



FACTEURS INFLUENÇANT LA DÉPOSE D'INSTRUMENTS FRACTURÉS EN ENDODONTIE

FACTORS INFLUENCING THE REMOVAL OF FRACTURED ENDODONTIC INSTRUMENTS

Abdelali Halimi, Fatima Zaoui, El Arouf Nisrine

Université Mohammed-V (UM5) de Rabat, Faculté de Médecine dentaire, Centre hospitalier Ibn-Sina (CHIS), Rabat, Maroc
Mohammed-V University (UM5) in Rabat, Faculty of Dentistry, Ibn-Sina Hospital Center (CHIS), Rabat, Morocco

RÉSUMÉ:

INTRODUCTION:

L'objectif de ce travail est d'apporter la preuve scientifique la dépose d'instruments fracturés en endodontie, tous en analysant les facteurs influençant ce acte thérapeutique sous forme d'une revue systématique pourtant sur les études cliniques pertinentes antérieures.

MATÉRIEL ET MÉTHODES:

Une recherche électronique a été réalisée entre Juillet 2000 et juillet 2021 en français et en anglais dans les bases de données électroniques suivantes: Google Scholar, Cochrane, Scopus, Altavista, Medline.

Une recherche manuelle a été réalisée sur les revues endodontiques les plus connus et les plus cités suivants: Journal of Endodontics, International Endodontic Journal, Journal of the American Dental Association, and Dental Traumatology. Cette recherche a été réalisée selon le modèle PICO en utilisant des mots-clés pertinents et des équations de recherches spécifiques. Deux investigateurs ont analysés les études potentiellement éligibles. Nous n'avons inclus dans cette revue que les essais randomisés, les cohortes, les cas témoins, les études originales prospectives et rétrospectives sur l'homme. Nous avons exclus les rapports de cas cliniques, Les articles d'avis ou d'opinion, les études faites sur dents temporaires et les études réalisées sur les animaux.

RÉSULTATS:

Nous avons identifié un total initial de 3132 références bibliographiques sur les bases consultées. Après lecture critique et élimination des articles non pertinents, nous avons retenu définitivement que 19 publications se sont intéressés à l'analyse des facteurs influençant la dépose d'instruments fracturés en endodontie, 3 articles se sont intéressés à la dépose des fragments intra-canaux en fonction de la localisation du fragment dans le canal, 5 revues se sont intéressées à la dépose des fragments intra-canaux en fonction du degré de la courbure, 2 publications ont rapportées des résultats en de la longueur du fragment, 9 articles se sont intéressés à l'analyse de la dépose des fragments en fonction de la technique et type d'instrument utilisés.

CONCLUSIONS:

La localisation du fragment fracturé et la forme du canal radiculaire influencent le succès de la prise en charge des instruments fracturés. Les ultrasons sous la visualisation

ABSTRACT:

INTRODUCTION:

The objective of this work is to provide scientific proof for the removal of fractured endodontic instruments from root Canals. A systematic review was carried out on previous relevant clinical studies to analyze the influence of several factors on the success rate of removal procedures of fractured endodontic instruments.

MATERIAL AND METHODS:

An electronic search was done between July 2000 and July 2021 in French and English in the following electronic databases: Google Scholar, Cochrane, Scopus, Altavista, Medline. A manual search was performed on the following top most-cited endodontic journals: Journal of Endodontics, International Endodontic Journal, Journal of the American Dental Association, and Dental Traumatology. This research was done according to the PICO model using several specific keywords and search equations. Two investigators selected the responses, which met the selection criteria. We included in this review only randomized trials, cohorts, case controls, original prospective and retrospective human studies. We excluded clinical case reports, opinion pieces, studies in temporary teeth and animal studies.

RESULTS:

We identified an initial total of 3132 bibliographic references on the databases consulted. After critical reading and elimination of irrelevant articles, we definitively retained that 19 publications were interested in the analysis of the factors influencing the removal of fractured endodontic instruments, 3 articles were interested in the removal of separated fragments in depending on the location of the fragment, 5 reviews were interested in the removal of fragments depending on the degree of the curvature of canal, 2 publications reported results in the length of the fragment, 9 articles were interested in the analysis of the removal of fractured instruments from the root canal according to the technique and instrument used.

CONCLUSIONS:

The location of the fractured instruments and the shape of the root canal influence the success of fragments removal from root canals. Ultrasonics under an operating

d'un microscope opératoire est une méthode efficace pour la dépose d'instrument fracturé intracalaire. Certains recommandations cliniques ont été dressées afin de faciliter la dépose d'instrument fracturés.

MOTS CLÉS:

Fractured instrument; Instrument removal; Operating microscope; Ultrasonics; Endodontics; systematic review.

INTRODUCTION:

La fracture des instruments endodontiques est un problème procédural créant un obstacle majeur à un traitement normalement [1]. C'est accident opératoire fréquent [2]. Le fragment d'instrument fracturé constitue un obstacle supplémentaire qui complique la séquence thérapeutique pour le praticien et compromet le résultat final en rendant difficile la désinfection canalaire (Fig.1) [3-5].

microscope is an effective method for the removal of these fractured instruments. Certain clinical recommendations instruments.

KEYWORDS:

Fractured instrument; Instrument removal; Operating microscope; Ultrasonics; Endodontics; Systematic review.

INTRODUCTION:

The fracture of endodontic instruments is a procedural problem creating a major obstacle to normally routine therapy [1]. It is one of the most frequent complications of endodontic treatment [2].

The fractured instrument fragment constitutes an additional obstacle which complicates the therapeutic sequence for the operator and compromises the final result making it difficult to disinfect the canal (Fig. 1) [3-5].



Fig 1: Différentes situations cliniques de fractures instrumentales pendant le traitement canalaire.
a: fragment d'une lime K NiTi localisée au 1/3 apical incisive maxillaire ; b: un instrument ProFile fracturé au-delà de la courbure d'une 1^{ère} molaire mandibulaire ; c : fragment d'instrument dans le milieu du canal mésio-lingual courbé d'une 1^{ère} molaire mandibulaire

*Fig 1: Different clinical situations of broken instrumental during root canal treatment.
a: fragment of a K-NiTi file located at the 1/3 apical of maxillary incisor; b: fractured ProFile instrument beyond the curvature of a 1st mandibular molar; c: broken Instrument in the middle of the curved mesio-lingual canal of a 1st mandibular molar.*

Avec l'avènement des instruments rotatifs nickel-titane (NiTi), cette question semble avoir pris une telle importance qu'elle constitue un obstacle considérable à l'adoption de cette avancée technique majeure.

Des recherches considérables ont été entreprises pour comprendre les mécanismes de défaillance de l'alliage NiTi afin de minimiser son apparition. Cela a conduit à des changements dans la conception des instruments, les protocoles d'instrumentation et les méthodes de fabrication [1].

Le risque de fracture instrumentale s'accroît avec le dommage causé par le stress excessif lié à l'utilisation abusive des instruments en présence d'interférence coronaire et de perméabilité canalaire insuffisante [6,7]. Le risque de fracture des instruments endocanalaire en acier est plus important que celui des instruments en Niti [7]. L'incidence de fracture des instruments rotatifs Niti est de 0,4-5% [9]. La fracture instrumentale se produit souvent au niveau des molaires, et les instruments rotatifs se fracturent souvent dans la zone apicale [10].

L'évaluation de ce dommage avec l'œil nu seul peut-être insuffisant en comparaison avec les aides optique ou plutôt le microscope optique [11].

With the advent of nickel-titanium (NiTi) rotary instruments, this issue seems to have assumed such importance that it constitutes a considerable obstacle to the adoption of this major technical advance. Considerable research has been undertaken to understand the failure mechanisms of NiTi alloy in order to minimize its occurrence. This has led to changes in instrument design, instrumentation protocols and manufacturing methods [1].

The risk of instrumental fracture increases with the damage caused by excessive stress associated with overstrain of instruments in the presence of coronary interference and insufficient root canal patency [6,7]. The risk of fracture of steel endodontic instrument is greater than that of Niti instruments [7]. The fracture incidence of Niti rotary instruments is 0,4-5% [9]. Instrumental fracture often occurs in the molars, and rotating instruments often fracture in the apical area [10]. The assessment of this damage with the naked eye alone may be insufficient in comparison with optical aids or rather the optical microscope [11].

Pour réussir un traitement canalaire, le clinicien est souvent amené soit à bypasser l'instrument fracturé ou à déposer ce dernier [12]. Les instruments NiTi sont largement utilisés pour le traitement canalaire en raison de leur propriétés mécaniques. Par rapport à l'acier inoxydable, le NiTi réagit différemment aux vibrations ultrasonores, ainsi les vibrations ultrasonores directes utilisées pour déposer les instruments Niti peuvent causer la fracture supplémentaire au niveau du point de contact avec les inserts ultrasoniques. Par conséquent, l'application des ultrasons doit être faite avec beaucoup de prudence lors de la tentative de dépôt des instruments NiTi fracturés [13].

La dépose d'instruments fracturés est parfois une procédure difficile et chronophage et le taux de réussite peut être assez variable [14]. Réussir à déposer d'un instrument fracturé dépend de plusieurs facteurs notamment: le plateau technique du praticien, l'état de santé du patient, l'aspect stratégique de la dent, l'anatomie de la racine la localisation du fragment, la taille et nature du fragment à supprimer. Pour évaluer l'influence de ces facteurs sur la dépose des instruments fracturés dans des canaux radiculaires, nous avons réalisé la présente revue.

MATÉRIEL ET MÉTHODES:

Une recherche électronique a été réalisée entre Juillet 2000 et juillet 2021 en français et en anglais dans les bases de données électroniques suivantes: Google Scholar, Cochrane, Scopus, Altavista, Medline.

Une recherche manuelle a été réalisée sur les revues endodontiques les plus connus et les plus cités suivants: Journal of Endodontics, International Endodontic Journal, Journal of the American Dental Association, and Dental Traumatology [15].

Cette recherche a été réalisée selon le modèle PICO. Population: Patients présentant des instruments endo-canaux fracturés au cours d'un traitement endodontique. Intervention: reprise de traitement canalaire avec tentative de dépose du fragment fracturé ou de bypasser l'instrument. Comparaison: La comparaison entre les dispositifs de dépose en fonction du protocole: inserts ultrasoniques, les kits de Terauchi (TFRK), la trousse de Masserann, les limes et racleurs et l'EDTA à 17%. Les instruments NiTi, Les instruments acier et les autres paramètres tels que l'aspect stratégique de la dent, l'anatomie de la racine, la localisation du fragment, la taille et nature du fragment à supprimer, simplicité du protocole de dépose, et confort du patient. Outcome: Efficacité des moyens de dépose d'instruments endo-canaux en compte les paramètres anatomiques, techniques et stratégiques. (Protocoles fiables avec dispositifs de dépose d'instruments fracturés en ce qui concerne la nature d'instrument, sa position à l'intérieur du canal, anatomie du canal).

Des mots-clés suivants: Fractured instrument; Instrument removal; Operating microscope; Ultrasonics; Endodontics; systematic review; ont été utilisés selon les équations de recherches suivantes: Broken endodontic instruments in the root canal, fractured endodontic instruments, Retrieval of broken endodontic instruments from the root canal, Removal of fractured endodontic instruments from the root canal, Separated endodontic instruments, Management of fractured endodontic instruments.

To achieve successful root canal treatment, the clinician often has to bypass or remove the fractured instrument in the evening [12]. NiTi instruments are widely used for root canal treatment due to their mechanical properties. Compared to stainless steel, NiTi reacts differently to ultrasonic vibrations, so the direct ultrasonic vibrations used to remove broken Niti instruments can cause an additional fracture at the point of contact with the ultrasonic tips. Therefore, the application of ultrasound should be done with great caution when attempting to retrieve fractured NiTi instruments [13].

Removal of fractured instruments is sometimes a difficult and time-consuming procedure and the success rate can be quite variable [14]. Successful removal of a fractured instrument depends on several factors, in particular: the technical platform of the practitioner, the patient's state of health, the strategic aspect of the tooth, the anatomy of the root, the location, size and nature of the fractured instrument. To assess the influence of these factors on retrieval of broken endodontic instruments from the root canal, we performed this review.

MATERIAL AND METHODS:

An electronic search was done between July 2000 and July 2021 in French and English in the following electronic databases: Google Scholar, Cochrane, Scopus, Altavista, Medline. A manual search was performed on the following top most-cited endodontic journals: Journal of Endodontics, International Endodontic Journal, Journal of the American Dental Association, and Dental Traumatology [15]. This research was done according to the PICO model. Population: Patients with fractured instruments during endodontic treatment.

Intervention: resumption of root canal treatment with an attempt to remove the fractured fragment or bypass the instrument. Comparison: The comparison between the dispensing devices according to the protocol: ultrasonic tips, Terauchi kits (TFRK), Masserann-Kit, Hedström files and chelating agents (EDTA, 17%). NiTi or Steel instruments and other parameters such as the strategic aspect of the tooth, anatomy of the root, location of the fragment, size and nature of the broken instrument, simplicity of the removal protocol, and comfort of the patient. Outcome: Efficiency of the means used to the retrieval, taking into account the anatomical, technical and strategic parameters. (Reliable protocols using different devices for removal of broken endodontic instruments with regard to the nature of the instrument, location of the fragment and anatomy of the canal).

The following keywords: fractured instrument; Instrument removal; operating microscope; ultrasonics; endodontics; systematic review; were used according to several specific search equations as follows: broken endodontic instruments in the root canal, fractured endodontic instruments, retrieval of broken endodontic instruments from the root canal, removal of fractured endodontic instruments from the root canal, Separated endodontic instruments, management of fractured endodontic instruments.

Deux investigateurs ont analysés les études potentiellement éligibles. Nous n'avons inclus dans cette revue que les essais randomisés, les cohortes, les cas témoins, les études originales prospectives et rétrospectives sur l'homme. Nous avons exclus les rapports de cas cliniques, Les articles d'avis ou d'opinion, les études faites sur dents temporaires et les études réalisées sur les animaux. Les informations suivantes ont été collectées à partir des données relevées des articles inclus : Nom des auteurs, Date de publication, Type d'étude, Techniques de dépose utilisée, anatomie canalaire et nature d'instrument fracturé.

RÉSULTATS:

Nous avons identifié un total initial de 3132 références bibliographiques sur les bases consultées. Après lecture critique et élimination des articles non pertinents, nous avons retenu définitivement que 19 publications se sont intéressées à l'analyse des facteurs influençant la dépose d'instruments fracturés en endodontie, 3 articles se sont intéressés à la dépose des fragments intra-canaux en fonction de la localisation du fragment dans le canal, 5 revues se sont intéressées à la dépose des fragments intra-canaux en fonction du degré de la courbure, 2 publications ont rapportées des résultats en de la longueur du fragment, 9 articles se sont intéressés à l'analyse de la dépose des fragments en fonction de la technique et type d'instrument utilisés (Fig.2).

Two investigators selected the responses, which met the selection criteria. We included in this review only randomized trials, cohorts, case controls, original prospective and retrospective human studies. We excluded clinical case reports, opinion pieces, studies in temporary teeth and animal studies. The following information was collected from the data: name of the authors, date of publication, type of study, removal techniques used, canal anatomy and nature of the fractured instrument.

RESULTS:

We identified an initial total of 3132 bibliographic references on the databases consulted. After critical reading and elimination of irrelevant articles, we definitively retained that 19 publications were interested in the analysis of the factors influencing the removal of fractured instruments, 3 articles were interested in the retrieval in depending on the location of the fragment in the canal, 5 reviews were interested in the removal of broken fragments according to the degree of the curvature, 2 publications reported results with regard on the length of the fragment, 9 articles were interested in analysis of the management of fractured endodontic instruments according to the technique and type of instrument used (Fig. 2).

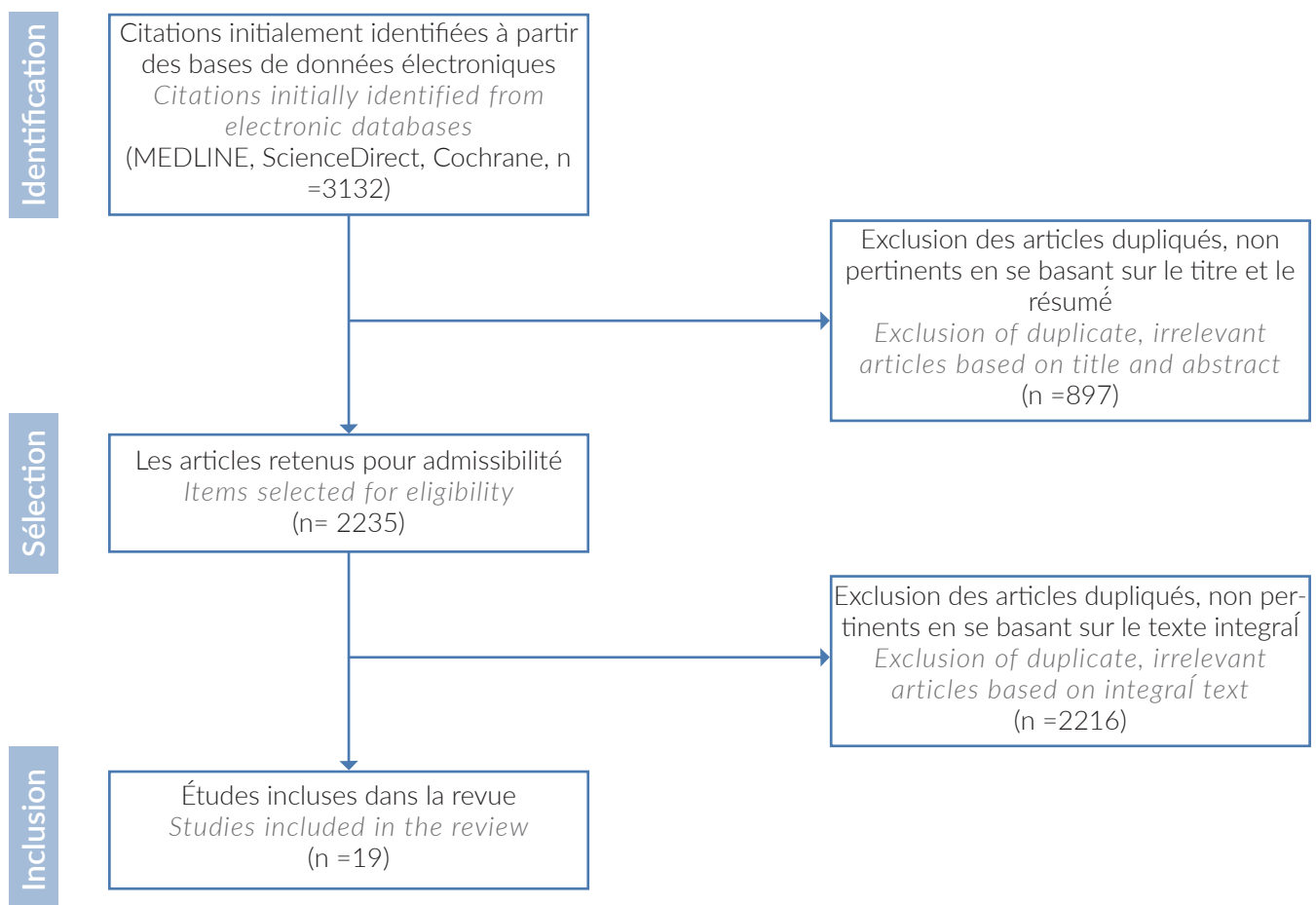


Fig 3: Diagramme de flux PRISMA 2009
Fig 3: PRISMA 2009 flow diagram

DISCUSSION:

Plusieurs auteurs se sont intéressés à l'évaluation de l'efficacité des moyens utilisés pour la dépose des instruments endocanalaire fracturés [16-18]. Les résultats varient en fonction de la localisation du fragment dans le canal, du degré de la courbure, de la longueur du fragment et de la technique et type d'instrument utilisés pour la dépose d'instrument fracturé.

EN FONCTION DE LA LOCALISATION DU FRAGMENT DANS LE CANAL

Shen [16] a étudié l'influence de plusieurs facteurs sur la dépose des fragments d'instruments NiTi fracturés dans 72 dents. Il a trouvé un taux de succès global de 53%. Ce résultat varie en fonction de plusieurs facteurs. La plupart des fractures instrumentales se sont produites au niveau ou au-delà de la courbure radiculaire, les taux de succès ont été respectivement de 60% et 31%. La différence a été statistiquement significative. Les fragments situés avant la courbure et dans les canaux droits ont été complètement éliminés. Suter [19] a évalué sur une série de cas cliniques l'emplacement intra-canal des instruments fracturés, combien d'entre eux pourraient être déposés sur 97 cas de fracture. Il a montré 87% de succès et a trouvé une corrélation significative entre le temps nécessaire pour déposer les instruments fracturés et une diminution du taux de réussite. Hulsmann [20] a évalué certaines procédures de dépose d'instruments endodontiques fracturés en utilisant un large éventail de techniques et d'instruments sur 105 dents avec 113 fragments.

Il a trouvé que sur 82 instruments fracturés aux niveaux molaires, 56 fragments ont été retirés ou pay-passés. Sur 16 fragments prémolaires, 8 ont été retirés ou pay-passés. Sur 14 fragments canines et incisives, 13 ont été retirés complètement. Il a trouvé que lorsque le fragment a été localisé avant la courbure canalaire, 2 sur 18 cas ont échoué, lorsqu'ils sont localisés à l'intérieur de la courbure, 13 sur 31 cas ont échoué et lorsqu'ils sont localisés au-delà de la courbure, 15 sur 33 cas ont échoué.

EN FONCTION DE LA COURBURE CANALAIRE

La méthode décrite par Schneider [21] a été utilisée pour classer la courbure canalaire. Le canal est considéré droit si la courbure canalaire est $\leq 5^\circ$, la courbure est modérée si cette courbure est $> 5^\circ$ et $\leq 20^\circ$ ou sévère si cette courbure est $> 20^\circ$. Shen [16] a trouvé que tous les 4 fragments ont été retirés des canaux légèrement courbés. 8 fragments ont été retirés et 2 ont été by-passés dans les 12 canaux de courbures modérées (Fig.3). Le taux de succès a été de 43% dans 56 canaux de courbures sévères. 20 ont été enlevés et 4 ont été contournés (by-passés). Un certain nombre de cas ont été classés comme un échec. La différence de succès de dépose instrumentale entre les courbures modérées et sévères a été significative. Suter [19] a trouvé que les canaux courbés avaient significativement plus d'instruments fracturés que les canaux droits. Les instruments rotatifs se sont fracturés significativement plus souvent dans les canaux courbés par rapport aux autres instruments. La moitié de toutes les fractures instrumentales se sont produites dans les racines mésiales des molaires inférieures et le plus souvent lors de l'utilisation d'instruments rotatifs. Hulsmann [20] a trouvé que canaux droits, incisives et canines, localisation avant la courbure, longueur de fragment supérieure à 5mm, localisation dans

DISCUSSION:

Several authors have been interested in evaluating the effectiveness of the means used for the removal of fractured instruments from root canal systems [16-18]. Results vary in the location of the fragment in the canal, the degree of curvature, the length of the fragment, the technique and type of instrument used for the removal of the fractured instrument.

DEPENDING ON THE LOCATION OF THE FRAGMENT IN THE CANAL

Shen [16] evaluated the influence of various factors on the success or failure of attempts to remove fragments of separated NiTi instruments from root canals in 72 teeth. He found an overall success rate of 53%. This result varies depending on several factors. Most of the instrumental fractures occurred at or beyond the root curvature, the success rates were 60% and 31%, respectively. The difference was statistically significant. The fragments located before the curvature and in the straight canals were completely removed. Suter [19] evaluated in a clinical case series the location of fractured instruments, how many of them could be removed in 97 cases. He showed 87% success and found a significant correlation between the time required to remove fractured instruments and a decreased success rate. Hulsmann [20] evaluated postoperatively the influence of several factors on the success rate of removal procedures of fractured endodontic instruments in 105 teeth with 113 fragments. Removal attempts were undertaken using a wide range of techniques and instruments. He found that of 82 instruments in molars, 56 were removed or bypassed. Of 16 fragments in premolars, 8 could be removed or bypassed. Of 14 fragments in canines and incisors, 13 could be removed completely. He found that when the fragment was localized before the curvature 2 of 18 cases failed, when localized inside the curvature 13 of 31 cases failed and when localized beyond the curvature 15 of 33 cases failed.

DEPENDING ON THE CANAL CURVATURE

The degree of root canal curvature was determined using the method described by Schneider [21]. Curvature was classified as straight ($\leq 5^\circ$), moderate ($> 5^\circ$ and $\leq 20^\circ$) or severe ($> 20^\circ$). Shen [16] found that all 4 fragments were removed from the root canals with slight curvature. 8 fragments were removed and 2 were bypassed in those 12 canals with moderate curvature (Fig. 3). The rate of success was 43% in 56 root canals with severe curvature. 20 were removed and 4 were bypassed. A number of cases were rated as a failure. The difference in removal rate between moderate and severe curvatures was significant. Suter [19] found that curved canals had significantly more fractured instruments than straight canals. Rotary instruments fractured significantly more often in curved canals compared with other instruments. Half of all instrument fractures occurred in mesial roots of lower molars and most often when using rotating instruments. Hulsmann [20] found that straight canals, incisors and canines, localization before the curvature, length of fragment more than 5 mm, localization in the coronal

le tiers coronal ou mésial du canal, les procédures de dépose au niveau molaires ont été plus efficaces dans les canaux palatins. Nagai [22] a trouvé que les instruments fracturés et verrouillés fermement dans des canaux radiculaires ronds ont été plus difficile à déposer que ceux dans des canaux radiculaires de forme irrégulière en utilisant les ultrasons sur des dents extraites. Cette méthode a été appliquée dans 39 cas cliniques, et dans 26 d'entre eux, les fragments ont été retirés avec succès tandis que dans 6 cas, il a été possible de contourner (bypasser) le fragment fracturé dans le canal. Par conséquent, dans 32 sur 39 cas cliniques avec des instruments cassés, il a été possible d'instrumenter les canaux jusqu'aux apex. Gencoglu [18] a évalué le succès de certaines méthodes utilisées pour déposer des instruments fracturés à différents niveaux sur 93 canaux. Il a trouvé que dans les canaux courbes, le taux de succès a été de 93,3% en utilisant les ultrasons et de 66,6% avec les méthodes conventionnelles.

Les ultrasons sous la visualisation d'un microscope opératoire ont constitué la méthode la plus efficace. La localisation du fragment fracturée et la forme du canal radiculaire influencent le succès de la prise en charge endodontique.

EN FONCTION DE LA LONGUEUR DU FRAGMENT

Shen [16] a trouvé que les fragments mesuraient 5mm ou moins dans 42 cas, dont 18 ont été complètement déposés ou by-passés, ce qui a donné un taux de réussite de 44 %. Pour les fragments d'une longueur comprise entre 5,5 mm et 10 mm, 18 cas sur 28 (60 %) ont été retirés ou pontés avec succès. Deux fragments de 11 à 15 mm de long ont tous été prélevés.

La différence, cependant, n'était pas significative. Hulsmann [20] a considéré dans son étude que les fragments de longueur supérieure à 5 mm comme des facteurs anatomiques favorables à la dépose des fragments intra-canaux.

EN FONCTION DU DE LA TECHNIQUE ET INSTRUMENTS UTILISÉS

Pruthi [17] a comparé l'efficacité des inserts ultrasoniques ProUltra par rapport au kit de Terauchi (TFRK) pour la dépose d'instruments endodontiques fracturés. Ainsi un total de quatre-vingt 1^{ères} molaires mandibulaires humaines extraites avec une courbure canalaire modérée ont été sélectionnés selon la classification de Schneider [21]. Le taux de succès global a été de 90% dans le groupe expérimental et de 95 % dans le groupe témoin. Le temps moyen de la dépose a été plus élevé avec les pointes ultrasoniques qu'avec le TFRK. L'auteur a conclu que les deux outils utilisés sont acceptables pour la dépose d'instruments endocaux fracturés, mais le kit de Terauchi (TFRK) nécessite plus de dextérité par rapport au inserts ultrasoniques ProUltra. Gencoglu [18] a évalué le succès de certaines méthodes utilisées pour déposer des instruments fracturés à différents niveaux sur 93 canaux. Il a trouvé que dans les canaux courbes, le taux de succès a été de 93,3% en utilisant les ultrasons et de 66,6% avec les méthodes conventionnelles. Les ultrasons sous la visualisation d'un microscope opératoire ont constitué la méthode la plus efficace.

Shen [16] a évalué l'influence de plusieurs facteurs sur la dépose de fragments d'instruments NiTi fracturés dans des canaux radiculaires. Ainsi 72 dents présentant

third of the root canal. In molars removal procedures were most successful in the palatal canals of maxillary molars. Nagai [22] showed that broken instruments locked tightly in round root canals were more difficult to remove compared with those in irregularly shaped root canals. This method was applied in 39 clinical cases, and in 26 of these the fragment was removed successfully while in 6 cases it was possible to bypass a file alongside the fragment.

Therefore, in 32 out of the 39 clinical cases with broken instruments, it was possible to instrument to the apex. Gencoglu [18] evaluated the success of certain methods that can be used in the removal of separated instruments from different levels in 93 canals. He found that the overall success rate was found 93.3% with ultrasonics and 66.6% when only conventional methods were used in curved canals. Ultrasonics under the visualization of an operating microscope was found to be an effective removal method. Location of the fragment and the shape of the root canal influence the success of fractured instrument management.

DEPENDING ON THE LENGTH OF THE FRAGMENT

Shen [16] found that the fragments measured 5 mm or shorter in 42 cases, of which 18 were completely removed or bypassed resulting in a success rate of 44%. For those fragments with a length between 5.5 mm and 10 mm, 18 out of 28 cases (60%) were successfully removed or bypassed. Two fragments, 11 to;15 mm long, were all removed. The difference, however, was not significant. Hulsmann [20] considered in his study that length of fragment more than 5 mm as a favorable anatomical factor for removal procedures of fractured endodontic instruments.

DEPENDING ON THE TECHNIQUE AND INSTRUMENTS USED

Pruthi [17] compared the effectiveness of ultrasonic tips versus the Terauchi file retrieval kit (TFRK) for the removal of broken endodontic instruments. Thus, a total of 80 extracted human first mandibular molars with moderate root canal curvature were selected according to the Schneider classification [21]. He found that the overall success rate at removing the separated instrument was 90% in the experimental group and 95% in the control group. The mean time for instrument removal was higher with the ultrasonic tips than with the TFRK. The author concluded that both systems are acceptable clinical tools for instrument retrieval but the TFRK requires slightly more dexterity than is needed for the ProUltra tips. Gencoglu [18] evaluated the success of certain methods that can be used in the removal of separated instruments from different levels in 93 canals. He found that in curved canals the success rate was found 93.3% with ultrasonics and 66.6% when only conventional methods. Ultrasonics under the visualization of an operating microscope was found to be an effective removal method.

chaqu'une un instrument NiTi fracturé ont été abordées en utilisant une variété de techniques et de matériels. Trois techniques ont été développées pour la dépose d'instruments fracturés. La 1^{ère} technique a été basée sur le principe de dépose instrumentale en 2 phases [23]. La 2^{ème} technique correspond au «trephination», utilisée pour les cas présentant des parois dentinaires assez épais. Le fragment d'instrument a été partiellement contourné avec des instruments manuels, ensuite un trépan a été utilisé pour enlever la dentine autour du fragment fracturé afin de faciliter la désinsertion qui se fait à l'aide de limes ultrasoniques dans un mouvement dans un sens antihoraire. La dernière technique correspond au «braiding» ou tressage avec des limes Hedström. Cette dernière est utilisée lorsque le fragment est profond. La première lime a été délicatement vissée dans le canal le long de l'instrument fracturé, et les deux autres limes ont été introduits pour s'enrouler les uns les autres pour qu'elles soient ensuite retirés ensemble [24]. Il a trouvé un taux de succès global de 53 %. Ce résultat varie en fonction des facteurs cités auparavant mais ne dépend pas de la technique utilisée. Il a trouvé que le ProFile fracturé sur 29 cas au-delà de la courbure du canalaire. Douze cas ont été traités avec succès (41%). Le taux de réussite pour 43 limes-K NiTi fracturées a été de 60%. La chance d'enlever ou de by-passés des fragments de limes K manuelle NiTi n'était pas significativement plus élevée par rapport au ProFile.

Suter [19] n'a pas trouvé de différence significative entre les différentes méthodes utilisées, le type et l'emplacement de l'instrument fracturé dans le taux de réussite de dépose d'instruments canaux.

Hulsmann [20] a trouvé que les limes et lentulo spiralés fracturés ont été les plus faciles à déposer. Ward [25] a évalué une nouvelle technique utilisant une plate-forme d'échafaudage et d'inserts à ultrasons modernes avec visualisation directe à l'aide d'un microscope opératoire dentaire pour la dépose d'instruments rotatifs Niti fracturés dans les petits canaux radiculaires incurvés. Il a montré qu'aucune technique n'est systématiquement efficace et tous présentent une incidence élevée de dommages canaux tels que la perforation. La compétence et l'expérience de l'opérateur jouent un rôle important dans la réussite et la sécurité de cette technique de prélèvement d'instruments. Spili [26] a suivi cliniquement et radiographiquement pendant 1 an en parallèle un groupe de 146 dents présentant des instruments fracturés et un groupe témoin de 146 cas. Il a montré par la suite que la fréquence globale des instruments fracturés laissés dans le canal radiculaire après le retraitement a été de 3,3% avec 78,1% de limes NiTi rotatives, 15,9% de limes manuelles en acier inoxydable, 4% de lentulo et 2% de fouloirs latéraux.

La fréquence de fracture des instruments NiTi rotatifs a été comparable à celle des limes manuelles. La cicatrisation a été comparable entre les cas avec un instrument fracturé (91,8%) et les témoins (94,5). La cicatrisation dans les deux groupes a été plus faible sur les dents avec une radioclarité périapicale préopératoire (86,7% versus 92,9%). Entre les mains d'endodontistes qualifiés, le pronostic n'était pas significativement affecté par la présence d'un instrument fracturé conservé à l'intérieur du canal. La présence d'une radioclarité périapicale préopératoire, plutôt que l'instrument dans les protocoles d'instrumentation et les méthodes

Shen [16] évalué l'influence de divers facteurs sur le succès ou l'échec de tentatives de retirer des fragments d'instruments NiTi séparés des racines. Les tentatives de retraitement ont été effectuées sur 72 dents avec un instrument NiTi séparé en utilisant une variété de techniques et d'armement. Trois techniques ont été développées pour le retraitement des instruments séparés du système racinaire. La 1^{ère} technique était basée sur un processus à deux phases [23]. La seconde technique était celle du «trephination», qui était utilisée pour les cas où la paroi dentinaire était suffisamment épaisse. Le fragment était partiellement contourné avec des instruments manuels et puis une pointe ultrasonique était utilisée dans un mouvement antihoraire, retirant la dentine et trepanant autour du fragment qui pourrait finalement être relâché par vibration ultrasonique. La dernière technique était le «braiding» avec des limes Hedström; cela a été appliqué dans les cas où le fragment était positionné profondément dans le système racinaire. Le premier Hedström file a été doucement vissé dans le canal à côté de l'instrument séparé, et 2 autres Hedström files ont été introduites pour s'enrouler l'une autour de l'autre, toutes ont été ensuite retirées ensemble [24]. Il a trouvé un taux de succès global de 53%. Ce résultat varie en fonction des facteurs mentionnés ci-dessus mais ne dépend pas de la technique utilisée. Le ProFile fracturé dans 29 cas au-delà de la courbure du canal. Douze cas ont été traités avec succès (41%). Le taux de réussite pour 43 limes-K NiTi fracturées a été de 60%. La chance d'enlever ou de by-passés des fragments de limes K manuelle NiTi n'était pas significativement plus élevée par rapport au ProFile. Suter [19] n'a pas trouvé de différence significative entre les différentes méthodes utilisées, le type et l'emplacement de l'instrument fracturé dans le taux de réussite de dépose d'instruments canaux. Hulsmann [20] a trouvé que les limes et lentulo spiralés fracturés ont été les plus faciles à déposer. Ward [25] a évalué une nouvelle technique utilisant une plate-forme d'échafaudage et d'inserts à ultrasons modernes avec visualisation directe à l'aide d'un microscope opératoire dentaire pour la dépose d'instruments rotatifs Niti fracturés dans les petits canaux radiculaires incurvés. Il a montré qu'aucune technique n'est systématiquement efficace et tous présentent une incidence élevée de dommages canaux tels que la perforation. La compétence et l'expérience de l'opérateur jouent un rôle important dans la réussite et la sécurité de cette technique de prélèvement d'instruments. Spili [26] a suivi cliniquement et radiographiquement pendant 1 an en parallèle un groupe de 146 dents présentant des instruments fracturés et un groupe témoin de 146 cas. Il a montré par la suite que la fréquence globale des instruments fracturés laissés dans le canal radiculaire après le retraitement a été de 3,3% avec 78,1% de limes NiTi rotatives, 15,9% de limes manuelles en acier inoxydable, 4% de lentulo et 2% de fouloirs latéraux. La fréquence de fracture des instruments NiTi rotatifs a été comparable à celle des limes manuelles. La cicatrisation a été comparable entre les cas avec un instrument fracturé (91,8%) et les témoins (94,5). La cicatrisation dans les deux groupes a été plus faible sur les dents avec une radioclarité périapicale préopératoire (86,7% versus 92,9%). Entre les mains d'endodontistes qualifiés, le pronostic n'était pas significativement affecté par la présence d'un instrument fracturé conservé à l'intérieur du canal. La présence d'une radioclarité périapicale préopératoire, plutôt que l'instrument dans les protocoles d'instrumentation et les méthodes

fracturé en soi, a été un indicateur pronostique plus significatif cliniquement. Parashos [1] a rapporté qu'en plus des changements dans la conception des instruments, de fabrication, des facteurs liés à l'expérience, à la technique et à la compétence du clinicien se sont révélés influents.

Il a décrit des recommandations cliniques pour prévenir la prise en charge de cette complication. Nagai [22] a réalisé la dépose ultrasonique de fragments fracturés dans des canaux radiculaires a été tentée chez 39 patients. Il a trouvé que dans 26 de ces cas, les fragments ont été retirés avec succès et dans 6 cas, un contournement du fragment a été effectué. Par conséquent, dans 32 sur 39 cas d'instruments cassés, l'accès apical est rendu possible. Il a conclu que cette méthode offre plusieurs avantages par rapport aux techniques alternatives, ainsi elle permet la conservation de la paroi dentinaire restante du canal radiculaire, et par conséquent l'évitement d'un traitement chirurgical et un gain de temps en parallèle. Les auteurs considèrent que le taux de réussite pourrait être amélioré avec plus d'expérience.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

La taille et la localisation du fragment fracturé, l'anatomie du canal radiculaire et le gadget utilisé influencent le succès de la prise en charge des instruments endocanalaire fracturés. Les ultrasons sous la visualisation d'un microscope opératoire est une méthode efficace pour la dépose d'instrument fracturé intra-canaire.

Certaines recommandations cliniques ont été dressées afin de faciliter la dépose d'instrument fracturés. L'application prudente des principes d'utilisation réduira l'incidence de fracture d'instruments endodontiques. Des études cliniques récentes indiquent que le pronostic n'est pas significativement affecté par la fracture et la rétention d'un instrument fracturé. Cependant, cette preuve doit être mise en balance avec le fait que la présence d'une parodontite apicale préopératoire est une variable de confusion. Établir l'emplacement intra-canaire du fragment par radiographie et par sensation tactile. Si le fragment est au niveau ou au-delà de la courbure canalaire, la récupération est beaucoup moins prévisible. La présence d'une radioclarité périapicale peut compromettre le pronostic. Dans un 1er temps, essayez de contourner directement le fragment de l'instrument en utilisant soigneusement des instruments manuels. Dans certains cas où la racine a plus d'un canal, il est probablement possible de contourner l'instrument indirectement, en utilisant le ou les autres canaux, à condition qu'ils se rejoignent avant le foramen apical. Si la décision d'enlever le fragment est prise, la technique de la plateforme de stadification est recommandée, il est nécessaire qu'elle soit prise à l'aide du microscope opératoire et d'une instrumentation ultrasonore appropriée. Si les tentatives de récupération s'avèrent infructueuses sans compromettre la dent, et la dent est toujours symptomatique, des options de traitement alternatives telles que la chirurgie apicale, la réimplantation intentionnelle ou même l'extraction peuvent toujours être pris en considération. Le patient doit toujours être informé lors de ce rendez-vous de la présence du fragment et de la proposition de prise en charge.

affected by the presence of a retained fractured instrument. The presence of a preoperative periapical radiolucency, rather than the fractured instrument per se, was a more clinically significant prognostic indicator. Parashos [1] reported that in addition, factors related to clinician experience, technique, and competence have been shown to be influential. He described clinical recommendations concerning prevention and management of this complication. Nagai [22] applied ultrasonic method to remove broken instruments in root canals in 39 patients. He found that in 26 of these the fragment was removed successfully while in 6 cases it was possible to bypass a file alongside the fragment. Therefore, in 32 out of the 39 clinical cases with broken instruments, it was possible to instrument to the apex. He concluded that this method offers the following advantages over alternative techniques: conservation of remaining dentine w all of root canal; avoidance of surgical treatment; saving of time. The authors consider that the success rate could be improved with more experience.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS:

The size and location of the fractured fragment, the anatomy of the root canal and the gadget used influence the success of the management of broken endodontic instruments. Ultrasonics with an operating microscope is an effective method for the removal of a fractured instrument.

Certain clinical recommendations were done to facilitate the removal of fractured endodontic instruments. Careful application of the principles of use will reduce the incidence of instrument fracture. Recent clinical studies indicate that the prognosis is not significantly affected by the fracture and retention of a fractured instrument. However, this evidence must be weighed up with that the fact that the presence of preoperative apical periodontitis is a confounding variable. Establish the location of the fragment by radiography and tactile sensation, if the fragment is at or beyond the canal curvature, removal is much less predictable. The presence of a periapical radiolucency will compromise prognosis. First, try to bypass the fragment of the instrument directly by careful use of hand instruments. In some cases where the root has more than one canal, it may be possible to bypass the instrument indirectly, using the other canal (s), provided they meet before the apical foramen. If the decision is made to attempt retrieval of the fragment a staging platform technique is recommended, using an operating microscope and appropriate ultrasonic instrumentation. If removal attempts prove unsuccessful without compromising the tooth, and the case continues to be symptomatic, alternative treatment options such as apical surgery, intentional replantation, or even extraction may still be considered. The patient must always be informed at that appointment of the presence of the fragment and of the proposed treatment.

RÉFÉRANCES / REFERENCES:

1. Parashos P and Messer HH. Fracture de l'instrument NiTi rotatif et ses conséquences. *JOE – Volume 32, Number 11, November 2006*, 1031- 1043.
2. Fernández-Pazos G, Martín-Biedma B, Varela-Patiño P, Ruíz-Piñón M, Castelo-Baz P. Fracture and deformation of ProTaper Next instruments after clinical use. *J Clin Exp Dent*. 2018;10(11):e1091-5.
3. Gambarini G. Cyclic fatigue of ProFile rotary instruments after prolonged clinical use. *Int Endod J*. 2001;34(5):386-9.
4. Patiño PV, Biedma BM, Liébana CR, Cantatore G, Bahillo JG. The Influence of a Manual Glide Path on the Separation Rate of NiTi Rotary Instruments. *J Endod*. 2005;31(2):114-6.
5. SIQUEIRA J.F. Aetiology of root canal treatment failure: Why well treated teeth can fail ? *International Endodontic Journal* 2001; 34: 1-10.
6. Cheung GSP, Peng B, Bian Z, Shen Y, Darvell BW. Defects in ProTaper S1 instruments after clinical use: fractographic examination. *Int Endod J*. 2005;38(11):802-9.
7. Shen Y, Cheung GS-p, Bian Z, Peng B. Comparison of Defects in ProFile and ProTaper Systems after Clinical Use. *J Endod*. 2006;32(1):61-5.
8. Alapati SB, Brantley WA, Svec TA, Powers JM, Nusstein JM, Daehn GS. SEM Observations of Nickel-Titanium Rotary Endodontic Instruments that Fractured During Clinical Use. *J Endod*. 2005;31(1):40-3.
9. Schäfer E, Schulz-Bongert U, Tulus G. Comparison of Hand Stainless Steel and Nickel Titanium Rotary Instrumentation: A Clinical Study. *J Endod*. 2004;30(6):432-5.
10. Al-Fouzan KS. Incidence of rotary ProFile instrument fracture and the potential for bypassing in vivo. *Int Endod J*. 2003;36(12):864-7.
11. Johnson WT, editor. *Color atlas of endodontics*. 1st ed. Philadelphia: Saunders; 2002. p. 91-8.
12. Godiny M, Hatam R, Khavid A, Khanlari S. Apical Microleakage in Root Canals Containing Broken Rotary Instruments. *Iranian Endodontic Journal* 2017;12(3): 360-365.
13. ošić A, Šalinović I, Brzović Rajić V, Ivanišević Malčić A, Jukić Krmek S, Miletić I. Assessment of damage of Endodontic Instruments with Naked Eye and Optical Instruments. *Acta stomatol Croat*. 2021;55(2):129-136. DOI: 10.15644/asc55/2/2
14. Hüsmann M. Methods for removing metal obstructions from the root canal. *Endod Dent Traumatol* 1993;9:223-7.
15. Mishra L, Kim HC, Singh NR, Rath PP. The top 10 most-cited articles on the management of fractured instruments: a bibliometric analysis. *Restor Dent Endod*. 2018;44(1):e2. Published 2018 Dec 26. doi:10.5395/rde.2019.44.e2
16. Shen Y, Peng B, and Cheung G. "Factors associated with the removal of fractured NiTi instruments from root canal systems." *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2004; 98: 605–610.
17. Pruthi PJ, Nawal RR, Talwar S, Verma M. Comparative evaluation of the effectiveness of ultrasonic tips versus the Terauchi file retrieval kit for the removal of separated endodontic instruments. *Restor Dent Endod*. 2020 May;45(2):e14.
18. Gencoglu N, Helvacioglu D. Comparison of the Different Techniques to Remove Fractured Endodontic Instruments from Root Canal Systems. *Eur J Dent* 2009;3:90-95
19. Suter B, Lussi A, Sequeira P. Probabilité de retirer les instruments fracturés des canaux radiculaires. *International Endodontic Journal*, 38, 112–123, 2005.
20. Hulsmann M, Schinkel I. Influence de plusieurs facteurs sur le succès ou l'échec du retrait des instruments fracturés du canal radiculaire. *Endod Dent Traumatol* 1999; 15 : 252-258. O Munksgaard,
21. Schneider SW. A comparison of canal preparation in straight and curved root canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971;32: 271-5.
22. O. NAGAI, N. TANI, Y. KAYABA, S. KODAMA, T. OSADA. Ultrasonic removal of broken instruments in root canals. *International endodontic Journal*. (1986) 19, 298-304.
23. CamilloD, GiuseppeV,PietroDF.Brokeninstrumentremoval– two cases. *J Endod* 2000;26:368-70.
24. Gilbert BO, Rice T. Re-treatment in endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987;64:333-8.
25. Ward JR, Parashos P, MDSc, Messer HH. Evaluation of an Ultrasonic Technique to Remove Fractured Rotary Nickel-Titanium Endodontic Instruments from Root Canals: Clinical Cases. *JOURNAL OF ENDODONTICS*. VOL. 29, NO. 11, NOVEMBER 2003, 764-767.
26. Spili P, Parashos P, Messer HH. L'impact de la fracture de l'instrument sur les résultats du traitement endodontique. *JOE – Volume 31, Number 12, December 2005*, 845-850.