrahlgeräten BROXOJET und der elektrische Zahnbürste BROXODENT
Inaugural-Dissertation, Universität de Münster, 1972
- (57) Selbmann, M.; Torti, M.E.
Enquête et expérimentation sur l'hygiène et la prophylaxie de la bouche et des dents par la brosse à dents électrique BROXODENT
Comité Départemental d'hygiène et santé bucco-dentaire des Alpes-Maritimes, France
- (58) Shick, R.A.
Maintenance Phase of Periodontal Therapy
Journal of Periodontology, 1981, 52: 576-583
- (59) Smith, W.A.; Ash, M.M.
A Clinical Evaluation of an Electric Toothbrush
The Journal of Periodontology, 1964, 35: 127
- (60) Smith, W.D.
Trial of BROXODENT by Handicapped Teenagers
Squibb Clinical Research Notes, 1960, Vol. III, No. 4
- (61) Smith, W.B.
The BROXODENT Brush in the Treatment of Soft Tissue Problems
Squibb Clinical Research Notes, 1960, Vol. III, No. 4
- (62) Steward, G.M.
Appréciation clinique de la brosse BROXODENT
Squibb Clinical Research Notes, 1961, Vol. IV, No. 2

- (63) Schwab K.; Muther A.
 Ergebnisse einer Umfrage über Parodontalprophylaxe, durchgeführt bei einer Berner Testbevölkerung
 Zahnmedizinische Kliniken der Universität Bern, Abteilung für Parodontologie (Leiter: Prof. Dr. H. Graf)
 Sozial und Präventivmedizin/Médecine sociale et préventive 20, pages 285-293, 1975
- (64) Toto, P.D.; Farchione, A.
 Clinical Evaluation of an Electrically Powered Toothbrush in Home Periodontal Therapy
 Journal of Periodontology, 1961, 32: 249
- (65) Van Palenstein Helderman, W.H.
 Microbial Etiology of periodontal Disease
 Journal of Clinical Periodontology, 1981, 8: 261-280
- (66) Vechis, S.
 Utilisation d'un hydropulseur à multijet fractionné comme véhicule d'une solution de chlorhexidine dans la prévention de l'atteinte gingivale et dans le traitement d'une gingivite existante
 Thèse de Doctorat es Sciences Odontologiques, Faculté d'Aix-Marseille, 1979
- (67) Voss, W., Schumann, J.; Schonefeld, J.; Rölling, B.
 Beschleunigung der Blutzirkulation der Gingiva mit zwei Wasserstrahlgeräten Fachklinik Hornheide et Universität de Münster, 1974
- (68) WHO, 1979
 Goals for Oral Health in the Year 2000
 British Dental Journal 1982, 152: 21-22
- (69) Witkin, G.J.
 Preliminary Trial of the Automatic Action Brush (BROXODENT)
 Squibb Clinical Research Notes, 1960, Vol. III, No. 4
- (70) Womach, W.R.; Guay, A.H.
 Comparative Cleansing Efficiency of an Electric and a Manual Toothbrush in Orthodontic Patients
 Angle Orthodont, 1968, 38: 256
- (71) Yankel, S.L.; Cohen, D.W.; Bergman, G.
 Plaque Removal with Water Oral Irrigation Devices
 Univ. PA. Sch. Dent Med., Phila., PA, USA, LPA, Geneva, Switzerland
 Paper given at IADR 1981

