

PathFile™ : une nouvelle série d'instruments rotatifs en nickel titane pour l'exploration canalaire mécanisée.

Mots clés :

PathFile™
Glide path
Nickel-titane
Pré-instrumentation
Préparation canalaire



The PathFile™: a new series of rotary nickel titanium instruments for mechanical pre-flaring and creating the glide path.

Keywords:

PathFile™
Glide path
Nickel-titane
Pre-flaring
Canal preparation

Arnaldo CASTELLUCCI*, Giuseppe CANTATORE*, Elio BERUTTI*.

* MD, DDS.

résumé Le concept de vacuité canalaire reste essentiel pendant toute la préparation canalaire. L'utilisation des nickel-titane, et de la rotation continue n'échappe pas à la règle. Ces nouveaux instruments : les PathFile™ vont permettre, dès la préparation initiale une « pré-mise en forme » adéquate à la diminution des contraintes imprimées aux instruments. Elle mettra le praticien à l'abri des fractures, des butées et des déviations foraminales, dans le parfait respect des objectifs endodontiques.

abstract The concept of canal patency remains essential during all steps of canal preparation. The use of rotary nickel-titanium instruments and continuous rotation is no exception to the rule. The presented new instruments, PathFile™, are used as soon as the initial preparation to create "pre-flaring" thus decreasing stress transmitted to the used rotary instruments. In respect to endodontic objectives, fractures of instruments, ledges and foramen transportations can then be avoided.



Les instruments rotatifs en NiTi ont révolutionné l'endodontie. Ils ont rendu accessible à tous les praticiens, même les moins expérimentés, la possibilité de réaliser une mise en forme conique en harmonie avec l'anatomie initiale et d'améliorer le pronostic même dans les cas les plus complexes. De nombreuses études *in vitro* (Bishop et Dummer, 1997 ; Tasdemir et coll., 2005) et *in vivo* (Pettiette et coll., 1999 ; Sonntag et coll., 2003) ont clairement montré la supériorité de l'alliage nickel titane sur l'acier. En effet, les canaux les plus courbes peuvent être instrumentés sans risque de créer un épaulement ni de redresser le trajet canalaire. D'autres études (Schäfer et coll., 2004 ; Sonntag et coll., 2003) ont montré que, avec le nickel titane, les praticiens inexpérimentés obtiennent de meilleurs résultats qu'avec les instruments en acier. Cependant, l'utilisation du nickel titane présente un sérieux inconvénient, car le risque de fracture des instruments est bien supérieur à celui des instruments en acier (Suter et coll., 2005). L'influence de nombreux facteurs sur la fracture instrumentale a largement été étudiée et il est actuellement démontré que la fracture dépend fréquemment de la torsion (Sattapan et coll., 2000 ; Cheung et coll., 2005) et du stress à la flexion de l'instrument (Turpin et coll., 2001 ; Berutti et coll., 2003 ; Pruett et coll., 1997 ; Berutti et Cantatore, 2006).

Le stress à la flexion dépend essentiellement de l'anatomie originale du canal, du rayon de courbure du canal, de la vitesse de rotation, de la flexibilité de l'instrument, de la présence d'interférences intra-canales, des changements de trajectoire abrupte comme, par exemple, ceux rencontrés dans les canaux qui se rejoignent. Le praticien a finalement peu de marge de manœuvre pour anticiper ce type de stress.

Le stress à la torsion dépend, quant à lui, de nombreux facteurs : la zone de contact entre les lames de l'instrument et les parois du canal, la pression de l'opérateur sur le contre angle, le diamètre de la section de l'instrument et celui de la lumière du canal instrumenté. Il dépend également de la conicité, du diamètre de la pointe de l'instrument, de la portion de l'instrument sujette à la torsion, de la résistance intrinsèque de l'instrument (liée au *design* et à sa section transversale), du *design* de ses lames, et enfin de la torsion appliquée à l'instrument (Peters 2004 ; Berutti et Cantatore, 2006).

En résumé, la fracture apparaît si la section du canal est plus petite que celle de la pointe de l'instrument qui ne peut pas couper la dentine, induisant alors le blocage de sa pointe. Ce blocage est immédiatement suivi d'une déformation plastique et de la fracture de l'instrument.

L'analyse des instruments en nickel titane fracturés à cause de la torsion montre que la plupart des fractures se produisent dans les derniers millimètres de l'instru-

Rotary NiTi instruments have revolutionised endodontics, allowing even the less experienced dentist to create perfectly truncated-conical shaping in harmony with the original anatomy, and improving the prognosis even of the most complex cases. Many *in vitro* (Bishop and Dummer, 1997; Tasdemir et al., 2005) and *in vivo* (Pettiette et al., 1999 ; Sonntag et al., 2003) studies show quite clearly that the nickel-titanium alloy is greatly superior to stainless steel, since with NiTi instruments even canals with very accentuated curvatures can safely be shaped without the risk of creating ledges or of straightening the original curves. Numerous studies (Schäfer et al., 2004; Sonntag et al., 2003) have shown that, with the use of NiTi, even the inexperienced dentist can obtain better results than by using stainless steel. However, the use of NiTi has one serious drawback, in that it carries a higher risk of the instrument's breakage compared to stainless steel (Suter et al., 2005). The influence of various factors on breakage of rotary NiTi instruments has been extensively studied and it has been found that breakage usually depends on torsional (Sattapan et al., 2000; Cheung et al., 2005) and on bending stresses (Turpin et al., 2001; Berutti et al., 2003; Pruett et al., 1997; Berutti and Cantatore, 2006).

Bending stress essentially depends on the original canal anatomy, on the radius of curvature of the canal, the speed of rotation and the flexibility of the instrument, the presence of intra-canal interferences, sharp changes of trajectory, as for example occurs in the case of merging root canals. The endodontist can do very little to reduce this type of stress.

Torsional stress depends on numerous factors: the area of contact between the instrument blade and the canal walls, the pressure the operator exercises on the handpiece, the diameter of the instrument section and that of the lumen of the canal in which it is working, the taper, the diameter of the tip of the instrument, the portion of the instrument that is subjected to torsion, the intrinsic strength of the instrument (thus on the design of its cross section), the design of its blades, and lastly on the torsion applied to the instrument (Peters 2004; Berutti and Cantatore, 2006). In short, breakage occurs if the canal section is smaller than the tip of the instrument that cannot cut the dentine, and what is known as "taper lock" occurs. This is followed by plastic deformation and instrument breakage.

Analysis of NiTi instruments broken due to torsion shows that most breakages occur in the last few millimetres, where the taper is less and the diameter smaller

ment, où la conicité est moindre et le diamètre plus petit (Alapati et coll., 2005 ; Cheung et coll., 2005 ; Peters 2004 ; Berutti et Cantatore, 2006). Par conséquent, la pointe des instruments les plus petits présente le plus gros risque de fracture liée à la torsion, ce qui peut être prévenu en utilisant une faible valeur de torque, en diminuant la pression axiale, afin d'éviter l'engagement de la pointe de l'instrument dans les parois dentinaires.

De nombreuses études à propos des causes de fracture des instruments en nickel titane ont permis de conclure, qu'une réduction substantielle du taux de fracture des instruments rotatifs peut être obtenue, lorsque qu'un élargissement manuel préalable du canal est effectué ; cette pré-préparation permet de créer le *glide path* (passage libre), qui consiste à créer un passage sans contrainte dans le canal, afin de faciliter la pénétration des instruments en nickel titane sur toute la longueur de travail.

Il a été très souvent rapporté qu'un autre élargissement manuel est très important pour réduire les risques de fracture. Par exemple, Berutti et coll. (2004) évaluaient l'influence de cet élargissement préalable et de la valeur du torque sur l'incidence de fracture du Protaper®. Cette étude a porté sur 400 blocs en plastique divisés en deux groupes. Tous les simulateurs ont été préparés avec les Protaper® mais, dans un groupe, l'utilisation des instruments rotatifs était précédée d'un pré-élargissement manuel dont le dernier instrument était une lime K#20. Les résultats ont montré qu'après un pré-élargissement manuel, le nombre d'utilisations des instruments Protaper®, sans risquer la fracture, était beaucoup plus important qu'en l'absence d'instrumentation manuelle préalable (Berutti et coll., 2004).

Cette étude, et plusieurs autres (Varela et coll., 2005), ont souligné l'influence favorable de la pré-instrumentation manuelle et de la création d'un *glide path* pour la prévention du blocage de la pointe fine et fragile de l'instrument (Berutti et Cantatore, 2006 ; Varela Palatino et coll., 2005). Le canal peut être élargi jusqu'au foramen avec un diamètre supérieur ou au moins égal à celui de la pointe du dernier instrument utilisé. Il est également important de rappeler que tous les instruments en nickel titane actuellement disponibles sur le marché ont une pointe inactive qui, par conséquent, n'est pas capable de couper la dentine de façon efficace.

La pré-instrumentation et la création du *glide path* sont en général effectuées avec des instruments manuels en acier. La dernière phase manuelle de la procédure de mise en forme, notamment pour le praticien généraliste, reste la phase la plus dangereuse, et celle au cours de laquelle les erreurs sont les plus fréquentes (butées, déplacement du foramen, blocage du canal). Les instruments manuels

(Alapati et al., 2005; Cheung et al., 2005; Peters 2004; Berutti and Cantatore, 2006). Consequently, the tip of the smallest NiTi files presents the highest risk of breakage due to torsion, from which it must be protected using a low torque value, reduced axial pressure and above all by avoiding the tip's engaging against the dentine walls.

Numerous studies have evaluated the causes of breakage of NiTi instruments and have concluded that a marked reduction in the breakage rate of rotary instruments can be achieved when their use is preceded by preliminary manual enlargement and the creation of a glide path, that is a pathway with smooth canal walls along which the NiTi instruments can easily slip and slide to reach the working length.

It has frequently been reported that manual pre-flaring is very important to reduce the incidence of breakage. For example, the study by Berutti et al. (2004) evaluated the influence of manual pre-flaring and torque on the incidence of breakage of ProTaper® instruments. The study used 400 plastic blocks, divided in two groups. All the simulators were shaped with the ProTaper® files, but in one group the use of rotary instruments was preceded by manual pre-flaring up to a K File # 20. The result showed that after preflaring the ProTaper® instruments were able to shape a markedly larger number of simulators before breaking (Berutti et al., 2004).

This and other studies (Varela et al., 2005), underline the fact that the favourable repercussion of manual pre-flaring and creation of the glide path depend to a great extent on the reduced risk of "taper lock" of the thin and fragile tip of the instrument (Berutti et Cantatore, 2006; Varela Palatino et coll., 2005). Thus the canal must be enlarged at the foramen to a diameter greater than or at least equal to that of the tip of the first rotary NiTi instrument that will be used at that depth. It is also important to remember that all rotary NiTi instruments available on today's market have non-active tips that are therefore not capable of cutting the dentine effectively. Pre-flaring and creation of the glide path are usually done by hand with stainless steel instruments. This is the last manual phase of the entire shaping procedure, and, especially for the general practitioner, the most difficult phase and that in which the most dangerous errors can be made, that can cause the entire treatment to fail (ledges, foramen transportations, dentine plugs).



en acier présentent un certain nombre d'inconvénients, liés à leur rigidité relative et à l'activité de leur pointe souvent agressive, qui dans les canaux courbes et/ou calcifiés, peuvent être l'origine de butée ou de déplacement de trajectoire (Berutti et coll., 2009).

Pour éviter ces erreurs, un nouveau kit de trois instruments rotatifs en nickel titane a été développé. Les PathFile™ (Dentsply®, Maillefer®) ont été développés pour faciliter la pré-instrumentation du canal et créer un *glide path* mécanique (fig. 1). Ces nouveaux instruments rotatifs permettent de créer ce *glide path* rapidement et en toute sécurité, éliminant ainsi la dernière phase manuelle de la séquence, au cours de laquelle le praticien généraliste commet le plus souvent des erreurs, et permet aux endodontistes de transformer des situations complexes en cas plus simples.



Le kit de PathFile™ comporte trois instruments présentant les caractéristiques suivantes :

- 1) Diamètre de pointe : les diamètres sont respectivement 0.13, 0.16, et 0.19 mm. L'augmentation graduelle du diamètre de pointe (similaire à celle des Profiles série 29, Dentsply Tulsa Dental) facilite la progression de l'instrument, sans avoir à appuyer dessus de façon excessive, contrairement à l'utilisation des instruments de la norme ISO, dont les diamètres sont respectivement de 10, 15 et 20. La taille 15 est en fait 50 % supérieure à celle de 10, etc... De plus, il n'existe aucun instrument rotatif de diamètre 10, qui corresponde à cet instrument.
- 2) Longueur : les PathFile™ sont disponibles, en 21, 25 et 31 mm.
- 3) Dessin de la pointe : la pointe est arrondie et non coupante, de façon à éviter tout risque de butée et épaulement (fig. 2a).

Hand stainless steel instruments involve numerous disadvantages, due to their relative rigidity and their tip that in many cases is aggressive, so that in curved and/or calcified canals they can easily produce ledges or transportation (Berutti et al., 2009).

To avoid these dangerous errors, a new kit of only three rotary nickel-titanium instruments has been developed. They are known as PathFile™ (Dentsply®, Maillefer®), and their purpose is to facilitate pre-flaring and creating the mechanical glide Path (fig. 1). The new rotary PathFile™ (Dentsply®, Maillefer®) were designed to create the glide Path quickly and safely, thus eliminating the last manual phase in which the general practitioner can commit errors, and providing the expert endodontist with a tool that can transform difficult cases into extremely simple ones.

Fig. 1 : instruments rotatifs PathFile™ (Dentsply®, Maillefer®). PathFile™ # 1 (mauve) (0.13 mm), PathFile™ # 2 (blanc) (0.16 mm), PathFile™ # 3 (jaune) (0.19 mm). PathFile™ NiTi rotary instruments (Dentsply®, Maillefer®). PathFile™ # 1 (purple) (0.13 mm), PathFile™ # 2 (white) (0.16 mm), PathFile™ # 3 (yellow) (0.19 mm).

The PathFile™ consist of only three rotary instruments with the following characteristics:

- 1) Tip diameter: the diameters are, respectively, 0.13, 0.16 and 0.19 mm. The gradual increase in tip diameter (similar to that of ProFiles Series 29, Dentsply Tulsa Dental) facilitates their progression, without the need to apply strong axial pressure, as on the contrary would occur if they possessed the ISO standard measurements, i.e. 10, 15 and 20. Size 15 is in fact 50% wider than size 10 and, moreover, it would be no use following a size 10 hand instrument with a rotary instrument of the same size 10.
- 2) Length: PathFile™ are available, respectively, in lengths 21, 25 and 31 mm.
- 3) Tip design: the tip is rounded rather than cutting, to avoid ledges and zips (fig. 2a).

4) Dessin de l'instrument et aptitude à la coupe : Les PathFile™ ont une section carrée. Ils sont faciles à fabriquer, car ils ont un dessin qui est déjà fabriqué et testé depuis très longtemps avec les instruments manuels. Cette section résistante du PathFile™ augmente la résistance à la torsion malgré le faible diamètre et la faible conicité de ces instruments. Les 4 lames de coupes augmentent leur efficacité, notamment dans les canaux longs et calcifiés.

5) Distance entre les lames : la distance entre deux lames a été optimisée pour augmenter la résistance de l'instrument et en même temps favoriser l'élimination des débris (fig. 2b).

4) Section design and cutting capability: PathFile™ have square section. This is easy to manufacture, with an essential design that has been used very widely and tested over long periods in hand files. This strong cross section of PathFile™ increases the resistance to torsional stress despite the small diameter and low taper. The four cutting edges increase their efficacy, including long and calcified canals.

5) Distance between blades: the distance between the blades has been optimised to increase the instruments' strength and at the same time their ability to remove debris (fig. 2b).



Fig. 2a : vue au Microscopie Électronique à Balayage (MEB) de la pointe du PathFile™ (Dentsply®, Maillefer®) (500x).
SEM view of the tip of PathFile™ (Dentsply®, Maillefer®) (500x).

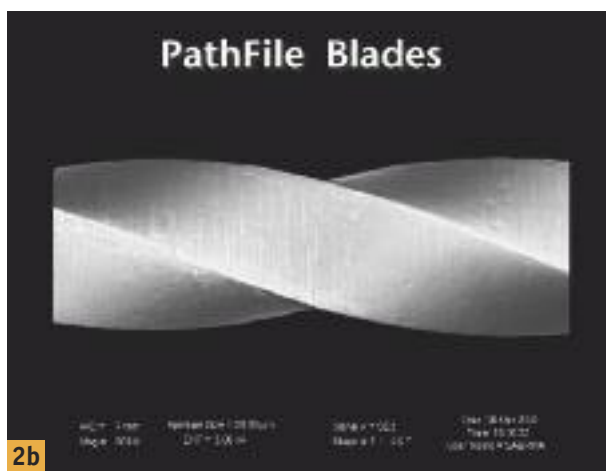


Fig. 2b : vue au MEB des lames de coupe du PathFile™ (Dentsply®, Maillefer®) (500x).
SEM view of the blades of PathFile™ (Dentsply®, Maillefer®) (500x).

6) Flexibilité : la flexibilité des PathFile™ est assurée par l'alliage de nickel titane et par leur faible conicité, qui est uniquement de 0,02. Leur bonne résistance à la flexion est également due à ces caractéristiques. De plus, l'excellente flexibilité permet de suivre et de maintenir l'anatomie originelle au cours des phases délicates de création du *glide path* (fig. 3a, b). Grâce à cela, l'omnipraticien n'a plus besoin d'utiliser d'instruments en acier rigide type limes K, trop souvent à l'origine d'erreurs irréparables : butée, épaulement, bouchon dentinaire et transport canalaire, voire du foramen.

6) Flexibility: the flexibility of PathFile™ is guaranteed by the nickel titanium alloy and by their low taper, which is only 0.02. Their good resistance to bending stress is also due to these characteristics. Moreover, the high flexibility enables the original anatomy to be followed and maintained during the delicate phase of creating the *glide path* (fig. 3a, b). Thanks to this, the general practitioner will no longer need to use the rigid stainless steel K-files, which are frequently the source of errors that may be irreparable: ledges, dentine plugs and canal and apical foramen transportation.



3a

Fig. 3a : deuxième prémolaire maxillaire avec une double courbure. Noter la préparation concentrique obtenue après utilisation du PathFile™ et GTX 20/04, sans aucun transport canalaire et en total respect de l'anatomie initiale.

Upper right second premolar with a double curvature. Note the concentric preparation obtained after use of PathFile™ and GTX 20/04, without any transportation and with the total respect of the original anatomy.

7) Sécurité : le maintien de la longueur de travail est probablement l'un des aspects les plus importants de toute la séquence du traitement endodontique. Au cours des phases initiales, la longueur de travail peut varier à cause de l'élargissement, qui a tendance à modifier le rayon de courbure du canal. Les PathFile™ sont des instruments qui permettent d'éviter les erreurs initiales puisqu'ils ont l'avantage de ne pas créer de butée si la longueur de travail est trop courte, et d'éviter un transport du foramen si la longueur du canal est trop grande.

8) Efficacité : l'efficacité est assurée par les 4 lames coupantes de l'instrument qui assure un excellent effet de coupe. Cela sous-entend que le PathFile™ peut être utilisé à une vitesse de 300 tours/min avec un torque relativement important, approximativement de 5-6 N/cm (torque maximal disponible sur le moteur d'endodontie X-smart Dentsply Maillefer)

9) Simplicité d'utilisation : l'un des principaux avantages du PathFile™ est que le praticien doit simplement négocier le canal avec une lime K # 10 avant de l'utiliser. Il est évident qu'avec un instrument aussi flexible, il est facile d'atteindre la longueur de travail sans trop de difficulté. Ainsi, les praticiens les plus inexpérimentés peuvent éliminer la dernière phase manuelle de leur séquence instrumentale, et prévenir ainsi tout risque d'erreur majeure souvent irréparable. Pour les praticiens experts en endodontie le PathFile™ est vraiment un allié important qui permet de transformer une situation clinique complexe en un cas relativement simple qui peut ainsi être géré quasiment uniquement avec des instruments rotatifs.



3b

Fig. 3b : première molaire maxillaire préparée avec le PathFile™ et GTX. Noter le respect de la trajectoire canalaire.

Upper left first molar shaped with PathFile™ and GTX. Note the complete respect of the endodontic anatomy.

7) Safety: the working length is undoubtedly one of the most important aspects of the entire sequence of endodontic treatment. In the initial phases, the working length may vary due to canal enlargement, which increases the radius of the curves. PathFile™ are instruments that forgive these initial errors since they have the advantage of not creating ledges if the working length is too short, and not creating foramen transportation if the working length is by mistake too long.

8) Efficiency: the efficiency is given by the 4 blades of the instrument, that ensure excellent cutting capability. This means that PathFile™ can be used at a speed of 300 rpm and at a very high torque, approximately 5-6 N/cm (maximum torque available with the X-Smart Dentsply Maillefer endodontic engine).

9) Simplicity of use: the PathFile™'s big advantage is that the dentist has only to negotiate the canal to the foramen with a # 10 K-file before using them. It is obvious that, with such a thin and flexible instrument, it is almost always possible to reach the end of the canal without difficulty. Even the less expert dentist can thus eliminate the last manual phase in which practice and skill in using endodontic instruments is indispensable if errors are to be avoided, that are sometimes irreparable. For the expert endodontist, PathFile™ are trusty friends that can transform a complex endodontic anatomy into a simple case, that can be almost entirely treated with rotary NiTi instruments.

Le PathFile™ a immédiatement fait l'objet d'études pour évaluer son efficacité. Les travaux récemment publiés dans *Journal of Endodontics* (Berutti et coll., 2009) sont les plus significatifs. Cette étude proposait de comparer le changement de rayon de courbure des canaux et le nombre d'erreurs générées après utilisation de limes K en acier ou d'instruments rotatifs en Nickel Titane PathFile™ dans des simulateurs d'endodontie en plastique, présentant deux courbes. L'influence de l'expertise de l'opérateur était également prise en compte. Cent échantillons en plastique ont été colorés avec de l'encre de Chine et photographiés avant l'instrumentation (fig. 4).



La pré-instrumentation a ensuite été réalisée par un endodontiste avec des PathFile™ (groupe 1) ou avec des instruments manuels en acier types K#10-15-20 (groupe 2), par un clinicien inexpérimenté avec des PathFile™ (groupe 3) et des limes K en acier (groupe 4). Les blocs ont ensuite été photographiés après la pré instrumentation du canal, et les images avant/après instrumentation ont été superposées pour évaluer les résultats. Le rayon de courbure avant et après instrumentation a été mesuré dans chaque bloc. La modification du rayon de courbure est un paramètre significatif pour vérifier l'aptitude de l'instrumentation à conserver l'anatomie originale d'un canal. Pour éviter toute erreur de mesure, le pourcentage d'augmentation de ce rayon entre les deux temps de préparation a été calculé. Un fort pourcentage signifie une altération substantielle de l'anatomie du canal, alors qu'un faible pourcentage signifie que l'anatomie finale est en harmonie avec celle originelle. Les différences de courbure canalaire et l'incidence sur les erreurs de préparation ont été analysées respectivement avec le Kruskal-Wallis plus *post hoc* tests, et la méthode de Monte Carlo ($p < 0.005$). Le groupe des PathFile™ (fig. 5-7) a montré significativement moins de changement de courbure ($p < 0.001$) et moins d'erreurs de préparation ($p < 0.001$) (fig. 9-10). Aucun effet de l'expertise de l'opérateur n'a pu être noté sur les groupes des PathFile™ ($P > 0.005$). Le praticien inexpérimenté a

PathFile™ were immediately subjected to studies to evaluate their efficacy. The research by Berutti, Cantatore, Castellucci et al., recently published in the *Journal of Endodontics* (Berutti et al., 2009), is one such significant study. The study compared changes to canal radius of curvature and incidence of canal aberrations, using hand stainless steel K-files or nickel-titanium rotary PathFile™ in "S" shaped and dual curve plastic blocks. The influence of the operator's expertise was also investigated. The canals of 100 training blocks were coloured with Indian ink and photographed pre-instrumentation (fig. 4).

Fig. 4 : le canal radiculaire a été coloré avec de l'encre de Chine et photographié avant et après l'instrumentation.
The root canal has been coloured with Indian ink and photographed before and after instrumentation.

Pre-flaring was performed by an endodontist with PathFile™ (group 1) or with hand stainless steel K-files #10-15-20 (group 2); an unskilled clinician performed preflaring in another set of blocks with PathFile™ (group 3) and with hand stainless steel K-files (group 4). The blocks were photographed after the pre-flaring and the pre- and post-instrumentation images were superimposed to evaluate the results. The radius of curvature pre- and post-instrumentation was measured in each block. The variation of the radius of curvature is a significant parameter to verify the instrumentation's ability to maintain the original anatomy. To avoid measurement mistakes, the percentage increase between pre- and post-instrumentation radius was calculated. A high percentage means a significant alteration of the original anatomy, whereas a low percentage means a shape in harmony with the original anatomy.

Differences in canal curvature modification and incidence of canal aberrations were analysed respectively with the Kruskal-Wallis plus *post hoc* tests, and by the Monte Carlo method ($p < 0.005$). The PathFile™ groups (fig. 5-7) demonstrated significantly less modification of the curvature ($p < 0.001$) and fewer canal aberrations ($p < 0.001$) (fig. 9-10). No expertise-related difference was found within the groups prepared with PathFile™ ($P > 0.005$), whereas the unskilled clinician produced more



créé moins d'aberrations canalaire avec les PathFile™ que le praticien expérimenté avec les instruments manuels ($P < 0.001$). La conclusion majeure de cette étude est qu'un praticien non expérimenté utilisant le PathFile™ obtient de meilleurs résultats en termes de conservation d'anatomie canalaire et de maintien de courbure du canal qu'un praticien expérimenté avec des limes K en acier (fig. 6-8).

conservative shaping with PathFile™ than did the expert with manual pre-flaring ($p < 0.001$). The conclusion drawn by this study was that the unskilled dentist using PathFile™ obtains better results in terms of respecting the anatomy and maintaining the apical curvature, compared to the expert dentist using stainless steel hand K-Files (fig. 6-8).



Fig. 5 : groupe 1. Pré-instrumentation par un expert avec les PathFile™. En noir le canal original, en blanc le même canal après instrumentation. Noter le maintien de la trajectoire et de l'élargissement progressif du canal.

Group 1. Pre-flaring performed by an expert operator using PathFile™. In black the original canal, in white the canal after instrumentation. Note the maintenance of the original anatomy and the concentric enlargement of the canal.



Fig. 6 : groupe 2. Pré instrumentation du canal par un expert en endodontie avec des instruments manuels en acier. En noir, le canal originel, en blanc, le canal après instrumentation. Noter le léger déplacement de la trajectoire dans le tiers moyen et le tiers apical.

Group 2. Pre-flaring performed by an expert operator using hand stainless steel instruments. In black the original canal, in white the canal after instrumentation. Note the light transportation of the middle one third of the canal and of the apical foramen.



Fig. 7 : groupe 3. Pré instrumentation par un praticien inexpérimenté avec le PathFile™. En noir, le canal originel, en blanc, le canal après préparation. Noter que les résultats sont similaires à ceux obtenus par le groupe 1.

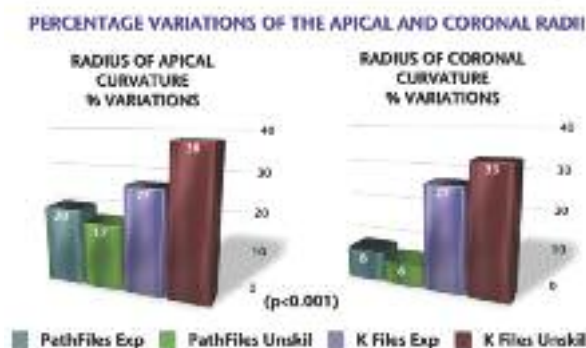
Group 3. Pre-flaring performed by an unskilled operator using PathFile™. In black the original canal, in white the canal after instrumentation. Note that the result is similar to that of group 1.



Fig. 8 : groupe 4. Pré instrumentation du canal par un opérateur inexpérimenté avec des instruments manuels en acier. En noir, le canal originel, et en blanc le canal après instrumentation. Noter le déplacement important, de la trajectoire canalaire du canal sur toute sa hauteur et du foramen apical.

Group 4. Pre-flaring performed by an unskilled operator using hand stainless steel instruments. In black the original canal, in white the canal after instrumentation. Note the massive transportation of the canal and of the apical foramen.

Results: statistical analysis



9

Fig. 9-10 : pourcentage de variations du rayon de courbure du canal dans le tiers supérieur, et le tiers apical. L'utilisation des PathFile™ permet à un opérateur non expérimenté de mieux maintenir la trajectoire du canal à sa place originelle qu'un opérateur expérimenté avec des instruments manuels conventionnels en acier.

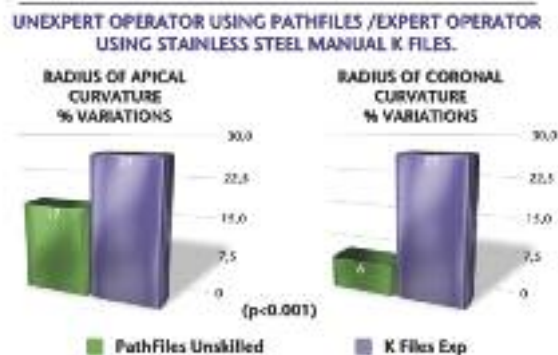
Percentage variations of the apical and coronal radii of curvature. Using PathFile™ an unskilled operator can maintain the original anatomy better than an expert operator using hand stainless steel K-files.

À propos de la formation des butées, aucune n'a été observée dans les groupes 1, 2 et 3 alors que plusieurs ont pu être observées dans le groupe 4, qui concerne les blocs préparés par un praticien inexpérimenté avec des instruments manuels en acier (fig. 11).

Dans la seconde partie de leur étude, Berutti et coll. (2009) ont secondairement analysé le temps nécessaire pour réaliser la procédure de pré instrumentation en relation avec le type d'instrument utilisé et l'expérience du praticien. Ils ont montré que le temps était largement inférieur pour les groupes utilisant le PathFile™ ($P < 0.001$). La différence entre les groupes expert et non expert n'était pas statistiquement significative (fig. 12).

Au congrès National de la Société Italienne d'Endodontie (S.I.E) (Turin 2008), Greco et Cantatore ont présenté une étude intéressante qui a permis d'évaluer *in vitro* la différence de pénétration de solution d'irrigation radio opaque dans les cas de pré instrumentation avec l'instrumentation conventionnelle en acier (Limes K #10, 15 et 20) et l'instrumentation rotative en NiTi (PathFile™ #1, 2 et 3) (Greco et Cantatore, 2008). Les résultats montraient une pénétration dans le tiers moyen et le tiers apical dans les canaux étroits (canaux mésiaux de molaires mandibulaires et canaux vestibulaires de molaire maxillaire) après utilisation des PathFile™ #1 et 2, à comparer avec une pénétration quasi inexistante dans les groupes préparés manuellement avec des limes K#10 et 15 (fig. 13a, b, 14a, b). La signifiante statistique

Results: statistical analysis



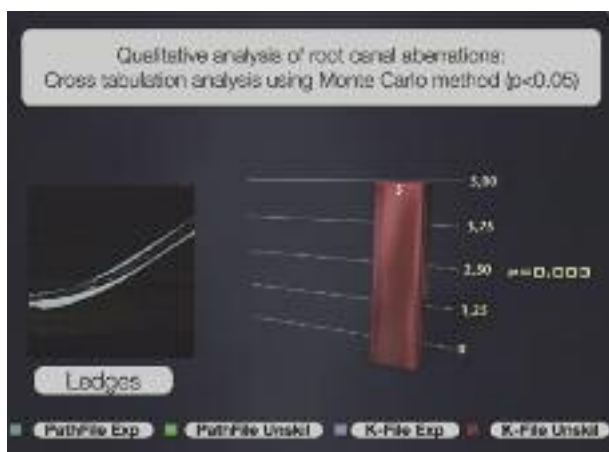
10

With regard to the formation of ledges, these were completely absent in groups 1, 2 and 3, whereas they were found in group 4, that is in the blocks prepared by the unskilled dentist with stainless steel hand files (fig. 11). In a second part of their study, Berutti et al. (2009) also analysed the time taken to perform pre-flaring in relation to the type of instrument and the dentist's experience, finding that the time was significantly shorter in the groups using PathFile™ ($P < 0.001$), the difference between expert and unskilled operator not being statistically significant (fig. 12).

At the National Congress of the S.I.E. (Italian Endodontic Society) which was held in Turin on 2008, Greco and Cantatore presented an interesting study that evaluated *in vitro* the difference in penetration ability of radiopaque irrigant solutions in the case of pre-flaring with conventional hand stainless steel instruments (stainless steel K-files # 10, 15 and 20) and with rotary instruments in NiTi (PathFile™ #1, 2 and 3) (Greco and Cantatore, 2008). The results showed a statistically-significant difference in the penetration of the irrigant in the middle and apical thirds of the narrow canal (mesial canals of mandibular molars and buccal canals of maxillary molars) using PathFile™ # 1 and 2 compared to hand instrumentation with stainless steel K-files # 10 and 15 (fig. 13a, b, 14a, b). The significance disappea-

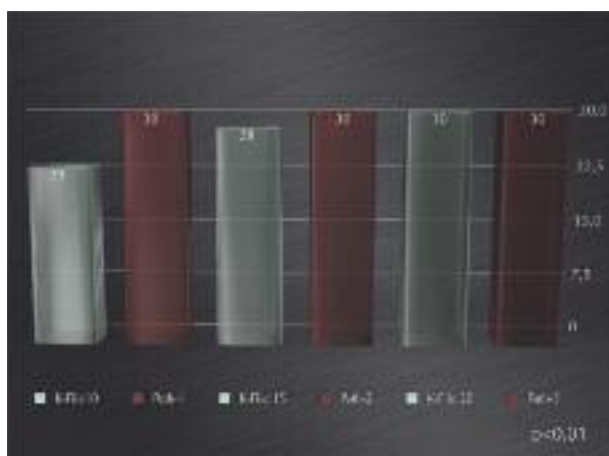


disparaissait après utilisation des instruments de plus gros diamètres PathFile™ # 3 et lime K # 20 (fig. 15a, b). Les auteurs de cette étude concluaient que la pré instrumentation mécanique permet de faciliter la pénétration de la solution d'irrigation dans les canaux fins. Cette étude a permis de mettre en évidence une nouvelle caractéristique de ces instruments : leur aptitude à éliminer le contenu du canal et les débris créés lors de leur utilisation. Cette importante caractéristique est commune à tous les instruments en NiTi et est responsable de la quasi inexistence d'extrusion de débris au-delà de l'apex avec les PathFile™.



11

Fig. 11 : évaluation qualitative de la déformation du canal dans le tiers apical obtenu par la méthode de Monte Carlo ($p<0.005$). Des butées étaient présentes uniquement quand les échantillons étaient préparés par des opérateurs inexpérimentés avec des instruments en acier.
Qualitative evaluation of deformation at level of apical third, made by the Monte Carlo method ($p<0.005$). Ledges were present only when the simulators were prepared by the unskilled operator using hand stainless steel files.



13a

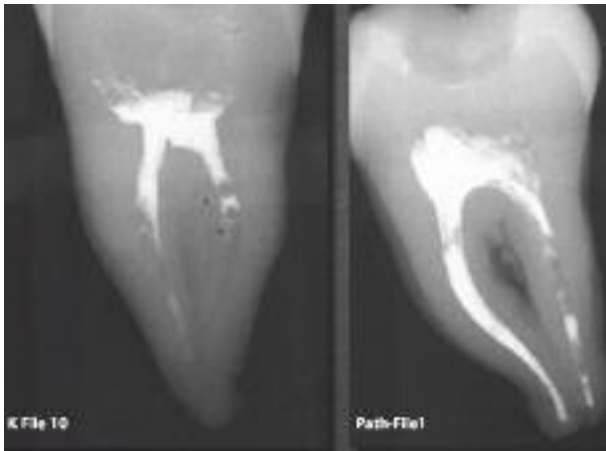
red with the last and largest instruments: PathFile™ # 3 and stainless steel K-file # 20 (fig. 15a, b). The authors of the study concluded that mechanical pre-flaring would appear to facilitate the flow of the irrigating solution compared to the use of hand stainless steel K-files. This research throws light on a new characteristic of PathFile™: their ability to remove the content of the root canal together with the debris produced while working. This highly important characteristic is common to all rotary NiTi instruments and is also responsible for the almost complete lack of extrusion of debris beyond the apex while using PathFile™.



12

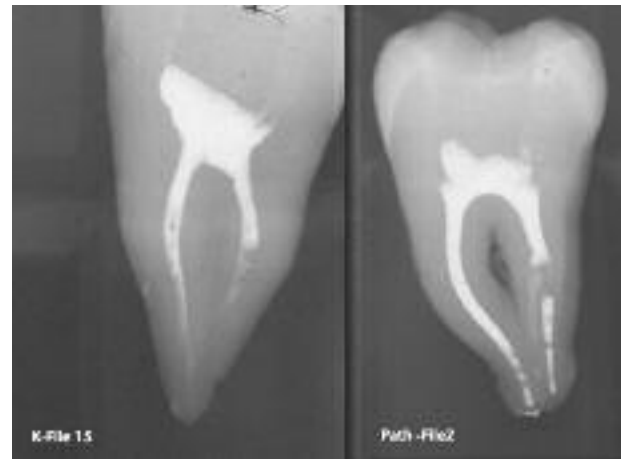
Fig. 12 : durée de travail en relation avec le type d'instrument et l'expertise de l'opérateur. La durée de travail a été mesurée en seconde, en fonction du type d'instrument et de l'expérience de l'opérateur. Les meilleurs résultats ont été obtenus par le groupe utilisant les PathFile™, sans différence significative entre les opérateurs expérimentés et non expérimentés.
Working time in relation to instrument type and operator's expertise. The working time was measured according to seconds, instrument type and operator's skill. The best results were obtained in Groups using PathFile™, without any significant difference between skilled and unskilled operators.

Fig. 13a : pénétration de la solution d'irrigation radio opaque dans le tiers coronaire d'un canal étroit (mésiaux des molaires mandibulaires, et vestibulaires des molaires maxillaires après utilisation de limes K et de PathFile™. La différence de pénétration est statistiquement significative uniquement pour les canaux préparés avec les limes K #10 et le PathFile™ # 1 ($p<0.001$).
Penetration of the radiopaque irrigant into the coronal one third of narrow root canals (mesials of mandibular molars and buccal of upper molars) using K-File and PathFile™. The difference of penetration is statistically significant only for canals negotiated with K-File # 10 and PathFile™ # 1 ($p<0.001$).



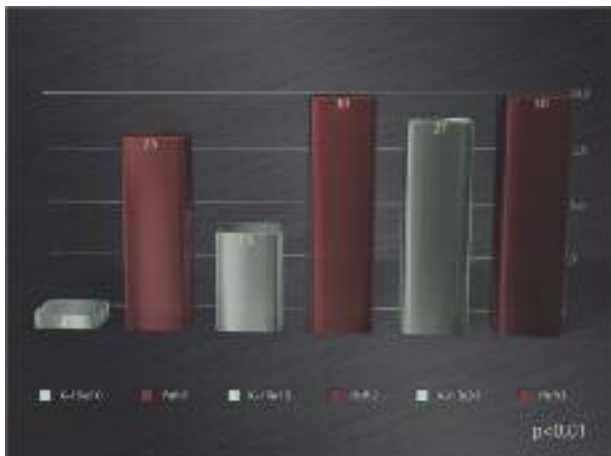
13b

Fig. 13b : négociation du canal avec une lime K # 10 (gauche) et avec un PathFile™ # 1 (droite). Après le PathFile™ # 1 la solution d'irrigation a déjà atteint le tiers apical de tous les canaux.
Negotiation with a K-file #10 (left) and with a PathFile™ # 1 (right). After the PathFile™ # 1 the irrigant has already reached the apical one third of all the canals.



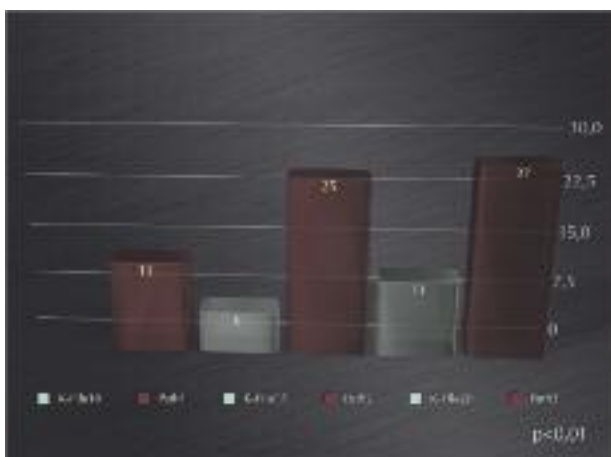
14b

Fig. 14b : pénétration de la solution d'irrigation dans le tiers moyen de canaux étroits, après utilisation de limes K # 15 et PathFile™ # 2.
Penetration of the irrigating solution in the middle one third of narrow root canals, using K-File # 15 and PathFile™ # 2.



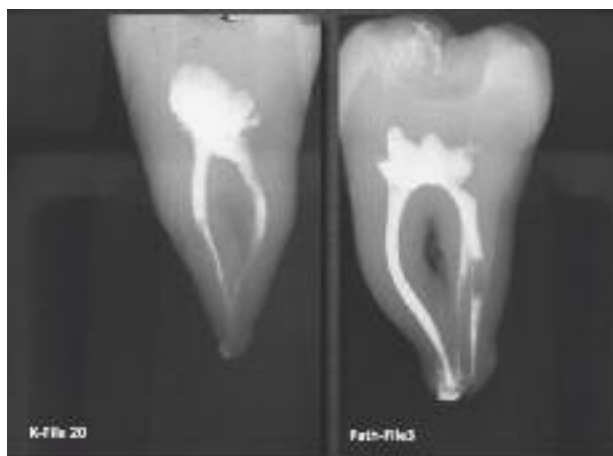
14a

Fig. 14a : pénétration de la solution d'irrigation radio-opaque dans le tiers moyen de canaux étroits (mésiaux de molaires mandibulaires, et vestibulaires de molaires maxillaires) avec des limes K et des PathFile™. La différence de pénétration est statistiquement significative uniquement pour les canaux négociés avec des limes K # 10 et le PathFile™ # 1, les limes K # 15 et le PathFile™ # 2, mais non significative pour les canaux instrumentés avec les limes K # 20 et le PathFile™ # 3.
Penetration of the radiopaque irrigant into the middle one third of narrow root canals (mesials of mandibular molars and buccal of upper molars) using K-File and PathFile™. The difference of penetration is statistically significant only for canals negotiated with K-File # 10 and PathFile™ # 1, with K-File # 15 and PathFile™ # 2, but is not statistically significant for canals instrumented with K-File # 20 and PathFile™ # 3.



15a

Fig. 15a : pénétration de la solution radio opaque dans le tiers apical de canaux étroits (mésiaux de molaires mandibulaires, et vestibulaires de molaires maxillaires) après utilisation de limes K et de PathFile™. La différence est statistiquement significative dans tous les échantillons.
Penetration of the radiopaque irrigant into the apical one third of narrow root canals (mesials of mandibular molars and buccal of upper molars) using K-File and PathFile™. The difference of penetration is statistically significant in every sample.



15b

Fig. 15b : pénétration de la solution d'irrigation dans le tiers apical de canaux étroits après utilisation de limes K # 20 et de PathFile™ # 3.
Penetration of the irrigating solution in the apical one third of narrow root canals, using K-File # 20 and PathFile™ # 3.

Séquence Instrumentale

À propos de la procédure et de la séquence d'utilisation des PathFile™ en clinique (**fig. 16**), il est important de discerner les situations présentant des interférences coronaires (**fig. 17**).

Dans les cas où il n'y a aucune interférence coronaire (**fig. 18a**) après l'exploration initiale avec une lime K de petit diamètre #08 ou #10, en association avec un gel chélatant (Glide® ou RC Prep®), contrôler la longueur de travail avec cet instrument dans le canal en utilisant un localisateur d'apex électronique et une radiographie ; les trois Pathfiles® peuvent à ce stade être utilisés à la longueur de travail, permettant ainsi de faire la pré-instrumentation en l'espace de quelques secondes (**fig. 18 b, c, d**). En ayant élargi le diamètre foraminaire à 19, le système de rotation continue conventionnel peut être utilisé (ProTaper®, GT X®, Twisted File® ou tout autre système) sur toute la longueur de travail, et ce en toute sécurité. Ces instruments vont préparer correctement le canal, grâce au *glide path* qui permet de conduire les instruments jusqu'au foramen sans encombre.

Dans les cas où la longueur de travail est mesurée avec une lime manuelle K#15, il est conseillé de commencer la séquence avec le PathFile™ #2 (**fig. 19**).

Si la lime manuelle utilisée pour déterminer la longueur de travail est une lime de #20, il est quand même conseillé d'utiliser le PathFile™ #3, car cet instrument, même s'il est de diamètre inférieur, facilite l'élimination du contenu canalaire et, par conséquent, permet d'éliminer complètement le parenchyme pulpaire (**fig. 20**), évitant ainsi tout risque de blocage lié à la compaction de ce tissu conjonctif collagénique.

Instrumentation sequence

With regard to the sequence and procedure for using PathFile™ clinically (**fig. 16**), it is necessary to make a distinction, depending on the presence or not of coronal interferences (**fig. 17**).

In case there is no coronal interference (**fig. 18a**) after an initial negotiation with a stainless steel hand K-File, # 08 or # 10, in the presence of a chelating agent (e.g. Glide® or RC Prep® – Premier Dental Products), check the working length with this instrument in the canal, using an apex locator and a radiograph; the three Path-File™ can now be used at the same length, completing pre-flaring in just a few seconds (**fig. 18b, c, d**). Having obtained a foramen of diameter size .19, the rotary system generally used (ProTaper®, GT X®, Twisted Files® or any other) can now be taken to the same length with no risk. These instruments will, in complete safety, correctly shape the canal, finding the glide path on which to slide and the apical foramen of their same size, if not larger.

In case the working length is taken with a hand K-File # 15, it is obvious that the sequence can start with the PathFile™ # 2 (**fig. 19**).

On the other hand, if the K-File used to take the working length was a # 20, it is still advisable to use the PathFile™ # 3, because this instrument, even though it is smaller in size, could facilitate the removal of the intra-canal content, for instance, removing the entire pulp tissue (**fig. 20**), avoiding collagen blockages.



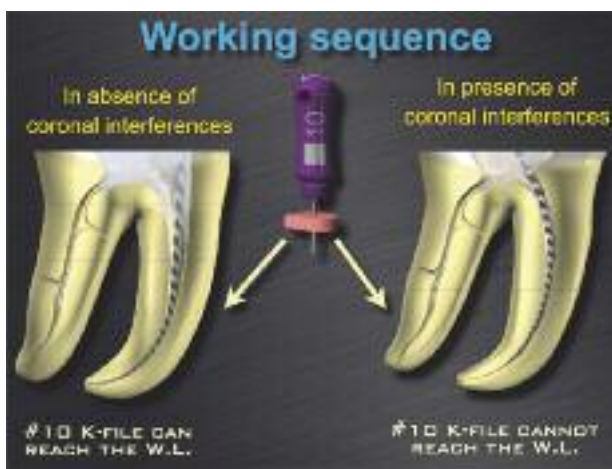
16

Fig. 16 : Séquence instrumentale pour utilisation du PathFile™.

- A. Radiographie pré opératoire.
- B. Détermination de la longueur de travail des canaux MV1 et P.
- C. Détermination de la longueur de travail des canaux MV2 et DV.
- D. Détermination de la longueur de travail des canaux MV1 et MV2.
- E. Adaptation du cône dans les canaux MV1 et MV2.
- F. Adaptation du cône dans les canaux DV et P.
- G. Radiographie post opératoire.
- H. Rappel à un an.

PathFile™ instrumentation sequence.

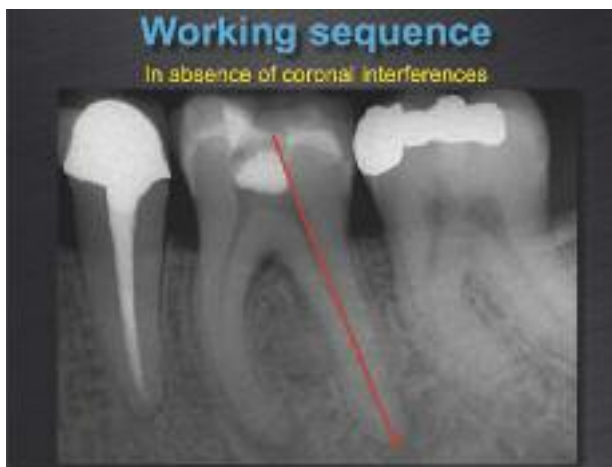
- A. Preoperative radiograph.
- B. Working length determination for MB1 and palatal canals.
- C. Working length determination for MB2 and DB canals.
- D. Working length confirmation for MB1 and MB2 canals.
- E. Cone fit in MB1 and MB2. F. Cone fit in the DB and palatal canals.
- G. Postoperative radiograph. H. One year recall.



17

Fig. 17 : la séquence instrumentale du PathFile™ est différente en fonction de la présence ou non d'interférence coronaire.

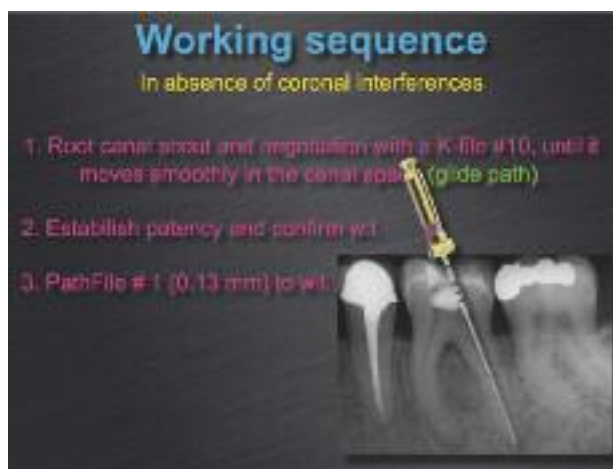
The operative sequence of PathFile™ is different depending on the presence of coronal interferences.



18a

Fig. 18a : le canal distal de cette molaire mandibulaire ne présente par d'interférences coronaires. Ainsi, la lime K # 10 peut être directement insérée dans le canal pour déterminer la longueur de travail.

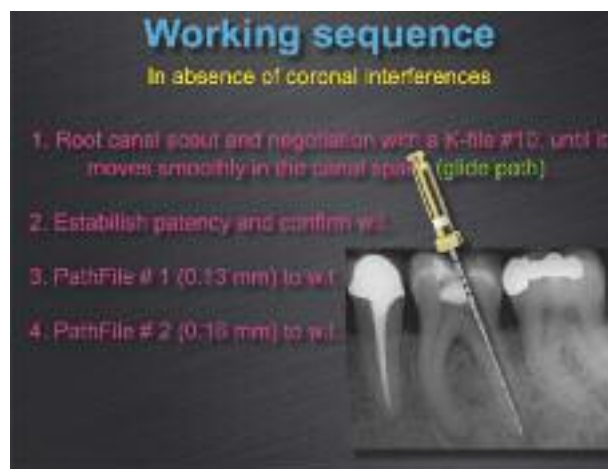
The distal canal of this lower molar doesn't have coronal interferences, therefore the K-File # 10 can be soon introduced to establish the correct working length.



18b

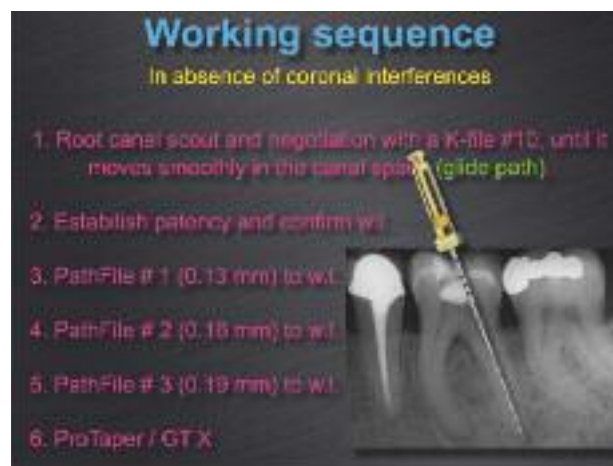
Fig. 18b : une fois la perméabilité obtenue et la longueur de travail déterminée (localisateur d'apex et radiographie) le PathFile™ # 1 est amené à la longueur de travail.

After the patency has been established and the working length has been confirmed (apex locator and radiograph) the PathFile™ # 1 is carried to full length.



18c

Fig. 18c : à ce stade, le PathFile™ # 2 est à la longueur de travail.
Now the PathFile™ # 2 is at full length.



18d

Fig. 18d : le PathFile™ # 3 est à la longueur de travail. Maintenant que le glide path est obtenu, et que le diamètre du foramen est de 0.29 (ou plus de façon physiologique) l'opérateur peut amener tous les instruments à la longueur de travail et mettre en forme le canal sans aucun risque.

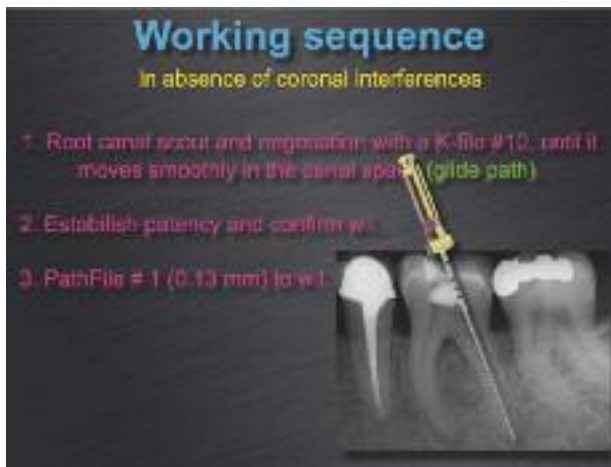
Now the PathFile™ # 3 is at full length. Now that the glide path is obtained and the size of the foramen is 19 (if not more by itself), the operator can bring to full length any instrument system to safely complete the shape of the canal.



19

Fig. 19 : si la longueur de travail est confirmée avec la lime K # 15, alors le PathFile™ # 2 peut être introduit dans le canal.

If the working length is confirmed with a k-File # 15, then we can start using the PathFile™ # 2.



20

Tous les PathFile™ doivent être utilisés à 300 tours/min avec un torque approximativement égal à 5N/cm et un léger mouvement de va et vient vertical, jusqu'à atteindre la longueur de travail. L'utilisation d'une valeur élevée de torque n'est pas préjudiciable, grâce à la section carrée de l'instrument comme le montre les travaux de Berutti et coll. (2004) dans lesquels il démontrait que l'utilisation d'une forte valeur de torque permettait de préparer un nombre plus important de canaux avec les instruments en NiTi avant tout risque de fracture.

Le temps nécessaire pour amener les trois PathFile™ à la longueur de travail est court : jamais plus de 3 à 5 secondes par instrument. Une durée plus longue n'est pas nécessaire, mais ne présente aucun danger, car grâce à leur flexibilité, les PathFile™ ne provoquent aucun déplacement de la trajectoire canalaire. Après chaque instrument, il est conseillé d'irriguer abondamment le canal, même si le PathFile™ n'a pas provoqué l'accumulation de beaucoup de débris. Si le canal ne peut pas être d'emblée exploré jusqu'au foramen, et ce à cause d'interférences coronaires ou d'une courbure très abrupte dans le tiers apical (**fig. 21a, b, c**), alors les PathFile™ peuvent être utilisés en *step back*, afin de les amener au point le plus apical que le canal accepte sans engager la pointe. Ce pré-élargissement coronaire est préconisé pour faire de la place pour les instruments de préparation coronaire, tels que le Protaper S1® ou le GTX 20.06®, qui sera immédiatement utilisé pour éliminer les interférences coronaires et élargir la partie haute du canal afin de pouvoir insérer des limes manuelles pré-courbées. La négociation du canal est alors effectuée avec une lime pré-courbée K # 10, et la longueur de travail est déterminée selon la technique décrite ci-dessus (**fig. 22a, b, 23, 24**).

Les PathFile™, nouveaux instruments rotatifs en NiTi, ouvrent une nouvelle ère dans le domaine de l'instrumentation canalaire, facilitant l'obtention d'un *glide path* de façon sécurisée pour tous les praticiens. Ils sont également une aide précieuse pour les spécialistes, qui, en utilisant ces instruments, peuvent transformer une situation complexe en une situation plus facilement abordable (**fig. 25-26a, b, c**).

Fig. 20 : si la longueur de travail est confirmée avec la lime K # 20, alors le PathFile™ # 3 peut être utilisé pour retirer la totalité du parenchyme pulpaire.

If the working length is confirmed with a k-File # 20, then we can start using the PathFile™ # 3, which can be useful to entirely remove the pulp tissue.

All PathFile™ must be used at the speed of 300 rpm with torque of approximately 5 N/cm and with gentle movements back and forth, until the working length is reached. The use of a relatively high torque is not dangerous, considering the strong square section of the instruments and in the light of the results of the study by Berutti et al. (2004) in which the use of a high torque was found to enable NiTi instruments to shape a considerably greater number of canals before breaking.

The time required to take the three PathFile™ to the working length is normally very short, and never more than 3-5 second per instrument. Longer times are not helpful but at the same time they are not dangerous, because thanks to their high flexibility, PathFile™ do not transport the foramen if a mistake is made in determining the working length. After the use of each instrument it is advisable to apply abundant irrigation, even if PathFile™ do not tend to accumulate smear layer or cause apical obstructions. If the canal cannot initially be negotiated to the foramen, due to the presence of coronal interference or very abrupt curves in the apical one third (**fig. 21a, b, c**), then PathFile™ should be used in *step back* mode, taking them to the point where the canal can receive them without engaging the tip. This coronal pre-enlargement is used to make room to other instruments, like ProTaper® S1 or GTX 20.06®, that will be then used to remove the coronal interferences and to pre-enlarge the canal so that the pre-curved stainless steel instrument later can maintain its precurvature. Negotiation is then performed with a pre-curved # 10 K-File, the working length is taken and the procedure continues as described above (**fig. 22a, b, 23, 24**).

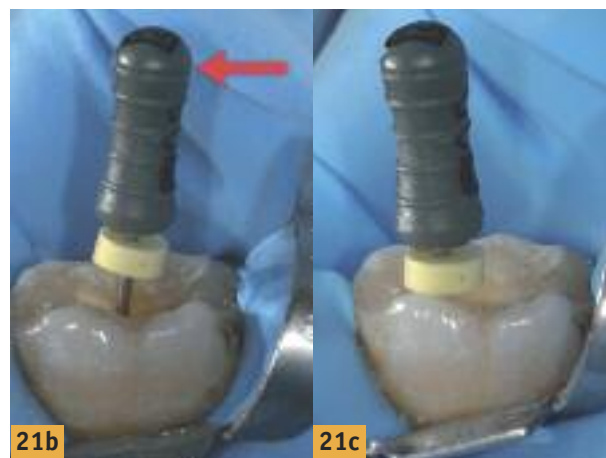
PathFile™, the new rotary NiTi instruments, open up a new era in the instrumentation of root canals, enabling the glide path to be created easily and safely including by the less expert general dentist. They are also a valid help to the expert endodontist who, by using PathFile™, can transform a complex canal anatomy into an easily treated canal (**fig. 25-26a, b, c**).



21a

Fig. 21a : les canaux mésiaux de la même molaire mandibulaire présentent une courbure coronaire importante qui doit être éliminée avant tout négociation du canal. Avant de négocier le tiers apical, il est nécessaire d'éliminer les contraintes coronaires et autres interférences pour obtenir un accès direct au canal.

Mesial canals of the same lower molar have a coronal curvature that will prevent the immediate negotiation of the canal and its measurement. Before negotiating the apical foramen, it is necessary to remove the coronal curvature and interferences and to obtain a straight line access.



21b

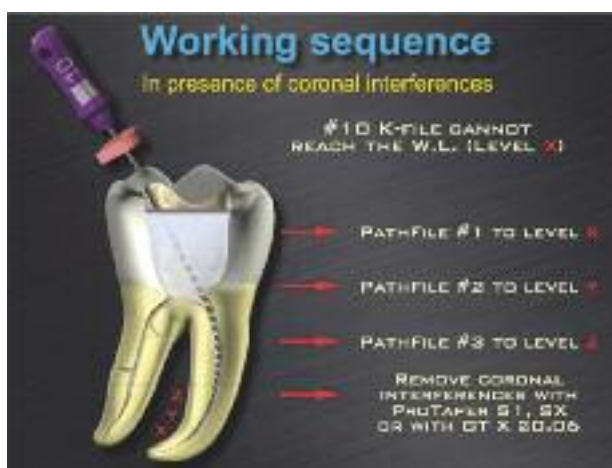
21c

Fig. 21b : Si le manche et le stop en silicone du premier instrument introduit dans le canal mésio vestibulaire est déporté en distal et en lingual, cela confirme qu'il y a une courbure coronaire qui doit être éliminée avant d'amener tout autre instrument dans le tiers apical. En éliminant les triangles dentinaires coronaires (flèche rouge) les interférences coronaires sont éliminées.

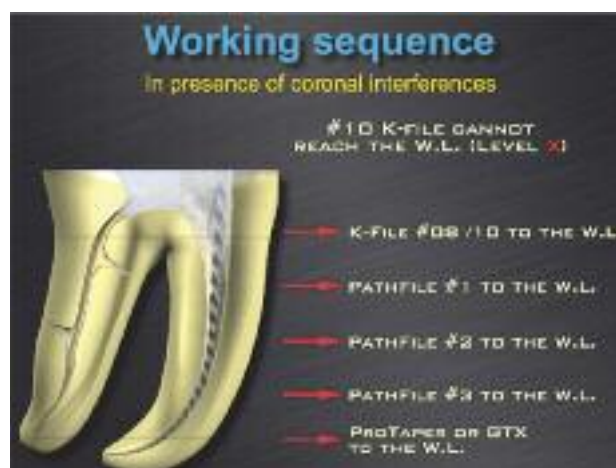
If the handle and the rubber stop of the first file introduced into the mesio-buccal canal go to the distal and to the lingual, it means that there is a coronal curvature that must be eliminated before carrying the instruments to the terminus of the canal. Using the "Anticurvatures filing method" (red arrow) the coronal interferences are eliminated.

Fig. 21c : une fois l'accès direct au canal obtenu, la longueur de travail peut être facilement déterminée en toute sécurité. Le stop en silicone doit pouvoir se projeter sur la cuspidé du canal considéré, en l'occurrence ici, le canal mésio vestibulaire.

Once the straight line access is obtained, now we can safely take the working length, having the rubber stop of the instrument referred to the same cusp relative to the canal where we are working, in this particular case the mesio-buccal cusp.



22a



22b

Fig. 22a-22b : séquence opératoire en présence d'interférences coronaires.

Operative sequence in presence of coronal interferences.



Fig. 23 : la lime K # 10 confirme la perméabilité du canal et la détermination de la longueur de travail.
Now the K-File # 10 can establish patency and confirm the working length.



Fig. 24 : radiographie post opératoire de la même molaire. Dans le canal distal, le PathFile™ a été utilisé après une première négociation avec une lime K # 10. Dans les canaux mésiaux, les PathFile™ ont été utilisés selon la séquence décrite ci-dessus.
Post-operative radiograph of the same molar. In the distal canal the PathFile™ have been used after negotiation with K-File # 10. In the mesial canals the PathFile™ have been used after the sequence just described.



Fig. 25 : cas cliniques traités avec une pré instrumentation avec les PathFile™.
Cases treated with the pre-flaring made with PathFile™.



Fig. 26a, b, c : cas traités avec les PathFile™ et le GTX (documents du Dr Filippo Santarcangelo, Bari).
Cases treated with PathFile™ and GTX (courtesy of Dr. Filippo Santarcangelo, Bari).



Conclusion

En conclusion, dans un canal vierge, vital ou infecté, dans lequel il est possible d'insérer une lime K en acier #08 ou #10 jusqu'au foramen pour déterminer la longueur de travail, les instruments de rotation continue en NiTi peuvent être immédiatement utilisés. Aucun des anciens instruments manuels en acier n'a d'intérêt. Ils risqueraient d'induire des erreurs et des complications supplémentaires. Dans ces cas, les PathFile™ facilitent la pénétration de la solution d'irrigation dans le tiers apical dès leur première utilisation, et en même temps permettent d'éliminer du canal tous les débris en direction coronaire ; il est clair que cette élimination diminue considérablement les risques de douleurs post opératoires. Ainsi, deux objectifs sont atteints : un meilleur confort pour le patient et la possibilité de terminer le traitement dans la séance, ce qui permet d'améliorer le taux de succès comme cela a été démontré (Sathorn et coll., 2005).

Dans cette même idée, Berutti, Castellucci, Cantatore et coll. ont commencé une étude qui permettra de vérifier le véritable impact sur les douleurs post opératoires de l'utilisation des PathFile™ pour créer le glide path en comparaison avec l'utilisation d'instruments en acier. Aucune différence statistiquement significative n'a pu encore être démontrée, probablement parce que le nombre d'échantillons est encore relativement faible à ce stade de l'étude, mais il apparaît déjà clairement que les douleurs postopératoires rapportées par les patients sont très inférieure lorsque les PathFile™ ont été utilisés.

In an untreated vital or infected canal in which a # 08 or # 10 stainless steel K file can be inserted until the apical foramen to determine the working length, rotary NiTi PathFile™ instruments can be used immediately without using other hand stainless steel instruments, thereby eliminating any risk of error and additional complications. In these cases, PathFile™ instruments facilitate penetration of irrigating solution to the apical third as soon as the first usage and simultaneously eliminate all debris from the canal in the coronal direction leading to a considerably reduced post-operative pain. Two treatment objectives are therefore obtained: a better comfort for the patient and the possibility to complete the treatment within the appointment improving the success rate as it has been shown (Sathorn et al., 2005).

Based on a recent study by Berutti, Castellucci Cantatore et al. (submission for publication) has been conducted to verify the real impact on post-operative pain of PathFile™ instruments used to create a glide path comparing to that of hand stainless steel instruments. Although no statistically significant difference could be demonstrated probably due the relatively limited number of studied samples of this preliminary study, post-operative pain reported by the patients was much lower when the PathFile™ instruments were used.

Traduction : Stéphane Simon

Demande de tirés-à-part :
Arnaldo CASTELLUCCI - Via Degli Artisti 6/R - Florence 50137 - ITALY

ALAPATI S.B., BRANTLEY W.A., SVEC T.A., POWERS J.M., NUSSTEIN J.M., DAEHN G.S.

SEM observations of nickel-titanium rotary endodontic instruments that fractured during clinical Use. *J Endo* 2005;**31**(1):40-43. Cat 2

BERUTTI E., CHIANDUSSI G., GAVIGLIO I., IBBA A. Comparative analysis of torsional and bending stresses in two mathematical models of nickel titanium rotary instruments: ProTaper versus ProFile. *J Endo* 2003;**1**(29):15-19. Cat 2

BERUTTI E., CANTATORE G. Rotary instruments in Nickel Titanium. In: Castellucci A. Endodontics Vol.1. Ed. Il Tridente Florence 2006:518-547. Cat 2

BERUTTI E., NEGRO A.R., LENDINI M., PASQUALINI D. Influence of Manual Preflaring and Torque on Failure Rate of ProTaper Rotary Instruments. *J Endo* 2004; **30**(4):228-230. Cat 2

BERUTTI E., CANTATORE G., CASTELLUCCI A. Use of Nickel Titanium Rotary PathFile to Create the Glide Path: Comparison With Manual Preflaring in Simulated Root Canals. *J Endo* 2009;**35**(3):408-412. Cat 2

BERUTTI E., CASTELLUCCI A., CANTATORE G., AMBROGIO P., PERA F., PASQUALINI D. Incidence of post-operative pain in endodontic treatment: manual stainless steel K Files vs NiTi Rotary PathFile. (Preliminary study) (soumis pour publication au Journal of Endodontics). Cat 2

BISHOP K., DUMMER PM. A comparison of stainless steel Flexofiles and nickel-titanium NiTi Flex files during the shaping of simulated canals. *Int Endo J* 1997;**30**:25-34. Cat 2

BLUM J.Y., MACHTOU P., RUDDLE C., MICALEFF J.P. Analysis of mechanical preparation in extracted teeth using ProTaper rotary instruments: value of the safety quotient. *J Endo* 2003;**29**:567-575. Cat 2

CHEUNG G.S., PENG B., BIAN Z., SHEN Y., DARVELL B.W. Defects in ProTaper S1 instruments after clinical use: fractographic examination. *Int Endo J* 2005;**38**(11):802-809. Cat 2

DAVIS R.D., MARSHALL J.G., BAUMGARTNER J.C. Effect of early coronal flaring on working length change in curved canals using rotary nickel-titanium versus stainless steel instruments. *J Endo* 2003;**28**:438-442. Cat 2

ESPOSITO P.T., CUNNINGHAM C.J. A comparison of canal preparation with nickel titanium and stainless steel instruments. *J Endo* 1995;**21**:173-176. Cat 2

GAMBILL J.M., ALDER M., DEL RIO CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand file instrumentation using computed tomography. *J Endo* 1996;**22**:369-375. Cat 2

GARIP Y., GUNDAY M.

The use of computed tomography when comparing nickel titanium and stainless steel files during preparation of simulated curved canals. *Int Endo J* 2001;**34**:452-457. Cat 2

GRECO K., CANTATORE G. Evoluzione delle tecniche di irrigazione canalare. 29° Congresso Nazionale S.I.E. Torino, Italy: 13-15 Nov 2008. Cat 3

PETERS O.A. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endo* 2004;**30**(6):559-567. Cat 2

PETERS O.A., PETERS C.I., SCHONENBERGER K., BARBAKOW F. ProTaper rotary root canal preparation: assessment of torque and force in relation to canal anatomy. *Int Endo J* 2003;**36**:93-99. Cat 2

PETTIETTE M.T., METZGER Z., PHILLIPS C., TROPE M. Endodontic complications of root canal therapy performed by dental students with stainless-steel K-files and nickel-titanium hand files. *J Endo* 1999;**25**:230-234. Cat 2

PETTIETTE M.T., DELANO E.O., TROPE M. Evaluation of success rate of endodontic treatment performed by students with stainless-steel K-files and nickel-titanium hand files. *J Endo* 2001;**27**:124-127. Cat 2

PRUETT J.P., CLEMENT D.J., CARNES D.L. Cyclic fatigue testing of nickel titanium endodontic instruments. *J Endo* 1997;**23**:77-85. Cat 2

ROLAND D.D., ANDELIN W.E., BROWNING D.F., HSU G-HR, TORABINEJAD M. The effect of preflaring on the rates of separation for 0.04 taper nickel titanium rotary instruments. *J Endo* 2002;**28**:543-545. Cat 2

SATHORN C., PARASHOS P., MESSER H.H. Effectiveness of single-versus multiple-visit endodontic treatment of teeth with apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Internat Endo J* 2005;**38**:347-355. Cat 2

SATTAPAN B., PALAMARA JEA, MESSER H.H. Torque during canal instrumentation using rotary nickel-titanium files. *J Endo* 2000;**26**:156-160. Cat 2

SCHÄFER E., LOHMANN D. Efficiency of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile: part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endo J* 2002;**35**:505-513. Cat 2

SCHÄFER E., FLOREK H. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless-steel hand KFlexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endo J* 2003;**36**:199-207. Cat 2



SCHÄFER E., LOHMANN D.
Efficiency of rotary nickel-titanium FlexMaster instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile, part 2: cleaning effectiveness and instrumentation results in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endo J* 2002;**35**:514–521. Cat 2

SCHÄFER E., SCHLINGEMANN R.
Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile, part 2: cleaning effectiveness and instrumentation results in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endo J* 2003;**36**:208–217. Cat 2

SCHÄFER E., SCHULZ-BONGERT U., TULUS G.
Comparison of Hand Stainless Steel and Nickel Titanium Rotary Instrumentation: A Clinical Study. *J Endo* 2004;**30**(6):432-435.
SONNTAG D., GUNTERMANN A., KIM S.K., STACHNISS V.
Root canal shaping with manual stainless steel files and rotary NiTi files performed by students. *Int Endo J* 2003;**36**:246-255. Cat 2

SUTER B., LUSSI A., SEQUEIRA P.
Probability of removing fractured instruments from root canals. *Int Endo J* 2005;**38**:112-123. Cat 3

TAŞDEMİR T., AYDEMİR H., INAN U., ÜNAL O.
Canal preparation with Hero 642 rotary NiTi instruments compared with stainless steel hand K-file using computed tomography. *Int Endo J* 2005;**38**:402–408. Cat 2

THOMPSON S.A., DUMMER P.M.H.
Shaping ability of ProFile .04 taper series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated canals: part 1. *Int Endo J* 1997;**30**:1–7. Cat 2

THOMPSON S.A., DUMMER P.M.H.
Shaping ability of Hero 642 rotary nickel- titanium instruments in simulated root canals: part 1. *Int Endo J* 2000;**33**:248–254. Cat 2

TURPIN Y.L., CHAGNEAU F., VULCAIN J.M.
Impact of two theoretical cross-sections on torsional and bending stresses of nickel-titanium root canal instrument models. *J Endo* 2000;**26**(7):414-417. Cat 2

TURPIN Y.L., CHAGNEAU F., BARTIER, CATHELINEAU G., VULCAIN J.M.
Impact of torsional and bending inertia on root canal instruments. *J Endo* 2001;**27**(5):333-336. Cat 2

VARELA PATINO P., BIEDMA B., RODRIGUEZ C.L., CANTATORE G., BAHILLO J.C.
The Influence of Manual Glide Path on the Separation Rate of NiTi Rotary Instruments. *J Endo* 2005;**31**(2):114-116. Cat 2

WEIGER R., BRUCKNER M., ELAYOUTI A., LÖST C.
Preparation of curved canals with rotary FlexMaster instruments compared to Lightspeed instruments and hand files. *Int Endo J* 2003;**36**:483–490. Cat 2

YARED G.M., BOU DAGHER F.E., MACHTOU P.
Influence of rotational speed, torque, and operator's proficiency on ProFile failures. *Int Endo J* 2001;**34**:47–53. Cat 2