



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Salah Boubnider – Constantine 3
Faculté de Médecine
Département de Médecine Dentaire



FIABILITÉ ET NÉCESSITÉ DES LOCALISATEURS D'APEX ÉLECTRONIQUES

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de docteur en médecine dentaire

PRESENTÉ PAR

- **BOULMERKA LINA**
- **GATTAL FATEN**
- **GHENAITE WIAM**
- **KAFI MARWA**
- **LANANI FATMA ZOHRA**

PRESENTÉ ET SOUTENU PUBLIQUEMENT LE 01 JUILLET 2025

Encadrant :

Dr. Nouri S

Faculté de Médecine de Constantine

Membres du Jury :

Dr. Bouden N

Faculté de Médecine de Constantine

Dr. Missoum Kh

Faculté de Médecine de Constantine

Année Universitaire
2024-2025

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS	i
DEDICACES.....	iii
TABLE DES MATIERES	viii
LISTE DES TABLEAUX	xi
LISTE DES FIGURES.....	xii
LISTE DES ABBREVIATIONS	xiv
RESUME	xvi
ABSTRACT	xviii
الملخص	xx
Introduction	1
Chapitre I : Rappels Anatomiques	2
.1 Rappels anatomiques.....	3
 1.1. L'anatomie endodontique :.....	3
 1.1.1. La chambre pulpaire :.....	3
 1.1.2. Le canal radiculaire :	4
 1.2. Anatomie de la région apicale (L'apex) :	8
 1.2.1. Le foramen apical :.....	9
 1.2.1.1 La morphologie du foramen apical :	9
 1.2.2. La jonction cémento-dentinaire :	12
 1.2.3. La constriction apicale :.....	13
Chapitre II : Détermination de la longueur de travail.....	16
1. Définition de la longueur de travail :	17
 1.1. Le repère coronaire :.....	17
 1.2. La limite apicale :	18
2. Choix de la limite apicale de préparation et la longueur de travail :	20
3. Technique de détermination de la longueur de travail	21
 3.1. Techniques non reproductibles et empiriques	21
 3.1.1. La perception de la douleur par le patient	21
 3.1.2. La sensation tactile	21

3.2. Techniques radiographiques :	22
3.2.1. La radiographie rétro-alvéolaire :	22
3.2.1.1 Incidence radiographique :	22
3.2.1.2 Mode opératoire.....	24
3.2.1.3 Limites de la radiographie intra-buccale	26
3.2.2. «Cone-beam computed tomography » (CBCT) :	28
3.2.2.1 Avantages du Cone beam :	29
3.2.2.2 Limites du CBCT :	30
3.2.2.3 Le Cone Beam Computed Tomography (CBCT) et la détermination de la longueur de travail :.....	31
3.3. La méthode électronique : Les localisateurs électroniques d'apex (LAE) ...	32
Chapitre III : Les localisateurs d'apex électroniques (LAE)	33
1. Historique et principe des localisateurs d'apex électroniques :.....	34
1.1. Les localisateurs électroniques d'apex utilisant la résistance (1ère génération) :.....	34
1.2. Localisateurs d'apex utilisant l'impédance (2ème génération) :.....	35
1.3. Les localisateurs électroniques d'apex utilisant plusieurs fréquences (3ème génération) :.....	36
1.4. Les localisateurs d'apex de 4ème génération :.....	38
1.5. Les localisateurs d'apex de 5ème génération :.....	40
1.6. Les localisateurs d'apex de 6ème génération :.....	40
2. Présentation des appareils :	42
2.1. Localisateurs électroniques d'apex isolés :.....	42
2.2. Les localisateurs d'apex associés à un micro moteur d'endodontie :	43
3. Utilisation des localisateurs d'apex :.....	44
3.1. Localisateurs électroniques d'apex isolés :.....	44
3.2. Les localisateurs d'apex associés à un micro moteur d'endodontie :	48
4. Avantages des localisateurs électroniques d'apex :	49
5. Précautions d'emploi :.....	49

6. Limites d'utilisation clinique des LAE :	50
Chapitre IV : Fiabilité et nécessité des localisateurs d'apex électroniques.....	53
1. Introduction :	54
2. Matériels et méthodes de la revue systématique :	54
2.1. Critères d'éligibilité des articles à inclure dans la revue :.....	54
2.2. Critères d'exclusion des articles :.....	55
2.3. Sources des données :	55
2.4. Stratégies de recherche :	55
2.5. Schéma de la recherche :.....	56
3. Résultats de la recherche : (recherche réalisée le 01/03/2025).....	56
4. Synthèse :.....	60
4.1. Comparaison avec les autres méthodes de la détermination de la LT :	60
4.2. Fiabilité des localisateurs d'apex électroniques (LAE) dans différentes conditions cliniques :	65
4.3. Précision des mesures :	68
4.4. Impact clinique des localisateurs d'apex électroniques :	72
5. Discussion:.....	78
6. Perspectives et conclusion :.....	81
Bibliographie :	84

RESUME

Contexte :

Cette revue systématique vise à évaluer la nécessité et la fiabilité des localisateurs d'apex électroniques (LAE) dans la détermination de la longueur de travail lors des traitements endodontiques. En raison de la variabilité anatomique de la région apicale et des limites de la radiographie conventionnelle, l'utilisation des LAE s'est largement répandue dans l'endodontie moderne.

Objectif :

L'objectif de cette revue est d'examiner, à partir des données scientifiques actuelles, la performance diagnostique, la précision et l'intérêt clinique des LAE dans diverses conditions endodontiques. Elle vise également à les comparer aux méthodes radiographiques conventionnelles et avancées.

Méthodes :

Conformément aux critères PRISMA 2020, une recherche bibliographique systématique a été menée dans les bases de données PubMed, Google Scholar, Cochrane Library et Wiley Online Library pour des publications entre 2015 et 2025. Les mots-clés utilisés incluaient « Electronic apex locator », « working length determination », « apex locator accuracy », « apex locator reliability » et « radiography and apex locator ». Les études incluses étaient des méta-analyses, revues, essais cliniques, études observationnelles, *in vitro* et *in vivo*, portant exclusivement sur des dents humaines permanentes matures.

Résultats :

Sur 276 articles initialement identifiés, 22 ont été retenus pour l'analyse finale. La revue montre que les LAE sont globalement fiables et reproductibles, notamment dans des environnements cliniques humides ou complexes. Comparés aux méthodes radiographiques, les LAE offrent une meilleure précision dans la localisation de la constriction apicale, réduisent les risques de sur- ou sous-instrumentation et permettent des mesures en temps réel. Toutefois, certaines divergences persistent selon la génération de l'appareil, l'état pulpaire et la morphologie canalaire.

Conclusion :

Bien que les localisateurs d'apex électroniques présentent certaines limites, leur utilité

clinique dans la détermination de la longueur de travail est largement démontrée, notamment en complément de la radiographie. De futures recherches et innovations sont nécessaires pour améliorer leur utilisation et renforcer les protocoles de standardisation. Les LAE constituent aujourd’hui un outil clé pour un traitement endodontique prévisible et fondé sur des preuves.

Limites :

Cette revue est limitée par l’exclusion des articles non rédigés en français ou en anglais, des études portant sur des dents temporaires ou immatures, ainsi que par la qualité variable des protocoles *in vitro*. Par ailleurs, l’absence de résultats cliniques à long terme limite la généralisation des conclusions.

ABSTRACT

Background:

This systematic review aims to evaluate the necessity and reliability of electronic apex locators (EALs) in determining the working length during root canal treatments. Given the anatomical variability of the apical region and the limitations of conventional radiography, the use of EALs has become increasingly prevalent in modern endodontics.

Purpose:

The objective of this review is to examine, based on current scientific evidence, the diagnostic performance, accuracy, and clinical utility of EALs in various endodontic conditions. It also aims to compare EALs with traditional and advanced radiographic techniques.

Methods:

In accordance with PRISMA 2020 guidelines, a systematic literature search was conducted across PubMed, Google Scholar, Cochrane Library, and WILEY ONLINE LIBRARY databases for studies published between 2015 and 2025. Keywords included "Electronic apex locator", "apex locator reliability", "working length determination", "apex locator accuracy", and "radiography and apex locator". Included studies were meta-analyses, reviews, clinical trials, observational studies, and in vitro/in vivo research conducted on mature permanent human teeth.

Results:

Out of 276 initially identified articles, 22 met the inclusion criteria and were included in the final analysis. The review found that EALs are generally reliable and reproducible, especially when used in moist or complex clinical environments. Compared to radiographic methods, EALs offer improved accuracy in locating the apical constriction, reduce the risk of over- or under-instrumentation, and allow real-time measurements. However, some inconsistencies remain depending on device generation, pulp status, and canal morphology.

Conclusion:

While electronic apex locators are not without limitations, they have demonstrated strong clinical value in determining working length, particularly when used alongside

radiographic tools. Continued innovation and research are needed to optimize their use and improve standardization protocols. EALs represent a key instrument in achieving predictable, evidence-based endodontic treatment.

Limitations:

This review is limited by the exclusion of non-English/French articles, studies on immature or deciduous teeth, and the variable quality of in vitro protocols. Additionally, the lack of long-term clinical outcomes restricts the generalizability of findings

الملخص

الخلفية:

تهدف هذه المراجعة المنهجية إلى تقييم مدى ضرورة وموثوقية أجهزة تحديد ذروة الجذر الإلكترونية (EAL) في تحديد طول العمل أثناء علاج جذور الأسنان. نظراً للتنوع التشربجي في المنطقة الذروية ولقيود التصوير الشعاعي التقليدي، أصبحت أجهزة EAL شائعة الاستخدام في ممارسات علاج الجذور الحديثة.

الهدف:

تهدف هذه المراجعة إلى دراسة دقة الأداء التشخيصي والفائدة السريرية لأجهزة EAL في مختلف الظروف الإكلينيكية، ومقارنتها بالطرق الشعاعية التقليدية والمتقدمة، وذلك استناداً إلى الأدلة العلمية الحالية.

المنهجية:

وفقاً لمعايير PRISMA 2020 ، تم إجراء بحث منهجي شامل في قواعد بيانات Google Scholar و PubMed و Wiley online library و Cochrane Library عن الدراسات المنشورة بين عامي 2015 و 2025. وشملت الكلمات المفتاحية: "apex locator" ، "working length determination" ، "Electronic apex locator" ، "radiography and apex locator" ، "apex locator reliability" ، "accuracy" . شملت الدراسات المختارة التحاليل التراكمية، المراجعات، التجارب السريرية، الدراسات الرصدية، والدراسات المعملية والمعمولة على الأسنان الدائمة الناضجة فقط.

النتائج:

من بين 276 مقالة تم تحديدها مبدئياً، تم اختيار 22 منها للتحليل النهائي. أظهرت المراجعة أن أجهزة EAL موثوقة وقابلة للتكرار، خاصة في البيئات الرطبة أو الحالات المعقدة. كما أن أداؤها يفوق الطرق الشعاعية التقليدية في تحديد موضع التصييف الذروي، وتقليل خطر التجاوز أو النقص في التحضير، مع إمكانية القياس اللحظي. ومع ذلك، تختلف النتائج حسب جيل الجهاز، وحالة اللب، وشكل القناة الجذرية.

الاستنتاج:

رغم بعض القيود، أثبتت أجهزة تحديد ذروة الجذر الإلكترونية أهميتها في تحديد طول العمل، خصوصاً عند استخدامها إلى جانب التصوير الشعاعي. هناك حاجة إلى المزيد من الأبحاث والتطوير لتحسين الاستخدام وتوحيد البروتوكولات. تشكل هذه الأجهزة أداة أساسية لتحقيق نتائج علاج جذور أكثر دقة ونجاحاً.

القيود:

تتجلى القيود في استبعاد الدراسات غير المكتوبة باللغتين الفرنسية أو الإنجليزية، والدراسات على الأسنان اللبنية أو غير الناضجة، فضلاً عن تباين جودة الدراسات المخبرية. كما أن نقص البيانات السريرية طويلة المدى يحد من إمكانية تعميم النتائج.