

Altérations du microrelief de surface et perte de l'émail dentaire après utilisation d'un spray abrasif au bicarbonate de sodium

M. KULIRALO ⁽¹⁾, N. DOUROV ⁽²⁾

(1) Laboratoire de 2e et 3e licences en science dentaire.

Faculté de Médecine, Université Libre de Bruxelles.

(2) Laboratoire d'Anatomie Pathologique et de Microscopie Electronique.

Faculté de Médecine, Université Libre de Bruxelles.

RÉSUMÉ

Les altérations des états de surface et la perte de l'émail après utilisation du spray au bicarbonate de sodium sur des dents à surface polie et non polie, ont été évaluées par examen au microscope électronique à balayage, et par des mesures métrologiques et pondérales. Des dépressions ou enfoncements irréguliers ainsi qu'une rugosité accrue caractérisent les surfaces d'émail non poli et traité, alors que les surfaces d'émail poli et traité sont beaucoup moins affectées. Une perte d'émail exprimée en poids % de 1 à 5.3 % est observée.

MOTS-CLÉS:

Email dentaire, spray abrasif, états de surface, perte d'émail.

SUMMARY

Alterations of the surface dental microtopography and enamel loss due to the use of an air-abrasive system on polished and no-polished surfaces of extracted teeth, have been evaluated by scanning electron microscopy, and surface roughness and weight measurements. Results show irregular depressions and significant increased surface roughness on no-polished enamel surfaces while polished enamel surfaces are very lightly affected by the air-abrasive system. Enamel loss expressed in weight % attains 1%-5.3% after use of an air-abrasive system.

KEY WORDS:

Human enamel, jet abrasive system, surface condition, enamel loss.

INTRODUCTION

Le spray au bicarbonate de sodium qui consiste en un mélange sous pression d'air, d'eau et de poudre de bicarbonate de sodium, est actuellement bien connu de la profession odontologique. Plusieurs auteurs ont montré son efficacité à enlever la plaque dentaire (Willmann et coll., 1980, Van Den Velde et coll.,

1982, Castagnola et coll., 1983, Atkinson et coll., 1984, Marumo et coll., 1985) et les enduits tabagiques au niveau des zones peu accessibles (puits, fissures, zones interdentaires) des dents (William et coll., 1980, Garcia-Godoy et Medlock, 1988, Marumo et coll., 1985).

Ce spray présente un pouvoir abrasif important sur le ciment humain (Atkinson et coll., 1984, Weeks et coll., 1984) et sur la dentine humaine (Van Den Velde et coll., 1982, Marumo et coll., 1985); cependant, il n'enlève pas le tartre dentaire (Marumo et coll., 1985).

Bien que les effets cliniques résultant de l'action abrasive du spray sur l'émail soient jugés peu significatifs dans les études de Barnes et Holroyd (1983), de Castagnola et coll. (1983) et de Marumo et coll. (1985), les altérations du microrelief de surface d'émail liées à son utilisation sur l'émail, n'ont pas reçu beaucoup d'attention, en particulier, lorsque l'émail a été préalablement poli.

Par ailleurs, la perte éventuelle d'émail due à l'abrasivité de ce spray n'a pas été investiguée à ce jour.

Le but de cette étude est de présenter les modifications ultrastructurales de surface de l'émail ainsi que la perte éventuelle de tissu d'émail résultant de l'action abrasive du spray au bicarbonate de sodium.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Trente dents de sagesse semi-incluses et 20 autres dents résultant du placement de prothèses immédiates ont été sélectionnées d'après les critères suivants: émail sain, surface intacte après extraction. Les échantillons ont été séparément conservés dans une solution de formol à 40%.

Une analyse des états de surface et des mesures pondérales a été effectuée sur les dents de sagesse. L'étude des états de surface s'est fondée sur le critère de la rugosité arithmétique (Ra) et un appareil métrologique «SURTRONIC 3» d'une résolution de $0.06 \mu\text{m}$ a été utilisé sous les conditions suivantes: cut-off à 0.25 mm, parcours à 1.75 mm, 18 mesures dans les 3 directions (longueur, largeur, diagonale) sur la surface vestibulaire de chaque dent de sagesse.

Les mesures pondérales ont été effectuées sur une balance de 0.0001 g de précision et à affichage numérique selon deux façons:

- 1°) la pesée des dents à sec c'est-à-dire après que les dents avaient séjourné dans un four thermostaté à 37° pendant 24 heures pour éliminer une bonne partie de leur contenu aqueux;
- 2°) la pesée après imbibition c'est-à-dire après 24 heures d'immersion des dents dans un bain d'eau bidistillée afin de leur faire récupérer le volume aqueux propre aux tissus organiques de la dent.

La moitié de la surface vestibulaire des 15 des 30 dents de sagesse a été isolée à l'aide de papier adh-

sif en vue de comparer les deux portions (isolée et non-isolée) au microscope électronique à balayage.

Ensuite, le jet abrasif au bicarbonate a été appliqué sur 1 cm^2 de la surface vestibulaire de toutes les dents de sagesse grâce à un appareil «AIR-FLOW» en respectant les paramètres suivants: temps d'application: 60 sec./ cm^2 ; pression du jet réglée à 2.5-3 atm; distance spray-surface: 6 mm; angle jet/surface: 60° .

Par après, les mesures pondérales (à sec et après imbibition) et rugosimétriques ont été à nouveau effectuées dans les mêmes conditions énoncées précédemment. Les 15 surfaces semi-isolées ont ensuite été métallisées et examinées au microscope électronique sous une tension de 20 Kv et les photos ont été prises aux agrandissements de 100 \times , 1000 \times et 3000 \times .

Les différentes mesures ont été soumises au calcul statistique des moyennes pour les valeurs de rugosité (Ra) et pour les écarts entre les mesures pondérales avant et après application du spray.

La comparaison entre les mesures de rugosité avant et après application du spray abrasif a été effectuée grâce à un test «t» non-pairé à une probabilité $p < 0.05$, car quelques échantillons ont été fendillés en surface en cours de la pesée à sec. La comparaison des mesures pondérales a été réalisée en utilisant un test «t» pairé à $p < 0.001$ et en déterminant des coefficients et des taux de variations.

Les 20 autres dents obtenues après la pose de prothèses immédiates ont été polies en surface en utilisant essentiellement le Kit Shofu (les disques soflex ou les disques sablés). Leur surface vestibulaire a été partiellement recouverte de papier adhésif avant d'être soumise au spray abrasif dans les mêmes conditions énoncées précédemment. Après le retrait du papier adhésif, les surfaces ont été métallisées puis observées au microscope électronique à balayage aux grossissements de 100 \times , 1000 \times et 3000 \times .

RÉSULTATS

Examen au microscope électronique à balayage.

Les figures 1a, 2a, 3a montrent les effets du spray abrasif sur le microrelief de surface de l'émail naturel. Les figures 1b, 2b, 3b montrent les surfaces de l'émail non-traité par le spray abrasif. Nous avons comparé respectivement les résultats du procédé sur l'émail naturel (fig. 1a, b et fig. 2a, b) et sur l'émail préalablement poli par les pointes Shofu (fig. 3a, 3b).

Au grossissement de 100 \times , la surface de l'émail traité par le spray est parcourue de défauts punctiformes proches les uns des autres (fig. 1a); ceux-ci ne se trouvent pas sur la surface naturelle de l'émail

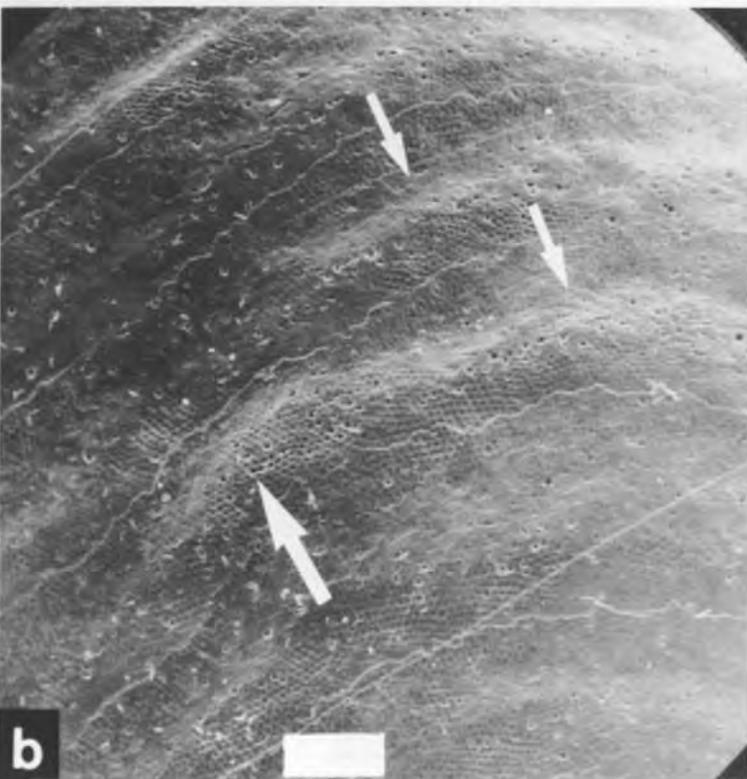
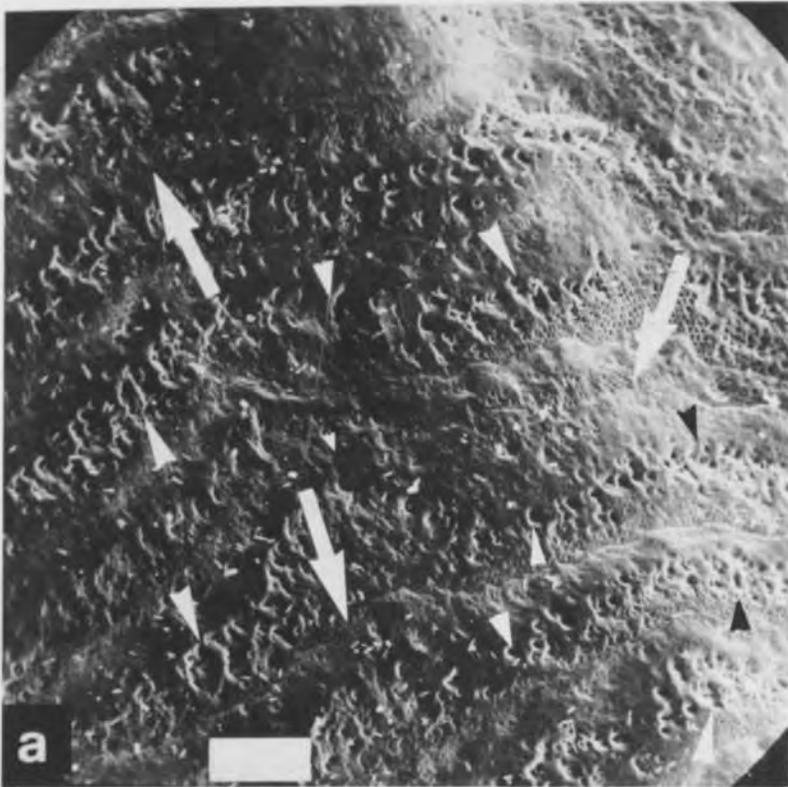


Fig. 1: Effets du spray au bicarbonate de sodium sur le microrelief de surface de l'émail.
 (a) - surface de l'émail après application du spray (grossissement original $100\times$): les effets de l'érosion du spray se manifestent par des enfoncements punctiformes et irréguliers (têtes de flèches);
 (b) - la surface de l'émail non-traité est dépourvue de tels enfoncements (grossissement original $100\times$).
 Dans les deux cas (a et b), on distingue bien les périkydates (flèches).
 Fig. 1: Effects of an air-abrasive system on the surface topography of dental enamel.
 (a) - the enamel surface shows punctual and irregular depressions (arrowheads) (original magnification $\times 100$) after use of an air-abrasive system;
 (b) - the enamel surface which was not subjected to an air-abrasive does not show such depressions (original magnification $\times 100$); the perikymates (arrows) are well marked on either surface a and b.

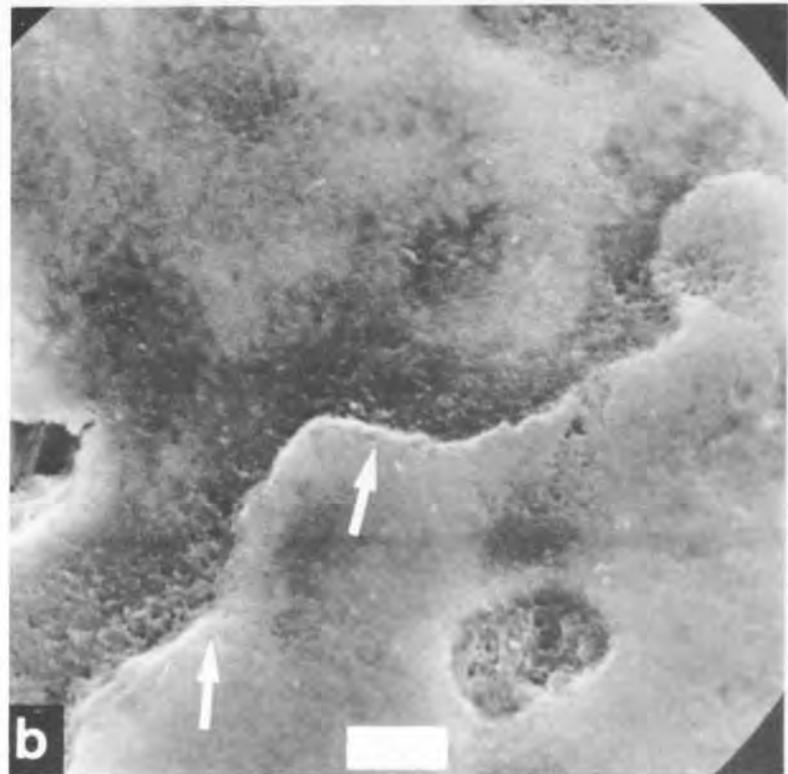
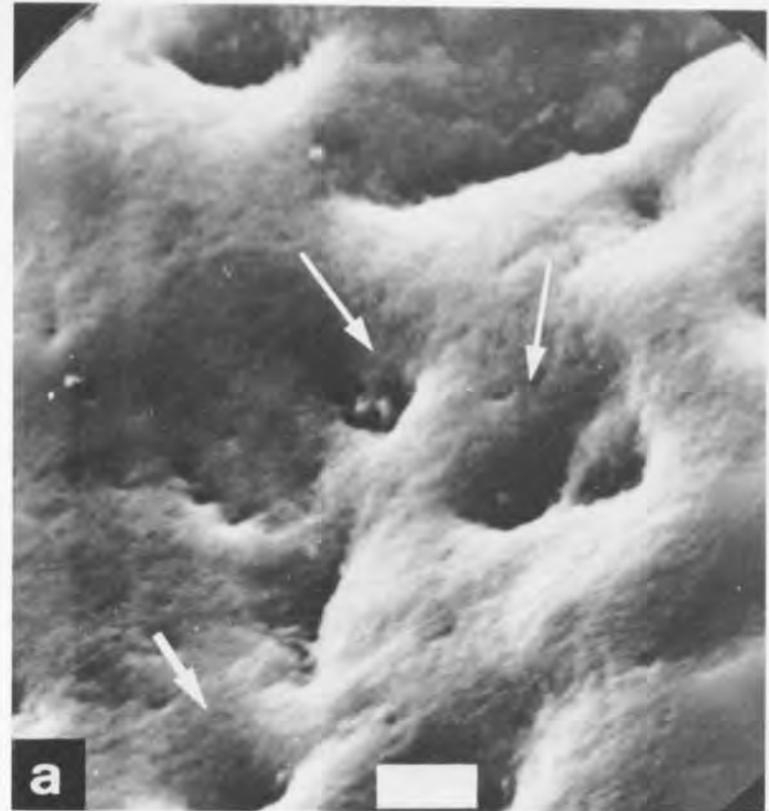


Fig. 2: Effets du spray abrasif sur le microrelief de surface de l'émail: (grossissement original: $3000\times$);
 (a) - surface d'émail traitée au spray et parcourue de dépressions ou d'enfoncements de différentes dimensions (flèches) résultant des coups de particules de poudre projetées à la surface de l'émail;
 (b) - surface d'émail non-traitée: absence des dépressions observées à la figure précédente (a), mais présence d'un bord de périkydate (flèche).
 Fig. 2: Effects of an air-abrasive system on the surface microtopography of dental enamel (original magnification $\times 3000$);
 (a) - depressions of different dimensions are displayed by the enamel surface (arrows) after use of an air-powder abrasive system;
 (b) - there are no depressions on the enamel surface before use of an air-abrasive system. Only the boundary of a perikymate can be seen (arrow).

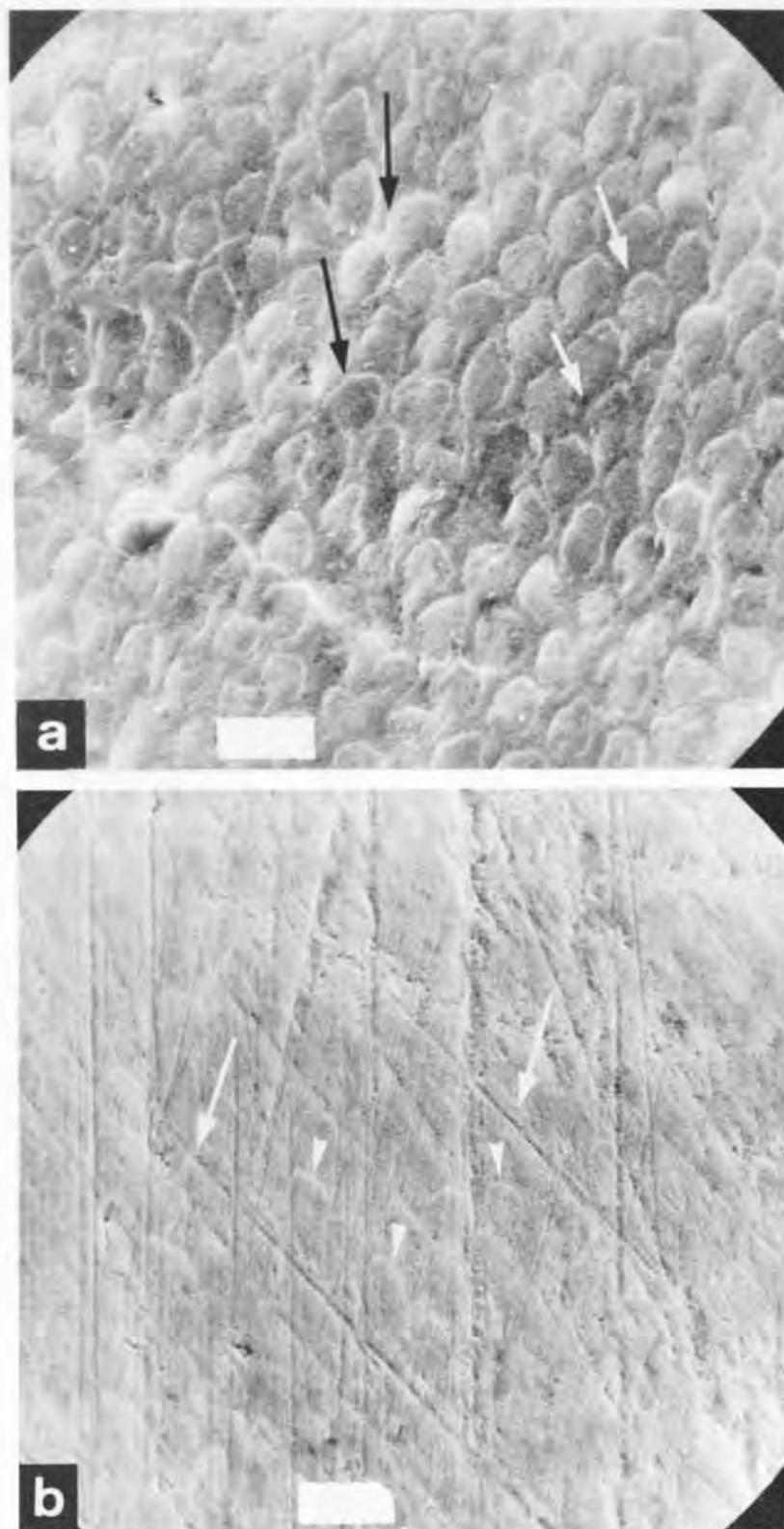


Fig. 3: Effets du spray abrasif sur le microrelief de surface de l'émail poli (grossissement original 1000 ×);
 (a) - surface d'émail poli et traité: absence de dépressions et enfoncements irréguliers mais présence de prismes d'émail à contours bien délimités (flèches);
 (b) - surface d'émail poli par le Kit Shofu (pointes en silicones): le relief des prismes d'émail est estompé par le polissage, mais on devine leurs contours par endroits (têtes de flèches); présence de stries d'abrasion par les pointes Shofu (flèches).

Fig. 3: Effects of an air-abrasive system on the microtopography of a polished dental enamel (original magnification ×1000):
 (a) - polished dental enamel after use of air-abrasive: there are no irregular depressions as in Fig. 2(a) but well defined prisms are disclosed (arrows);
 (b) - enamel surface polished by Shofu abrasive stones: the structure of enamel prisms seen in Fig. 3a is hidden (arrow-heads) by the polishing process.

(fig. 1b). Les périkymates bien distinctes sillonnent les deux types de surface traitée (fig. 1a) et non traitée (fig. 1b).

La topographie du microrelief des surfaces d'émail traité présente au grossissement de 3000 × des enfoncements irréguliers de différentes dimensions (fig. 2a). Ces dépressions ou enfoncements irréguliers ne s'observent pas sur la surface de l'émail non traitée (fig. 2b). Le microrelief de surface de l'émail poli et traité au spray abrasif ne contient pas ces défauts; cependant, il présente des contours bien délimités qui correspondent aux prismes meulés et à leurs espaces interprismatiques (fig. 3a). Ces formations ne sont pas bien visibles sur les surfaces polies non traitées, mais on devine leur contour sous la surface lisse (fig. 3b).

Analyse des états de surface

Le tableau I compare les mesures de la rugosité arithmétique (Ra) avant et après application du spray à l'aide du test «t» non-pairé de Student. La rugosité (Ra) rencontrée sur une surface d'émail naturel sain est de $2.69 \pm 0.86 \mu\text{m}$. L'application du spray abrasif l'accroît de façon significative ($p < 0.02$) à $2.84 \pm 0.90 \mu\text{m}$.

TABLEAU I

Effets du spray abrasif sur le microrelief de surface de l'émail humain: comparaison de la rugosité arithmétique (Ra) (test de Student non-pairé).

Ra(m) : Rugosité arithmétique moyenne;
 t : valeur statistique du test;
 p : valeur de probabilité du test;
 SD : déviation standard;
 n : nombre d'observations.

La rugosité de surface de l'émail traité s'accroît de façon significative ($p=0.012$) après usage du spray au bicarbonate.

TABLE I

Effects of an air-abrasive on the surface roughness of dental enamel: statistical analysis of the average roughness (Ra) by Student test t;

Ra(m): means of Ra values,
 t : statistical value;
 P : value of the probability;
 SD : Standard deviation;
 n : number of observations.

The surface roughness of dental enamel significantly increases ($p=0.012$) after use of an air-abrasive system.

	n	Ram ± SD	t	P
Ra avant	450	2.69 ± 0.86	2.23	0.012
Ra après	374	2.84 ± 0.90		

Analyses pondérales

Le tableau II compare les valeurs pondérales des échantillons avant et après application du spray abrasif ainsi que les 2 méthodes de pesée grâce au test «t» pairé de Student. Le poids après utilisation du spray abrasif (= poids final) est toujours inférieur au poids avant application du spray (= poids initial) quelle que soit la méthode de pesée et l'échantillon considéré.

L'écart entre le poids initial et le poids final correspond à une diminution générale du poids des échantillons après application du spray. Cette diminution représente une perte de tissu dentaire après l'application du spray abrasif.

Ainsi la perte moyenne d'email varie de 0.018 ± 0.01 g (soit 1.1%) pour la méthode de pesée à sec à 0.087 ± 0.023 g (soit 5.3%) pour la méthode de pesée après imbibition. Cette perte d'email est significative à $p < 0.001$. Lorsque les 2 méthodes de pesée sont comparées, la pesée à sec présente un coefficient de variation de 26% et la pesée après imbibition présente

TABLEAU II

Détermination de la quantité d'email enlevé par le spray abrasif par comparaison des mesures pondérales et leurs écarts à l'aide du test t pairé de Student.

Pi : Poids initial (g);

Pf : Poids final en g;

Pm : Poids moyen en g;

im : après imbibition;

Em : écart moyen;

C.V. : coefficient de variation des écarts;

% : taux de variation du poids final par rapport au poids initial.

Le poids des échantillons diminue de façon significative ($p < 0.001$) et les écarts pondéraux par pesée à sec varient moins, comparés aux écarts pondéraux lors de la pesée après imbibition.

TABLE II

Calculation of enamel loss after use of an air-abrasive system: statistical comparison of the weight values and their differences by means of Student paired test.

Pi : initial weight;

Pf : final weight;

Pm : average weight;

im : after immersion;

Em : mean of differences;

C.V. : coefficient of variation of differences;

% : percentage of variation of weights.

The weight samples significantly decreases ($p < 0.001$) after use of an air-abrasive system; this indicates enamel loss during this procedure.

Poids	Pm \pm SD	Em \pm SD	CV	%	t	P
Pi (à sec)	1.65 \pm 0.26	0.087 \pm 0.023	26	5.3	10.20	0.0001
Pf (à sec)	1.56 \pm 0.24					
Pi (im)	1.68 \pm 0.26	0.018 \pm 0.01	57	1.1		
Pf (im)	1.65 \pm 0.26					

un coefficient de variation de 57%. Ce qui précède indique une meilleure précision liée à la pesée à sec.

DISCUSSION

Le microrelief de surface traitée au spray abrasif est parcourue de dépressions ou enfoncements irréguliers de différentes dimensions. Ceux-ci correspondent aux coups de différentes particules microniques de poudre de bicarbonate de sodium sur l'email. En effet, lorsque les différents grains de poudre (diamètre: 40 μ m pour 78%, 40-63 μ m pour 17% et 63 μ m pour 17% et 63 μ m pour 5% d'après Heiser et Pfaller (1984), véhiculés par le spray, entrent en contact avec la surface de l'email, leur énergie cinétique entraîne une action érosive de l'email soit par billage soit par effet de coupe. Il en résulte des dépressions de différentes dimensions.

Willmann et coll. (1980) ont observé en microscopie optique des sillons de rugosité sur l'email traité au spray au bicarbonate de sodium. Nous n'avons pas rencontré ces sillons à l'examen au microscope électronique à balayage, étant donné que les particules de forme sphéroïdale n'engendrent pas des sillons mais bien des enfoncements à forme irrégulière. Par contre, Castagnola et coll. (1983) constatent très peu de changements à l'examen au microscope à balayage des surfaces traitées durant 3 minutes. Ceci peut provenir des paramètres de travail utilisés par ses auteurs au cours de la préparation des surfaces de l'email.

L'abrasivité du bicarbonate de sodium est reconnue inférieure à celle de la plupart des dentifrices commerciaux (Lehne et Winston, 1984): sa dureté de Mohs est estimée à 2.5 contre 4.5 pour l'email dentaire. Cependant, cet argument ne suffit pas à prouver l'inocuité de la poudre de bicarbonate de sodium vis-à-vis de l'email. En effet, en dehors de l'abrasivité propre à la poudre, des facteurs tels que la granulométrie, la forme de ses particules, leur enrobage ainsi que les paramètres de travail influenceront le résultat abrasif final (Puech et Albertini, 1982).

Nos résultats montrent que l'email poli est moins influencé par l'action érosive du spray comparé à l'email sain naturel. Une explication possible est que l'abrasion au cours du polissage de l'email atteint une profondeur où la structure cristalline des prismes de l'email est plus organisée et présente moins de défauts de configuration spatiale susceptibles de faciliter l'action érosive à ce niveau. Ce sont les couches superficielles résultant du nivellement des saillies et des vallons par le polissage, qui vont subir l'action érosive du spray. cette érosion met à nu les espaces interprismatiques et donne un aspect caractéristique aux prismes dénudés (fig. 3b).

Les altérations du microrelief des surfaces traitées par le spray sont confirmées par l'augmentation significative ($p < 0.02$) de la rugosité de surface de $2.69 \mu\text{m}$ à $2.84 \mu\text{m}$ en moyenne. Cet accroissement de la rugosité sur les surfaces d'émail traité au spray a déjà été observé par Willmann et coll. en 1980. Or, la rugosité de surface est un facteur important du risque de croissance et d'augmentation de la quantité de la plaque dentaire sur l'émail (Quirynen, 1986), cause principale des maladies parodontales. D'où l'intérêt d'examiner en détail les altérations de surface dues à l'utilisation du spray au bicarbonate de sodium.

La diminution générale du poids des échantillons après utilisation du spray abrasif traduit une perte d'émail. Cette perte de masse de l'émail résulte de l'action de deux forces: d'abord, la composante «normale» de la vitesse du centre de gravité de la particule qui contribue à l'érosion par déformation (billage pour des particules sphériques) ensuite, la composante tangentielle de la vitesse qui réalise l'érosion par effet de coupe (Blouet et Gras, 1981).

La perte d'émail exprimée en poids % par pesée après imbibition est environ 4.8 fois plus élevée que la perte d'émail après pesée à sec. La raison principale provient de l'impression qui peut être inhérente à la méthode de pesée après imbibition. En effet, la quantité d'eau absorbée ou adsorbée à la surface de l'émail par exemple, n'est pas toujours exactement la même en dépit des conditions d'immersion identiques avant et après application du spray. Une fissure d'émail due à l'assèchement par exemple, suffit à loger plus d'eau et à augmenter par conséquent le poids de l'échantillon à la pesée. Cependant, le fait qu'aucune des valeurs du poids final n'a dépassé les valeurs du poids initial prouve bien la perte de tissu d'émail au cours de l'utilisation du spray au bicarbonate de sodium.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Atkinson, D.R., Cobb, C.M. and Killoy, W.J. — The effect of an Air-Powder Abrasive System on in Vitro Root surfaces. *J. Periodontol.*, vol. 55: pp. 13-18, 1984.
- [2] Barnes, C.M. and Holroyd, S.V. — Comparison of coronal polishing with an air-driven handpiece and pumice and an air-abrasive system. Manuscrit fourni par la société de la marque CAVITRON (Prophyjet), 1983.
- [3] Blouet, J. et Gras, J. — Cours de tribologie, Tome 1, 2e partie. Ed. Université de technologie de Compiègne, 103 p., 1981.
- [4] Castagnola, L., Wirz, J., Garberoglio, R. — Cleaning of enamel surfaces from plaque and strong discoloration with the prophyjet. *Quintess. J.*, vol. 34: pp. 963-972, 1983.
- [5] Garcia-Godoy, F. and Medlock, J.W. — An SEM study of the effects of air-polishing on fissure surfaces. *Quintessence International*, vol. 19: pp. 465-467, 1988.
- [6] Heiser, W., Pfaller, K. — Die Anwendung von Air-Flow in der kieferorthopädischen Praxis. 28, Jahrgang *Colloquium Med. Dent.*, vol. 9: 693-698, 1984.
- [7] Lehne, R.K. and Winston, A.E. — Abrasivity of sodium bicarbonate. *Clin. prev. Dent.*, 5: 17-18, 1983.
- [8] Marumo, Y., Suzuki, A., Kimaru, S., Shimizu, M., Yokozuka, S., Uchida, T., Suda, Y. and Motohashi, K. — Clinical evaluation of airpolishing system. *Nip. Dent. Univ. Ann. Publications*, 19: 83, 1985.
- [9] Puech, P.F. et Albertini, H: Abrasion et friction: Application de l'étude expérimentale à la détermination de l'aptitude à l'emploi des dentifrices. *Revue d'odonto-stomatologie*, 4: 315-318, 1982.
- [10] Quirynen, M. — Anatomical and inflammatory factors influence bacterial plaque growth and retention in man. Thesis, 184 p., 1986.
- [11] Van Den Velde, F., Adrians, P., De Boever, J. — Klinische histologische en scanning elektronen mikroskopische evaluatie van het gebruik van de Prophy-jet in vivo en in vitro. *Rev. Belg. Med. Dent.*, 37: 153-157, 1982.
- [12] Weaks, L.M., Lescher, N.M.B., Barnes, C.M. — Clinical evaluation of the Prophy-jet as an instrument for routine removal of tooth stain and plaque. *J. Periodontol.*, 55: 486-488, 1984.
- [13] Willmann, D.E., Norling, B.K., Johnson, W.N. — A new prophylaxis instrument: effect on enamel alterations. *J. Am. Dent. Assoc.*, 101: 923-925, 1980.