

## TREATMENT OUTCOME OF MANUAL VERSUS ROTARY TECHNIQUES IN SINGLE-VISIT ENDODONTICS FOR PATIENTS IN A NIGERIAN TEACHING HOSPITAL: A RANDOMIZED CLINICAL TRIAL

### RESULTAT DU TRAITEMENT DES TECHNIQUES MANUELLES CONTRE TECHNIQUES ROTATIVES ENDODONTIQUE A VISITE UNIQUE POUR DES PATIENTS DANS UN HOSPITALIER UNIVERSITAIRE NIGERIAN : UN ESSAI CLINIQUE RANDOMISE

\*MAKANJUOLA JO<sup>1</sup>, UMESI DC<sup>1,2</sup>, ODERINU OH<sup>1,2</sup>.

#### ABSTRACT

**Background:** Adequate canal preparation is essential in achieving successful outcome sequel to root canal treatment. Nickel-Titanium (NiTi) rotary instruments have steadily gained grounds in endodontics for root canal preparation, however, it is yet to be widely practiced among dental practitioners in Nigeria.

**Aim and Objectives:** To compare the treatment outcomes of single visit root canal treatment when either rotary or manual step-back preparation technique is used in shaping the canal, employing clinical and radiographic criteria.

**Design of the study:** A randomized controlled trial.

**Setting:** Conservation Unit of Restorative Dentistry Clinics, Lagos University Teaching Hospital (LUTH), Lagos, Nigeria.

**Materials and Methods:** 120 consecutive consenting subjects were included in the study. The inclusion criteria were: medically fit individuals with molar tooth diagnosed with irreversible pulpitis, pulp necrosis or apical periodontitis; they had no to moderate pain, with periodontally sound and not excessively curved tooth. Randomization was performed by balloting using sealed envelopes and subjects were assigned in equal numbers to one of two groups, rotary and manual. Subjects were monitored following treatment for clinical and radiographic parameters at 1 day, 1 week, 1 month, 3 months and 6 months. Data analysis was done using SPSS-version 20.0, and differences were considered significant if  $p < 0.05$ .

**Results:** Twenty-seven (45%) and 23(38.3%) teeth in manual and rotary group respectively had pain at 1-day review. Significant difference in occurrence of pain in relation to both gender ( $p=0.001$ ) and tooth-type ( $p=0.026$ ) was noted between the groups at 1-day review. By the final review, there was no reported post-operative pain. There was no significant difference between the two groups in relation to the other clinical parameters at the different review periods. Twenty-four (40%) and 16 (26.7%) teeth had pre-existing periapical radiolucency in manual and rotary groups respectively; by final review, periapical radiolucency had reduced to 16.9% and 3.4% respectively, with the rotary group having significantly less radiolucency. Favourable outcome at 6-month review was significantly higher in the rotary group (96.6%), compared to the manual group (83.1%) in ( $p=0.033$ ); the difference in outcome was due to significantly better outcomes with the molar tooth category in the rotary group.

**Conclusion:** There was a significantly more favourable treatment outcome in the rotary compared to the step-back technique in canal preparation, employing clinical and radiographic criteria.

**Key words:** Rotary, Manual, Treatment-outcome, Single-visit, Endodontics, Instrumentation

#### RESUME

**Contexte :** Une préparation appropriée du canal est primordiale pour avoir un bon résultat suite du traitement du canal radiculaire. Les instruments rotatifs nickel-titane (NiTi) ont progressivement gagné du terrain en endodontie pour la préparation des canaux radiculaires. Cependant, ils ne sont pas encore utilisés en grande partie par les praticiens de l'art dentaire au Nigéria.

**But et objectifs :** Comparer les résultats du traitement du soin canalaire en une visite unique lorsque la technique de préparation rotative ou manuelle est utilisée pour façonner le canal en employant des critères cliniques et radiographiques.

**Conception de l'étude :** Un essai contrôlé randomisé.

**Cadre :** Unité de conservation des cliniques de dentisterie restauratrice, Centre hospitalier universitaire Lagos (CHUL) (LUTH), Lagos, Nigéria.

**Matériels et méthodes :** 120 matières consentantes consécutives ont été impliquées dans l'étude. Les critères d'implication étaient ce qui suit : personnes en bonne santé ayant une dent antérieure capable d'être rétablie, une prémolaire ou une première molaire diagnostiquée avec une pulpite irréversible, une nécrose de la pulpe ou une parodontite apicale irréversible ; ils ne présentaient aucune douleur modérée, avec une dent saine parodontale et non incurvée. La randomisation a été effectuée par le biais du scrutin en utilisant les enveloppes scellées et les sujets ont été répartis en nombre égal dans l'un des deux groupes, rotatif et manuel. Les sujets ont été surveillés après le traitement pour les paramètres cliniques et radiographiques à 1 jour, 1 semaine, 1 mois, 3 mois et 6 mois. L'analyse des données a été réalisée par le biais de SPSS-version 20.0 et les différences ont été considérées comme significatives si  $p < 0,05$ .

**Résultats :** Vingt-sept (45%) et 23 (38,3%) dents du groupe manuel et du groupe rotatif avaient respectivement des douleurs lors de l'étude d'une journée. Une différence significative dans l'apparition de la douleur par rapport au sexe ( $p = 0,001$ ) et au type de dent ( $p = 0,026$ ) a été remarquée entre les groupes lors de l'étude d'un jour. Lors de l'examen final, aucune douleur postopératoire n'avait été rapportée. Il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes par rapport aux autres paramètres cliniques aux différentes périodes d'examen. Vingt-quatre (40%) et 16 (26,7%) dents présentaient une radio transparence péri-apicale préexistante dans les groupes manuel et rotatif, respectivement ; lors de l'examen final, la « radiolucence » péri-apicale avait été réduite à 16,9% et 3,4% respectivement, le groupe rotatif présentant une « radiolucence » significativement moindre. Les suites bienveillantes à l'examen après six mois étaient significativement plus extrêmes dans le groupe rotatif (96,6%) par rapport au groupe manuel (83,1%) en ( $p = 0,033$ ) ; la différence dans les suites était due à des résultats fortement meilleurs avec la classe des dents molaires du groupe rotatif.

**Conclusion :** Les résultats du soin étaient significativement plus cléments dans le traitement rotatif par rapport à la technique « step-back » dans la préparation canalaire, en utilisant des critères cliniques et radiographiques.

**Mots-clés :** Rotary, Manuel, Résultat du traitement, Visite unique, Endodontie, Instrumentation.

## INTRODUCTION

Canal preparation is the most significant step for a successful root canal treatment because this determines the extent of the sterility of the root canal system and the possibility of achieving a satisfactory three dimensional root filling.<sup>1,2</sup> Traditional canal preparation techniques are often complex and their success largely dependent on the clinician's skill.<sup>3</sup> These preparation techniques have evolved over time and several advancements in the field of endodontics such as Nickel-Titanium (NiTi) rotary instrumentation, accurate apex locators, and digital radiography have assisted endodontists in performing root canal treatment (especially in molars) in a single visit.<sup>3-5</sup> This makes patients more receptive to having endodontic treatment and is more productive for the clinician.<sup>5</sup>

Over the past few decades, NiTi rotary instruments have steadily gained grounds in endodontics; however, it is yet to gain popularity in developing countries. Several in vitro studies in literature have focussed on debris extrusion and quality of the prepared canals. These studies have consistently reported reduced apical extrusion of pulp debris and better shaping of canals with less procedural errors following the use of rotary files in canal preparation.<sup>3,6-10</sup> Conflicting findings of clinical studies regarding post-operative pain exist - it has been reported that there is a significantly higher incidence of pain following manual preparation of the root

## INTRODUCTION

La préparation du canal est l'étape la plus clé pour un traitement du canal radiculaire réussi car elle détermine le niveau de l'infécondité du système canalaire et la possibilité d'achever un remplissage tridimensionnel des racines satisfaisant.<sup>1,2</sup> Les techniques traditionnelles de préparation canalaire sont souvent complexes et leur succès dépend en grande partie des compétences du clinicien.<sup>3</sup> Ces techniques de préparation se sont modifiées au fil du temps et plusieurs avancements dans le domaine de l'endodontie tels que l'instrumentation rotative Nickel-Titane (NiTi), les localisateurs d'apex précis et la radiographie numérique ont aidé les endodontistes à accomplir un traitement du canal radiculaire (surtout dans les molaires) en une visite unique<sup>3-5</sup>. Cela rend les patients plus réceptifs au traitement endodontique et est plus productif pour le clinicien<sup>5</sup>.

Au cours des dernières décennies, les instruments rotatifs NiTi ont progressivement gagné du terrain en endodontie ; Cependant, il n'est pas encore très populaire dans les pays en voie de développement. Plusieurs études in vitro dans la littérature se sont fixées sur l'extrusion de débris et la qualité des canaux préparés. Ces études ont régulièrement mis en évidence une réduction de l'extrusion apicale des débris de pulpe et une amélioration de la formation des canaux avec moins d'erreurs de procédure suivant l'utilisation de fichiers rotatifs dans la préparation canalaire.<sup>3,6-10</sup> Il existe des résultats contradictoires d'études cliniques à propos de la douleur postopératoire. Il a été rapporté qu'il y a une incidence significativement plus élevée de douleur après une préparation manuelle des canaux radiculaires par rapport à une préparation rotative, alors qu'une autre étude n'a rapporté aucune différence significative<sup>1,11-14</sup>. Néanmoins, il y a peu de rapports relatant la réussite et les suites du traitement après ces

---

\*Makanjuola J O<sup>1</sup>, Umesi DC<sup>1,2</sup>, Oderinu OH<sup>1,2</sup>.

<sup>1</sup>Department of Restorative Dentistry, Faculty of Dental Sciences, College of Medicine, University of Lagos, Nigeria  
E-mail address: jomakanjuola@unilag.edu.ng

<sup>2</sup>Department of Restorative Dentistry, Lagos University Teaching Hospital, Lagos, Nigeria

\*Correspondence

Grant support: None  
Subvention: Aucun

Conflict of interest: None  
Conflit d'intérêts: Aucun

canals compared to rotary preparation while another study has reported no significant difference.<sup>1,11-14</sup> However, there is paucity of reports when comparing the success and treatment outcomes following these techniques. This randomized clinical trial was therefore conducted to compare the treatment outcomes of single-visit root canal treatment when either manual step-back or rotary preparation technique is used in shaping the canal, employing clinical and radiographic criteria.

### **PATIENTS AND METHODS**

This randomized clinical study was carried out over an 18-month period from April, 2014 to September, 2015. Ethics approval was obtained from the Health Research and Ethics Committee of Lagos University Teaching Hospital (LUTH), Lagos, Nigeria with the protocol number- **ADM/DCST/HREC/1684**. The study was conducted at the Conservation Unit of Restorative Dentistry Clinics of the hospital. Procedures performed at the Conservative Unit of the Restorative Dentistry include endodontics, operative, fixed prosthodontic and implant procedures.

The clinical trial was also registered with the Pan African Clinical Registry (**PACTR201804003323280**). Following adequate explanation of the procedures and the research to each subject, a written informed consent was obtained from all the participants before commencing treatment.

### **Eligibility Criteria**

The investigations were done following a detailed history and examination, by using an electric pulp tester- Digitest Pulp Vitality Tester (PARKELL INC. NY, USA) to determine the pulp status and periapical radiograph (using long cone paralleling technique) to assess extent of coronal radiolucency, size of periapical radiolucency if present, the root morphology and extent of canal curvature.

techniques. Cette épreuve clinique randomisée a donc été conduite pour comparer les suites du traitement de la guérison canalaire en une visite unique lorsque la technique de préparation manuelle en marche arrière ou rotative est utilisée pour façonner le canal, en utilisant des critères cliniques et radiographiques.

### **PATIENTS ET MÉTHODES**

Cette étude clinique randomisée a été réalisée au cours de 18 mois ; d'avril 2014 à septembre 2015. L'approbation en matière d'éthique a été obtenue auprès du comité de la recherche sur la santé et de l'éthique de l'hôpital universitaire de Lagos (LUTH) à Lagos, au Nigéria, avec le numéro de protocole **ADM / DCST / HREC / 1684**. L'étude a été menée à l'unité de conservation des cliniques de dentisterie restauratrice de l'hôpital. Les procédures effectuées à l'unité de conservation de la dentisterie restauratrice comprennent les procédures d'endodontie, les procédures opératoires, les procédures prosthodontiques fixes et les procédures d'implants.

L'essai clinique a également été enregistré auprès du registre clinique panafricain (PACTR201804003323280). Après une explication adéquate des procédures et de la recherche pour chaque sujet, un consentement éclairé écrit a été obtenu de tous les participants avant le début du traitement.

### **Critère d'éligibilité**

Les enquêtes ont été effectuées suite d'un historique et d'un examen, à l'aide d'un testeur de pâte électrique - Testeur de vitalité de la pulpe Digitest (PARKELL INC. NY, Etats-Unis) pour préciser le statut de la pulpe et une radiographie péri-apicale (par le biais de la technique de mise en parallèle à cône long) pour évaluer l'étendue de la coronale radio-transparence, taille de la radio-transparence péri-apicale, le cas échéant, morphologie de la racine et étendue de la courbure du canal.

The inclusion and exclusion criteria were strictly observed when selecting the subjects. Consecutive subjects aged between 18 and 60 years who had an anterior, premolar or first molar tooth (maxillary or mandibular) with no pain or mild to moderate pain were included in the study after they consented. These subjects were diagnosed of irreversible pulpitis or apical periodontitis not exceeding 2x2mm periapical radiolucency or necrotic teeth with/without apical lesion associated with a non-discharging sinus. Patients having any tooth with severe pain were excluded to increase the objectivity when assessing the treatment outcome since they would need to be placed on strong analgesics before commencing treatment. Teeth with weeping canals, acute abscess, periodontally compromised teeth, excessively curved roots, unrestorable teeth, uncooperative patients and medically compromised patients (ASA Physical Status Classification III and beyond) were excluded from the study.

### **Sample selection**

The subjects recruited for the study were consecutive patients that presented to the Restorative Dental Clinics at LUTH for root canal treatment who met the inclusion criteria and consented to participate in the study. A minimum sample size of 28 teeth per group was calculated by using the formula for comparing two independent proportions by Varkevisser et al<sup>15</sup> and the prevalence value used for the calculation was based on a previous study by Wei et al (72.3% in the rotary group and 37.5% in the manual group with no pain).<sup>11</sup> The  $\alpha$  value was set at 5% and power of the study set at 80%.

Taking into consideration that teeth of all categories (single-rooted anterior teeth, multi-rooted premolar and molar teeth) were included in the study and in order to

Les critères d'inclusion et d'exclusion ont été strictement observés lors de la sélection des sujets. Les sujets consécutifs âgés de 18 à 60 ans qui avaient une dent antérieure, prémolaire ou première molaire (maxillaire ou mandibulaire) sans douleur ou une douleur légère à modérée ont été inclus dans l'étude après avoir donné leur consentement. On a diagnostiqué chez ces sujets une pulpite irréversible ou une parodontite apicale ne dépassant pas une radiolucence péri-apicale de 2x2 mm ou des dents nécrotiques avec / sans lésion apicale associée à un sinus qui ne se décharge pas. Les patients ayant des dents souffrant de douleur intense ont été exclus pour augmenter l'objectivité lors de l'évaluation du résultat du traitement car ils auraient besoin d'être placés sous analgésiques forts avant de commencer le traitement. Les dents avec des canaux « pleureurs » (weeping canals), les abcès aigus, les dents compromises parodontalement, les racines excessivement incurvées, les dents incontrôlables, les patients peu coopératifs et les patients médicalement compromis (Classification de l'état physique ASA III et au-delà) ont été exclus de l'étude.

### **Selection d'Echantillon**

Les sujets mobilisés pour l'étude étaient des patients consécutifs soumis aux traitements du canal radiculaire aux cliniques dentaires de restauration de LUTH, qui répondaient aux critères d'inclusion et avaient consenti à participer à l'étude. La taille minimale de l'échantillon de 28 dents par groupe a été calculée grâce à la formule de comparaison de deux proportions indépendantes de Varkevisser et al<sup>15</sup>. La valeur de prévalence utilisée pour le calcul était basée sur une étude précédente de Wei et al (72,3% dans le groupe rotatif). 37,5% dans le groupe manuel sans douleur)<sup>11</sup>. La valeur  $\alpha$  a été fixée à 5% et la puissance de l'étude à 80%.

Compte tenu le fait que des dents de toutes les catégories (dents antérieures mono-enracinées, prémolaires et molaires à racines multiples) et afin de dédommager pour l'attrition et d'augmenter la validité, la taille exigée de l'échantillon par groupe a été portée

compensate for attrition and increase validity, the required sample size per group was increased to 60 teeth. One hundred and twenty teeth were randomly assigned into two groups of 60 teeth each (by picking out of 120 concealed envelopes, each containing a tagged slip). Subjects having multiple teeth that required treatment balloted separately for each tooth to be included in a particular group. The manual group had teeth whose root canals were prepared with stainless steel K-files (MANI, INC. Tochigi, Japan) using manual step-back preparation technique.<sup>1</sup> The rotary group had teeth whose root canals were prepared using ProTaper NiTi rotary instrument (DENTSPLY MAILLEFER Ballaigues, Switzerland) in a crown-down preparation technique according to the manufacturer's instructions.<sup>1</sup>

### **The Procedure**

Single-visit root canal treatment performed on all the subjects was carried out by a single operator in order to eliminate inter-operator bias and standard laid down protocols were observed during treatment.<sup>1,16</sup> The procedure performed was in accordance with the ethical standards of the committee on human experimentation (institutional and national) and with the last update of Helsinki Declaration, as revised in 2000. The standard protocol for treatment included local anaesthesia administration, rubber dam isolation, excavation of the carious lesion, and standard access cavity preparation. The working length for each canal was then estimated as the length when the file tip terminates 0.5mm short of the radiographic apex (as determined by long cone paralleling technique). This was followed by biomechanical preparation of root canals (using either manual step-back technique with hand held K-files or ProTaper rotary files by subsection of the canals to a continuous rotary instrumentation in a crown-down manner) where the pulp chamber and canals were copiously irrigated with 2.5% sodium hypochlorite (RECKITT BENCKISER, Ogun,

à 60 dents. Cent vingt dents ont été assignées au hasard en deux groupes de 60 dents chacun (en sélectionnant parmi 120 enveloppes cachées, chacune contenant un bordereau étiqueté).

Les sujets ayant plusieurs dents qui ont exigé un traitement séparément vote pour chaque dent pour être inclus dans un groupe particulier. Le groupe manuel avait des dents dont les canaux radiculaires étaient préparés avec des limes K en acier inoxydable (MANI, INC. Tochigi, Japon) en utilisant une technique de préparation manuelle en reculant.<sup>1</sup> Le groupe rotatif avait des dents dont les canaux radiculaires étaient préparés avec un instrument rotatif ProTaper NiTi (DENTSPLY MAILLEFER (Ballaigues, Suisse) dans une technique de préparation selon les instructions du fabricant.

### **La procédure**

Le traitement du canal radiculaire à visite unique pratiqué sur tous les sujets a été accompli par un seul opérateur afin d'éliminer les biais entre opérateurs, et des protocoles standards ont été observés au cours du traitement.<sup>1,16</sup> La procédure réalisée était conforme aux normes éthiques de Comité sur l'expérimentation humaine (institutionnelle et nationale) et avec la dernière mise à jour de la Déclaration d'Helsinki, telle qu'elle a été révisée en 2000. Le protocole standard de traitement comprenait l'administration par anesthésie locale, l'isolement d'un barrage en caoutchouc, l'excavation de la lésion carieuse et la préparation standard d'une cavité d'accès. La longueur de travail pour chaque canal a ensuite été estimée à la longueur lorsque l'extrémité du fichier se termine à 0,5 mm de longueur de l'apex radiographique (tel que déterminé par la technique de mise en parallèle à cône long). Cette opération a été suivie d'une obturation des canaux par une technique de compactage latéral froid dans le groupe manuel (par la biais du Gutta percha normalisé ISO 15-80 (GAPADENT CO., LTD Tianjin, Chine)) et par une technique du cône simple dans le groupe rotatif (grâce à la gutta

Nigeria) and lubricated with RC Prep (STONE PHARMACEUTICALS, Philadelphia, Pa, USA) during the entire course of canal preparation. This was followed by obturation of the canals by cold lateral compaction technique in the manual group (using Gutta percha ISO standardized 15-80 (GAPADENT CO., LTD Tianjin, China) and single cone technique in the rotary group (using matching ProTaper gutta percha) [DENTSPLY MAILLEFER Ballaigues, Switzerland]. The gutta percha were sealed onto the canal walls using Zical (ZOE) root canal sealant (PREVERST DenPro LTD. Jammu, India). Thereafter, a core build-up (with/without a post) and extracoronary restoration were used to replace lost dental tissue. All subjects that were selected for this study had root canal treatment successfully completed in a single visit. Prophylactic analgesics were not given to the patients following treatment but they were advised to use analgesics in the event of unbearable pain.

#### **Review Period**

Before the commencement of the study, the two review assessors were calibrated. Inter-examiner and intra-examiner reliability assessments were done and kappa values obtained were 0.82 and 0.85, respectively. The subjects were reviewed five times (at 1-day, 1-week, 1-month, 3-month and 6-month review) following the procedure. Several clinical (pain, swelling, mobility, tenderness to percussion, sinus tract and function of the treated tooth) and radiographic parameters (size of periapical radiolucency) were monitored during the review appointments. Pain was reviewed employing Universal Pain Assessment Tool-Faces Scale<sup>17</sup> and patients' use of analgesics. All the radiographs were assessed after mounting the films on an electronic radiographic viewer. An endodontic rule was used to measure the diameter of any periapical radiolucency.<sup>18</sup> The tooth apex was monitored at each review to determine if radiolucency was absent or present. When radiolucency was present, it was assessed to determine if it was a new lesion appearing where there was none on initial presentation or if it was an existing lesion that had remained the same size, increased in size or decreased in size.

percha ProTaper assortie) [DENTSPLY MAILLEFER Ballaigues, Suisse]. La gutta percha a été scellée sur les parois du canal avec un scellant pour canal radiculaire Zical (ZOE) (PREVERST DenPro LTD. Jammu, Inde). Par la suite, une accumulation de noyau (avec / sans poteau) et la restauration extra-cronaire ont été employées pour remplacer le tissu dentaire perdu. Tous les sujets qui ont été choisis pour cette étude ont été traités avec succès au cours du traitement du canal radiculaire en une visite unique. Aucun analgésique prophylactique n'a été administré aux patients après le traitement, mais il leur a été recommandé de prendre des analgésiques en cas de douleur insupportable.

#### **Période d'examen**

Avant le début de l'étude, les deux évaluateurs ont été calibrés. Des évaluations de la fiabilité inter-examineur et intra-examineur ont été réalisées et les valeurs kappa obtenues étaient respectivement de 0,82 et 0,85. Les sujets ont été revus à cinq reprises (après un examen d'une journée, d'une semaine, d'un mois, de 3 mois et de 6 mois) après la procédure. Plusieurs paramètres cliniques (douleur, gonflement, mobilité, tendresse à la percussion, tractus sinusien et fonction de la dent traitée) et radiographiques (taille de la radiolucence périapicale) ont été surveillés lors des rendez-vous d'examen. La douleur a été analysée à l'aide de l'Universal Pain Assessment Tool-Faces Scale<sup>17</sup> et de l'utilisation d'analgésiques par les patients. Toutes les radiographies ont été estimées après le montage des films sur une visionneuse radiographique électronique. Une règle endodontique a été utilisée pour mesurer le diamètre de toute radiolucence périapicale.<sup>18</sup> Le sommet de la dent a été contrôlé à chaque examen pour déterminer si la radiolucence était absente ou présente. Lorsque la radiolucence était présente, il a été évalué pour déterminer s'il s'agissait d'une nouvelle lésion apparaissant là où il n'y en avait pas au moment de la présentation initiale ou s'il s'agissait d'une lésion existante qui était restée de la même taille, grossie ou diminuée de taille.

The treatment outcome was categorized using the clinical and radiographic criteria according to the guidelines set by the European Society of Endodontology.<sup>19</sup> Treatment outcome was classified as favourable when there was absence of pain, swelling and other symptoms, no sinus tract, no loss of function and radiological evidence of a normal periodontal ligament space around the root. However, favourable outcome may be reversed when there is a re-infection. Uncertain outcome was defined as presence of radiographic evidence revealing a periapical lesion that has remained the same size or has only decreased in size. In such cases of unresolved periapical lesion, a further review is recommended until the lesion completely resolves or assessment can be continued for a minimum period of 4 years.<sup>19</sup> All the assessments were independently conducted by two experienced endodontists who were blinded to the study groups.

### **Statistical Analysis**

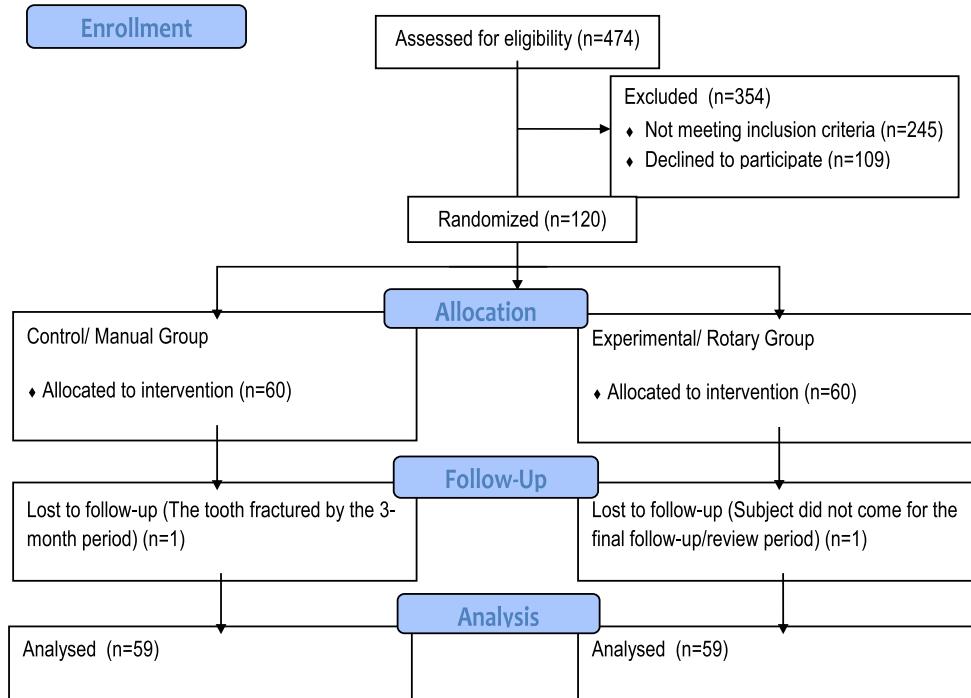
Data analysis was done using Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 20.0 (IBM SPSS 20.0. IBM, Chicago, IL, USA) and the Kolmogorov-Smirnov test for normality analysed data distribution. Categorical variables were compared using Pearson's Chi-square test, and numeric variables compared using independent student *t*-test. Differences were considered significant if  $p < 0.05$ .

Le résultat du traitement a été classé selon les critères cliniques et radiographiques conformément aux directives de la Société européenne d'endodontologie.<sup>19</sup> Le résultat du traitement a été qualifié de favorable en l'absence de douleur, de gonflement et d'autres symptômes, d'absence de tractus sinusal, de perte de fonction et évidence radiologique d'un espace normal des ligaments parodontaux autour de la racine. Cependant, la suite favorable peut être inversée lorsqu'il y a une réinfection. Une suite aléatoire a été définie comme la présence de preuves radiographiques révélant une lésion péri-apicale restée de la même taille ou ayant seulement diminué. Dans de tels cas de lésion péri-apicale non résolue, un examen supplémentaire est recommandé jusqu'à ce que la lésion soit complètement résolue ou que l'évaluation puisse être poursuivie pendant une période minimale de 4 ans.<sup>19</sup> Toutes les évaluations ont été menées indépendamment par deux endodontistes expérimentés qui ont été empêchés par les groupes d'étude.

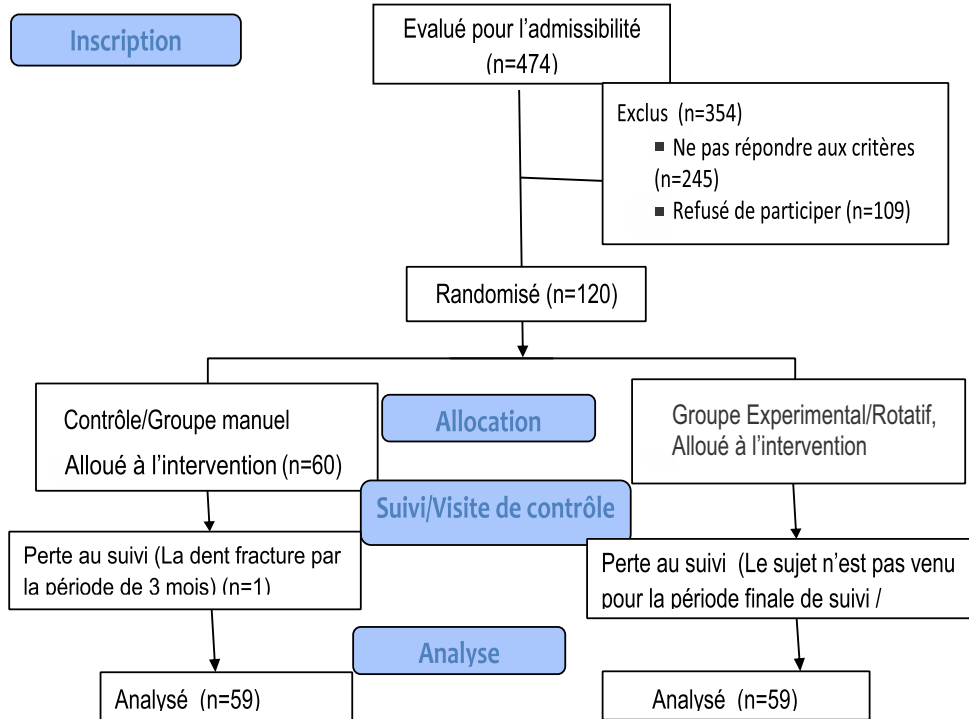
### **Analyses statistiques**

L'analyse des données a été effectuée grâce à la version 20.0 du logiciel SPSS « Ensemble des mesures statistiques des Sciences sociales » (Statistical Package for Social Sciences) (IBM SPSS 20.0. IBM, Chicago, IL, États-Unis) et du test de Kolmogorov-Smirnov pour la distribution normalisée des données analysées. Les variables catégorielles ont été comparées à l'aide du test du chi carré de Pearson et les variables numériques ont été comparées par le biais du test *t* de l'étudiant indépendant. Les différences étaient considérées comme significatives si  $p < 0,05$ .

**Flow chart showing how the study was designed**



**Organogramme montrant la conception de l'étude**





## RESULTS

Ninety-five subjects with a total of 120 teeth were treated and reviewed. There were 41 males and 54 females with an age range 18-60 years. There were no significant differences between the two groups with regards to age, sex ratios and tooth types. Pre-operative clinical and radiographic parameters of the two groups were not significantly different (Table 1).

One subject in each group did not complete the six months review period. The fallout subject in the rotary group did not show up for the final review whilst the subject in the manual group was referred for extraction following a fracture of the endodontically filled but uncrowned tooth which occurred in the second month following the endodontic treatment.

Twenty-seven (45%) teeth in manual group and 23 (38.3%) teeth in rotary group were painful at 1-day review; the difference was not statistically significant ( $\chi^2=0.55$ ,  $p=0.46$ ). Among the subjects that experienced pain at the 1-day review, 13 (21.7%) used analgesics in the manual group while 6 (10%) took analgesics in the rotary group, however, this difference was not statistically significant ( $p=0.114$ ). At subsequent reviews, a steady decline in the number of painful teeth was noted. Total resolution of pain was most pronounced at 1-week and 1-month review in both groups. By the 1-month review, only 2 (3.3%) of teeth in the manual group and 3 (5%) in rotary group were painful, the difference was not statistically significant ( $p=0.83$ ). However, all these subjects could bear the pain and did not take analgesics. By the 3-month review, only one subject in the manual group still had mild pain which did not require analgesics while no subject had post-operative pain in the rotary group. By the final review, no case of pain occurred in the two groups. There was a significant difference between pain intensity

## RÉSULTATS

Quatre-vingt-quinze sujets avec un total de 120 dents ont été traités et examinés. Il y avait 41 hommes et 54 femmes âgés de 18 à 60 ans. Il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes en ce qui concerne l'âge, la proportion de sexe et les types de dents. Les paramètres cliniques et radiographiques préopératoires des deux groupes n'étaient pas significativement différents (Tableau 1).

Un sujet dans chaque groupe n'a pas terminé la période d'examen de six mois. Les retombées du groupe rotatif ne sont pas apparues lors de l'examen final, tandis que celles du groupe manuel ont été renvoyées pour l'extraction à la suite d'une fracture de la dent remplie de manière endodontique mais non couronnée survenue le deuxième mois suivant le traitement endodontique.

Vingt-sept (45%) dents du groupe manuel et 23 (38,3%) dents du groupe rotatif étaient douloureuses à l'examen d'une journée ; la différence n'était pas statistiquement significative ( $2 = 0,55$ ,  $p = 0,46$ ). Parmi les sujets qui ont ressenti de la douleur lors de la revue d'une journée, 13 (21,7%) utilisaient des analgésiques dans le groupe manuel, tandis que 6 (10%) prenaient des analgésiques dans le groupe rotatif. Cependant, cette différence n'était pas statistiquement significative ( $p = 0,114$ ). Lors des examens ultérieurs, une diminution constante du nombre de dents douloureuses a été constatée. La résolution totale de la douleur était plus prononcée après une révision d'une semaine et d'un mois dans les deux groupes. À l'examen d'un mois, seules 2 (3,3%) des dents du groupe manuel et 3 (5%) du groupe rotatif étaient douloureuses, la différence n'était pas statistiquement significative ( $p = 0,83$ ). Cependant, tous ces sujets pouvaient supporter la douleur et n'ont pas pris d'analgésique. Suite à la revue de 3 mois, un seul sujet du groupe de traitement manuel présentait encore une douleur légère ne nécessitant pas d'analgésique, tandis qu'aucun sujet n'a pas eu de douleur postopératoire dans le groupe rotatif. Lors de l'examen final, aucun cas de douleur ne s'est produit dans les deux groupes. Il y avait une différence significative entre l'intensité de la

pre-operatively and 1-week post-operatively ( $p = 0.002$ ) in the manual group while a significant difference occurred between the pain intensity from the teeth pre-operatively and 1-day ( $p = 0.026$ ) and 1-week ( $p = 0.009$ ) post-operatively in the rotary group (Table 2)

Gender was the only factor that had a significant association ( $p=0.001$ ) in relation to pain in the manual group while tooth type was the sole factor in the rotary group that had a significant association ( $p=0.026$ ) in relation to pain at 1-day review only (Table 3). There was no significant difference between the two treatment groups in relation to other clinical parameters (Tables 4 and 5).

Twenty-four (40%) teeth in manual group and 16 (26.7%) teeth in rotary group had pre-existing periapical radiolucency. A decrease in size of radiolucency was noticed in some teeth that presented with periapical lesion by the 1-month review. There was no new incidence of periapical radiolucency among the treated teeth and no existing periapical radiolucency remained the same size or increased in size at the different review periods (Table 5). There was no significant difference when comparing diagnosis and presence of periapical radiolucency between the two treatment groups (Table 5). However, the total number of teeth with radiolucency still present was significantly higher in the manual group at 3-month ( $p = 0.04$ ) and 6-month ( $p = 0.023$ ) review periods compared to the rotary group. At final review, up to 16.9% in the manual group still had radiolucency present compared to 3.4% in the rotary group.

One anterior and one molar teeth in the rotary group had uncertain outcome at the 6-month period, whilst in the manual group 10 teeth had uncertain outcome and majority of them (7 teeth) were molar teeth.

douleur en préopératoire et une semaine après l'opération ( $p = 0,002$ ) dans le groupe manuel, tandis qu'une différence significative apparaissait entre l'intensité de la douleur des dents en préopératoire et celle d'un jour ( $p = 0,026$ ) et 1 semaine ( $p = 0,009$ ) en post-opératoire dans le groupe rotatif (Tableau 2).

Le sexe était le seul facteur présentant une association significative ( $p = 0,001$ ) par rapport à la douleur dans le groupe manuel, tandis que le type de dent était le seul facteur du groupe rotatif présentant une association significative ( $p = 0,026$ ) par rapport à la douleur à 1 sur une journée seulement (tableau 3). Il n'y avait pas de différence significative entre les deux groupes de traitement par rapport aux autres paramètres cliniques (tableaux 4 et 5).

Vingt-quatre (40%) dents du groupe manuel et 16 (26,7%) dents du groupe rotatif ont eu une radiolucence péri-apicale préexistante. Une révision de la taille après un mois a été observée dans certaines dents présentant une lésion péri-apicale. Il n'y avait pas de nouvelle incidence de radiolucence péri-apicale parmi les dents traitées et aucune radiolucence péri-apicale existante est restée de la même taille ou augmentait de taille aux différentes périodes de revue (Tableau 5). Il n'y avait pas de différence significative entre le diagnostic et la présence d'une radiolucence péri-apicale entre les deux groupes de traitement (Tableau 5). Cependant, le nombre total de dents avec une radiolucence encore présente était significativement plus élevé dans le groupe manuel aux périodes de révision de 3 mois ( $p = 0,04$ ) et de 6 mois ( $p = 0,023$ ) par rapport au groupe rotatif. Lors de l'examen final, la radiolucence était encore présente dans 16,9% des cas du groupe manuel, contre 3,4% dans ceux du groupe rotatif.

L'une des dents antérieures et une molaire dans le groupe rotatif a eu l'issue incertaine à la période de 6 mois, alors que celle du groupe manuel 10 ont eu l'issue incertaine et que la majorité d'entre elles (7 dents) étaient des dents molaires.

**Table 1: Socio-demographic characteristics and pre-operative findings of subjects**

Variable	Treatment groups		Total N=120 N (%)	$\chi^2$	p – value
	Rotary n=60 (%)	Manual n=60 (%)			
<b>Gender</b>	Male	23 (38.3)	30 (50.0)	53 (44.2)	1.842 0.084
	Female	37 (61.7)	30 (50.0)	67 (55.8)	
<b>Age group (Years)</b>	11-20	5 (8.3)	9 (15.0)	14 (11.7)	3.045 0.550
	21-30	32 (53.3)	24 (40.0)	56 (46.7)	
	31-40	12 (20.0)	16 (26.7)	28 (23.3)	
	41-50	7 (11.7)	6 (10.0)	13 (10.8)	
	51-60	4 (6.7)	5 (8.3)	9 (7.5)	
<b>Tooth type</b>		31.48±11.1	31.63±63	31.56±11.35	3.045 0.550
	Maxillary anteriors	19 (31.7)	21 (35.0)	40 (33.3)	
	Maxillary premolars	15 (25.0)	12 (10.0)	27 (22.5)	
	Maxillary molars	8 (13.3)	6 (10.0)	14 (11.7)	
	Mandibular anteriors	11 (18.3)	9 (15.0)	20 (16.7)	
	Mandibular premolars	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (0.8)	
<b>Pre-op clinical findings*</b>	Mandibular molars	7 (11.7)	11 (18.3)	18 (15.0)	0.321 0.053 0.091 0.515 1.000 0.323 0.091
	No signs and symptoms	28 (46.7)	27 (45.0)	55 (45.8)	
	Pain	22 (36.7)	32 (53.3)	54 (45.0)	
	Grade I mobility	7 (11.7)	11 (18.3)	18 (15.0)	
	Grade II mobility	2 (3.3)	1 (1.7)	3 (2.5)	
	Tenderness to percussion	28 (46.7)	28 (46.7)	56 (46.7)	
	Sinus tract	3 (5.0)	7 (11.7)	10 (8.3)	
<b>Pre-op radiographic findings</b>	Loss of function	7 (11.7)	11 (18.3)	18 (15.0)	2.400 0.121
	Normal features	44 (73.3)	36 (60.0)	80 (66.7)	
<b>Pre-op diagnosis</b>	Periapical radiolucency	16 (26.7)	24 (40.0)	40 (33.3)	1.763 0.881
	Irreversible pulpitis	21 (35.0)	17 (28.3)	38 (31.7)	
	Apical Periodontitis	29 (48.3)	25 (41.7)	54 (45.0)	
	Asymptomatic non-vital tooth with no apical lesion	7 (11.7)	11 (18.3)	18 (15.0)	
	Asymptomatic tooth with apical lesion and sinus tract	3 (5.0)	7 (11.7)	10 (8.3)	

\*Some teeth had multiple symptoms so the total here was more than 120 teeth

**Tableau 1 : Caractéristiques sociodémographiques et résultats préopératoires des sujets**

Variable	Groupes de traitement		Total N=120 N (%)	z <sup>2</sup>	Valeur P		
	Rotatif	Manuel					
	n=60 (%)	n=60 (%)					
Sexe	Mâle	23 (38.3)	30 (50.0)	53 (44.2)	1.842	0.084	
	Féminin	37 (61.7)	30 (50.0)	67 (55.8)			
Groupe d'âge (Ans)	11-20	5 (8.3)	9 (15.0)	14 (11.7)	3.045	0.550	
	21-30	32 (53.3)	24 (40.0)	56 (46.7)			
	31-40	12 (20.0)	16 (26.7)	28 (23.3)			
	41-50	7 (11.7)	6 (10.0)	13 (10.8)			
	51-60	4 (6.7)	5 (8.3)	9 (7.5)			
		31.48±11.1	31.63±6.3	31.56±11.35			
Type de dent	Antérieur maxillaires	19 (31.7)	21 (35.0)	40 (33.3)	3.045	0.550	
	Prémolaires maxillaires	15 (25.0)	12 (10.0)	27 (22.5)			
	Molaires maxillaires	8 (13.3)	6 (10.0)	14 (11.7)			
	Antérieur mandibulaire	11 (18.3)	9 (15.0)	20 (16.7)			
	Prémolaire mandibulaire	0 (0.0)	1 (1.7)	1 (0.8)			
	Molaires mandibulaire	7 (11.7)	11 (18.3)	18 (15.0)			
Résultat cliniques pré-op	Aucun signe et symptôme	28 (46.7)	27 (45.0)	55 (45.8)		0.321	
	Douleur	22 (36.7)	32 (53.3)	54 (45.0)			0.053
	Mobilité de grade 1	7 (11.7)	11 (18.3)	18 (15.0)			0.091
	Mobilité de grade 2	2 (3.3)	1 (1.7)	3 (2.5)			0.515
	Tendresse aux percussions	28 (46.7)	28 (46.7)	56 (46.7)			1.000
	Tract de Sinus	3 (5.0)	7 (11.7)	10 (8.3)			0.323
	Perte de fonction	7 (11.7)	11 (18.3)	18 (15.0)			0.091
Résultats radiographiques pré-op	Caratéristiques normales	44 (73.3)	36 (60.0)	80 (66.7)	2.400	0.121	
	Radiotransparence peri-apicale	16 (26.7)	24 (40.0)	40 (33.3)			
Diagnostic pré-op	Pulpes irréversible	21 (35.0)	17 (28.3)	38 (31.7)	1.763	0.881	
	Parodontite apical	29 (48.3)	25 (41.7)	54 (45.0)			
	Dent non vitale asymptomatique sans lésions apicale	7 (11.7)	11 (18.3)	18 (15.0)			
	Dent asymptomatique avec la lesion apicale et tractus de sinus	3 (5.0)	7 (11.7)	10 (8.3)			

\*Certaines dents avaient des symptômes multiples de sorte que le total ici était plus de 120 dents

**Table 2: Comparison of incidence of pain, the use of analgesics and pain intensity in the treatment groups at pre-operative and 1-day/1-week post-operative review periods.**

Treatment Group	Variable	Pain group	Pre-operative period n=60 (%)	1-day post-operative n=60 (%)	p-value	1-week post-operative n=60 (%)	p-value
Rotary	Pain Incidence	Pain	22 (36.7)	23 (38.3)	0.850	15 (25.0)	0.166
		No pain	38 (63.3)	37 (61.7)		45 (75.0)	
	Use of Analgesics	Pain	12 (20.0)	6 (10.0)	0.125	2 (3.3)	0.004
		No pain	48 (80.0)	54 (90.0)		58 (96.7)	
Control	Pain Intensity	No pain	38 (63.3)	37 (61.7)	0.026*	45 (75.0)	0.009
		Mild	9 (15.0)	17 (28.3)		13 (21.7)	
		Moderate	13 (21.7)	4 (6.7)		2 (3.3)	
		Severe	0 (0.0)	2 (3.3)		0 (0.0)	
Rotary	Pain Incidence	Pain	32 (53.3)	27 (45.0)	0.361	12 (20.0)	0.001
		No pain	28 (46.7)	33 (55.0)		48 (80.0)	
	Use of Analgesics	Pain	11 (18.3)	13 (21.7)	0.917	2 (3.3)	0.004
		No pain	49 (81.7)	47 (78.3)		58 (96.7)	
Control	Pain Intensity	No pain	28 (46.7)	33 (55.0)	0.415	48 (80.0)	0.002
		Mild	21 (35.0)	14 (23.3)		10 (16.7)	
		Moderate	11 (18.3)	12 (20.0)		2 (3.3)	
		Severe	0 (0.0)	1 (1.7)		0 (0.0)	

n= Total number of treated teeth per group at the different review periods

**Tableau 2 : Comparaison de l'incidence de la douleur, de l'utilisation d'analgésiques et de l'intensité de la douleur dans les groupes de traitement aux périodes d'examen préopératoire et de 1 jour / 1 semaine.**

Traitement du groupe	Variable	Groupe de douleur	Période pré-opérative n=60 (%)	Post opérative d'une journée n=60 (%)	Valeur-P	Post-opérative d'une semaine n=60 (%)	Valeur P	
Rotatif	Incidence de douleur	Douleur	22 (36.7)	23 (38.3)	0.850	15 (25.0)	0.166	
		Pas de douleur	38 (63.3)	37 (61.7)		45 (75.0)		
	Utilisation d'analgésiques	Douleur	12 (20.0)	6 (10.0)	0.125	2 (3.3)	0.004	
		Pas de douleur	48 (80.0)	54 (90.0)		58 (96.7)		
	Intensité de douleur	Pas de douleur	Pas de douleur	38 (63.3)	37 (61.7)	0.026*	45 (75.0)	0.009
			Peu sévère	9 (15.0)	17 (28.3)		13 (21.7)	
			Modéré	13 (21.7)	4 (6.7)		2 (3.3)	
			Sévère	0 (0.0)	2 (3.3)		0 (0.0)	
Contrôle	Incidence de douleur	Douleur	32 (53.3)	27 (45.0)	0.361	12 (20.0)	0.001	
		Pas de douleur	28 (46.7)	33 (55.0)		48 (80.0)		
	Utilisation d'analgésiques	Douleur	11 (18.3)	13 (21.7)	0.917	2 (3.3)	0.004	
		Pas de douleur	49 (81.7)	47 (78.3)		58 (96.7)		
	Intensité de douleur	Pas de douleur	Pas de douleur	28 (46.7)	33 (55.0)	0.415	48 (80.0)	0.002
			Peu sévère	21 (35.0)	14 (23.3)		10 (16.7)	
			Modéré	11 (18.3)	12 (20.0)		2 (3.3)	
			Sévère	0 (0.0)	1 (1.7)		0 (0.0)	

n= Nombre total des dents traitées selon le groupe aux périodes différentes de revue

**Table 3: Association between age, sex, tooth type and the incidence of pain in the treatment groups at 1-day post-operative review**

Variables	Incidence of pain in Rotary Group		Total n=60(%)	p-value	Incidence of pain in Manual Group		Total n=60(%)	p-value
	Pain n=23 (%)	No pain n=37 (%)			Pain n=27 (%)	No pain n=33 (%)		
<b>Age group</b>								
11-20	2 (8.7)	3 (8.1)	5 (8.3)	0.412	3 (11.1)	6 (18.2)	9 (15.0)	0.942
21-30	15 (65.2)	17 (45.9)	32(53.3)		11 (40.7)	13 (39.4)	24(40.0)	
31-40	3 (13.0)	9 (24.3)	12 (20)		8 (29.6)	8 (24.2)	16(26.7)	
41-50	2 (8.7)	5 (13.5)	7 (11.7)		3 (11.1)	3 (9.1)	6(10.0)	
51-60	1 (4.3)	3 (8.1)	4 (6.7)		2 (7.4)	3 (9.1)	5 (8.3)	
<b>Gender</b>								
Male	7 (30.4)	16 (43.2)	23(38.3)	0.430	6 (22.2)	24 (72.7)	30(50.0)	0.001
Female	16 (69.6)	21 (56.8)	37(61.7)		21 (77.8)	9 (27.3)	30(50.0)	
<b>Tooth type</b>								
Max. anterior	7 (30.4)	12 (32.4)	19(31.7)	0.026	12 (44.4)	9 (27.3)	21(35.0)	0.881
Max. premolar	6 (26.1)	9 (24.3)	15(25.0)		1 (3.7)	11 (33.3)	12(10.0)	
Max. molar	6 (26.1)	2 (5.4)	8 (13.3)		4 (14.8)	2 (6.1)	6 (10.0)	
Mand. anterior	1 (4.3)	10 (27.0)	11(18.3)		5 (18.5)	4 (12.1)	9 (15.0)	
Mand. premolar	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)		0 (0.0)	1 (3.0)	1 (1.7)	
Mand. molar	3 (13.0)	4 (10.8)	7 (11.7)		5 (18.5)	6 (18.2)	11(18.3)	

**Tableau 3 : Association entre âge, type de dent et l'incidence de douleur dans le groupe de traitement à une revue d'une journée post-opérative**

Variables	Incidence de douleur dans le groupe rotatif		Total n=60(%)	Valeur-P	Incidence de douleur dans le groupe manuel		Total n=60(%)	Valeur-P
	Douleur n=23 (%)	Pas de douleur n=37 (%)			Douleur n=27 (%)	Pas de douleur n=33 (%)		
	<b>Groupe d'âge</b>							
11-20	2 (8.7)	3 (8.1)	5 (8.3)	0.412	3 (11.1)	6 (18.2)	9 (15.0)	0.942
21-30	15 (65.2)	17 (45.9)	32 (53.3)		11 (40.7)	13 (39.4)	24 (40.0)	
31-40	3 (13.0)	9 (24.3)	12 (20.0)		8 (29.6)	8 (24.2)	16 (26.7)	
41-50	2 (8.7)	5 (13.5)	7 (11.7)		3 (11.1)	3 (9.1)	6 (10.0)	
51-60	1 (4.3)	3 (8.1)	4 (6.7)		2 (7.4)	3 (9.1)	5 (8.3)	
<b>Sexe</b>								
Mâle	7 (30.4)	16 (43.2)	23 (38.3)	0.430	6 (22.2)	24 (72.7)	30 (50.0)	0.001
Féminin	16 (69.6)	21 (56.8)	37 (61.7)		21 (77.8)	9 (27.3)	30 (50.0)	
<b>Type de dent</b>								
Antérieur max.	7 (30.4)	12 (32.4)	19 (31.7)	0.026	12 (44.4)	9 (27.3)	21 (35.0)	0.881
Prémolaire max.	6 (26.1)	9 (24.3)	15 (25.0)		1 (3.7)	11 (33.3)	12 (10.0)	
Molaire max.	6 (26.1)	2 (5.4)	8 (13.3)		4 (14.8)	2 (6.1)	6 (10.0)	
Antérieur mand.	1 (4.3)	10 (27.0)	11 (18.3)		5 (18.5)	4 (12.1)	9 (15.0)	
Prémolaire mand.	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)		0 (0.0)	1 (3.0)	1 (1.7)	
Molaire mand.	3 (13.0)	4 (10.8)	7 (11.7)		5 (18.5)	6 (18.2)	11 (18.3)	



**Table 4: Incidence of clinical signs at post-operative review periods in the treatment groups**

Variable	Review periods	Treatment groups				p-value
		n	Rotary Group n <sub>A</sub> (%)	n	Manual Group n <sub>B</sub> (%)	
Grade I mobility	1 day	60	7 (11.7)	60	11 (18.3)	0.395
	1 week	60	7 (11.7)	60	11 (18.3)	0.395
	1 month	60	4 (6.7)	60	8 (13.3)	0.214
	3 months	60	4 (6.7)	59	5 (8.5)	0.878
	6 months	59	0 (0.0)	59	1 (1.7)	0.978
Grade II mobility	1 day	60	2 (3.3)	60	1 (1.7)	0.446
	1 week	60	2 (3.3)	60	1 (1.7)	0.446
	1 month	60	0 (0.0)	60	1 (1.7)	0.978
	3 months	60	0 (0.0)	59	1 (1.7)	0.978
	6 months	59	0 (0.0)	59	0 (0.0)	NA
Tenderness to percussion	1 day	60	21 (35.0)	60	19 (31.7)	0.734
	1 week	60	21 (35.0)	60	19 (31.7)	0.734
	1 month	60	9 (15.0)	60	10 (16.7)	0.891
	3 months	60	2 (3.3)	59	0 (0.0)	0.473
	6 months	59	1 (1.7)	59	0 (0.0)	0.978
Sinus Tract	1 day	60	3 (5.0)	60	7 (11.7)	0.391
	1 week	60	3 (5.0)	60	7 (11.7)	0.391
	1 month	60	2 (3.3)	60	5 (8.3)	0.654
	3 months	60	0 (0.0)	59	0 (0.0)	NA
	6 months	59	0 (0.0)	59	0 (0.0)	NA
Loss of function	1 day	60	7 (11.7)	60	9 (15.0)	0.234
	1 week	60	6 (10.0)	60	5 (8.3)	0.914
	1 month	60	2 (3.3)	60	2 (3.3)	1.000
	3 months	60	0 (0.0)	59	0 (0.0)	N/A
	6 months	59	0 (0.0)	59	0 (0.0)	N/A

**Tableau 4 : Incidence des signes cliniques aux périodes de revue post-opérative dans le groupe de traitement**

Variable	Périodes de revue	Groupes de traitement				Valeur-P
		n	Groupe rotatif	n	Groupe manuel	
			na (%)		nb (%)	
Mobilité du grade I	1 jour	60	7 (11.7)	60	11 (18.3)	0.395
	1 semaine	60	7 (11.7)	60	11 (18.3)	0.395
	1 mois	60	4 (6.7)	60	8 (13.3)	0.214
	3 mois	60	4 (6.7)	59	5 (8.5)	0.878
	6 mois	59	0 (0.0)	59	1 (1.7)	0.978
Mobilité du grade II	1 jour	60	2 (3.3)	60	1 (1.7)	0.446
	1 semaine	60	2 (3.3)	60	1 (1.7)	0.446
	1 mois	60	0 (0.0)	60	1 (1.7)	0.978
	3 mois	60	0 (0.0)	59	1 (1.7)	0.978
	6 mois	59	0 (0.0)	59	0 (0.0)	NA
Tendresse à la percussion	1 jour	60	21 (35.0)	60	19 (31.7)	0.734
	1 semaine	60	21 (35.0)	60	19 (31.7)	0.734
	1 mois	60	9 (15.0)	60	10 (16.7)	0.891
	3 mois	60	2 (3.3)	59	0 (0.0)	0.473
	6 mois	59	1 (1.7)	59	0 (0.0)	0.978
Tract sinus	1 jour	60	3 (5.0)	60	7 (11.7)	0.391
	1 semaine	60	3 (5.0)	60	7 (11.7)	0.391
	1 mois	60	2 (3.3)	60	5 (8.3)	0.654
	3 mois	60	0 (0.0)	59	0 (0.0)	NA
	6 mois	59	0 (0.0)	59	0 (0.0)	NA
Perte de fonction	1 jour	60	7 (11.7)	60	9 (15.0)	0.234
	1 semaine	60	6 (10.0)	60	5 (8.3)	0.914
	1 mois	60	2 (3.3)	60	2 (3.3)	1.000
	3 mois	60	0 (0.0)	59	0 (0.0)	P/A
	6 mois	59	0 (0.0)	59	0 (0.0)	P/A

**Table 5: Distribution of incidence of swelling and periapical radiolucency versus the diagnosis in the treatment groups at the post-operative review periods**

Review period		Rotary Group		Manual Group		p-value
		Pulp diseases (n=28)	Periapical diseases (n=32)*	Pulp diseases (n=22)	Periapical diseases (n=38)*	
<b>Presence of swelling</b>						
Day 1	Absent	28 (100.0)	31 (96.9)	22 (100.0)	34 (89.5)	0.171
	Present	0 (0.0)	1 (3.1)	0 (0.0)	4 (10.5)	
Week 1	Absent	28 (100.0)	31 (96.9)	22 (100.0)	38 (100.0)	0.315
	Same size	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	
	Decreasing	0 (0.0)	1 (3.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	
	Increasing	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	
1 Month	Absent	28 (100.0)	31 (96.9)	22 (100.0)	38 (100.0)	0.315
	Same size	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	
	Decreasing	0 (0.0)	1 (3.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	
	Increasing	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	
3 Months	Absent	28 (100.0)	32 (100.0)	22 (100.0)	37 (100.0)	1.000
6 Months	Absent	28 (100.0)	31 (100.0)	22 (100.0)	37 (100.0)	1.000
<b>Presence of radiolucency</b>						
Day 1	Absent	28 (100.0)	16 (50.0)	22 (100.0)	14 (36.8)	0.121
	Present	0 (0.0)	16 (50.0)	0 (0.0)	24 (63.2)	
Week 1	Absent	28 (100.0)	16 (50.0)	22 (100.0)	14 (36.8)	0.196
	Same size	0 (0.0)	16 (50.0)	0 (0.0)	24 (63.2)	
1 Month	Absent	28 (100.0)	16 (50.0)	22 (100.0)	16 (42.1)	0.098
	Same size	0 (0.0)	9 (28.1)	0 (0.0)	15 (39.5)	
	Decreasing	0 (0.0)	7 (21.9)	0 (0.0)	7 (18.4)	
3 Months	Absent	28 (100.0)	22 (68.8)	22 (100.0)	16 (43.2)	0.453
	Same size	0 (0.0)	2 (6.3)	0 (0.0)	8 (21.6)	
	Decreasing	0 (0.0)	8 (25.0)	0 (0.0)	13 (35.1)	
6 Months	Absent	28 (100.0)	29 (93.5)	22 (100.0)	27 (73.0)	0.194
	Decreasing	0 (0.0)	2 (6.5)	0 (0.0)	10 (27.0)	

**Tableau 5 : Répartition de l'incidence de gonflement et la Radiotransparence péri-apicale par rapport au diagnostic dans les groupes de traitement aux périodes d'examen post-opératoire**

Période de revue		Groupe rotatif		Groupe manuel		Valeur-P
		Maladies de pulpe (n=28)	Maladies peri-apicales (n=32)*	Maladies de pulpe (n=22)	Maladies peri-apicales (n=38)	
<b>Présence de gonflement</b>						
1 <sup>er</sup> jour	Absent	28 (100.0)	31 (96.9)	22 (100.0)	34 (89.5)	0.171
	Présent	0 (0.0)	1 (3.1)	0 (0.0)	4 (10.5)	
1 semaine	Absent	28 (100.0)	31 (96.9)	22 (100.0)	38 (100.0)	0.315
	Même taille	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	
	Décroissant	0 (0.0)	1 (3.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	
	Croissant	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	
1 mois	Absent	28 (100.0)	31 (96.9)	22 (100.0)	38 (100.0)	0.315
	Même taille	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	
	Décroissant	0 (0.0)	1 (3.1)	0 (0.0)	0 (0.0)	
	Croissant	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	
3 Mois	Absent	28 (100.0)	32 (100.0)	22 (100.0)	37 (100.0)	1.000
6 Mois	Absent	28 (100.0)	31 (100.0)	22 (100.0)	37 (100.0)	1.000
<b>Présence de radio transparence</b>						
1 <sup>er</sup> jour	Absent	28 (100.0)	16 (50.0)	22 (100.0)	14 (36.8)	0.121
	Présent	0 (0.0)	16 (50.0)	0 (0.0)	24 (63.2)	
1 <sup>er</sup> semaine	Absent	28 (100.0)	16 (50.0)	22 (100.0)	14 (36.8)	0.196
	Même taille	0 (0.0)	16 (50.0)	0 (0.0)	24 (63.2)	
1 Mois	Absent	28 (100.0)	16 (50.0)	22 (100.0)	16 (42.1)	0.098
	Même taille	0 (0.0)	9 (28.1)	0 (0.0)	15 (39.5)	
	Décroissant	0 (0.0)	7 (21.9)	0 (0.0)	7 (18.4)	
3 Mois	Absent	28 (100.0)	22 (68.8)	22 (100.0)	16 (43.2)	0.453
	Même taille	0 (0.0)	2 (6.3)	0 (0.0)	8 (21.6)	
	Décroissant	0 (0.0)	8 (25.0)	0 (0.0)	13 (35.1)	
6 Mois	Absent	28 (100.0)	29 (93.5)	22 (100.0)	27 (73.0)	0.194
	Décroissant	0 (0.0)	2 (6.5)	0 (0.0)	10 (27.0)	

**Table 6: Distribution of treatment outcome versus the tooth categories in the treatment groups at the final review**

Variables	Treatment outcome in Rotary Group		Total in the Rotary Group n=59	Treatment outcome in Manual Group		Total in the Manual Group n=59	p-value
	Favourable n=57	Uncertain n=2		Favourable n=49	Uncertain n=10		
<b>Tooth type</b>							
Anterior teeth	29 (96.7%)	1 (3.3%)	30 (100.0%)	29 (96.7%)	1 (3.4%)	30 (100.0%)	0.957
Premolars	14 (100.0%)	0 (0.0)	14 (100.0%)	11 (84.6%)	2 (15.4%)	13 (100.0%)	0.348
Molars	14 (93.3%)	1 (6.7%)	15 (100.0%)	9 (56.3%)	7 (43.7%)	16 (100.0%)	0.039

**Tableau 6 : Répartition des résultats du Traitement par rapport aux catégories de dents dans les groupes de traitement lors de l'examen final**

Variables	Resultats du traitement dans le groupe rotatif		Total dans le groupe rotatif n=59	Resultats du traitement dans le groupe manuel		Total dans le groupe manuel n=59	Valeur-P
	Favorable n=57	Incertain n=2		Favorable n=49	Incertain n=10		
<b>Type de dents</b>							
Dents antérieures	29 (96.7%)	1 (3.3%)	30 (100.0%)	29 (96.7%)	1 (3.4%)	30 (100.0%)	0.957
Prémolaires	14 (100.0%)	0 (0.0)	14 (100.0%)	11 (84.6%)	2 (15.4%)	13 (100.0%)	0.348
Molaires	14 (93.3%)	1 (6.7%)	15 (100.0%)	9 (56.3%)	7 (43.7%)	16 (100.0%)	0.039

Favourable outcome/success rate at 6-month review was significantly higher in the rotary group, 57 (96.6%) compared to manual group 49 (83.1%) ( $p=0.033$ ). The difference in outcomes was due to better outcomes with the molar tooth category in the rotary group ( $p=0.039$ ). (Table 6).

## DISCUSSION

Health care professionals are often resistant to change conventional modes of treatment and adopt new approaches introduced in practice.<sup>20</sup> They are often unwilling to leave predictable treatment procedures because they fear the adoption of some new modalities may not yield a successful outcome.<sup>21</sup>

For a root canal treatment to be regarded as successful, both the clinical and radiographic outcomes must be favourable. This is characterized clinically by the absence of symptoms and clinical signs (when the tooth is asymptomatic, and there is firmness of teeth in the socket and without any signs of inflammation or infection) and radiographically with evidence of a satisfactory healing of periapical lesion or by a total resolution within six months and no occurrence of pathologic root resorption.<sup>22</sup>

All root canal preparation techniques have been associated with some degree of debris extrusion into the periapical tissues. Some researchers inferred that the less extrusion following rotary instrumentation is associated with a better outcome.<sup>9,23</sup> Implicit data comparing treatment outcome can only be deduced from clinical and radiographic parameters,<sup>24,25</sup> however, there is a dearth of these clinical studies in literature.

### Post-operative pain

The results showed that after 24 hours following root canal treatment, 21.7% of subjects in the manual group used analgesics

Le taux de résultat/réussite favorable à l'examen de six mois était significativement plus élevé dans le groupe rotatif, 57 (96,6%) comparativement au groupe manuel 49 (83,1%) ( $p = 0,033$ ). La différence dans les résultats était due à de meilleurs résultats avec la catégorie des dents molaires du groupe rotatif ( $p = 0,039$ ). (Tableau 6).

## DISCUSSION

Les professionnels de la santé sont souvent réticents à changer les modes de traitement conventionnels et à adopter de nouvelles approches introduites dans la pratique<sup>20</sup>. Ils ne sont souvent pas disposés à laisser les procédures de traitement prévisibles parce qu'ils craignent que l'adoption de certaines nouvelles modalités ne donne pas de résultat positif.

Pour qu'un traitement canalaire soit considéré comme efficace, les résultats cliniques et radiographiques doivent être favorables. Ceci se caractérise cliniquement par l'absence de symptômes et de signes cliniques (quand la dent est asymptotique, et que les dents sont fermes dans la cavité buccale et ne présente aucun signe d'inflammation ou d'infection) et par radiographie, avec des preuves d'une guérison satisfaisante de la lésion une résolution totale dans le délai de six mois et aucune occurrence de résorption radiculaire pathologique<sup>22</sup>.

Toutes les techniques de préparation du canal radiculaire ont été associées à un certain degré d'extrusion de débris dans les tissus péri-apicaux. Certains chercheurs ont déduit que la moindre extrusion suivant une instrumentation rotative était associée à un meilleur résultat<sup>9,23</sup>. Des données implicites comparant les résultats du traitement ne peuvent être déduites que des paramètres cliniques et radiographiques<sup>24,25</sup>; toutefois, il existe une pénurie de ces études cliniques dans la littérature.

### Douleur postopératoire

Les résultats ont montré qu'après 24 heures suivant le traitement du canal radiculaire, 21,7% des sujets du groupe manuel utilisaient

while 10% took analgesics in the rotary group. This is most likely due to the fact that rotary technique is associated with less apical extrusion compared to manual step-back technique.<sup>9,23</sup> This study also revealed that total resolution of pain was most pronounced at 1-week and 1-month review in both groups.

Ahmed et al<sup>1</sup> in 2012 reported a low incidence rate (13.3% in the rotary group and 15.7% in the manual group) of post-operative pain after a 48-hour review compared to the findings of this present study that reported a much higher incidence rate of post-operative pain (38.3% in the rotary group and 45% in the manual group) at 24 hours review and after an even longer review period of 1 week (25% in the rotary group and 20% in manual group). This may be due to the fact that their study included only anterior teeth with irreversible pulpitis/apical periodontitis whereas our study included both anterior and posterior teeth with a wider array of pathologic conditions. The varying report could also be attributed to the amount of extrusion which would vary between different operators. It could also be due to the pain threshold and intensity that would have differed from one patient to another. However, the difference in pain incidence between the two groups in their study was not statistically significant which is in agreement with this study. This report of no significant difference when comparing pain incidence following the use of rotary and hand instrumentation is also in agreement with findings made by Aqrabawi and Jamani in 2006.<sup>14</sup>

Kashefinejad et al in 2016<sup>26</sup> in a similar study, reported that the use of rotary instruments for canal preparation resulted in a significantly lower incidence of post-operative pain compared to hand instrumentation 24 hours after single-visit root canal treatment. This was contrary to the findings of this present study.

des analgésiques, tandis que 10% prenaient des analgésiques du groupe rotatif. Ceci est probablement dû au fait que la technique rotative est associée à une extrusion moins apicale par rapport à la technique manuelle pas à pas.<sup>9,23</sup> Cette étude a également rapporté que la résolution totale de la douleur était plus prononcée à la revue d'une semaine et d'un mois dans les deux groupes.

Ahmed et al<sup>1</sup> en 2012 ont signalé un taux d'incidence faible (13,3% dans le groupe rotatif et 15,7% dans le groupe manuel) de douleur postopératoire après un examen de 48 heures par rapport aux résultats de la présente étude, qui indiquait un taux d'incidence beaucoup plus élevée de douleur postopératoire (38,3% dans le groupe rotatif et 45% dans le groupe manuel) suivant 24 heures de révision et suivant également une période de révision encore plus longue d'une semaine (25% dans le groupe rotatif et 20% dans le groupe manuel). Cela tient peut-être au fait que leur étude n'incluait que les dents antérieures présentant une pulpite / parodontite apicale irréversible, alors que notre étude portait à la fois sur les dents antérieures et postérieures et sur un plus large éventail de pathologies. Le rapport variable pourrait également être assigné à la quantité d'extrusion qui varierait entre les différents opérateurs. Cela pourrait également être dû au seuil de douleur et à l'intensité qui auraient différé d'un patient à l'autre. Cependant, la différence d'incidence de la douleur entre les deux groupes dans leur étude n'était pas statistiquement significative, ce qui est en accord avec cette étude. Ce rapport sans différence significative lorsque l'on compare l'incidence de la douleur après l'utilisation d'instruments rotatifs et manuels est également en accord avec les constatations faites par Aqrabawi et Jamani en 2006.<sup>14</sup>

Dans une étude similaire, en 2016, Kashefinejad et al ont indiqué que l'utilisation d'instruments rotatifs pour la préparation du canal a entraîné une incidence significativement plus faible de douleur postopératoire par rapport à l'instrumentation manuelle 24 heures après un traitement du canal radiculaire effectué à une visite unique. Cela allait à l'encontre des conclusions de la

The varying reports can be attributed to the difference between the two study protocols. In their study, acute apical periodontitis and non-vital teeth were excluded unlike this present study which included these diagnoses.

Vieyra and Guardado (2009) also reported a significantly lower incidence of post-operative pain following rotary instrumentation compared with manual preparation of the canals.<sup>13</sup> At 24 hours review of their study, 93.3% of patients in the rotary group and 71.7% in the manual group experienced none to slight pain. By the final review for pain (at 72 hours) in their study, there was no incidence of pain in the rotary group but a further increase in incidence of moderate pain was noted in manual group. This pattern of pain incidence was different compared to the findings of this present study. The significant difference reported in their study might be due to the use of a less objective pain scale rating - patients with no pain and slight pain being grouped together. Also, pain was assessed by telephone interview which made the response from their subjects more subjective. In this present study, pain was rated during the review/appointment visits. Only non-vital teeth underwent root canal treatment in their study unlike this present study where teeth with either vital or non-vital status were included. A different rotary system was used in their study and two different operators treated the subjects unlike this present study in which all subjects were treated by a single operator. This would have probably resulted in different amount of apical extrusion of canal contents leading to varying incidence of pain.<sup>8-10,23,27</sup>

Arias et al also revealed that a significantly greater proportion of patients in their manual group reported pain compared to patients in the rotary group following single-visit root canal treatment.<sup>28</sup> They also noted a

présente étude. Les rapports variables peuvent être attribués à la différence entre les deux protocoles d'étude. Dans leur étude, la parodontite apicale aiguë et les dents non vitales ont été exclues contrairement à la présente étude qui inclut ces diagnostics.

Vieyra et Guardado (2009) ont également rapporté une incidence significativement plus faible de douleur postopératoire après une instrumentation rotative par rapport à la préparation manuelle des canaux.<sup>13</sup> À une revue de 24 heures de leur étude, 93,3% des patients du groupe rotatif et 71,7% de groupe manuel n'ont éprouvé aucune douleur légère. Lors de l'examen final de la douleur (à 72 heures) dans leur étude, il n'y avait pas d'incidence de douleur dans le groupe rotatif, mais une augmentation supplémentaire de l'incidence de douleur modérée a été notée dans le groupe manuel. Ce modèle d'incidence de douleur était différent des résultats de la présente étude. La différence significative rapportée dans leur étude pourrait être due à l'utilisation d'une échelle d'évaluation de la douleur moins objective : les patients sans douleur et une douleur légère étant regroupés. En outre, la douleur a été évaluée à travers un entretien téléphonique, ce qui a rendu la réponse de leurs sujets plus subjective. Dans la présente étude, la douleur a été évaluée lors des visites d'examen / de rendez-vous. Dans leur étude, seules les dents non vitales ont subi un traitement du canal radiculaire, contrairement à la présente étude qui incluait des dents avec ou sans statut vital. Un système rotatif différent a été utilisé dans leur étude et deux opérateurs différents ont traité les sujets contrairement à la présente étude dans laquelle tous les sujets ont été traités par un seul opérateur. Cela aurait probablement entraîné une quantité différente d'extrusion apicale du contenu du canal conduisant à une incidence variable de douleur.<sup>8-10,23,27</sup>

Arias et al ont également révélé qu'une proportion significativement plus élevée de patients de leur groupe traité avec une douleur ont signalé de la douleur par rapport aux patients du groupe rotatif après un traitement du canal radiculaire à une visite



significantly longer pain duration in the rotary group compared to the manual group ( $p = 0.008$ ). This was contrary to the findings in this present study. The duration of pain post-operatively could be due to the difference in amount of debris extrusion at the end of each endodontic procedure which would vary from one operator to another and one rotary system to the other.

The study also revealed that factors which affect level of post-operative pain are gender for manual technique and tooth type for rotary technique. The significantly higher number of females that experienced pain in the manual group agrees with the reports of other researchers.<sup>29,30</sup> Several hypotheses have been proffered but a legitimate explanation is based on report of the biological differences between genders.<sup>29</sup> The significant difference of pain in relation to tooth type in the rotary group is in agreement with findings of other studies.<sup>29-31</sup> This might be due to the fact that operators have challenges in treating posterior teeth due to poor access, multiple roots, complex anatomy and an increased possibility of missing an additional canal that might be present.<sup>32</sup>

#### **Tenderness to Percussion and Swelling**

A much lower incidence of tenderness to percussion (1.6% and 5% in the rotary and manual group respectively) at 1-week was reported in a study conducted in 2009 by Vieyra and Guardado<sup>13</sup> compared to the findings of this present study (35% and 31.7% in the rotary and manual group respectively). The high incidence in our study could be attributed to the fact that majority of subjects in both groups had apical periodontitis. A tooth with a periapical lesion would be tender because of the infection and/or inflammation at the periapical region which may take time to resolve. However, following an endodontic procedure of a necrotic tooth, if there is no

unique<sup>28</sup>. Ils ont également noté une durée plus longue de la douleur dans le groupe rotatif comparativement au groupe manuel ( $p = 0,008$ ). Ceci allait à l'encontre des conclusions de la présente étude. La durée de la douleur postopératoire pourrait être due à la différence d'extrusion de débris à la fin de chaque procédure endodontique, qui varierait d'un opérateur à l'autre et d'un système rotatif à l'autre.

L'étude a également montré que les facteurs qui affectent le niveau de douleur postopératoire sont le sexe pour la technique manuelle et le type de dent pour la technique rotative. Le nombre significativement plus élevé de femmes ayant ressenti de la douleur dans le groupe du manuel est en accord avec les rapports d'autres chercheurs.<sup>29,30</sup> Plusieurs hypothèses ont été avancées, mais une explication légitime est basée sur le rapport des différences biologiques entre les sexes<sup>29</sup>. L'importante différence de douleur en ce qui concerne le type de dents dans le groupe rotatif est en accord avec les conclusions d'autres études.<sup>29-31</sup> Cela peut être dû au fait que les opérateurs ont du mal à traiter les dents postérieures en raison d'un accès difficile, de racines multiples, d'une anatomie complexe et d'une possibilité accrue de manquer un canal supplémentaire qui pourrait être présent.<sup>32</sup>

#### **Tendresse à la percussion et au gonflement**

Une incidence beaucoup plus faible de sensibilité aux percussions (1,6% et 5% respectivement dans les groupes rotatif et manuel) à 1 semaine a été rapportée dans une étude menée en 2009 par Vieyra et Guardado<sup>13</sup> par rapport aux résultats de la présente étude (35% chez les adultes). 31,7% dans le groupe rotatif et manuel). La forte incidence de notre étude pourrait être attribuée au fait que la majorité des sujets des deux groupes ont atteint de parodontite apicale. Une dent avec une lésion péri-apicale serait sensible en raison de l'infection et / ou de l'inflammation de la région péri-apicale, qui peut prendre du temps à se résorber. Cependant, suivant une procédure endodontique d'une dent nécrotique, s'il n'existe aucune extrusion de résidu pulpaire infecté ou d'irrigant dans la région péri-apicale,

extrusion of infected pulp remnant or irrigant into the periapical region, there will be no apical tissue reaction to cause tenderness of tooth to percussion (hence, a lower percentage of tenderness to percussion).

A study conducted by Pamboo et al<sup>33</sup> in 2014 revealed that the incidence of post-operative swelling at 1-week review was significantly lower after using rotary instrumentation (0.9%) compared to canal preparation following the use of hand files (3.03%). This is contrary to the findings of this present study where there was no significant difference in incidence of swelling when comparing the two techniques at that same time period. The different findings of the two studies can also be attributed to the fact that treatment was performed in either single/multiple visits in their study unlike our study where all the patients had treatment completed in a single visit. In addition, some patients were placed on antibiotics and/or analgesics after treatment in their study unlike this study where no subject used any of these medications prophylactically post-treatment. These varying reports of swelling incidence are possibly due to the differences that may have arisen from the different treatment protocols such as number of operators, dexterity of operators, number of endodontic visits and the use of medication pre- and post-treatment.

### **Periapical radiolucency**

The manual group had a higher percentage of teeth with associated pre-operative periapical radiolucency, 40%, compared to 26.7% for the rotary group. There was progressive healing of these lesions in both groups with an evident decrease in size of lesion. At the 6-month review, the number of teeth that still had radiolucency was significantly higher in the manual group, 16.9% compared to 3.4% in the rotary group. This significant difference at final review can be attributed to more pre-operative

il n'y aura aucune réaction tissulaire apicale qui peut causer la tendresse de la dent à la percussion (d'où un pourcentage plus faible de tendresse au toucher).

Une étude menée par Pamboo et al<sup>33</sup> en 2014 a révélé que l'incidence du gonflement postopératoire après une révision d'une semaine était significativement plus faible après utilisation d'un instrument rotatif (0,9%) par rapport à la préparation du canal après l'utilisation de limes à main (3,03%). Ceci est contraire aux conclusions de la présente étude, dans lesquelles il n'y avait pas de différence significative dans l'incidence du gonflement lors de la comparaison des deux techniques à la même période. Les différentes conclusions des deux études peuvent également être attribuées au fait que le traitement a été réalisé en une ou plusieurs visites dans leur étude, contrairement à notre étude où tous les patients avaient été traités en une seule visite. En outre, certains patients ont été placés sur des antibiotiques et/ou des analgésiques après le traitement de leur étude, contrairement à cette étude où aucun sujet n'a utilisé l'un de ces médicaments à titre prophylactique après le traitement. Ces différents rapports sur l'incidence de gonflement sont probablement dues aux différences résultant des différents protocoles de traitement, telles que le nombre d'opérateurs, la dextérité des opérateurs, le nombre de visites endodontiques et l'utilisation de médicaments avant et après le traitement.

### **Radiotransparence péri-apicale**

Le groupe manuel a eu un pourcentage plus élevé de dents avec une radiolucence péri-apicale préopératoire associée, soit 40%, contre 26,7% pour le groupe rotatif. Il y avait une guérison progressive de ces lésions dans les deux groupes avec une diminution évidente de la taille de la lésion. À la revue de 6 mois, le nombre de dents qui avaient encore une radiolucence était significativement plus élevé dans le groupe manuel, 16,9% comparé à 3,4% dans le groupe rotatif. Lors de la revue finale, cette différence significative peut être attribuée à davantage de cas préopératoires avec radiolucence péri-apicale dans le groupe

cases with periapical radiolucency in the manual group compared to the rotary group. Conversely, better periapical healing in the rotary group supports the claim that rotary endodontics is associated with less extrusion of irritants into the periapical tissue.

### **Summary of Treatment Outcome**

There are no universally accepted criteria for assessing treatment success. The treatment outcome criteria used in this study was defined by the European Society of Endodontology which categorized outcome as favourable, uncertain or unfavourable.<sup>19</sup> Success of endodontic treatment depends largely on long-term results. The occurrence of post-operative pain shortly after treatment can still result in long-term success and vice versa.<sup>34</sup> Liu and Liao<sup>35</sup> support the view that teeth with pre-existing periapical radiolucency have about 4 times higher likelihood of failure following treatment and about 3 times likelihood of unsatisfactory clinical outcome when compared to those without periapical lesions.

At the final review of our study, 83.1% subjects in the manual group had significantly lower favourable outcome/success compared to the rotary group, 96.6%. Liu and Liao (2008) reported that rotary instrumentation was associated with a higher chance of endodontic success compared to hand instrumentation.<sup>35</sup> They reported in their study that the successful endodontic outcome rate was 77.3% in the rotary group and 60% successful endodontic outcome in the manual group. However, the reason for the lower outcome when compared to this present study can be attributed to differences in inclusion/exclusion criteria. In their study, only subjects with affected 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> molars were included whereas anterior teeth, premolars and 1<sup>st</sup> molars were included in this present study. The success rate is usually lower in molars compared to other teeth because of their complex anatomy and poorer accessibility.<sup>30,35</sup>

manuel comparés au groupe rotatif. Inversement, une meilleure guérison péri-apicale dans le groupe rotatif corrobore l'affirmation selon laquelle l'endodontie rotative est associée à moins d'extrusion d'irritants dans le tissu péri-apical.

### **Résumé des résultats du traitement**

Il n'existe pas de critères universellement acceptés pour évaluer le succès du traitement. Les critères de résultat du traitement utilisés dans cette étude ont été définis par la Société européenne d'endodontologie, qui a classé le résultat comme favorable, incertain ou défavorable.<sup>19</sup> Le succès du traitement endodontique dépend en grande partie des résultats à long terme. L'apparition de douleurs postopératoires peu de temps après le traitement peut encore conduire à un succès à long terme et inversement.<sup>34</sup> Liu et Liao<sup>35</sup> soutiennent l'opinion selon laquelle les dents présentant une radiolucence péri-apicale préexistante ont une probabilité environ 4 fois plus grande d'échec après le traitement et environ fois la probabilité d'un résultat clinique insatisfaisant par rapport à ceux sans lésions péri-apicales.

A l'observation finale de notre étude, 83,1% des sujets du groupe manuel avaient un résultat / succès favorable significativement plus bas par rapport au groupe rotatif, 96,6%. Liu et Liao (2008) ont indiqué que l'instrumentation rotative était associée à un risque plus élevé de succès endodontique par rapport à l'instrumentation manuelle<sup>35</sup>. Ils ont rapporté dans leur étude que le taux de réussite de l'endodontie était de 77,3% dans le groupe rotatif et de 60% de réussite de l'endodontie dans le groupe manuel. Néanmoins, la raison du résultat inférieur comparé à la présente étude peut être attribuée aux différences de critères d'inclusion / exclusion. Dans leur étude, seuls les sujets avec les 1<sup>re</sup> et 2<sup>e</sup> molaires touchées ont été ajoutées, alors que les dents antérieures, les prémolaires et les 1<sup>re</sup> molaires ont été ajoutées dans la présente étude. Le taux de réussite des molaires est généralement inférieur à celui des autres dents en raison de leur anatomie complexe et de leur accessibilité réduite.<sup>30,35</sup>

Furthermore, Liu and Liao (2008) recognized that clinical experience is a key factor that affects the overall treatment outcome.<sup>35</sup> They reported lower endodontic outcomes in both groups. Their study revealed that more undergraduates than postgraduates performed the procedure which led to reduced success rate of 63.1% in endodontic treatment carried out by undergraduates compared to 81.5% when performed by postgraduates. Although their study was also conducted in a teaching hospital, several operators with varying expertise treated the subjects unlike this present study where all subjects were treated by a single postgraduate endodontist.

Farzaneh et al in 2004 used the criteria: 'healed' and 'diseased' to categorize the treatment outcome in their study.<sup>36</sup> They reported a significant difference in the healed rate in relation to rotary compared to step-back technique. They surmised that techniques are the main determinants for treatment outcomes. The findings of our study are in agreement with the findings of their study.

Fleming et al (2010) in a retrospective study comparing the endodontic treatment success between the step-back techniques and rotary technique revealed that no statistical difference was noted between the two groups in terms of survival rate.<sup>37</sup> Root canal treatment performed on subjects in their study was mostly completed after multiple visits in the group using hand instrumentation to prepare the canals unlike single visit treatment in the rotary group. This is different from treatment performed in both groups of this study where treatment was completed in a single visit by a single operator. The findings of this study were also different from this present study because the criteria they used to categorize treatment outcomes were different from this study.

De plus, Liu et Liao (2008) ont reconnu que l'expérience clinique est un facteur clé qui influe sur le résultat global du traitement<sup>35</sup>. Ils ont rapporté dans leurs études que le taux réussi des résultats endodontiques plus faibles dans les deux groupes. Leur étude a montré que davantage d'étudiants de premier cycle que d'étudiants de troisième cycle ont effectué la procédure, ce qui a entraîné une réduction du taux de réussite de 63,1% du traitement endodontique effectué par des étudiants de premier cycle, contre 81,5% lorsqu'il était effectué par des étudiants de troisième cycle. Bien que leur étude ait également été menée dans un hôpital universitaire, plusieurs opérateurs aux compétences diverses ont traité les sujets contrairement à la présente étude où tous les sujets ont été traités par un seul endodontiste de troisième cycle.

En 2004, Farzaneh et al, ont utilisé les critères « guéri » et « malade » pour classer les résultats du traitement dans leur étude<sup>36</sup>. Ils ont signalé une différence significative du taux de guérison par rapport à la technique « step-back ». Ils ont supposé que les techniques soient les principaux déterminants des résultats du traitement. Les résultats de notre étude sont en accord avec les résultats de leur étude.

Dans une étude rétrospective comparant le succès du traitement endodontique entre les techniques de recul et la technique rotative, Fleming et al (2010), ont révélé qu'aucune différence statistique n'avait été constatée entre les deux groupes en termes de taux de survie<sup>37</sup>. L'étude a été, en grande partie, concrétisée après plusieurs visites dans le groupe à l'aide de l'instrumentation manuelle pour préparer les canaux, contrairement au traitement d'une seule visite dans le groupe rotatif. Ceci diffère du traitement effectué dans les deux groupes de cette étude où le traitement a été complété en une seule visite par un seul opérateur. Les résultats de cette étude étaient également différents de ceux de la présente étude car les critères utilisés pour catégoriser les résultats du traitement étaient différents de ceux de cette étude.

In conclusion, when all clinical and radiographic findings of all teeth were taken into consideration after a 6-month review, there was a significant difference ( $p = 0.033$ ) in the treatment outcomes between manual step-back technique and rotary technique employed for canal preparation in single visit root canal treatment. There also was a significant difference ( $p=0.039$ ) noted when comparing the treatment outcome in multi-rooted molar teeth. Continued monitoring of the subjects up to 4 years following treatment should be conducted as recommended by the European Society of Endodontology<sup>19</sup> to further ascertain the success rate in these two treatment groups.

## REFERENCES

1. Ahmed MA, Dall AQ, Khoso NA, Jouhar R. Comparison of post-operative pain by using ProTaper rotary and manual step-back root canal preparation techniques in single visit endodontics. *J Pak Dent Assoc.* 2012; 21: 103-107.
2. Seltzer S, Naidorf IJ. Flare-up in endodontics: I. Etiological factors. *J Endod.* 1985; 11: 472-478.
3. Krishna PP, Beena RG, Bharani DP. A comparison of root canal preparations using stainless steel, NiTi hand and NiTi engine-driven endodontic instruments – An in vitro study. *Bangladesh J Med Sci.* 2010; 9: 223-230.
4. Malhotra N, Kundabala M, Acharya S. Contemporary endodontic approach: single visit root canal treatment revisited. A review. *ENDO-Endod Pract Today.* 2009; 3: 215-225.
5. Al-Rahabi M, Abdulkhayum AM (2012) Single visit root canal treatment: Review. *Saudi Endod J.* 2012; 2: 80-84.
6. Martin H, Cunningham WT. The effect of endosonic and hand manipulation on the amount of root canal material extruded. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1982; 53: 611-613.
7. Glosson CR, Haller RH, Dove SB, del Rio CE. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endod.* 1995; 21: 146-151.

En conclusion, lorsque tous les résultats cliniques et radiographiques de toutes les dents ont été pris en compte après un examen tous les 6 mois, il existait une différence significative ( $p = 0,033$ ) dans les résultats du traitement entre la technique « step-back » manuel et la technique rotative utilisée pour la préparation du canal dans une visite unique pour le traitement de canal radiculaire. Une différence significative ( $p = 0,039$ ) a également été notée au moment de la comparaison du résultat du traitement dans les molaires à racines multiples. Une surveillance continue des sujets jusqu'à 4 ans après le traitement doit être effectuée conformément aux recommandations de la Société européenne d'endodontologie<sup>19</sup> afin de déterminer plus avant le taux de réussite dans ces deux groupes de traitement.

## REFERENCES

1. Ahmed MA, Dall AQ, NA Khoso, R. Jouhar. Comparaison de la douleur postopératoire à l'aide des techniques de préparation du canal radiculaire rotatives et manuelles ProTaper en endodontie à visite unique. *J Pak Dent Assoc.* 2012; 21: 103-107.
2. Seltzer S, Naidorf IJ. Flambée en endodontie: I. Facteurs étiologiques. *J Endod.* 1985; 11: 472-478.
3. Krishna PP, Beena RG, PDD Bharani. Comparaison de préparations de canaux radiculaires utilisant des instruments endodontiques à moteur NiTi en acier inoxydable, à main et à moteur NiTi - Une étude in vitro. *Bangladesh J Med Sci.* 2010; 9: 223-230.
4. Malhotra N, Kundabala M, Acharya S. Approche endodontique contemporaine : traitement du canal radiculaire à visite unique revisité. Une critique. *ENDO- Endod Pract Aujourd'hui.* 2009; 3: 215-225.
5. Al-Rahabi M, Abdulkhayum AM (2012) Traitement du canal radiculaire à visite unique : examen. *Saudi Endod J.* 2012; 2: 80-84.
6. Martin H, Cunningham WT. L'effet de la manipulation endosonique et manuelle sur la quantité de matériau de canal radiculaire extrudé. *Chirurgie Orale Oral Med Pathol Oral.* 1982; 53: 611-613.
7. Glosson CR, RH Haller, SB Dove, del Rio CE. Comparaison des préparations de canaux radiculaires avec des instruments à main Ni-Ti, à moteur Ni-Ti et endodontiques K-Flex. *J Endod.* 1995; 21: 146-151.

8. Vansan LP, Pécora JD, da Costa WF, Silva RG, Savioli RN. Comparative in vitro study of apically extruded material after four different root canal instrumentation techniques. *Braz Dent J.* 1997; 8: 79-83.
9. Reddy SA, Hicks ML. Apical extrusion of debris using two hand and two rotary instrumentation techniques. *J Endod.* 1998; 24: 180-183.
10. Kustarci A, Akdemir N, Siso SH, Altunbas D. Apical extrusion of intracanal debris using two engine driven and step-back instrumentation techniques: an in-vitro study. *Euro J Dent* 2008; 2: 233-239.
11. Wei X, Lin Z, Peng S. The effect of root canal preparation with nickel-titanium rotary instruments in reducing post-operative pain. *West China J Stomatol.* 2003; 21: 202-204.
12. Pasqualini D, Mollo L, Scotti N, Cantatore G, Castellucci A, Migliaretti G, Berutti E. Post operative pain after manual and mechanical glide path: a randomized clinical trial. *J Endod.* 2012; 38: 32-36.
13. Vieyra JP, Guardado JA. Incidence and severity of post-operative pain following root canal treatment of teeth with non-vital pulps using hand and rotary instrumentation techniques. *Endod Pract.* 2009; 11: 27-30.
14. Aqrabawi J, Jamani K. Prevalence of post-treatment pain after cleaning and shaping of the root canal system using manual step-back versus rotary nickel titanium. *Odonto-stomatol Trop.* 2006; 29: 5-9.
15. Varkevisser CM, Pathmanathan I, Brownlee AT. Designing and conducting health systems research projects. Geneva: International Development Centre. 1992; 2: 216.
16. DiRenzo A, Gresla T, Johnson BR, Rogers M, Tucker D, BeGole EA. Post-operative pain after 1-and 2-visit root canal therapy. *Oral Surg Oral Med Oral Path Oral Radiol Endod.* 2002; 93: 605-610.
17. Wong DL, Hockenberry-Easton M, Wilson D, Winkelstein ML, Schwartz P. *Wong's Essentials of paediatric nursing.* 6<sup>th</sup> ed. Mosby, St Louis. pp. 1301.
18. Molander A, Warfvinge J, Reit C, Kvist T. Clinical and radiographic evaluation of one- and two-visit endodontic treatment of asymptomatic necrotic teeth with apical periodontitis: a randomized clinical trial. *J Endod.* 2007; 33: 1145-1148.
8. Vansan LP, Pécora JD, Costa WF, Silva RG, Savioli RN. Étude comparative in vitro de matériel extrudé apicalement après quatre techniques différentes d'instrumentation du canal radiculaire. *Braz Dent J.* 1997; 8: 79 à 83.
9. Reddy SA, Hicks ML. Extrusion apicale de débris en utilisant des techniques d'instrumentation à deux mains et deux rotatives. *J Endod.* 1998; 24: 180-183.
10. Kustarci A, Akdemir N, Siso SH, Altunbas D. Extrusion apicale de débris intracanaux à l'aide de deux techniques d'instrumentation « step-back » : une étude in vitro. *Euro J Dent* 2008; 2: 233-239.
11. Wei X, Lin Z, Peng S. L'effet de la préparation du canal radiculaire avec des instruments rotatifs en nickel-titane pour réduire la douleur postopératoire. *Chine occidentale J Stomatol.* 2003; 21: 202-204.
12. Pasqualini D, Mollo L, Scotti N, Cantatore G, A Castellucci, Migliaretti G, Berutti E. Douleur postopératoire après glisse manuelle et mécanique : essai clinique randomisé. *J Endod.* 2012; 38: 32-36.
13. Vieyra JP, Guardado JA. Incidence et gravité de la douleur postopératoire après le traitement du canal radiculaire des dents avec des pulpes non vitales à l'aide d'instruments à main et rotatifs. *Endod Pract.* 2009; 11: 27-30.
14. Aqrabawi J, Jamani K. Prévalence de la douleur post-traitement après le nettoyage et la mise en forme du système de canal radiculaire en reculant manuellement le nickel-titane rotatif. *Odonto-stomatol Trop.* 2006; 29: 5-9.
15. Varkevisser CM, Pathmanathan I, Brownlee AT. Conception et réalisation de projets de recherche sur les systèmes de santé. Genève: Centre de développement international. 1992; 2: 216.
16. DiRenzo A, Gresla T, Johnson BR, Rogers M., Tucker D, BeGole EA. Douleur postopératoire après un traitement radiculaire à une ou deux visites. *Chirurgie Orale Oral Med Voie Orale Radiol Endale Orale.* 2002; 93: 605-610.
17. Wong DL, Hockenberry-Easton M, Wilson D, Winkelstein ML, Schwartz P. *Wong Essentials de l'infirmierie pédiatrique.* 6ème éd. Mosby, St Louis. pp. 1301.
18. Molander A, Warfvinge J, Reit C, Kvist T. Évaluation clinique et radiographique du traitement endodontique en une et deux visites des dents nécrotiques asymptomatiques avec parodontite apicale : un essai clinique randomisé. *J Endod.* 2007; 33: 1145-1148.

19. European Society of Endodontology. Quality guidelines for endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology. *International Endodontic Journal*. 2006; 39: 921-930.
20. Risso PA, Cunha AJ, Araujo MC, Luiz RR. Post-obturation pain and associated factors in adolescent patients undergoing one- and two-visit root canal treatment. *J Dent*. 2008; 36: 928-1034.
21. Singla R, Marwah N, Dutta S. Single visit versus Multiple visit root canal therapy. *Int J Clin Paediatr Dent*. 2008; 1: 17-24.
22. Cohen S, Hargreaves KM. *Pathways of the pulp*. 9<sup>th</sup> ed. St. Louis: Mosby Elsevier. 2008: 301-311, 842.
23. Madhusudhana K, Matthew VB, Reddy NM. Apical extrusion of debris and irrigants using hand and three rotary instrumentation systems- An in vitro study. *Contemp Clin Dent*. 2010; 1: 234-236.
24. Menakaya IN, Oderinu OH, Adegbulugbe IC, Shaba OP. Incidence of postoperative pain after use of calcium hydroxide mixed with normal saline or 0.2% chlorhexidine digluconate as intracanal medicament in the treatment of apical periodontitis. *Saudi Dent J*. 2015; 27: 187-193.
25. Edionwe JI, Shaba OP, Umesi DC. Single visit root canal treatment: A prospective study. *Niger J Clin Pract*. 2014; 17: 276-81.
26. Kashefinejad M, Harandi A, Eram S, Bijani A. Comparison of single visit post endodontic pain using Mtwo rotary and hand K-file instruments: a randomized clinical trial. *J Dent (Tehran, Iran)*. 2016; 13: 10-17.
27. Guelzow A, Stamm O, Martus P, Kielbassa AM. Comparative study of six rotary nickel-titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation. *Int Endod J*. 2005; 38: 743-752.
28. Arias A, de la Macorra JC, Azabel M, Hidalgo JJ, Peters OA. Prospective case controlled clinical study of post-endodontic pain after rotary root canal preparation performed by a single operator. *J Dent*. 2015; 43: 389-395.
29. Ng YL, Glennon JP, Setchell DJ, Gulabivala K. Prevalence of and factors affecting post-obturation pain in patients undergoing root canal treatment. *Int Endod J* 2004; 37: 381-391.
19. Société européenne d'endodontologie. Recommandations de qualité pour le traitement endodontique : rapport de consensus de la Société européenne d'endodontologie. *Revue internationale d'endodontie*. 2006; 39: 921-930.
20. Risso PA, Cunha AJ, MC Araujo, Luiz RR. Douleur post-obturation et facteurs associés chez les patients adolescents soumis à un traitement du canal radiculaire en une ou deux visites. *J Dent*. 2008; 36: 928-1034.
21. Singla R, N Marwah, Dutta S. Visite unique contre Thérapie canalair à visites multiples. *Int J Clin Paediatr Dent*. 2008; 1: 17-24.
22. Cohen S, Hargreaves KM. *Les voies de la pulpe*. 9<sup>e</sup> éd. St. Louis: Mosby Elsevier. 2008: 301-311, 842.
23. Madhusudhana K, Matthew VB, NM Reddy. Extrusion apicale de débris et d'irrigants à l'aide d'instruments à main et de trois systèmes rotatifs: Une étude in vitro. *Contemp Clin Dent*. 2010; 1: 234-236.
24. Menakaya IN, Oderinu OH, Adegbulugbe IC, Shaba OP. Incidence de la douleur postopératoire après utilisation d'hydroxyde de calcium mélangé avec une solution saline normale ou 0,2% de digluconate de chlorhexidine en tant que médicament intra-canal dans le traitement de la parodontite apicale. *Saudi Dent J*. 2015; 27: 187-193.
25. Edionwe JI, OP Shaba, Umesi DC. Traitement du canal radiculaire à visite unique : une étude prospective. *Niger J Clin Pract*. 2014; 17: 276-81.
26. Kashefinejad M, Harandi A, Eram S, Bijani A. Comparaison d'une douleur post-endodontique à visite unique à l'aide d'instruments rotatifs et manuels K-file K de Mtwo : un essai clinique randomisé. *J Dent (Téhéran, Iran)*. 2016; 13: 10-17.
27. Guelzow A, O Stamm, Martus P, Kielbassa AM. Etude comparative de six systèmes rotatifs nickel-titane et instrumentation manuelle pour la préparation du canal radiculaire. *Int Endod J*. 2005; 38: 743-752.
28. Arias A, JC de la Macorra, Azabel M, Juge Hidalgo, Peters OA. Étude clinique prospective et contrôlée de cas de douleur post-endodontique après préparation rotative du canal radiculaire réalisée par un seul opérateur. *J Dent*. 2015; 43: 389-395.
29. Ng YL, JP Glennon, DJ Setchell, Gulabivala K. Prévalence et facteurs affectant la douleur post-obturation chez les patients subissant un traitement du canal radiculaire. *Int Endod J* 2004; 37: 381-391.

30. Ali SG, Mulay S, Palekar A, Sejpal D, Joshi A, Gufran H. Prevalence of and factors affecting post-obturation pain following single visit root canal treatment in Indian population: A prospective, randomized clinical trial. *Contemp Clin Dent*. 2012; 3: 459-463.
31. Arias A, de la Macorra JC, Azabel M, Hidalgo JJ. Predictive models of pain following root canal treatment: a prospective clinical study. *Int Endod J*. 2013; 46: 784-793.
32. Carotte P. Endodontics: Part 4 Morphology of the root canal system. *Br Dent J*. 2004; 197: 379–383.
33. Pamboo J, Hans MK, Kumaraswamy BN, Chander S, Bhaskaran S. Incidence and factors associated with flare-ups in a post graduate programme in the indian population. *J Clin Exp Dent*. 2014; 6: 514-519.
34. Mattscheck DJ, Law AS, Noblett WC. Retreatment versus initial root canal treatment: factors affecting posttreatment pain. *Oral Surg Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2001; 92: 321-324.
35. Liu SY, Liao Z. Clinical outcome of rotary technique root canal therapy. HKU Thesis (HKUTO). 2008.
36. Farzaneh M, Abitbol S, Lawrence HP, Friedman S. Treatment outcome in the Toronto Study. Phase II: initial treatment. *J Endod*. 2004; 30: 302-309.
37. Fleming CH, Litaker MS, Alley LW, Eleazer PD. Comparison of classical endodontic techniques versus contemporary techniques on endodontic treatment success. *J Endod*. 2010; 36: 414-418.
30. Ali SG, S. Mulay, A. Palekar, D. Sejpal, A. Joshi, Gufran H. Prévalence et facteurs affectant la douleur post-obturation après un traitement du canal radiculaire à visite unique dans la population indienne : essai clinique prospectif randomisé. *Contemp Clin Dent*. 2012; 3: 459-463.
31. Arias A, de la Macorra JC, Azabel M, Juges Hidalgo. Modèles prédictifs de la douleur après un traitement de canal : une étude clinique prospective. *Int Endod J*. 2013; 46: 784-793.
32. Carotte P. Endodontiques : Part 4 Morphologie du système canalaire. *Br Dent J*. 2004; 197: 379 - 383.
33. Pamboo J, Hans MK, Kumaraswamy BN, Chander S, Bhaskaran S. Incidence et facteurs associés aux poussées de recrudescence dans un programme de troisième cycle de la population indienne. *J Clin Exp Dent*. 2014; 6: 514-519.
34. DJ Mattscheck, Law AS, WC Noblett. Retraitement par rapport au traitement initial du canal radiculaire : facteurs affectant la douleur post-traitement. *Chirurgie Orale Pathol Oral Radiol Endol*. 2001; 92: 321-324.
35. Liu SY, Liao Z. Résultat clinique du traitement canalaire par technique rotative. Thèse de HKU (HKUTO). 2008.
36. Farzaneh M, Abitbol S, Lawrence HP, Friedman S. Résultats du traitement dans l'étude de Toronto. Phase II: traitement initial. *J Endod*. 2004; 30: 302-309.
37. Fleming CH, Litaker MS, Alley LW, Eleazer PD. Comparaison des techniques endodontiques classiques et techniques contemporaines sur le succès du traitement endodontique. *J Endod*. 2010; 36: 414-418.