原 著

学童における弗化第一錫歯磨剤の齲蝕予防効果について

大 西 栄 蔵* 岡 田 昭 五 郎* 樋 出 守 世*
赤 田 弘 正* 昆 恵 子* 菅 野 奈 々 子*
榊 原 悠 紀 田 郎** 森 田 純 司*** 今 村 嘉 孝***

EFFECT OF STANNOUS FLUORIDE DENTIFRICE ON THE REDUCTION OF DENTAL CARIES IN SCHOOL CHILDREN

By

Eizo ONISHI, Shoogoro OKADA, Moriyo HINOIDE, Hiromasa AKADA,
Keiko KON, Nanako SUGANO, Yukitaro SAKAKIBARA,
Junji MORITA and Yoshitaka IMAMURA

The preventive effects of stannous fluoride-dentifrice on dental caries experience were tested on first grade children in 15 primary schools. They were divided into three groups. The children in group A were given fluoride-free dentifrice (dentifrice A), in group B, they were given dentifrice containing 500 ppm fluorine (dentifrice B) and in group C, they were given 1,000 ppm fluorine dentifrice (dentifrice C). The dentifrice B and C contained stannous fluoride, calcium pyrophosphate and stannous pyrophosphate, which were prepared specially for the experiment and not sold on the market. Each children was given the respective kind of dentifrice and an uniform type toothbrush, and were taught to brush the teeth at home twice a day, morning and evening.

Afer two years of unsupervised use of dentifrice C (1,000 ppm F), it was shown about 13 per cent reduction in new DMF teeth as compared with that of the control group. The teeth that were erupting during the experimental period showed about 30 per cent reduction compared with the control group, but the teeth already erupted at the start of experiment showed less effectiveness than the erupting teeth.

There were found no evidence of reduction in dental caries in group B using 500ppm F dentifrice.

緒 言

弗化物を加えた歯磨剤による齲蝕予防の研究

* 国立予防衛生研究所・歯科衛生部（部長：大西栄蔵）

National Institute of Health, Tokyo, Japan

** 愛知学院大学・歯学部・口腔衛生学教室（主任：榊原悠紀田郎）

School of Dentistry, Aichi-gakuin University, Nagoya

*** 神奈川県歯科医師会（会長：三宅忠雄）

Kanagawa Dental Association

昭和42年6月21日受付

は、McClendon¹⁾が fluorapatite の歯磨剤を学生に使用させて、齲蝕予防効果のあつたことを報告して以来、Bibby²⁾、Winkler ら³⁾、美濃口ら⁴⁾によつて、弗化ナトリウムを添加した歯磨剤の研究がおこなわれたが、子供や学生に使用させた結果、いずれも明らかな齲蝕予防効果はなかつたことが報告されている。

Muhler ら⁵⁾は、多くの歯磨剤基剤の中から、熱処理した正燐酸カルシウムをえらび、これを基剤として、弗化第一錫を配合した歯磨剤を作り、有効な成績を報告している。その後、多少処方

改善がおこなわれたが、多くの研究結果においていずれも有効な成績を報告している。

また、近年、Finn ら⁶⁾により、Sodium mono-fluorophosphate を配合した歯磨剤の齲蝕予防効果に関する研究、Brudevold ら⁷⁾により insoluble sodium metaphosphate を基剤とし、弗化第一錫を配合した歯磨剤、あるいは正燐酸と弗化ナトリウムを配合した歯磨剤の有効性の研究、Marthaler⁸⁾による Amine fluoride を配合した歯磨剤の有効性に関する研究などがあり、これらの研究を基礎とした外国製歯磨剤はわが国でも市販されているものがある。

われわれは、弗化第一錫の局所塗布の研究にひきつづき、昭和38年以来、弗化第一錫配合の歯磨剤による齲蝕予防効果を、小学校児童について検討したので、その結果について報告する。

実験方法

1) 実験対象：横浜市内15校の小学校における昭和38年度入学の1年生を対象としておこなった。

2) 歯ブラシ：3列8行、25の毛束を有する人工毛の小学校低学年用歯ブラシを使用した。

3) 歯磨剤：表1に示すような、A、B、C、3種類の歯磨剤を使用した。Aは弗化物を配合しない歯磨剤、B、Cはそれぞれ、弗素量として500 ppm 1000 ppm の弗化第一錫を配合した歯磨剤で、基剤はいずれもピロ燐酸カルシウムを主としたものである。

表1 研究に使用した歯磨剤の成分（百分比）

	A	B	C
基 剤	35.01	35.01	35.01
湿 潤 剤	33.86	33.86	33.86
発 泡 剤	1.62	1.62	1.62
粘 結 剤	1.95	1.95	1.95
水	26.05	25.12	25.17
香 味 剤	1.51	1.51	1.51
ピロ燐酸錫	—	0.72	0.46
弗化第一錫	—	0.21	0.42

4) 検診方法：歯鏡および No. 9 エキスプローラーを用い、通法によつて検診をおこなった。実験

開始前および、その後6カ月毎におこなつた5回の検診は、予め齲蝕の診断基準について打合わせをおこなつた2人の歯科医が終始診査をおこない、かつ、同一児童については常に同一歯科医が診査をおこなうようにした。

5) 実験群の形成：実験開始前に2940名の児童について検診を実施し、各人の永久歯齲蝕保有歯数を調査し、各小学校毎に永久歯齲蝕歯数による分布が等しくなるような3群に配分した。これらの3群間の男女の割合、永久歯現在歯数による分布、第一大臼歯の萌出歯数とその齲蝕罹患状態による分布、乳臼歯の齲蝕罹患状態による分布について、 χ^2 -検定をおこなつた結果はいずれも5%危険率で有意な差は認められなかつた。この3群をそれぞれ、歯磨剤 A、B、C の使用群とした。（以下A群、B群、C群という。）各群の永久歯齲蝕歯数による分布は表2のとおりであつて、1群742名である。

表2 実験開始時における各実験群の永久歯齲蝕歯数による分布

齲蝕歯数 実験群	0	1	2	3	4	計
A	354	141	175	49	23	742
B	354	141	175	49	23	742
C	354	141	175	49	23	742

6) 歯磨剤、歯ブラシの交換と歯磨指導：歯磨剤と歯ブラシは、約2カ月に1回の割合で交換をおこない、その都度歯科衛生士により歯のみがき方の指導をおこなつた。朝晩家庭での歯刷子使用状況は歯みがきカードに記入させ、歯磨剤、歯ブラシの交換の都度、使用済の歯磨剤とともに回収して点検した。

実験成績

この研究の対象では、乳歯は実験途上、脱落、抜去などにより、歯数が減少し、齲蝕の評価には適当でないと考えられたので、永久歯の齲蝕増加について比較検討した。

(1) 被検者数の推移

1群742名について実験を開始したが、実験途上、転校などのため、表3に示すように漸次減少

表 3 各検診時点における被検者数

検診時期 実験群	実験開始	6ヵ月	12ヵ月	18ヵ月	24ヵ月
A	742	677	660	626	598
B	742	681	660	637	606
C	742	678	651	634	612
計	2226	2036	1971	1897	1816

し、2年後には、1群約600名となった。このように各検診時点において検診をうけない者があつたため、実験開始時に永久歯齲蝕歯数による分布を3群等しくしたのが、これにより多少のずれを生じた。しかし、各検診時点での欠診者を除いた各群の実験開始時点における齲蝕の状態を比較した結果では、3群間には χ^2 -検定により、5%危険率で有意の差は認められなかった。

(2) 永久歯現在歯数

各検診時点における永久歯現在歯数は表4に示すとおりである。これらの歯数は実験開始時にすでに萌出していた歯牙（表中に在と記入）と実験開始6ヵ月以降の検診時に萌出した歯（表中に新と記入）とは区別して示してある。

表 4 各検診時における永久歯現在歯数

検診時期 実験群	実験開始	6ヵ月	12ヵ月	18ヵ月	24ヵ月
A	在 新	4938 1346	4524 2638	4395 3458	4205 4337
	計	4938	5870	7033	8360
B	在 新	4970 1329	4543 2585	4387 3421	4253 4256
	計	4970	5872	6972	8310
C	在 新	4985 1364	4594 2523	4414 3352	4315 4263
	計	4985	5958	6937	8414

註 在：実験開始時に萌出していた歯数
新：実験途上萌出した歯数

(3) 齲蝕歯数

各検診時点における永久歯齲蝕歯数は表5に示すとおりである。これらの齲蝕歯数は、現在歯の場合と同様に実験開始時にすでに萌出していた歯につ

いての齲蝕と、その後に萌出した歯で齲蝕に罹患した歯とは別に算出して表に示してある。

表 5 各検診時における齲蝕歯数

検診時期 実験群	実験開始	6ヵ月	12ヵ月	18ヵ月	24ヵ月
A	在 新	730 18	885 49	1211 96	1275 178
	計	730	903	1260	1371
B	在 新	730 12	912 38	1195 79	1305 152
	計	730	924	1233	1384
C	在 新	730 16	879 45	1162 78	1255 122
	計	730	895	1207	1333

註 在：実験開始時に萌出していた歯についての齲蝕
新：実験途上萌出した歯についての齲蝕

(4) 齲蝕増加歯数

各検診時点における受診者のみにについて、実験開始時からの齲蝕増加歯数を算出した結果は表6に示すとおりである。これらの数値は実験開始時にすでに萌出していた歯についての齲蝕増加歯数と、新しく萌出した歯についての齲蝕増加歯数とは別々に算出して示してある。

表 6 実験開始後の齲蝕増加歯数

歯磨使用期間 実験群		6ヵ月	12ヵ月	18ヵ月	24ヵ月
A	在 新	218 18	548 49	638 96	742 178
	計	236	597	734	920
B	在 新	238 12	548 38	671 79	783 152
	計	250	586	750	935
C	在 新	206 16	517 45	626 78	697 122
	計	222	562	704	819

註 在：実験開始時に萌出していた歯についての齲蝕増加歯数
新：実験途上萌出した歯についての齲蝕増加歯数

(5) 1人平均齲蝕増加歯数とこれより算出した齲蝕予防効果

表6の数値より求めた各検診時点における1人平均齲蝕増加歯数は表7に示すとおりである。この値より算出した齲蝕予防効果は、表8に示すとおりであつて、B群についてはほとんど効果は認められなかつたが、C群では、予防効果は18ヵ月後より徐々に増加し、2年後には、13%の予防効果が認められた。2年後におけるA群とC群の1人平均齲蝕増加歯数の値は5%危険率で有意な差と考えられた。

表7 実験開始後の1人平均齲蝕増加歯数

歯磨使用期間 実験群	6ヵ月	12ヵ月	18ヵ月	24ヵ月
A	0.349	0.905	1.173	1.538
B	0.367	0.888	1.177	1.543
C	0.327	0.863	1.110	1.338

表8 1人平均齲蝕増加歯数より算出した
予防効果(%)

歯磨使用期間 実験群	6ヵ月	12ヵ月	18ヵ月	24ヵ月
B	—	1.88	—	—
C	6.30	4.64	5.37	13.00*

* 5%危険率で有意

(6) 100歯当りの齲蝕増加歯数とこれより算出した予防効果

この年齢では、実験途上、多くの歯が萌出する時期であるので、実験開始時にすでに萌出していた歯と、実験途上萌出した歯とを別に算出した。実験開始時に萌出していた歯についての100歯当りの齲蝕増加歯数は表9に示すとおりであつて、これより求めた齲蝕予防効果は表10に示すとおりである。B群での齲蝕予防効果は認められなかつたが、

表9 実験開始時に萌出していた歯100歯当りの齲蝕増加歯数

歯磨使用期間 実験群	6ヵ月	12ヵ月	18ヵ月	24ヵ月
A	4.82	12.47	15.17	18.44
B	5.24	12.49	15.78	19.31
C	4.48	11.71	14.51	16.79

表10 実験開始時に萌出していた歯の
予防効果(%)

歯磨使用期間 実験群	6ヵ月	12ヵ月	18ヵ月	24ヵ月
B	—	—	—	—
C	7.05	6.09	4.35	8.95

つたが、C群での齲蝕予防効果は2年後で約9%であつた。しかし、いづれの時点についても、百分率の有意差検定をおこなつた結果では、有意な差は認められなかつた。

実験途上萌出した歯についての100歯当りの齲蝕増加歯数は表11に示すとおりである。これより算出した予防効果は表12に示すとおりである。B

表11 実験期間中に萌出した歯100歯当りの齲蝕増加歯数

歯磨使用期間 実験群	6ヵ月	12ヵ月	18ヵ月	24ヵ月
A	1.34	1.86	2.78	4.10
B	0.90	1.47	2.31	3.57
C	1.17	1.78	2.33	2.86

表12 実験期間中に萌出した歯の予防効果

歯磨使用期間 実験群	6ヵ月	12ヵ月	18ヵ月	24ヵ月
B	32.84	20.97	16.91	12.93
C	12.69	4.30	16.19	30.24*

$$* \frac{P_1 - P_2}{\sqrt{\sigma_{P_1}^2 + \sigma_{P_2}^2}} > 3 \text{ で有意}$$

群については実験初期には効果があるようにみうけられたが、実験の後期には、その効果はかなり減少した。しかし、C群では、予防効果は18ヵ月後より漸次増加し、2年後には約30%の予防効果が認められた。2年後のA群、C群において、百分率の有意差検定をおこなつた結果、有意な差が認められ、この効果は有意なものと考えられた。

考 察

1954年 Muhler ら⁵⁾ は、多くの歯磨剤の基剤と弗化物との組合せの中から、エナメル質の耐酸性実験の結果、熱処理した正燐酸カルシウムが最も適合した基剤であるということを見出し、弗化第

一錫を配合した歯磨剤を作り、有効な成績を報告している。その後、基剤はピロリン酸カルシウムに、また新たにピロリン酸錫の添加など処方是一部改善されて多くの齲蝕予防効果をおさめた成績が報告されている^{9)~16)}。また、この種の歯磨剤による齲蝕予防効果を検討した成績は、Muhlerらのほかに、Jordan ら^{17) 18)}、Keyes ら¹⁹⁾、Horowitz ら²⁰⁾が報告しており、Finn ら⁶⁾、Brudevold ら⁷⁾も他の弗化物を配合した歯磨剤の予防効果の研究において、実験群の一群に、この種の歯磨剤使用群を連ねている。このように、ピロリン酸カルシウム基剤、弗化第一錫配合の歯磨剤による齲蝕予防効果の研究は、弗化物配合歯磨剤のうち、最も多くの研究者によつて検討されたものといえよう。Muhler らの研究の成績からでは2年間で25%あるいはそれ以上の効果が報告されているが、Jordan ら^{17) 18)}の報告では、DMFT による効果は約16%、Horowitz ら²⁰⁾の報告では約9%、Brudevold ら⁷⁾、Finn ら⁶⁾、Keyes ら¹⁹⁾の報告では、殆んど効果を認められないという結果が報告されている。このようにその報告者により、かなりの効果のある成績から、効果なしという成績まで、一様でないが、Horowitz ら²⁰⁾の、非監督下の使用による2年後の予防効果が約9%という成績、しかも予防効果が漸次増加すること、実験開始後に萌出した歯の予防効果が大きい点などは、われわれの成績と似た成績である。

わが国における歯磨剤による齲蝕予防の研究では、美濃口ら⁴⁾の研究について、横山ら²¹⁾が弗化物に安定なポリ塩化ビニール基剤、NaF 0.045% (200 ppmF) 配合歯磨剤を保育園児に使用させて、約40%の予防効果をおさめた成績を報告している。また、竹内ら²²⁾は、0.76% sodium monofluorophosphate を含む歯磨剤を学童に使用させて、約24%の予防効果をおさめたと報告している。中村ら²³⁾は200 ppm 弗素の弗化第一錫を混入した歯磨剤を看護学院生に使用させ、18カ月で有意な差は認められなかったが、わづかながら差がでてきており、長期間おこなえば、効果の有無が明らかになるのであろうと述べている。

本研究でのB群では、実験期間中に萌出した歯

については、A群より齲蝕増加は少なかったが、有意の差とはいえなかった。中村らも、「もつと高濃度のものを」と指摘しているが、有効性発揮のためにはこの種の歯磨剤では1000 ppm 程度の弗素が必要と考えられる。

本研究では、歯磨剤の使用については朝晩家庭でおこなう非監督下の使用でおこなわれたものである。この研究期間中毎日児童に記入させた歯磨カードの結果では、全研究期間を通じて1日1回以下のものは全体の約15%であつて、1.5回以上というものは、約60%という結果であつた。

これらの歯磨剤は、約2カ月に一度の割合で新品と交換をおこない、チューブの残量についてその都度点検をおこなつたが、上記の歯磨カードによると比較的よく歯をみがいているような記入をおこなっているものでも、必ずしも歯磨剤の使用量が多いともいえないことなどから、実際に歯をみがいている状態はこれより下回るのはないかと考えられた。

Jordan ら¹⁸⁾、Horowitz ら²⁰⁾の成績で supervised use による成績が、unsupervised use の成績に優るという結果からも、歯磨剤による齲蝕予防ということでは、有効な歯磨剤を正しく使用してこそ、効果は向上すると考えられる。すなわち、より有効な歯磨剤への改善とともに、児童に如何にして歯をよく、うまくみがらせるかという努力も、齲蝕予防効果の増加のうえで考慮せねばならない点だと思われる。

総 括

弗化第一錫を配合した2種の歯磨剤(弗素量500 ppm と1000 ppm)を学童に使用させ、その予防効果について検討した。

500 ppm 弗素を含む歯磨剤群では効果は認められなかったが、1000 ppm 弗素を含む歯磨剤使用群では、1人平均齲蝕増加歯数より算出した予防効果は2年後に13%であつた。また、これらの児童について、実験途上萌出した歯100歯あたりの齲蝕増加歯数についての予防効果は、実験開始時から萌出していた歯の予防効果より大きく、約30%の予防効果が認められた。

本研究の一部は昭和39年度科学技術庁特別研究促進費によりおこなわれたものである。

本研究に多大の御尽力を賜った横浜市教育委員会、横浜市学校歯科医会富塚時次郎氏はじめ関係各位、および、御協力を賜った小学校関係各位、学校歯科医ならびに歯科衛生士各位に深謝いたします。

参考文献

- 1) McClendon, J. F. : Prevention of dental caries by brushing the teeth with natural and synthetic fluorapatite, *J. Dent. Res.*, **25** ; 182, 1946.
- 2) Bibby, B. G. : A test of the effect of fluoride-containing dentifrices on dental caries, *J. Dent. Res.*, **24** ; 297, 1947.
- 3) Winkler, K. C., Backer Dirks, O. and Van Amerongen, J. : A reproducible method for caries evaluation, test in a therapeutic experiment with a fluorinated dentifrice, *Brit. Dent. J.*, **95** ; 119, 1953.
- 4) 美濃口玄, 堀井正雄, 牛尾光圀, 熊崎平蔵, 岩本康公 : 弗化物混入歯磨粉による齲蝕予防, 1) 実施成績, *日本口腔科学会雑誌*, **1** ; 257, 1952.
- 5) Muhler, J. C., Radike, A. W., Nebergall, W. H. and Day, H. G. : The effect of a stannous fluoride-containing dentifrice on caries reduction in Children, *J. Dent. Res.*, **33** ; 606, 1954.
- 6) Finn, S. B. and Jamison H. C. : A comparative clinical study of three dentifrices, *J. Dent. Child.*, **30** ; 17, 1963.
- 7) Brudevold, F. and Chilton, N. W. : Comparative study of a fluoride dentifrice containing soluble phosphate and a calcium-free abrasive : second year report, *J.A.D.A.* **72** ; 889, 1966.
- 8) Marthaler, T. M. : The cariostatic effect of amine fluoride containing dentifrices in an unsupervised clinical study, *Caries Symposium Zürich*, Berne, Hans Huber Publishers, 1961, page 14.
- 9) Muhler, J. C., Radike, A. W., Nebergall, W. H. and Day, H. G. : Effect of a stannous fluoride-containing dentifrice on caries reduction in children II. caries experience after one year, *J.A.D.A.*, **50** ; 163, 1955.
- 10) Muhler, J. C., Radike, A. W., Nebergall, W. H. and Day, H. G. : A comparison between the anticariogenic effects of dentifrices containing stannous fluoride and sodium fluoride, *J. A. D. A.*, **51** ; 556, 1955.
- 11) Muhler, J. C., Radike, A. W., Nebergall, W. H. and Day, H. G. : The effect of a stannous fluoride-containing dentifrice on dental caries in adults, *J. Dent. Res.*, **35** ; 49, 1956.
- 12) Muhler J. C. and Radike A. W. : Effect of a dentifrice containing stannous fluoride on dental caries in adults. II Result at the end of two years of unsupervised use, *J. A. D. A.*, **55** ; 196, 1957.
- 13) Muhler, J. C. : The effect of a modified stannous fluoride calcium pyrophosphate dentifrice on dental caries in children, *J. Dent. Res.*, **37** ; 448, 1958.
- 14) Peffley, G. E. and Muhler, J. C. : The effect of a commercial stannous fluoride dentifrice under controlled brushing habits on dental caries incidence in children ; preliminary report, *J. Dent. Res.*, **39** ; 871, 1960.
- 15) Muhler, J. C. : Effect of a stannous fluoride dentifrice on caries reduction in children during a three-year study period, *J. A. D. A.*, **64** ; 216, 1962.
- 16) Bixler, D. and Muhler, J. C. : Experimental clinical human caries test design and interpretation, *J.A.D.A.*, **65** ; 482, 1962.
- 17) Jordan, W. A. and Peterson, J. K. : Caries-inhibiting value of a dentifrice containing stannous fluoride ; first year report of a supervised toothbrushing study, *J. A. D. A.* **54** ; 589, 1957.
- 18) Jordan, W. A. and Peterson, J. K. : Caries-inhibiting value of a dentifrice containing stannous fluoride ; final report of a two year study, *J. A. D. A.*, **58** ; 42, 1959.
- 19) Keyes, F. M., Overton N. J. and McKean, T. W. : Clinical trials of caries inhibitory dentifrices, *J. A. D. A.* **63** ; 189, 1961.
- 20) Horowitz, H. S., Law, F. E., Tompson, M. B. and Chamberlin, S. R. : Evaluation of a stannous fluoride dentifrice for use in dental public health programs, I basic findings, *J. A. D. A.*, **72** ; 408, 1966.
- 21) 横山五郎, 渡辺信平 : 弗化物(弗化ナトリウム)混入歯磨剤による齲蝕予防効果について, *日本口腔科学会雑誌*, **10** ; 339, 1961.
- 22) 竹内光春, 清水秋雄, 川崎徹, 木津武久 : モノフロホスフェート添加磨歯剤の齲蝕予防効果に関する野外研究, 第1報 臨床成績, *口腔衛生学会雑誌*, **15** ; 189, 1965.
- 23) 中村宗矩, 林正之, 落合武, 保間一彦 : 若年者における弗化第1錫混入歯磨剤による齲蝕予防効果について (第2報), *日本口腔科学会雑誌*, **15** ; 215, 1966.