

# Étude pilote sur les techniques de réduction de l'émail

• P. Emile Rossouw, BSc, BChD, BChD (Hons), MChD (Ortho), PhD, FRCD(C) •  
• Andrew Tortorella, BSc, DDS •

## S o m m a i r e

**Objectif :** Tester et décrire divers traitements alliant des procédés mécaniques et chimiques de réduction de l'émail en vue d'obtenir une surface lisse.

**Méthodologie :** Des dents de bovins (traitement de 2 surfaces sur chacune des 32 dents) ont été utilisées. Les dents ont été montées sur des blocs de plâtre, retenus à l'aide d'un étai. Les zones de contact mésiodistales de l'émail ont été réduites en combinant divers procédés mécaniques et chimiques. La largeur mésiodistale de chaque dent a été mesurée à l'aide d'un compas numérique, d'abord après la réduction initiale, puis après le polissage. Les dents ont ensuite été préparées et montées en vue d'un examen par microscopie électronique à balayage.

**Résultats :** Toutes les combinaisons de traitements ont entraîné une réduction statistiquement significative ( $p < 0,05$ ) de l'émail. Un émail d'une surface particulièrement lisse a été obtenu en combinant le mordantage à l'acide aux procédés mécaniques.

**Conclusions :** Des mesures doivent être prises pour s'assurer que la surface de l'émail demeure lisse après la réduction et le polissage. Il est recommandé à cette fin d'utiliser des agents de mordantage classiques durant le polissage. Enfin, même si la réduction de l'émail peut accroître l'espace disponible, il convient d'évaluer avec soin la quantité d'émail qui peut être enlevée sans entraîner de conséquences néfastes.

**Mots clés MeSH :** dental enamel/surgery; malocclusion/surgery; orthodontics, corrective/methods

© J Can Dent Assoc 2003; 69(6):384-8  
Cet article a fait l'objet d'une révision par des pairs.

La réduction de l'émail interdentaire est une technique très polyvalente qui peut être utilisée seule pour modeler la surface d'une dent, ou comme traitement d'appoint combiné à d'autres traitements restaurateurs, prothétiques et orthodontiques.

La présente étude pilote avait pour but de tester et de décrire des traitements combinant divers procédés mécaniques et chimiques de réduction de l'émail en vue d'obtenir une surface lisse, puis d'évaluer dans quelle mesure l'émail des dents de bovins demeure lisse après l'application de ces différentes méthodes.

### Matériel et méthodes

Des dents de bovins ont été utilisées pour cette étude, car ces dents sont facilement disponibles; de plus, l'émail des dents de bovins est un substitut acceptable pour les recherches sur l'émail des dents humaines<sup>1,2</sup>, car les caractéristiques histo-chimiques de toutes les dents de mammifères semblent essentiellement similaires<sup>3</sup>. Dans le cadre de la présente étude, les faces

mésiale et distale de 32 dents de bovins ont été examinées (au total, 64 surfaces). La pulpe de chaque dent a été extraite par des moyens mécaniques, puis les dents ont été montées sur des blocs de plâtre pour simuler une arcade dentaire. Les blocs ont ensuite été maintenus à l'aide d'un étai pour en assurer la stabilité, et on a procédé à la réduction des zones de contact mésiodistales de l'émail, au moyen de divers traitements alliant des procédés mécaniques et chimiques (**tableau 1**).

Divers procédés mécaniques de réduction ont été utilisés, notamment des pièces à main Midwest à haute et basse vitesses (Midwest Dental Products Corp., Des Plaines, Illinois.) munies de fraises au carbure de tungstène à 16 lames (Brasseler, Savannah, Géorgie), des fraises diamantées extra-fines (Brasseler), des disques diamantés (Brasseler) et des bandes diamantées Lightning (Moyco Union Broach, York, Pennsylvanie). Après le meulage, les surfaces de l'émail ont été polies avec des disques de polissage extra-minces Sof-Lex 3M fixés à des mandrins (3M Dental Products, St. Paul, Minnesota), puis avec des bandelettes de finition Sof-Lex 3 M (à base d'oxyde

**Tableau 1** Résultats des techniques de réduction de l'émail interdentaire (moyenne  $\pm$  écart-type de 9 mesures pour chaque méthode)

Méthode	Perte d'émail après la réduction initiale (mm) (RI)	Perte d'émail après le polissage (mm) (P)	Réduction de l'émail par polissage seulement (mm) (P - RI)
FT + D	0,17 $\pm$ 0,02	0,38 $\pm$ 0,08	0,21 $\pm$ 0,06
FT + B	0,44 $\pm$ 0,06	0,54 $\pm$ 0,01	0,10 $\pm$ 0,06
FT + D + Ph	0,03 $\pm$ 0,04	0,07 $\pm$ 0,03	0,04 $\pm$ 0,02
FT + D + M	0,51 $\pm$ 0,04	0,64 $\pm$ 0,05	0,13 $\pm$ 0,03
FT + D + Pr	0,55 $\pm$ 0,05	0,64 $\pm$ 0,02	0,09 $\pm$ 0,06
FT + B + Ph	0,44 $\pm$ 0,09	0,67 $\pm$ 0,03	0,23 $\pm$ 0,06
FT + B + M	0,29 $\pm$ 0,06	0,42 $\pm$ 0,03	0,13 $\pm$ 0,08
FT + B + Pr	0,17 $\pm$ 0,06	0,16 $\pm$ 0,09	-0,01 $\pm$ 0,06
BD + D	0,19 $\pm$ 0,12	0,24 $\pm$ 0,06	0,06 $\pm$ 0,07
BD + B	0,15 $\pm$ 0,04	0,14 $\pm$ 0,09	-0,01 $\pm$ 0,09
BD + D + Ph	0,22 $\pm$ 0,11	0,27 $\pm$ 0,07	0,05 $\pm$ 0,18
BD + D + M	0,08 $\pm$ 0,08	0,19 $\pm$ 0,05	0,11 $\pm$ 0,07
BD + D + Pr	0,17 $\pm$ 0,15	0,33 $\pm$ 0,16	0,16 $\pm$ 0,03
BD + B + Ph	0,22 $\pm$ 0,02	0,26 $\pm$ 0,02	0,04 $\pm$ 0,02
BD + B + M	0,08 $\pm$ 0,01	0,17 $\pm$ 0,06	0,09 $\pm$ 0,07
BD + B + Pr	0,08 $\pm$ 0,03	0,14 $\pm$ 0,02	0,06 $\pm$ 0,01
FD + D	0,39 $\pm$ 0,04	0,53 $\pm$ 0,03	0,14 $\pm$ 0,03
FD + B	0,24 $\pm$ 0,12	0,38 $\pm$ 0,12	0,13 $\pm$ 0,01
FD + D + Ph	0,28 $\pm$ 0,11	0,38 $\pm$ 0,08	0,10 $\pm$ 0,05
FD + D + M	0,28 $\pm$ 0,09	0,49 $\pm$ 0,04	0,21 $\pm$ 0,12
FD + D + Pr	0,09 $\pm$ 0,12	0,02 $\pm$ 0,07	-0,07 $\pm$ 0,05
FD + B + Ph	0,34 $\pm$ 0,11	0,45 $\pm$ 0,11	0,11 $\pm$ 0,09
FD + B + M	0,37 $\pm$ 0,04	0,40 $\pm$ 0,05	0,03 $\pm$ 0,01
FD + B + Pr	0,39 $\pm$ 0,04	0,59 $\pm$ 0,06	0,20 $\pm$ 0,02
DD + D	0,22 $\pm$ 0,06	0,34 $\pm$ 0,08	0,12 $\pm$ 0,07
DD + B	0,16 $\pm$ 0,06	0,22 $\pm$ 0,05	0,05 $\pm$ 0,05
DD + D + Ph	0,23 $\pm$ 0,03	0,39 $\pm$ 0,01	0,16 $\pm$ 0,03
DD + D + M	0,01 $\pm$ 0,12	0,14 $\pm$ 0,03	0,13 $\pm$ 0,11
DD + D + Pr	0,43 $\pm$ 0,07	0,62 $\pm$ 0,08	0,19 $\pm$ 0,04
DD + B + Ph	0,56 $\pm$ 0,09	0,74 $\pm$ 0,09	0,18 $\pm$ 0,16
DD + B + M	0,36 $\pm$ 0,09	0,43 $\pm$ 0,03	0,07 $\pm$ 0,07
DD + B + Pr	0,28 $\pm$ 0,12	0,43 $\pm$ 0,01	0,15 $\pm$ 0,12

FT = fraise au carbure de tungstène; D = disques de polissage 3M; B = bandes de polissage 3M; Ph = acide phosphorique à 35 %; M = acide maléique à 10 %; Pr = trousse de micro-abrasion Prema; BD = bande diamantée (Lightning); FD = fraise diamantée; DD = disque diamanté.

d'aluminium à grains moyen et grossier et à grains fin et super-fin) (3M Dental Products); dans certains groupes, ces procédés chimiques ont été combinés à l'application de solutions de mordantage. Les produits chimiques de mordantage suivants ont été utilisés : gel de mordantage Transbond XT contenant 35 % d'acide phosphorique (3M Dental Products), agent de mordantage Scotchbond Multi-Purpose contenant 10 % d'acide maléique (3M Dental Products) et trousse de micro-abrasion Prema qui contient une poudre abrasive dans un gel hydrosoluble combiné à de l'acide chlorhydrique peu concentré (Premier Dental Products, King of Prussia, Pennsylvanie). Les surfaces de l'émail ont été rincées à l'eau distillée pendant 60 secondes, après l'application des composés acides.

Trois mesures de la largeur mésiodistale ont été prises pour chaque dent, avant chaque méthode de réduction de l'émail. Au total, 32 méthodes de réduction de l'émail ont été évaluées, et chacune a été répétée 9 fois, pour un total de 288 observations. Les mesures ont été prises à l'aide d'un compas numérique (Mitutoyo Corporation, Kawasaki, Japon) étalonné à 0,01 mm près, d'abord après la réduction initiale de l'émail

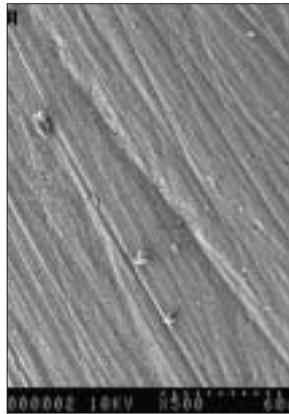
puis, à nouveau, après le polissage. Les pointes du compas ont été bien affûtées afin que les mesures soient les plus exactes possibles (ill. 1).

La largeur mésiodistale moyenne, avant la réduction de l'émail et après le polissage, a été déterminée, et ces mesures ont servi aux analyses statistiques. Après le meulage, les dents ont été plongées dans de l'éthanol à 100 % pendant une semaine, puis elles ont été laissées à sécher à l'air pour éliminer toute l'humidité. Chaque dent a été montée sur une tige d'aluminium pour examen sous microscope électronique à balayage (MEB) et vaporisée d'une couche de 3 nm de platine, dans un dispositif d'enrobage Polaron E 5100 (Quorum Technologies, East Sussex, Angleterre). Les échantillons ont ensuite été examinés à l'aide d'un microscope électronique à balayage (Hitachi S-2500, Mito, Japon), à une tension de fonctionnement de 10 kV, et les images ont été photographiées à un grossissement de 100  $\times$  et 500  $\times$  pour faciliter la description.

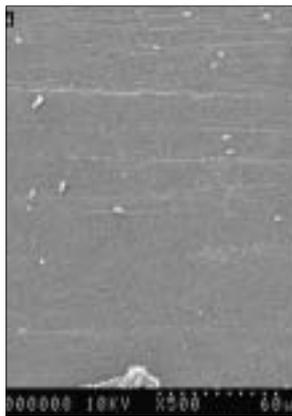
Enfin, les données ont été analysées au moyen des tests de statistique descriptive et du test de comparaisons multiples de Duncan, au niveau de signification  $p < 0,05$ .



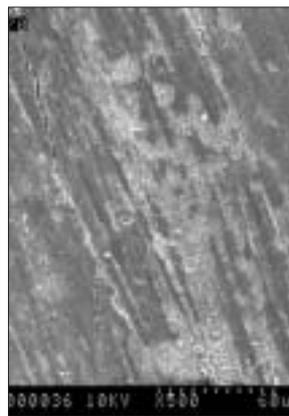
**Illustration 1 :** Compas numérique fournissant des mesures à 0,01 mm près.



**Illustration 2a :** Dent de bovin après réduction de l'émail avec une fraise au carbure de tungstène à 16 lames et des disques de polissage 3M.



**Illustration 2b :** Dent de bovin après réduction de l'émail avec une fraise au carbure de tungstène à 16 lames et des disques de polissage 3M, et application d'acide maléique à 10 %.



**Illustration 2c :** Dent de bovin après réduction de l'émail avec une fraise au carbure de tungstène à 16 lames et des disques de polissage 3M, combinés à une trousse de micro-abrasion Prema.

## Résultats

Le **tableau 1** présente les différences dans la surface de l'émail, après la réduction initiale et le polissage. Aucune différence significative n'a été observée entre les divers groupes (test de comparaisons multiples de Duncan,  $p > 0,05$ ). Par contre, des différences statistiquement significatives ont été décelées entre les mesures initiales et finales ( $p < 0,05$ ), et ce avec toutes les méthodes, ce qui signifie que toutes les méthodes utilisées ont eu pour effet de réduire la couche d'émail sur ces dents de bovins.

Les **ill. 2** et **3** indiquent les résultats obtenus avec les diverses techniques, y compris le polissage à l'acide. Ces images obtenues par MEB montrent que l'utilisation d'acides durant le polissage de l'émail, après le meulage initial, permet d'obtenir une surface plus lisse, et plus particulièrement les acides maléique et phosphorique (**ill. 2b, 3b et 3c**) qui ont donné des résultats comparables; les surfaces sont aussi devenues plus lisses avec la trousse de micro-abrasion Prema, mais celle-ci a laissé des sillons visibles dans l'émail (**ill. 2c et 3d**).

## Discussion

La réduction de l'émail interdentaire, également désignée meulage ou amincissement de l'émail, est une technique bien connue qui est fréquemment utilisée durant un traitement orthodontique. Selon certains, cette technique favoriserait un meilleur alignement et une meilleure occlusion des dents, en plus de simplifier le maintien à long terme de l'alignement<sup>4-8</sup>.

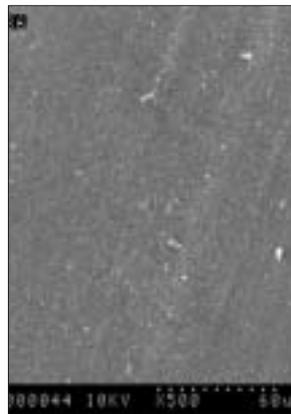
Dans l'étude présentée ici, les surfaces de l'émail des dents de bovins ont été soumises à des traitements de réduction conservateurs combinant diverses techniques et matériaux orthodontiques de meulage et de finition; la quantité d'émail ainsi enlevée a été mesurée, puis la surface de l'émail a été examinée par MEB. Les résultats obtenus montrent que, même lorsque les dents ont été polies avec les bandelettes de finition les plus fines, il a été impossible d'obtenir un émail exempt de sillons, ceux-ci étant formés par l'abrasion initiale causée par les méthodes de réduction grossières. Ce même phénomène a été observé par des chercheurs faisant des études sur l'émail de dents humaines<sup>9-11</sup>. Or, ces sillons peuvent favoriser la rétention de la plaque<sup>12-14</sup>, et il semble que l'utilisation de la soie dentaire ne puisse empêcher l'accumulation de plaque dans le fond de ces sillons qui se creusent dans la face proximale de l'émail, durant la réduction mécanique<sup>10</sup>. Il y a donc création

d'un cercle vicieux et risques de décalcification, de gingivite et de carie – des problèmes qui peuvent se manifester seuls ou en association<sup>15</sup>. Le meulage de l'émail par des disques diamantés, des fraises ou des bandelettes de finition demeure un sujet controversé. Cependant, même si les lésions qui se forment à la surface de l'émail par les instruments peuvent prédisposer le patient à la carie et aux maladies parodontales<sup>12-14</sup>, les orthodontistes n'estiment pas pour l'instant que la réduction de l'émail interdentaire pose problème. Il est toutefois recommandé de mettre au point une technique qui permette d'obtenir une surface lisse après la réduction de l'émail, de manière à prévenir les lésions iatrogènes.

Il est fréquent de procéder au refaçonnement des zones de contact proximales dans la région antérieure, pour corriger un problème de chevauchement<sup>4-8,16,17</sup> et stabiliser l'arcade dentaire<sup>18</sup>. Cette approche thérapeutique viendrait, semble-t-il, d'une observation voulant que les populations autochtones et préhistoriques présentaient en général non seulement une usure occlusale des dents<sup>19,20</sup>, mais aussi une usure proximale<sup>19,21</sup>. Comme il semblait impossible



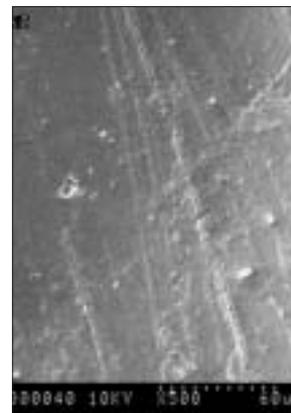
**Illustration 3a :** Dent de bovin après réduction de l'émail avec un disque diamanté et des disques de polissage 3M.



**Illustration 3b :** Dent de bovin après réduction de l'émail avec un disque diamanté et des disques de polissage 3M, et application d'acide phosphorique à 35 %.



**Illustration 3c :** Dent de bovin après réduction de l'émail avec un disque diamanté et des disques de polissage 3M, et application d'acide maléique à 10 %.



**Illustration 3d :** Dent de bovin après réduction de l'émail avec un disque diamanté et des disques de polissage 3M, combinés à une trousse de micro-abrasion Prema.

d'obtenir artificiellement des surfaces parfaitement polies, on en est venu à éviter la réduction et à accepter qu'un léger chevauchement soit un phénomène naturel<sup>22</sup>. La réduction a toutefois sa place en pratique clinique et, de fait, elle gagne rapidement en popularité pour corriger de légères anomalies au niveau de la longueur d'arcade. Elle n'est habituellement pratiquée que dans le segment antérieur inférieur, où il y a rarement formation de carie, quoiqu'il ait récemment été proposé d'étendre ce traitement aux prémolaires et aux molaires<sup>5</sup> pour créer de l'espace dans l'arcade dentaire, cette méthode pouvant créer autant d'espace que l'extraction des prémolaires. L'étude in vitro présentée ici confirme que l'émail peut être enlevé avec succès par une variété de méthodes (tableau 1). Cependant, comme l'étude menée par Radlanski et coll.<sup>10</sup> indique que la réduction cause l'accumulation de plaque, il convient de faire une évaluation soignée, afin de déterminer s'il vaut mieux procéder à la réduction, malgré les risques de lésions à de multiples surfaces, que de privilégier l'extraction ou d'autres techniques d'espacement. Les images obtenues par MEB dans le cadre de la présente étude montrent

clairement que la surface de l'émail deviendra rugueuse si elle n'est pas polie (ill. 2 et 3).

Le profil de surface obtenu par mordantage semble en outre avoir une incidence sur la résistance d'adhésion des résines dentaires. Selon Denys et Retief<sup>23</sup>, toutefois, il est impossible d'évaluer la capacité de rétention des résines sur la base uniquement du profil de mordantage – une observation apparemment confirmée par Carstensen<sup>24</sup>. Des concentrations d'acide phosphorique supérieures à 27 % environ produisent du monohydrate de phosphate monocalcique, tandis qu'un acide phosphorique d'une concentration inférieure à 27 % libérera du dihydrate de phosphate dicalcique<sup>25</sup>. Le premier est un composé qui se dissout facilement et qui serait complètement éliminé en situation clinique; le deuxième est moins soluble, ce qui semble être un inconvénient des acides peu concentrés, dont la capacité de rétention des résines est moindre. Par contre, la perte globale d'émail superficiel, lequel est particulièrement riche en fluorure<sup>26</sup>, est probablement moindre lorsque le mordantage se fait avec de l'acide phosphorique à 2 % ou 5 % plutôt qu'avec une solution à 40 %<sup>27-30</sup>. De même, il semble que l'acide moins concentré pénètre moins en profondeur dans l'émail<sup>31</sup>. Donc, l'utilisation d'acides peu concentrés pourrait diminuer le risque de

décalcification de l'émail, près des attaches orthodontiques. C'est pourquoi, des acides peu concentrés ont été utilisés pour le meulage ou le polissage, dans cette étude.

Des études par microscopie photonique ayant démontré qu'il est impossible de bien polir la surface d'un émail ayant subi un traitement abrasif<sup>22</sup>, les auteurs de la présente étude ont voulu tester la réduction à l'acide et ils ont eu recours au MEB pour évaluer les différences entre le polissage, avec et sans acide (ill. 2 et 3). On sait également que l'émail rendu rugueux artificiellement résiste moins à la pénétration du tampon lactate<sup>32</sup> et qu'il faut procéder à un traitement prolongé au fluorure après la réduction de l'émail<sup>9,33</sup>.

## Conclusions

La réduction de l'émail interdentaire est un important traitement orthodontique d'appoint. Le clinicien doit toutefois prendre des mesures pour s'assurer que la surface de l'émail reste lisse après l'application des techniques de polissage décrites ici, pour ainsi éliminer les effets négatifs du traitement abrasif. Il est par ailleurs recommandé d'intégrer l'utilisation d'agents de mordantage classiques, comme ceux utilisés en

orthodontie, durant la réduction de l'émail par polissage. Une digue peut être mise en place lorsque des produits acides sont utilisés durant le polissage, pour éviter toute irritation additionnelle de la gencive. Ce dernier point n'a toutefois qu'une importance mineure, puisque des acides similaires sont habituellement utilisés pour la liaison des boîtiers.

Étant donné l'importance qui est accordée actuellement aux traitements sans extraction en orthodontie, la réduction de l'émail apparaît comme une technique qui peut accroître l'espace disponible dans la dentition; il importe cependant d'évaluer avec soin la quantité d'émail qui peut être enlevée sans avoir de conséquences néfastes. Enfin, la réduction devrait intégrer les meilleures techniques possibles de finition de l'émail interdentaire, pour satisfaire aux exigences biologiques de la cavité buccale. ♦

**Remerciements :** Nous aimerions remercier les personnes et sociétés suivantes pour leur contribution à cette étude : Adele Csima (statistiques); Bob Cbernecky (images par microscope électronique à balayage); Rita Bauer (photographie); 3M Dental Products, St. Paul (Minnesota) et Premier Dental Products, King of Prussia (Pennsylvanie) (matériaux).

Le Dr Rossouw est professeur et directeur de clinique, Collège de médecine dentaire Baylor, Dallas (Texas).

Le Dr Tortorella exerce dans un cabinet privé à Niagara Falls (Ontario).

Écrire au : Dr P. Emile Rossouw, professeur et directeur de clinique, Collège de médecine dentaire Baylor, 3302, av. Gaston, Dallas (Texas) 75246, É.-U. Courriel : Erossouw@tambcd.edu.

Les auteurs n'ont aucun intérêt financier déclaré dans la ou les sociétés qui fabriquent les produits mentionnés dans cet article.

## Références

- Ibsen RL, Neville K. Adhesive restorative dentistry. Toronto: WB Saunders Company; 1974.
- Smith HZ, Casko JS, Leinfelder KE, Utley JD. Comparison of orthodontic bracket bond strengths: human vs bovine enamel. *J Dent Res* (IADR Abstracts) 1976; 55:B153 (abstract 367).
- Leicester HM. Biochemistry of the teeth. St. Louis: CV Mosby Co; 1949. p. 13–102.
- Betteridge MA. The effects of interdental stripping on the labial segments evaluated one year out of retention. *Brit J Orthod* 1981; 8(4):193–7.
- Sheridan JJ. Air-rotor stripping. *J Clin Orthod* 1985; 19(1):43–59.
- Alexander RG, Sinclair PM, Goates LJ. Differential diagnosis and treatment planning for the adult nonsurgical orthodontic patient. *Am J Orthod* 1986; 89(2):95–112.
- Tuverson DL. Anterior interocclusion relations. Part I. *Am J Orthod* 1980; 78(4):361–70.
- Tuverson DL. Anterior interocclusion relations. Part II. *Am J Orthod* 1980; 78(4):371–93.
- Joseph VP, Rossouw PE, Basson NJ. Orthodontic microabrasive reproximation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1992; 102(4):351–9.
- Radlanski RJ, Jäger A, Schweska R, Bertzbach F. Plaque accumulations caused by interdental stripping. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1988; 94(5):416–20.
- Thordarson A, Zachrisson BU, Mjör IA. Remodeling of canines to the shape of lateral incisors by grinding: a long-term clinical and radiographic evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1991; 100(2):123–32.
- Arends J, Christoffersen J. The nature of early carious lesions in enamel. *J Dent Res* 1986; 65(1):2–11.
- Saxton CA. Scanning electron microscope study of the formation of dental plaque. *Caries Res* 1973; 7(2):102–19.
- Heath JR, Wilson HJ. Surface roughness of restorations. *Br Dent J* 1976; 140(4):131–7.
- Twesme DA, Firestone AR, Heaven TJ, Feagin FF, Jacobson A. Air-rotor stripping and enamel demineralization in vitro. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1994; 105(2):142–52.
- Bolton WA. Disharmony in tooth size and its relation to the analysis and treatment of malocclusion. *Angle Orthod* 1958; 28(3):113–30.
- Ward AW. Reducing mandibular incisal arc. *Acad Rev* 1955; 3:59–65.
- Moore AW. The mechanisms of adjustment to wear and accident in the dentition and the periodontium. *Angle Orthod* 1956; 26(1):50–7.
- Begg PR. Stone age man's dentition. *Am J Orthod* 1954; 40(4):298–312.
- Hinton RJ. Form and patterning of anterior tooth wear among aboriginal human groups. *Am J Phys Anthropol* 1981; 54(4):555–64.
- Wolpoff MH. Interstitial wear. *Am J Phys Anthropol* 1971; 34(2):205–28.
- Hudson AL. A study of the effects of mesiodistal reduction of mandibular anterior teeth. *Am J Orthod* 1956; 42:615–24.
- Denys FR, Retief DH. Variations in enamel etching patterns produced by different concentrations phosphoric acid. *J Dent Assoc S Afr* 1982; 37(3):185–9.
- Carstensen W. The effects of different phosphoric acid concentrations on surface enamel. *Angle Orthod* 1992; 62(1):51–8.
- Chow LC, Brown WE. Phosphoric acid conditioning of teeth for pit and fissure sealants. *J Dent Res* 1973; 52(2):1158.
- Brudevold F, Gardner DE, Smith FA. The distribution of fluoride in human enamel. *J Dent Res* 1956; 35(3):420–9.
- Manson-Rahemtulla B, Retief DH, Jamison HC. Effect of concentrations of phosphoric acid on enamel dissolution. *J Prosthet Dent* 1984; 51(4):495–8.
- Takeya M. Effect of acid etching on the human tooth enamel: improvement of its clinical application. *Dent Mater J* 1984; 3(2):220–45.
- Zidan O, Hill G. Phosphoric acid concentration: enamel surface loss and bonding strength. *J Prosthet Dent* 1986; 55(3):388–92.
- Legler LR, Retief DH, Bradley EL. Effects of phosphoric acid concentration and etch duration on enamel depth of etch: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990; 98(2):154–60.
- Soetopo, Beech DR, Hardwick JL. Mechanism of adhesion of polymers to acid-etched enamel. *J Oral Rehabil* 1978; 5(1):69–80.
- Kapur KK, Fischer E, Manly RS. Effect of surface alteration on the permeability of enamel to a lactate buffer. *J Dent Res* 1961; 40(6):1174–82.
- Rogers GA, Wagner MJ. Protection of stripped enamel surfaces with topical fluoride application. *Am J Orthod* 1969; 56(5):551–9.