

L'aéro-polissage sous-gingival

Nouvelles perspectives pour le maintien parodontal?

Mots clés: aéro-polissage, traitement non chirurgical, maintien parodontal

RAPHAËL MOËNE
FABIEN DÉCAILLET
ANDREA MOMBELLI

Division de Physiopathologie buccale
et Parodontie
Section de Médecine Dentaire,
Université de Genève, Suisse

Correspondance

Moëne Raphaël
Division de Physiopathologie buccale
et Parodontie
Section de Médecine Dentaire,
Université de Genève
Rue Barthélemy-Menn 19
CH-1205 Genève
Tél. +41 22 379 4030
Fax +41 22 379 4032
E-mail: Raphael.Moene@unige.ch



Image en haut: Photographie intra-orale de la nouvelle busette insérée dans une poche parodontale résiduelle

Résumé Après traitement parodontal, l'enjeu principal est le maintien des tissus dans une situation cliniquement saine. Les méthodes traditionnelles, comme les curettes et les détartreurs ultrasoniques, utilisées lors de la phase de maintien parodontal entraînent un sacrifice de substance dentaire lors de chaque utilisation. Une des nouvelles approches, proposée afin d'éviter ces dégâts tissulaires, est l'utilisation d'aéro-polisseurs pour enlever le biofilm des surfaces radiculaires. Bien que les appareils conventionnels ne permettent pas une utilisation sous-gingivale sans risque (dégâts au niveau des tissus durs, mous et risques d'emphysèmes), le développement de nouvelles poudres moins abrasives et de nou-

velles busettes rend à présent possible ce type de traitement.

Des études cliniques récentes ont pu montrer l'efficacité de ce système à court terme dans les poches résiduelles. Il a également été démontré que les caractéristiques des aéro-polisseurs de dernière génération permettent une utilisation sous-gingivale sans risque pour le patient. Bien que cette nouvelle modalité de traitement pour le maintien parodontal permette un gain considérable de temps de travail et soit très bien tolérée par les patients, des études à long terme manquent encore afin de démontrer l'efficacité de ce système au niveau clinique et microbiologique.

Introduction

Toutes les surfaces du corps sont exposées à la colonisation par une large variété de micro-organismes. En général, la flore microbienne établie vit en harmonie avec son hôte. Le renouvellement constant des surfaces par desquamation empêche une accumulation trop importante de ces micro-organismes. Les dents, les implants et les appareils prothétiques fournissent cependant des surfaces dures qui ne se renouvellent pas. Ce phénomène permet le développement de dépôts bactériens importants qui acquièrent les propriétés de biofilms et qui, dans le milieu buccal, sont communément appelés la plaque dentaire.

L'accumulation bactérienne sur les surfaces dentaires est la cause principale de la gingivite et de la parodontite. Ainsi l'ablation régulière de la plaque bactérienne de toutes les surfaces non desquamantes de la cavité orale est considérée comme le moyen principal de prévention et d'arrêt de la progression de la maladie parodontale. Des études longitudinales ont pu montrer l'efficacité du traitement conventionnel qui est une combinaison de surfaçages radiculaires, d'une pratique quotidienne d'hygiène buccale méticuleuse par le patient et de visites régulières de maintien pour enlever les dépôts sous-gingivaux nouvellement formés. Dans la plupart des cas, la maladie parodontale peut ainsi être traitée avec succès, et les résultats peuvent être maintenus à long terme (TUNKEL ET COLL. 2002; VAN DER WEIJDEN & TIMMERMAN 2002).

Les principaux effets secondaires du traitement mécanique visant à éliminer le biofilm sont les dommages irréversibles aux tissus durs (ZAPPA ET COLL. 1991) et les récessions gingivales (BADERSTEN ET COLL. 1984). La perte de tissu dur est une des causes principales de l'augmentation de la sensibilité de l'organe dentaire aux stimuli tactiles, thermiques et osmotiques après traitement (VON TROIL ET COLL. 2002). Ce phénomène concerne particulièrement les sites ne répondant pas localement ou présentant une maladie récurrente étant donné leurs traitements répétés.

De nombreux facteurs ont été associés à l'échec des traitements mécaniques parodontaux. La présence de concavités radiculaires et d'atteintes de furcations est associée à une fréquence plus faible de gain d'attache (BADERSTEN ET COLL. 1987). L'ablation du tartre est également moins efficace dans les poches profondes (RABBANI ET COLL. 1981).

A cause de ces limitations, l'approche conventionnelle de la thérapie parodontale inclut généralement une deuxième phase de traitement chirurgicale des sites n'ayant pas répondu suffisamment bien au traitement initial. Cette phase, donnant un accès visuel direct aux surfaces radiculaires affectées, permet une ablation plus efficace du tartre sous-gingival dans les poches profondes (BUCHANAN & ROBERTSON 1987), et une meilleure guérison de ces sites (SERINO ET COLL. 2001).

En pratique, une élimination complète des poches parodontales, correspondant à une profondeur de sondage n'excédant pas 3 mm, ne peut être accomplie dans tous les sites. En effet, les sites présentant une perte d'attache importante ne peuvent être amenés à ces valeurs sans un sacrifice majeur de tissus parodontaux et d'os. Les poches résiduelles sont donc inévitables, et il est clairement établi qu'un maintien professionnel régulier est crucial pour le succès à long terme du traitement parodontal (TUNKEL ET COLL. 2002; VAN DER WEIJDEN & TIMMERMAN 2002).

L'élimination de la plaque nouvellement formée dans les poches résiduelles est une partie importante de la phase de maintien. Ces procédures étant répétées de nombreuses fois, il

est important qu'elles soient efficaces tout en minimisant les effets secondaires irréversibles sur les tissus dentaires et gingivaux. L'attention des chercheurs s'est donc portée sur les aéro-polisseurs. En effet, cette technologie pourrait permettre une ablation de la plaque sous-gingivale moins désagréable pour le patient et avec moins de traumatismes tissulaires.

Dans la perspective de donner aux médecins-dentistes et aux hygiénistes dentaires une synthèse de l'état actuel des connaissances relatives à l'utilisation sous-gingivale des aéro-polisseurs, nous nous sommes proposés de revoir la littérature parue à ce jour concernant cette nouvelle modalité de traitement. Nous traiterons donc des différentes améliorations techniques des aéro-polisseurs qui ont rendu leur utilisation sous-gingivale possible et sans risque pour le patient. Les résultats cliniques observés dans la phase de maintien seront également revus en excluant les implants dentaires.

Les aéro-polisseurs traditionnels

1. Généralités et fonctionnement

Les méthodes de traitement de surface utilisant l'air associé à de fines particules peuvent être divisées en deux catégories selon leur degré d'abrasivité: l'abrasion par air et l'aéro-polissage. Tous deux utilisent le principe de l'énergie cinétique qui permet d'introduire une poudre abrasive dans un flux d'air comprimé afin de nettoyer ou de polir une surface en enlevant les dépôts qui y sont attachés ou en lissant sa texture.

L'abrasion par air a été introduite dans les années 1940 (BLACK 1945). A l'époque cette technique était utilisée pour préparer des cavités. Les particules, composées d'oxyde d'aluminium, avaient un diamètre de 30 µm et étaient introduites dans un flux de dioxyde de carbone à une pression de 5,6 bar. Les avantages annoncés à l'époque étaient l'absence de vibrations et d'augmentation de température rendant le traitement plus agréable pour le patient. Cette technologie a donc connu une brève popularité comme alternative aux pièces à main de faible vitesse entraînées par courroie. Cependant, l'apparition des turbines entraînées par air vers la fin des années 1950 a rapidement supplanté cette nouvelle technique. De nos jours, l'abrasion par air a refait son apparition en médecine dentaire restauratrice pour la préparation de cavités et la réalisation de restaurations adhésives. Les développements successifs ont ensuite permis de la rendre moins abrasive; l'aéro-polissage était né.

L'aéro-polissage a alors été proposé pour le nettoyage dentaire professionnel (WILLMANN ET COLL. 1980; KOZLOVSKY ET COLL. 1989). Contrairement à l'abrasion par air, ce dernier utilise un jet d'eau en plus du mélange air-poudre (MOMBER & KOVACEVIC 1998) (fig. 1) qui est ensuite dirigé vers la surface à nettoyer avec une pression d'air de 4–8 bar (400–800 MPa) et une pression d'eau de 1–5 bar (100–500 MPa). Le bicarbonate de sodium (NaHCO₃) avec une taille de particule d'environ 200 µm est le composé principal de la poudre abrasive.

Sur l'émail, l'ablation de la plaque peut être accomplie facilement et de manière efficace avec les aéro-polisseurs (WEAKS ET COLL. 1984; HORNING ET COLL. 1987; BARNES ET COLL. 1990; KONTTURI-NÄRHI ET COLL. 1990; JOST-BRINKMANN 1998; RAMAGLIA ET COLL. 1999) sans pour autant créer, cliniquement, d'altérations de surfaces ou de pertes de substance significatives (GALLOWAY & PASHLEY 1987; MAHLENDORFF 1989; KONTTURI-NÄRHI ET COLL. 1990). L'étude in vitro de Galloway (GALLOWAY & PASHLEY 1987), portant sur 36 dents extraites, a confirmé que l'utilisation d'aéro-polisseurs avec du NaHCO₃ sur une durée continue de 60 s sur l'émail ne provoquait pas de perte de substance.

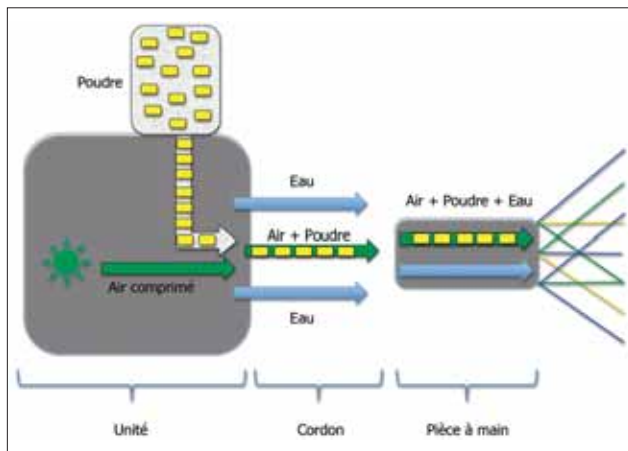


Fig. 1 Schéma du fonctionnement des aéro-polisseurs

2. Effets secondaires

L'aéro-polissage utilisant du NaHCO_3 peut provoquer des pertes de substance significatives quand le spray est dirigé vers des surfaces radiculaires dénudées ou de la dentine (tab. I). Plusieurs études in vitro l'ont démontré en quantifiant la perte de substance au niveau des racines après l'application de bicarbonate de sodium par des aéro-polisseurs. Selon l'étude de Petersilka (PETERSILKA ET COLL. 2003a), la durée et la distance d'application influençaient de manière significative la profon-

deur des défauts créés. En effet, ils atteignaient jusqu'à 473,5 μm après une application de 20 s à une distance de 2 mm. De même, des pertes de substance de plus de 630 μm étaient induites par l'aéro-polissage après 30 s d'utilisation (ATKINSON ET COLL. 1984). D'autres études (BERKSTEIN ET COLL. 1987; GALLOWAY & PASHLEY 1987; AGGER ET COLL. 2001) ont confirmé que cette forme de traitement ne peut être appliquée sans danger à la dentine et au ciment. Les retraits gingivaux étant très fréquemment rencontrés chez les patients souffrant de parodontite (ALBANDAR & KINGMAN 1999), l'intérêt pour le maintien parodontal est donc non négligeable. De plus, l'application de l'aéro-polissage aux surfaces radiculaires dénudées peut difficilement être évitée lors de son utilisation supra-gingivale.

Les effets sur les tissus gingivaux, quant à eux, ont été observés dans plusieurs études basées sur la clinique (WEAKS ET COLL. 1984; MISHKIN ET COLL. 1986), sur des examens au microscope à balayage (KONTTURI-NÄRHI ET COLL. 1989) et sur des analyses histomorphométriques (KOZLOVSKY ET COLL. 2005) (tab. II). En effet, bien que l'aéro-polissage soit destiné à une utilisation sur les surfaces dentaires, son spray est très proche de la marge gingivale. Des études ont montré que cette thérapie induisait des traumatismes et des irritations gingivales localisées guérissant 6 à 7 jours plus tard (WEAKS ET COLL. 1984; MISHKIN ET COLL. 1986). Ces lésions, également observées au microscope à balayage, présentaient une corrélation positive avec la présence d'inflammation gingivale avant instrumentation (KONTTURI-NÄRHI ET COLL. 1989). Par la suite, des examens histologiques chez le chien ont révélé la présence d'érosions des couches

Tab. I Effets des aéro-polisseurs sur les surfaces radiculaires avec de la poudre de NaHCO_3

Etudes	Design	Description	Appareils	Nb de dents	Distance	Durée d'application	Angulation	Défaut sur la dentine	Remarques
ATKINSON et coll. (1984)	Etude in vitro sur dents extraites	Analyse de la surface de la dentine après aéro-polissage	Prophy-jet C-100 (Dentsply, York, PA, USA)	20	NC	30 s	NC	Microscope optique, électronique et histologie 636,6 μm	Négatif Trop de perte de substance normale et ablation de tout le ciment Positif Surfaces lisses sans encoche et tubulis obturés (moins de sensibilités)
BERKSTEIN et coll. (1987)	Etude in vitro sur dents extraites	Comparaison APD/curettes 3×/an sur 3 ans (12 traitements)	NC	50	NC	NC	NC	Mesures avec micromètre du diamètre des dents 10,7 à 27,1 μm	Colorations enlevées 3,15× plus vite avec APD
GALLOWAY & PASHLEY (1987)	Etude in vitro sur dents extraites	Effets de différentes durées d'applications sur émail, dentine et ciment	Prophy-jet C-100 (Dentsply, York, PA, USA)	36	5 mm	5 à 60 s	90°	Mesure du poids du volume enlevé à l'aide de cire Perte significative de dentine et de ciment après 5 s	Pas d'effet sur l'émail après 60 s Obturation des tubulis
AGGER et coll. (2001)	Etude in vitro sur dents extraites	Application d'APD sur des surfaces radiculaires	Prophyflex 2 (KaVo Dental GmbH, Biberach, Allemagne)	50	4 mm	5 s	90°	Microscope électronique et laser 484 μm	Tubulis oblitérés Défaut de 323 μm où il n'y a pas eu de traitement, donc différence significative de 163 μm
PETERSILKA et coll. (2003a)	Etude in vitro sur dents extraites	Variation des paramètres de travail et analyse des défauts sur la dentine	Dentsply CaviJet (Dentsply, York, PA, USA)	270	2 à 4 mm	5, 10 et 20 s	45 et 90°	Laser 7,01 à 473,5 μm	Influence Temps > distance > mélange eau/poudre Angulation: NS

NC: non communiqué; APD: aéro-polisseur; NS: non significatif; NaHCO_3 : bicarbonate de sodium

Tab. II Effets des aéro-polisseurs sur les tissus mous avec de la poudre de NaHCO₃

Etudes	Design	Description	Appareils	Nb de sujets	Nb d'échantillons	Distance	Durée d'application	Dégâts tissus mous	Remarques
WEAKS et coll. (1984)	Etude clinique split-mouth randomisée	Comparaison entre APD et polissage avec cupules	Prophy-jet C-100 (Dentsply, York, PA, USA)	53	NC	NC	13,4 min/sujet pour polissage 5,5 min/sujet pour APD	<i>Gingival trauma index de 0 à 3</i> Polissage: NS APD: augmentation significative <i>Marginal redness index et bleeding index</i> Idem	Retour à la normale de tous les indices après 6 jours
MISHKIN et coll. (1986)	Etude clinique split-mouth	Comparaison entre APD et polissage avec cupules	Prophy-jet C-100 (Dentsply, York, PA, USA)	21	168	4–5 mm	NC	<i>Indice d'irritation gingivale de 0 à 3</i> Polissage: NS APD: augmentation significative	Retour à la normale après 7 jours
KONTTURI-NÄRHI et coll. (1989)	Etude clinique	Nettoyage de toutes les dents après 24 h d'accumulation de plaque	Air Flow S1 (EMS, Nyon, Suisse)	20	103	NC	5–10 min/sujet	<i>Empreinte et analyse au microscope électronique</i> Présence d'érosions sévères	Saignement gingival et érosions augmentées significativement
KOSLOVSKY et coll. (2005)	Etude split-mouth sur des chiens	Comparaison de deux types d'APD	Jetpolisher (stand alone, Deldent) VS Prophy-flex (handpiece, KaVo)	4	56	5 mm	5 à 20 s	<i>Biopsie et histomorphométrie</i> 46,5 à 88% d'érosion de la couche de kératine et 25 à 61% d'érosion de la couche épithéliale	Après 20 s, perte totale par endroits de l'épithélium et exposition du tissu conjonctif sous-jacent Erosions augmentent significativement avec la durée d'application

NaHCO₃: bicarbonate de sodium; APD: aéro-polisseur; NC: non communiqué; NS: non significatif

cellulaires kératinisées et épithéliales au niveau de la gencive saine (KOZLOVSKY ET COLL. 2005). L'aéro-polissage dirigé contre la gencive à une distance de 5 mm durant moins de 5 s causait une érosion significative de la couche kératinisée (46–77%) avec extension minimale à la couche épithéliale (25–26%). Une exposition prolongée (10 à 20 s) augmentait l'érosion de la couche épithéliale entre 33 et 61%. De plus, on pouvait même constater après 20 s des zones de perte totale de l'épithélium avec exposition du tissu conjonctif sous-jacent.

L'utilisation d'air sous pression dans les procédures dentaires comporte également le risque de provoquer des emphysèmes. En effet, des cas ont été décrits après utilisation de pièces à main dentaires à haute vitesse, de seringues air-eau et même après prises d'empreintes (HEYMAN & BABAYOF 1995; KARRAS & SEXTON 1996). Généralement, cette condition pathologique se résout rapidement sans traitement et disparaît complètement après quelques jours (KARRAS & SEXTON 1996). L'utilisation d'aéro-polisseurs en médecine dentaire n'échappe pas à ce risque. Des emphysèmes ont notamment été décrits après aéro-polissage supra-gingival avec du NaHCO₃ (LIEBENBERG & CRAWFORD 1997). En se basant sur la littérature disponible, Heyman et Babayof (HEYMAN & BABAYOF 1995) ont conclu que 9% des cas d'emphysème étaient associés à cette technique.

Il semble donc que les aéro-polisseurs conventionnels utilisant du NaHCO₃ comme poudre abrasive, bien que montrant un potentiel non négligeable pour le nettoyage des surfaces radiculaires, ne soient pas adaptés à l'utilisation sous-gingivale. Leur trop grande abrasivité au niveau de la dentine et du ciment, ainsi que le risque de lésions des tissus mous et d'emphysèmes en sont les principales raisons.

Développement d'une poudre faiblement abrasive

1. Composition et effets sur les tissus durs

Les interactions entre particules solides sont responsables de l'érosion produite par les aéro-polisseurs. L'abrasion de la surface radiculaire par le mélange air-poudre-eau est induite par une combinaison d'éclats, de coupes et de fractures de fatigue au niveau du ciment et de la dentine. Ce processus érosif est fortement influencé par les caractéristiques géométriques et de dureté des particules projetées (MOMBER & KOVACEVIC 1998). Il semblait donc possible de rendre l'aéro-polissage sans danger pour la dentine et le ciment tout en conservant son efficacité en changeant les propriétés mécaniques de la poudre utilisée.

En 2003, Petersilka (PETERSILKA ET COLL. 2003b) a réalisé une étude in vitro en testant 4 nouvelles poudres abrasives et en les comparant à la poudre traditionnelle de bicarbonate de sodium. Une des poudres s'est avéré réduire l'abrasion sur les surfaces radiculaires d'environ 80%. De plus, elle était transportée de manière efficace par l'aéro-polisseur (EMS Air Flow S1®, EMS Electro Medical System S. A., Nyon, Suisse) et permettait, après 5 s d'application, une ablation complète de la plaque sur les surfaces radiculaires des dents fraîchement extraites (tab. III). Cette nouvelle poudre (Clinpro Prophypowder®, 3M ESPE, Seefeld, Allemagne), composée à plus de 99% de glycine, est non toxique, soluble dans l'eau et a une taille de particules inférieure à 63 µm (taille moyenne 20 µm) qui contraste avec les 200 µm de celles du bicarbonate de sodium (fig. 2 et 3).

Une étude réalisée sur de la dentine bovine (PETERSILKA ET COLL. 2007) a démontré que l'utilisation de la poudre de glycine ne causait qu'une abrasion minimale de ce tissu dentaire et

Tab. III Remplacement de la poudre de NaHCO₃ par de la glycine

Etudes	Design	Description	Appareils	Nb de sujets	Echantillons	Durée d'application	Angulation	Dégâts	Conclusions
PETERSILKA et coll. (2003b)	Etude in vitro sur dents extraites	1) Test de 4 nouvelles poudres, comprenant la glycine, en comparaison au NaHCO ₃ pour l'ablation de la plaque	Air Flow S1 (EMS, Nyon, Suisse)	NC	45	20 s	90°	<i>Empreinte, reproduction en plâtre et scanner laser</i> NaHCO ₃ : 163,1 µm Glycine: 33,9 µm Poudre A: 17,9 µm Poudre B: 48,2 µm Poudre C: 92,5 µm	La glycine était la poudre testée la moins abrasive qui était le mieux transportée par l'Air Flow
		2) Test de la poudre de glycine en particulier	Air Flow S1 (EMS, Nyon, Suisse)	NC	81	20 s	90°	Faible profondeur de défaut même avec une distance de 2 mm	La glycine produit peu de défaut et permet une ablation complète de la plaque en 5–10 s
PETERSILKA et coll. (2007)	Etude in vitro sur dents bovines extraites	Comparaison de l'abrasion de la glycine quand elle est utilisée avec 8 APD différents	Air Flow Handy 2 Handpiece (EMS, Nyon, Suisse) et 7 autres pièces à main	NC	5	5 s	30–90°	<i>Empreinte et mesure au stéréomicroscope</i> 0,004–0,038 mm ³	De tous les APD utilisés, l'Air Flow Handy 2 est le moins abrasif (0,004 mm ³ en 5 s à 60°) La glycine est sans danger pour la dentine
PETERSILKA et coll. (2008)	Etude clinique	Effets sur la gencive de l'aéropolissage avec glycine ou NaHCO ₃ et des curettes	Air Flow S1 (EMS, Nyon, Suisse)	10	80	5 s	60–90°	<i>Clinique</i> Glycine: léger saignement sulculaire NaHCO ₃ : saignement prononcé, signe d'érosion Curettes: saignement modéré, lacération de l'épithélium <i>Biopsie et histologie au microscope optique</i> Glycine: couche épithéliale intacte NaHCO ₃ : érosion épithélium gingival Curettes: dégâts importants aux tissus mous	Guérison dans tous les cas après 14 jours Pas d'effets secondaires après utilisation de la glycine
PETERSILKA et coll. (2003c)	Etude clinique randomisée split-mouth	Comparaison entre APD avec glycine et curettes dans les poches vestibulaires et linguales de 3–5 mm en maintien	Air Flow S1 (EMS, Nyon, Suisse)	27	NC	5 s	Parallèle à la dent, dans la poche	<i>Clinique</i> Pas de lésions visibles de la gencive Pas d'effets secondaires Pas de cas d'emphysème	La poudre de glycine est sans danger pour la gencive
PETERSILKA et coll. (2003d)	Etude clinique randomisée split-mouth	Comparaison entre APD avec glycine et curettes dans les poches interdentaires de 3–5 mm en maintien	Air Flow S1 (EMS, Nyon, Suisse)	23	NC	5 s	Parallèle à la dent, dans la poche	<i>Clinique</i> Pas de lésions visibles de la gencive Pas d'effets secondaires	La poudre de glycine est sans danger pour la gencive
FLEMMIG et coll. (2007)	Etude clinique randomisée	Comparaison de l'APD avec glycine sur dents traitées 3 mois avant ou sur dents non traitées	Air Flow S1 (EMS, Nyon, Suisse)	60	60	5 s	Parallèle à la dent, dans la poche	<i>Clinique</i> Pas d'effets secondaires	

NaHCO₃: bicarbonate de calcium; NC: non communiqué; APD: aéro-polisseur

qu'elle pouvait donc être utilisée sans danger. Ces données ont confirmé les résultats précédemment obtenus par les mêmes auteurs (PETERSILKA ET COLL. 2003b).

2. Effets sur les tissus mous

L'utilisation de NaHCO₃ pour l'aéro-polissage sous-gingival causant des érosions sévères de l'épithélium avec exposition

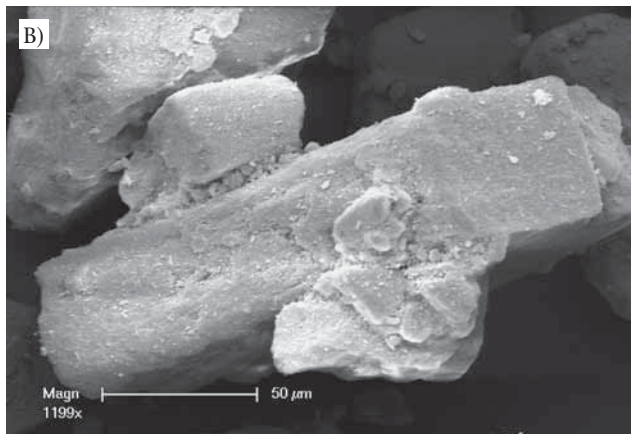
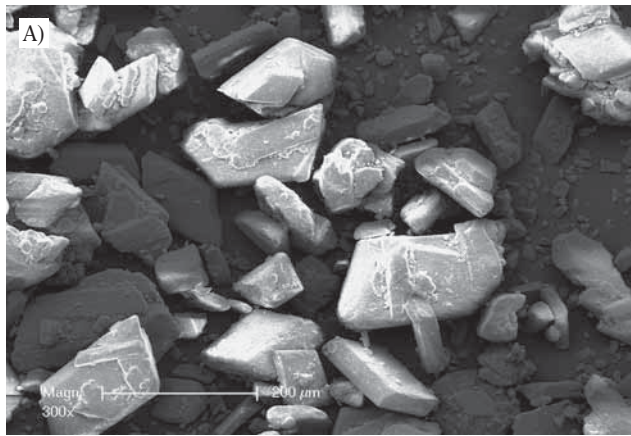


Fig. 2 Examens au microscope à balayage de la poudre de bicarbonate de sodium (AIR-FLOW Powder®, EMS Electro Medical Systems S.A., Nyon, Suisse); A) Grossissement 300×; B) Grossissement 1199×

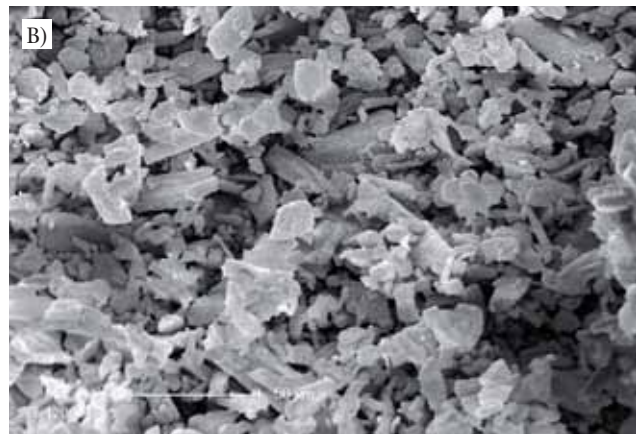
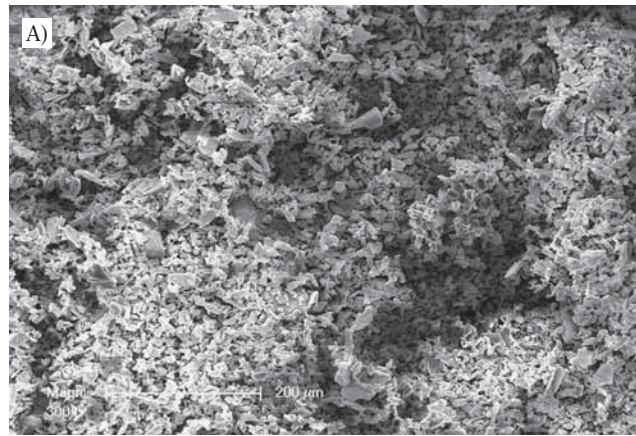


Fig. 3 Examens au microscope à balayage de la poudre de glycine (AIR-FLOW Powder PERIO®, EMS Electro Medical Systems S.A., Nyon, Suisse); A) Grossissement 300×; B) Grossissement 1200×

du tissu conjonctif sous-jacent (WEAKS ET COLL. 1984, KONTTURI-NÄRHI ET COLL. 1989, KOZLOVSKY ET COLL. 2005), Petersilka (PETERSILKA ET COLL. 2008) étudia les effets de la poudre de glycine sur la gencive (tab. III). Il fallait en effet prouver que le mélange air-poudre-eau, lorsqu'il était projeté dans le sulcus, ne présentait pas de danger pour les tissus gingivaux. Les effets sur la gencive de la glycine, du NaHCO_3 ainsi que des curettes ont donc été comparés chez 10 patients. Les résultats cliniques et histologiques ont permis de constater que l'aéro-polissage appliqué pendant 5 s avec la nouvelle poudre maintenait la barrière épithéliale intacte, alors que le NaHCO_3 ainsi que les curettes provoquaient des dégâts importants à la gencive. Ces résultats corroborent l'absence de dommages aux tissus mous décrite dans d'autres études cliniques (PETERSILKA ET COLL. 2003c; PETERSILKA ET COLL. 2003d; FLEMMIG ET COLL. 2007; MOËNE ET COLL. 2010) et confirment la sécurité d'utilisation de la poudre de glycine dans le traitement parodontal.

De même, les cas d'emphysème, décrits lors de l'utilisation du NaHCO_3 , ne sont pas survenus dans les études cliniques réalisées avec de la poudre de glycine quelle que soit la direction du flux; directement dans la poche parodontale (PETERSILKA ET COLL. 2003c; PETERSILKA ET COLL. 2003d; FLEMMIG ET COLL. 2007) ou horizontalement contre la racine (MOËNE ET COLL. 2010).

3. Efficacité microbiologique et clinique

Deux études cliniques randomisées et contrôlées ont évalué l'efficacité microbiologique à court terme des aéro-polisseurs

sous-gingivaux utilisant la poudre de glycine, l'instrumentation manuelle avec des curettes servant de contrôle (tab. IV). Ces deux études (PETERSILKA ET COLL. 2003c; PETERSILKA ET COLL. 2003d), réalisées sur 27 et 23 patients respectivement, ont analysé la réduction du nombre de micro-organismes immédiatement après traitement dans les poches parodontales de moins de 5 mm. L'aéro-polissage permettait une réduction significativement plus importante de la flore sous-gingivale en comparaison avec les curettes. Etant donné que l'aéro-polissage avec de l'eau sans adjonction de poudre ne permettait pas d'enlever la plaque (PETERSILKA ET COLL. 2003b) et que l'irrigation seule ne diminuait que faiblement la quantité bactérienne dans les poches (WENNSTRÖM ET COLL. 1987), cette plus grande réduction fut attribuée à la poudre de glycine faiblement abrasive qui, combinée avec l'air et l'eau, permet l'élimination de la plaque bactérienne parodontale.

Une étude clinique publiée récemment (FLEMMIG ET COLL. 2007) a montré que l'aéro-polissage était aussi efficace que l'instrumentation manuelle ou ultrasonique dans l'ablation du biofilm sous-gingival dans les poches de moins de 5 mm. Les dents qui avaient été traitées par aéro-polissage ont été extraites, et la quantité de surface sans plaque a été analysée (tab. IV). La surface nettoyée atteignait 60 à 70% pour les poches parodontales jusqu'à 4 mm. Cette étude a également évalué l'impact de l'aéro-polissage sur l'indice gingival (GI). Alors que 80% des dents traitées avaient un GI de 0 ou 1, ce pourcentage chutait à 33% lorsqu'il n'y avait pas de traitement, démontrant l'efficacité de cette nouvelle technique dans les poches peu profondes.

Tab. IV Efficacité clinique de l'aéro-polissage sous-gingival avec de la poudre de glycine

Etudes	Design	Description	Appareils	Nb de sujets	PPD	Angulation	Résultats	Conclusions
PETERSILKA et coll. (2003c)	Etude clinique randomisée split-mouth	Comparaison microbiologique entre APD et curettes dans les poches vestibulaires et linguales de 3–5 mm en maintien immédiatement après traitement et évaluation de l'acceptation par le patient	Air Flow S1 (EMS, Nyon, Suisse)	27	3–5 mm (3,3 mm)	Parallèle à la dent, dans la poche	<p><i>Microbiologie par culture anaérobique</i> APD: réduction de CFU de log 1,69 Curettes: réduction de CFU de log 0,61</p> <p><i>Acceptation par le patient</i> APD: 8,5 sur VAS Curettes: 4,5 sur VAS (0 = pas confortable; 10 = confortable)</p>	APD plus efficace que les curettes pour enlever la plaque sous-gingivale dans les poches de 3–5 mm vestibulaires et linguales en maintien et offrent un plus grand confort pour le patient
PETERSILKA et coll. (2003d)	Etude clinique randomisée split-mouth	Comparaison microbiologique entre APD et curettes dans les poches interdentaires de 3–5 mm en maintien immédiatement après traitement	Air Flow S1 (EMS, Nyon, Suisse)	23	3–5 mm (3,6 mm)	Parallèle à la dent, dans la poche	<p><i>Microbiologie par culture anaérobique</i> APD: réduction de CFU de log 1,9 Curettes: réduction de CFU de log 1,1</p>	APD plus efficace que les curettes pour enlever la plaque sous-gingivale dans les poches de 3–5 mm interdentaires en maintien
FLEMMIG et coll. (2007)	Etude clinique randomisée	Comparaison de l'efficacité pour enlever la plaque sous-gingivale de l'APD en maintien, de l'APD seul ou pas de traitement	Air Flow S1 (EMS, Nyon, Suisse)	60	0 ≤ AnPD ≤ 2: 11% 2 < AnPD ≤ 4: 32% 4 < AnPD ≤ 6: 29% AnPD > 6: 28%	Parallèle à la dent, dans la poche	<p><i>Gingival index (LÖE & SILNESS 1963)</i> APD en maintien: 0 et 1 (80%) APD seul: 0 et 1 (34%) Pas de traitement: 0 et 1 (33%)</p> <p><i>Présence de tartre sous-gingival analysée informatiquement après photo de la dent extraite</i> APD en maintien: 4,7% APD seul: 40% Pas de traitement: 66,6%</p> <p><i>Profondeur de débridement</i> APD en maintien: 2 mm APD seul: 1,86 mm Pas de traitement: 0 mm</p>	<p>APD en maintien: 60–70% de surface sous-gingivale nettoyée pour les poches ≤ 4 mm</p> <p>Seulement 30% de surface nettoyée pour les poches ≥ 6 mm</p> <p>APD aussi efficace que les curettes et les US dans les poches ≤ 4 mm en phase de maintien</p> <p>Pas d'effet de l'APD sur le tartre sous-gingival</p>
MOËNE et coll. (2010)	Etude clinique randomisée split-mouth	Comparaison entre APD avec nouvelle busette et traitement manuel chez des patients en maintien avec des poches ≥ 5 mm	Perio-Flow handpiece for Air Flow Master (EMS, Nyon, Suisse)	50	5–9 mm (5,5 mm)	Busette introduite dans la poche parodontale	<p><i>Microbiologie par RT-PCR 7 jours après traitement</i> APD: pas de réductions significatives Curettes: réductions significatives de la charge bactérienne totale ainsi que de PG, TD et TF</p> <p><i>Saignement au sondage</i> APD: réduction significative (15%) Curettes: réduction significative (25%)</p> <p><i>Acceptation par le patient</i> APD: 0,9 sur VAS Curettes: 2,2 sur VAS (0 = pas de douleur; 10 = très douloureux)</p> <p><i>Durée de traitement par site</i> APD: 0,5 min/site Curettes: 1,4 min/site</p>	APD est plus efficace que les curettes au niveau du temps de traitement et est perçu comme plus confortable par les patients, mais n'est pas supérieur aux curettes microbiologiquement dans les poches ≥ 5 mm

PPD: profondeur de poche clinique; APD: aéro-polisseur; CFU: nombre de bactéries formant une colonie; VAS: échelle visuelle analogique; AnP: profondeur de poche anatomique; RT-PCR: real time polymerase chain reaction (meridol® Perio Diagnostics, GABA International, Therwil, Suisse); PG: *Porphyromonas gingivalis*; TD: *Treponema denticola*; TF: *Tannerella forsythia*

4. Effets immunologiques de la glycine

La glycine, qui est un acide aminé non essentiel, peut être produite par les micro-organismes parodontaux (CHU ET COLL. 2002). Elle a ainsi pu être détectée dans le fluide gingival (WADDINGTON ET COLL. 1998) et la salive (SYRJANEN ET COLL. 1987) de patients atteints de parodontite avancée non traitée. Elle interagit avec les fonctions immunologiques systémiques et locales par différents mécanismes. Il a été démontré que la glycine est capable d'augmenter la capacité des monocytes à présenter les antigènes et à phagocyter, de diminuer la synthèse de TNF- α et d'augmenter la production de IL-10 par les monocytes activés par les LPS (SPITTLER ET COLL. 1999). Dans les fibroblastes gingivaux humains, la glycine augmente la production de PGE₂ induite par IL-1 β (RAUSCH-FAN ET COLL. 2005). Cet effet est dû à l'augmentation des niveaux d'enzyme COX-2. La glycine jouerait donc un rôle important dans le processus inflammatoire en modulant la production de médiateurs de l'inflammation dans le système parodontal local.

Cependant, les études cliniques randomisées n'ont pas réussi à montrer de différences dans la guérison gingivale à court terme après instrumentation avec des curettes ou traitement avec les aéro-polisseurs et la poudre de glycine (PETERSILKA ET COLL. 2003c; PETERSILKA ET COLL. 2003d; MOËNE ET COLL. 2010). La glycine seule n'induirait donc pas de réponse inflammatoire et n'interfererait pas de manière cliniquement significative avec la guérison parodontale.

Développement d'une busette pour l'aéro-polissage sous-gingival

1. Description et bio-tolérance

Pour étendre l'utilisation de l'aéro-polissage aux poches parodontales profondes, le système originalement développé pour le nettoyage supra-gingival a été modifié techniquement en vue de son usage sous-gingival. Dessinée par EMS (EMS Electro Medical System S.A., Nyon Suisse), la nouvelle busette (fig. 4), composée d'un matériau moins dur que la surface radiculaire et ayant une extrémité arrondie, permet un accès à la zone sous-gingivale sans risque pour la dentine et le ciment. Elle se présente sous la forme d'un long tube fin percé de 3 trous permettant son insertion dans le sulcus et la sortie horizontale

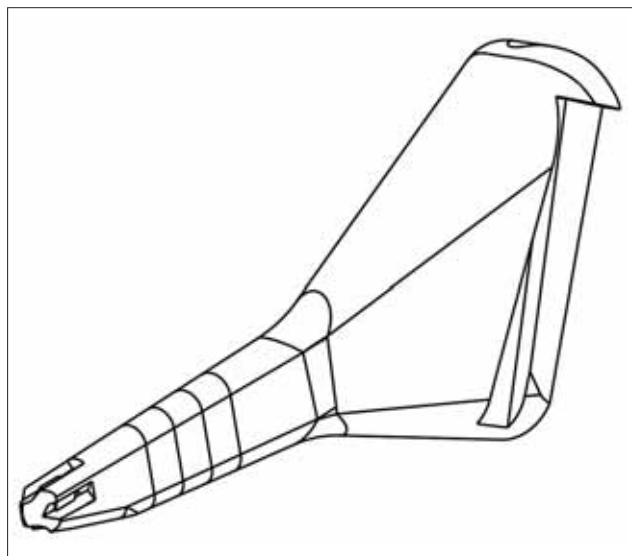


Fig. 4 Schéma de la busette pour l'aéro-polissage sous-gingival

du mélange air-poudre. L'eau, quant à elle, sort à l'extrémité de l'embout permettant de rincer la poche et d'évacuer la poudre de glycine soluble dans l'eau. Outre l'accessibilité accrue aux poches parodontales, la nouvelle busette permet d'induire une diminution de pression d'environ 1 bar réduisant encore le risque de dommages aux tissus gingivaux.

La première étude clinique randomisée (MOËNE ET COLL. 2010) testant ce nouvel embout s'est particulièrement concentrée sur les risques liés à son utilisation. Ainsi, après avoir traité 50 patients en phase de maintien, aucun effet secondaire n'a été déploré dans les sept jours qui ont suivi son application. Cliniquement ni emphysèmes ni lésions gingivales n'ont été observés confirmant les résultats des études précédentes ayant utilisé la poudre de glycine (PETERSILKA ET COLL. 2003c; PETERSILKA ET COLL. 2003d; PETERSILKA ET COLL. 2008).

2. Efficacité clinique et microbiologique à court terme

Avant que ne soit testée l'efficacité clinique de cette nouvelle busette, des tests préliminaires ont été réalisés dans la Division de Physiopathologie buccale et Parodontie de l'Université de Genève (résultats non publiés). Ces derniers ont démontré, après examens microscopiques de dents extraites, que cette nouvelle modalité de traitement avait le potentiel d'enlever la plaque sous-gingivale des surfaces radiculaires (fig. 5).

Lorsque l'aéro-polissage avec le nouvel embout a été comparé au traitement manuel avec des curettes sur des patients en phase de maintien parodontal, leur efficacité clinique respective à court terme sur les poches de 5 mm et plus a été confron-

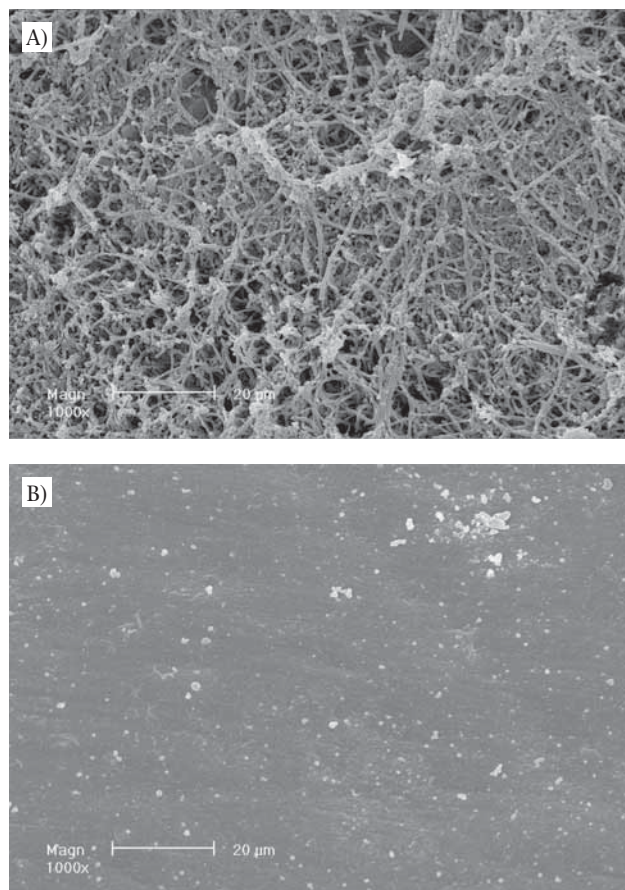


Fig. 5 Examens au microscope à balayage de la surface radiculaire de dents extraites; A) avant aéro-polissage (grossissement 1000 \times); B) après aéro-polissage (grossissement 1000 \times)

tée (tab. IV). Si les deux traitements permettaient une réduction significative du saignement au sondage (BOP) des sites traités après une semaine, le traitement conventionnel présentait un pourcentage de BOP significativement plus bas après 7 jours (MOËNE ET COLL. 2010). Cependant, les effets cliniques sur les paramètres parodontaux doivent être interprétés avec prudence dans la mesure où la guérison parodontale nécessite plus d'une semaine pour être complète. Des études cliniques comparant les deux protocoles sur le long terme sont donc nécessaires pour affiner ces résultats.

Les résultats microbiologiques issus de la même étude (MOËNE ET COLL. 2010) ont démontré une réduction significative de la charge bactérienne totale ainsi que de *Porphyromonas gingivalis* (PG), *Treponema denticola* (TD) et *Tannerella forsythia* (TF) après 7 jours uniquement pour le traitement conventionnel avec des curettes. Les réductions induites par l'aéro-polissage n'ont pas réussi à atteindre un niveau significatif pour les poches de 5 mm et plus. De même, la réduction du nombre de sites positifs à TD et TF après thérapie était plus importante après traitement conventionnel. Concernant *Aggregatibacter actinomycetemcomitans* (AA), *Fusobacterium nucleatum* (FN), *Porphyromonas gingivalis* (PG) et *Prevotella intermedia* (PI), aucune différence entre les deux traitements n'a été constatée. Comme c'est le cas pour les résultats cliniques, des études sur le long terme seraient d'un grand intérêt pour confirmer ou infirmer l'efficacité de l'aéro-polissage dans la phase de maintien parodontal.

3. Limites

La nouvelle busette, bien que permettant un meilleur accès à la zone sous-gingivale que les aéro-polisseurs traditionnels, présente néanmoins des limites d'utilisation. Premièrement le diamètre de l'embout, de par sa taille, ne permet pas une insertion aisée dans toutes les poches. En effet, les poches résiduelles, contrairement aux poches non traitées, présentent une inflammation moindre. Les tissus gingivaux sont donc moins lâches. Actuellement, réduire le diamètre de l'embout en conservant un matériau non agressif pour les surfaces radiculaires est difficile techniquement. Une destruction de la busette de l'intérieur par le flux air-poudre-eau qui y circule ne pourrait être évitée. Un autre inconvénient, rapporté par l'opérateur d'une étude récente (MOËNE ET COLL. 2009), est le manque de flexibilité de cet embout, qui empêche une bonne insertion sur les faces distales des molaires. Depuis, la buse a été modifiée pour augmenter, selon le fabricant, sa flexibilité, mais aucune étude clinique n'a encore testé cette modification. Le matériel étant en constante évolution, nous pouvons encore nous attendre à des améliorations de ce nouvel embout.

A cause de la pression de sortie diminuée et du faible pouvoir abrasif de la poudre, l'aéro-polisseur sous-gingival est incapable d'enlever le tartre qui se serait formé dans les poches parodontales. Des instruments plus agressifs, comme les curettes et les détartreurs ultrasoniques, sont nécessaires à l'ablation de ces dépôts durs. L'indication des aéro-polisseurs sous-gingivaux ne peut donc être le traitement parodontal initial. Après la phase active de la thérapie par surfaçages radiculaires, avec ou sans chirurgie, les quantités résiduelles de tartre sont cependant négligeables dans la région sous-gingivale (BUCHANAN & ROBERTSON 1987). Selon Flemmig (FLEMMIG ET COLL. 2007), seulement 4,7% des surfaces radiculaires sous-gingivales étaient encore recouvertes de dépôts calcifiés trois mois après les surfaçages. Si la plaque bactérienne sous-gingivale ne se minéralise pas pour former du tartre entre deux rendez-vous de maintien, l'aéro-polissage pourrait être spécifiquement utile pour le traitement des patients présentant des poches parodontales résiduelles

durant la phase de maintien. Cette indication est renforcée par le fait que la dentine radiculaire exposée est plus sensible et d'avantage endommagée par l'instrumentation traditionnelle.

Acceptation par le patient et durée de traitement

Une bonne acceptation par le patient, un rendement efficace et des dommages tissulaires minimum sont les prérequis essentiels d'un traitement qui doit être répété de nombreuses fois durant la vie. Cela s'applique donc à toutes les procédures qui interviennent dans la thérapie parodontale à long terme et, plus spécifiquement, aux débridements sous-gingivaux des poches parodontales résiduelles.

La perception de l'aéro-polissage sous-gingival a été évaluée dans deux études cliniques (PETERSILKA ET COLL. 2003c; MOËNE ET COLL. 2010) au moyen d'échelles visuelles analogiques (VAS) (tab. IV). Dans la première (PETERSILKA ET COLL. 2003c), le fait que l'aéro-polissage soit perçu plus confortablement que le traitement manuel conventionnel fut attribué à l'irritation gingivale moindre. En effet, les 27 patients lui ont donné une moyenne significativement plus élevée sur la VAS: 8,7 contre 4,6 (0 = pas confortable, 10 = confortable). La bonne appréciation des aéro-polisseurs peut également être due à l'obturation probable des tubulis dentinaires sur les surfaces radiculaires traitées, comme cela a été décrit dans les premières études sur cette nouvelle technologie (ATKINSON ET COLL. 1984; GALLOWAY & PASHLEY 1987; AGGER ET COLL. 2001). Dans la seconde étude (MOËNE ET COLL. 2010), ces bons résultats ont été confirmés comme en témoigne la moyenne significativement meilleure sur la VAS: 0,9 contre 2,2 (0 = absence de douleur, 10 = douleur importante). Les commentaires provenant des patients ont également favorisé l'aéro-polissage; les surfaçages étant jugés inconfortables par 20% des sujets.

L'utilisation de la poudre de glycine pour le débridement sous-gingival durant la phase de maintien parodontal offre en outre une économie substantielle de temps d'instrumentation dans la mesure où 5 s par site sont suffisantes pour enlever la plaque (PETERSILKA ET COLL. 2003c; PETERSILKA ET COLL. 2003d). Basé sur cette affirmation, il a récemment été estimé que l'aéro-polissage était trois fois plus rapide que le traitement sous-gingival avec des curettes durant la phase de maintien (MOËNE ET COLL. 2010).

Conclusion

L'ablation de la plaque sous-gingivale dans les poches résiduelles est une condition sine qua non pour le maintien à long terme des résultats du traitement parodontal. Dans ce but, de nombreuses améliorations techniques ont été apportées à l'aéro-polissage sous-gingival. Si les premiers aéro-polisseurs présentaient un risque potentiel d'endommager aussi bien les surfaces radiculaires que les tissus gingivaux, le remplacement de la poudre de bicarbonate de sodium, largement utilisée pour le nettoyage supra-gingival, par de la poudre de glycine, présentant une abrasivité moindre, a contribué à rendre ce nouveau traitement sans danger pour le patient. Par la suite, l'embout de sortie a été modifié à son tour afin de le rendre compatible avec une insertion dans les poches parodontales. La pression de sortie diminuée et la faible abrasion qui découlent de ces améliorations rendent l'aéro-polissage inefficace pour l'ablation du tartre. Ainsi le maintien parodontal représente la principale indication de cette nouvelle thérapie. Si les études ont démontré l'utilisation sans danger de l'aéro-polissage pour les poches parodontales ainsi que sa bonne acceptation et sa ra-

pidité d'utilisation, les résultats qui découlent de son utilisation à long terme sont encore inconnus. Le maintien étant une répétition de traitements que le patient va devoir suivre durant le reste de sa vie, la réaction du parodonte à l'aéro-polissage sur une longue période est un sujet qu'il faudra approfondir dans les années à venir afin de pouvoir valider cette thérapie.

Abstract

MOËNE R, DÉCAILLET F, MOMBELLI A: **Subgingival air-polishing: a comprehensive review of the literature** (en français): *Rev Mens Suisse Odontostomatol* 120: 891–901 (2010)

After completion of comprehensive periodontal therapy, the main objective is to maintain gingival tissues in a clinically healthy state. Traditional methods like curettes and ultrasonic devices used during maintenance are responsible of irreversible

hard tissue damages ensuing from repeated mechanical scraping of tooth surfaces. A new approach to clean root surfaces without inducing these damages may be the air-polishing technology. Original air-polishing systems are highly abrasive to root cementum and dentin and cannot be used safely in the subgingival area (risk of inducing hard and soft tissue lesions and emphysema).

New low abrasive powders and nozzles were designed in order to allow access to root surfaces and to permit the use of the air-polishing devices safely. Recent clinical studies have shown the short-term clinical efficacy of such devices in residual pockets and their safety when used on root surfaces. The new subgingival air-polishing devices are perceived more acceptable by the patients and are more time efficient than scaling and root planning during maintenance. Long-term studies are still lacking to prove their clinical and microbiological efficacy.

Bibliographie

- AGGER M S, HORSTED-BINDSLEV P, HOVGAARD O: Abrasiveness of an air-powder polishing system on root surfaces in vitro. *Quintessence Int* 32: 407–411 (2001)
- ALBANDAR J M, KINGMAN A: Gingival recession, gingival bleeding, and dental calculus in adults 30 years of age and older in the United States, 1988–1994. *J Periodontol* 70: 30–43 (1999)
- ATKINSON D R, COBB C M, KILLOY W J: The effect of an air-powder abrasive system on in vitro root surfaces. *J Periodontol* 55: 13–18 (1984)
- BADERSTEN A, NILVÉUS R, EGELBERG J: Effect of non-surgical periodontal therapy. II. Severely advanced periodontitis. *J Clin Periodontol* 11: 63–76 (1984)
- BADERSTEN A, NILVÉUS R, EGELBERG J: Effect of non-surgical periodontal therapy (VIII). Probing attachment changes related to clinical characteristics. *J Clin Periodontol* 14: 425–432 (1987)
- BARNES C M, RUSSELL C M, GERBO L R, WELLS B R, BARNES D W: Effects of an air-powder polishing system on orthodontically bracketed and banded teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 97: 74–81 (1990)
- BERKSTEIN S, REIFF R L, MCKINNEY J F, KILLOY W J: Supragingival root surface removal during maintenance procedures utilizing an air-powder abrasive system or hand scaling. An in vitro study. *J Periodontol* 58: 327–330 (1987)
- BLACK R: Technique for non-mechanical preparation of cavities and prophylaxis. *J Am Dent Assoc* 32: 955–965 (1945)
- BUCHANAN S A, ROBERTSON P B: Calculus removal by scaling/root planing with and without surgical access. *J Periodontol* 58: 159–163 (1987)
- CHU I, DONG Z, XU X, COCHRAN D L, EBERSOLE J L: Role of glutathione metabolism of *Treponema denticola* in bacterial growth and virulence expression. *Infect Immun* 70: 1113–1120 (2002)
- FLEMMIG T F, HETZEL M, TOPOLL H, GERSS J, HÄBERLEIN I, PETERSILKA G: Subgingival debridement efficacy of glycine powder air polishing. *J Periodontol* 78: 1002–1010 (2007)
- GALLOWAY S E, PASHLEY D H: Rate of removal of root structure by the use of the Prophy-Jet device. *J Periodontol* 58: 464–469 (1987)
- HEYMAN S N, BABAYOF I: Emphysematous complications in dentistry 1960–1993: an illustrative case and review of the literature. *Quintessence Int* 26: 535–543 (1995)
- HORNING G M, COBB C M, KILLOY W J: Effect of an air-powder abrasive system on root surfaces in periodontal surgery. *J Clin Periodontol* 14: 213–220 (1987)
- JOST-BRINKMANN P G: The influence of air polishers on tooth enamel. An in-vitro study. *J Orofac Orthop* 59: 1–16 (1998)
- KARRAS S C, SEXTON J J: Cervicofacial and mediastinal emphysema as the result of a dental procedure. *J Emerg Med* 14: 9–13 (1996)
- KONTTURI-NÄRHI V, MARKKANEN S, MARKKANEN H: The gingival effects of dental airpolishing as evaluated by scanning electron microscopy. *J Periodontol* 60: 19–22 (1989)
- KONTTURI-NÄRHI V, MARKKANEN S, MARKKANEN H: Effects of airpolishing on dental plaque removal and hard tissues as evaluated by scanning electron microscopy. *J Periodontol* 61: 334–338 (1990)
- KOZLOVSKY A, SOLDINGER M, SPERLING I: The effectiveness of the air-powder abrasive device on the tooth and periodontium: an overview. *Clin Prev Dent* 11: 7–11 (1989)
- KOZLOVSKY A, ARTZI Z, NEMCOVSKY C E, HIRSHBERG A: Effect of air-polishing devices on the gingiva: histologic study in the Canine. *J Clin Periodontol* 32: 329–334 (2005)
- LIEBENBERG W H, CRAWFORD B J: Subcutaneous, orbital, and mediastinal emphysema secondary to the use of an air-abrasive device. *Quintessence Int* 28: 31–38 (1997)
- MAHLENDORFF M: Evaluation of the relationships between abrasion and surface alterations after professional tooth cleaning. *Dtsch Zahnärztl Z* 44: 203–204 (1989)
- MISHKIN D J, ENGLER W O, JAVED T, DARBY T D, COBB R L, COFFMAN M A: A clinical comparison of the effect on the gingiva of the Prophy-Jet and the rubber cup and paste techniques. *J Periodontol* 57: 151–154 (1986)
- MOËNE R, DÉCAILLET F, ANDERSEN E, MOMBELLI A: Subgingival plaque removal using a new air-polishing device. *J Periodontol* 81: 79–88 (2010)
- MOMBER A W, KOVACEVIC R: Principles of abrasive water jet machining. Springer, London, pp. 89 (1998)
- PETERSILKA G J, BELL M, MEHL A, HICKEL R, FLEMMIG T F: Root defects following air polishing. An in vitro study on the effects of working parameters. *J Clin Periodontol* 30: 165–170 (2003a)
- PETERSILKA G J, BELL M, HABERLEIN I, MEHL A, HICKEL R, FLEMMIG T F: In vitro evaluation of novel low abrasive air polishing powders. *J Clin Periodontol* 30: 9–13 (2003b)
- PETERSILKA G J, STEINMANN D, HÄBERLEIN I, HEINECKE A, FLEMMIG T F: Subgingival plaque removal in buccal and lingual sites using a novel low abrasive air-polishing powder. *J Clin Periodontol* 30: 328–333 (2003c)
- PETERSILKA G J, TUNKEL J, BARAKOS K, HEINECKE A, HÄBERLEIN I, FLEMMIG T F: Subgingival plaque removal at interdental sites using a low abrasive air polishing powder. *J Periodontol* 74: 307–311 (2003d)
- PETERSILKA G J, PFARRER A M, HÄBERLEIN I: Bovine Dentin Air-Polishing Study with a Glycine Based Prophy Powder. *J Dent Res* 86 Spec Iss A: 2215 (2007)
- PETERSILKA G J, FAGGION C M JR, STRATMANN U, GERSS J, EHMKE B, HÄBERLEIN I, FLEMMIG T F: Effect of glycine powder air-polishing on the gingiva. *J Clin Periodontol* 35: 324–332 (2008)
- RABBANI G M, ASH M M JR, CAFFESSE R G: The effectiveness of subgingival scaling and root planning in calculus removal. *J Periodontol* 52: 119–123 (1981)

- RAMAGLIA L, SBORDONE L, CIAGLIA R N, BARONE A, MARTINA R:** A clinical comparison of the efficacy and efficiency of two professional prophylaxis procedures in orthodontic patients. *Eur J Orthodont* 21: 423–428 (1999)
- RAUSCH-FAN X, ULM C, JENSEN-JAROLIM E, SCHEDELE A, BOLTZ-NITULESCU G, RAUSCH W D, MATEJKA M:** Interleukin-1 β -induced Prostaglandin E2 production by human gingival fibroblasts is up-regulated by glycine. *J Periodontol* 76: 1182–1188 (2005)
- SERINO G, ROSLING B, RAMBERG P, SOCRANSKY S S, LINDHE J:** Initial outcome and long-term effect of surgical and non-surgical treatment of advanced periodontal disease. *J Clin Periodontol* 28: 910–916 (2001)
- SPITTLER A, REISSNER C M, OEHLER R, GORNIKIEWICZ A, GRUENBERGER T, MANHART N, BRODOWICZ T, MITTLBOECK M, BOLTZ-NITULESCU G, ROTH E:** Immunomodulatory effects of glycine on LPS-treated monocytes: reduced TNF-alpha production and accelerated IL-10 expression. *Faseb J* 13: 563–571 (1999)
- SYRJANEN S, PIIRONEN P, MARKKANEN H:** Free amino acid content of wax-stimulated human whole saliva as related to periodontal disease. *Arch Oral Biol* 32: 607–610 (1987)
- TUNKEL J, HEINECKE A, FLEMMIG T F:** A systematic review of efficacy of machine-driven and manual subgingival debridement in the treatment of chronic periodontitis. *J Clin Periodontol* 29 Suppl 3: 72–81 (2002)
- VAN DER WEIJDEN G A, TIMMERMAN F A:** A systematic review on the clinical efficacy of subgingival debridement in the treatment of chronic periodontitis. *J Clin Periodontol* 29 Suppl 3: 55–71 (2002)
- VON TROIL B, NEEDLEMAN I, SANZ M:** A systematic review of the prevalence of root sensitivity following periodontal therapy. *J Clin Periodontol* 29 Suppl 3: 173–177 (2002)
- WADDINGTON R J, EMBERY G, SMITH A J:** Immunochemical detection of the proteoglycans decorin and biglycan in human gingival crevicular fluid from sites of advanced periodontitis. *Arch Oral Biol* 43: 287–295 (1998)
- WEAKS L M, LESCHER N B, BARNES C M, HOLROYD S V:** Clinical evaluation of the Prophy-Jet as an instrument for routine removal of tooth stain and plaque. *J Periodontol* 55: 486–488 (1984)
- WENNSTRÖM J L, DAHLÉN G, GRÖNDAHL K, HEJL L:** Periodic subgingival antimicrobial irrigation of periodontal pockets. II. Microbiological and radiographical observations. *J Clin Periodontol* 14: 573–580 (1987)
- WILLMANN D E, NOELING B K, JOHNSON W N:** The new prophylaxis instrument. Effect on enamel alterations. *J Am Dent Assoc* 101: 923–925 (1980)
- ZAPPA U, SMITH B, SIMONA C, GRAF H, CASE D, KIM W:** Root substance removal by scaling and root planing. *J Periodontol* 62: 750–754 (1991)

