

Direction des bibliothèques

AVIS

Ce document a été numérisé par la Division de la gestion des documents et des archives de l'Université de Montréal.

L'auteur a autorisé l'Université de Montréal à reproduire et diffuser, en totalité ou en partie, par quelque moyen que ce soit et sur quelque support que ce soit, et exclusivement à des fins non lucratives d'enseignement et de recherche, des copies de ce mémoire ou de cette thèse.

L'auteur et les coauteurs le cas échéant conservent la propriété du droit d'auteur et des droits moraux qui protègent ce document. Ni la thèse ou le mémoire, ni des extraits substantiels de ce document, ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans l'autorisation de l'auteur.

Afin de se conformer à la Loi canadienne sur la protection des renseignements personnels, quelques formulaires secondaires, coordonnées ou signatures intégrées au texte ont pu être enlevés de ce document. Bien que cela ait pu affecter la pagination, il n'y a aucun contenu manquant.

NOTICE

This document was digitized by the Records Management & Archives Division of Université de Montréal.

The author of this thesis or dissertation has granted a nonexclusive license allowing Université de Montréal to reproduce and publish the document, in part or in whole, and in any format, solely for noncommercial educational and research purposes.

The author and co-authors if applicable retain copyright ownership and moral rights in this document. Neither the whole thesis or dissertation, nor substantial extracts from it, may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

In compliance with the Canadian Privacy Act some supporting forms, contact information or signatures may have been removed from the document. While this may affect the document page count, it does not represent any loss of content from the document.

Université de Montréal

**Effets parodontaux d'une expansion palatine rapide
assistée chirurgicalement (EPRAC) :
évaluation clinique et évaluation radiologique
à l'aide de la tomodensitométrie à faisceau conique.**

par

Chantal Gauthier

Département de santé buccale - Section d'orthodontie
Faculté de médecine dentaire

Mémoire présenté à la Faculté des études supérieures
en vue de l'obtention du grade de
Maîtrise ès Sciences (M.Sc.)
en médecine dentaire, option orthodontie

Juin 2009

© Chantal Gauthier, 2009



Université de Montréal
Faculté des études supérieures

Ce mémoire intitulé :

Effets parodontaux d'une expansion palatine rapide
assistée chirurgicalement (EPRAC) :
évaluation clinique et évaluation radiologique
à l'aide de la tomodensitométrie à faisceau conique.

présenté par
Chantal Gauthier

a été évalué par un jury composé des personnes suivantes :

Dr Claude Remise, président-rapporteur
Dre Athena Papadakis, directrice de recherche
Dr René Voyer, codirecteur
Dr Réjean Labrie, membre du jury

Résumé

L'expansion palatine rapide assistée chirurgicalement (EPRAC) est une option de traitement privilégiée chez les patients ayant atteint la maturité squelettique et présentant une déficience transverse du maxillaire. L'objectif de cette étude prospective clinique était d'évaluer les effets parodontaux d'une EPRAC, selon une évaluation clinique complète et une évaluation radiologique à l'aide de la tomодensitométrie volumique à faisceau conique.

Méthodologie. L'échantillon était constitué de 14 patients (5 hommes, 9 femmes) dont l'âge moyen était de $23,0 \pm 1,9$ ans (16 ans 4 mois à 39 ans 7 mois). Tous ont été traités avec un appareil d'expansion de type Hyrax collé et l'expansion moyenne a été de 9.82 mm (7,5 - 12,0 mm). Tous ont eu une période de contention d'une année. Aux temps T0 (initial), T1 (6 mois post-expansion) et T2 (1an post-expansion), il y a eu évaluation parodontale clinique complète et prise d'une tomographie.

Résultats&Discussion. Les résultats cliniques ont démontré peu de changements statistiquement et cliniquement significatifs. Les résultats radiologiques ont démontré: une diminution statistiquement significative dans l'épaisseur de l'os alvéolaire buccal sur toutes les prémolaires et molaires ; une augmentation significative dans l'épaisseur de l'os alvéolaire palatin sur la plupart des canines, prémolaires et molaires ; une perte statistiquement significative de la hauteur de l'os alvéolaire buccal sur toutes les canines et dents postérieures ; et une tendance vers une légère perte dans la hauteur de l'os alvéolaire interproximal entre les incisives centrales.

Conclusion. L'EPRAC semble avoir peu d'effets néfastes sur le parodonte cliniquement. Cependant, les données radiologiques ont dénoté certains changements statistiquement significatifs, qui pourraient éventuellement avoir un impact clinique significatif.

Mots-clés: expansion palatine rapide assistée chirurgicalement (EPRAC), effets parodontaux, évaluation clinique, tomодensitométrie volumique à faisceau conique

Abstract

In skeletally mature patients, transverse maxillary deficiency can be treated with surgically assisted rapid palatal expansion (SARPE). Forces delivered by the expander produce areas of compression in the periodontal ligament, which could lead to alveolar bone resorption and possible changes in the attachment level. The aim of this prospective clinical study was to evaluate the periodontal effects of SARPE, by means of a complete clinical evaluation and Cone Beam Computerized Tomography (CBCT) evaluation.

Methods. The sample included 14 patients (5 males, 9 females), with a mean age of 23.0 \pm 1.9 years (range: 16 y. 4 to 39 y. 7). All patients were treated using a bonded Hyrax-type expander and the mean expansion was 9.82 mm (7.5 - 12.0 mm). All patients had a one-year retention period. CBCTs were taken and periodontal charts completed at each time point: T0 (initial), T1 (6 months post-expansion) and T2 (1 year post-expansion).

Results&Discussion. SARPE seemed to have little detrimental clinical effects on the periodontium. Radiographic data demonstrated statistically significant changes: a significant decrease in the buccal alveolar bone thickness on most teeth, a significant increase in the palatal alveolar bone thickness on most teeth, a decrease in the buccal alveolar crest level of all canines and posterior teeth, and a tendency towards a decrease in the interproximal alveolar crest level on the mesial aspect of both central incisors.

Conclusions. SARPE seems to have little detrimental effects on the periodontium clinically. However, radiographic data demonstrated some statistically significant changes, which could eventually have a significant clinical impact on the periodontium.

Key words: surgically assisted rapid palatal expansion (SARPE), periodontal effects, clinical evaluation, cone beam computerized tomography (CBCT)

Table des matières

Résumé.....	iii
Abstract	iv
Table des matières.....	v
Liste des tableaux.....	ix
Liste des figures	x
Liste des abréviations.....	xii
Remerciements.....	xv
Collaboration.....	xvii
Chapitre 1. Introduction	2
Chapitre 2. Recension des écrits scientifiques	4
2.1 Anatomie et croissance	4
2.1.1 Description anatomique du maxillaire.....	4
2.1.2 Croissance du maxillaire.....	6
2.1.3 Croissance et maturation des sutures palatine et circummaxillaires	6
2.1.3.1 Étude histologique de la suture palatine	7
2.1.3.2 Analyse radiologique de la suture palatine.....	8
2.1.3.3 Corrélation entre l'âge et la fusion de la suture palatine	8
2.1.3.4 Évaluation de la maturité squelettique.....	9
2.2 Déficiency maxillaire transverse.....	10
2.2.1 Définition.....	10
2.2.2 Diagnostic.....	12
2.2.3 Prévalence.....	14
2.2.4 Étiologie.....	14
2.2.5 Traitement.....	15
2.3 Expansion palatine orthopédique.....	15
2.3.1 Généralités.....	15
2.3.2 Indications.....	16
2.3.3 Expansion palatine lente	17
2.3.4 Expansion palatine rapide.....	18
2.3.5 Types d'appareils	18
2.3.5.1 Haas vs Hyrax	19

2.3.5.2 Bagues vs recouvrement d'acrylique	20
2.3.5.3 Appareils à deux ou quatre bagues.....	21
2.3.6 Moment d'intervention	22
2.3.7 Complications possibles	23
2.3.8 Effets sur le complexe craniofacial.....	24
2.3.8.1 Effets dento-alvéolaires et squelettiques	24
2.3.8.2 Effets sur les voies aériennes supérieures.....	26
2.3.9 Stabilité et contention.....	27
2.4 Expansion palatine rapide assistée chirurgicalement.....	28
2.4.1 Généralités	28
2.4.2 Historique	29
2.4.3 Ostéogénèse par distraction	30
2.4.3.1 Historique.....	30
2.4.3.2 Formation osseuse	31
2.4.3.3 Principes de distraction.....	31
2.4.4 Indications	32
2.4.5 Alternatives de traitement.....	34
2.4.5.1 EPRAC vs EPRO	34
2.4.5.2 EPRAC vs ostéotomie LeFort I segmentée	35
2.4.6 Types d'appareils	37
2.4.6.1 Appareils à ancrage dentaire	37
2.4.6.2 Appareils à ancrage osseux	38
2.4.7 Résistance à l'expansion	39
2.4.8 Technique chirurgicale	41
2.4.9 Conduite pré-chirurgicale	44
2.4.10 Conduite post-chirurgicale.....	44
2.4.11 Complications possibles	45
2.4.12 Effets sur le complexe craniofacial	46
2.4.12.1 Effets dento-alvéolaires et squelettiques	47
2.4.12.2 Effets sur les voies aériennes supérieures	47
2.4.13 Stabilité et contention.....	48
2.5 Tomodensitométrie volumique à faisceau conique.....	49
2.5.1 Généralités	49

2.5.2 Fonctionnement.....	51
2.5.3 Caractéristiques	53
2.5.4 Précision des mesures.....	60
2.6 Parodontie	61
2.6.1 Notions générales	61
2.6.1.1 Composantes d'un parodonte sain	61
2.6.1.2 Éruption dentaire continue	65
2.6.1.3 Examen parodontal clinique	67
2.6.1.4 Maladies parodontales.....	69
2.6.2 Orthodontie et parodontie	71
2.6.2.1 Évaluation du risque.....	71
2.6.2.2 Effets de l'expansion sur le parodonte	73
2.6.2.3 EPRO et parodontie.....	74
2.6.2.4 EPRAC et parodontie	77
2.7 Problématique	79
2.7.1 But et hypothèse de recherche.....	80
Chapitre 3. Méthodologie	82
3.1 Type d'étude	82
3.2 Comité d'éthique.....	82
3.3 Échantillon	82
3.3.1 Critères d'inclusion.....	82
3.3.2 Critères d'exclusion.....	83
3.3.3 Recrutement des sujets	83
3.3.4 Caractéristiques de l'échantillon.....	84
3.4 Protocole clinique	84
3.4.1 Séquence de rendez-vous.....	84
3.4.2 Appareils utilisés	85
3.4.3 Protocole chirurgical	87
3.4.4 Parodontie.....	88
3.4.5 Imagerie	89
3.4.6 Oto-rhino-laryngologie.....	91
3.4.7 Laboratoire de sommeil	91
3.4.8 Dossier du patient.....	92

3.5 Protocole de prise de mesures.....	93
3.5.1 Prise de mesures radiologiques.....	93
3.5.2 Prise de mesures sur modèles et appareils.....	96
Chapitre 4. Article.....	98
Chapitre 5. Discussion.....	118
5.1 Intérêt clinique.....	118
5.2 Résultats cliniques.....	119
5.3 Résultats radiologiques.....	121
5.4 Corrélations.....	123
5.5 Complications observées.....	123
5.6 Limitations de l'étude.....	124
5.7 Originalité de l'étude.....	125
Chapitre 6. Conclusion.....	128
Chapitre 7. Bibliographie.....	131
Chapitre 8. Annexes.....	150
Annexe I : Certificat d'éthique.....	151
Annexe II : Document d'information remis aux sujets.....	154
Annexe III : Formulaire de consentement.....	160
Annexe IV : Description des rendez-vous.....	166
Annexe V : Protocole chirurgical.....	168
Annexe VI : Charte parodontale.....	171

Liste des tableaux

Tableau I	BABT changes between T0 and T1 (paired <i>t</i> test)	112
Tableau II	PABT changes between T0 and T1 (paired <i>t</i> test)	112
Tableau III	BACL changes between T0 and T1 (paired <i>t</i> test)	113
Tableau IV	IACL changes between T0 and T1 (paired <i>t</i> test)	113

Liste des figures

Figure 1	Le maxillaire supérieur	5
Figure 2	Apparence de la suture palatine	8
Figure 3	Les six stades de la maturation des vertèbres cervicales (CVM)	10
Figure 4	Présentation clinique d'une DMT	11
Figure 5	Compensations au niveau de l'inclinaison des dents postérieures masquant une DMT	11
Figure 6	Appareil d'expansion sur bagues de type Haas	19
Figure 7	Appareil d'expansion sur bagues de type Hyrax	19
Figure 8	Appareil d'expansion de type Hyrax avec recouvrement d'acrylique postérieur	20
Figure 9	Appareil d'expansion de type Hyrax à quatre bagues	21
Figure 10	Appareil d'expansion à ancrage osseux	38
Figure 11	Les principaux sites de résistance aux forces d'EP	40
Figure 12	Ostéotomie des murs latéraux nasaux et de l'apophyse zygomatique	41
Figure 13	Séparation de la suture intermaxillaire à l'aide d'un ostéotome	42
Figure 14	Relâchement des plaques ptérygoïdiennes	43
Figure 15	Appareil à TDM, le SOMATOM Definition de la compagnie Siemens ..	51
Figure 16	Représentation schématique de la technique d'acquisition de l'image d'un appareil à TDM et à TVFC	52
Figure 17	Appareil à TVFC, le i-CAT de la compagnie Imaging Sciences	53
Figure 18	Artéfacts causés par des implants métalliques	55
Figure 19	Reconstruction multiplanaire standard	58
Figure 20	Reconstruction planaire oblique et reconstruction transplanaire en série des articulations temporo-mandibulaires	58

Figure 21	Reconstructions panoramiques	59
Figure 22	Reconstructions multiplanaires avec projection d'intensité maximale ...	59
Figure 23	Repères anatomiques de la gencive	61
Figure 24	Espace biologique	63
Figure 25	Éruption passive	66
Figure 26	Triangles d'Atherton	79
Figure 27	Appareil d'expansion de type Hyrax utilisé dans le projet	86
Figure 28	Appareil de contention de type Hawley	87
Figure 29	Appareil i-CAT de la compagnie Imaging Sciences	90
Figure 30	Préparation au laboratoire du sommeil de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal	91
Figure 31	Photographies d'un patient à T0	92
Figure 32	Reconstruction planaire courbe et reconstruction transplanare en série servant à la prise des mesures radiologiques	94
Figure 33	Mesure d'épaisseur alvéolaire buccale et palatine	95
Figure 34	Mesure de hauteur de crête osseuse	95
Figure 35	Mesure des distances intercanine, intermolaire (fosses centrales) et intermolaire (sillons linguaux) ainsi que de l'ouverture de la vis de l'appareil d'expansion	96
Figure 36	Radiographic image showing BABT	110
Figure 37	Radiographic image showing PABT	110
Figure 38	Radiographic image showing BACL	110
Figure 39	Radiographic image showing IACL	111
Figure 40	Images showing curved planar reconstruction and serial transplanar reconstruction made from an axial section	111

Liste des abréviations

DMT	déficiencia maxillaire transverse
ENA	épine nasale antérieure (ou son point céphalométrique correspondant)
ENP	épine nasale postérieure (ou son point céphalométrique correspondant)
EP	expansion palatine
EPL	expansion palatine lente
EPO	expansion palatine orthopédique
EPR	expansion palatine rapide
EPRAC	expansion palatine rapide assistée chirurgicalement
EPRO	expansion palatine rapide orthopédique
JEC	jonction énamo-cémentaire
LPD	ligament parodontal
OD	ostéogénèse par distraction
TDM	tomodensitométrie
TVFC	tomodensitométrie volumique à faisceau conique

Abréviations en anglais

BABT	buccal alveolar bone thickness
BACL	buccal alveolar crest level
CBCT	cone beam computerized tomography
IACL	interproximal alveolar crest level
PABT	palatal alveolar bone thickness
RPE	rapid palatal expansion
SARPE	surgically assisted rapid palatal expansion

*« La raison, c'est l'intelligence en exercice ;
l'imagination, c'est l'intelligence en érection. »*

Victor Hugo

*À mon père, à ma mère,
pour leur amour inconditionnel,
pour avoir cru en chacun de mes rêves d'enfant,
pour avoir appuyé chacune de mes décisions de vie et chacune de mes ambitions ;*

*À ma sœur et sa petite famille,
pour tous les éclats de rire partagés,
de même que pour leur soutien et leurs encouragements ;*

*À mes précieux amis,
qui partagent mon quotidien et participent à faire de ma vie ce qu'elle est.*

Remerciements

Nombreuses sont les personnes que j'aimerais remercier, ayant toutes participé de près ou de loin au bon déroulement de ce projet et à la bonne rédaction de ce mémoire, ou encore à ma formation d'orthodontiste.

Sincères remerciements à Dr Claude Remise, à la fois pour m'avoir offert le privilège de vivre cette grande aventure et m'avoir ouvert cette porte sur le monde de l'orthodontie, mais également pour m'avoir transmis cette passion pour l'orthodontie et pour l'excellence.

Sincères remerciements à Dre Athena Papadakis, pour avoir pris le rôle de directrice de projet et avoir apporté soutien et encouragements à chacune de mes ambitions. Son dynamisme, sa disponibilité et sa rapidité de réaction à chacune de mes petites demandes éclair m'ont été très bénéfiques.

Sincères remerciements à Dr René Voyer, ô combien généreux de son temps et toujours très patient. De par son accord à participer à ce projet et son grand dévouement, il m'a permis d'explorer sa discipline pour laquelle j'ai toujours eu un intérêt certain.

Sincères remerciements à Dre Manon Paquette, pour m'avoir donné accès à cette technologie qu'est la tomodensitométrie volumique à faisceau conique et avoir assuré le support technique requis.

Sincères remerciements à M. Pierre Rompré, sans qui toutes ces données et ces conclusions n'auraient pu être tirées. Son aide et sa disponibilité m'ont été des plus précieuses.

Sincères remerciements à Dr Olivier Quintin, collègue et ami, avec qui j'ai travaillé étroitement tout au long des différentes étapes du projet et de la rédaction. Il s'est avéré

indispensable à plus d'un égard, tant au niveau radiologique que dans la rédaction de ce mémoire.

Sincères remerciements à Dr Réjean Labrie, d'avoir volontiers accepté de participer à la correction de ce mémoire, malgré son horaire très chargé et ses nombreuses obligations. Dr Labrie fait partie des Grands de l'orthodontie et m'est d'une grande inspiration. Sa générosité, son constant dynamisme et la qualité de son enseignement furent très appréciés tout au long de ma formation.

Sincères remerciements à Dre Audrey Drapeau, à la fois pour être cette grande amie avec qui j'ai partagé tant de rires et de péripéties, et également pour s'être jointe à cette petite équipe de recherche et avoir participé activement à la bonne rédaction de ce mémoire.

Je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de mon projet de recherche de même qu'à la rédaction de ce mémoire, soit Dr Gilles Lavigne, Mme Christiane Manzini, Dr Nimaat Pertick, Dr François Lavigne et Dre Nelly Huynh.

Finalement, j'aimerais remercier tous les autres professeurs et cliniciens – Dr Morris Wechsler, Dr Jack Turkewicz, Dr Hicham El-Khatib, Dr Donald Blais, Dr Jean-Charles Létourneau, Dr Jocelyn Talbot, Dr Ezra Kleinman. Vous m'avez tous transmis, généreusement et chacun à votre façon, une part de votre savoir et avez tous participé à former l'orthodontiste que je serai.

Collaboration

Le deuxième chapitre et le troisième chapitre de ce mémoire ont été rédigés en partie avec la collaboration de Dr Olivier Quintin et de Dre Audrey Drapeau.

Introduction

Chapitre 1. Introduction

L'expansion palatine rapide assistée chirurgicalement (EPRAC) est une option de traitement privilégiée chez les patients ayant atteint la maturité squelettique et présentant une déficience transverse du maxillaire. Plusieurs avantages lui sont attribués dont l'absence d'effets néfastes sur le parodonte. Cependant, aucune étude avec protocole complet d'évaluation clinique et radiologique n'a été faite à ce jour pour évaluer et quantifier ses effets réels sur le parodonte.

Les forces délivrées par l'appareil d'expansion produisent des zones de compression dans le ligament parodontal pouvant éventuellement conduire à une résorption de l'os alvéolaire et à de possibles changements dans le niveau d'attache. Certaines recherches ont d'ailleurs établi des corrélations importantes entre le mouvement buccal des dents et le développement de déhiscences osseuses chez les animaux.^{285,324} Quelques études ont été effectuées à ce jour pour évaluer les effets parodontaux d'une expansion palatine rapide (EPRO)^{104,120,263}, et peu d'information existe concernant l'EPRAC^{57,76,257}.

Parmi les différentes études sur l'EPRO et l'EPRAC, seules deux ont utilisé la tomодensitométrie, permettant une meilleure évaluation quantitative tridimensionnelle des changements osseux.^{29,192,269} Développée il y a deux décennies, la tomодensitométrie volumique à faisceau conique (TDMFC) est la technique d'imagerie multiplanaire la plus employée en médecine dentaire parce qu'elle permet de visualiser des coupes ou des reconstructions tridimensionnelles comme la TDM conventionnelle, mais avec une meilleure résolution, avec une plus grande possibilité d'interaction avec les données et en exposant le patient à une moins grande dose de radiation ionisante.^{47,97,153,200,210,269,289,309}

L'objectif de cette étude comparative et prospective clinique était d'évaluer les effets parodontaux d'une EPRAC sur les dents maxillaires postérieures, les canines et les incisives centrales, selon une évaluation clinique complète et une évaluation radiologique à l'aide de la TDMFC. L'hypothèse de recherche était que l'EPRAC n'entraîne pas d'effets néfastes sur le parodonte.

Recension des écrits scientifiques

Chapitre 2. Recension des écrits scientifiques

2.1 Anatomie et croissance

2.1.1 Description anatomique du maxillaire

L'usage général du terme « maxillaire » ou « maxillaire supérieur » comprend généralement les deux os maxillaires et les deux os palatins qui forment la mâchoire supérieure.²²⁹ Le maxillaire supérieur est situé au-dessus de la cavité buccale, sous la cavité orbitaire et en-dehors des fosses nasales et participe à la formation des parois de ces trois cavités. Cette structure osseuse est assez volumineuse, mais toutefois légère. Ceci s'explique par la présence des sinus maxillaires qui occupent les deux tiers supérieurs des os maxillaires.^{229,262}

Les os maxillaires sont bordés par l'os frontal, le sphénoïde, les zygomatiques, l'éthmoïde, le vomer, les nasaux, les lacrymaux, les cornets inférieurs et les palatins, en plus d'avoir un contact l'un avec l'autre.²²⁹ Les sutures bordant chaque os maxillaire sont les sutures fronto-maxillaire, ptérygo-maxillaire, zygomatoco-maxillaire, éthmoïdo-maxillaire, naso-maxillaire, voméro-maxillaire, lacrymo-maxillaire, palatine transverse et intermaxillaire (ou palatine). Les os palatins, en plus de s'unir entre eux et avec les maxillaires, sont reliés à l'os sphénoïde, l'éthmoïde, le vomer et les cornets inférieurs.²²⁹

Les structures majeures qui constituent les os maxillaires sont les tubérosités maxillaires, les apophyses palatines, zygomatiques et frontales (figure 1). À ceci s'ajoutent les dents de l'arcade supérieure dont les racines sont supportées par le procès alvéolaire de l'os maxillaire.²⁵⁶ Les apophyses palatines s'unissent sur leur portion médiane pour former la suture intermaxillaire ou suture palatine et séparent ainsi les fosses nasales de la cavité buccale. La face inférieure des apophyses palatines constitue la voûte palatine où cheminent dans la gouttière oblique l'artère et les vaisseaux palatins supérieurs ainsi que le nerf palatin antérieur. À l'extrémité antérieure de la suture intermaxillaire se trouve le foramen incisif qui donne accès au canal palatin antérieur parcouru par les nerfs et vaisseaux naso-palatins. Dans cette région également, une saillie triangulaire nommée

épine nasale antérieure est présente; c'est à cet endroit que s'articulent et se projettent vers l'avant les apophyses palatines.^{256,262} Pour leur part, les os palatins sont reliés aux apophyses palatines des os maxillaires par la suture palatine transverse, s'unissent à l'os sphénoïde par la suture sphéno-palatine et se fusionnent entre eux sur leur partie médiane postérieure pour former l'épine nasale postérieure.

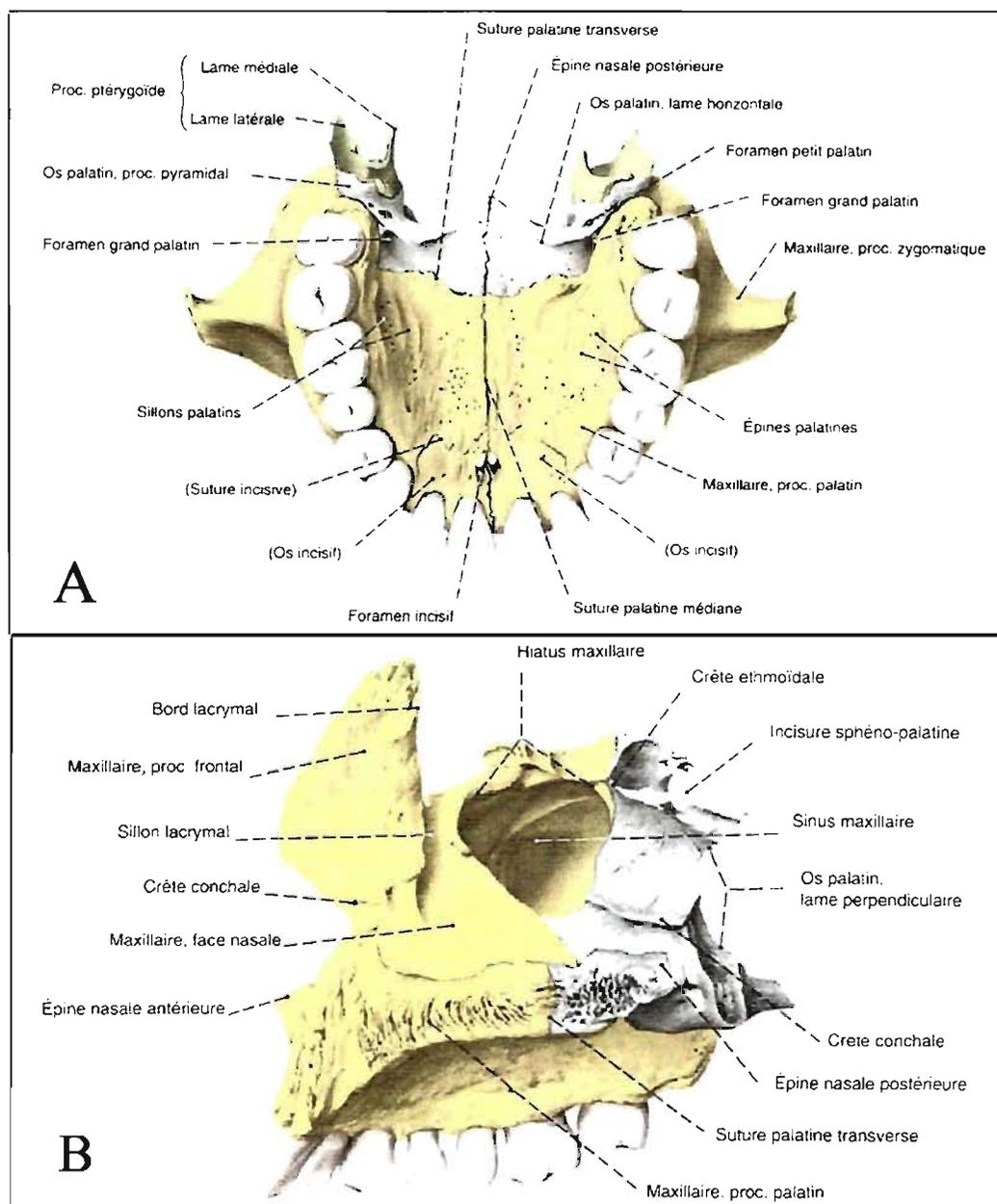


Figure 1 : Le maxillaire supérieur en vue inférieure (A) et médiale (B)

Adapté de Putz et Pabst, Sobotta atlas d'anatomie humaine, 2000.²⁵⁵

2.1.2 Croissance du maxillaire

Le maxillaire a pour origine embryonnaire le premier arc branchial qui apparaît à la 2^e semaine intra-utérine. C'est à la fin de la 4^e semaine *in utero* que l'on observe la présence des bourgeons faciaux. Par la suite, les bourgeons nasaux internes se fusionnent vers la 7^e semaine afin de former le palais primaire. Les procès palatins émanant des bourgeons maxillaires et le septum nasal ayant comme origine le bourgeon frontal s'unissent tous les trois afin de former le palais secondaire. La fusion du palais secondaire se termine vers le 3^e mois intra-utérin. La croissance active du maxillaire se fait par ossification intra-membraneuse à partir de la 7^e semaine de vie utérine.

Aucun cartilage ne contribue à la formation de l'os maxillaire. Puisqu'aucune croissance interstitielle n'est possible à l'intérieur de la masse minéralisée d'un os d'origine intra-membraneuse, la seule croissance possible se fait par apposition-résorption (remodelage de surface) et par déplacement secondaire à la croissance des structures avoisinantes.⁹¹ Globalement, au cours de son développement, le maxillaire se déplace vers l'avant et le bas par rapport à la base du crâne.²⁵⁰ Le remodelage du maxillaire supérieur se produit en grande partie sous forme de résorption et ce, essentiellement sur sa partie antérieure. Une apposition au niveau des tubérosités a lieu dans le sens sagittal, créant ainsi l'espace pour accommoder les deuxièmes et troisièmes molaires supérieures.⁹¹ Le palais va également suivre le mouvement du maxillaire vers l'avant et le bas, par apposition sur l'ensemble de la voûte palatine et résorption au niveau du plancher nasal.⁹¹ La croissance transverse du maxillaire est complétée en grande partie au début de la puberté. La croissance antéro-postérieure se termine essentiellement à la fin de la puberté, alors que la croissance en hauteur se poursuit même à l'âge adulte.⁹¹

2.1.3 Croissance et maturation des sutures palatine et circummaxillaires

La croissance osseuse au niveau de la suture palatine apparaît comme une déposition de nouvel os aux marges de celle-ci. Cette apposition osseuse est générée par une couche cellulaire présente de part et d'autre de la suture intermaxillaire.¹⁵⁹ Vers la fin de la vie fœtale, cette couche cellulaire diminue en épaisseur; une réduction du taux de croissance

est alors observée.¹⁵⁹ La suture palatine s'ossifie de la région postérieure à la région antérieure, soit de l'épine nasale postérieure à l'épine nasale antérieure.^{119,241}

Haas affirme que les sutures intermaxillaire et transverse du maxillaire, de même que les autres sutures faciales, débutent leur fusion immédiatement après la fin de la croissance du maxillaire.¹²⁷ L'âge moyen où se termine cette croissance est estimé à 14 ans pour les filles et 17 ans pour les garçons.^{56,214} D'autres études mentionnent que la fin de la croissance transverse du maxillaire et la fermeture des sutures maxillo-faciales se font à l'âge squelettique (âge déterminé par la maturation générale du squelette de l'individu) de 14-15 ans chez les filles et de 15-16 ans chez les garçons.^{30,202,241} Il est intéressant de noter que les recherches sur la croissance impliquant des implants ont démontré que la croissance et la maturation de la suture palatine est similaire au développement squelettique général en ce qui concerne le pic de croissance et la fin de la croissance.^{44,46}

2.1.3.1 Étude histologique de la suture palatine

Le développement post-natal du palais dur a été étudié en 1975 à l'aide de l'histologie conventionnelle par Melsen.²⁰³ Les coupes histologiques ont été produites après avoir prélevé à l'autopsie une portion de la suture palatine de 33 garçons et 27 filles âgés entre 0 et 18 ans. Il a été noté que de la naissance jusqu'à 10 ans (stade infantile), la suture est large et rectiligne, en forme de «Y» (figure 2-A). Entre 10 et 13 ans, au stade juvénile, la suture devient sinueuse et des sections s'invaginent de part et d'autre (figure 2-B). À l'adolescence, soit vers 13-14 ans, la suture palatine devient encore plus sinueuse et présente davantage d'interdigitations de grande amplitude (figure 2-C).^{203,250} Quelques années plus tard, en 1982, Melsen et Melsen ont noté que des synostoses et des ponts osseux sont présents dans la suture palatine dite « adulte ».^{17,204} Peu d'études ont toutefois étudié le degré d'oblitération de la suture palatine de manière quantitative.²⁴¹ Celle de Knaup *et al.* décrit l'observation de valeurs d'oblitération de la suture intermaxillaire nulle chez les individus de 25 ans et moins et très faible chez les 26 ans et plus, ainsi qu'un pourcentage maximal d'ossification de 13,11 % observé chez un homme de 44 ans.¹⁵⁶

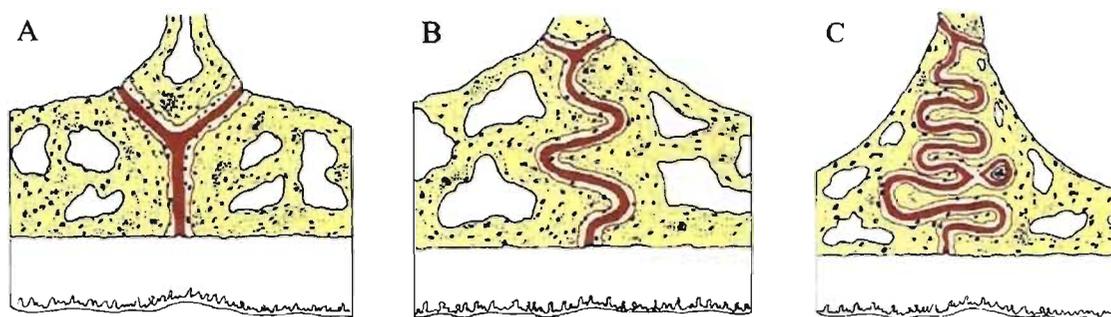


Figure 2 : Apparence de la suture palatine au stade infantile (A), juvénile (B) et à l'adolescence (C)
Adapté de Proffit *et al.*, Contemporary orthodontics, 4th ed., 2007.²⁵⁰

2.1.3.2 Analyse radiologique de la suture palatine

Certains auteurs ont recommandé, dans le passé, la radiographie occlusale ou palatine comme un outil essentiel dans l'évaluation de l'ossification de la suture palatine.¹⁷⁵ Toutefois, il est connu depuis que cette méthode est inadéquate, car il y a superposition des structures osseuses dans la région intermaxillaire, ce qui entraîne une mauvaise visualisation du degré de maturation de la suture palatine.²⁹² Des études récentes ont démontré que cette technique provoquait dans 50 % des cas des faux positifs.³²¹ Il est donc impossible de qualifier une suture intermaxillaire de « fusionnée » ou « non fusionnée » à l'aide d'un simple film occlusal.

2.1.3.3 Corrélation entre l'âge et la fusion de la suture palatine

L'effet des âges chronologique et squelettique sur l'ossification de la suture palatine est controversé. En effet, certaines études ont mis en évidence la présence d'union osseuse au niveau de la suture intermaxillaire chez des patients de 17 ans²⁴⁰, alors que d'autres n'ont observé, quant à eux, aucune preuve de synostose chez des patients âgés de 18 ans¹⁷³. De la même manière, Wright a rapporté, suite à l'étude de crânes, que la suture palatine peut être non ossifiée jusqu'à l'âge tardif de 35 ans³³⁴, mais Scott a noté que même si les sutures semblent non fusionnées à la surface de crânes d'individus âgés, une certaine quantité d'union osseuse peut être observable au niveau des sutures en profondeur.²⁷⁵ Cette divergence d'opinion va dans le sens des recherches de Persson et Thilander, qui ont conclu que l'ossification de la suture palatine est très variable et

imprévisible avant l'âge de 30 ans.²⁴¹ Ils ont aussi mentionné dans leurs travaux que des oblitérations peuvent survenir à l'adolescence, mais que la majeure partie de l'ossification était rarement observée avant le début de la trentaine.²⁴¹

L'étude histomorphométrique de Knaup *et al.* publiée en 2004 met en relation l'âge chronologique et la maturation de la suture palatine.¹⁵⁶ Les valeurs médianes de 0 % d'oblitération de la suture intermaxillaire chez le groupe 18-25 ans et de 3,11% chez le groupe 26-63 ans qu'ils ont obtenues montrent qu'il existe donc un processus de maturation squelettique au niveau de la suture palatine en relation avec l'âge chronologique. Toutefois, il semble que la quantité d'ossification présente à un âge avancé demeure faible^{156.158} et c'est pourquoi les conclusions de leurs travaux indiquent que l'ossification de la suture palatine n'explique pas la résistance observée cliniquement lors d'application de forces orthopédiques pour séparer la suture palatine et ce, même chez les individus de plus de 25 ans. Selon eux, cette résistance est causée par la maturation et la rigidité des sutures en périphérie.¹⁵⁶ La maturité squelettique de l'ensemble du complexe craniofacial est donc à considérer (voir la section « 2.4.7 Résistance à l'expansion » pour plus de détails).

2.1.3.4 Évaluation de la maturité squelettique

Puisqu'il est impensable cliniquement de réaliser des coupes histologiques afin d'évaluer le potentiel de croissance d'un patient et que la maturité squelettique à un âge chronologique donné varie d'un individu à l'autre, d'autres techniques doivent être sollicitées. Une série d'indicateurs biologiques peuvent servir à la détermination de la maturité squelettique¹⁷, dont : la taille^{146.222}, la maturation squelettique de la main et du poignet^{45,121.296}, le développement et l'éruption dentaires^{138,176.328}, la ménarche ou la mue de la voix²⁹⁵. Une autre méthode récemment développée par Baccetti, Franchi *et al.* consiste à évaluer la maturité squelettique en utilisant la morphologie des vertèbres cervicales.¹⁷⁻¹⁹

La méthode CVM (*Cervical Vertebral Maturation*) est entre autres utilisée pour guider le choix du moment d'intervention lorsqu'un traitement d'orthopédie dentofaciale est

envisagé.^{17,18} Elle consiste à analyser la forme des vertèbres cervicales C2, C3 et C4 sur radiographies céphalométriques latérales et par la suite, à identifier le stade de maturité vertébrale correspondant (figure 3).¹⁸

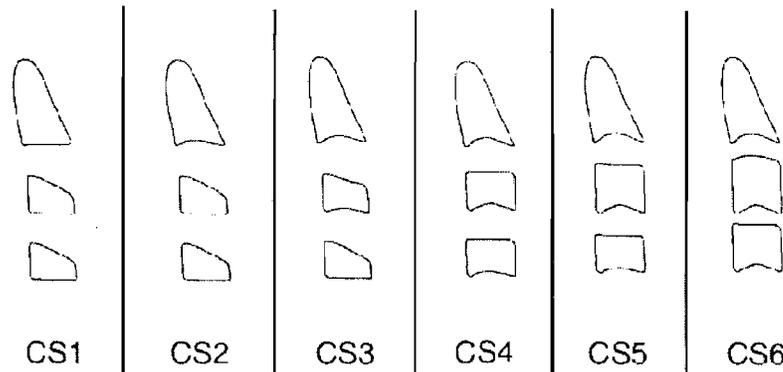


Figure 3 : Les six stades de la maturation des vertèbres cervicales (CVM)
Adapté de Baccetti *et al.*, Semin Orthod, 2005.¹⁸

La méthode CVM permet d'anticiper le pic pubertaire de croissance mandibulaire, qui se situe habituellement entre les stades CS3 et CS4 selon les recherches ayant mené au développement de cette technique.^{18,19,101} Elle fournit également des informations sur la présence d'un potentiel de croissance (de manière qualitative). Par ailleurs, des études ont démontré que la méthode CVM fournit des résultats comparables à ceux obtenus avec la technique de la radiographie de la main et du poignet.²³⁴ Ainsi, aucun cliché radiographique supplémentaire n'est généralement requis en orthodontie pour l'évaluation de la maturité squelettique.¹⁸

2.2 Déficience maxillaire transverse

2.2.1 Définition

La déficience maxillaire transverse (DMT), comme son nom l'indique, est caractérisée par une constriction du maxillaire supérieur dans la dimension transverse (en largeur) (figure 4).^{197,266} Il s'agit d'un problème squelettique auquel les orthodontistes sont

confrontés de manière très fréquente.¹⁹⁷ Ses manifestations sont souvent observées sans toutefois être régulièrement quantifiées de manière précise.¹⁹⁷



Figure 4 : Présentation clinique d'une DMT

La DMT peut s'exprimer sous plusieurs formes. Un articulé croisé postérieur unilatéral ou bilatéral peut être présent et indiquer un manque dans la dimension transverse situé à l'arcade supérieure.^{265,266} Toutefois, il est important de distinguer les occlusions croisées d'origine dentaire de celles d'origine squelettique. Il est rapporté dans les écrits scientifiques que, dans les situations où plus d'une ou deux dents sont impliquées, la composante squelettique est généralement en cause dans la malocclusion.¹⁵¹ Dans d'autres situations, il peut y avoir présence d'une DMT avec absence d'occlusion croisée postérieure. La DMT est alors moins évidente à diagnostiquer, car le chevauchement dentaire et certaines compensations au niveau des segments dentaires postérieurs masquent alors celle-ci (figure 5).^{144,197}

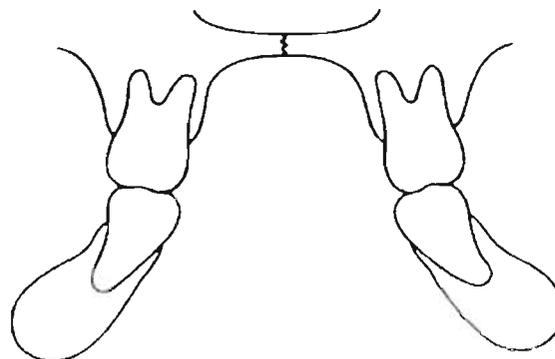


Figure 5 : Compensations au niveau de l'inclinaison des dents postérieures masquant une DMT

2.2.2 Diagnostic

L'évaluation clinique, l'analyse des modèles d'étude et des occlusogrammes ainsi que l'interprétation des mesures radiologiques sont recommandées lors de l'établissement du diagnostic de DMT.²⁹²

L'examen clinique comprend l'observation de la forme d'arcade maxillaire et de sa symétrie, la forme de la voûte palatine, la présence de corridors buccaux au sourire (espaces vides entre les dents et l'intérieur des joues aussi appelés triangles noirs), l'occlusion et le mode de respiration prédominant (nasal ou buccal).²⁹² Des corridors buccaux excessifs au sourire¹⁹⁷, un affaissement de la région paranasale et une base nasale étroite suggèrent une DMT.²⁹² L'épaisseur des tissus mous doit également être prise en considération, car ceux-ci peuvent masquer la DMT.²⁹²

La présence d'un articulé croisé unilatéral ou bilatéral, d'un chevauchement sévère, d'une arcade supérieure en forme de «V» ou bien de trou de serrure ou oméga (Ω) et une voûte palatine étroite et profonde sont des paramètres additionnels qui peuvent mener au diagnostic de DMT.²⁹²

Proffit propose de comparer le patient à lui-même afin d'identifier les DMT.²⁵⁰ La largeur maxillaire devrait donc être comparée aux autres proportions transverses (par exemple, la largeur bizygomatique) du même patient et non aux moyennes d'une population donnée.²⁵⁰ Un maxillaire supérieur qui apparaît étroit lorsqu'il est mis en relation avec la mandibule et le reste du visage laisse présager la présence d'une DMT.²⁵⁰ Une mandibule trop large par rapport au maxillaire peut cependant être en cause; toutefois, cette situation apparaît plus rarement.

McNamara recommande de mesurer la largeur transpalatine, soit la distance entre les points les plus rapprochés au niveau des premières molaires supérieures.¹⁹⁷ Une largeur se situant entre 36 et 39 mm peut généralement accommoder une dentition de toute taille, et ce, sans chevauchement ou surplus d'espace. Lorsque cette valeur est inférieure à 31 mm, il y a bien souvent la présence d'encombrement dentaire et la nécessité d'une

correction orthodontique, orthopédique et/ou chirurgicale de l'aspect transverse est à évaluer.^{144,197}

Puisque l'absence d'occlusion croisée est souvent rencontrée malgré l'existence d'une DMT, il est important de repérer également les autres formes d'expression de cette dysharmonie.¹⁹⁷ L'observation de l'inclinaison bucco-linguale des dents postérieures est essentielle au diagnostic, car elle permet de mettre en relation les bases apicales squelettiques avec la position des dents.²⁹² Des dents postérieures supérieures inclinées buccalement, des postérieures inférieures inclinées lingualemment et des cuspidés palatines sous le plan occlusal sont des compensations dentaires qui peuvent camoufler une DMT.¹⁹⁷

Plusieurs malocclusions de Classe II évaluées cliniquement ne semblent pas impliquer une déficience maxillaire sévère. Toutefois, lorsque les modèles d'études de ces cas sont articulés afin d'obtenir une relation canine de Classe I, un manque en transverse de 3-5 mm est souvent observé.¹⁹⁷ Il est donc important de considérer les dysharmonies sagittales autant dans les cas de Classe II que de Classe III afin de quantifier la sévérité de la DMT avec justesse.^{76,151}

Le diagnostic peut également être compliqué par la présence d'un glissement latéral lors du contact entre les dents inférieures et supérieures.²⁹² Il est alors nécessaire d'identifier la nature de la déviation. Parfois une plaque de recouvrement postérieur pour déprogrammer la musculature est utile au diagnostic.²⁹²

Certains auteurs ont suggéré la radiographie céphalométrique postéro-antérieure comme étant l'outil radiologique le plus fiable afin d'identifier et d'évaluer la dimension squelettique transverse.^{40,312} Ricketts a, entre autres, développé deux méthodes d'évaluation radiologique pour quantifier la DMT (*Rocky Mountain Analysis*).^{260,292} Celles-ci se basent sur la différence entre les largeurs maxillaire et mandibulaire du patient comparée à la différence maxillo-mandibulaire souhaitée.^{260,312} Ces deux techniques ont été critiquées car elles utilisent des repères uniquement au niveau

squelettique alors que la dentition a une position variable par rapport aux bases apicales osseuses.²⁹²

Plus récemment, Suri et Taneja ont proposé l'utilisation de la tomodensitométrie volumique à faisceau conique (TVFC) afin de diagnostiquer et d'analyser de manière détaillée la nature et la localisation des dysharmonies dans les trois plans, tant au niveau dentaire que squelettique, incluant les conditions difficiles à évaluer traditionnellement comme les asymétries.²⁹²

2.2.3 Prévalence

L'incidence de la DMT en dentition primaire et mixte est estimée entre 8 et 18 % des patients se présentant pour une consultation orthodontique.^{77,292} Les études rapportent une prévalence d'occlusion croisée postérieure en dentition primaire et mixte entre 8 et 22 % sans égard au sexe.²⁴²

La prévalence de la DMT dans la population adulte ou chez les patients ayant atteint la maturité squelettique n'est pas mentionnée de manière précise dans les écrits scientifiques.²⁹² Proffit *et al.* mentionnent que 30 % des adultes qui consultent pour un problème dento-facial ont une DMT.²⁵¹ La déficience maxillaire est souvent associée à une dysharmonie sagittale.¹⁹⁷ Il n'existe toutefois pas de donnée qui départage les patients avec une DMT isolée de ceux avec une DMT combinée à une dysharmonie squelettique verticale ou antéro-postérieure.²⁵¹

2.2.4 Étiologie

L'étiologie de la DMT est multifactorielle.²⁹² De mauvaises habitudes orales et une altération du patron respiratoire peuvent contribuer à l'établissement d'une constriction du maxillaire supérieur.^{126,127,163,242} Entre autres, la succion du pouce^{82,125,242,292}, une position basse de la langue, une déglutition atypique, une respiration nasale déficiente causée par des adénoïdes et des amygdales de forte taille²⁴² ont été associées à la DMT. De plus, il existe une implication génétique reliée à la transmission de ce type de

dysharmonie.²⁹² Des facteurs iatrogéniques (correction de fentes labiales et palatines) et congénitaux ont également été observés.²⁹² D'ailleurs, certains syndromes sont caractérisés par une hypoplasie maxillaire, parfois aussi associée à une craniosynostose (tels que les syndromes de Crouzon et Apert).²⁹²

2.2.5 Traitement

Il existe plusieurs avenues de traitement, lesquelles sont orientées en fonction de la sévérité de la DMT et du stade de maturation squelettique.

On note parmi les traitements possibles :

- l'expansion de l'arcade dentaire supérieure sur fil orthodontique ;
- l'expansion palatine orthopédique (EPO) lente, semi-rapide ou rapide ;
- l'expansion palatine rapide assistée chirurgicalement (EPRAC) ;
- l'expansion chirurgicale par ostéotomie LeFort I segmentée.

La description et les indications de ces modes de traitement seront détaillées dans les sections qui suivent.

2.3 Expansion palatine orthopédique

2.3.1 Généralités

L'expansion palatine (EP) ou expansion maxillaire est une procédure qui vise à augmenter la dimension transverse maxillaire.²⁹² Celle-ci est réalisée à l'aide de forces latérales appliquées par des appareils amovibles ou fixes et visant à éloigner les portions dento-osseuses droite et gauche du maxillaire. L'EPO a généralement pour but d'obtenir un gain transverse au maxillaire supérieur par séparation de la suture palatine à l'aide des forces générées par l'appareil, sans recourir à la chirurgie.

L'EPO fut pour la première fois décrite en 1860 par Angell dans un rapport de cas.⁸ Après plusieurs controverses au sujet de l'usage de cette technique, ce n'est qu'en 1961 que l'EPO fut réintroduite par Andrew Haas et, depuis ce temps, cette technique est couramment utilisée en orthodontie.¹²⁷

De nos jours, l'EPO est caractérisée en trois types, déterminés selon le taux d'activation²⁵⁰ :

- Lente : 1 mm / semaine
- Semi-rapide : 0,25 mm / jour
- Rapide : 0,5 mm / jour

2.3.2 Indications

Traditionnellement, l'EPO était utilisée presque uniquement pour corriger les occlusions dentaires croisées unilatérales ou bilatérales^{127,197}. De nos jours, plusieurs indications sont rapportées dans la littérature. De manière générale, l'EP est indiquée lorsqu'une DMT a été identifiée au préalable.

Indications pour l'EPO :

- Éliminer la dysharmonie transverse entre les maxillaires supérieur et inférieur impliquant une constriction maxillaire.^{17,35,78,82,125,126,163,325,328}
- Corriger les articulés croisés postérieurs.^{17,119,197,250}
- Coordonner les arcades dentaires en éliminant la dysharmonie transverse avant le traitement orthopédique ou chirurgical des malocclusions de Classe II ou III.^{17,20,199}
- Augmenter le périmètre d'arcade lors d'une dysharmonie dento-squelettique de degré léger à modéré (taille des dents vs taille de l'arcade).^{3,17,198,199}
- Éliminer les compensations dento-alvéolaires masquant une DMT (correction des courbes de Monson et Wilson excessives).^{19,197}

- Augmenter la largeur de l'arcade supérieure en présence d'un maxillaire étroit (distance intermolaire de moins de 31 mm) associé à une courbe de Wilson accentuée.¹⁹⁸
- Améliorer l'esthétisme du sourire en éliminant ou diminuant la présence de corridors buccaux (triangles noirs). Cette indication est appelée à être de plus en plus reconnue selon McNamara.¹⁹⁷

Généralement, l'ouverture de la suture intermaxillaire est souhaitée. L'âge squelettique du patient doit donc être pris en considération.¹⁷ C'est pourquoi chez les individus ayant atteint la maturité squelettique et présentant une DMT importante, l'EP doit être combinée à une chirurgie dans le but de relâcher les zones de résistance.²⁹² Cet aspect sera traité en détail dans la section « 2.4 Expansion palatine rapide assistée chirurgicalement ».

2.3.3 Expansion palatine lente

On recommande l'expansion palatine lente (EPL) chez les patients pré-pubertaires où de faibles forces (2 à 4 livres de pression transmises à la suture) à un taux de 1 mm / semaine sont suffisantes. L'EPL est donc réalisée en dentition primaire ou en début de dentition mixte. Elle ne provoque pas l'apparition d'un diastème inter-incisif. Elle entraîne une certaine ouverture de la suture palatine, mais des effets dentaires importants sont également observés (50 % effet squelettique / 50 % effet dentaire).²⁵⁰ L'usage de forces élevées chez les jeunes enfants (moins de 7 ans) risque de provoquer une déformation des structures faciales, entre autres, dans la région nasale.²⁵⁰ L'expansion palatine rapide (EPR) est alors à éviter chez ces patients.

Le but d'intervenir en bas âge est d'éliminer un problème fonctionnel tel qu'un glissement fonctionnel de la mandibule ou de générer l'espace suffisant pour permettre l'alignement des dents supérieures qui feront éventuellement éruption.^{3,250}

Les appareils les plus fréquemment utilisés pour l'EPL sont le *W-arch* et le *Quad Helix* qui sont tous deux fixés en bouche à l'aide de bagues. Les appareils d'expansion

amovibles avec vis d'expansion peuvent également être utilisés afin de faciliter l'hygiène.²⁵⁰

2.3.4 Expansion palatine rapide

Avec l'âge, les interdigitations de la suture palatine deviennent de plus en plus nombreuses et profondes et la résistance à l'expansion des tissus en périphérie augmente également. L'usage de forces relativement élevées devient alors nécessaire afin de séparer les deux portions du maxillaire et ainsi provoquer l'ouverture de la suture palatine. L'EPR est donc recommandée en fin de dentition mixte et en dentition permanente. L'expansion palatine rapide orthopédique (EPRO) donne habituellement de bons résultats chez les adolescents, mais l'expansion doit généralement être assistée chirurgicalement chez l'adulte pour être efficace. À un taux d'activation de 0,5 mm par jour, 10 à 20 livres de pression sont transmises à la suture palatine.²⁵⁰

L'EPR provoque l'apparition d'un diastème inter-incisives qui se referme par la suite par une combinaison de récidence squelettique et de tension exercée par les fibres gingivales étirées. Durant la période de contention suivant la période d'activation, l'expansion dentaire est maintenue puisque l'appareil maintient les dents en place, mais les deux portions squelettiques séparées du maxillaire ont tendance à se rapprocher puisque l'os n'obture pas encore la suture ouverte. Ceci entraîne donc un déplacement relatif des dents latéralement dans l'os alvéolaire les supportant. Ceci explique qu'au cours de la phase de contention, une portion de l'expansion squelettique obtenue soit perdue et l'expansion dentaire devient ainsi proportionnellement plus importante.²⁵⁰

2.3.5 Types d'appareils

Les appareils d'expansion peuvent utiliser un ancrage uniquement dentaire, un ancrage au niveau des dents et du palais ou encore un ancrage intra-osseux. Les appareils à ancrage dentaire maintiennent leur fixation aux dents en étant bagués ou collés, alors que ceux à ancrage osseux, tel que le *Transpalatal Distractor* introduit par Mommaerts, sont

retenus par des vis métalliques implantées de part et d'autre du palais.²¹¹ Très peu d'études ont été publiées sur l'utilisation de ce dernier type d'appareil avec l'EPRO¹⁶⁶.

La force des appareils d'expansion est générée par une vis d'expansion située dans la région du palais. L'activation d'un quart de tour de la majorité des vis produit 0,25 mm d'expansion.

2.3.5.1 Haas vs Hyrax

Le Haas (figure 6) et le Hyrax (ou appareil de Biederman) (figure 7) sont des appareils d'expansion fixés aux dents à l'aide de bagues ou d'un recouvrement d'acrylique des dents postérieures. Les forces d'expansion sont possibles grâce à une vis située au centre des appareils. L'appareil Hyrax d'origine est constitué d'une structure uniquement métallique soudée à des bagues sur les premières molaires et premières prémolaires.¹³ Il peut également être conçu avec seulement deux bagues sur les premières molaires.²⁹² On distingue le Haas du Hyrax par la présence d'acrylique recouvrant la région du palais. Dr Haas attribue un effet orthopédique optimal à ce recouvrement d'acrylique qui transmet ainsi des forces latérales au palais.^{13,126}



Figure 6 : Appareil d'expansion sur bagues de type Haas

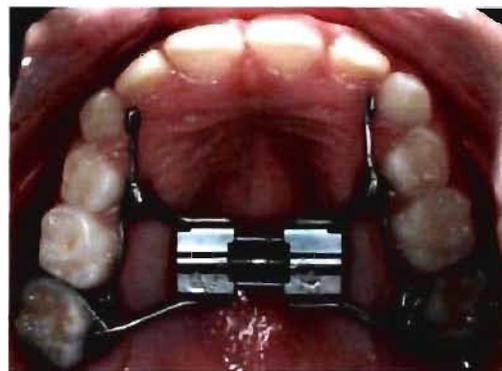


Figure 7 : Appareil d'expansion sur bagues de type Hyrax

Plusieurs études ont comparé les appareils de type Hyrax et Haas. Celles de Praskins en 1985 et de Garib en 2005 arrivent à la conclusion que les effets sur le complexe dentofacial sont similaires pour les deux appareils.^{13,105,249} Par ailleurs, certains travaux

indiquent que le Haas produit un effet orthopédique davantage marqué (supposément dû à l'appui palatin)²³⁰, alors que d'autres ont trouvé que le Hyrax permet une plus grande expansion squelettique (supposément due au squelette métallique plus rigide)¹⁸¹. Le choix du type d'appareil semble ainsi peu influencer les résultats et n'apparaît donc pas critique.

2.3.5.2 Bagues vs recouvrement d'acrylique

Quelques études comparent les effets des appareils d'EPR avec bagues et ceux avec recouvrement d'acrylique postérieur (figure 8). Asanza de même que Sarver et Johnston mentionnent que l'augmentation de la dimension verticale provoquée par l'EPR peut être minimisée par l'usage d'appareils à recouvrement d'acrylique postérieur.^{13,267} Toutefois, le montant de bascule dentaire ne semble pas différer d'un appareil à l'autre.¹³ Les observations de ces deux études se sont limitées à la période de port des appareils d'EPR incluant trois mois de période de contention.^{13,267}



Figure 8 : Appareil d'expansion de type Hyrax avec recouvrement d'acrylique postérieur

L'étude de Reed est allée plus loin en observant des données similaires sur la durée complète du traitement orthodontique. Elle ne supporte pas les découvertes des études précédentes et conclut qu'il n'y a pas de différence cliniquement significative (différence minime d'un degré ou 1 mm) entre les appareils avec bagues et ceux avec recouvrement d'acrylique en ce qui concerne le montant de mouvement inférieur du plan palatin et des

molaires supérieures.²⁵⁸ Selon cette même étude, il n'y aurait pas plus de changements verticaux au niveau du plan palatin lors d'une EPR que chez un individu avec croissance normale au cours de cette période.²⁵⁸ De manière générale, il semble que la supériorité des appareils à recouvrement d'acrylique, si minime soit-elle, serait perdue à moyen terme, soit au cours de la phase d'orthodontie fixe subséquente.²⁵⁸

2.3.5.3 Appareils à deux ou quatre bagues

Un bon nombre d'études ont été réalisées afin de connaître s'il est préférable d'utiliser des appareils d'expansion à deux ou quatre bagues (figure 9).^{81,169,272} Un appareil à quatre bagues est plus difficile à insérer en bouche et sa structure plus massive complique le nettoyage pour le patient.¹⁶⁹ Les résultats de certaines études démontrent que les appareils à deux ou quatre bagues produisent des effets similaires sur la suture palatine et la dentition (sans toutefois faire mention de l'influence de l'âge des patients).¹⁶⁹ Ainsi, Schneidman recommande l'appareil à deux bagues chez les enfants âgés entre 7 et 15 ans.²⁷² Davidovitch, quant à lui, précise que l'appareil à quatre bagues s'avère celui de choix chez les patients de plus de 12 ans avec chevauchement antérieur sévère, une arcade en forme de «V» et/ou un articulé croisé bilatéral.⁸¹ L'usage d'appareils à deux bagues doit être limité selon lui aux enfants de moins de 12 ans en dentition mixte avec chevauchement léger et/ou occlusion croisée unilatérale.⁸¹

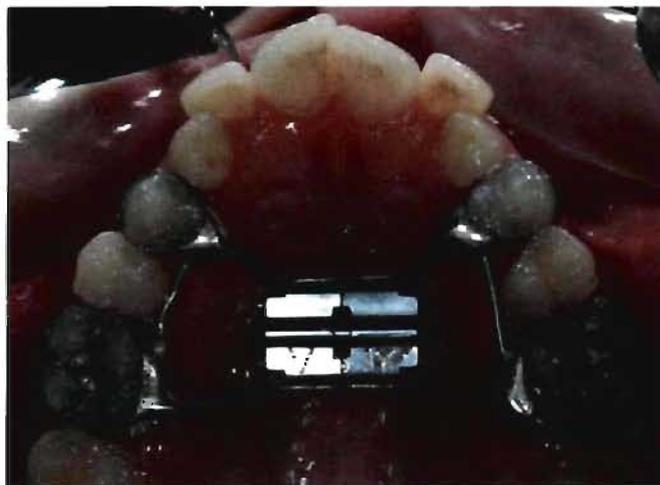


Figure 9 : Appareil d'expansion de type Hyrax à quatre bagues

2.3.6 Moment d'intervention

L'EPO doit être réalisée chez des patients en croissance. En présence d'une suture palatine mature et d'une diminution significative de la croissance transverse maxillaire, l'expansion se soldera par un échec.¹⁵⁶

Malgré le fait que l'âge chronologique ne concorde pas nécessairement avec le stade de maturation des sutures palatine et circummaxillaires, il peut servir de guide. D'ailleurs, plusieurs études mentionnent des recommandations quant à l'âge maximal afin d'obtenir un effet squelettique et de minimiser les effets dentaires d'une EPO.^{43,202,203,325} Wertz et Dreskin ont noté que les changements orthopédiques induits par l'EP conventionnelle sont plus marqués et davantage stables avant l'âge de 12 ans.³²⁵ Cette étude clinique supporte entre autres les observations histologiques de Melsen.^{202,204} D'autres études avancent que la correction d'une constriction maxillaire à l'aide de l'orthodontie orthopédique n'est réalisable qu'avant l'âge de 14-15 ans.^{43,159,203,231} Proffit est d'avis que l'EPRO peut être tentée en général jusqu'à l'âge de 15-17 ans, soit 15-16 ans chez les filles et 16-17 ans chez les garçons.²⁵⁰ Baumrind affirme que la suture intermaxillaire se ferme vers 14-15 ans chez la fille et 15-16 ans chez le gars.³⁰ Au-delà de cet âge, l'EPO deviendrait impossible et entraînerait de grandes douleurs. Epker et Wolford mentionnent également que l'usage de l'EPRO chez les patients de plus de 16 ans est fréquemment associé à de difficultés significatives.⁹³ Selon eux, ceci est le résultat de la fusion des différentes sutures craniofaciales dont la suture palatine. De plus, d'autres experts mentionnent qu'il est généralement reconnu que la correction d'une DMT requiert une approche chirurgicale lorsque l'âge chronologique dépasse 16 ans chez les filles et 19 ans chez les garçons.⁵ Certaines contradictions sont toutefois présentes face à ce sujet et quelques auteurs sont d'avis que le traitement d'EP non chirurgicale peut avoir du succès chez les patients adultes.^{129,130} Toutefois, selon la majorité des études rigoureuses, il semble que même s'il est possible d'obtenir une certaine expansion chez les adultes⁶, les résultats d'une EPRO chez ce groupe ne sont ni prévisibles, ni stables.^{180,199,214,228,250,328}

La détermination de l'âge squelettique est essentielle avant d'entreprendre un traitement orthopédique¹⁸ puisque plus la maturité squelettique est avancée, plus l'EPO produit des mouvements dento-alvéolaires.^{93,163,213,214,328} Certains indicateurs biologiques tels la taille, le moment d'apparition de la ménarche ou de la mue de la voix peuvent être considérés dans l'évaluation globale de la maturité squelettique d'un patient.¹⁷ L'évaluation des vertèbres cervicales à l'aide de radiographies céphalométriques (CVM) s'avère très utile afin de déterminer le stade de croissance.¹⁸ L'étude publiée par Baccetti *et al.* en 2005 a mis en relation cette technique d'évaluation face aux différents résultats dento-squelettiques obtenus après une EPR réalisée chez un groupe de patients n'ayant pas atteint leur pic pubertaire et un autre l'ayant déjà atteint.¹⁸ Les résultats indiquent que l'EPRO induit des changements craniofaciaux dans la dimension transverse plus prononcés au niveau squelettique lorsqu'elle est effectuée avant le pic de croissance (CS1 à CS3), alors qu'elle provoque davantage d'effets dento-alvéolaires chez les individus traités plus tardivement (CS4 à CS6).¹⁸ Lors d'une EPRO, la méthode CVM permet donc de prédire la nature des résultats (proportion d'effets squelettiques vs dento-alvéolaires) et ainsi intervenir au moment opportun.¹⁸

2.3.7 Complications possibles

Avec l'augmentation en âge, la bascule dentaire et la flexion de l'os alvéolaire^{304,328} provoquées par l'EPR sont de plus en plus prononcées et soumettent les dents à un plus haut risque en les déplaçant à travers l'os alvéolaire.²⁶³ Une compression du ligament parodontal, de la résorption radiculaire^{25,170,305}, des fenestrations de la plaque corticale buccale et des récessions gingivales sont possibles.^{213,214,277,305,312} L'échec de l'ouverture de la suture palatine est souvent accompagné de douleur, d'instabilité de l'expansion^{120,124,212,328,337} et parfois même, de nécrose de la muqueuse palatine dans les zones de pression.⁵ L'extrusion des dents d'ancrage a également été observée, de même que la résorption radiculaire externe, des changements pulpaire et la formation de dentine secondaire et de pulpolithes.^{148,211,305,337}

Si la rigidité de l'os maxillaire et des structures avoisinantes est augmentée, par exemple chez l'adulte, des zones de stress vont davantage être provoquées par l'EP.^{148,149} Les

apophyses ptérygoïdes vont se plier plus latéralement sous l'effet de l'application des forces, des micro-fractures et des lésions discrètes aux structures nerveuses et vasculaires peuvent survenir.¹⁴¹ L'impact de cette faible élasticité indique qu'il est préférable d'avoir recours à l'EPRAC dans cette situation.¹⁴¹ Dans les cas d'expansion effectuée chez les enfants et les adolescents, les stress induits dans la région de la base crânienne sont généralement modérés et n'entraînent aucune complication sérieuse.¹⁴¹

2.3.8 Effets sur le complexe craniofacial

L'EPRO entraîne des effets qui ne se limitent pas uniquement à la dimension transverse du maxillaire supérieur. Effectivement, ce traitement provoque des changements au niveau des dents ainsi que de l'os alvéolaire et des tissus parodontaux les supportant, et entraîne même des modifications dans le reste du complexe craniofacial, incluant un grand nombre d'os et les voies aériennes supérieures. Ces effets seront détaillés dans les sections qui suivent.

2.3.8.1 Effets dento-alvéolaires et squelettiques

Le patron d'expansion obtenu avec l'EPRO est pyramidal puisque l'ouverture des moitiés maxillaires se fait en forme de «V» tant au niveau du plan transverse que frontal, la pointe du «V» étant le centre de rotation et la partie ouverte du «V» étant située vers l'avant et vers le bas.^{32,49,69,100,106,107,152,163,250,328} En vue axiale, le centre de rotation est situé vers l'arrière du palais, entre les troisièmes molaires maxillaires, alors qu'en vue frontale, le centre de rotation est situé près de la suture fronto-nasale, entre les crêtes médiales des deux orbites. Ceci fait en sorte que lors d'une EPO, une plus grande quantité d'ouverture de la suture au niveau des canines est observée par rapport à la région des molaires et ce, dans un rapport de 3:2.³¹² Une étude par tomodensitométrie (TDM) a révélé qu'une expansion orthopédique réalisée chez des jeunes patients provoque plus d'expansion au niveau inférieur du maxillaire que supérieur et est accompagnée d'une buccalisation des dents d'ancrage.⁷⁹

De plus, des effets peuvent être notés au niveau squelettique (ouverture suturale), dentaire (bascule) et alvéolaire (flexion et remodelage).³¹² Krebs, dans son étude avec des marqueurs métalliques durant l'expansion maxillaire, a obtenu que, chez les enfants, les effets de l'expansion sur les composantes squelettique et dentaire étaient dans la même proportion (50 % squelettique et 50 % dentaire) alors que, chez les adolescents, les effets étaient plus prononcés au niveau dentaire (35 % squelettique et 65 % dentaire).¹⁶³ Garrett *et al.* ont publié récemment des données obtenues à l'aide de la tomodensitométrie volumique à faisceau conique (TVFC) et concernant l'EPR chez des adolescents.¹⁰⁶ Ils ont observé au niveau des premières molaires supérieures les effets suivants : 38 % d'expansion squelettique, 13 % de flexion de l'os alvéolaire et 49 % de bascule dentaire.

L'effet dans la dimension transverse de l'expansion maxillaire n'est pas seulement observé à l'arcade supérieure, mais également à l'arcade inférieure. Celle-ci a tendance à élargir et un redressement des dents postérieures inférieures est noté chez celles inclinées lingualement au départ.¹⁹⁷

Lorsque l'EP est effectuée en dentition mixte, la correction spontanée des malocclusions de Classe II est parfois observée et ce, même avant la perte des deuxièmes molaires primaires inférieures, sans l'usage du *leeway space*.¹⁹⁷ Cette correction spontanée apparaît généralement 6 à 12 mois après la fin de l'activation de l'appareil¹⁹⁷, mais ceci demeure un sujet controversé dans la communauté scientifique.²⁵⁰

Une ouverture de l'occlusion et un mouvement antérieur et/ou inférieur du maxillaire ont également été mentionnés à maintes reprises comme conséquences de l'EPR.^{63,125,126,328} Cependant, plusieurs des études considéraient uniquement les changements à court terme.^{63,77,82,125,126,328} Très peu d'investigations à long terme ont analysé les effets secondaires de l'EP sur une période de plus de 5 ans.^{63,124,178,325} La revue systématique de Lagravère *et al.* sur les effets à long terme de l'EPRO publiée en 2005 conclut qu'aucun effet squelettique cliniquement significatif ne peut être observé sur le maxillaire dans les dimensions antéro-postérieure et verticale après un an.¹⁶⁸

Des études animales ont démontré que l'EPRO entraîne une distorsion au niveau des sutures lambdoïdes et pariétales de même qu'au niveau de la synchondrose sphéno-occipitale.¹⁰² Des niveaux de stress assez importants seraient également présents dans la partie supérieure des apophyses ptérygoïdes de l'os sphénoïde ainsi que sur la surface externe de l'os zygomatique et du mur externe de l'orbite.¹⁵⁰ De plus, une étude a conclu que tous les os s'articulant avec le maxillaire sont déplacés suite à une EPRO, à l'exception du sphénoïde.¹⁶⁴ D'autre part, lorsque la suture palatine est élargie, la formation osseuse se produit assez rapidement afin de combler le défaut au palais. Une analyse histologique réalisée sur des singes a démontré que deux semaines après l'initiation d'un traitement d'expansion, une évidence de remodelage osseux et une augmentation de l'activité cellulaire peuvent être observées.²⁸⁴

Un lien a été établi entre la DMT et la présence de résistance nasale au passage de l'air.¹³⁹ Cette dernière est plus marquée chez les patients présentant une constriction maxillaire par rapport aux patients avec une dimension maxillaire dans les normes.¹³⁹ D'ailleurs, les patients avec une DMT semblent avoir des zones de constriction maximale plus étroites dans la portion nasale des voies aériennes supérieures.²⁴

2.3.8.2 Effets sur les voies aériennes supérieures

La diminution de la résistance au passage de l'air à travers la cavité nasale de même que l'amélioration du patron respiratoire nasal sont mentionnées par plusieurs auteurs comme un des effets bénéfiques de l'EP.^{40,87,92,133,139,301,319,326,327} Ce changement favorable concernant la respiration nasale est relié à l'augmentation de la largeur nasale produite par l'EPRO, particulièrement à l'élargissement des zones de constriction maximale.^{35,162,280,319} Par ailleurs, une plus grande réduction de la résistance nasale est généralement observée chez les sujets avec une valeur initiale plus élevée.¹³⁹ L'EPRO produit une augmentation des dimensions et du volume de la cavité nasale, mais le changement en largeur de la cavité nasale n'est pas nécessairement en relation avec le montant d'expansion réalisé.^{16,26,86,139,232,328} Un bon nombre d'études sur le sujet fournissent des informations de nature qualitative uniquement, mais certaines fournissent aussi des données quantitatives. Entre autres, Palaisa *et al.* ont évalué à 10 %

l'augmentation du volume de la cavité nasale suite à l'EPRO²³² et Timms a quantifié la réduction de la résistance nasale à 36 %³⁰¹.

Par ailleurs, l'ensemble des études retenues dans la revue systématique la plus récente sur les effets de l'EPRO sur les voies aériennes et la respiration¹⁵⁵ mentionnent que les effets bénéfiques de l'EPR sur les paramètres respiratoires sont maintenus et stables à long terme.^{16,41,73,74,86,92,133,232,328} Toutefois, certains experts soulignent que ces bénéfices ne sont pas observés chez l'ensemble des patients.³¹⁹ Même si une amélioration de la respiration nasale est généralement présente suite à l'EPRO, il semble que celle-ci ne doit pas être utilisée uniquement dans ce but.^{223,319}

Une forte prévalence de DMT chez les patients souffrant du syndrome d'apnée obstructive du sommeil a été notée.²⁷⁶ Toutefois, il semble que les effets provoqués par l'EP sur l'apnée du sommeil sont difficiles à prévoir, car la réponse est très variable d'un individu à l'autre.^{16,87,139} Malgré tout, quelques études mentionnent l'impact positif de l'EPRO chez de jeunes patients avec une apnée légère à modérée présentant une DMT.^{68,317}

2.3.9 Stabilité et contention

Il est généralement accepté que de pousser ou tirer les dents afin d'augmenter le périmètre d'arcade ne fournit pas un résultat stable. Cependant, lorsqu'il s'agit d'appareils fonctionnels agissant sur la croissance, une certaine stabilité peut être observée.³¹² D'ailleurs, des études à long terme concernant l'augmentation de la dimension transverse maxillaire à l'aide de l'EPRO rapportent des changements favorables et relativement stables.^{124,163} Certains auteurs demeurent toutefois prudents en ce qui concerne la stabilité, car la comparaison entre les différents projets de recherche est difficile, les études cliniques variant selon la taille et l'âge des échantillons, le montant d'expansion et les méthodes de contention utilisées.¹⁹⁸ La méta-analyse de Schiffman en 2001 rapporte des données sur la durée de la période de contention suivant la phase active d'expansion variant de 90 jours à 135 jours.^{13,265,270} L'ensemble des études citées dans cette méta-analyse ont utilisé des appareils de contention passifs.²⁷⁰

Après le retrait des appareils orthopédiques, la bascule dentaire et la flexion de l'os alvéolaire engendrées par l'EP ont tendance à récidiver en fonction des forces engendrées par la musculature buccale⁴³, des forces occlusales, de l'étirement des fibres de la muqueuse palatine²²⁰ et des stress induits au niveau des articulations circummaxillaires.⁵² Un consensus est présent dans les écrits scientifiques par rapport au fait que la tendance à la récurrence augmente avec la maturité squelettique, car moins d'effets squelettiques et plus d'effets dento-alvéolaires sont observés.^{55,168,213,214,328} Les différents articles sur le sujet rapportent un taux de récurrence après la phase de contention variant de 0 à 45 %, tout âge d'intervention confondu.^{124,178,198} Wertz mentionne un taux de récurrence de 63 % suivant l'EPRO chez des adultes de plus de 18 ans.³²⁸ Timms et Vero notent une récurrence de 33-50 % du montant d'expansion avant même la fin de la période de contention chez les patients ayant atteint leur maturité squelettique.³⁰⁶ C'est pourquoi une surcorrection du gain transverse voulu allant jusqu'à 50 % est fréquemment recommandée lors d'un traitement d'EPO.⁴⁰

2.4 Expansion palatine rapide assistée chirurgicalement

2.4.1 Généralités

Comme il a été vu précédemment, la DMT constitue l'un des problèmes squelettiques les plus couramment retrouvés chez les patients vus en orthodontie, tant chez les adolescents que chez les adultes. Chez les individus ayant atteint leur maturité squelettique, l'EPRO s'avère infructueuse. L'une des approches préconisées pour le traitement de la DMT chez de tels patients est l'EPRAC. L'EPRAC est en fait une EPR réalisée à l'aide d'un appareil conventionnel à ancrage dentaire ou osseux, mais nécessitant une phase chirurgicale préalable de manière à relâcher les zones du massif craniofacial causant une résistance aux forces d'expansion. D'ailleurs, ce type de traitement est considéré comme une forme d'ostéogénèse par distraction (OD).

L'EPRAC est une modalité de traitement ayant gagné grandement en popularité dans la dernière décennie. Pour cette raison, depuis quelques années, un nombre grandissant

d'articles sont publiés sur ce sujet. Les abréviations SARPE et SARME sont souvent retrouvées dans les écrits scientifiques et font référence aux termes anglophones *surgically assisted rapid palatal expansion* et *surgically assisted rapid maxillary expansion*.

2.4.2 Historique

Brown a été le premier à décrire une technique d'EPRAC dans son manuel en 1938. Celle-ci consistait en une incision palatine médiane faite dans le but d'ouvrir la suture chez un patient ayant atteint la maturité squelettique.⁵⁴ Toutefois, cette approche entraînait des risques trop importants de déhiscence osseuse au niveau de la suture palatine. Par la suite, en 1954, cette technique a été utilisée pour la première fois dans la région du maxillaire antérieur pour des fins orthodontiques par Heiss.¹³⁷ En 1961, Haas a réintroduit l'EPRO comme option de traitement orthodontique et a soumis l'hypothèse que les deux moitiés maxillaires se séparaient l'une de l'autre par un mouvement de bascule, plutôt que parallèlement en raison de la résistance des apophyses zygomatiques.¹²⁶

Historiquement, la suture palatine était considérée comme étant la zone principale de résistance. Isaacson *et al.* ont expliqué que la résistance totale offerte par le squelette du complexe maxillofacial devient plus élevée au fur et à mesure que le patient augmente en âge et donc, devient plus mature au niveau squelettique, et que les sites majeurs de résistance proviennent des différentes jonctions du maxillaire avec le complexe craniofacial.^{148,149} De son côté, Wertz prétendait que la résistance au niveau des arcades zygomatiques était le facteur empêchant la séparation parallèle de la suture palatine.³²⁸ En 1975 et 1976 respectivement, Lines ainsi que Bell et Epker ont confirmé que les zones de plus grande résistance étaient les sutures fronto-maxillaires, zygomatico-temporales et zygomatico-maxillaires.^{34,180} L'identification de ces zones de résistance a stimulé le développement des différentes techniques d'EPRAC.³¹ Il a été proposé de procéder à une ostéotomie des piliers latéraux du maxillaire et également de libérer le maxillaire dans la région postérieure. La première technique d'EPRAC moderne a été décrite en 1976 par Bell³⁴ et ensuite recommandée en 1990 par Betts dans le but d'élargir

le sourire.³⁹ Subséquemment, en 1992, Bays a publié le premier article sur l'utilisation de l'EPRAC chez un groupe important de patients pour la correction de la DMT.³¹ La technique de l'EPRAC a continué à évoluer par la suite; notamment, Mommaerts a introduit en 1999 le premier distracteur palatin à ancrage osseux.²¹¹

2.4.3 Ostéogénèse par distraction

L'OD (aussi appelée ostéodistraction, distraction osseuse ou distraction ostéogénique) est une technique permettant l'élongation d'un os en stimulant l'ostéogénèse entre les surfaces d'un os qui a subi une ostéotomie. Un appareil, le distracteur, pouvant être fixé de manière interne ou externe, produit une traction incrémentielle qui entraîne une formation osseuse graduelle.

2.4.3.1 Historique

Le principe d'OD a été élaboré au début du 20^e siècle, mais la compréhension complète des principes biologiques de guérison et l'utilisation courante de cette technique ne sont venues que vers la fin du siècle. L'EPRAC est une forme d'OD dont l'application clinique en chirurgie maxillo-faciale a pris place avant celle des différents types d'OD en chirurgie orthopédique.¹⁵⁹ Quelques événements importants dans l'histoire de cette technique :

- En 1905, Codivilla publie la théorie de l'OD suite au succès de l'élongation d'un fémur par des forces axiales.⁷¹
- En 1972, Snyder applique la distraction osseuse pour l'élongation de la mandibule (études animales).²⁸¹
- En 1990, Ilizarov décrit l'utilisation d'un appareil d'OD pour l'élongation de fémurs avec succès chez un large groupe de patients.¹⁴⁷
- En 1992, McCarthy rapporte la réussite de l'élongation mandibulaire à l'aide de distraction osseuse chez des patients atteints de microsomie hémifaciale et du syndrome de Nagers.¹⁹⁵

2.4.3.2 Formation osseuse

Quatre phases se distinguent dans la formation de tissu osseux¹¹⁹ :

- 1- Hématome fibro-vasculaire : Entre le 5^e et le 7^e jour suite à la fracture osseuse, des fibres de collagène sont formées de manière parallèle au vecteur de distraction.
- 2- Ossification intra-membraneuse : L'ossification se produit de l'extérieur vers l'intérieur.
- 3- Remodelage du nouvel os
- 4- Formation d'un os solide compact

Dans la technique d'OD, une fracture contrôlée (ostéotomie ou corticotomie) est effectuée. Le contrôle des étapes suivant la fracture et menant à la guérison est assuré par l'application de forces pour séparer les segments osseux pendant la phase de cal osseux primaire où l'on retrouve l'os immature. Essentiellement, ces forces permettent de retarder l'achèvement du cal osseux secondaire et de stimuler la formation de nouvel os en étirant l'os immature.^{119,293,294}

2.4.3.3 Principes de distraction

Ilizarov décrit quatre principes¹⁴⁷ :

- Période de latence (période avant que la force ne soit appliquée) : Ilizarov parle d'une période de 5 jours, alors que Di Bastiani parle de 14 jours.⁸³
- Taux de distraction (quantité de distraction effectuée) : Le taux optimal est de 1 mm par jour. Un taux de distraction trop lent permettrait une ossification prématurée, tandis qu'un taux trop rapide risquerait d'entraîner une ischémie, vue la diminution de biosynthèse dans les artérioles, le fascia et les éléments neuronaux. Il s'ensuit alors un mauvais contact entre les fibres de collagène, donc absence de formation de nouvel os, ou encore absence ou mauvaise union.²⁸⁸
- Rythme de distraction (nombre d'activations par jour) : De façon idéale, le rythme serait continu. Un rythme de deux activations par jour semble être cliniquement acceptable.¹²

- Stabilité (capacité de l'appareil de contention de stabiliser le nouveau tissu osseux) : Si l'os peut fléchir ou se tordre, une hémorragie peut s'ensuivre, ce qui entraîne la formation de fibrocartilage plutôt que d'os.¹¹⁶

L'EPRAC peut être considérée comme une forme d'OD, mais diffère toutefois quelque peu de la technique classique puisque l'appareil est déjà activé au moment de la chirurgie.²⁵⁴ Mommaerts a développé en 1999 le premier protocole d'EPRAC tenant compte explicitement des principes d'OD.²¹¹ Son protocole de distraction transpalatine comme méthode d'expansion maxillaire implique une chirurgie de type ostéotomie LeFort I incomplète laissant la suture ptérygo-maxillaire et la base du septum nasal intactes, l'utilisation d'un appareil à ancrage osseux avec taux d'activation de 0,33 mm par jour et un rythme de deux fois par jour si possible (dans le cas d'un appareil à ancrage dentaire, un taux de 0,25-1 mm par jour), une période de latence de 5-7 jours et une période de contention de 3-6 mois.^{211,294}

2.4.4 Indications

Un certain manque de consensus existe actuellement parmi les orthodontistes et les chirurgiens quant aux indications pour une EPRAC. Avant tout, un diagnostic précis et parfois difficile de la DMT doit être établi. Les indications suivantes ont toutes été rapportées dans les écrits scientifiques, celles-ci s'appliquant à un patient ayant atteint la maturité squelettique et présentant une DMT sévère.^{159,279,292,331}

- Augmentation du périmètre de l'arcade maxillaire, dans le but de corriger un articulé croisé postérieur, quand aucune autre chirurgie n'est indiquée.
- Augmentation transverse du maxillaire comme première intervention, même si une intervention chirurgicale subséquente est indiquée, et cela afin de diminuer les risques, le manque de précision et l'instabilité associés à l'ostéotomie maxillaire segmentée.
- Augmentation transverse d'un maxillaire hypoplasique chez les patients avec une fente palatine ou un syndrome.
- Fournir l'espace requis pour l'alignement des dents quand les extractions ne sont pas indiquées.

- Comblent les corridors buccaux excessifs.
- Permettre l'expansion suite à un échec de l'EPRO dû à la résistance des sutures.

Il n'existe pas de consensus dans les écrits scientifiques sur le montant d'expansion requis pour rendre l'EPRAC indiquée ou même nécessaire. Tout de même, une bonne partie des experts sur le sujet s'entendent pour affirmer que, règle générale, une fois la maturité squelettique atteinte, les traitements orthodontiques seuls ne pourront produire une expansion stable de plus de 5 mm. Ainsi, uniquement un manque de moins de 5 mm peut être camouflé par des forces orthodontiques.^{39,40,99,279} Quand le manque transverse excède 5 mm, l'assistance chirurgicale est alors requise. En présence d'un manque de 5-7 mm, l'EPRAC doit être considérée, mais en présence d'un manque de plus de 7 mm, elle devient alors indiquée (pour des détails additionnels, voir la section « 2.4.5 Alternatives de traitement »).⁹⁹ Notons que l'évaluation de l'inclinaison bucco-linguale des dents est essentielle, celle-ci pouvant masquer ou aggraver le manque dans la dimension transverse au niveau des bases apicales.

Comme il a été mentionné dans la partie sur l'EPO, en ce qui a trait à la maturité squelettique, la fin de la croissance transverse du maxillaire et la fermeture des sutures maxillo-faciales se produisent à l'âge squelettique de 14-15 ans chez les filles et de 15-16 ans chez les garçons.^{30,202,241} Ainsi, après ces âges, une procédure chirurgicale devient nécessaire pour obtenir une expansion des bases osseuses. Il ne faut pas oublier qu'une évaluation valable doit tenir compte de la maturité squelettique du patient et non pas seulement de son âge chronologique.^{17,18,250}

Dans les écrits scientifiques, la morphologie d'un palais étroit est associée à un patron buccal de respiration et une altération du patron neuromusculaire.^{15,183,227} Les conséquences des dysfonctions respiratoires sont complexes et peuvent inclure l'apnée obstructive du sommeil, l'énurésie et la perte de l'ouïe. L'association entre la DMT et ce type de dysfonction a fait l'objet de plusieurs études et celles investiguant plus précisément l'effet de l'EPRO sur ces dysfonctions ont fourni des résultats positifs intéressants. L'hypothèse a été émise quant à une association similaire avec l'EPRAC chez les adultes. Les patients rapportent fréquemment une amélioration subjective de la

respiration nasale suite à l'EPRAC conjointement avec une augmentation quantitative du volume nasal, ce qui donne donc une certaine valeur ajoutée à ce traitement sans toutefois constituer une indication en tant que telle (plus de détails sur ce sujet dans la section « 2.4.12.2 Effets sur les voies aériennes supérieures »).^{50,60,98,282,298,300,303,310,333}

2.4.5 Alternatives de traitement

L'EPRAC ne constitue pas la seule option de traitement pour la correction d'une DMT chez un patient adulte. L'autre alternative de traitement fréquemment utilisée est l'ostéotomie LeFort I segmentée, mais quelques orthodontistes font mention de l'utilisation d'EPRO chez des individus squelettiquement matures.^{129,130}

2.4.5.1 EPRAC vs EPRO

Il est généralement reconnu que l'EPRAC s'avère plus efficace à produire de l'expansion chez les patients ayant terminé leur croissance que l'EPRO¹²⁹ et permet ainsi une expansion plus stable que l'EPRO seule.^{6,34,154,161,174,247,250} Quelques écrits scientifiques sont toutefois en contradiction avec ceci et mentionnent que l'EPR conventionnelle permet des résultats similaires chez les adultes et les enfants.^{129,130} Un auteur parle de complications minimales avec cette technique chez les individus squelettiquement matures si l'expansion est accomplie avec un taux peu élevé¹³⁰, mais de nombreux autres précisent que des effets néfastes peuvent être observés.^{17,31,34,40,119,154,180,215,228,244,247,325}

En effet, les écrits scientifiques font mention de plusieurs limitations et complications qui sont associées à l'utilisation de l'EPRO chez les patients squelettiquement matures :

- Le montant d'expansion possible est restreint et se limite à une expansion au niveau dento-alvéolaire.^{304,328}
- L'expansion est souvent inégale et la quantité de récidive imprévisible.^{89,211,237,279}
- Le patient peut ressentir de la douleur due à la résistance des structures anatomiques, à l'ischémie, aux ulcérations, à l'enflure et même à la nécrose de la muqueuse palatine engendrées par la pression de l'appareil d'expansion.^{5,32,284}

- Les dents postérieures ont tendance à basculer buccalement, entraînant souvent une moins bonne occlusion et plus d'instabilité.^{304,328}
- La bascule des dents postérieures et leur extrusion entraînent une rotation horaire de la mandibule et, conséquemment, une augmentation de la hauteur faciale.^{148,337}
- Les dents postérieures déplacées buccalement peuvent causer des problèmes parodontaux tels que de la récession gingivale, des déhiscences ou des fenestrations^{213,214,277,305}, de même que de la résorption radiculaire^{25,170,305}.

L'expansion créée par l'EPRO chez les patients adultes le serait principalement par la flexion de l'os alvéolaire³²⁸ et la bascule des dents^{304,328}, et peu ou pas par expansion squelettique puisque les articulations osseuses du maxillaire avec les os adjacents causent une grande résistance.^{89,213,214} Il en résulte une grande instabilité, certaines études parlant même d'une perte de l'expansion obtenue de l'ordre de 50 %.^{120,124,212,306,328,337}

De façon générale, si une expansion de moins de 5 mm est requise, il y a souvent présence de suffisamment d'os buccal pour permettre la bascule des dents à l'aide d'une EPRO. L'absence de défauts parodontaux et de récession gingivale est cependant préalable de manière à éviter les effets iatrogéniques déjà mentionnés au niveau du parodonte.³⁹

2.4.5.2 EPRAC vs ostéotomie LeFort I segmentée

La comparaison entre l'EPRAC et l'ostéotomie LeFort I segmentée, pour le traitement de la DMT chez les individus squelettiquement matures, s'établit au niveau de plusieurs points dont le patron et la quantité d'expansion ainsi que la stabilité, ce qui établit ultimement les indications pour les deux procédures.²¹ L'EPRAC permet une plus grande expansion dans la région antérieure, contrairement à l'ostéotomie LeFort I segmentée, qui en crée davantage dans la région postérieure.²⁵⁴ De plus, une plus grande quantité d'expansion peut être obtenue avec l'EPRAC puisqu'il est très difficile de créer plus de 8 mm d'augmentation transverse avec l'ostéotomie segmentée.²⁵⁴ Une grande augmentation en largeur à l'aide d'une ostéotomie LeFort I est rapportée comme étant

instable^{252,253,331}, alors que celle produite par l'EPRAC est généralement considérée tout de même relativement stable^{9,228,253,312}.

De plus, l'EPRAC possède d'autres avantages par rapport à l'ostéotomie LeFort I segmentée, tels qu'une moins grande morbidité due à une meilleure vascularisation des segments osseux et une possibilité accrue d'amélioration de l'esthétisme par diminution des corridors buccaux et d'amélioration de la respiration nasale.^{32,254,284,294} Également, l'EPRAC, par l'augmentation du périmètre d'arcade en début de traitement, élimine bien souvent la nécessité de procéder à des extractions pour résoudre les problèmes de manque d'espace au niveau de l'arcade dentaire supérieure.²⁷⁹ Cependant, l'EPRAC ajoute une deuxième étape chirurgicale au traitement si des dysharmonies importantes dans les dimensions sagittale et/ou verticale sont présentes, ce qui entraîne des risques, des coûts et du temps de récupération supplémentaires.²⁵⁴

Il n'existe pas de consensus à ce jour sur une ligne de conduite précise à suivre quant au nombre d'étapes chirurgicales nécessaires pour le traitement d'un problème transverse quand un problème vertical et/ou sagittal est également présent. Selon Proffit et certains autres auteurs^{21,253,254,279}, l'EPRAC est le traitement chirurgical à privilégier dans le cas d'une DMT associée à aucune autre dysharmonie squelettique. D'autre part, un manque dans la dimension transverse de plus de 9 mm accompagné d'un problème au niveau sagittal ou vertical doit être présent pour constituer une indication d'intervenir en deux étapes chirurgicales, soit l'EPRAC au début du traitement orthodontique et les autres interventions vers la fin. Toutefois, si une expansion typique de 6 à 9 mm est requise et qu'un mouvement antéro-postérieur ou vertical du maxillaire est également indiqué, l'approche avec l'EPRAC devient non nécessaire puisqu'elle n'apporte pas un réel bénéfice pour le patient comparé à l'approche chirurgicale en une étape qui inclut l'ostéotomie LeFort I segmentée.

La décision de procéder à deux étapes chirurgicales peut présenter quelques avantages : le temps per-opératoire total revient à peu près au même qu'en une seule étape, la difficulté des deux interventions est moindre et les risques de malpositionnement du maxillaire, de manque de vascularisation et de problèmes parodontaux sont diminués.

L'EPRAC étant réalisée en première phase de traitement et ce, plusieurs mois avant la deuxième phase chirurgicale, les risques de récurrence sont moins importants et le traitement orthodontique devient plus facile et plus rapide.²⁷⁹

Les partisans de l'EPRAC ont également supposé qu'en période post-chirurgicale, des forces orthopédiques peuvent être appliquées au maxillaire pour corriger les problèmes verticaux et sagittaux puisque plusieurs sutures ont été relâchées durant la chirurgie. Cependant, cette approche n'est pas préconisée de routine, son pronostic étant incertain et le nombre d'études sur celle-ci étant faible.²⁹²

2.4.6 Types d'appareils

Les principaux types d'appareils d'expansion ont déjà été décrits dans la section sur l'EPO, mais ils seront revus ici brièvement de manière à établir la pertinence de leur utilisation dans le cadre de l'EPRAC. Particulièrement, les appareils à ancrage osseux feront ici l'objet d'une plus grande emphase puisque leur utilisation est plus courante pour l'EPRAC et ainsi un plus grand nombre d'articles sont disponibles pour l'utilisation de ces appareils à cet effet.

2.4.6.1 Appareils à ancrage dentaire

Les appareils à ancrage dentaire de type Haas et Hyrax sont les plus fréquemment utilisés pour une EPRAC, que ce soit sur deux ou quatre bagues, ou encore avec recouvrement occlusal en acrylique. Ces appareils ont pour ancrage les dents maxillaires postérieures, le nombre de dents incluses étant fonction du dessin de l'appareil.

Les appareils avec recouvrement d'acrylique et collés sur un plus grand nombre de dents vont être recommandés par certains pour les patients ayant un parodonte compromis et ceux présentant des symptômes de dysfonctions temporo-mandibulaires.²⁹² Également, l'appareil avec recouvrement d'acrylique peut être préconisé dans le but de limiter l'extrusion possible des dents postérieures et d'avoir un certain contrôle de la dimension

verticale.^{267,328} Les appareils amovibles, quant à eux, ne sont pas recommandés en raison de leur manque de rétention et de stabilité.²⁹²

Les appareils avec ancrage dentaire peuvent causer des mouvements non désirés des dents de support et ainsi une perte d'ancrage de même qu'une récurrence squelettique, tant au cours de la période d'expansion qu'après celle-ci. Une incidence plus élevée de fenestration et de résorption radiculaire est aussi observée avec ce type d'appareil.^{31,109,113,161}

2.4.6.2 Appareils à ancrage osseux

Les appareils à ancrage osseux sont d'utilisation moins fréquente que ceux à ancrage dentaire, mais jouissent toutefois d'une popularité croissante (figure 10). Le premier appareil du genre, le *Transpalatal Distractor*, a été introduit par Mommaerts en 1999.²¹¹ Celui-ci permet de minimiser les différents problèmes énumérés ci-haut associés aux appareils à ancrage dentaire puisqu'il offre une fixation au niveau de l'os palatin.¹⁹⁴ Un autre avantage est celui de pouvoir commencer les traitements d'orthodontie fixe plus tôt au cours de la période post-chirurgicale. Plusieurs autres appareils similaires sont maintenant disponibles dont le *MDO-R device*¹⁰⁹, le *Rotterdam Palatal Distractor*¹⁶⁰ et le *Dresden Distractor*¹³¹.



Figure 10 : Appareil d'expansion à ancrage osseux
(Photo : Dr Manuel O. Lagravère, avec sa permission)

Tous ces appareils sont supposés permettre un meilleur contrôle du mouvement orthopédique. Plusieurs auteurs prétendent n'avoir aucune récurrence avec ce type d'appareil, tant durant la période d'ossification qu'après la période de contention.^{110,244,335} Il est également proposé dans un article publié par Harzer *et al.* d'utiliser un des implants ayant servi à l'ancrage du distracteur comme ancrage absolu pour un arc transpalatin pour la suite des traitements orthodontiques.¹³⁴

Un inconvénient possible associé à ces appareils est le desserrement entraînant la mobilité d'une des composantes. Certains dessins d'appareils et certains protocoles ont d'ailleurs été modifiés afin d'en diminuer le risque.²²⁵ De plus, notons que les appareils à ancrage osseux sont contre-indiqués chez les patients immunodéficients et ceux ayant subi des traitements de radiothérapie.¹⁶⁰

2.4.7 Résistance à l'expansion

Tel qu'il a été mentionné dans la section sur l'EPO, la résistance aux forces d'EP ne provient pas en grande partie de la suture intermaxillaire, mais plutôt des sutures circummaxillaires.^{148,149,154} Betts a identifié les principales zones de résistance aux forces latérales d'expansion comme étant les apophyses piriformes dans la région antérieure, les apophyses zygomatiques au niveau latéral, les jonctions ptérygo-maxillaires dans la région postérieure ainsi que la suture palatine au niveau médian, cette dernière ayant toutefois un rôle moins important que les autres (figure 11).⁴⁰ Toute cette résistance peut complètement empêcher le mouvement de l'os basal chez l'adulte.^{148,180}

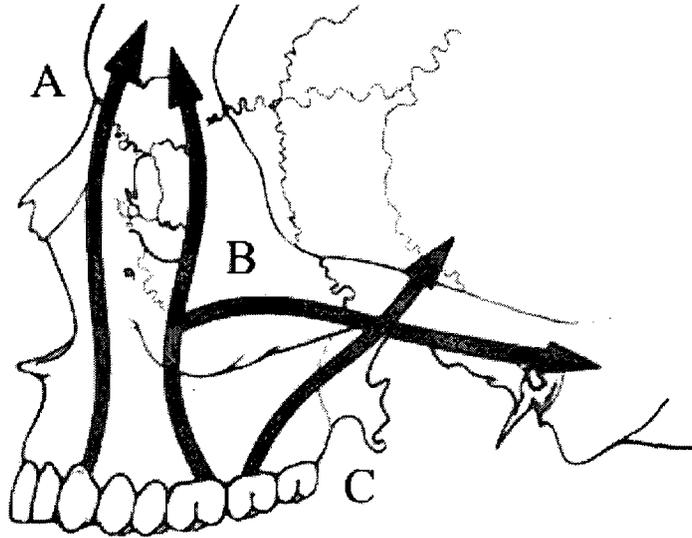


Figure 11 : Les principaux sites de résistance aux forces d'EP : les apophyses piriformes (A), les apophyses zygomatiques (B), les jonctions ptérygo-maxillaires (C) et la suture intermaxillaire (non visible sur cette image)
Adapté de Betts *et al.*, *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*, 1995.⁴⁰

Plusieurs auteurs suggèrent l'ostéotomie de ces différentes structures lors de l'EPRAC afin de permettre une expansion avec la moindre résistance squelettique.^{33,34,154,161} Plus récemment, compte tenu de l'emphasis mise sur l'importance et la morbidité des chirurgies dans un but plus conservateur, différentes techniques impliquant plus ou moins de sites d'ostéotomies ont été suggérées : antérieur, latéral et médian^{31,34,39,180,228,247,325}, latéral et médian^{154,247}, antérieur, postérieur et latéral²⁰⁶, antérieur et latéral^{113,271}. Certains auteurs rapportent un succès avec une technique d'EPRAC où une ostéotomie latérale partant de l'apophyse piriforme jusqu'aux plaques ptérygoïdiennes est pratiquée sans ostéotomie palatine, ou même sans ostéotomie palatine ni ptérygomaxillaire.^{5,113,174}

Une fois les zones de résistance osseuses relâchées, les contraintes majeures s'opposant aux changements dans la dimension transverse proviennent essentiellement des tissus mous du palais et, dans une moins grande mesure, des tissus mous latéralement et supérieurement. À l'extrême, sans ces contraintes, le maxillaire pourrait subir une expansion allant jusqu'à 15 mm, mais dans des limites plus raisonnables, jusqu'à 10 mm.^{163,254}

2.4.8 Technique chirurgicale

Comme il vient d'être énoncé, plusieurs techniques chirurgicales ont déjà été proposées pour l'EPRAC. Par ailleurs, aucun consensus n'est retrouvé dans les écrits scientifiques par rapport à la meilleure technique et le sujet reste controversé encore aujourd'hui.

D'une part, il existe une approche plus invasive. Celle-ci permet d'obtenir une plus grande correction du manque transverse avec une force moindre, mais au risque d'une plus grande possibilité de complications chirurgicales.¹⁵⁹ D'autre part, l'approche plus conservatrice diminue la morbidité associée à l'intervention. Toutefois, elle expose le patient à un plus grand risque de récurrence et de problèmes parodontaux ainsi qu'à la possibilité de fractures inattendues.¹⁵⁹

Comme il a été mentionné précédemment, les opinions varient quant au site majeur de résistance offerte à la distraction transverse du maxillaire et sur la technique chirurgicale adéquate pour relâcher cette résistance.¹⁵⁹ La plupart des méthodes impliquent la jonction zygomatoco-maxillaire, considérée comme le site majeur de résistance. Une ostéotomie est réalisée à travers les murs latéraux nasaux et l'apophyse zygomatique de l'os maxillaire, partant de l'apophyse piriforme jusqu'à la jonction ptérygo-maxillaire (figure 12).

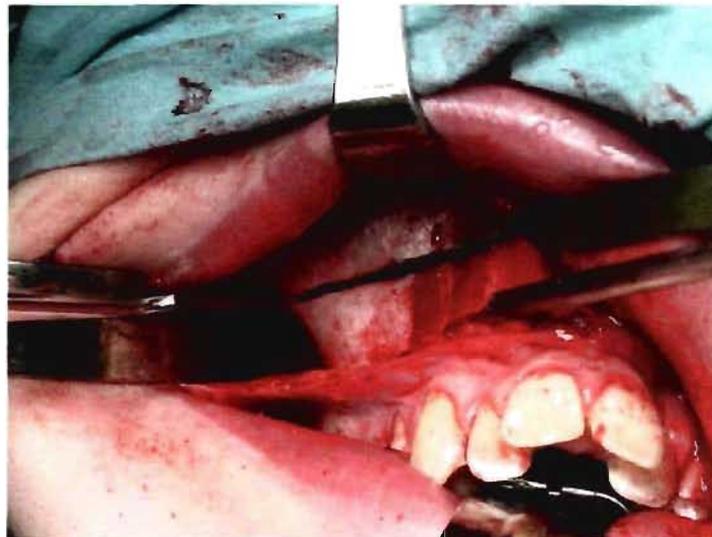


Figure 12 : Ostéotomie des murs latéraux nasaux et de l'apophyse zygomatique
(Photo : Dr Bilal El-Khatib)

Même s'il est reconnu que la suture intermaxillaire n'est pas le site majeur de résistance, la plupart des auteurs recommandent tout de même de relâcher cette suture de manière à augmenter la mobilité des segments osseux et à prévenir une déviation du septum nasal lors de l'expansion (figure 13).^{189,306} Certains chirurgiens procèdent à deux ostéotomies palatines paramédianes débutant au niveau de l'épine nasale postérieure et s'arrêtant près du canal incisif.^{42,48,259}



Figure 13 : Séparation de la suture intermaxillaire à l'aide d'un ostéotome
(Photo : Dr Bilal El-Khatib)

Comme les plaques ptérygoïdiennes représentent un site de résistance considérable, plusieurs chirurgiens procèdent à leur relâchement (figure 14). Cependant, en raison du risque non négligeable d'hémorragie dû à la proximité du plexus ptérygoïdien lors de l'ostéotomie, certains préfèrent de ne pas accomplir cette étape. La conséquence exacte de l'absence de disjonction ptérygo-maxillaire est controversée puisque peu d'études sur le sujet ont été réalisées et leurs résultats sont souvent contradictoires. En effet, certaines sont arrivées à la conclusion que le relâchement des plaques ptérygoïdiennes est l'élément le plus important de l'EPRAC^{113,174}, alors que d'autres ont conclu que cette étape n'entraînait pas de différence significative au niveau du montant d'augmentation transverse obtenu⁸⁴. Toutefois, il est généralement accepté que l'absence d'ostéotomie ptérygo-maxillaire modifie le patron d'expansion puisque l'élargissement postérieur est limité par la résistance générée par les plaques ptérygoïdiennes.^{114,159}

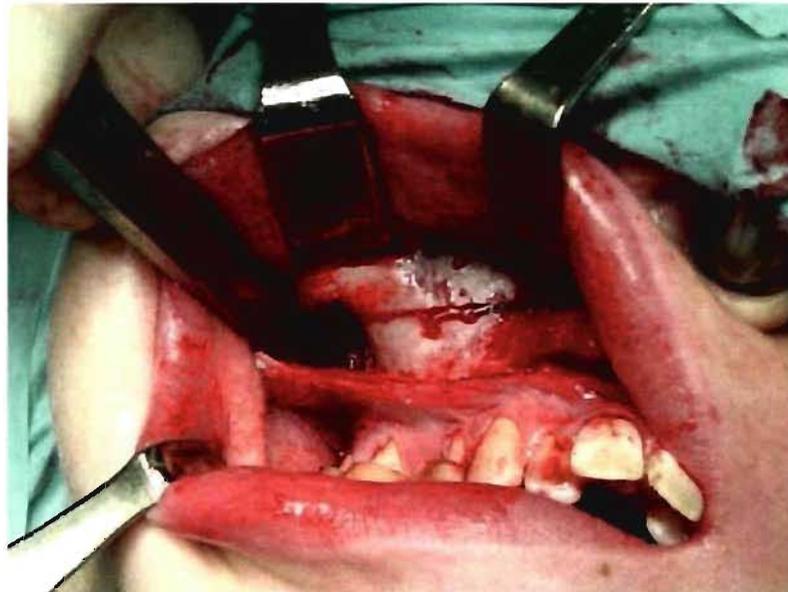


Figure 14 : Relâchement des plaques ptérygoïdiennes
(Photo : Dr Bilal El-Khatib)

Le septum nasal est souvent relâché, assurant ainsi d'éviter sa déviation et de modifier le débit d'air nasal.¹⁵⁹ Selon une étude tomographique de Schwarz, même sans le relâchement du septum, aucun changement n'est observé dans sa position et une augmentation du volume d'air nasal est tout de même obtenue.²⁷⁴

L'os perd de son élasticité avec l'âge et l'étendue des ostéotomies doit donc être augmentée chez les patients âgés afin de diminuer les stress induits au niveau de la base crânienne et du tiers moyen du visage. Une ostéotomie latérale complète de l'apophyse piriforme jusqu'à la jonction ptérygo-palatine semble réduire les stress plus efficacement qu'un relâchement partiel de la crête zygomatoco-alvéolaire.¹⁴³

Finalement, il faut mentionner que, puisque la chirurgie associée à l'EPRAC constitue une intervention assez invasive, la grande majorité des chirurgiens l'effectuent sous anesthésie générale. Toutefois, deux études sous-entendent que cette chirurgie est bien tolérée sous anesthésie locale.^{6,257}

2.4.9 Conduite pré-chirurgicale

La proximité radulaire entre les incisives centrales supérieures peut poser un problème durant la chirurgie de l'EPRAC. Effectivement, durant l'ostéotomie médiane, une séparation entre la surface radulaire d'une incisive et l'os (donc dans l'espace du ligament parodontal) est possible. Afin de réduire les risques d'une telle fracture asymétrique, la planification du traitement doit inclure une analyse radiologique réalisée à l'aide d'une radiographie périapicale des deux incisives centrales et une préparation orthodontique avant la chirurgie pour séparer les racines dans les cas où une proximité est présente.⁷⁶

Un autre élément à considérer avant l'intervention est la présence d'un torus palatin. L'ablation de cette excroissance osseuse doit être accomplie 4 à 6 mois avant l'EPRAC ou sinon pendant la chirurgie avec un dessin d'appareil en conséquence.²⁷⁹

2.4.10 Conduite post-chirurgicale

De la même manière que plusieurs techniques chirurgicales existent pour l'EPRAC, un grand nombre de protocoles post-opératoires sont aussi utilisés. D'ailleurs, Suri et Taneja ont présenté dans leur revue des écrits scientifiques 21 protocoles différents ayant été suggéré dans divers articles.²⁹²

La plupart des auteurs recommandent de commencer l'activation de l'appareil pendant l'intervention chirurgicale, ce qui permet de confirmer que l'appareil est bien fixé et que les zones de résistance des deux moitiés maxillaires ont bien été libérées. Les taux d'activation suggérés varient de 0,25 à 1 mm par jour, au rythme d'une ou deux activations par jour.^{211,292} Cureton et Cuenin suggèrent des taux d'activation différents selon l'obtention d'une fracture symétrique ou asymétrique de l'os alvéolaire entre les deux incisives centrales et la santé des tissus parodontaux.⁷⁶ Un taux d'activation trop rapide pourrait entraîner une mal-union ou une non-union des deux segments et, à l'inverse, si l'activation est trop lente, une consolidation prématurée pourrait survenir.²⁸⁸

Une période de latence est essentielle entre la chirurgie et le début de l'expansion, permettant la formation d'un cal osseux primaire¹⁵⁹ tel que décrit dans la section sur l'OD. La majorité des auteurs sont en accord avec ce principe et la plupart des protocoles récents recommandent une période de 5-7 jours.²⁹²

Après l'expansion, un diastème est présent entre les deux incisives centrales, similaire à celui des patients ayant eu une EPRO, quoique généralement beaucoup plus large. L'espace sera ensuite fermé de façon orthodontique selon un mouvement réciproque, à un taux lent et contrôlé. Aucun protocole ne fait l'unanimité dans les écrits scientifiques en ce qui a trait au taux de fermeture de l'espace chez les patients ayant subi une EPRAC. Plusieurs auteurs suggèrent une période minimale de deux mois avant de commencer la fermeture orthodontique de cet espace.⁶² Un suivi parodontal est également nécessaire afin de maintenir une santé parodontale après la chirurgie et après la fin du traitement orthodontique, spécialement au niveau du tissu gingival situé entre les deux incisives centrales.²⁹²

2.4.11 Complications possibles

De façon générale, l'EPRAC est considérée comme une intervention à morbidité minimale.³¹ Toutefois, ce traitement n'est pas sans risque, et ce risque augmente avec l'âge du patient.^{171,279} Il est donc impératif de jauger les risques par rapport aux bénéfices associés à cette intervention lors de l'élaboration du plan de traitement, particulièrement chez les adultes.

Certaines complications associées directement à la chirurgie sont possibles.^{28,35,43} L'hémorragie per-opératoire est rare et peut survenir lorsque les plaques ptérygoïdiennes sont séparées du maxillaire supérieur²⁷⁹, alors que l'hémorragie post-opératoire est plus fréquente, mais est habituellement facilement maîtrisée.^{5,31,201} Par ailleurs, un cas d'épistaxis ayant mis la vie en danger d'un patient a été rapporté dans les écrits scientifiques.²⁰¹ La blessure d'une branche du nerf maxillaire, l'infection, le développement d'une sinusite²⁷¹, l'expansion asymétrique^{171,201}, la déviation du septum nasal, une récurrence incontrôlable suite au relâchement inadéquat des sutures^{201,279} ont

aussi été rapportés comme des complications chirurgicales associées à l'EPRAC. De plus, les forces générées lors de l'activation per-opératoire de l'appareil ont le potentiel de causer des fractures aberrantes pouvant causer des dommages à certains nerfs crâniens (I, III, IV et VI), à l'artère carotide interne ou au sinus caverneux^{171,177}, ou même entraîner des fractures asymétriques de l'os alvéolaire dans la région inter-dentaire et ainsi mener à de la mobilité, des récessions, des déhiscences et des problèmes parodontaux au niveau des incisives centrales^{76,331}. Un cas de paresthésie bilatérale du nerf lingual sans étiologie connue⁶⁵ et un cas de kyste de canal nasopalatin²⁰⁵ sont aussi rapportés dans les écrits scientifiques.

Certaines complications associées à l'appareil ou la procédure d'expansion sont également possibles. La plus fréquente est l'irritation des tissus mous du palais sous l'appareil d'expansion, pouvant mener à une nécrose aseptique. L'incidence de nécrose est de 1,8 %, alors que l'ulcération de la muqueuse palatine est rapportée dans 5 % des cas.^{5,174,175} Des complications au niveau dentaire, notamment les incisives centrales supérieures, ont aussi été rapportées : défauts parodontaux, récession gingivale⁵⁷, mobilité dentaire, extrusion des dents d'ancrage¹¹³, altération du flot sanguin pouvant mener à la perte de vitalité pulpaire^{132,231}, résorption radiculaire^{211,315} et même perte de dents. Le desserrement de l'appareil peut être observé dans les cas d'appareils avec ancrage osseux.²²⁵ De plus, des effets secondaires associés à l'EPRO tels que la résorption radiculaire externe, des changements pulpaires et la formation de dentine secondaire et de pulpolithes sont aussi applicables aux cas d'EPRAC.³⁰⁵

2.4.12 Effets sur le complexe craniofacial

Tout comme l'EPRO, l'EPRAC entraîne des effets qui ne se limitent pas seulement à la dimension transverse du maxillaire supérieur. Les effets sur le parodonte et les voies aériennes supérieures seront discutés brièvement dans cette partie, mais pour ce qui est des effets dento-alvéolaires et squelettiques de l'EPRAC, ils seront décrits en détail dans une section subséquente portant uniquement sur ce sujet.

2.4.12.1 Effets dento-alvéolaires et squelettiques

Le patron d'expansion squelettique obtenu avec l'EPRAC est similaire à celui déjà décrit pour l'EPRO, c'est-à-dire un plus grand élargissement dans la région antérieure que postérieure, quoique le patron avec l'EPRAC tend à être plus parallèle dû à la moins grande résistance venant des sutures circummaxillaires étant donné qu'elles ont été relâchées chirurgicalement.^{32,106,328} Toutefois, l'expansion obtenue au niveau dentaire est souvent un peu plus élevée au niveau des molaires qu'au niveau des canines à cause de la bascule dentaire et de la flexion alvéolaire entraînées dans les segments buccaux par les appareils d'expansion à ancrage dentaire.^{159,167} Selon certaines études, la bascule serait de l'ordre de 6,5-9,6° immédiatement après la fin de l'expansion.^{55,66,228} Pour leur part, les appareils à ancrage osseux minimiseraient la bascule dentaire et la flexion alvéolaire tout en offrant une bonne expansion squelettique dû à leur point d'application de la force.^{110,134,211,257} La plupart des études sur le sujet utilisent des modèles et/ou des radiographies céphalométriques, mais quelques études récentes utilisent la TDM, ce qui permet une évaluation plus précise en plus de pouvoir examiner des paramètres impossibles à évaluer autrement.^{114,115,131,299,336}

Peu d'articles sur les effets de l'EPRAC dans les plans sagittal et vertical ont été publiés et les résultats rapportés par ceux-ci sont souvent contradictoires, certains signalant un mouvement antérieur et inférieur du maxillaire assez important entraînant une rotation horaire de la mandibule et d'autres ne rapportant aucun changement.^{6,51,224} Cependant, selon la revue systématique de Lagravère *et al.* publiée en 2006, les effets squelettiques sagittaux et verticaux causés par l'EPRAC sont habituellement nuls ou non significatifs, et lorsque des changements sont observés, ils sont de faible amplitude ou de courte durée.¹⁶⁷

2.4.12.2 Effets sur les voies aériennes supérieures

De manière générale, l'EPRAC entraîne des changements similaires à l'EPRO (ceux-ci ont déjà été détaillés).^{16,26,55} En outre, Warren *et al.* ont comparé l'augmentation moyenne des zones de constriction maximale induite par l'EPRO et l'EPRAC et ont

obtenu des résultats de 45 % et 55 % respectivement.³¹⁹ Par ailleurs, plusieurs auteurs mentionnent une augmentation significative du volume nasal total en relation avec l'EPRAC.^{16,112,224,333} Wriedt *et al.* ont quantifié ce gain à 4,7 cm³ et, selon eux, ces changements dimensionnels ont pour effet d'améliorer le patron respiratoire nasal.³³³ L'ampleur de ce bénéfice sur la respiration demeure toutefois difficile à apprécier de manière précise puisqu'il est évalué subjectivement par le patient.^{228,333} D'ailleurs, malgré les résultats dans les écrits scientifiques montrant que l'EPRAC peut avoir un effet positif sur la respiration, l'utilisation à des fins uniques de correction de problèmes respiratoires ou du syndrome de l'apnée obstructive du sommeil ne peut tout de même pas être complètement justifiée selon l'état actuel des connaissances scientifiques, de la même manière que pour l'EPRO.^{50,60,98,282,298,300,303,310,333}

2.4.13 Stabilité et contention

Même si l'expansion maxillaire est considérée une procédure instable par rapport aux autres procédures chirurgicales, l'EPRAC est considérée comme augmentant la stabilité comparée à l'EPR non chirurgicale ou à l'ostéotomie LeFort I segmentée.^{252,253} Il est généralement reconnu que l'expansion obtenue par EPRAC chez un patient adulte est aussi^{6,35} et même plus stable^{4,9,31,33,154,161,174,175,216,228,252,253,279,287,312} que celle obtenue par EPRO chez un enfant, quoique certains orthodontistes ne sont pas de cet avis^{62,193,243}.

La tendance à la récurrence s'exprime de deux façons : d'une part, une récurrence au niveau squelettique une fois l'activation de l'appareil terminée, même lorsque l'appareil est maintenu en place et retient les dents, et d'autre part, une récurrence au niveau dento-alvéolaire une fois le retrait de la contention.¹⁶³ Selon une étude récente, le montant d'expansion immédiate pour l'EPRAC serait en moyenne dans une proportion de 47 % squelettique et 53 % dentaire, mais à long terme, l'expansion squelettique représenterait 67 % du gain transverse puisque celle-ci serait stable alors que l'expansion dentaire diminuerait du tiers.⁶²

Bien que la récurrence doive être considérée lors d'un traitement avec EPRAC, il reste que les taux de récurrence rapportés dans les écrits scientifiques sont, de manière générale,

relativement faibles et varient de 5 à 25 %^{31,35,211,225}, comparativement aux taux de récurrence pour l'EPRO qui peuvent aller jusqu'à 63 % chez les patients ayant atteint la maturité squelettique^{43,207,316}. La récurrence à long terme avec un appareil à ancrage dentaire évaluée au niveau des couronnes dentaires serait de l'ordre de 0,5-1 mm, tant dans la région des molaires que des canines.^{31,42,247,287} Pour leur part, les appareils à ancrage osseux entraîneraient une moins grande récurrence puisqu'ils causent moins d'effets au niveau dento-alvéolaire, ceux-ci étant les plus grands responsables de la perte du gain transverse obtenu.^{110,134,211,257} Toutefois, les revues des écrits scientifiques récentes ont déterminé que les études sur le sujet n'étaient pas de haute qualité pour la plupart et qu'il fallait donc considérer ces données avec prudence.^{159,167}

Pour contrer la tendance à la récurrence obtenue avec l'EPRAC, la plupart des auteurs recommandent une période de contention variant de 2 à 12 mois suite à la fin de l'expansion (moyenne de 3 mois) et une surcorrection faible ou nulle.^{31,33,35,66,67,113,159,161,215,228,287} Toutefois, certains avancent qu'une période de contention ne s'avère pas nécessaire et que l'orthodontiste peut commencer les traitements immédiatement après l'intervention.³¹ À l'autre extrême, d'autres recommandent une surcorrection allant jusqu'à 2 mm par côté et une contention prolongée pour obtenir un résultat final adéquat.^{110,151,174,224,247} Une étude récente suggère même de procéder à une plus grande surexpansion pour l'EPRAC (25-30 %) que pour l'ostéotomie LeFort I segmentée (20-25 %) lorsque le manque dans la dimension transverse est de moins de 6-7 mm.¹⁹³

2.5 Tomodensitométrie volumique à faisceau conique

2.5.1 Généralités

L'imagerie maxillo-faciale est en constante évolution. Le début de l'utilisation de la radiologie en médecine dentaire remonte à près d'un siècle et celle-ci demeure d'usage courant dans le diagnostic. Le développement d'appareils et de pellicules radiographiques plus perfectionnés ainsi que, plus récemment, la venue de la

radiographie numérique ont permis de rendre l'imagerie dentaire plus efficace et performante et de diminuer la dose de radiation. D'autres techniques d'imagerie, comme l'imagerie par résonance magnétique et la scintigraphie, ont été intégrées à l'arsenal diagnostique depuis l'arrivée de la radiologie en dentisterie. Les modalités les plus couramment employées en médecine dentaire sont la tomodensitométrie (TDM) et la tomodensitométrie volumique à faisceau conique (TVFC).^{47,128}

La TDM, aussi connue sous l'abréviation anglophone « CT » signifiant *computed tomography*, est une technique d'imagerie qui a été développée dans les années 1970, mais qui traditionnellement n'a pas été utilisée de manière fréquente en médecine dentaire à cause de la difficulté d'accès (majoritairement ou la plupart du temps en milieu hospitalier), du coût et surtout de la quantité de radiation ionisante émise lors de cette procédure par rapport au peu d'avantages qu'elle procure pour le diagnostic dans la majorité des situations comparativement aux radiographies conventionnelles. Toutefois, la venue des nouvelles générations de tomographes a permis d'améliorer la rapidité et la qualité d'images acquises par cette technique ainsi que de diminuer la dose de radiation. De plus, la popularité de l'implantologie, discipline pour laquelle la TDM s'avère bien utile, fait en sorte que cette modalité est d'utilisation plus fréquente en dentisterie de nos jours qu'initialement.^{47,153,221,236,245,289,314}

La TVFC, aussi appelée plus brièvement « tomodensitométrie à faisceau conique » et également connue sous l'abréviation anglophone « CBCT » signifiant *cone beam computed tomography*, est une modification de la TDM qui a été développée il y a deux décennies, mais qui n'a été rendue facilement accessible pour le monde dentaire que depuis le début des années 2000. Il s'agit de la technique d'imagerie multiplanaire la plus employée présentement en médecine dentaire parce qu'elle permet de visualiser des coupes ou des reconstructions tridimensionnelles comme la TDM conventionnelle, mais avec une meilleure résolution, avec une plus grande possibilité d'interaction avec les données et en exposant le patient à une moins grande dose de radiation ionisante. Ces avantages, combinés à l'accès plus facile à ce type d'appareil, font que cette nouvelle modalité d'imagerie a trouvé des applications dans toutes les disciplines de la médecine dentaire.^{47,97,153,200,210,269,289,309}

2.5.2 Fonctionnement

Les appareils à tomodensitométrie en imagerie médicale (figure 15) utilisent un faisceau de rayons X étroit en forme d'éventail ainsi qu'une série de capteurs pour faire l'acquisition coupe par coupe des images de l'examen (figure 16-A). Les modèles de dernières générations utilisent une technique spiralée ou hélicoïdale où la source de radiation et les capteurs sont montés sur un statif qui fait de multiples rotations pendant que la table où est couché le patient avance à une vitesse fixe, ce qui fait en sorte que le faisceau décrit la forme d'une spirale autour de celui-ci. Les capteurs ou barrettes du statif, sont alignés de manière linéaire. Les tomographes multibarrettes de dernière génération possèdent un grand nombre de capteurs permettant une acquisition allant jusqu'à 64 coupes simultanément, ce qui réduit la durée de la procédure ainsi que la quantité de radiation au patient. Les images bidimensionnelles ainsi obtenues en incidence axiale peuvent être par la suite reconstruites et réorientées dans plusieurs plans à l'aide d'un logiciel pour créer une reconstruction tridimensionnelle du volume.^{47,128,153,190,200,269,289,290,330}

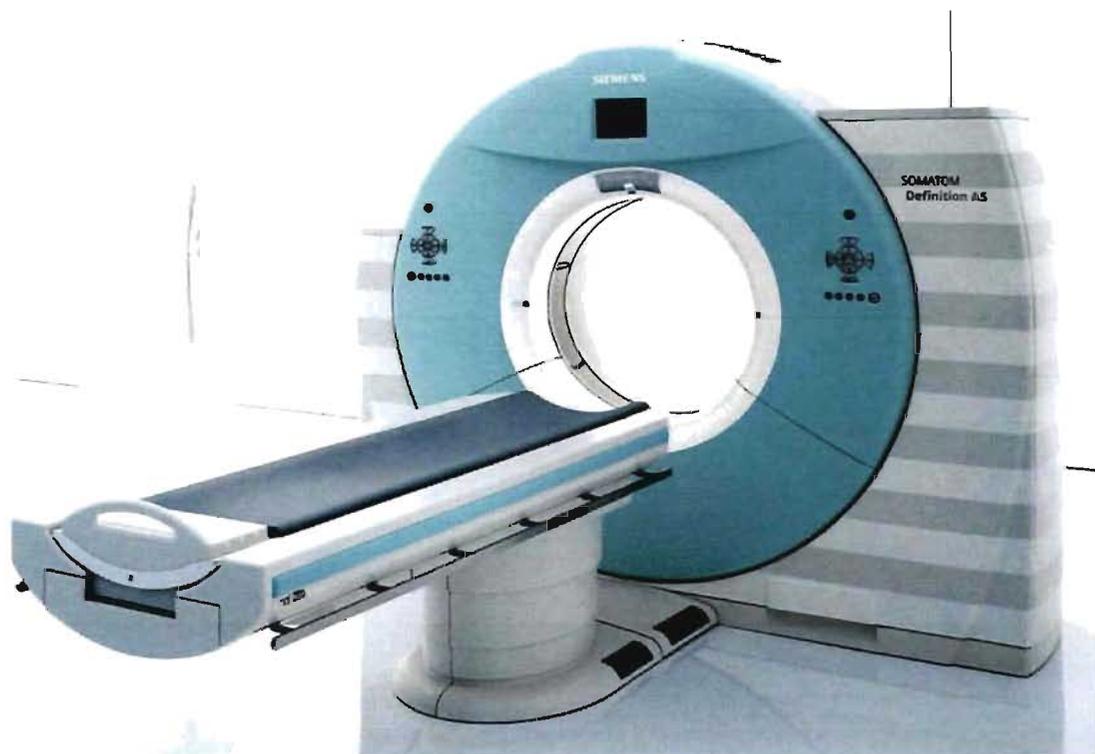


Figure 15 : Appareil à TDM, le SOMATOM Definition de la compagnie Siemens

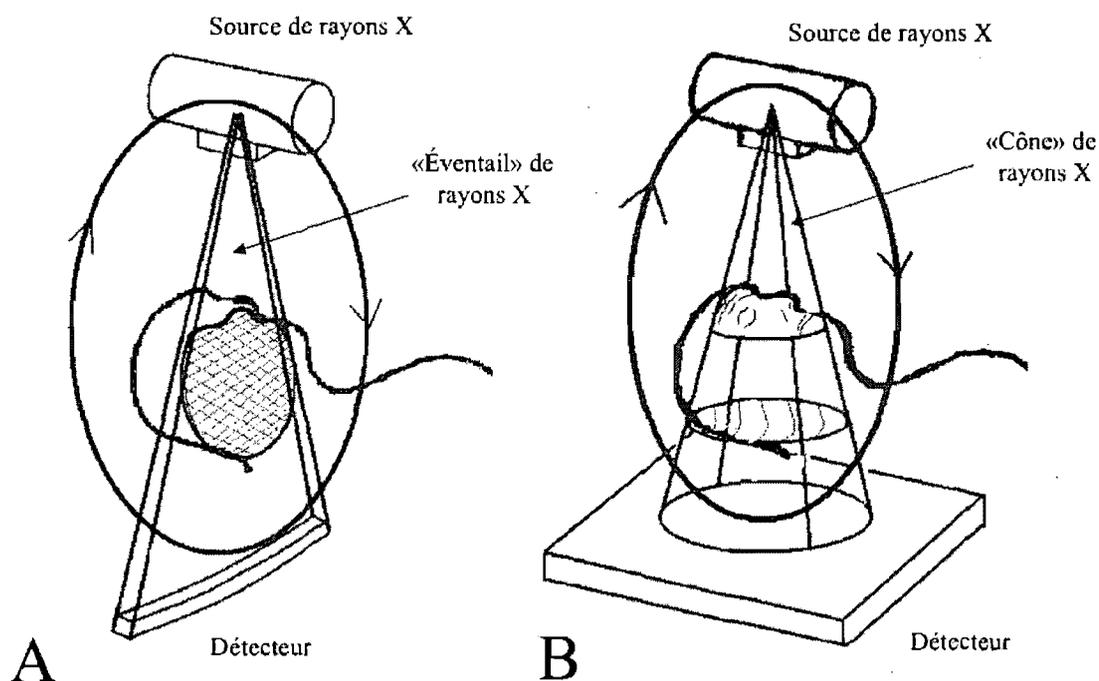


Figure 16 : Représentation schématique de la technique d'acquisition de l'image d'un appareil à TDM (A) et à TVFC (B)

Adapté de Kau *et al.*, J Orthod, 2005.¹⁵³

Les appareils à TVFC (figure 17) utilisent un faisceau tridimensionnel de rayons X en forme de cône ainsi qu'un capteur de surface pour l'acquisition du volume (figure 16-B). La technique à faisceau conique implique un seul balayage de 360° où la source de rayons X et le capteur bougent de manière synchronisée autour du patient, qui est habituellement assis. Les images ainsi obtenues doivent ensuite être traitées à l'aide d'un logiciel utilisant un algorithme sophistiqué pour générer un volume tridimensionnel qui peut après coup être reformaté pour fournir des images bidimensionnelles dans les trois plans orthogonaux, soit axial, sagittal et coronal.^{47,153,190,200,269,289,290,330}



Figure 17 : Appareil à TVFC, le i-CAT de la compagnie Imaging Sciences

2.5.3 Caractéristiques

Collimation

Les appareils à TVFC permettent de modifier la taille du volume d'acquisition selon la région d'intérêt. Il est donc possible de sélectionner un champ de visualisation qui ne couvre qu'une petite région anatomique pour une tâche diagnostique spécifique ou le complexe maxillo-facial complet pour une évaluation globale. Ainsi, la collimation permet d'exposer uniquement les structures anatomiques essentielles, ce qui réduit au maximum la dose de radiation au patient.^{64,96,153,233,269}

Dose de radiation

Plusieurs études indiquent que la TVFC entraîne beaucoup moins de radiation au patient que la tomodensitométrie par acquisition spiralée. En effet, un examen par TVFC du complexe maxillo-facial entraîne une dose effective variant entre 40 à 60 μSv ^{61,72,135,136,187,188,191,261,273,278,308} selon l'appareil et le protocole utilisés; par contre, une dose effective de 400 μSv a été mesurée pour certains appareils¹⁸⁷. Pour un examen similaire effectué à l'aide d'un tomographe médical, la dose effective est de l'ordre de 400-600 μSv ^{190,278} en utilisant un protocole d'imagerie à faible dose de radiation, alors que dans la majorité des cas, la dose effective est de 1000-2500 μSv ^{61,72,88,135,226,261,268,273,332}. À titre de comparaison, la dose effective d'une radiographie panoramique ou céphalométrique est d'environ 10 μSv ^{61,80,111,187,188,200,226,261,278,329}, celle d'une radiographie rétro-coronaire ou périapicale est d'environ 5 μSv ^{61,80,111,200,226,261,329} alors que celle de la « radiation de fond » provenant de l'environnement pour un individu moyen vivant en Amérique du Nord est de 3000 μSv par année^{200,248}. Comme la dose maximale permise pour les patients est de 1000 μSv par année²⁴⁸, il appert que l'imagerie par TVFC entraîne une exposition à la radiation ionisante qui, bien que non négligeable, est tout de même moins élevée, surtout en tenant compte du fait que les différentes reconstructions permettent l'obtention d'images dans toutes les incidences désirées, évitant ainsi la prise de radiographies additionnelles.^{47,61,64,190,269}

Résolution de l'image

Un ensemble de données volumétriques est représenté par un grand bloc tridimensionnel qui est composé de petites structures cuboïdes représentant un degré spécifique d'absorption de rayons X. Ces petits prismes sont appelés voxels, de l'anglais *volume elements*, de la même manière que les petits points qui composent une image numérique bidimensionnelle sont les pixels, de l'anglais *picture elements*. En tomodensitométrie médicale spiralée, les voxels sont anisotropiques, c'est-à-dire qu'ils ne sont pas des cubes mais plutôt des prismes rectangulaires dont les dimensions sont inégales dans les trois axes. Ainsi, la résolution des images obtenues par reconstruction tridimensionnelle n'est bonne qu'en incidence axiale, ce qui limite les reconstructions possibles. En TVFC, les voxels sont toujours isotropiques, c'est-à-dire qu'ils sont des cubes parfaits dont les dimensions mesurent à peine une fraction de millimètre, ce qui procure une excellente

résolution et précision des mesures dans toutes les incidences. À titre de comparaison, la résolution des appareils de TVFC varie de 0,125-0,4 mm, alors que celle des appareils de TDM sophistiqués est généralement de 0,625 mm dans le plan d'acquisition de l'image et de 1-2 mm dans les autres plans.^{23,153,200,269,330}

Contraste et artéfacts

La TVFC permet une bonne évaluation des tissus durs, mais une visualisation des tissus mous assez pauvre puisque le rapport de contraste pour les éléments de faible densité n'est pas très élevé. La tomodynamométrie spiralée permet d'obtenir une image très claire des tissus durs et peut aussi permettre, par l'utilisation de certains algorithmes particuliers, une visualisation adéquate des tissus mous. Cependant, la tomodynamométrie spiralée entraîne beaucoup d'artéfacts si des éléments métalliques sont présents dans le champ du faisceau, masquant même parfois une bonne partie de l'image, alors que la TVFC permet de minimiser ce type d'artéfact, sans toutefois l'éliminer complètement (figure 18).^{47,95,142,264,269,330}

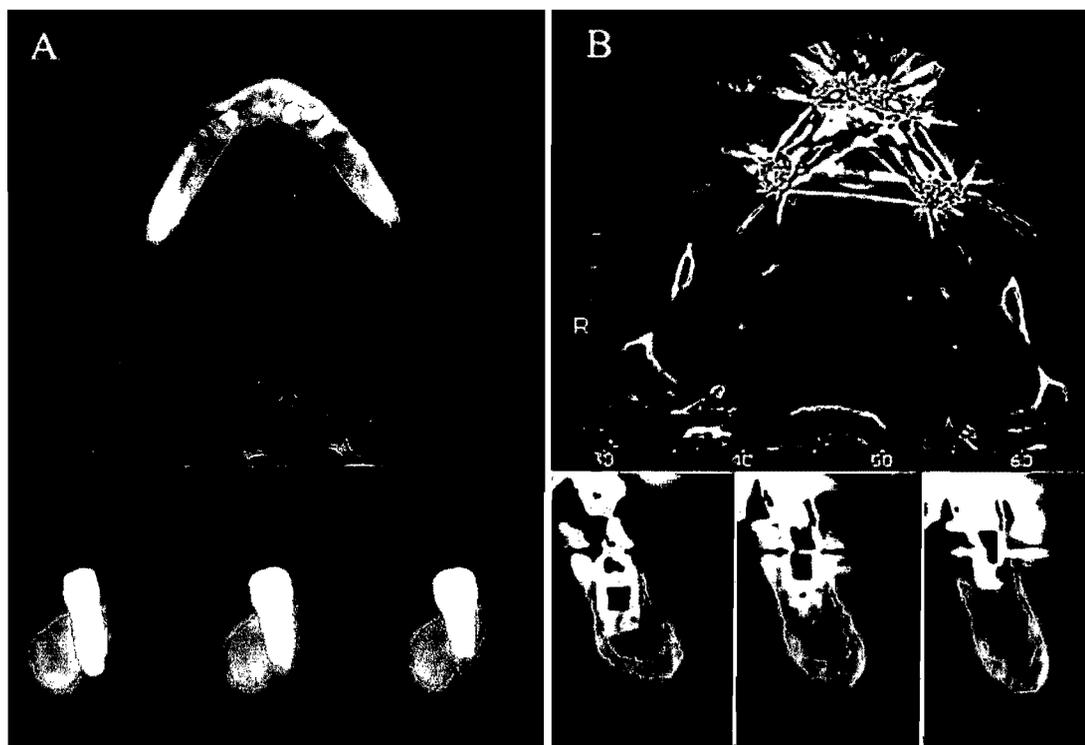


Figure 18 : Artéfacts causés par des implants métalliques sur des images axiales et orthogonales obtenues par TVFC (A) et TDM (B)

Adapté de Scarfe *et al.*, J Can Dent Assoc, 2006.²⁶⁹

Temps d'acquisition

Puisque les appareils de TVFC acquièrent toutes les données en une seule rotation, la durée nécessaire pour l'acquisition du volume est courte, de 20 à 40 secondes selon l'appareil et le protocole utilisé. Ceci permet de minimiser les artéfacts dus au mouvement du patient durant la procédure.^{153,200,269}

Confort du patient

La majorité des appareils à TVFC ont des dimensions semblables à celles d'un appareil à radiographie panoramique et les patients y sont assis avec leur tête placée sur un appui durant l'acquisition de l'image, qui n'est souvent pas beaucoup plus longue que celle d'une radiographie panoramique. Les patients sont donc relativement confortables durant la procédure, même ceux souffrant d'anxiété ou de claustrophobie, ce qui n'est pas nécessairement le cas avec les tomographes à acquisition spiralee puisque les patients doivent être couchés sur la table centrale d'une machine volumineuse et introduits dans un tunnel étroit.^{269,289}

Interaction avec les données

Puisque l'ensemble des données volumétriques par TVFC est isotropique, le volume entier peut être réorienté dans les trois dimensions et un grand nombre de reconstructions peuvent être effectuées. De plus, les logiciels d'imagerie possèdent des outils de mesure permettant l'obtention de distances et d'angles de manière précise sur les images bidimensionnelles.^{269,314}

Types de reconstruction

Suite à la reconstruction tridimensionnelle du volume acquis, tous les ensembles de données obtenus par TVFC fournissent une reconstruction multiplanaire standard dans les trois incidences, soit axiale, coronale et sagittale (figure 19). D'autres types de reconstruction peuvent également être effectués :

- Reconstruction planaire oblique ou parasagittale ou para-axiale: Cette technique crée des images bidimensionnelles non-axiales en transectant un ensemble d'images axiales et facilite la visualisation de structures spécifiques comme les articulations temporo-mandibulaires (figure 20-A).

- Reconstruction planaire courbe ou reconstruction panoramique : Cette technique permet d'aligner l'axe long du plan d'imagerie avec des structures anatomiques spécifiques. Ce mode est très utile pour l'affichage de la dentition, ce qui donne une image semblable à une radiographie panoramique, mais toujours au foyer et sans distorsion (figure 21-A).
- Reconstruction transplanaire en série ou orthogonale : Cette technique produit une série d'images transversales qui sont orthogonales à une reconstruction oblique ou courbe. Les images ainsi obtenues sont généralement de minces tranches espacées d'une distance spécifique et s'avèrent d'une grande utilité pour l'évaluation de caractéristiques telles que la relation du nerf alvéolaire inférieur avec une dent de sagesse ou la morphologie des articulations temporo-mandibulaires (figure 20-B).
- Reconstruction multiplanaire d'un volume : Toute image multiplanaire peut être « épaissie » en augmentant le nombre de voxels adjacents inclus dans la coupe. Ce mode peut simuler une radiographie céphalométrique latérale en fixant l'épaisseur d'une coupe sagittale à 130-150 mm ou simuler une radiographie panoramique en donnant une épaisseur de coupe de 25-30 mm à une reconstruction courbe (figure 21-B). La technique de projection d'intensité maximale consiste à afficher la valeur d'intensité maximale des voxels traversés par chacun des rayons X dans une épaisseur spécifique. Ceci produit une structure pseudo tridimensionnelle et se révèle particulièrement utile pour représenter la morphologie de surface du complexe maxillo-facial (figure 22).^{145,269}

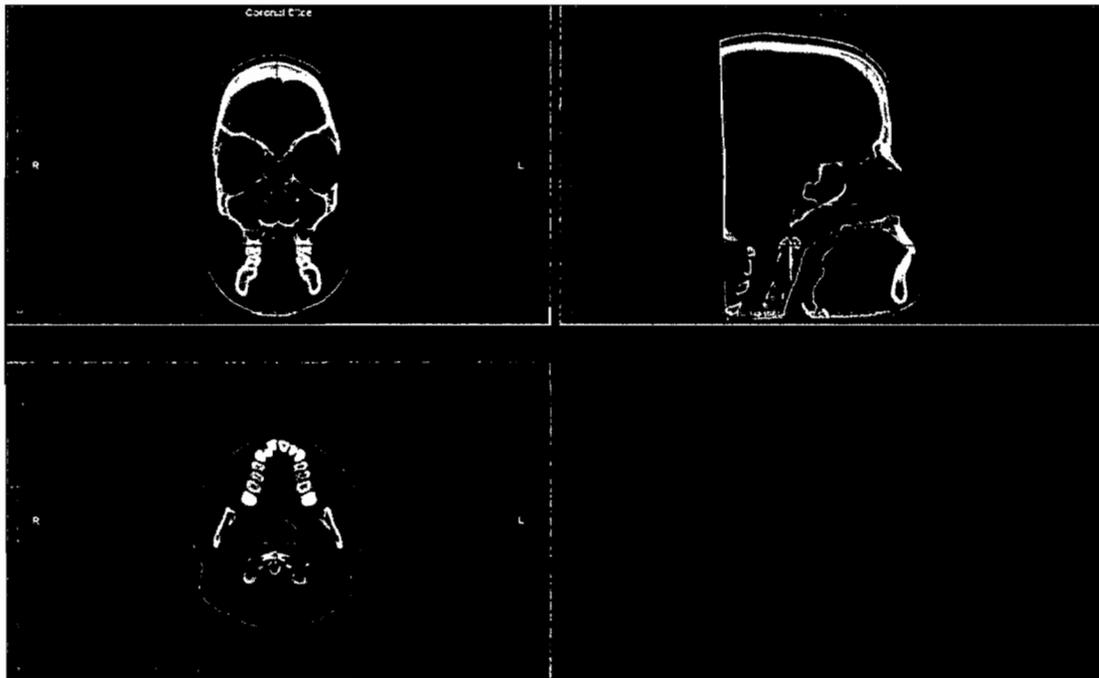
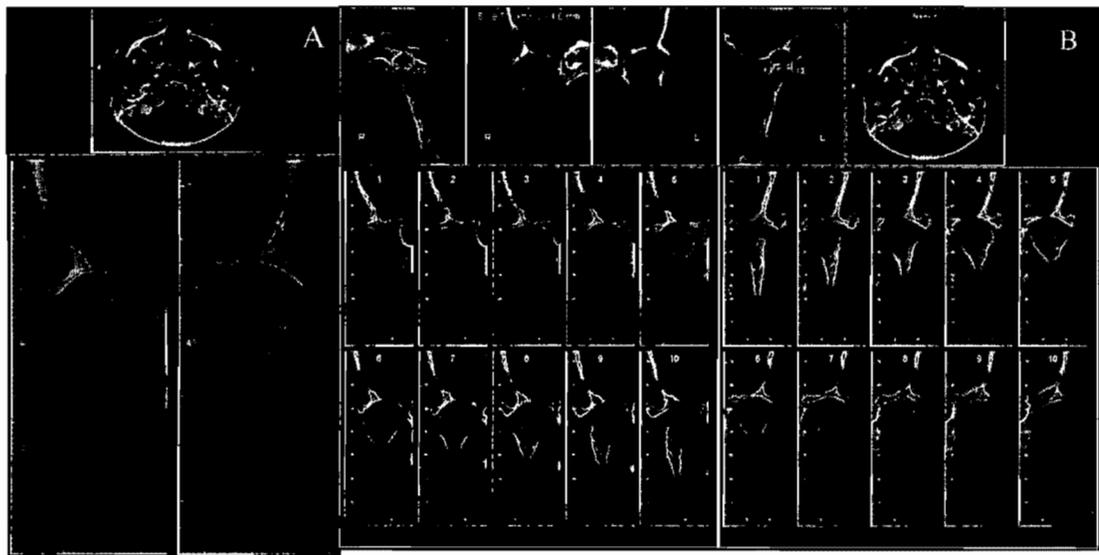


Figure 19 : Reconstruction multiplanaire standard



**Figure 20 : Reconstruction planaire oblique (A) et reconstruction transplanaire en série (B)
des articulations temporo-mandibulaires**

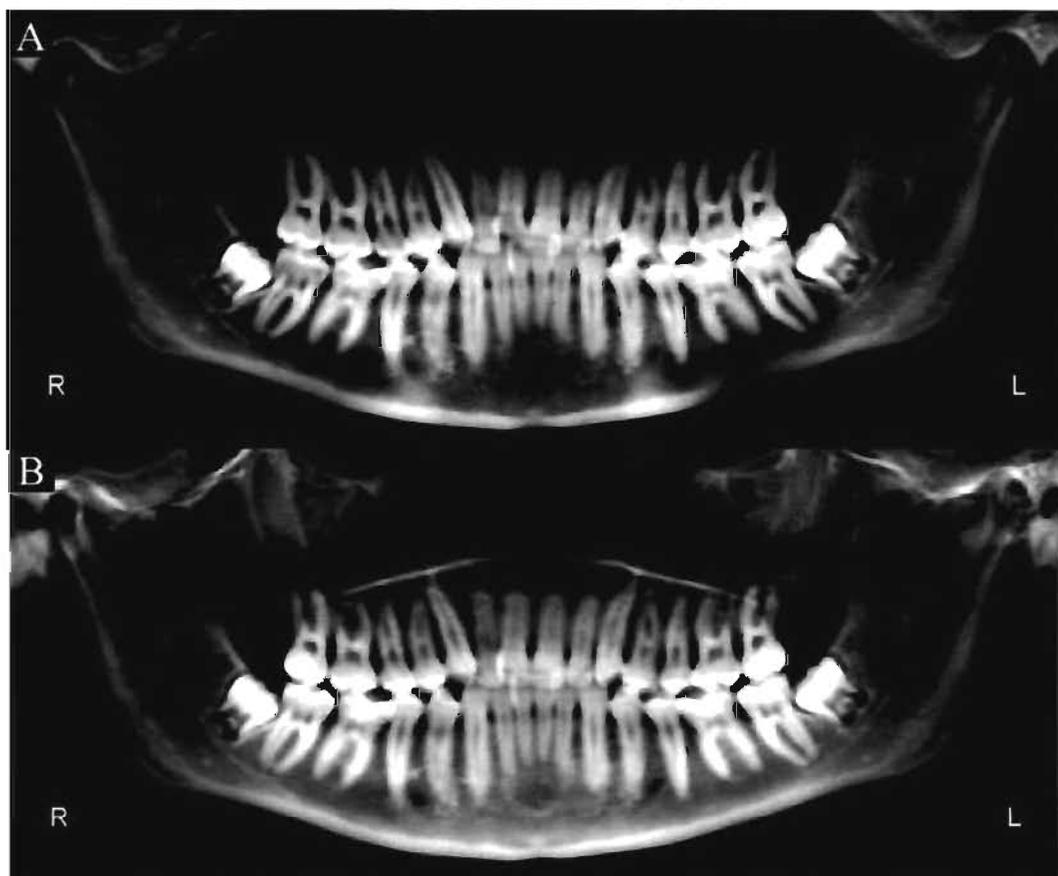


Figure 21 : Reconstructions panoramiques avec une épaisseur de coupe de 5 mm (A) et 25 mm (B)



Figure 22 : Reconstructions multiplanaires avec projection d'intensité maximale

2.5.4 Précision des mesures

La précision et la reproductibilité des mesures prises à partir de volumes tridimensionnels sont considérées comme très élevées, mais comportent une certaine variabilité selon les cas, dépendant du type d'appareil utilisé et du type de mesures effectuées. Ces mesures sont plus précises que celles obtenues à partir de radiographies bidimensionnelles. En fait, une étude de Adams *et al.*² a trouvé que les mesures recueillies par technique tridimensionnelle étaient 4-5 fois plus près des mesures réelles que celles obtenues par technique bidimensionnelle de radiographie céphalométrique et avec une variabilité beaucoup moins grande (étendue des données de 0,54 mm comparée à 6,94 mm). Ceci est dû au fait que la méthode tridimensionnelle entraîne beaucoup moins d'erreur de projection puisque la distorsion de l'image qui y est associée est négligeable, que les erreurs de positionnement sont corrigées en réorientant le volume et que des reconstructions peuvent être effectuées pour obtenir une vue idéale de la région à être évaluée.^{2,23,53,59,140,157,165,172,184,186,208,239,246,286,291}

La TVFC offre un degré d'exactitude plus élevé que la tomodensitométrie spiralée puisque la résolution des images obtenues est supérieure. Toutefois, il faut noter que d'autres variables ont aussi un effet sur l'exactitude des données recueillies, telles que le modèle et le réglage de l'appareil ainsi que le type de tissu évalué. Selon une étude récente de Loubele *et al.*¹⁸⁶, la précision moyenne des mesures linéaires sur tissus durs obtenues par TVFC est de 0,09 mm, comparativement à une précision de 0,30 mm pour les mêmes mesures obtenues par tomodensitométrie spiralée.^{23,135,157,184-186,208,291}

2.6 Parodontie

2.6.1 Notions générales

2.6.1.1 Composantes d'un parodonte sain

Un parodonte sain assure le support nécessaire pour maintenir les dents en fonction. Les quatre composantes principales du parodonte sont la gencive, le ligament parodontal, le cément et l'os alvéolaire.⁵⁸

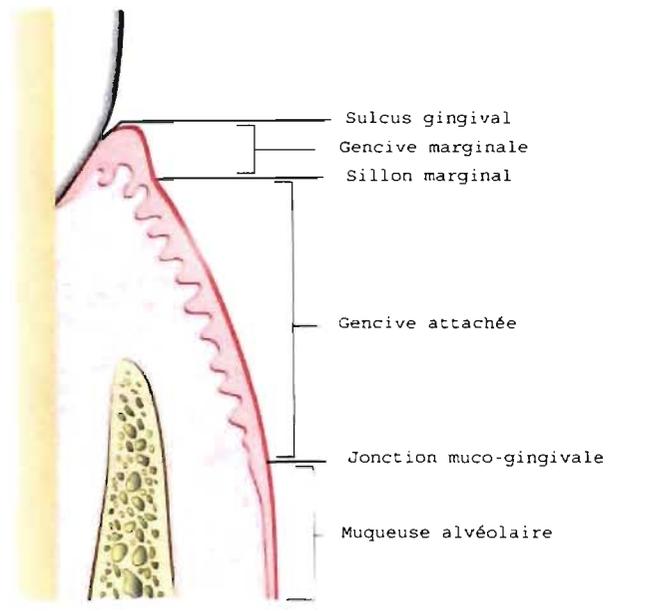


Figure 23 : Repères anatomiques de la gencive

Adapté de Carranza, Carranza's Clinical Periodontology, 10th edition, 2006.⁵⁸

Gencive

La muqueuse orale se divise en trois types : muqueuse masticatoire (gencive et muqueuse recouvrant le palais dur), muqueuse spécialisée (dos de la langue) et membrane muqueuse recouvrant le reste de la bouche. La muqueuse masticatoire inclut la gencive, soit la partie de la muqueuse orale recouvrant les procès alvéolaires des maxillaires et entourant les dents.⁵⁸

Chez l'adulte, la gencive (figure 23) recouvre l'os alvéolaire et la racine de la dent jusqu'à la jonction énamo-cémentaire (JEC). Anatomiquement, elle est divisée en gencive marginale, gencive attachée, et gencive inter-dentaire. Chacun d'elles présente une grande variabilité quant à la différenciation, l'histologie et l'épaisseur selon les besoins fonctionnels et pour répondre au mieux aux dommages mécaniques et microbiologiques potentiels. Elle constitue une barrière à la pénétration d'agents microbiens et nocifs.⁵⁸

La gencive marginale (ou gencive non-attachée, ou gencive libre) est plate, lisse, d'apparence brillante, d'une largeur approximative de 1 mm, et est comprise entre le bord libre de la gencive et le sillon marginal. Elle délimite le sulcus gingival.⁵⁸

Le sulcus gingival (ou crevasse gingivale) est un espace en forme de V entourant la dent. Il est délimité par la dent d'un côté et par la gencive marginale de l'autre. Il est fermé à sa base par l'attache épithéliale (ou épithélium de jonction) : c'est la jonction ou attache de l'épithélium sur un tissu minéralisé dentaire qui peut être le ciment, l'émail, ou plus rarement la dentine. L'attache épithéliale sépare les tissus du parodonte sous-jacent (conjonctif de la gencive, ciment, os alvéolaire et desmodonte) du milieu buccal septique (salive et flore microbienne). Elle est formée par la jonction de l'épithélium oral avec l'épithélium réticulé de l'émail et est en continuité avec l'épithélium sulculaire.⁵⁸

La gencive attachée est en continuité avec la gencive marginale coronairement (sillon marginal) et la muqueuse alvéolaire apicalement (jonction muco-gingivale), ou encore la muqueuse palatine. Elle est ferme, résiliente, bien attachée au périoste de l'os alvéolaire sous-jacent, et a un aspect granité en « peau d'orange » de couleur rose pâle. Sa largeur est un paramètre clinique important. Il s'agit de la distance entre la base du sulcus et la jonction muco-gingivale. La jonction muco-gingivale étant stationnaire tout au long de la vie, les changements dans la largeur de la gencive attachée correspondent à des changements au niveau de sa portion coronaire. Sa largeur augmente avec l'âge et est plus élevée au niveau des dents supra-éruptées. La largeur de la gencive kératinisée inclut, quant à elle, la gencive marginale et la gencive attachée.⁵⁸

La gencive inter-dentaire occupe l'embrasure gingivale, qui correspond à l'espace interproximal se trouvant sous le point de contact. Elle est de forme pyramidale (papille interdentaire), ou encore en forme de « col » (forme de vallée séparant la papille buccale et la papille linguale). Sa forme dépend du point de contact entre les deux dents, mais également de la présence ou non de récession gingivale. Si un diastème est présent, la gencive est fermement attachée à l'os et forme une surface arrondie et lisse avec absence de papille inter-dentaire.⁵⁸ Une distance entre le point de contact entre deux dents et le sommet de la crête osseuse de moins de 5 mm assure à près de 100% la présence d'une papille inter-dentaire jusqu'au point de contact.²⁹⁷

Le terme « espace biologique » (figure 24) fait référence à l'épithélium jonctionnel (ou attache épithéliale) et l'attache conjonctive. Leurs largeurs moyennes sont respectivement 0,97 mm et 1,07 mm¹.

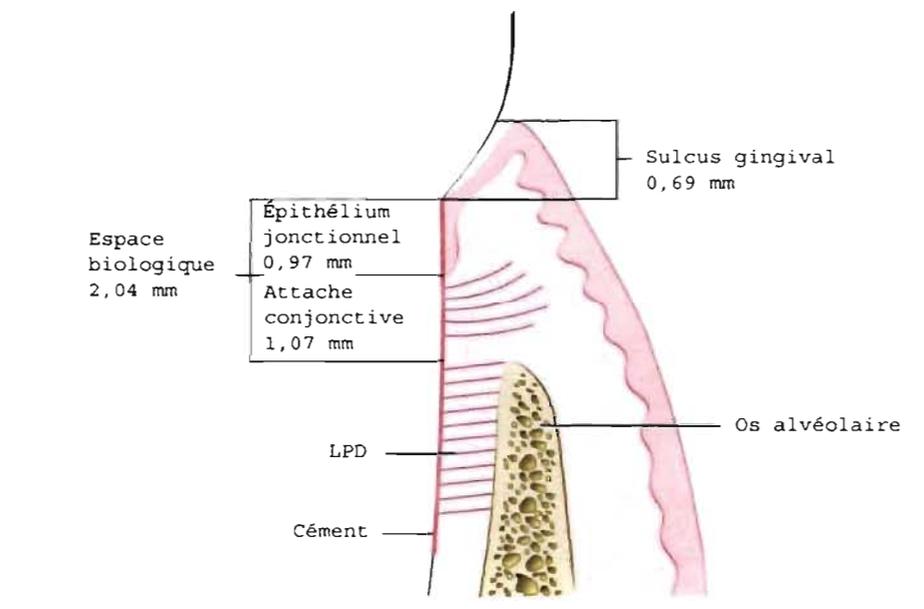


Figure 24 : Espace biologique

Adapté de Carranza, Carranza's Clinical Periodontology, 10th edition, 2006.⁵⁸

Ligament parodontal

Chaque dent est attachée à et est séparée de l'os alvéolaire qui l'entoure par le ligament parodontal (LPD). Celui-ci constitue un réseau complexe de tissu conjonctif vascularisé

et hautement cellulaire. Il est en continuité avec le tissu conjonctif de la gencive et communique avec les espaces médullaires de l'os sous-jacent par des canaux vasculaires. Sa largeur présente une grande variabilité, mais elle est considérée être en moyenne de 0,2 mm. Cet espace est diminué pour les dents n'étant pas en fonction, et est augmenté pour les dents étant en hyperfonction.⁵⁸

Les constituants majeurs du LPD sont : un réseau de fibres de collagènes s'insérant dans le ciment radiculaire et l'os alvéolaire propre, les éléments cellulaires et le fluide tissulaire. Les principaux éléments cellulaires sont des cellules mésenchymateuses non-différenciées et leur progéniture, soient les fibroblastes, les ostéoblastes et les cémentoblastes. Le LPD comporte également des cellules de défense (neutrophiles, lymphocytes, macrophages, mastocytes, cellules éosinophiles), des vaisseaux sanguins et des éléments cellulaires provenant du système vasculaire, de même que des terminaisons nerveuses.^{58,250}

En réponse à la fonction normale, le collagène du ligament est constamment remodelé et renouvelé, de même que le sont l'os alvéolaire et le ciment. Les ostéoblastes et les cémentoblastes servent à former le nouvel os, alors que des cellules géantes multinuclées (ostéoclastes et cémentoclastes), dont l'origine est encore controversée, résorbent l'os. Des variations dans l'activité cellulaire enzymatique sont corrélées avec le processus de remodelage. Les forces appliquées induisent des changements vasculaires et inflammatoires au niveau des cellules du LPD. Il a également été suggéré que ces cellules ont aussi un mécanisme qui leur permettent de répondre directement aux forces mécaniques par l'activation de différents systèmes mécanosensoriels (adénylate cyclase, canaux ioniques et changements dans l'organisation cytosquelettique).^{58,196}

Les fonctions du ligament parodontal sont catégorisées⁵⁸ en :

- Fonctions physiques : résistance aux forces occlusales, transmission des forces occlusales à l'os, attachement de la dent à l'os, éruption dentaire²⁵⁰, stabilisation des dents²⁵⁰ ;
- Fonctions de formation et de remodelage osseux ;
- Fonctions sensorielles (douleur et proprioception) et nutritionnelles ;

- Fonctions de régulation de la largeur du LPD : adaptabilité aux forces appliquées et capacité de maintien.

Les cellules du LPD et de l'os alvéolaire sont exposées à différentes forces physiques telles que la mastication, la parafunction, la parole et les mouvements orthodontiques.^{58,196} L'application d'une force ou d'un moment entraîne une distribution de stress tout le long du LPD. Une déformation locale survient correspondant à la quantité de stress, compression ou tension, au niveau de l'interface LPD-os alvéolaire et celle-ci est considérée comme étant le stimulus local pour le remodelage osseux menant au mouvement orthodontique.⁷⁵

2.6.1.2 Éruption dentaire continue

Le concept de l'éruption dentaire continue est un processus qui ne cesse pas une fois les dents en occlusion avec leurs antagonistes, mais qui continue tout au long de la vie. L'éruption active est le mouvement de la dent en direction du plan occlusal, et l'éruption passive est liée à l'augmentation de la longueur de la couronne clinique par la migration apicale de la gencive. Ce concept distingue les termes de couronne anatomique, racine anatomique, couronne clinique et racine clinique. Quand la dent rejoint le plan occlusal, le sulcus gingival et l'épithélium jonctionnel sont toujours sur l'émail, et la couronne clinique correspond approximativement aux deux tiers de la couronne anatomique.¹¹⁸

Les deux phénomènes d'éruption, active et passive, étaient autrefois considérés comme un processus physiologique normal.¹¹⁸ L'éruption passive (figure 25) est maintenant considérée comme un processus pathologique, divisé en quatre étapes⁵⁸ :

- 1^{ère} étape : La dent rejoint le plan occlusal. L'épithélium de jonction et la base du sulcus sont au niveau de l'émail.
- 2^e étape : L'épithélium de jonction prolifère de telle façon qu'une portion se trouve sur le cément, et une portion sur l'émail. La base du sulcus se trouve toujours sur l'émail.

- 3^e étape : L'épithélium de jonction se trouve entièrement sur le ciment et la base du sulcus est à la JEC. L'épithélium de jonction prolifère tout en s'éloignant de la couronne.
- 4^e étape : L'épithélium de jonction prolifère plus loin sur le ciment. La base du sulcus se trouve sur le ciment et une portion de ce dernier est exposée en bouche. Il y a également dégénération et détachement des fibres gingivales et des fibres du ligament parodontal. Les causes de cette dégénération sont mal connues et ce phénomène est actuellement associé à un processus inflammatoire, donc pathologique.

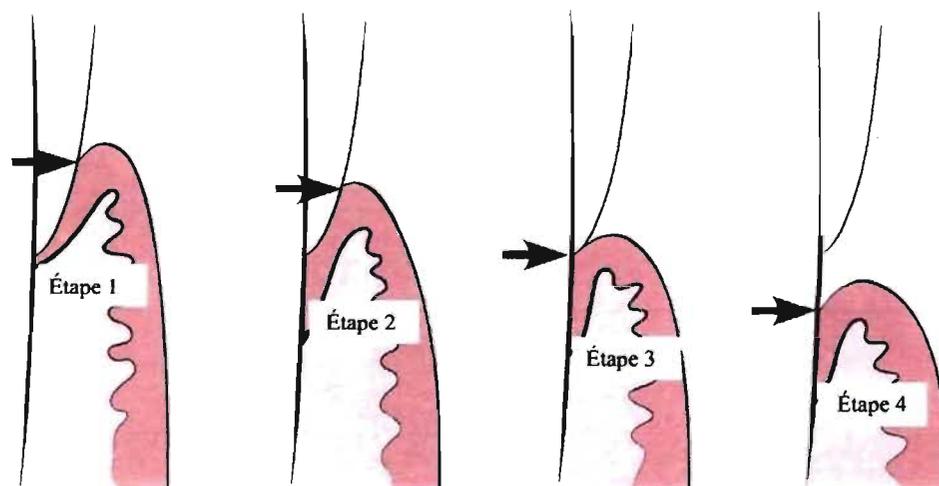


Figure 25 : Éruption passive

Adapté de Carranza, Carranza's Clinical Periodontology, 10th edition, 2006.⁵⁸

L'apposition d'os accompagne l'éruption active. La distance entre la limite apicale de l'épithélium de jonction et le sommet de la crête alvéolaire, correspondant à l'attache conjonctive et ses fibres gingivales, demeure constante tout au long de l'éruption dentaire, soit 1,07 mm.

Proffit²⁵⁰ divise le processus d'éruption dentaire en différentes phases :

- Éruption pré-émergence
- Éruption post-émergence
 - *Postemergent spurt* : phase d'éruption rapide où la dent rejoint le plan occlusal

- *Juvenile occlusal equilibrium* : phase durant laquelle les dents sont en fonction et éruptent à un taux plus lent, suivant la croissance verticale du ramus.
- *Adult occlusal equilibrium* : phase durant laquelle les dents éruptent à un taux très lent, pour compenser l'usure occlusale des dents, ou encore la perte d'une dent antagoniste. Cette phase commence une fois le pic de croissance terminé.

Proffit²⁵⁰ décrit le mouvement apical relatif de l'attache gingivale. Typiquement, quand les dents atteignent le niveau occlusal, le niveau d'attache de la gencive se trouve sur l'émail, très haut coronairement par rapport à la JEC. Au cours des années qui suivent, alors que les dents font éruption suivant la croissance de la mandibule, la couronne de la dent est de plus en plus exposée en bouche. Il y a donc éruption des dents et maintien vertical du niveau d'attache. À la fin de l'adolescence, le niveau de l'attache gingivale se retrouve autour de la JEC. Une altération de ce processus est observée chez certains individus chez qui le niveau d'attache suivra l'éruption des dents.

Le processus d'éruption active décrit précédemment inclut donc toutes les phases décrites par Proffit, et l'éruption passive fait référence au processus pathologique que constitue la récession gingivale. La récession gingivale (ou atrophie gingivale) entraîne l'augmentation de la longueur de la couronne clinique due à la migration apicale de la gencive. Une certaine exposition de la racine avec l'âge serait considérée comme normale et réfère à la récession physiologique, bien que ce concept ne soit maintenant plus accepté. Une exposition exagérée réfère au terme de récession pathologique.⁵⁸

2.6.1.3 Examen parodontal clinique

L'examen parodontal doit être systématique. Une charte parodontale est utilisée pour servir de guide lors de l'examen et enregistrer les différentes données parodontales, de même que permettre un suivi de la condition des patients.⁵⁸

Doivent être notés : présence de plaque et de tartre, caractéristiques de la gencive (couleur, largeur, épaisseur, contour, consistance, texture, position, saignement, douleur),

caractéristiques des poches parodontales (présence et distribution, profondeur, niveau d'attache, supra-osseuses ou infra-osseuses, présence de signes et symptômes), degré d'activité dans les cas de maladie parodontale, quantité de gencive attachée, degré de récession gingivale, perte d'os alvéolaire, atteinte de furcations, présence ou absence de papilles inter-dentaires, présence de contacts ouverts, mobilité des dents. L'inflammation gingivale doit être qualifiée de fibromateuse ou encore d'oedémateuse. Également, la palpation du parodonte permet de détecter s'il y a douleur, ou encore, les premiers stades d'un abcès gingival ou parodontal. Toute présence de suppuration ou de problème d'impaction alimentaire doit être notée.⁵⁸

L'évaluation de l'os alvéolaire se fait au moyen d'une évaluation clinique et radiologique. Le sondage parodontal aide à déterminer la hauteur et le contour de l'os buccal et lingual, de même que l'architecture de l'os inter-proximal.⁵⁸ Les radiographies intra-orales de type rétro-coronaire vertical sont les plus appropriées dans la plupart des cas pour évaluer l'os inter-proximal. L'avènement de la radiologie en trois dimensions, spécialement la TMDFC, ouvre de nouvelles avenues et ses applications en parodontie sont intéressantes.²¹⁰

Profondeur de poche

Sous des conditions idéales, la profondeur du sulcus gingival se rapproche de zéro. Sa profondeur histologique, également nommée profondeur biologique, varie selon les études (profondeur moyenne : 0,69 mm¹) et ne correspond pas nécessairement à la valeur obtenue cliniquement. Le seul moyen de la mesurer est au moyen de coupes histologiques. Quant à la profondeur clinique, la seule méthode précise pour l'estimer est le sondage parodontal, qui consiste en l'évaluation clinique et implique un instrument métallique (sonde parodontale) inséré dans le sulcus. La profondeur est donc la distance de pénétration de la sonde au niveau du sulcus. Une mesure de 2 à 3 mm est considérée normale chez l'humain.⁵⁸

Niveau d'attache

Le niveau d'attache est la distance entre la base du sulcus (ou de la poche) et un point fixé sur la couronne, tel que la jonction JEC. Les changements dans le niveau d'attache

peuvent être causés par un gain ou une perte d'attache. Il constitue donc un bon indice du degré de destruction parodontale contrairement à la profondeur de poche qui elle, est fonction à la fois du niveau de l'attache épithéliale et de celui de la gencive marginale (par exemple, présence ou non d'inflammation).⁵⁸

Quand le bord marginal se trouve sur la couronne anatomique, le niveau d'attache est déterminé en soustrayant la distance entre la gencive marginale et la JEC de la profondeur de la poche. Si le bord libre se trouve sur la couronne anatomique et que le fond du sulcus se trouve également sur la couronne anatomique ou sur la JEC, il n'y a aucune perte d'attache. Quand le bord marginal coïncide avec la JEC, la perte d'attache équivaut à la profondeur de la poche. Quand le bord marginal est localisé apicalement à la JEC, la perte d'attache devient plus grande que la profondeur de la poche, et correspond à la somme de cette profondeur et la distance entre la gencive marginale et la JEC.⁵⁸

Mobilité

De façon générale, le degré de mobilité est évalué cliniquement selon la classification de Miller. La dent est maintenue fermement par le bout de deux instruments métalliques, ou encore d'un instrument et d'un doigt, et un effort est fait pour la bouger dans toutes les directions. Elle est quantifiée selon trois grades : mobilité normale, grade I (légèrement plus mobile que la normale, < 1mm), grade II (modérément plus mobile que la normale, ≥ 1mm), grade III (mobilité sévère bucco-lingualement et mésio-distalement, combinée avec un déplacement vertical). Une mobilité au-delà de la normale physiologique est qualifiée d'anormale ou de pathologique.⁵⁸

2.6.1.4 Maladies parodontales

La gingivite est une inflammation de la gencive et constitue une lésion réversible. L'accumulation de micro-organismes autour des dents entraîne au niveau de la gencive : érythème, saignement, œdème, changements dans sa morphologie, moins bonne adaptation des tissus à la dent, augmentation du flot de fluide gingival, ainsi que d'autres signes cliniques d'inflammation. La gingivite survient sans perte d'attache, ou encore au

sein d'un parodonte où il y a eu perte d'attache antérieurement et que celle-ci est stable et ne progresse pas. Les maladies gingivales se divisent comme suit^{11,58} :

- gingivites induites par la plaque : gingivite induite par la plaque seulement, gingivite impliquant une maladie systémique, la prise de médication ou une malnutrition ;
- gingivites non-induites par la plaque : origine bactérienne spécifique, origine virale, origine fongique, origine génétique, liée à une maladie systémique, liée à des lésions traumatiques, liée à la présence d'un corps étranger.

La parodontite est définie comme une maladie inflammatoire des tissus de support des dents causée par des micro-organismes spécifiques, résultant en une destruction progressive du ligament parodontal et de l'os alvéolaire, avec formation de poches parodontales et/ou de récession gingivale. Il s'agit d'un phénomène irréversible de destruction du parodonte. Toutes les formes de parodontite sont marquées par une perte d'attache, et très souvent par une inflammation gingivale. L'*American Academy of Periodontology* classifient les maladies parodontales comme suit^{11,58} :

- parodontite chronique : localisée ou généralisée,
- parodontite agressive : localisée ou généralisée,
- parodontite associée à des maladies systémiques.

S'ajoutent ensuite les maladies parodontales nécrosantes (gingivite ulcéro-nécrosante, parodontite ulcéro-nécrosante), les abcès parodontaux, les parodontites associées à des lésions endodontiques ainsi que les problèmes parodontaux développementaux ou acquis.^{11,58}

Fenestration et déhiscence

Une fenestration se définit comme une région isolée où la racine est dénudée d'os et que la dent n'y est recouverte que par la gencive. Quand le défaut osseux s'étend au niveau de l'os marginal, le terme de déhiscence s'applique.⁵⁸ En cas de déhiscence, peuvent survenir : récession gingivale (exposition de la dent en raison de la migration apicale de la gencive), formation d'une poche parodontale, ou encore longue attache épithéliale. La déhiscence prédispose à la perte d'attache, donc à la récession gingivale ou encore à la

formation d'une poche parodontale, et peut entraîner une progression rapide de la maladie parodontale.^{320,322}

Les fenestrations sont plus fréquentes au niveau maxillaire, plus particulièrement dans les régions canines et molaires, et les déhiscences, au niveau antérieur inférieur. La cause de ces défauts n'est pas claire. Il a été suggéré qu'ils soient plus souvent associés à une malposition des dents, à des racines proéminentes, à une zone de gencive attachée mince et étroite, à la présence d'un frein et d'attachements musculaires s'attachant haut sur la crête.^{58,320} Des variations dans la forme de l'os alvéolaire sont observées, spécialement autour des dents malpositionnées. Une dent proéminente sur l'arcade présente un os mince, et est plus susceptible à développer une fenestration. Également, tout processus inflammatoire peut contribuer ou aggraver la perte osseuse.³²⁰

2.6.2 Orthodontie et parodontie

2.6.2.1 Évaluation du risque

L'étiologie des maladies gingivales et parodontales est multifactorielle. Plus de 600 espèces de micro-organismes colonisent la cavité buccale. Un déséquilibre dans les interactions hôte-bactéries peut affecter la santé parodontale et éventuellement conduire à la destruction des tissus mous et durs qui constituent le parodonte. Des facteurs locaux et systémiques vont moduler la susceptibilité d'un individu. L'évaluation du risque de chaque patient à développer un problème parodontal en cours de traitement orthodontique est primordiale, afin de prévenir la perte d'attache et la récession gingivale. D'ailleurs, aucun traitement orthodontique ne doit commencer en présence d'une parodontite active.¹¹⁹

Différents facteurs de risque ont été identifiés et parmi ceux à haut risque se trouvent : le tabagisme^{36,37}, le diabète mellitus, une prédisposition génétique (surtout dans les cas de parodontite agressive), la présence de certaines bactéries sous-gingivales telles que *P. gingivalis* and *T. Forsythensis*.^{122,123} Tout patient présentant une histoire de parodontite

antérieure et de perte osseuse est susceptible de présenter à nouveau une maladie parodontale.¹⁸²

Muller et Eger et Muller *et al.*²¹⁷⁻²¹⁹ ont récemment introduit le concept de biotype parodontal. Ils ont soulevé l'importance de bien évaluer et enregistrer l'épaisseur des tissus gingivaux. Celle-ci est essentielle sachant qu'une gencive mince et délicate est plus susceptible à la récession suite à un trauma, une chirurgie ou un processus inflammatoire.¹¹⁹ Des études histologiques ont montré que des dents extraites, ayant servi de dents d'ancrage pour des appareils d'expansion, présentent une forte réponse inflammatoire. Le mouvement orthodontique pourrait donc avoir une influence néfaste sur le complexe muco-gingival lorsque le tissu kératinisé et l'os sous-jacent sont minces.

La sévérité d'un problème squelettique transverse est un marqueur de risque crucial pour identifier les patients susceptibles à développer une récession gingivale et une maladie parodontale.¹¹⁹ Il s'agit d'un important critère à tenir en compte dans le diagnostic et la planification du traitement orthodontique d'un patient. Plusieurs études ont été menées à cet effet par Vanarsdall^{10,313}. Entre autres, Anzilotti *et al.*¹⁰ ont suivi sur une période de sept à dix ans 75 patients divisés en trois groupes : traité par EPRO et traitement orthodontique fixe, traité par technique orthodontique fixe seulement, et contrôle. 20% de tous les sujets ont présenté une récession gingivale. L'hypothèse voulant que seuls les sujets ayant eu une expansion présentent une récession a été rejetée et une corrélation a été établie avec les sujets ayant un différentiel squelettique négatif de plus de 5 mm par rapport à la norme.

Les patients adultes non traités avec une DMT importante présentent des stades plus avancés de destruction parodontale. Le traitement en jeune âge de ce déficit est idéal alors que la croissance est encore active. Plus l'âge du patient augmente, plus il y a bascule des dents lors de l'expansion, et plus le patient devient à risque de récession gingivale.¹¹⁹

2.6.2.2 Effets de l'expansion sur le parodonte

La condition parodontale est un sujet d'intérêt considérable en orthodontie, surtout lorsqu'il s'agit de mouvements d'expansion. Ces mouvements mettent à risque de déhiscence osseuse et de récession gingivale les surfaces labiales et buccales des dents, plus particulièrement des incisives inférieures et des dents postérieures supérieures.

Des altérations dans l'épaisseur de la gencive attachée et le niveau de la gencive marginale sont observées selon la direction du mouvement orthodontique : diminution quand les dents sont déplacées en direction labiale, et augmentation quand elles le sont en direction linguale.^{7,70,284,285} Plus une dent est déplacée en direction labiale, plus la gencive marginale s'amincit et plus elle est soumise à une plus grande tension.²⁸⁵ De même, plus une dent est poussée contre la corticale osseuse, plus l'os devient mince et plus il devient susceptible à la résorption.²⁸⁵ La récession gingivale sur une ou plusieurs dents peut donc être associée au traitement orthodontique.^{32,108,119,238,284,311,312}

L'étiologie et la pathogénèse ne sont pas encore entièrement comprises. Plusieurs facteurs peuvent être impliqués : position des dents sur l'arcade, largeur et épaisseur de la gencive kératinisée, présence de plaque, technique de brossage, occlusion traumatique, pression des lèvres, position du frein labial et des attachements musculaires.^{22,38,85,117,209,235,283,307,318} Deux autres détails intéressants sont à considérer : une gencive mince n'est pas nécessairement liée à un os cortical mince^{38,179}, de même qu'un os cortical mince n'est pas nécessairement lié à une gencive mince, et la récession gingivale est toujours associée à une déhiscence osseuse³⁸.

La présence d'inflammation est également d'une grande importance, d'autant plus qu'elle est souvent présente au cours de traitement orthodontique. Lindhe¹⁷⁹ a statué que durant un traitement orthodontique, lorsqu'une dent est déplacée au-delà du procès alvéolaire, et autour de laquelle se trouve une gencive mince et inflammée, le risque de récession gingivale est grandement augmenté. L'os cortical buccal des dents postérieures maxillaires, de même que des incisives et prémolaires inférieures étant mince, ces dents sont plus à risque. Si une dent est déplacée orthodontiquement dans une direction où il y

aura réduction de l'épaisseur des tissus mous, et que la présence d'inflammation augmente les risques de déhiscence osseuse et de perte d'attache, il y a risque important de récession gingivale.^{323,324}

Certaines études expérimentales sur des animaux ont été effectuées pour étudier le mouvement labial de dents au-travers des tissus parodontaux minces et pour évaluer le potentiel de réparation de la corticale osseuse. Un déplacement buccal exagéré des incisives inférieures en direction labiale contre un os alvéolaire mince résulte en un déplacement apical de la gencive, qui semble être amincie par le mouvement des dents, et une réduction de la hauteur de l'os alvéolaire.^{285,324}

L'étude de Wainwright *et al.*³¹⁸ montre qu'il y a guérison complète de la corticale, au retour de l'apex d'une dent dans l'os après avoir été déplacé au-travers de la corticale osseuse (fenestration) pendant une période de quatre mois. Il semble que le potentiel de guérison soit moins favorable dans les cas où les dents ont été basculées labialement et où la perte osseuse s'est effectuée en région marginale (déhiscence). Batenhorst *et al.*²⁸ note une plus longue attache épithéliale une fois les dents revenues en position initiale, en raison du manque de compensation osseuse. Engelking et Zachrisson⁹⁰ ont cependant démontré qu'une certaine réapposition osseuse peut survenir en direction coronaire, même après un mouvement extrême de bascule labiale des incisives inférieures accompagné de déhiscence osseuse et de récession gingivale.

2.6.2.3 EPRO et parodontie

Plusieurs études ont été effectuées pour évaluer les effets parodontaux d'une EPO. Le protocole de prise de mesures y est très variable, et aucune d'entre elles ne semble présenter un protocole clinique et radiologique complet : mesures cliniques^{120,129,257}, mesures radiologiques^{104,257,263}, mesures sur modèles et/ou photos^{27,57,130}. Seules deux études publiées utilisent la tomographie^{103,263}, dont les images en trois dimensions permettent une meilleure évaluation quantitative des changements osseux^{29,192,269}. Certaines études ont évalué les effets parodontaux de l'EPO chez des sujets adultes^{27,129}, quelques-unes ont comparé les effets chez des sujets enfants et adultes¹³⁰, alors qu'une

seule a comparé ses effets avec ceux d'une EPRAC⁵⁷. De façon générale, une EPL entraîne peu ou pas d'effets sur le parodonte, alors qu'un EPRO peut entraîner une certaine perte d'attache. Certains facteurs ont montré une plus grande corrélation avec les changements parodontaux observés : âge, épaisseur initiale de l'os buccal, et la quantité d'expansion.²⁶³ Une perte d'attache plus substantielle peut donc être anticipée chez un adulte que chez un individu en croissance.⁵⁶ Les grandes lignes de certaines des études publiées sont décrites ci-dessous.

Greenbaum et Zachrisson¹²⁰ ont comparé les effets d'une EPRO et d'une EPL sur les tissus parodontaux de 61 patients. Les mesures suivantes ont été prises cliniquement au niveau des premières molaires : hauteur de l'os alvéolaire, niveau d'attache, profondeur des poches, largeur de gencive kératinisée, facilité de saignement au sondage. Les résultats ont démontré des différences minimales entre les groupes traités et les groupes contrôles et aucune différence n'a un impact clinique significatif. Les patients ayant eu une EPRO ont présenté une perte d'attache moyenne de 0,5 mm.

Une étude intéressante publiée en 2006 par Garib *et al.*¹⁰⁴ présente les effets parodontaux d'une EPRO, en comparant deux types d'appareils, le Haas et le Hyrax. Il s'agit de la première étude de ce genre à utiliser la TDM. Aucun protocole clinique n'est décrit, mis à part la mention qu'aucune récession n'était présente initialement. L'échantillon ne contient que huit patients et ceci est expliqué par des raisons éthiques. L'EPRO entraîne une augmentation de l'épaisseur de la crête osseuse linguale et une diminution de l'épaisseur de la crête osseuse buccale. Cette diminution est plus marquée au niveau des dents d'ancrage, surtout quand l'os était initialement mince.

Finalement, la plus récente étude publiée sur le sujet utilise la TVFC. Rungcharassaeng *et al.*²⁶³ y identifie les facteurs affectant les changements de l'os buccal des dents maxillaires postérieures lors d'une EPRO. Trente patients ont subi une EPRO à l'aide d'un appareil de type Hyrax sur bagues, et ont été évalués initialement et trois mois après la fin de la période d'activation. Les mesures suivantes ont été effectuées au niveau des prémolaires et des premières molaires : distance inter-dentaire, angle inter-dentaire, épaisseur de la crête osseuse buccale, niveau de l'os marginal. Aucune évaluation

parodontale clinique n'est rapportée. Les facteurs présentant une corrélation significative avec les changements au niveau de l'os buccal et le changement dans l'inclinaison des dents sont l'âge, l'épaisseur initiale de l'os buccal et le montant total d'expansion effectué. Le taux d'activation et la durée de la contention n'ont pas montré d'association significative.

Expansion palatine chez l'adulte

Bassarelli *et al.*²⁷ ont comparé les changements observés au niveau de la couronne clinique chez des sujets adultes où il y a eu expansion d'arcade lente (2,4-3,4 mm chez les hommes et 1,8-2,5 mm chez les femmes). Les mesures ont été prises sur des modèles d'étude. Aucune augmentation significative de la hauteur de couronne clinique buccale n'a été identifiée. Une corrélation existe entre la quantité de bascule observée et la quantité d'expansion effectuée.

Handelman a publié deux articles dans lesquels les effets parodontaux d'une EPRO chez l'adulte sont discutés. Dans le premier¹²⁹, selon une évaluation clinique, l'incidence de récession gingivale n'atteint pas un seuil statistiquement significatif. Dans le second¹³⁰, 47 adultes et 47 enfants ont subi une EPRO (expansion moyenne molaire de 4,6 mm pour le groupe adulte). Les mesures ont été prises sur des modèles d'étude, initialement, à la fin du traitement orthodontique et à la fin de la période de contention. Chez les sujets adultes, les molaires ont basculé buccalement de trois degrés de plus que les sujets enfants, et seules les femmes ont présenté une perte d'attache buccale plus importante (0,6 mm) statistiquement significative. À plus de 10 ans de suivi, seul 0,5-0,6 mm d'augmentation de la hauteur de couronne clinique n'a été notée, comparativement à 0,4-0,5 mm à la mandibule. Handelman conclut que, contrairement à ce qui est suggéré par plusieurs auteurs dont Vanarsdall^{119,312,313}, la dentition maxillaire postérieure subit une translation avec l'os alvéolaire et non au-travers de l'os alvéolaire et donc que l'EPRO conventionnelle a peu ou pas d'impact néfaste parodontal chez les adultes.

Études histologiques

Quelques études histologiques ont été effectuées pour évaluer les changements au niveau du LPD suivant une EPRO. Les surfaces radiculaires des dents d'ancrage présentent des

zones de résorption, mais également des surfaces de réparation évidentes.^{170,213,214,302,305} Langford et Sims¹⁷⁰ ont, quant à eux, pu démontrer ces mêmes observations histologiques chez l'humain, en plus d'un réattachement des fibres du LPD dans le ciment cellulaire de réparation.

2.6.2.4 EPRAC et parodontie

Bien que parmi les complications possibles rapportées pour une EPRAC, sont inclus les défauts parodontaux, la mobilité dentaire, la récession gingivale et même la perte des dents, cette intervention est considérée pour avoir peu ou pas d'effets sur le parodonte et est préconisée comme approche de traitement. Cependant, peu d'études ont été effectuées pour quantifier ses effets, soit celles de Carmen *et al.* et de Ramieri *et al.*, toutes deux décrites ci-dessous. De façon générale, il est plausible de penser que l'assistance chirurgicale permet de diminuer l'impact de la force appliquée sur les dents d'ancrage et donc devrait engendrer moins d'effets néfastes sur le parodonte qu'une EPRO faite chez un adulte.⁹⁴

Carmen *et al.*⁵⁷ compare les effets parodontaux de l'EPRO et de l'EPRAC, chez des sujets adultes (femmes de plus de 15 ans et hommes de plus de 18 ans) et enfants. Le groupe ayant subi la chirurgie sous anesthésie locale comporte 17 adultes et 18 enfants, et le groupe ayant eu une EPRO conventionnelle compte 7 adultes et 19 enfants. Seule la hauteur coronaire a été mesurée sur modèles et photos, initialement et après l'expansion et l'alignement orthodontique. Aucune radiographie n'est incluse dans le protocole. Dans les groupes d'EPRO, la récession gingivale sur les dents postérieures (prémolaires, molaires) était deux fois plus élevée pour le groupe d'EPRAC. Peu de détails sont donnés sur le protocole et les résultats ne font aucune distinction entre les groupes adultes et enfants en fonction du traitement chirurgical ou non. Également, aucun détail n'est donné sur la quantité de récession gingivale observée, ni sa localisation.

Ramieri²⁵⁷ rapporte les effets parodontaux cliniques et radiologiques d'une EPRAC à l'aide d'un distracteur à ancrage osseux, observés chez 29 sujets adultes. Des radiographies conventionnelles et les mesures cliniques suivantes ont été prises

initialement, à la fin de l'expansion, et un an post-opératoire : mobilité, sondage et récession gingivale. Certains effets néfastes sur le parodonte ont été documentés, mais non quantifiés. Ces effets impliquent le plus souvent les incisives centrales, dents près du trait d'ostéotomie. L'auteur suggère cependant que ces effets sont moins importants que pour une expansion avec ancrage dentaire.

Domages aux incisives

Parmi les différents écrits scientifiques sur l'EPRAC, très peu d'information s'y retrouve sur les complications pouvant survenir au niveau des incisives centrales maxillaires. Les complications possibles incluent : défauts osseux, mobilité dentaire, récession gingivale, perte de vitalité, résorption radiculaire externe, perte de la dent et paresthésie de la gencive. La gencive y est plus susceptible au détachement en raison de sa configuration, spécialement en présence d'une fracture asymétrique. Si un détachement de l'attache survient, l'épithélium sulculaire va migrer apicalement et ceci risque d'entraîner un défaut osseux sur la surface mésiale. Cureton et Cuenin⁷⁶ suggère une cédule d'activation de l'appareil d'expansion selon la guérison de la gencive interproximale et la symétrie de la fracture.

Quand deux dents sont séparées l'une de l'autre de façon orthodontique, des changements sont observés au niveau de la gencive inter-proximale. Atherton¹⁴ a décrit en 1970 le décollement de l'attache épithéliale formant une dépression gingivale rouge de forme triangulaire adjacente à la surface dentaire opposée au mouvement et apicale au niveau épithélial. Ce triangle rouge (figure 26) semble provenir de l'épithélium réduit de l'émail, décollé de la surface dentaire. L'apparence est variable et les changements observés le sont pour une courte période.



Figure 26 : Triangles d'Atherton

Seule l'étude de Carmen *et al.*⁵⁷, décrite précédemment, fait mention des changements observés au niveau de la papille inter-dentaire. Six des 35 sujets ayant subi une EPRAC ont perdu la papille inter-dentaire entre les incisives centrales pendant la période d'expansion, mais l'alignement a permis la formation d'une nouvelle papille.

2.7 Problématique

L'EPRAC est une option de traitement privilégiée chez les patients ayant atteint la maturité squelettique et présentant une déficience transverse du maxillaire. Plusieurs avantages lui sont attribués dont l'absence d'effets néfastes sur le parodonte. Cependant, aucune étude avec protocole complet d'évaluation clinique et radiologique n'a été faite à ce jour pour évaluer et quantifier ses effets réels sur le parodonte.

Les forces délivrées par l'appareil d'expansion produisent des zones de compression dans le ligament parodontal pouvant éventuellement conduire à une résorption de l'os alvéolaire et à de possibles changements dans le niveau d'attache. Certaines recherches ont d'ailleurs établi des corrélations importantes entre le mouvement buccal des dents et le développement de déhiscences osseuses chez les animaux. Quelques études ont été effectuées à ce jour pour évaluer les effets parodontaux d'une expansion palatine rapide, et peu d'informations existe concernant l'EPRAC.

2.7.1 But et hypothèse de recherche

L'objectif de cette étude prospective clinique était d'évaluer les effets parodontaux d'une EPRAC sur les dents maxillaires postérieures, les canines et les incisives centrales, selon une évaluation clinique complète et une évaluation radiologique à l'aide de la TDMFC.

L'hypothèse de recherche était que l'EPRAC n'entraîne pas d'effets néfastes sur le parodonte.

Méthodologie

Chapitre 3. Méthodologie

3.1 Type d'étude

Ce projet de recherche est une étude prospective clinique et comparative, où le sujet sert de contrôle à lui-même, c'est-à-dire qu'il est présumé qu'aucun changement au niveau des variables évaluées n'aurait eu lieu entre le début et la fin du protocole de recherche en l'absence d'intervention.

3.2 Comité d'éthique

Ce projet multidisciplinaire se fait avec la participation de l'équipe de Dr Gilles Lavigne de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal, tous les patients subissant une évaluation polysomnographique complète dans un laboratoire de sommeil. Il fait partie de l'étude intitulée *Électrophysiologie et pharmacologie du bruxisme nocturne et les relations douleur sommeil : étude sur le bruxisme au cours du sommeil – version orthodontie* approuvée par le Comité d'éthique de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal et se fait conjointement au projet de Dr Normand Bach intitulé *Effets de l'EPRAC sur les voies respiratoires analysés au laboratoire du sommeil chez de jeunes adultes* (voir l'annexe I pour une copie du certificat d'éthique).

3.3 Échantillon

3.3.1 Critères d'inclusion

- Déficience transverse sévère du maxillaire (plus de 7 mm)
- Maturité squelettique avancée, telle que déterminée à l'aide de :
 - o Âge chronologique
 - o Maturation des vertèbres cervicales
 - o Pic de croissance

- Aucune dent absente ou incluse au maxillaire
- Bonne santé générale
- Bonne santé parodontale
- Bonne hygiène dentaire
- Non fumeur
- Acceptation et signature du protocole de recherche
- Accord avec les autres règlements de la clinique d'orthodontie majeure de l'Université de Montréal

3.3.2 Critères d'exclusion

- Problème de santé représentant une contre-indication à la chirurgie
- Contre-indication notée lors de l'examen chez l'oto-rhino-laryngologiste

3.3.3 Recrutement des sujets

Les patients remplissent d'abord un formulaire d'admission pour un traitement d'orthodontie majeure à la Faculté de médecine dentaire de l'Université de Montréal. Le recrutement se fait parmi ceux-ci lors des cliniques de choix organisées par la section. Dre Athena Papadakis, orthodontiste, professeure agrégée au département de santé buccale de l'Université de Montréal et responsable des cliniques de choix, y sélectionne les patients pour le département de façon générale et également ceux répondant aux différents critères d'inclusion et d'exclusion décrits ci-dessous pour le projet de recherche.

Ceux-ci sont donc ensuite rencontrés par la résidente responsable du projet de recherche pour une séance d'information sur le projet. Lors de ce rendez-vous, cette dernière leur transmet un document d'information spécifique au projet, de même que le formulaire de consentement du Centre d'étude du sommeil et des rythmes biologiques de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal (voir l'annexe II pour une copie du document d'information remis aux sujets et l'annexe III pour une copie du formulaire de consentement). Les patients sont alors dirigés chez un spécialiste en chirurgie buccale et maxillofaciale, Dr

Nimaat Pertick, pour un rendez-vous de consultation où des informations, telles que les risques et complications, leur sont données sur l'EPRAC, de même que sur l'extraction des dents de sagesse et toute autre chirurgie orthognathique lorsque ces interventions sont indiquées.

Une fois bien informés, et par la résidente et par le chirurgien, les patients sont aptes à prendre une décision éclairée. Un rendez-vous est fixé pour une période de questions et la signature du consentement. Les patients ayant atteint la majorité peuvent consentir d'eux-mêmes au projet alors que les patients mineurs doivent être accompagnés par un parent ou tuteur lors de cette rencontre.

3.3.4 Caractéristiques de l'échantillon

L'échantillon est constitué de 14 patients, dont 5 hommes et 9 femmes. L'âge moyen des patients au moment de la chirurgie est 23,0 ans \pm 1,9, variant de 16 ans 4 mois à 39 ans 7 mois.

3.4 Protocole clinique

3.4.1 Séquence de rendez-vous

La majorité des rendez-vous pour les sujets de l'étude ont lieu durant les trois temps où les différentes évaluations sont effectuées :

- T0 : avant l'EPRAC
- T1 : six mois après la fin de l'expansion
- T2 : un an après la fin de l'expansion

Le suivi des patients se déroule comme suit:

- Deux rendez-vous initiaux : évaluation, explication du projet, consentement
- Deux rendez-vous de préparation à la chirurgie et confection de l'appareil d'expansion

- Trois à cinq rendez-vous de suivi immédiatement après la chirurgie
- Un rendez-vous de suivi trois mois après la fin de l'expansion
- Deux rendez-vous de suivi six mois après la fin de l'expansion
- Un rendez-vous de suivi un an après la fin de l'expansion
- Par la suite, la réévaluation habituelle est accomplie afin de poursuivre les traitements orthodontiques.

Tout au long des différents rendez-vous, le patient est amené à :

- consulter son dentiste pour le suivi régulier ;
- consulter le chirurgien avant la chirurgie, pour la chirurgie, et en contrôle ;
- consulter un ORL pour s'assurer de l'absence de problèmes ou de pathologies au niveau des voies respiratoires ;
- se rendre à une clinique de radiologie maxillo-faciale avant la chirurgie, six mois après la chirurgie et un an après la chirurgie ;
- se rendre au laboratoire du sommeil de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal – deux nuits avant l'EPRAC et deux nuits six mois après la fin de l'expansion.

Une description détaillée des rendez-vous se trouve à l'annexe IV.

3.4.2 Appareils utilisés

L'appareil utilisé est de type Hyrax, avec recouvrement occlusal d'acrylique sur les prémolaires et premières molaires supérieures et vis d'expansion de 12 mm (figure 27). Une extension métallique est ajoutée à l'occlusal des deuxièmes molaires afin de prévenir leur extrusion. Tous les appareils ont été confectionnés au laboratoire dentaire Orthoclic (Terrebonne, Québec).

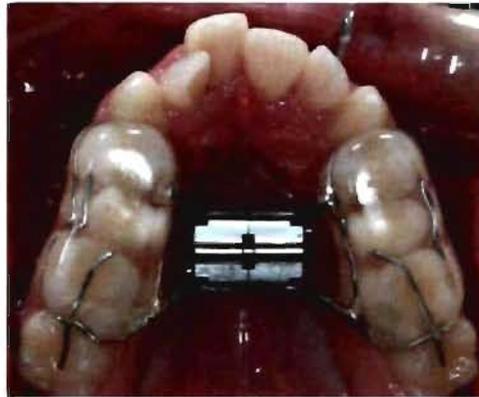


Figure 27 : Appareil d'expansion de type Hyrax utilisé dans le projet

La mise en bouche de l'appareil se fait une à deux semaines avant la date prévue pour la chirurgie. Un essayage et un ajustement occlusal sont d'abord effectués pour s'assurer de la bonne insertion et rétention de l'appareil ainsi que de l'obtention d'au moins deux contacts bilatéraux sur les plaques d'acrylique. La surface interne de l'acrylique est poncée à l'aide d'un jet de sable, puis des écarteurs à lèvres de type Nola et des cotons absorbants de type Dry Angle sont mis en place dans la bouche du patient. Les surfaces buccales et palatines des prémolaires et de la première molaire supérieure ainsi que la surface mésiale des premières prémolaires et distale de la première molaire des deux quadrants sont mordancées à l'acide phosphorique 37,5 % pour une période de 20-30 secondes selon les recommandations du fabricant. Ensuite, l'acide est d'abord aspiré, puis les dents sont rincées à l'eau pour une période de 20 secondes. Les dents sont asséchées et le champ est maintenu sec jusqu'à l'application du produit A en couche généreuse de l'adhésif autopolymérisant Sondhi A + B (3M Unitek, Monrovia, Californie, États-Unis). Une couche généreuse de produit B est appliquée dans la surface interne de l'appareil suivant les recommandations du fabricant, avant d'insérer celui-ci en bouche. L'appareil est ainsi maintenu en place par une pression constante pour une période de deux minutes. La bouche du patient est finalement généreusement rincée à l'eau, tout en prenant soin d'empêcher le patient de mordre sur l'appareil d'expansion. Après 5 minutes, l'occlusion est vérifiée et ajustée au besoin afin d'assurer des contacts bilatéraux en relation centrée. Des instructions d'hygiène et d'entretien de l'appareil, de même que des précautions sont données. Il est recommandé au patient d'utiliser un rince-bouche fluoré tel que Fluorince (Oral B) une fois par jour.

Quatre mois suivant l'arrêt de l'expansion, le premier appareil est retiré et une prise d'empreinte en alginate est effectuée pour la confection d'un second appareil de type Hawley (figure 28), c'est-à-dire une plaque palatine en acrylique et deux crochets de type Adams sur les premières molaires supérieures. Cet appareil est porté par le patient pour les derniers huit mois de la période de contention. Le port doit être continu durant cette période.

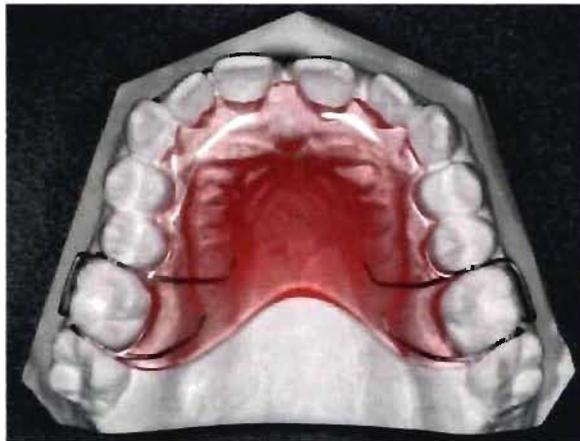


Figure 28 : Appareil de contention de type Hawley

3.4.3 Protocole chirurgical

Toutes les chirurgies d'EPRAC ont été effectuées par le même chirurgien buccal et maxillo-facial, Dr Nimaat Pertick, selon le même protocole. Ce dernier incluait tous les mêmes traits de coupe qu'une ostéotomie LeFort I, incluant le relâchement de la jonction ptérygo-maxillaire. Voici le protocole chirurgical pour l'un des patients inclus dans la présente étude (voir l'annexe V pour une copie intégrale de celui-ci):

« Sous anesthésie générale par intubation nasotrachéale, la patiente est en décubitus dorsal. La région cervico-faciale est badigeonnée et drapée. Tout d'abord, de la xylocaïne 1 % avec épinéphrine 1/100,000 est infiltrée au niveau du vestibule buccal pour un total d'environ 10 cm³. Une compresse mouillée est insérée dans l'oropharynx, formant ainsi un barrage mécanique durant l'intervention.

Une incision circum-vestibulaire est pratiquée de la dent 1.5 à la dent 2.5 à 1 cm de la jonction muco-gingivale. Ensuite, un lambeau de pleine épaisseur est soulevé et la paroi antérieure du sinus maxillaire est exposée. Ensuite, les muqueuses nasales, du plancher et des parois septales et latérales des fosses nasales sont disséquées. La région postérieure du maxillaire est exposée jusqu'à la jonction ptérygo-maxillaire. Des rétracteurs sont insérés au niveau des muqueuses nasales et de la région ptérygo-maxillaire.

Un trait d'ostéotomie LeFort I est pratiqué à environ 5 mm des apex des dents du maxillaire. Ensuite un trait de fraise à fissure large est pratiqué afin d'élargir le trait d'ostéotomie initial. Un ostéotome à paroi inter-sinuso-nasale est utilisé pour séparer cette jonction. La même procédure est pratiquée au niveau de l'autre héli-maxillaire. Un ostéotome de type Ballenger est utilisé pour disjoindre le septum du plancher nasal. Ensuite un ostéotome de Tessier est utilisé pour disjoindre la région ptérygo-maxillaire bilatéralement. L'appareil d'expansion palatine est activé jusqu'à douze activations et la disjonction de la suture intermaxillaire entre les dents 1.1 et 2.1 est effectuée à l'aide d'un ostéotome-spatule. Lorsque les héli-maxillaires sont bien mobilisés, un recul est fait au niveau de la vis d'expansion pour ne garder que cinq activations, soit 1,25 mm.

Les sites d'ostéotomie sont irrigués de façon profuse. La fermeture est ensuite débutée de la base nasale à l'aide d'un fil Vicryl 3-0 pour réapproximer les muscles labio-narinaires. Lorsque la bonne largeur internarinaire est confirmée, l'approche circum-vestibulaire est tout d'abord débutée au niveau de la région subnasale en fermeture «VY» à l'aide d'un fil de type chromique 3-0. L'approche circum-vestibulaire est ensuite suturée à l'aide d'une suture continue de fil chromique 3-0. La cavité buccale est irriguée de façon profuse et ensuite suctionnée. La compresse oropharyngée est retirée et une succion est faite au niveau de l'oropharynx. »

3.4.4 Parodontie

Un examen clinique parodontal est effectué par Dr René Voyer, parodontiste et professeur agrégé au département de santé buccale de l'Université de Montréal, pour chacun des patients aux temps T0 et T1. Deux examens espacés de deux semaines ont

lieu à T0; le deuxième, désignée T0(E2), sert à permettre l'évaluation de la fiabilité intra-examineur. Une charte parodontale préparée spécialement pour le projet est complétée (voir l'annexe VI pour une copie de cette charte).

Les différentes mesures que sont le sondage, le niveau de la JEC, la largeur du tissu kératinisé et la quantité de récession sont notées pour chacune des surfaces distale, franc buccal ou lingual et mésiale des dents maxillaires supérieures, à l'exception des incisives latérales ainsi que des dents mandibulaires 3.3 à 3.7. Sont également évaluées les atteintes de furcation, la mobilité, la présence ou l'absence de papilles interdentaires et de contacts ouverts. Si jugé nécessaire, des commentaires sont ajoutés sur la qualité de l'hygiène du patient et sur certaines observations telles la présence d'hyperplasie gingivale, la présence et l'extraction des dents de sagesse. Une sonde de type UNC-15 est utilisée pour effectuer tous les sondages parodontaux.

Sur la charte parodontale, chacun des patients est nommé par son numéro attribué pour le projet, soit un chiffre de 1 à 14. La date et le numéro de l'évaluation parodontale (1, 2, 3, 4) y sont aussi indiqués.

3.4.5 Imagerie

Les sujets subissent une évaluation par TVFC à T0, T1 et T2. Les examens tomodynamométriques sont effectués selon un protocole standardisé dans un centre d'imagerie buccale et maxillo-faciale privé (Maxillo-Facial 3D du Grand Montréal) par Dre Manon Paquette, radiologiste buccale et maxillo-faciale. L'appareil utilisé est le i-CAT (Imaging Sciences International, Hatfield, Pennsylvanie, États-Unis) avec un champ de visualisation de 22 cm (champ élargi), un temps d'acquisition de 40 secondes et une taille de voxels de 0,2 mm (figure 29). Lors de l'acquisition des images, les sujets sont assis avec leur tête stabilisée, leurs dents en position d'intercuspitation maximale et leur plan occlusal parallèle au plancher.

L'utilisation de volumes obtenus à l'aide de TVFC permet d'obtenir des coupes de haute résolution sans déformation ni magnification dans n'importe quelle orientation et selon

plusieurs types de reconstruction, ce qui permet ainsi d'obtenir des mesures très précises, même pour des paramètres qui seraient difficiles, voire impossibles, à évaluer à l'aide de techniques radiologiques traditionnelles. Par ailleurs, la TVFC emploie des doses de radiation modérées permettant des évaluations à quelques mois d'intervalle sans risque significatif au patient.

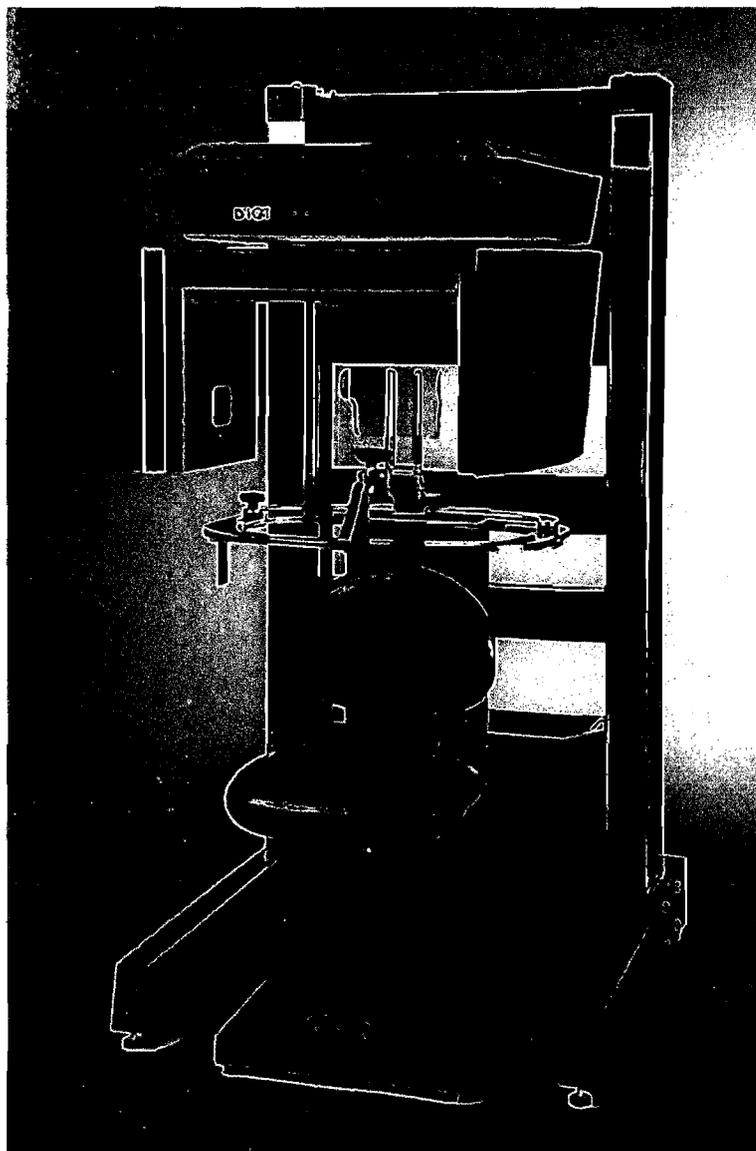


Figure 29 : Appareil i-CAT de la compagnie Imaging Sciences

3.4.6 Oto-rhino-laryngologie

Le patient est amené à consulter un médecin spécialiste en oto-rhino-laryngologie, Dr François Lavigne. Ce dernier effectue un examen clinique des voies aériennes supérieures et fournit ensuite un rapport de consultation avec ses observations, comme par exemple la présence d'une déviation du septum nasal ou de congestion nasale.

3.4.7 Laboratoire de sommeil

Le patient se présente au laboratoire de sommeil de l'Hôpital du Sacré-Cœur pour quatre nuits, soit deux nuits avant la mise en bouche de l'appareil et la chirurgie, et deux nuits six mois après la chirurgie (figure 30). L'examen polysomnographique inclut : électro-encéphalogramme, électro-cardiogramme, électro-oculogramme, électro-myogramme, flot oro-nasal, effort respiratoire thoracique et abdominal, oxymètre et pulsomètre, bruits des ronflements, vidéo du patient.

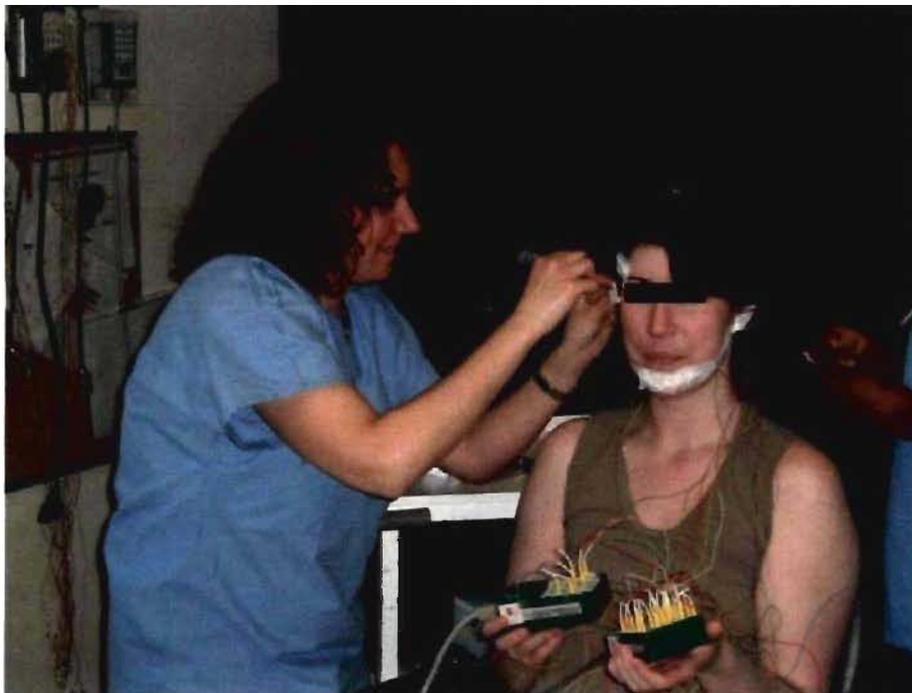


Figure 30 : Préparation au laboratoire du sommeil de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal

3.4.8 Dossier du patient

Le dossier de chacun des patients participant au projet de recherche inclut :

- Examen orthodontique complet, tel que complété à la Section d'orthodontie de la Faculté de médecine dentaire de l'Université de Montréal
- Formulaire de consentement du Centre d'étude du sommeil et des rythmes biologiques de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal
- Photographies à T0, T1 et T2 (figure 31) :
 - o Extra-orales : vues frontales (repos et sourire) et vue de profil
 - o Intra-orales : vue frontale en occlusion centrée, vue latérale droite, vue latérale gauche, vue occlusale supérieure, vue occlusale inférieure
- Modèles d'étude à T0, T1 et T2
- Dossier de radiologie à T0, T1 et T2
- Charte parodontale modifiée à T0, T0(E2), T1 et T2
- Lettres de correspondance avec le dentiste traitant et les divers spécialistes
- Rapport de consultation de l'oto-rhino-laryngologiste

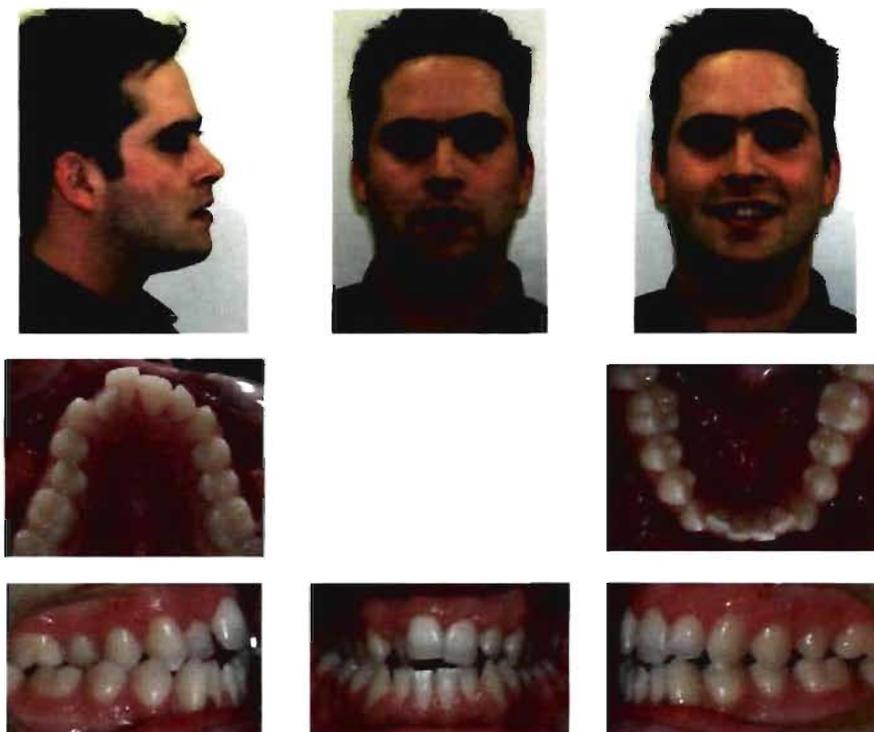


Figure 31 : Photographies d'un patient à T0

3.5 Protocole de prise de mesures

3.5.1 Prise de mesures radiologiques

Le programme Dolphin 3D, version 10.5 (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, Californie, États-Unis) est utilisé pour la reconstruction des volumes à partir des fichiers DICOM acquis suite aux examens de TVFC et pour la prise de mesures radiologiques obtenues à T0 et T1. La saisie des données sur chaque volume est effectuée par le même opérateur, Dr Olivier Quintin, qui n'a aucun contact avec les sujets pendant toute la durée de l'étude. Une saisie additionnelle est effectuée après un mois sur dix volumes afin de permettre l'évaluation de la fiabilité intra-examineur. Toutes les mesures sont prises directement avec le logiciel Dolphin 3D à l'aide de l'outil à cet effet.

Quarante paramètres sont évalués à l'aide d'imagerie :

- Épaisseur de l'os alvéolaire buccal et palatin (au niveau des canines, prémolaires ainsi que des premières et deuxièmes molaires supérieures)
- Hauteur de la crête osseuse buccale (au niveau des canines, prémolaires ainsi que des premières et deuxièmes molaires supérieures)
- Hauteur de la crête osseuse interproximale (entre les incisives centrales supérieures)

Le volume est orienté de manière à ce que le plan occlusal soit à plat, puis une reconstruction planaire courbe ayant comme trajet le centre des dents maxillaires en vue axiale (donnant une vue similaire à une radiographie panoramique) est exécutée. Une reconstruction transplanaire en série est ensuite réalisée sur cette reconstruction courbe, ce qui fournit des tranches orthogonales espacées de 0,5 mm (figure 32). Après coup, les mesures d'épaisseur d'os alvéolaire et de hauteur de crête osseuse buccale sont effectuées sur les tranches correspondant au milieu de chaque racine. Pour ce qui est de l'évaluation de la hauteur de la crête osseuse interproximale entre les incisives centrales, elle est pratiquée sur une coupe coronale standard orientée selon l'axe long de la dent évaluée.

Chaque mesure d'épaisseur osseuse représente la distance entre la surface radiculaire et la surface externe de l'os alvéolaire et est prise à un niveau 2 mm supérieur à la furcation de la dent 1.6, parallèlement au plan occlusal (figure 33). Pour sa part, chaque mesure de hauteur de crête osseuse représente la distance entre la pointe de la cuspidé et le sommet de la crête alvéolaire, évaluée parallèlement à l'axe long de la dent sur la coupe (figure 34).

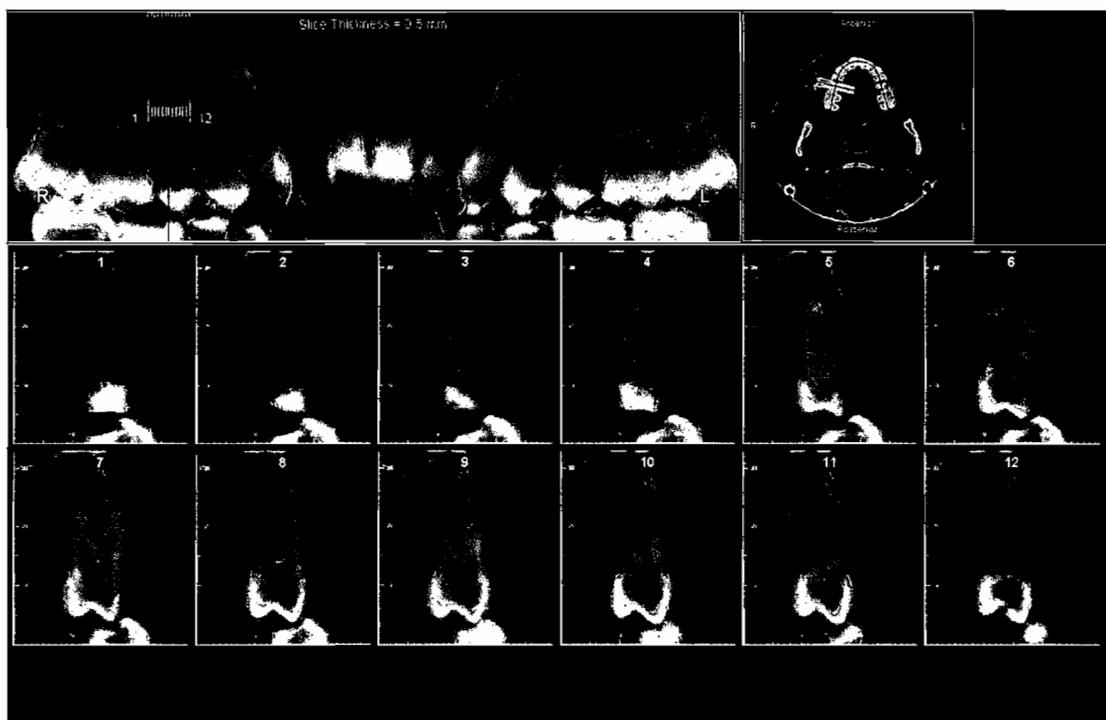


Figure 32 : Reconstruction planaire courbe et reconstruction transplanaire en série servant à la prise des mesures radiologiques

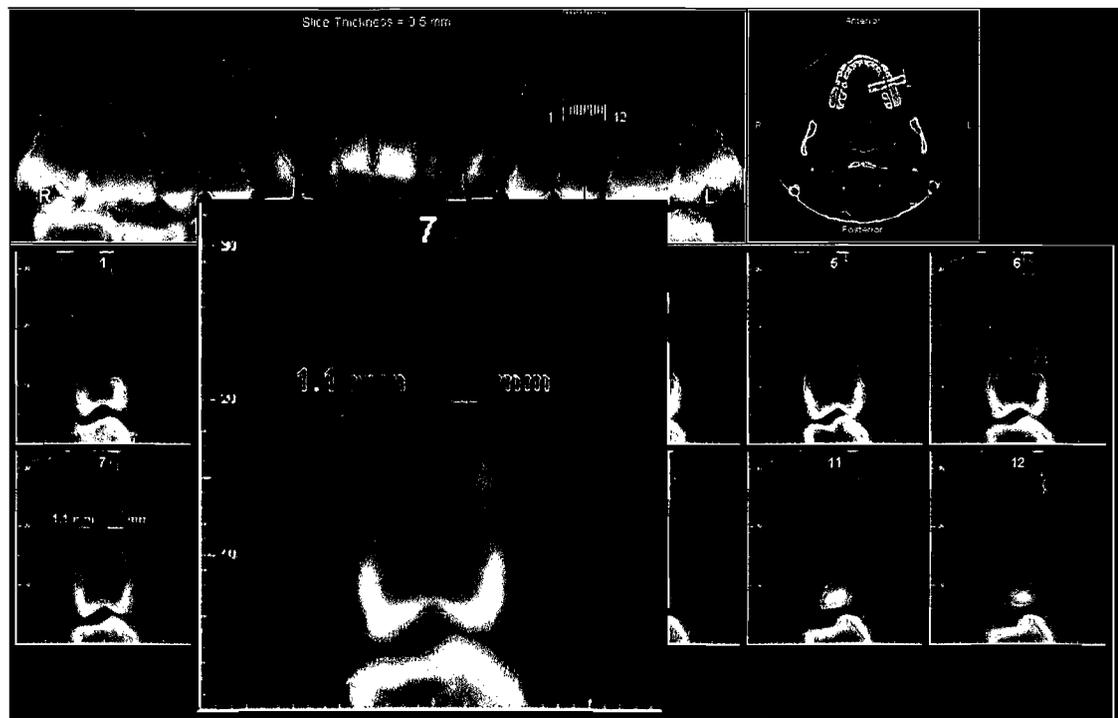


Figure 33 : Mesure d'épaisseur alvéolaire buccale et palatine

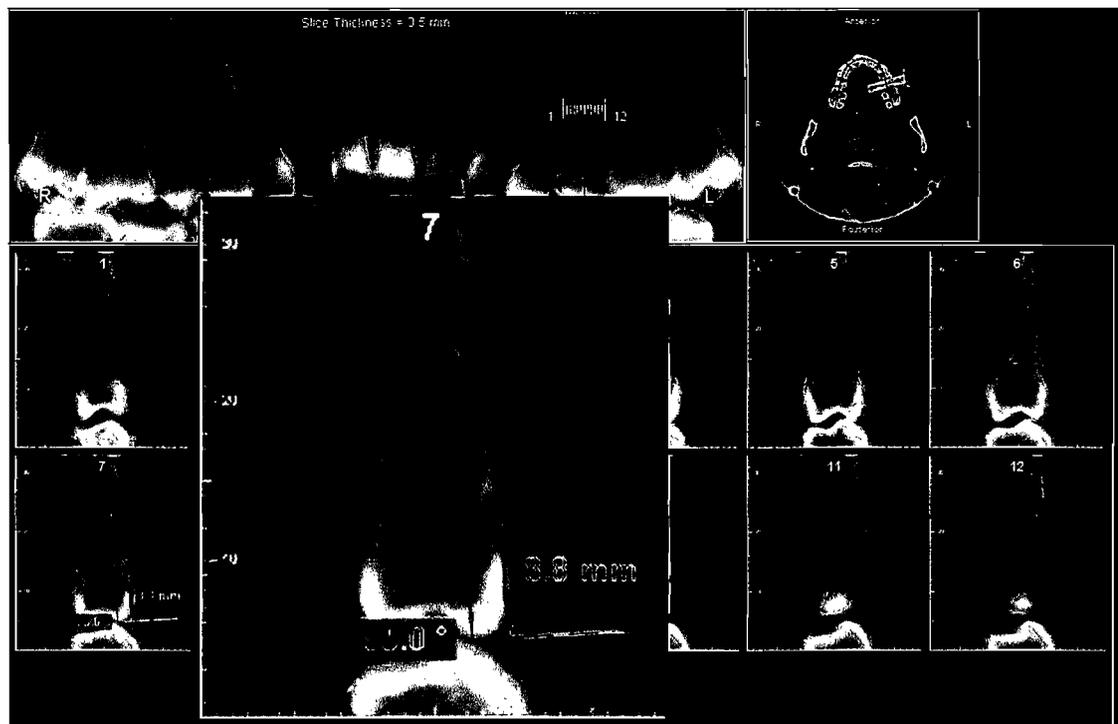


Figure 34 : Mesure de hauteur de crête osseuse

3.5.2 Prise de mesures sur modèles et appareils

Quelques mesures sont effectuées à l'aide d'un pied à coulisse électronique (Orthopli, Philadelphie, Pennsylvanie, États-Unis). La plupart de celles-ci sont prises sur les modèles dentaires obtenus à T0 et T1, mais l'ouverture de la vis des appareils d'expansion, une fois ceux-ci retirés de la bouche des sujets, est aussi évaluée de cette manière (figure 35). Une prise de mesures additionnelle sur tous les modèles est effectuée après un mois afin de permettre l'évaluation de la fiabilité intra-examineur. Ces manipulations sont toutes exécutées par la même opératrice, Dr Audrey Drapeau, qui n'a aucun contact avec les sujets pendant l'étude.



Figure 35 : Mesure des distances intercanine (A), intermolaire (fosses centrales) (B) et intermolaire (sillons linguaux) (C) ainsi que de l'ouverture de la vis de l'appareil d'expansion (D)

Six paramètres sont évalués de cette manière :

- Modèle : Distance entre les pointes de cuspide des canines maxillaires (distance intercanine)
- Modèle : Distance entre les pointes de cuspide palatine des premières prémolaires maxillaires
- Modèle : Distance entre les pointes de cuspide palatine des deuxièmes prémolaires maxillaires
- Modèle : Distance entre les fosses centrales des premières molaires maxillaires (distance intermolaire)
- Modèle : Distance entre le point le plus gingival des sillons linguaux des premières molaires maxillaires (distance intermolaire)
- Appareil : Distance entre les bords internes du mécanisme (activation de la vis d'expansion)

Article

Chapitre 4. Article

Periodontal Effects of SARPE Using Clinical and Cone Beam Computerized Tomography Evaluations: 6-Month Preliminary Results.

Gauthier, Chantal, DMD

Papadakis, Athena, BDS (Hons), FDS RCS (Eng), M.Sc., FRCD(C)

Voyer, René, DMD, M.Sc., FRCD(C), Diplomate, American Board of Periodontology

Paquette, Manon, M.Sc., DMD, M.S.

Rompré, Pierre, M.Sc.

*From the Section d'orthodontie, Faculté de médecine dentaire, Université de Montréal,
Montréal (Québec), Canada*

Address for correspondence :

Dr. Chantal Gauthier

Faculté de médecine dentaire

Université de Montréal

C.P.6128, Succursale Centre-ville

Montréal (Québec), H3C 3J7

Canada

[information retirée / information
withdrawn]

[information retirée / information
withdrawn]

E-mail : [information retirée / information withdrawn]

ABSTRACT

Transverse maxillary deficiency is frequently observed in patients who seek orthodontic treatment. In skeletally mature patients, transverse maxillary deficiency can be treated with surgically assisted rapid palatal expansion (SARPE). Forces delivered by the expander produce areas of compression in the periodontal ligament, which could lead to alveolar bone resorption and possible changes in the attachment level. The aim of this prospective clinical study was to evaluate the periodontal effects of SARPE, by means of a complete clinical evaluation and Cone Beam Computerized Tomography (CBCT) evaluation. **Methods.** The sample included 14 patients (5 males, 9 females), with a mean age of 23.0 ± 1.9 years (range: 16 y. 4 to 39 y. 7). All patients were treated using a bonded Hyrax-type expander and the mean expansion was 9.82 mm (7.5 - 12.0 mm). All patients had a one-year retention period. CBCTs were taken and periodontal charts completed at each time point: T0 (initial), T1 (6 months post-expansion) and T2 (1 year post-expansion). **Results&Discussion.** SARPE seemed to have little detrimental clinical effects on the periodontium. Radiographic data demonstrated statistically significant changes: a significant decrease in the buccal alveolar bone thickness on most teeth, a significant increase in the palatal alveolar bone thickness on most teeth, a decrease in the buccal alveolar crest level of all canines and posterior teeth, and a tendency towards a decrease in the interproximal alveolar crest level on the mesial aspect of both central incisors. **Conclusions.** SARPE seems to have little detrimental effects on the periodontium clinically. However, radiographic data demonstrated some statistically significant changes, which could eventually have a significant clinical impact on the periodontium.

KEY WORDS

surgically assisted rapid palatal expansion (SARPE), periodontal effects, clinical evaluation, cone beam computerized tomography (CBCT)

INTRODUCTION

Transverse maxillary deficiency is frequently observed in patients who seek orthodontic treatment^{77,197} and is often characterized by uni or bilateral cross-bites as well as anterior crowding^{144,197}. There are different treatment approaches, depending on the skeletal maturity^{17,203}, the amount of desired expansion^{39,40,279} and the presence of a concomitant sagittal or vertical problem²⁹².

In skeletally immature patients, rapid orthopaedic palatal expansion (RPE) is a common method of treatment^{127,197}. However, as the patient matures and circummaxillary sutures⁴⁰ offer more and more resistance to expansion, this procedure produces predominantly dentoalveolar expansion^{304,328} and may cause periodontal complications.

In skeletally mature patients, the deficiency can be corrected by segmental LeFort I osteotomy or surgically assisted rapid palatal expansion (SARPE).^{21,39,40,159,279,292,331} When compared to RPE, SARPE is believed to limit the amount of tooth movement from dentoalveolar expansion as it eliminates the sutural resistance to expansion therefore producing little periodontal side effects.^{94,159,294} Nevertheless, forces delivered by the expander still produces areas of compression in the periodontal ligament, which could lead to alveolar bone resorption and possible changes at the attachment level.^{70,120,284,285,324}

Some studies have evaluated periodontal effects of orthopaedic rapid palatal expansion^{104,120,263}, yet limited information exists concerning SARPE^{57,76,257}. The protocols used in past studies have been highly variable: clinical measurements^{120,129,257}, radiographic measurements^{104,257,263}, measurements on models and/or pictures^{27,57,130}. To date, no study has employed complete clinical and three-dimensional radiographic evaluation of posterior teeth as well as central incisors. Only two published studies used tomography^{103,263}, which is known to provide better quantitative three-dimensional images of osseous changes^{29,192,269}. Developed two decades ago, cone beam computerized tomography (CBCT) is a multiplanar imaging technique which allows visualisation of slices as well as three-dimensional reconstructions like medical CT scan

does, with a better resolution and a far lower ionizing radiation dose.^{47,97,153,200,210,269,289,309}

The purpose of this prospective and comparative clinical study was to evaluate the periodontal effects of SARPE, by means of a complete clinical evaluation and a CBCT evaluation. The working hypothesis was that SARPE has no detrimental effect on the periodontium.

MATERIAL AND METHODS

This study was approved by the ethics committee of the *Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal*. The sample included 14 patients (5 males, 9 females), with a mean age of 23.0 y. \pm 1.9 years (range: 16 y. 4 m. to 39 y. 7 m.). Subjects were selected amongst the patients who sought orthodontic treatment at the *Faculté de médecine dentaire, Université de Montréal*. The inclusion criteria were: severe transverse maxillary deficiency (> 7 mm), advanced skeletal maturity, no missing maxillary teeth (except lateral incisors), good general health, good periodontal health, good oral hygiene, non smoker during the study period, acceptance and signature of the consent form. The only exclusion criterion was any health problem that presented a contra-indication to the surgery.

All orthodontic clinical manipulations were performed by CG (resident in orthodontics) and supervised by AP (orthodontist). All patients were treated using a bonded Hyrax-type expander and the mean expansion was 9.82 mm (7.5 - 12.0 mm). All had a one-year retention period (4 months with the Hyrax-type appliance and 8 months with a Hawley-type appliance) before fixed orthodontic treatment began. All surgeries were performed by the same oral and maxillofacial surgeon (NP). The surgery included osteotomies of the lateral walls of the maxilla, midpalatal suture and pterygoid plates, as well as release of the nasal septum.

Three time points were considered: T0 (initial), T1 (6 months post-expansion) and T2 (1 year post-expansion). At this time, only T0 and T1 have been completed for all patients. A periodontal chart was completed at each time point by a periodontist (RV). The collected data included: probing depth, width of keratinized tissue, attachment level using the enamocemental junction, gingival recession, tooth mobility, bleeding on probing and assessment of the furcations.

A CBCT (i-CAT, Imaging Sciences International, Hatfield, PA) was taken at each time point. The Digital Imaging and Communications in Medicine (DICOM) images were assessed with Dolphin 3D software, 10.5 version (Dolphin Imaging and Management Solutions, CA). All measurements were done by a blinded examiner OQ (resident in orthodontics), under the supervision of MP (oral and maxillofacial radiologist). The following parameters were recorded: buccal alveolar bone thickness (BABT) (**Figure 36**), palatal alveolar bone thickness (PABT) (**Figure 37**), buccal alveolar crest level (BACL) (**Figure 38**) and interproximal alveolar crest level (IACL) (**Figure 39**). From an axial section parallel to the occlusal plane (**Figure 40**), a curved planar reconstruction was made in which the imaging plane passed through the center of each maxillary tooth. Then, a serial transplanar reconstruction was made, giving 0.2 mm thick and 0.5 mm spaced orthogonal slices. The three first parameters were evaluated on images which passed through each cusp, from the canine to the second molar on both sides. Palatal and buccal bone thicknesses were measured at a level 2 mm apical to the furcation of the right first molar. The fourth parameter was measured on a coronal slice passing through the long axis of each central incisor.

Statistical analyses

The median, mean and standard deviation of each variable were determined at T0 and T1, as well as for changes between T0 and T1. Dependent *t* tests were calculated to compare all radiographic parameters, as well as the width of the attached gingiva. Wilcoxon tests were used to compare the level of attachment and mobility. All clinical measurements were taken twice with a two-week interval for five teeth at T0 to establish intra-examiner reliability. As for the radiographic measurements, two assessments of each parameter at T0 were taken for the right teeth at least two weeks apart. Both were

expressed as the intra-class correlation coefficient, and it ranged from 0.852 to 1.0000 for clinical measurements and from 0.966 to 0.996 for radiographic measurements. All results were regarded as significant for $p < 0.05$.

RESULTS

Evaluation of clinical data showed no significant change in the attachment levels between T0 and T1. The first molar seemed to present a slight loss in its attachment level at its buccal central aspect which was not statistically significant ($p = 0.0656$). One patient which already had gingival recession on five teeth at T0 showed five new recession sites (0.5 – 1.0 mm) and worsening of the previous recessions of up to 1 mm. Two patients showed gingival recession (1 mm) at T1 on the mesial aspect of the central incisors. Eleven of the fourteen patients lost the interdental papilla between the central incisors. The patients who showed evidence of a papilla at T1 had had a complete spontaneous closure of the interdental space that had been opened during the expansion phase.

The width of attached gingiva showed statistically significant changes for the first molar on the right side and the second molar on both sides. The most significant decrease was observed on the second molar, with a mean of 0.7857 +/- 0.9550 mm ($p = 0.0088$) and 0.9286 +/- 0.7300 mm ($p = 0.0004$) on the right and left side respectively.

There was a statistically significant increase in tooth mobility between T0 and T1 for all teeth, with the exception of the second molars for which mobility changes were not statistically significant. Between T0 and T1, all central incisors had a grade I or grade II mobility according to the Miller Classification⁵⁸, six of the fourteen patients presented with grade II mobility. At T1, many teeth exhibited some mobility, but not more than a grade I mobility.

Radiographic analyses showed a significant decrease in the thickness of the alveolar bone on the buccal aspect (**Table I**) of all premolars and molars and a significant increase on

the palatal aspect (**Table II**) of most canines, premolars and first molars. Second molars showed a slight decrease in the PABT. The most clinically and statistically important changes of BAPT were observed on the distal aspect of the first molars, with a mean of 0.8000 +/- 0.4804 mm ($p = 0.0000$) and 0.8857 +/- 0.5709 mm ($p = 0.0001$) on the right and left sides respectively.

The height of the alveolar bone crest (**Table III**) decreased on the buccal aspect of all canines and posterior teeth, but this decrease was not statistically significant for all teeth. The changes were more considerable clinically and statistically on the mesial aspect of the first molars and on the canines, with means of -3.3071 +/- 4.2767 mm ($p = 0.0126$) and -2.4357 +/- 4.0109 mm ($p = 0.0407$) for the right and left first molars, and -2.7857 +/- 4.5283 mm ($p = 0.0385$) and -2.5000 +/- 3.4034 mm ($p = 0.0166$) for the right and left canines. The height of alveolar bone crest between the central incisors (**Table IV**) decreased as well, but not statistically significantly ($p = 0.0695$ and $p = 0.0590$).

Clinical data for the mandibular teeth (canine to second molar on the left side for all patients) were recorded as controls of periodontal health maintenance. Attachment level, width of attached gingival and mobility showed no statistically significant changes. All p values range from 0.3173 to 1.0000, with the exception of the buccal width of attached gingival of the lower canine ($p = 0.0833$).

Spearman correlations were calculated between changes in the height of alveolar bone and the initial thickness of buccal alveolar bone, the initial width of attached gingiva and the amount of expansion done. Only the amount of expansion showed a statistically significant correlation ($p = 0.0200$).

DISCUSSION

The novelty of this research project lies in the fact that it is the first reported study that has a stringent protocol to evaluate the periodontal effects of SARPE on posterior teeth as well as canines and central incisors, by means of a complete periodontal evaluation

and a three-dimensional evaluation with CBCT. Since SARPE allows palatal expansion after releasing resistance coming from circummaxillary sutures, it is thought to produce little tooth movement, and have little detrimental effects on the periodontium. The results of this present study seem to be partly in agreement with the current beliefs. Few statistically significant clinical changes were observed. However radiographic results showed many statistically significant changes which could eventually have a clinically significant impact on the periodontium.

Periodontal status is of particular interest in orthodontics, especially when it implicates movements involving expansion. Alterations in the thickness of the surrounding bone and gingiva are observed depending on the direction of the orthodontic force. As a tooth is moved buccally, its buccal alveolar bone and its buccal gingiva get thinner, these teeth are then more prone to bone dehiscences and gingival recessions.^{7,32,70,108,119,238,284,285,311,312} Some experimental animal studies have demonstrated dehiscences and fenestrations when teeth or apices of teeth were moved through thin periodontal tissues.^{285,324}

At six months post-expansion, clinical data showed few statistically significant changes. There was no significant change in the attachment level and recession, with a tendency towards an attachment loss on the buccal aspect of the first molars. This is in accordance with the results of recent studies and common clinical observations^{57,94} in which SARPE seems to have few adverse periodontal effects on posterior teeth. This is also in accordance with Greenbaum and Zachrisson¹²⁰ who observed an attachment loss of 0.5mm on first molars following RPE. Most patients did not show any recession sites at T1. In our study, interestingly, one patient which already had gingival recession on five teeth at T0 showed five new recession sites (0.5 – 1.0 mm) and worsening of the previous recessions of up to 1mm. Muller and Eger^{217,218}, and Muller *et al.*²¹⁹ introduced the concept of periodontal biotype, which stipulates that a thin and delicate gingiva might be predisposed to recession following an inflammatory process. There was a statistically significant decrease (0.6786-0.9286 mm) in the width of the attached gingiva for the first molar on the right side and second molars on both sides. As the mucogingival junction does not move throughout life⁵⁸, it is probably related to some attachment loss.

As described by Atherton¹⁴, it was possible to appreciate gingival changes between the central incisors during the expansion period and the opening of the diastema. Most patients in the study lost the interdental papilla between the central incisors between T0 and T1 while the space between these teeth remained open. Carmen *et al.*⁵⁷ reported the same for 6 of their 35 patients, in whom the alignment and the closure of the diastema allowed for new papilla formation. Tarnow *et al.*²⁹⁷ reported that when the measurement from the contact point to the crest of bone was 5 mm or less, the papilla was present almost 100% of the time.

The orthodontic effect of expansion – RPE or SARPE – with a tooth-borne anchorage device seems to be an increase in bone thickness on the palatal side and a decrease on the buccal side, as Garib *et al.*¹⁰⁴ already showed for RPE with a medical CT scan. This present study demonstrated the same changes: a significant decrease in the BABT of all premolars and molars and a significant increase in the PABT of most canines, premolars and first molars. Changes in BABT ranged from 0.2571 mm to 0.8857 mm between T0 and T1, which represented from one fourth to one half of the initial alveolar bone thickness. The most considerable clinical and statistical changes were observed on the distal aspect of the first molars. Furthermore, a decrease in the BACL was observed for all canines and posterior teeth, but this decrease was not statistically significant for all teeth. This is in accordance with the findings of Garib *et al.*¹⁰⁴ and Rungcharassaeng *et al.*²⁶³ for RPE. The changes were more considerable clinically and statistically on the mesial aspect of the first molars and on the canines. Looking at both clinical and radiographic results, it seems that first molars are the most affected teeth during SARPE using a bonded Hyrax-type appliance.

Ramieri *et al.*²⁵⁷ suggested that a bone-anchored appliance has less detrimental effects on the periodontium than a tooth-borne anchorage device. They documented adverse periodontal effects of SARPE as they used a bone-borne appliance and stated that these effects were predominantly between the central incisors. They reported mobility of no more than grade I for 11 of the 34 central incisors at the removal of the bone-anchored expander and on 4 of the 24 incisors evaluated one year post-expansion. This suggests

that there is a reduction in the mobility during the one-year observation period. No premolar or molar presented any mobility. In our study, tooth mobility increased statistically for almost all teeth. All central incisors exhibited grade I or grade II mobility six months after expansion, six of the fourteen patients having grade II mobility. Furthermore, many of the other teeth exhibited some mobility, but not more than a grade I mobility. It is essential to mention that the tooth-borne appliance was removed four months post-expansion. All patients then received a Hawley-type appliance for the remainder of the retention period. Thus, mobility recorded at T1 cannot be entirely attributed to the recent removal of the expander.

This present study showed a tendency towards a decrease in the IACL on the mesial aspect of both central incisors. Clinically, two patients showed gingival recession of 1 mm at T1 on the mesial aspect of the central incisors. Ramieri *et al.*²⁵⁷ reported that 22 out of 136 central incisors had gingival recession four months post-expansion, and five of them had some recession one year post-expansion. Interestingly, this same author also noted new recession sites on 7 of the 128 premolars or molars observed, which could not have been predicted as no force was applied on these teeth. It would definitely be interesting to repeat our protocol to evaluate the periodontal effects of SARPE using a bone-anchored appliance in order to accurately compare the appliances.

Spearman correlations were calculated between buccal alveolar crest level and other parameters, and only the amount of expansion showed a statistically significant correlation, as did the Rungcharassaeng *et al.* study²⁶³. However, Rungcharassaeng *et al.*²⁶³ and Garib *et al.*¹⁰⁴ also established a correlation with the initial alveolar bone thickness, which was not statistically significant in our study.

All patients tolerated the surgery well and no immediate postoperative complications were noted. The only complication encountered during the study was the decalcification of a molar in one patient. This patient presented at the initial examination with many tooth fillings and active decay and thus the type of appliance used and the patient predisposition to decay may have been factors in the observed decalcification.

There were some limitations to this study. Firstly, there was no control group. As it was a comparative study, data obtained were valuable since it compared periodontal effects before and after a surgical procedure. Clinical evaluation of the mandibular teeth assured the maintenance of the periodontal health status of each subject between the different time points. Secondly, quantitative record of the gingival thickness was not recorded and it would have been of interest, as suggested by Muller *et al.*^{217,218,219} Thirdly, it would have been interesting to have a time point immediately after the expansion period. CBCT images and results between the different time points could have been quite revealing, but this presented an unacceptable increased radiation dose. Furthermore, a periodontal follow-up of the patients following completion of fixed orthodontic treatment as well as in the long-term would be pertinent. As some overcorrection during expansion was done and as fixed orthodontics will correct the bucco-lingual inclination of the posterior teeth, it may be possible to see some remodelling changes. Some experimental studies have observed the healing potential of alveolar bone after buccal movement of teeth and the appearance of fenestrations and dehiscences. Fenestrations seemed to heal completely as apices were brought back in the alveolar bone, whereas dehiscences have the potential to only partially heal.^{28,90,318}

CONCLUSIONS

In conclusion, SARPE seems to have little detrimental effects on the periodontium when measured clinically. However, radiographic data demonstrated some statistically significant changes:

- a significant decrease in the BAPT on most teeth, with the most clinically and statistically important changes on the distal aspect of the first molars ;
- a significant increase in the PAPT on most teeth ;
- a decrease in the BACL of all canines and posterior teeth, which was not statistically significant for all teeth, and the changes were more considerable clinically and statistically on the mesial aspect of the first molars and on the canines ; and

- a tendency towards a decrease in the IACL on the mesial aspect of both central incisors.

These changes could eventually have a clinically significant impact on the periodontium.

Both clinical and radiographic one-year data will be available shortly, and may show remodelling changes in the thickness and height of the alveolar bone, as well as changes in the attachment levels.

ACKNOWLEDGEMENTS

We thank the Fonds Paul Geoffrion of the Université de Montréal and the Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal. We also thank Dr. Gilles Lavigne (sleep lab researcher), Dr. Nimaat Pertick (oral surgeon) and Christiane Manzini (sleep lab coordinator), as well as Dr. Olivier Quintin and Dr. Audrey Drapeau for their valuable help in making the project run smoothly, and Dr. Nelly Huynh and Dr. Bradley Lands for their technical support in the drafting of this article.

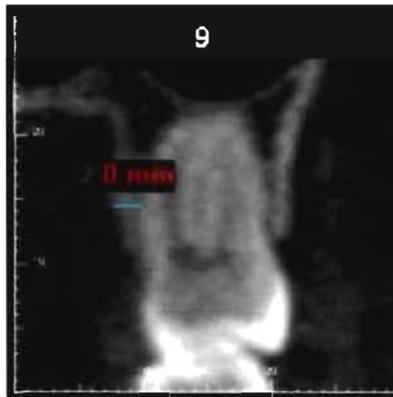
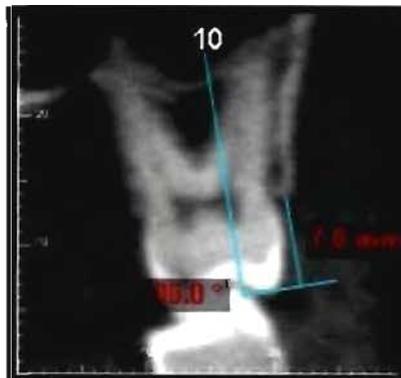
FIGURES**Figure 36** : Radiographic image showing BABT**Figure 37** : Radiographic image showing PABT (Partial Asymmetric Breast Asymmetry Test)**Figure 38** : Radiographic image showing BACL (Bilateral Asymmetric Breast Asymmetry Test)

Figure 39 : Radiographic image showing IACL

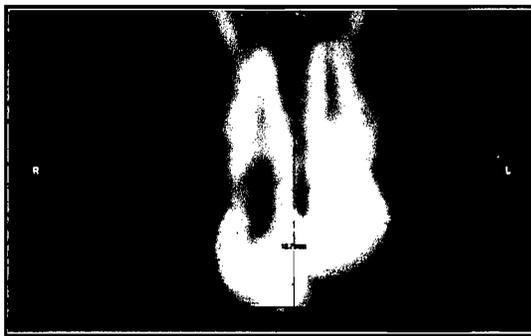
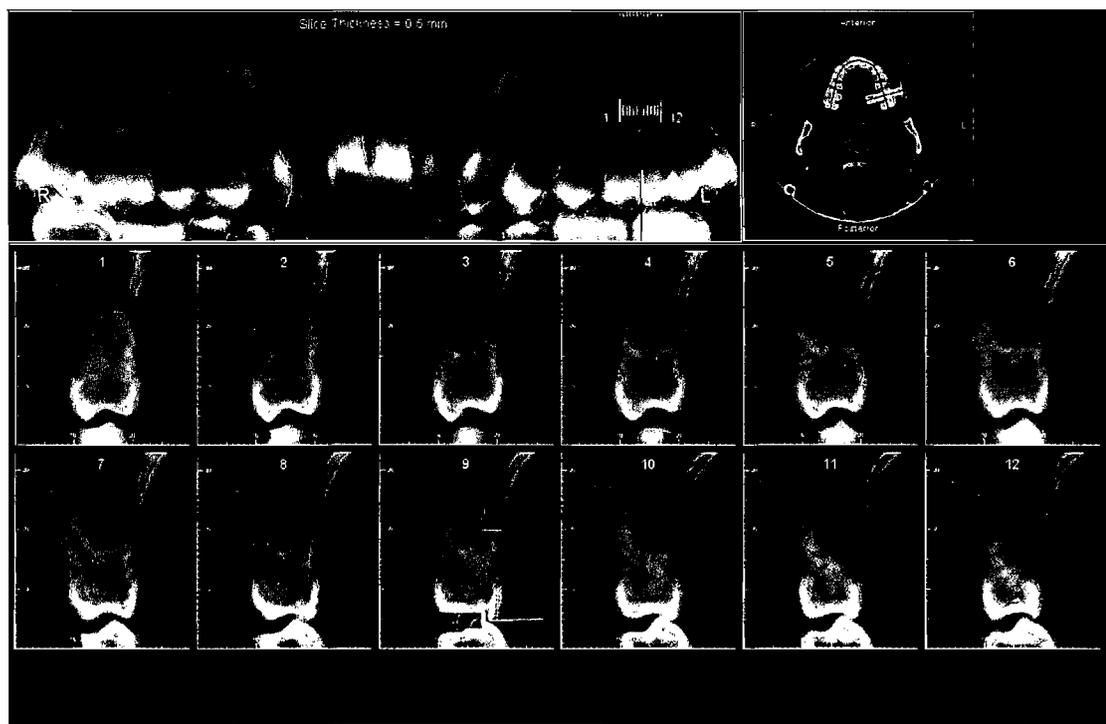


Figure 40 : Images showing curved planar reconstruction and serial transplanar reconstruction made from an axial section



TABLES

Table I : BABT changes between T0 and T1 (paired *t* test)

	T0	SD	T1	SD	T0-T1	SD	<i>p</i>	
2nd Right Molar - D	1.7000	0.1677	1.0643	0.2355	0.6357	0.7323	0.0064	*
2nd Right Molar - M	1.7714	0.1835	1.2643	0.1827	0.5071	0.4411	0.0009	*
1st Right Molar - D	1.6000	0.2008	0.8000	0.1562	0.8000	0.4804	0.0000	*
1st Right Molar - M	0.8429	0.2155	0.4786	0.2162	0.3643	0.3954	0.0043	*
2nd Right Premolar - B	2.0214	0.2529	1.6714	0.2556	0.3500	0.6010	0.0483	*
1st Right Premolar - B	0.9929	0.1408	0.7357	0.1689	0.2571	0.4183	0.0386	*
Right Canine - B	0.3357	0.1393	0.2786	0.1363	0.0571	0.2441	0.3969	
Left Canine - B	0.3714	0.1229	0.3357	0.1225	0.0357	0.3028	0.6663	
1st Left Premolar - B	1.1643	0.1623	0.7929	0.1488	0.3714	0.3688	0.0023	*
2nd Left Premolar - B	2.3214	0.2268	1.8643	0.2376	0.4571	0.4831	0.0036	*
1st Left Molar - M	1.0214	0.2263	0.4571	0.1797	0.5643	0.5198	0.0013	*
1st Left Molar - D	1.8429	0.2163	0.9571	0.1938	0.8857	0.5709	0.0001	*
2nd Left Molar - M	1.9929	0.2162	1.4000	0.1922	0.5929	0.5284	0.0010	*
2nd Left Molar - D	2.0786	0.1272	1.4500	0.2048	0.6286	0.7569	0.0083	*

Table II : PABT changes between T0 and T1 (paired *t* test)

	T0-T1	SD	<i>p</i>	
2nd Right Molar - P	0.2071	0.3245	0.0328	*
1st Right Molar - P	-1.2429	0.4957	0.0000	*
2nd Right Premolar - P	-0.9286	0.3474	0.0000	*
1st Right Premolar - P	-1.0857	0.7979	0.0002	*
Right Canine - P	-0.3500	-0.5417	0.0311	*
Left Canine - P	-0.2000	0.8246	0.3807	
1st Left Premolar - P	-0.9643	0.6404	0.0001	*
2nd Left Premolar - P	-1.0071	0.4779	0.0000	*
1st Left Molar - P	-1.4286	0.6057	0.0000	*
2nd Left Molar - P	0.0071	0.4682	0.9553	

Table III : BACL changes between T0 and T1 (paired *t* test)

	T0-T1	SD	<i>p</i>	
2nd Right Molar - D	-1.0143	1.5155	0.0264	*
2nd Right Molar - M	-0.3670	0.8186	0.1198	
1st Right Molar - D	-1.8857	3.4963	0.0647	
1st Right Molar - M	-3.3071	4.2767	0.0126	*
2nd Right Premolar - B	-0.0643	0.1946	0.2382	
1st Right Premolar - B	-2.5214	4.4343	0.0531	*
Right Canine - B	-2.7857	4.5283	0.0385	*
Left Canine - B	-2.5000	3.4034	0.0166	*
1st Left Premolar - B	-1.5214	2.8965	0.0711	
2nd Left Premolar - B	-0.5929	0.5784	0.0021	*
1st Left Molar - M	-2.4357	4.0109	0.0407	*
1st Left Molar - D	-1.7429	4.0563	0.1319	
2nd Left Molar - M	-0.2357	0.4568	0.0756	
2nd Left Molar - D	-0.4786	1.1827	0.1539	

Table IV : IACL changes between T0 and T1 (paired *t* test)

	T0-T1	SD	<i>p</i>
Right Central Incisor - M	-0.1286	0.2431	0.0695
Left Central Incisor - M	-0.3429	0.6198	0.0590

REFERENCES

7. Andlin-Sobocki A, Bodin L. Dimensional alterations of the gingiva related to changes of facial/lingual tooth position in permanent anterior teeth of children. A 2-year longitudinal study. *J Clin Periodontol.* 1993;20:219-224.
14. Atherton JD. The gingival response to orthodontic tooth movement. *Am J Orthod.* 1970;58(2):179-186.
17. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG. Treatment timing for rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2001;71(5):343-350.
21. Bailey LJ, White RP, Proffit WR. Segmental LeFort I osteotomy for management of transverse maxillary deficiency. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997;55(7):728-731.
27. Bassarelli T, Dalstra M, Melsen B. Changes in clinical crown height as a result of transverse expansion of the maxilla in adults. *Eur J Orthod.* 2005;27(2):121-128.
28. Batenhorst KF, Bowers CM, Williams J. Tissue changes resulting from facial tipping and extrusion of incisors in monkeys. *J Periodontol.* 1974;45(9):660-668.
29. Baumrind S, Carlson S, Beers A. Using three-dimensional imaging to assess treatment outcomes in orthodontics: a progress report from the University of the Pacific. *Orthod Craniofac Res.* 2003;6(Suppl 1):132-142.
32. Bell RA. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patients age. *Am J Orthod.* 1982;81(1):32-37.
39. Betts N, Zicardi V. Surgically assisted maxillary expansion. Dans: Fonseca R, éditeur. *Oral and maxillofacial surgery. Volume 2.* Philadelphie: WB Saunders; 2000.
40. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1995;10(2):75-96.
47. Boeddinghaus R, Whyte A. Current concepts in maxillofacial imaging. *Eur J Radiol.* 2008;66(3):396-418.
57. Carmen M, Marcella P, Giuseppe C. Periodontal evaluation in patients undergoing maxillary expansion. *J Craniofac Surg.* 2000;11(5):491-494.
58. Carranza FA, Newman MG, Takei HH. *Carranza's clinical periodontology.* St-Louis: Saunders Elsevier; 2006.
70. Coatoam GW, Behrents RG, Bissada NF. The width of keratinised gingiva during orthodontic treatment: its significance and impact on periodontal status. *J Periodontol.* 1981;52(6):307-313.
76. Cureton SL, Cuenin M. Surgically assisted rapid palatal expansion: orthodontic preparation for clinical success. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116(1):46-59.
77. Da Silva Filho OG, Boas MC, Capelozza Filho L. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: a cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;100(2):171-179.
90. Engelking G, Zachrisson BU. Effects of incisor repositioning on monkey periodontium after expansion through the cortical plate. *Am J Orthod.* 1982;82(1):23-32.
94. Eppley BL. Re: Periodontal evaluation in patients undergoing maxillary expansion. *J Craniofac Surg.* 2001;12(1):95.
97. Farman AG. Evolution of CBCT: the tree now has two distinct branches. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009.

103. Garib DG, Henriques JF, Carvalho PE. Longitudinal effects of rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2007;77(3):442-448.
104. Garib DG, Henriques JF, Janson G. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129(6):749-758.
108. Geiger AM. Mucogingival problems and the movement of mandibular incisors: A clinical review. *Am J Orthod.* 1980;78(5):511-527.
119. Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL. *Orthodontics: Current principles and techniques*, 4th ed. St-Louis: Elsevier Mosby; 2005.
120. Greenbaum KR, Zachrisson BU. The effect of palatal expansion therapy on the periodontal supporting tissues. *Am J Orthod.* 1982;81(1):12-21.
127. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod.* 1965;35:200-217.
129. Handelman CS. Nonsurgical rapid maxillary alveolar expansion in adults: a clinical evaluation. *Angle Orthod.* 1997;67(4):291-305.
130. Handelman CS, Wang L, BeGole EA. Nonsurgical rapid maxillary expansion in adults: report on 47 cases using the Haas expander. *Angle Orthod.* 2000;70(2):129-144.
144. Howe RP, McNamara JA, O'Connor KA. An examination of dental crowding and its relationship to tooth size and arch dimension. *Am J Orthod.* 1983;83(5):363-373.
153. Kau CH, Richmond S, Palomo JM. Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *J Orthod.* 2005;32(4):282-293.
159. Koudstaal MJ, Poort LJ, Van der Wal KG. Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005;34(7):709-714.
192. Maki K, Inou N, Takanishi A. Computer-assisted simulations in orthodontic diagnosis and the application of a new cone beam X-ray computed tomography. *Orthod Craniofac Res.* 2003;6(Suppl 1):95-101.
197. McNamara JA. Maxillary transverse deficiency. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117(5):567-570.
200. McNamara JA, Kapila S. *Digital radiography and three-dimensional imaging.* Ann Arbor: The University of Michigan; 2006.
203. Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material. *Am J Orthod.* 1975;68(1):42-54.
210. Mol A. Imaging methods in periodontology. *Periodontol 2000.* 2004;34:34-48.
217. Müller HP, Eger T. Gingival phenotypes in young male adults. *J Clin Periodontol.* 1997;24(1):65-71.
218. Müller HP, Eger T. Masticatory mucosa and periodontal phenotype: a review. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2002;22(2):172-183.
219. Müller HP, Schaller N, Eger T. Ultrasonic determination of thickness of masticatory mucosa: a methodologic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1999;88(2):248-253.
238. Pearson LE. Gingival height of lower central incisors orthodontically treated and untreated. *Angle Orthod.* 1968;38(4):337-339.
257. Ramieri GA, Spada MC, Austa M. Transverse maxillary distraction with a bone-anchored appliance: dento-periodontal effects and clinical and radiological results. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005;34(4):357-363.

263. Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JY. Factors affecting buccal bone changes of maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(4):428.e421-428.
269. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc.* 2006;72(1):75-80.
279. Silverstein K, Quinn PD. Surgically-assisted rapid palatal expansion for management of transverse maxillary deficiency. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997;55(7):725-727.
284. Starnbach H, Bayne D, Cleall J. Facioskeletal and dental changes resulting from rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 1966;36(2):152-164.
285. Steiner GG, Pearson JK, Ainamo J. Changes of the marginal periodontium as a result of labial tooth movement in monkeys. *J Periodontol.* 1981;52(6):314-320.
289. Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res.* 2003;6(Suppl 1):31-36.
292. Suri L, Taneja P. Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(2):290-302.
293. Swennen G, Schliephake H, Dempf R. Craniofacial distraction osteogenesis: a review of the literature: Part I: clinical studies. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2001;30(2):89-103.
296. Tarnow DP, Magner AW, Fletcher P. The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla. *J Periodontol.* 1992;63(12):995-996.
303. Timms DJ. A study of basal movement with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod.* 1980;77(5):500-507.
308. Tyndall DA, Rathore S. Cone-beam CT diagnostic applications: caries, periodontal bone assessment, and endodontic applications. *Dent Clin North Am.* 2008;52(4):825-841.
310. Vanarsdall RL. Orthodontics: The state of the art. Dans: Barrer HG, éditeur. *Periodontal problems associated with orthodontic treatment.* Philadelphie: University of Pennsylvania Press; 1981. p.115-124.
311. Vanarsdall RL. Transverse dimension and long-term stability. *Semin Orthod.* 1999;5(3):171-180.
317. Wainwright WM. Faciolingual tooth movement: its influence on the root and cortical plate. *Am J Orthod.* 1973;64(3):278-302.
323. Wennström JL, Lindhe J, Sinclair F. Some periodontal tissue reactions to orthodontic tooth movement in monkeys. *J Clin Periodontol.* 1987;14:121-129.
327. Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod.* 1970;58(1):41-66.
330. Woods M, Wiesenfeld D, Probert T. Surgically-assisted maxillary expansion. *Aust Dent J.* 1997;42(1):38-42.

Discussion

Chapitre 5. Discussion

5.1 Intérêt clinique

Ce projet de recherche constitue la première étude avec un protocole complet d'évaluation des effets parodontaux d'une EPRAC sur les dents postérieures aussi bien que sur les canines et les incisives centrales, selon une évaluation clinique et une évaluation radiologique tridimensionnelle à l'aide de la tomодensitométrie volumique à faisceau conique. L'EPRAC permet l'expansion palatine chez les patients ayant atteint la maturité squelettique par le relâchement chirurgical de la résistance provenant des sutures circummaxillaires. Plusieurs avantages sont attribués à cette procédure dont la diminution du mouvement dentaire observé lors de l'expansion ainsi que l'absence d'effets néfastes sur le parodonte.

Les résultats de cette présente étude semblent être partiellement en accord avec les croyances actuelles. Peu de changements cliniques significatifs ont été observés. Cependant, les données radiologiques ont démontré plusieurs changements statistiquement significatifs qui pourraient éventuellement avoir un impact clinique significatif sur le parodonte.

La condition parodontale est un sujet d'intérêt considérable en orthodontie, surtout lorsqu'il s'agit de mouvements d'expansion. Ces mouvements mettent à risque de déhiscence osseuse et de récession gingivale les surfaces labiales et buccales des dents, plus particulièrement des incisives inférieures et des dents postérieures supérieures. Des altérations dans l'épaisseur de l'os alvéolaire et de la gencive attachée sont observées selon la direction du mouvement orthodontique. Plus une dent est déplacée en direction labiale, plus l'os alvéolaire et la gencive marginale s'amincissent, la dent devenant ainsi plus susceptible à la déhiscence osseuse et à la récession gingivale.^{7,32,70,108,119,238,284,285,311,312} Des études expérimentales chez les animaux ont démontré le développement de déhiscences et de fenestrations quand les dents ou les apex des dents sont déplacés contre des tissus parodontaux minces.^{285,324}

5.2 Résultats cliniques

Les paramètres cliniques suivants ont été étudiés :

- niveau d'attache et récession,
- largeur de la gencive attachée,
- mobilité et
- présence ou non de papille interdentaire.

À T1, les résultats ont démontré peu de changements statistiquement et cliniquement significatifs.

Aucun changement significatif n'a été observé dans le niveau d'attache et la récession, mis à part une tendance vers une légère perte d'attache sur l'aspect buccal des premières molaires ($p = 0,0656$). Ceci est en accord avec les résultats d'études récentes et les observations cliniques rapportées^{57,94}, selon lesquels l'EPRAC a peu ou pas d'effets néfastes sur le parodonte. Parallèlement, Greenbaum et Zachrisson¹²⁰ ont également montré une perte d'attache de 0,5 mm sur les premières molaires suivant une EPRO.

La plupart des sujets n'ont montré aucun nouveau site de récession à T1. Par exemple, une patiente présentant une récession de 3 mm au niveau d'une canine en position ectopique à T0 présentait la même situation clinique à T1. De façon intéressante, une patiente présentant cinq sites de récession initialement a présenté cinq nouveaux sites de récession à T1 (0,5 – 1,0 mm), de même qu'une détérioration des premiers sites (jusqu'à 1 mm). Muller et Eger et Muller *et al.*²¹⁷⁻²¹⁹ ont introduit le concept de biotype parodontal, selon lequel une gencive mince et délicate est plus susceptible à la récession suite à un processus inflammatoire. Des études histologiques ont montré que des dents extraites, ayant servi de dents d'ancrage pour des appareils d'expansion, présentent une forte réponse inflammatoire. Le mouvement orthodontique pourrait donc avoir une influence néfaste sur le complexe muco-gingival lorsque le tissu kératinisé et l'os sous-jacent sont minces. Ces quelques notions pourraient potentiellement expliquer pourquoi un seul sujet a présenté autant de changements néfastes cliniquement, alors que tous les

autres sujets n'ont manifesté aucun changement clinique à l'évaluation de T1, soit six mois post-expansion.

La largeur de la gencive attachée n'a démontré aucun changement significatif pour la plupart des dents, à l'exception des premières et deuxième molaires droites et gauches, de même que la première prémolaire droite. Comme le niveau de la jonction muco-gingivale est stable tout au long de la vie, ces changements sont probablement liés à un changement dans le niveau d'attache. Des corrélations seront calculées à cet effet lors de l'obtention des résultats à T2.

Tel que décrit par Atherton *et al.*¹⁴, il a été possible d'apprécier certains changements gingivaux caractéristiques entre les deux incisives centrales lors de l'ouverture du diastème pendant la période d'expansion, soit la présence de deux triangles rouges mésialement aux incisives. Il s'agit du décollement de l'attache épithéliale formant une dépression gingivale rouge de forme triangulaire adjacente à la surface dentaire opposée au mouvement et apicale au niveau épithélial. À T1, 11 des 14 patients ne présentaient toujours pas de papille interdentaire entre les incisives centrales, alors que le diastème était toujours ouvert. Seule l'étude de Carmen *et al.*⁵⁷ relate des informations concernant la présence ou non de papille interdentaire. Les mêmes observations ont été faites chez 6 de leurs 35 sujets. L'alignement et la fermeture du diastème a permis la formation d'une nouvelle papille. Tarnow *et al.*²⁹⁷ ont quant à eux rapporté qu'une distance entre le point de contact entre deux dents et le sommet de la crête osseuse de moins de 5 mm assure à près de 100% la présence d'une papille inter-dentaire jusqu'au point de contact.²⁹⁷

La mobilité dentaire a augmenté de façon statistiquement significative pour toutes les dents. Entre T0 et T1, toutes les incisives centrales présentaient une mobilité de grade I ou de grade II selon la classification de Miller, six des patients présentant une mobilité de grade II. À T1, plusieurs dents maxillaires présentaient une certaine mobilité, mais pas plus qu'une mobilité de grade I. Aucune autre étude publiée ne fait mention de la mobilité des dents, mis à part l'étude de Ramieri *et al.*²⁵⁷ ayant évalué les effets parodontaux d'une EPRAC à l'aide d'un appareil à ancrage osseux. Onze des 34 incisives évaluées au retrait de l'appareil d'expansion et quatre des 24 incisives évaluées

un an post-expansion présentaient une mobilité de grade I. Ceci suggère une réduction de la mobilité durant l'année suivant l'expansion. Aucune prémolaire et molaire ne présentait de mobilité, ce qui apparaît tout à fait plausible vue l'utilisation d'un appareil à ancrage osseux. Il est essentiel de mentionner que l'appareil à ancrage dentaire utilisé dans notre étude a été retiré chez tous les patients quatre mois post-expansion et qu'ensuite, un appareil amovible de type Hawley a été utilisé pour les huit mois complétant la période de contention. La mobilité observée à T1 ne peut donc pas être attribuée entièrement au retrait récent de l'appareil.

Cette dernière étude de Ramieri *et al.*²⁵⁷ suggère qu'un appareil à ancrage osseux présente moins d'effets néfastes sur le parodonte qu'un appareil à ancrage dentaire. Ils ont documenté certains effets suite à une EPRAC, ceux-ci étant surtout présents entre les incisives centrales. Vingt-deux des 136 incisives centrales étudiées dans cette étude présentaient une récession gingivale quatre mois post-expansion, alors que seules cinq d'entre elles en présentaient un an post-expansion. Dans notre étude, deux sujets ont présenté une récession gingivale de 1 mm au mésial des incisives centrales à T1. De façon intéressante, Ramieri *et al.*²⁵⁷ ont rapporté une nouvelle récession gingivale pour sept des 128 prémolaires et molaires évaluées, ce qui est contraire aux attentes compte tenu de l'utilisation d'un appareil à ancrage osseux. Il serait définitivement intéressant de reproduire le même protocole d'évaluation complet et détaillé de notre étude pour un appareil à ancrage osseux, afin de permettre des comparaisons précises et valables.

5.3 Résultats radiologiques

Les paramètres radiologiques suivants ont été étudiés :

- épaisseur de l'os alvéolaire buccal,
- épaisseur de l'os alvéolaire palatin,
- niveau de la crête alvéolaire buccale et
- niveau de la crête osseuse interproximale.

Les résultats à T1 ont démontré des changements statistiquement significatifs pour toutes les variables.

L'épaisseur de l'os alvéolaire buccal a diminué de façon significative sur toutes les prémolaires et molaires. Cette diminution est considérable, variant de 0,2571 mm à 0,8857 mm entre T0 et T1, soit le quart à la demie de l'épaisseur initiale d'os alvéolaire buccal. Les changements les plus importants ont été observés sur l'aspect distal des premières molaires, avec une moyenne de 0,8000 +/- 0,4804 mm ($p = 0,0000$) et 0,8857 +/- 0,5709 mm ($p = 0,0001$) pour les côtés droit et gauche respectivement. Leur épaisseur initiale moyenne était de 1,6000 mm et 1,8429 mm. Quant à l'épaisseur de l'os alvéolaire palatin, il a augmenté sur la plupart des canines, prémolaires et molaires. Ces changements concordent avec ceux observés par Garib *et al.*¹⁰³ pour une EPRO à l'aide d'une TDM.

Une perte de la hauteur de l'os alvéolaire buccal a été observée sur toutes les canines et les dents postérieures. Ceci est en accord avec les conclusions de Garib *et al.*¹⁰⁴ et Rungcharassaeng *et al.*²⁶³ pour l'EPRO, les deux études utilisant la TDM conventionnelle et la TDMFC. Cette perte était plus importante cliniquement et statistiquement sur les canines et sur l'aspect mésial des premières molaires, avec des moyennes de -3,3071 +/- 4,2767 mm ($p = 0,0126$) et -2,4357 +/- 4,0109 mm ($p = 0,0407$) pour les premières molaires droites et gauches, et de -2,7857 +/- 4,5283 mm ($p = 0,0385$) et -2,5000 +/- 3,4034 mm ($p = 0,0166$) pour les canines droites et gauches.

La hauteur de l'os alvéolaire interproximal entre les incisives centrales a également diminué, mais pas de façon significative ($p = 0,0695$ and $p = 0,0590$). Ces changements sont de l'ordre de 0,1286 mm et 0,3429 mm.

Selon les résultats cliniques et radiologiques, il semble que les premières molaires soient les dents les plus susceptibles à présenter des effets néfastes lors d'une EPRAC faite à l'aide d'un appareil de type Hyrax collé.

Les images radiologiques tridimensionnelles de même que les différentes coupes radiologiques obtenues à l'aide de la TDMFC ont permis d'apprécier certains changements intéressants tels que des fenestrations. Lors de l'analyse des résultats à T2, ces images seront réexaminées de près afin de quantifier ces effets.

5.4 Corrélations

Des corrélations de Spearman ont été calculées entre les changements dans la hauteur de l'os alvéolaire entre T0 et T1 et :

- l'épaisseur initiale de l'os alvéolaire buccal,
- la largeur initiale de la gencive attachée,
- et la quantité d'expansion faite au niveau de la vis.

Seule la quantité d'expansion a démontré une corrélation statistiquement significative, tout comme Rungcharassaeng *et al.*²⁶³ l'a établi pour l'EPRO. Ce dernier, de même que Garib *et al.*¹⁰⁴ ont également trouvé une corrélation statistiquement significative entre les changements dans la hauteur de l'os alvéolaire buccal et l'épaisseur initiale de l'os alvéolaire lors d'études sur l'EPRO.

Comme les changements dans la largeur de la gencive attachée se sont avérés statistiquement significatifs pour les premières et deuxièmes molaires, le calcul de corrélations entre ces changements et les changements dans le niveau d'attache sera effectué lors de l'obtention des résultats à T2.

5.5 Complications observées

Tous les patients ont bien toléré l'intervention chirurgicale et aucune complication post-chirurgicale immédiate n'est survenue. Toutefois, lors du retrait de l'appareil d'expansion fixe, une patiente a montré une zone de décalcification importante sur une

molaire ayant servi d'ancrage. Cette patiente présentait initialement un nombre de restaurations considérables de même que des zones de carie active, ce qui laisse croire à une susceptibilité accrue à la carie. Un appareil de type Hyrax bagué, donc sans recouvrement d'acrylique, serait probablement mieux indiqué dans une telle situation.

5.6 Limitations de l'étude

Certaines limitations étaient présentes dans l'étude. Premièrement, il n'y avait pas de groupe contrôle. L'étude étant comparative, les données obtenues s'avèrent tout de même valables du fait que les effets parodontaux ont été comparés avant et après une procédure chirurgicale. Également, pour s'assurer du maintien de la santé parodontale chez un même patient pendant la durée de l'étude, une évaluation clinique de cinq dents mandibulaires (canine, prémolaires et molaires d'un côté) a été effectuée. À cet effet, aucun changement statistiquement significatif n'a été observé entre T0 et T1 pour les paramètres suivants : niveau d'attache, largeur de gencive attachée et mobilité. Toutes les valeurs de p se trouvaient entre 0.3173 et 1.0000, à l'exception de la largeur de gencive attachée buccale de la canine ($p = 0.0833$).

Deuxièmement, aucune donnée quantitative de l'épaisseur de la gencive attachée n'a été prise en considération, alors que Muller et Eger et Muller *et al.*²¹⁷⁻²¹⁹ ont introduit le concept de biotype parodontal. Ils ont soulevé l'importance de bien évaluer et enregistrer l'épaisseur des tissus gingivaux. Celle-ci est essentielle sachant qu'une gencive mince et délicate est plus susceptible à la récession suite à un trauma, une chirurgie ou un processus inflammatoire.¹¹⁹

Troisièmement, il aurait été intéressant de considérer un temps T immédiatement après la période d'expansion. La comparaison des résultats et des images radiologiques entre les différents temps aurait été pertinente. Bien entendu, la prise d'une tomographie supplémentaire aurait impliqué une plus grande dose de radiation, inacceptable éthiquement.

Quatrièmement, le protocole actuel ne prévoit aucun suivi parodontal après la complétion du traitement orthodontique fixe de même qu'à long terme. Comme une surcorrection a été effectuée lors de l'expansion et que l'orthodontie fixe corrigera l'inclinaison bucco-linguale des dents postérieures, il est possible qu'un certain remodelage de l'os alvéolaire se produise. Certaines recherches expérimentales sur des animaux ont été effectuées pour étudier le mouvement labial de dents au-travers des tissus parodontaux entraînant fenestrations et déhiscences, et pour évaluer le potentiel de réparation de la corticale osseuse. Les fenestrations semblent présenter une guérison complète de la corticale osseuse quand les apex sont ramenés dans l'os alvéolaire, alors que les déhiscences ont le potentiel de guérir partiellement.^{28,90,318}

Finalement, l'échantillon comportait un nombre limité de sujets qui s'est cependant avéré suffisant pour démontrer un pouvoir statistique pour les différents paramètres étudiés. Un plus grand nombre de sujets aurait certainement permis d'établir de meilleures corrélations, et également de mieux définir les résultats ayant démontré une simple tendance.

5.7 Originalité de l'étude

L'originalité de l'étude tient de sa multidisciplinarité et de l'ouverture qu'elle offre vers d'autres sujets de recherche, de l'aspect complet des évaluations effectuées ainsi que de l'utilisation de la TDMFC.

De par son utilisation de la TDMFC et de par l'évaluation polysomnographique effectuée au laboratoire de sommeil de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal, cette étude offre un bassin intéressant de patients et de données sur l'EPRAC qui ouvre la porte à plusieurs autres projets, soit l'évaluation des effets sur la respiration et le sommeil, l'évaluation tridimensionnelle des effets squelettiques et dentoalvéolaires, l'évaluation tridimensionnelle des changements observés au niveau des voies aériennes, l'évaluation tridimensionnelle des changements observés au niveau des tissus mous, etc.

En ce qui a trait à l'évaluation des effets parodontaux d'une EPRAC, il s'agit de la seule étude ayant un protocole complet d'évaluation clinique et d'évaluation radiologique tridimensionnelle des dents postérieures de même que des incisives centrales. Aucune étude publiée à ce jour ne semble avoir inclus dans son protocole une évaluation parodontale clinique complète. La plupart des études font mention de simples observations cliniques, ou encore d'observations faites sur modèles ou sur photos. Également, l'utilisation de la TDM permet une meilleure évaluation quantitative des changements osseux^{29,192,269}. Seules deux études l'ont utilisée^{103,263} pour l'évaluation des effets parodontaux lors d'une EPRO.

Conclusion

Chapitre 6. Conclusion

L'EPRAC est une option de traitement privilégiée chez les patients ayant atteint la maturité squelettique et présentant une déficience transverse du maxillaire. Plusieurs avantages lui sont attribués dont l'absence d'effets néfastes sur le parodonte. Cependant, aucune étude avec protocole complet d'évaluation clinique et radiologique n'a été faite à ce jour pour évaluer et quantifier ses effets réels sur le parodonte.

L'objectif de cette étude prospective clinique était donc d'évaluer les effets parodontaux d'une EPRAC, selon une évaluation clinique complète et une évaluation radiologique à l'aide de la TDMFC.

L'EPRAC semble avoir peu d'effets néfastes sur le parodonte cliniquement. Cependant, les données radiologiques ont dénoté certains changements statistiquement significatifs, qui pourraient éventuellement avoir un impact clinique significatif :

- une diminution significative de l'épaisseur de l'os alvéolaire buccal sur la plupart des dents, les changements les plus importants cliniquement et statistiquement se trouvant sur l'aspect distal des premières molaires ;
- une augmentation significative de l'épaisseur de l'os alvéolaire palatin sur la plupart des dents ;
- une diminution dans le niveau de l'os alvéolaire buccal sur toutes les canines et les dents postérieures, non significatifs pour toutes les dents et plus considérables cliniquement et statistiquement sur l'aspect mésial des premières molaires et sur les canines ;
- et une tendance vers une légère diminution dans le niveau de l'os alvéolaire interproximal entre les deux incisives centrales.

Les données cliniques et radiologiques à T2 seront disponibles sous peu et pourraient s'avérer intéressantes en démontrant certains changements de remodelage de l'os alvéolaire (hauteur et épaisseur), tout comme des changements dans le niveau d'attache.

Selon les résultats cliniques et radiologiques obtenus, il semble que les premières molaires soient les dents les plus susceptibles à présenter des effets néfastes lors d'une EPRAC faite à l'aide d'un appareil de type Hyrax collé.

Bien que plus complets, les différents résultats obtenus concordent avec les quelques résultats retrouvés dans les articles publiés sur le sujet à ce jour sur l'EPRO et l'EPRAC. Il serait tout à fait d'intérêt de reproduire le même protocole d'évaluation pour une EPRAC à l'aide d'un appareil d'expansion à ancrage osseux, afin d'effectuer des comparaisons précises et valables.

L'originalité de l'étude tient de l'aspect complet des évaluations clinique et radiologique, de l'utilisation de la TDMFC, de sa multidisciplinarité et de l'ouverture qu'elle offre vers d'autres sujets de recherche tels que : évaluation des effets sur la respiration et le sommeil, évaluation tridimensionnelle des effets squelettiques et dentoalvéolaires, évaluation tridimensionnelle des changements observés au niveau des voies aériennes et évaluation tridimensionnelle des changements observés au niveau des tissus mous.

Bibliographie

Chapitre 7. Bibliographie

1. Proceedings of the 1996 Joint Symposium on Clinical Trial Design in Periodontics. *Annals of Periodontology*. 1997;2(1):1-363.
2. Adams GL, Gansky SA, Miller AJ. Comparison between traditional 2-dimensional cephalometry and a 3-dimensional approach on human dry skulls. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004;126(4):397-409.
3. Adkins MD, Nanda RS, Currier GF. Arch perimeter changes on rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1990;97(3):194-199.
4. Aloise AC, Pereira MD, Hino CT. Stability of the transverse dimension of the maxilla after surgically assisted rapid expansion. *J Craniofac Surg*. 2007;18(4):860-865.
5. Alpern MC, Yurosko JJ. Rapid palatal expansion in adults with and without surgery. *Angle Orthod*. 1987;57(3):245-263.
6. Altug Atac AT, Karasu HA, Aytac D. Surgically assisted rapid maxillary expansion compared with orthopedic rapid maxillary expansion. *Angle Orthod*. 2006;76(3):353-359.
7. Andlin-Sobocki A, Bodin L. Dimensional alterations of the gingiva related to changes of facial/lingual tooth position in permanent anterior teeth of children. A 2-year longitudinal study. *J Clin Periodontol*. 1993;20:219-224.
8. Angell EH. Treatment of irregularity of the permanent or adult teeth. *Dental Cosmos*. 1860;1:540-544, 599-600.
9. Anttila A, Finne K, Keski-Nisula K. Feasibility and long-term stability of surgically assisted rapid maxillary expansion with lateral osteotomy. *Eur J Orthod*. 2004;26(4):391-395.
10. Anzilotti CL, Vanarsdall RL, Balakrishnan M. Expansion and evaluation of post-retention gingival recession Department of Orthodontics. Philadelphia: University of Pennsylvania; 2002.
11. Armitage GC. Development of a classification system for periodontal diseases and conditions. *Ann Periodontol*. 1999;4(1):1-6.
12. Aronson J. Experimental and clinical experience with distraction osteogenesis. *Cleft Palate Craniofac J*. 1994;31(6):473-481.
13. Asanza S, Cisneros GJ, Nieberg LG. Comparison of Hyrax and bonded expansion appliances. *Angle Orthod*. 1997;67(1):15-22.
14. Atherton JD. The gingival response to orthodontic tooth movement. *Am J Orthod*. 1970;58(2):179-186.
15. Aznar T, Galán AF, Marín I. Dental arch diameters and relationships to oral habits. *Angle Orthod*. 2006;76(3):441-445.
16. Babacan H, Sokucu O, Doruk C. Rapid maxillary expansion and surgically assisted rapid maxillary expansion effects on nasal volume. *Angle Orthod*. 2006;76(1):66-71.
17. Baccetti T, Franchi L, Cameron CG. Treatment timing for rapid maxillary expansion. *Angle Orthod*. 2001;71(5):343-350.
18. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod*. 2005;11:119-129.

19. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod.* 2002;72(4):316-323.
20. Baccetti T, McGill JS, Franchi L. Skeletal effects of early treatment of Class III malocclusion with maxillary expansion and face-mask therapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;113(3):333-343.
21. Bailey LJ, White RP, Proffit WR. Segmental LeFort I osteotomy for management of transverse maxillary deficiency. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997;55(7):728-731.
22. Baker DL, Seymour GJ. The possible pathogenesis of gingival recession: a histological study of induced recession in the rat. *J Clin Periodontol.* 1976;3:208-219.
23. Ballrick JW, Palomo JM, Ruch E. Image distortion and spatial resolution of a commercially available cone-beam computed tomography machine. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134(4):573-582.
24. Baraldi CE, Pretto SM, Puricelli E. Evaluation of surgically assisted maxillary expansion using acoustic rhinometry and postero-anterior cephalometry. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2007;36(4):305-309.
25. Barber AF, Sims MR. Rapid maxillary expansion and external root resorption in man: a scanning electron microscope study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1981;79:630-652.
26. Basciftci FA, Mutlu N, Karaman AI. Does the timing and method of rapid maxillary expansion have an effect on the changes in nasal dimensions? *Angle Orthod.* 2002;72(2):118-123.
27. Bassarelli T, Dalstra M, Melsen B. Changes in clinical crown height as a result of transverse expansion of the maxilla in adults. *Eur J Orthod.* 2005;27(2):121-128.
28. Batenhorst KF, Bowers CM, Williams J. Tissue changes resulting from facial tipping and extrusion of incisors in monkeys. *J Periodontol.* 1974;45(9):660-668.
29. Baumrind S, Carlson S, Beers A. Using three-dimensional imaging to assess treatment outcomes in orthodontics: a progress report from the University of the Pacific. *Orthod Craniofac Res.* 2003;6(Suppl 1):132-142.
30. Baumrind S, Korn EL. Transverse development of human jaws between the ages of 8.5 and 15.5 years, studied longitudinally with the use of implants. *J Dent Res.* 1990;68:1293-1306.
31. Bays RA, Greco JM. Surgically assisted rapid palatal expansion: an outpatient technique with long-term stability. *J Oral Maxillofac Surg.* 1992;50(2):110-113.
32. Bell RA. A review of maxillary expansion in relation to rate of expansion and patients age. *Am J Orthod.* 1982;81(1):32-37.
33. Bell W, Jacobs J. Surgical-orthodontic correction of horizontal maxillary deficiency. *J Oral Surg.* 1979;37(12):897-902.
34. Bell WH, Epker BN. Surgical orthodontic expansion of the maxilla. *Am J Orthod.* 1976;70(5):517-528.
35. Berger JL, Pangrazio-Kulbersh V, Borgula T. Stability of orthopedic and surgically assisted rapid palatal expansion over time. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1998;114(6):638-645.
36. Bergström J, Eliasson S, Preber H. Cigarette smoking and periodontal bone loss. *J Periodontol.* 1991;62:242-246.
37. Bergström J, Preber H. Tobacco use as a risk factor. *J Periodontol.* 1994;65:545-550.

38. Bernimoulin JP, Curilovic Z. Gingival recession and tooth mobility. *J Clin Periodontol.* 1977;4(2):107-114.
39. Betts N, Zicardi V. Surgically assisted maxillary expansion. Dans: Fonseca R, éditeur. *Oral and maxillofacial surgery. Volume 2.* Philadelphie: WB Saunders; 2000.
40. Betts NJ, Vanarsdall RL, Barber HD. Diagnosis and treatment of transverse maxillary deficiency. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1995;10(2):75-96.
41. Bicakci AA, Agar U, Sökücü O. Nasal airway changes due to rapid maxillary expansion timing. *Angle Orthod.* 2005;75(1):1-6.
42. Bierenbroodspot F, Wering PC, Kuijpers-Jagtman AM. Surgically assisted rapid maxillary expansion: a retrospective study. *Ned Tijdschr Tandheelkd.* 2002;109(8):299-302.
43. Bishara SE, Staley RN. Maxillary expansion: clinical implications. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987;91(1):3-14.
44. Björk A. Sutural growth of the upper face studied by the implant method. *Acta Odontol Scand.* 1966;24(2):109-127.
45. Björk A, Helm S. Prediction of the age of maximum puberal growth in body height. *Angle Orthod.* 1967;37(2):134-143.
46. Björk A, Skieller V. Growth of the maxilla in three dimensions as revealed radiographically by the implant method. *Brit J Orthod.* 1977;4(2):53-64.
47. Boeddinghaus R, Whyte A. Current concepts in maxillofacial imaging. *Eur J Radiol.* 2008;66(3):396-418.
48. Booy A, Dorenbos J, Tuinzing DB. Surgically assisted maxillary expansion. *Ned Tijdschr Tandheelkd.* 2000;107(5):213-214.
49. Braun S, Bottrel JA, Lee KG. The biomechanics of rapid maxillary sutural expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;118(3):257-261.
50. Bressmann T, Sader R, Whitehill TL. Nasalance distance and ratio: two new measures. *Cleft Palate Craniofac J.* 2000;37(3):248-256.
51. Bretos JL, Pereira MD, Gomes HC. Sagittal and vertical maxillary effects after surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME) using Haas and Hyrax expanders. *J Craniofac Surg.* 2007;18(6):1322-1326.
52. Brossman RE, Bennett CG, Merwo WW. Facioskeletal remodelling resulting from rapid expansion in monkey. *Arch Oral Biol.* 1973;18:987-994.
53. Brown AA, Scarfe WC, Scheetz JP. Linear accuracy of cone beam CT derived 3D images. *Angle Orthod.* 2009;79(1):150-157.
54. Brown GVI. *The surgery of oral and facial diseases and malformation*, 4th ed. London: Kimpton; 1938.
55. Byloff FK, Mossaz CF. Skeletal and dental changes following surgically assisted rapid palatal expansion. *Eur J Orthod.* 2004;26(4):403-409.
56. Capelozza Filho L, Cardoso Neto J, Da Silva Filho OG. Non-surgically assisted rapid maxillary expansion in adults. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1996;11(1):57-66.
57. Carmen M, Marcella P, Giuseppe C. Periodontal evaluation in patients undergoing maxillary expansion. *J Craniofac Surg.* 2000;11(5):491-494.
58. Carranza FA, Newman MG, Takei HH. *Carranza's clinical periodontology.* St-Louis: Saunders Elsevier; 2006.

59. Cattaneo PM, Bloch CB, Calmar D. Comparison between conventional and cone-beam computed tomography-generated cephalograms. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134(6):798-802.
60. Ceylan I, Oktay H, Demirci M. The effect of rapid maxillary expansion on conductive hearing loss. *Angle Orthod.* 1996;66(4):301-307.
61. Cha JY, Mah J, Sinclair P. Incidental findings in the maxillofacial area with 3-dimensional cone-beam imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(1):7-14.
62. Chamberland S, Proffit WR. Closer look at the stability of surgically assisted rapid palatal expansion. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008;66(9):1895-1900.
63. Chang JY, McNamara JA, Herberger TA. A longitudinal study of skeletal side effects induced by rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;112(3):330-337.
64. Chau AC, Fung K. Comparison of radiation dose for implant imaging using conventional spiral tomography, computed tomography, and cone-beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009.
65. Chuah C, Mehra P. Bilateral lingual anesthesia following surgically assisted rapid palatal expansion: report of a case. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005;63(3):416-418.
66. Chung C, Goldman A. Dental tipping and rotation immediately after surgically assisted rapid palatal expansion. *Eur J Orthod.* 2003;25(4):353-358.
67. Chung C, Woo A, Zagarinsky J. Maxillary sagittal and vertical displacement induced by surgically assisted rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;120(2):144-148.
68. Cistulli PA, Palmisano RG, Poole MD. Treatment of obstructive sleep apnea syndrome by rapid maxillary expansion. *Sleep.* 1998;21(8):831-835.
69. Cleall JF, Bayne DI, Posen JM. Expansion of the midpalatal suture in the monkey. *Angle Orthod.* 1965;35:23-35.
70. Coatoam GW, Behrents RG, Bissada NF. The width of keratinised gingiva during orthodontic treatment: its significance and impact on periodontal status. *J Periodontol.* 1981;52(6):307-313.
71. Codivilla A. On the means of lengthening, in the lower limbs, the muscles and tissues which are shortened through deformity. *Am J Orthop Surg.* 1905;2:353.
72. Cohnen M, Kemper J, Mobes O. Radiation dose in dental radiology. *Eur Radiol.* 2002;12(3):634-637.
73. Compadretti GC, Tasca I, Alessandri-Bonetti G. Acoustic rhinometric measurements in children undergoing rapid maxillary expansion. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2006;70(1):27-34.
74. Compadretti GC, Tasca I, Bonetti GA. Nasal airway measurements in children treated by rapid maxillary expansion. *Am J Rhinol.* 2006;20(4):385-393.
75. Cronau M, Ihlow D. Biomechanical features of the periodontium: an experimental pilot study in vivo. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129(5):599.e513-521.
76. Cureton SL, Cuenin M. Surgically assisted rapid palatal expansion: orthodontic preparation for clinical success. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116(1):46-59.
77. Da Silva Filho OG, Boas MC, Capelozza Filho L. Rapid maxillary expansion in the primary and mixed dentitions: a cephalometric evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1991;100(2):171-179.

78. Da Silva Filho OG, Montes LA, Torelly LF. Rapid maxillary expansion in the deciduous and mixed dentition evaluated through posteroanterior cephalometric analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;107(3):268-275.
79. Da Silva Filho OG, Silva Lara T, De Almeida AM. Evaluation of the midpalatal suture during rapid palatal expansion in the children: a CT study. *J Clin Pediatr Dent.* 2005;29(3):231-238.
80. Danforth RA, Clark DE. Effective dose from radiation absorbed during a panoramic examination with a new generation machine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000;89(2):236-243.
81. Davidovitch M, Efstathiou S, Sarne O. Skeletal and dental response to rapid maxillary expansion with 2- versus 4-band appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;127(4):483-492.
82. Davis WM, Kronman JH. Anatomical changes induced by splitting of the midpalatal suture. *Angle Orthod.* 1969;39(2):126-132.
83. De Bastiani G, Aldegheri R, Renzi-Brivio L. Limb lengthening by callus distraction (callotaxis). *J Pediatr Orthop.* 1987;7(2):129-134.
84. Do Egito Vasconcelos BC, Caubi AF, Dias E. Surgically assisted rapid maxillary expansion: a preliminar study. *Rev Bras Otorrinolaringol (Engl Ed).* 2006;72(4):457-461.
85. Dorfman H. Mucogingival changes resulting from mandibular incisor tooth movement. *Am J Orthod.* 1978;74(3):286-297.
86. Doruk C, Sökücü O, Biçakçı AA. Comparison of nasal volume changes during rapid maxillary expansion using acoustic rhinometry and computed tomography. *Eur J Orthod.* 2007;29(3):251-255.
87. Doruk C, Sökücü O, Sezer H. Evaluation of nasal airway resistance during rapid maxillary expansion using acoustic rhinometry. *Eur J Orthod.* 2004;26(4):397-401.
88. Dula K, Mini R, Van der Stelt PF. Hypothetical mortality risk associated with spiral computed tomography of the maxilla and mandible. *Eur J Oral Sci.* 1996;104(5):503-510.
89. Ellenberg DC. An evaluation of relapse changes following rapid maxillary expansion Department of Orthodontics. Minneapolis: University of Minnesota; 1969.
90. Engelking G, Zachrisson BU. Effects of incisor repositioning on monkey periodontium after expansion through the cortical plate. *Am J Orthod.* 1982;82(1):23-32.
91. Enlow DH, Hans MG. Essentials of facial growth. Philadelphia: WB Saunders; 1996.
92. Enoki C, Valera FC, Lessa FC. Effect of rapid maxillary expansion on the dimension of the nasal cavity and on nasal air resistance. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2006;70(7):1225-1230.
93. Epker BN, Wolford CZ. Dentofacial deformity, surgical-orthodontic correction. St-Louis: Mosby; 1980.
94. Eppley BL. Re: Periodontal evaluation in patients undergoing maxillary expansion. *J Craniofac Surg.* 2001;12(1):95.
95. Ericson S, Kurol J. Incisor root resorptions due to ectopic maxillary canines imaged by computerized tomography: a comparative study in extracted teeth. *Angle Orthod.* 2000;70(4):276-283.

96. Farman A, Scarfe W. Development of imaging selection criteria and procedures should precede cephalometric assessment with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130(2):257-265.
97. Farman AG. Evolution of CBCT: the tree now has two distinct branches. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009.
98. Fingerroth AI. Orthodontic-orthopedics as related to respiration and conductive hearing loss. *J Clin Pediatr Dent.* 1991;15(2):83-89.
99. Fonseca RJ. *Oral and maxillofacial surgery*, 1st ed. Philadelphia, Toronto: W.B. Saunders; 2000.
100. Franchi L, Baccetti T, Cameron CG. Thin-plate spline analysis of the short- and long-term effects of rapid maxillary expansion. *Eur J Orthod.* 2002;24(2):143-150.
101. Franchi L, Baccetti T, McNamara JA. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;118(3):335-340.
102. Gardner GE, Kronman JH. Cranioskeletal displacements caused by rapid palatal expansion in the rhesus monkey. *Am J Orthod.* 1971;59(2):146-155.
103. Garib DG, Henriques JF, Carvalho PE. Longitudinal effects of rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2007;77(3):442-448.
104. Garib DG, Henriques JF, Janson G. Periodontal effects of rapid maxillary expansion with tooth-tissue-borne and tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;129(6):749-758.
105. Garib DG, Henriques JF, Janson G. Rapid maxillary expansion--tooth tissue-borne versus tooth-borne expanders: a computed tomography evaluation of dentoskeletal effects. *Angle Orthod.* 2005;75(4):548-557.
106. Garrett BJ, Caruso JM, Rungcharassaeng K. Skeletal effects to the maxilla after rapid maxillary expansion assessed with cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134(1):8.e1-11.
107. Gautam P, Valiathan A, Adhikari R. Stress and displacement patterns in the craniofacial skeleton with rapid maxillary expansion: a finite element method study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(1):5.e1-11.
108. Geiger AM. Mucogingival problems and the movement of mandibular incisors: A clinical review. *Am J Orthod.* 1980;78(5):511-527.
109. Gerlach KL, Zahl C. Surgically assisted rapid palatal expansion using a new distraction device: report of a case with an epimucosal fixation. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005;63(5):711-713.
110. Gerlach KL, Zahl C. Transversal palatal expansion using a palatal distractor. *J Orofac Orthop.* 2003;64(6):443-449.
111. Gibbs SJ. Effective dose equivalent and effective dose: comparison for common projections in oral and maxillofacial radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000;90(4):538-545.
112. Gilon Y, Heymans O, Limme M. Indications et implications de la disjonction chirurgicale du maxillaire supérieur dans les traitements orthodonticochirurgicaux. *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* 2000;101(5):252-258.
113. Glassman AS, Nahigian SJ, Medway JM. Conservative surgical orthodontic adult rapid palatal expansion: sixteen cases. *Am J Orthod.* 1984;86(3):207-213.

114. Goldenberg DC, Alonso N, Goldenberg FC. Using computed tomography to evaluate maxillary changes after surgically assisted rapid palatal expansion. *J Craniofac Surg.* 2007;18(2):302-311.
115. Goldenberg DC, Goldenberg FC, Alonso N. Hyrax appliance opening and pattern of skeletal maxillary expansion after surgically assisted rapid palatal expansion: a computed tomography evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;106(6):812-819.
116. Goodship AE, Kenwright J. The influence of induced micromovement upon the healing of experimental tibial fractures. *J Bone Joint Surg Br.* 1985;67(4):650-655.
117. Gorman WJ. Prevalence and etiology of gingival recession. *J Periodontol.* 1967;38(4):316-322.
118. Gottlieb B, Orban B. Active and passive continuous eruption of teeth. *J Dent Res.* 1933;13:214.
119. Graber TM, Vanarsdall RL, Vig KWL. *Orthodontics: Current principles and techniques*, 4th ed. St-Louis: Elsevier Mosby; 2005.
120. Greenbaum KR, Zachrisson BU. The effect of palatal expansion therapy on the periodontal supporting tissues. *Am J Orthod.* 1982;81(1):12-21.
121. Greulich WW, Pyle SI. *Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist.* Stanford: Stanford University Press; 1959.
122. Grossi SG, Genco RJ, Machtei EE. Assessment of risk for periodontal disease. II. Risk indicators for alveolar bone loss. *J Periodontol.* 1995;66(1):23-29.
123. Grossi SG, Zambon JJ, Ho AW. Assessment of risk for periodontal disease. I. Risk indicators for attachment loss. *J Periodontol.* 1994;65(3):260-267.
124. Haas AJ. Long-term posttreatment evaluation of rapid palatal expansion. *Angle Orthod.* 1980;50(3):189-217.
125. Haas AJ. Palatal expansion: just the beginning of dentofacial orthopedics. *Am J Orthod.* 1970;57(3):219-255.
126. Haas AJ. Rapid palatal expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod.* 1961;1961(31):73-90.
127. Haas AJ. The treatment of maxillary deficiency by opening the midpalatal suture. *Angle Orthod.* 1965;35:200-217.
128. Halazonetis DJ. From 2-dimensional cephalograms to 3-dimensional computed tomography scans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;127(5):627-637.
129. Handelman CS. Nonsurgical rapid maxillary alveolar expansion in adults: a clinical evaluation. *Angle Orthod.* 1997;67(4):291-305.
130. Handelman CS, Wang L, BeGole EA. Nonsurgical rapid maxillary expansion in adults: report on 47 cases using the Haas expander. *Angle Orthod.* 2000;70(2):129-144.
131. Hansen L, Tausche E, Hietschold V. Skeletally-anchored rapid maxillary expansion using the Dresden distractor. *J Orofac Orthop.* 2007;68(2):148-158.
132. Harada K, Sato M, Omura K. Blood-flow change and recovery of sensibility in the maxillary dental pulp during and after maxillary distraction: a pilot study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2004;98(5):528-532.
133. Hartgerink DV, Vig PS, Abbott DW. The effect of rapid maxillary expansion on nasal airway resistance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987;92(5):381-389.

134. Harzer W, Schneider M, Gedrange T. Direct bone placement of the hyrax fixation screw for surgically assisted rapid palatal expansion (SARPE). *J Oral Maxillofac Surg.* 2006;64(8):1313-1317.
135. Hashimoto K, Arai Y, Iwai K. A comparison of a new limited cone beam computed tomography machine for dental use with a multidetector row helical CT machine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003;95(3):371-377.
136. Heiland M, Schulze D, Rother U. Postoperative imaging of zygomaticomaxillary complex fractures using digital volume tomography. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004;62(11):1387-1391.
137. Heiss J. Ueber die chirurgische unterstuetzung der dehnung im komprimierten oberkiefer. *Deutsch Zahnaeszteblatt.* 1954;8:560.
138. Hellman M. The process of dentition and its effects on occlusion. *Dental Cosmos.* 1923;65:1329-1344.
139. Hershey HG, Stewart BL, Warren DW. Changes in nasal airway resistance associated with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod.* 1976;69(3):274-284.
140. Hilgers ML, Scarfe WC, Farman AG. Accuracy of linear temporomandibular joint measurements with cone beam computed tomography and digital cephalometric radiography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005;128(6):803-811.
141. Holberg C, Rudzki-Janson I. Stresses at the cranial base induced by rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 2006;76(4):543-550.
142. Holberg C, Steinhäuser S, Geis P. Cone-beam computed tomography in orthodontics: benefits and limitations. *J Orofac Orthop.* 2005;66(6):434-444.
143. Holberg C, Steinhäuser S, Rudzki-Janson I. Rapid maxillary expansion in adults: cranial stress reduction depending on the extent of surgery. *Eur J Orthod.* 2007;29(1):31-36.
144. Howe RP, McNamara JA, O'Connor KA. An examination of dental crowding and its relationship to tooth size and arch dimension. *Am J Orthod.* 1983;83(5):363-373.
145. Huang J, Bumann A, Mah J. Three-dimensional radiographic analysis in orthodontics. *J Clin Orthod.* 2005;39(7):421-428.
146. Hunter CJ. The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence. *Angle Orthod.* 1966;36(1):44-54.
147. Ilizarov GA. Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. *Clin Orthop Relat Res.* 1990;250:8-26.
148. Isaacson RJ, Ingram AH. Forces produced by rapid maxillary expansion I: Forces present during treatment. *Angle Orthod.* 1964;34:256-260.
149. Isaacson RJ, Wood JL, Ingram AH. Forces produced by rapid maxillary expansion II. *Angle Orthod.* 1964;34:261-270.
150. Işeri H, Tekkaya AE, Oztan O. Biomechanical effects of rapid maxillary expansion on the craniofacial skeleton, studied by the finite element method. *Eur J Orthod.* 1998;20(4):347-356.
151. Jacobs JD, Bell WH, Williams CE. Control of the transverse dimension with surgery and orthodontics. *Am J Orthod.* 1980;77(3):284-306.
152. Jafari A, Shetty KS, Kumar M. Study of stress distribution and displacement of various craniofacial structures following application of transverse orthopedic forces--a three-dimensional FEM study. *Angle Orthod.* 2003;73(1):12-20.
153. Kau CH, Richmond S, Palomo JM. Three-dimensional cone beam computerized tomography in orthodontics. *J Orthod.* 2005;32(4):282-293.

154. Kennedy JW, Bell WH, Kimbrough OL. Osteotomy as an adjunct to rapid maxillary expansion. *Am J Orthod.* 1976;70(2):123–137.
155. Kiliç N, Oktay H. Effects of rapid maxillary expansion on nasal breathing and some naso-respiratory and breathing problems in growing children: a literature review. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2008;72(11):1595-1601.
156. Knaup B, Yildizhan F, Wehrbein H. Age-related changes in the midpalatal suture. A histomorphometric study. *J Orofac Orthop.* 2004;65(6):467-474.
157. Kobayashi K, Shimoda S, Nakagawa Y. Accuracy in measurement of distance using limited cone-beam computerized tomography. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004;19(2):228-231.
158. Korbmacher H, Schilling A, Püschel K. Age-dependent three-dimensional microcomputed tomography analysis of the human midpalatal suture. *J Orofac Orthop.* 2007;68(5):364-376.
159. Koudstaal MJ, Poort LJ, Van der Wal KG. Surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME): a review of the literature. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005;34(7):709-714.
160. Koudstaal MJ, Van der Wal KG, Wolvius EB. The Rotterdam Palatal Distractor: introduction of the new bone-borne device and report of the pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006;35(1):31-35.
161. Kraut RA. Surgically assisted rapid maxillary expansion by opening the midpalatal suture. *J Oral Maxillofac Surg.* 1984;42(10):651–655.
162. Krebs A. Expansion of the midpalatal suture studied by means of metallic implants. *Transactions of the European Orthodontic Society.* 1958:163-171.
163. Krebs A. Midpalatal suture studies by the implant method over a seven-year period. *Rep Congr Eur Orthod Soc.* 1964;40:131-142.
164. Kudlick EM. A study utilizing direct human skulls as models to determine how bones of the craniofacial complex are displaced under the influence of mid-palatal expansion Department of Orthodontics. Rutherford: Farleigh Dickinson University; 1973.
165. Kumar V, Ludlow J, Soares Cevidanes LH. In vivo comparison of conventional and cone beam CT synthesized cephalograms. *Angle Orthod.* 2008;78(5):873-879.
166. Lagravère MO, Heo G, Major PW. Meta-analysis of immediate changes with rapid maxillary expansion treatment. *J Am Dent Assoc.* 2006;137(1):44-53.
167. Lagravère MO, Major PW, Flores-Mir C. Dental and skeletal changes following surgically assisted rapid maxillary expansion. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006;35(6):481-487.
168. Lagravère MO, Major PW, Flores-Mir C. Long-term skeletal changes with rapid maxillary expansion: a systematic review. *Angle Orthod.* 2005;75(6):1046-1052.
169. Lamparski DG, Rinchuse DJ, Close JM. Comparison of skeletal and dental changes between 2-point and 4-point rapid palatal expanders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;123(3):321-328.
170. Langford SR, Sims MR. Root surface resorption, repair, and periodontal attachment following rapid maxillary expansion in man. *Am J Orthod.* 1982;81(2):108-115.
171. Lanigan DT, Mintz SM. Complications of surgically assisted rapid palatal expansion: review of the literature and report of a case. *J Oral Maxillofac Surg.* 2002;60(1):104-110.

172. Lascala CA, Panella J, Marques MM. Analysis of the accuracy of linear measurements obtained by cone beam computed tomography (CBCT-NewTom). *Dentomaxillofac Radiol*. 2004;33(5):291-294.
173. Latham RA, Burston WR. The postnatal pattern of growth at sutures of the human skull. *Dent Pract*. 1966;17:61-67.
174. Lehman JA, Haas AJ. Surgical-orthodontic correction of transverse maxillary deficiency. *Dent Clin North Am*. 1990;34(2):385-395.
175. Lehman JA, Haas AJ, Haas DG. Surgical orthodontic correction of transverse maxillary deficiency: a simplified approach. *Plast Reconstr Surg*. 1984;73(1):62-68.
176. Lewis A, Garn S. The relationship between tooth formation and other maturational factors. *Angle Orthod*. 1960;30:70-77.
177. Li KK, Meara JG, Rubin PA. Orbital compartment syndrome following orthognathic surgery. *J Oral Maxillofac Surg*. 1995;53(8):964-968.
178. Linder-Aronson S, Lindgren J. The skeletal and dental effects of rapid maxillary expansion. *Br J Orthod*. 1979;6(1):25-29.
179. Lindhe J, Lang NP, Karring T. *Clinical periodontology and implant dentistry*, 5th ed. Oxford, UK ; Ames, Iowa: Blackwell Munksgaard; 2008.
180. Lines PA. Adult rapid maxillary expansion with corticotomy. *Am J Orthod*. 1975;67(1):44-56.
181. Loddi PP, Pereira MD, Wolosker AB. Transverse effects after surgically assisted rapid maxillary expansion in the midpalatal suture using computed tomography. *J Craniofac Surg*. 2008;19(2):433-438.
182. Løe H, Ånerud A, Boysen H. Natural history of periodontal disease in man. *J Clin Periodontol*. 1986;13:431-445.
183. Löfstrand-Tideström B, Thilander B, Ahlqvist-Rastad J. Breathing obstruction in relation to craniofacial and dental arch morphology in 4-year-old children. *Eur J Orthod*. 1999;21(4):323-332.
184. Lou L, Lagravère MO, Compton S. Accuracy of measurements and reliability of landmark identification with computed tomography (CT) techniques in the maxillofacial area: a systematic review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2007;104(3):402-411.
185. Loubele M, Maes F, Schutyser F. Assessment of bone segmentation quality of cone-beam CT versus multislice spiral CT: a pilot study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2006;102(2):225-234.
186. Loubele M, Van Assche N, Carpentier K. Comparative localized linear accuracy of small-field cone-beam CT and multislice CT for alveolar bone measurements. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008;105(4):512-518.
187. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of 3 CBCT devices for oral and maxillofacial radiology: CB Mercuray, NewTom 3G and i-CAT. *Dentomaxillofac Radiol*. 2006;35(4):219-226.
188. Ludlow JB, Davies-Ludlow LE, Brooks SL. Dosimetry of two extraoral direct digital imaging devices : NewTom cone beam CT and Orthophos Plus DS panoramic unit. *Dentomaxillofac Radiol*. 2003;32(4):229-234.
189. MacIntosh RB. Total mandibular alveolar osteotomy. Encouraging experiences with an infrequently indicated procedure. *J Maxillofac Surg*. 1974;2(4):210-218.
190. Mah J, Hatcher D. Three-dimensional craniofacial imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2004;126(3):308-309.

191. Mah JK, Danforth RA, Bumann A. Radiation absorbed in maxillofacial imaging with a new dental computed tomography device. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2003;96(4):508-513.
192. Maki K, Inou N, Takanishi A. Computer-assisted simulations in orthodontic diagnosis and the application of a new cone beam X-ray computed tomography. *Orthod Craniofac Res.* 2003;6(Suppl 1):95-101.
193. Marchetti C, Pironi M, Bianchi A. Surgically assisted rapid palatal expansion vs. segmental Le Fort I osteotomy: Transverse stability over a 2-year period. *J Craniomaxillofac Surg.* 2009;37(2):74-78.
194. Matteini C, Mommaerts MY. Posterior transpalatal distraction with pterygoid disjunction: a short-term model study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;120(5):498-502.
195. McCarthy JG, Schreiber J, Karp N. Lengthening the human mandible by gradual distraction. *Plast Reconstr Surg.* 1992;89(1):1-8.
196. McCulloch CA, Lekic P, McKeen MD. Role of physical forces in regulating the form and function of the periodontal ligament. *Periodontol 2000.* 2000;24:56-72.
197. McNamara JA. Maxillary transverse deficiency. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;117(5):567-570.
198. McNamara JA, Baccetti T, Franchi L. Rapid maxillary expansion followed by fixed appliances: a long-term evaluation of changes in arch dimensions. *Angle Orthod.* 2003;73(4):344-353.
199. McNamara JA, Brudon WL. *Orthodontic and orthopedic treatment in the mixed dentition.* Ann Arbor: Needham Press; 1993.
200. McNamara JA, Kapila S. *Digital radiography and three-dimensional imaging.* Ann Arbor: The University of Michigan; 2006.
201. Mehra P, Cottrell DA, Caiazzo A. Life-threatening, delayed epistaxis after surgically assisted rapid palatal expansion: a case report. *J Oral Maxillofac Surg.* 1999;57(2):201-204.
202. Melsen B. A histological study of the influence of sutural morphology and skeletal maturation on rapid palatal expansion in children. *Trans Eur Orthod Soc.* 1972:499-507.
203. Melsen B. Palatal growth studied on human autopsy material. *Am J Orthod.* 1975;68(1):42-54.
204. Melsen B, Melsen F. The postnatal development of the palatomaxillary region studied on human autopsy material. *Am J Orthod.* 1982;82(4):329-342.
205. Mermer RW, Rider CA, Cleveland DB. Nasopalatine canal cyst: a rare sequelae of surgical rapid palatal expansion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1995;80(6):620.
206. Messer EJ, Bollinger TE, Keller JJ. Surgical-mechanical maxillary expansion. *Quintessence Int.* 1979;10:13-16.
207. Mew J. Relapse following maxillary expansion. A study of twenty-five consecutive cases. *Am J Orthod.* 1983;83(1):56-61.
208. Mischkowski RA, Pulsfort R, Ritter L. Geometric accuracy of a newly developed cone-beam device for maxillofacial imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2007;104(4):551-559.
209. Miyasato M, Crigger M, Egelberg I. Gingival condition in areas of minimal and appreciable width of keratinized gingival. *J Clin Periodontol.* 1977;4(3):200-209.
210. Mol A. Imaging methods in periodontology. *Periodontol 2000.* 2004;34:34-48.

211. Mommaerts MY. Transpalatal distraction as a method of maxillary expansion. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 1999;37(4):268-272.
212. Moss JP. Rapid expansion. *Int J Orthod.* 1976;14(4):15-19.
213. Moss JP. Rapid expansion of the maxillary arch. I. *JPO J Pract Orthod.* 1968;2(5):165-171.
214. Moss JP. Rapid expansion of the maxillary arch. II. Indications for rapid expansion. *JPO J Pract Orthod.* 1968;2(5):215-223.
215. Mossaz CF, Byloff FK, Richter M. Unilateral and bilateral corticotomies for correction of maxillary transverse discrepancies. *Eur J Orthod.* 1992;14(2):110-116.
216. Moussa R, O'Reilly MT, Close JM. Long-term stability of rapid palatal expander treatment and edgewise mechanotherapy. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;108(5):478-488.
217. Müller HP, Eger T. Gingival phenotypes in young male adults. *J Clin Periodontol.* 1997;24(1):65-71.
218. Müller HP, Eger T. Masticatory mucosa and periodontal phenotype: a review. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2002;22(2):172-183.
219. Müller HP, Schaller N, Eger T. Ultrasonic determination of thickness of masticatory mucosa: a methodologic study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1999;88(2):248-253.
220. Muguerza OE, Shapiro PA. Palatal muco-periostomy: An attempt to reduce relapse after slow maxillary expansion. *Am J Orthod.* 1980;78:548-558.
221. Nakajima A, Sameshima GT, Arai Y. Two- and three-dimensional orthodontic imaging using limited cone beam-computed tomography. *Angle Orthod.* 2005;75(6):895-903.
222. Nanda R. The rates of growth of several facial components measured from serial cephalometric roentgenograms. *Am J Orthod.* 1955;41:658-673.
223. Neeley WW, Edgin WA, Gonzales DA. A review of the effects of expansion of the nasal base on nasal airflow and resistance. *J Oral Maxillofac Surg.* 2007;65(6):1174-1179.
224. Neubert J, Somsiri S, Howaldt HP. Surgical expansion of midpalatal suture by means of modified Le Fort I osteotomy. *Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir.* 1989;13(1):57-64.
225. Neyt NM, Mommaerts MY, Abeloos JV. Problems, obstacles and complications with transpalatal distraction in non-congenital deformities. *J Craniomaxillofac Surg.* 2002;30(3):139-143.
226. Ngan DC, Kharbanda OP, Geenty JP. Comparison of radiation levels from computed tomography and conventional dental radiographs. *Aust Orthod J.* 2003;19(2):67-75.
227. Nishimura T, Suzuki K. Anatomy of oral respiration: morphology of the oral cavity and pharynx. *Acta Otolaryngol.* 2003;Suppl.(550):25-28.
228. Northway WM, Meade JB. Surgically assisted rapid maxillary expansion: a comparison of technique, response, and stability. *Angle Orthod.* 1997;67(4):309-320.
229. Norton NS. *Netter's head and neck anatomy for dentistry.* Philadelphia: Saunders Elsevier; 2007.

230. Oliveira NL, Da Silveira AC, Kusnoto B. Three-dimensional assessment of morphological changes of the maxilla: a comparison of 2 kinds of palatal expanders. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;126(3):354-362.
231. Oztürk M, Doruk C, Ozeç I. Pulpal blood flow: effects of corticotomy and midline osteotomy in surgically assisted rapid palatal expansion. *J Craniomaxillofac Surg.* 2003;31(2):97-100.
232. Palaisa J, Ngan P, Martin C. Use of conventional tomography to evaluate changes in the nasal cavity with rapid palatal expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(4):458-466.
233. Palomo JM, Rao PS, Hans MG. Influence of CBCT exposure conditions on radiation dose. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2008;105(6):773-782.
234. Pancherz H, Szyska M. Analyse der Halswirbelkörper statt der Handknochen zur Bestimmung der skelettalen und somatischen Reife. *IOK.* 2000;32:151-161.
235. Parfitt GJ, Mjar IA. A clinical evaluation of localized gingival recession in children. *J Dent Child.* 1964;31:257-262.
236. Parks ET. Computed tomography applications in dentistry. *Dent Clin North Am.* 2000;44:371-394.
237. Pearson AI, Davies SJ, Sandles PJ. Surgically assisted rapid palatal expansion: a modified approach in a patient with a missing lateral incisor. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg.* 1996;11:235-238.
238. Pearson LE. Gingival height of lower central incisors orthodontically treated and untreated. *Angle Orthod.* 1968;38(4):337-339.
239. Periago DR, Scarfe WC, Moshiri M. Linear accuracy and reliability of cone beam CT derived 3-dimensional images constructed using an orthodontic volumetric rendering program. *Angle Orthod.* 2008;78(3):387-395.
240. Persson M. Structure and growth of facial sutures. *Odontol Revy.* 1973;24(6):306-314.
241. Persson M, Thilander B. Palatal suture closure in man from 15-35 years of age. *Am J Orthod.* 1977;72(1):42-52.
242. Petrén S, Bondemark L, Söderfeldt B. A systematic review concerning early orthodontic treatment of unilateral posterior crossbite. *Angle Orthod.* 2003;73(5):588-596.
243. Phillips C, Medland WH, Fields HW. Stability of surgical maxillary expansion. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1992;7(3):139-146.
244. Pinto PX, Mommaerts MY, Wreakes G. Immediate postexpansion changes following the use of the transpalatal distractor. *J Oral Maxillofac Surg.* 2001;59(9):994-1000.
245. Pistorius A, Patrosio C, Willershausen B. Periodontal probing in comparison to diagnosis by CT-scan. *Int Dent J.* 2001;51(5):339-347.
246. Podesser B, Williams S, Bantleon HP. Quantitation of transverse maxillary dimensions using computed tomography: a methodological and reproducibility study. *Eur J Orthod.* 2004;26(2):209-215.
247. Pogrel MA, Kaban LB, Vargervik K. Surgically assisted rapid maxillary expansion in adults. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1992;7(1):37-41.
248. Prasad KN, Cole WC, Haase GM. Radiation protection in humans: extending the concept of as low as reasonably achievable (ALARA) from dose to biological damage. *Br J Radiol.* 2004;77(914):97-99.

249. Praskins P. A comparison of rapid maxillary expansion appliances: Hyrax vs. the Haas Department of Orthodontics. New York: Montefiore; 1985.
250. Proffit WR, Fields HW, Sarver DM. Contemporary orthodontics, 4th ed. St-Louis: Mosby; 2007.
251. Proffit WR, Phillips C, Dann C. Who seeks surgical-orthodontic treatment? *Int J Adult Orthod Orthognath Surg.* 1990;5(3):153-160.
252. Proffit WR, Turvey T, Phillips C. Orthognathic surgery: a hierarchy of stability. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg.* 1996;11(3):191-204.
253. Proffit WR, Turvey TA, Phillips C. The hierarchy of stability and predictability in orthognathic surgery with rigid fixation: an update and extension. *Head Face Med.* 2007;3:21.
254. Proffit WR, White RP, Sarver DM. Contemporary treatment of dentofacial deformity. St-Louis: Mosby; 2003.
255. Putz R, Pabst R. Sobotta atlas d'anatomie humaine. Paris: Éd. médicales internationales; 2000.
256. Putz R, Pabst R. Sobotta atlas of human anatomy, vol 1. Baltimore: Williams & Wilkins; 1997.
257. Ramieri GA, Spada MC, Austa M. Transverse maxillary distraction with a bone-anchored appliance: dento-periodontal effects and clinical and radiological results. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005;34(4):357-363.
258. Reed N, Ghosh J, Nanda RS. Comparison of treatment outcomes with banded and bonded RPE appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1999;116(1):31-40.
259. Rimmelink HJ. Corticotomy of the upper jaw: a different view. *Ned Tijdschr Tandheelkd.* 2000;107(10):417-418.
260. Ricketts RM. Perspectives in the clinical application of cephalometrics, the first fifty years. *Angle Orthod.* 1981;51(2):115-150.
261. Roberts JA, Drage NA, Davies J. Effective dose from cone beam CT examinations in dentistry. *Br J Radiol.* 2009;82(973):35-40.
262. Rouvière H, Delmas A. Anatomie humaine: Tome 1, Tête et cou, 15e édition. Paris: Masson; 2002.
263. Rungcharassaeng K, Caruso JM, Kan JY. Factors affecting buccal bone changes of maxillary posterior teeth after rapid maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;132(4):428.e421-428.
264. Sanders MA, Hoyjberg C, Chu CB. Common orthodontic appliances cause artifacts that degrade the diagnostic quality of CBCT images. *J Calif Dent Assoc.* 2007;35(12):850-857.
265. Sandikçioğlu M, Hazar S. Skeletal and dental changes after maxillary expansion in the mixed dentition. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;111(3):321-327.
266. Sari Z, Ulysal T, Usumez S. Rapid maxillary expansion. Is it better in the mixed or in the permanent dentition? *Angle Orthod.* 2003;73(6):654-661.
267. Sarver DM, Johnston MW. Skeletal changes in vertical and anterior displacement of the maxilla with bonded rapid palatal expansion appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1989;95(6):462-466.
268. Scaf G, Lurie AG, Mosier KM. Dosimetry and cost of imaging osseointegrated implants with film-based and computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997;83(1):41-48.
269. Scarfe WC, Farman AG, Sukovic P. Clinical applications of cone-beam computed tomography in dental practice. *J Can Dent Assoc.* 2006;72(1):75-80.

270. Schiffman PH, Tuncay OC. Maxillary expansion: a meta analysis. *Clin Orthod Res.* 2001;4(2):86-96.
271. Schimming R, Feller KU, Herzmann K. Surgical and orthodontic rapid palatal expansion in adults using Glassman's technique: retrospective study. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2000;38(1):66-69.
272. Schneidman E, Wilson S, Erkis R. Two point rapid maxillary expansion: an alternate approach to traditional treatment. *Pediatr Dent.* 1990;12(2):92-97.
273. Schulze D, Heiland M, Thurmann H. Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2004;33(2):83-86.
274. Schwarz GM, Thrash WJ, Byrd DL. Tomographic assessment of nasal septal changes following surgical-orthodontic rapid maxillary expansion. *Am J Orthod.* 1985;87(1):39-45.
275. Scott JH. *Dentofacial development and growth.* Oxford: Pergamon Press; 1967.
276. Seto BH, Gotsopoulos H, Sims MR. Maxillary morphology in obstructive sleep apnoea syndrome. *Eur J Orthod.* 2001;23(6):703-714.
277. Shetty V, Caridad JM, Caputo AA. Biomechanical rationale for surgical-orthodontic expansion of the adult maxilla. *J Oral Maxillofac Surg.* 1994;52(7):742-749.
278. Silva MA, Wolf U, Heinicke F. Cone-beam computed tomography for routine orthodontic treatment planning: a radiation dose evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(5):640.e641-645.
279. Silverstein K, Quinn PD. Surgically-assisted rapid palatal expansion for management of transverse maxillary deficiency. *J Oral Maxillofac Surg.* 1997;55(7):725-727.
280. Skieller V. Expansion of the midpalatal suture by removable plates, analysed by the implant method. *Rep Congr Eur Orthod Soc.* 1964;40:143-158.
281. Snyder CC, Levine GA, Swanson HM. Mandibular lengthening by gradual distraction. Preliminary report. *Plast Reconstr Surg.* 1973;51(5):506-508.
282. Sorel O. Rapid palatal expansion for the treatment of maxillary constriction. *Rev Stomatol Chir Maxillofac.* 2004;105(1):26-36.
283. Sperry TP, Speidel TM, Isaacson RJ. The role of dental compensations in the orthodontic treatment of mandibular prognathism. *Angle Orthod.* 1977;47(4):293-299.
284. Starnbach H, Bayne D, Cleall J. Facioskeletal and dental changes resulting from rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 1966;36(2):152-164.
285. Steiner GG, Pearson JK, Ainamo J. Changes of the marginal periodontium as a result of labial tooth movement in monkeys. *J Periodontol.* 1981;52(6):314-320.
286. Stratemann SA, Huang JC, Maki K. Comparison of cone beam computed tomography imaging with physical measures. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008;37(2):80-93.
287. Strömberg C, Holm J. Surgically assisted, rapid maxillary expansion in adults. A retrospective long-term follow-up study. *J Craniomaxillofac Surg.* 1995;23(4):222-227.
288. Stucki-McCormick SU, Mizrahi R, Fox RM. Distraction osteogenesis of the mandible using a submerged intraoral device: A report of three cases. *J Oral Maxillofac Surg.* 1999;57(2):192-198.

289. Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res.* 2003;6(Suppl 1):31-36.
290. Sukovic P. Cone beam computed tomography in dentomaxillofacial imaging. *AADMRT Newsletter.* 2004;Winter:1-9.
291. Suomalainen A, Vehmas T, Kortesianiemi M. Accuracy of linear measurements using dental cone beam and conventional multislice computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol.* 2008;37(1):10-17.
292. Suri L, Taneja P. Surgically assisted rapid palatal expansion: a literature review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;133(2):290-302.
293. Swennen G, Dempf R, Schliephake H. Cranio-facial distraction osteogenesis: a review of the literature: Part II: experimental studies. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2002;31(2):123-135.
294. Swennen G, Schliephake H, Dempf R. Craniofacial distraction osteogenesis: a review of the literature: Part I: clinical studies. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2001;30(2):89-103.
295. Tanner JM. *Growth at adolescence*, 2nd ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1962.
296. Taranger J, Hägg U. Timing and duration of adolescent growth. *Acta Odontol Scand.* 1980;38(1):57-67.
297. Tarnow DP, Magner AW, Fletcher P. The effect of the distance from the contact point to the crest of bone on the presence or absence of the interproximal dental papilla. *J Periodontol.* 1992;63(12):995-996.
298. Taşpınar F, Uçüncü H, Bishara SE. Rapid maxillary expansion and conductive hearing loss. *Angle Orthod.* 2003;73(6):669-673.
299. Tausche E, Hansen L, Hietschold V. Three-dimensional evaluation of surgically assisted implant bone-borne rapid maxillary expansion: a pilot study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131(4 Suppl):S92-99.
300. Timms DJ. The dawn of rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 1999;69(3):247-250.
301. Timms DJ. The effect of rapid maxillary expansion on nasal airway resistance. *Br J Orthod.* 1986;13(4):221-228.
302. Timms DJ. An occlusal analysis of lateral maxillary expansion with midpalatal suture opening. *Dent Pract Dent Rec.* 1968;18(12):435-441.
303. Timms DJ. Rapid maxillary expansion in the treatment of nocturnal enuresis. *Angle Orthod.* 1990;60(3):229-233.
304. Timms DJ. A study of basal movement with rapid maxillary expansion. *Am J Orthod.* 1980;77(5):500-507.
305. Timms DJ, Moss JP. An histological investigation into the effects of rapid maxillary expansion on the teeth and their supporting tissues. *Trans Eur Orthod Soc.* 1971:263-271.
306. Timms DJ, Vero D. The relationship of rapid maxillary expansion to surgery with special reference to midpalatal synostosis. *Br J Oral Surg.* 1981;19(3):180-196.
307. Trott JR, Love B. An analysis of localized gingival recession in 766 Winnipeg high school students. *Dent Pract Dent Rec.* 1966;16:209-213.
308. Tsiklakis K, Donta C, Gavala S. Dose reduction in maxillofacial imaging using low dose Cone Beam CT. *Eur J Radiol.* 2005;56(3):413-417.

309. Tyndall DA, Rathore S. Cone-beam CT diagnostic applications: caries, periodontal bone assessment, and endodontic applications. *Dent Clin North Am.* 2008;52(4):825-841.
310. Usumez S, Işeri H, Orhan M. Effect of rapid maxillary expansion on nocturnal enuresis. *Angle Orthod.* 2003;73(5):532-538.
311. Vanarsdall RL. Orthodontics: The state of the art. Dans: Barrer HG, éditeur. *Periodontal problems associated with orthodontic treatment.* Philadelphie: University of Pennsylvania Press; 1981. p.115-124.
312. Vanarsdall RL. Transverse dimension and long-term stability. *Semin Orthod.* 1999;5(3):171-180.
313. Vanarsdall RL, Herberger TA. Rapid palatal expansion : long-term stability and periodontal implications Department of Orthodontics. Philadelphie: University of Pennsylvania; 1987.
314. Vannier MW. Craniofacial computed tomography scanning: technology, applications and future trends. *Orthod Craniofac Res.* 2003;6(Suppl 1):23-30.
315. Vardimon AD, Graber TM, Voss LR. Determinants controlling iatrogenic external root resorption and repair during and after palatal expansion. *Angle Orthod.* 1991;61(2):113-122.
316. Velázquez P, Benito E, Bravo LA. Rapid maxillary expansion. A study of the long-term effects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1996;109(4):361-367.
317. Villa MP, Malagola C, Pagani J. Rapid maxillary expansion in children with obstructive sleep apnea syndrome: 12-month follow-up. *Sleep Med.* 2007;8(2):128-134.
318. Wainwright WM. Faciolingual tooth movement: its influence on the root and cortical plate. *Am J Orthod.* 1973;64(3):278-302.
319. Warren DW, Hershey HG, Turvey TA. The nasal airway following maxillary expansion. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1987;91(2):111-116.
320. Watson WG. Expansion and fenestration or dehiscence. *Am J Orthod.* 1980;77(3):330-332.
321. Wehrbein H, Yildizhan F. The mid-palatal suture in young adults, A radiological-histological investigation. *Eur J of Orthod.* 2001;23:105-114.
322. Wennström JL. Mucogingival considerations in orthodontic treatment. *Semin Orthod.* 1996;2(1):46-54.
323. Wennström JL. The significance of the width and thickness of the gingiva in orthodontic treatment. *Dtsch Zahnarztl Z.* 1990;45:136-141.
324. Wennström JL, Lindhe J, Sinclair F. Some periodontal tissue reactions to orthodontic tooth movement in monkeys. *J Clin Periodontol.* 1987;14:121-129.
325. Wertz R, Dreskin M. Midpalatal suture opening: a normative study. *Am J Orthod.* 1977;71(4):367-381.
326. Wertz RA. Changes in nasal airflow incident to rapid maxillary expansion. *Angle Orthod.* 1968;38(1):1-11.
327. Wertz RA. Rapid expansion of the maxillary dental arch and nasal cavity by the opening the mid palatal suture. *Angle Orthod.* 1961;31:73-90.
328. Wertz RA. Skeletal and dental changes accompanying rapid midpalatal suture opening. *Am J Orthod.* 1970;58(1):41-66.
329. White SC. 1992 assessment of radiation risk from dental radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 1992;21(3):118-126.
330. White SC. Cone-beam imaging in dentistry. *Health Phys.* 2008;95(5):628-637.

331. Woods M, Wiesenfeld D, Probert T. Surgically-assisted maxillary expansion. *Aust Dent J.* 1997;42(1):38-42.
332. Wortche R, Hassfeld S, Lux CJ. Clinical application of cone beam digital volume tomography in children with cleft lip and palate. *Dentomaxillofac Radiol.* 2006;35(2):88-94.
333. Wriedt S, Kunkel M, Zentner A. Surgically assisted rapid palatal expansion. An acoustic rhinometric, morphometric and sonographic investigation. *J Orofac Orthop.* 2001;62(2):107-115.
334. Wright GH. A study of the maxillary sutures. *Dent Cosmos.* 1911;52:633-642.
335. Zahl C, Gerlach KL. Palatinaldistraktor Ein innovativer ansatz für die gaumennahterweiterung. *Mund Kiefer Gesichts Chir.* 2002;6:446-449.
336. Zemmann W, Schanbacher M, Feichtinger M. Dentoalveolar changes after surgically assisted maxillary expansion: a three-dimensional evaluation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;107(1):36-42.
337. Zimring JF, Isaacson RJ. Forces produced by rapid maxillary expansion. 3. Forces present during retention. *Angle Orthod.* 1965;35:178-186.

Annexes

Chapitre 8. Annexes

Annexe I : Certificat d'éthique

Faculté de médecine dentaire

Le 3 avril 2006

Madame Marie-France Thibaudeau
Vice-Présidente
Comité Ethique
Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal
5400, boul. Gouin ouest
Montréal (Qc)
H4J 1C5

Objet : Ajout au Protocole Bruxisme 2001 d'un volet
sur l'Expansion Palatine chez le Bruxeur

Chère madame,

Dans le cadre des traitements réguliers à la Faculté de Médecine Dentaire de l'Université de Montréal, nous sommes appelés à proposer un traitement d'orthodontie régulier non-expérimental. Il s'agit de l'expansion du palais à l'aide d'un appareil dentaire conventionnel. Toutefois, il se peut que certains patients (âgés de 8 à 18 ans) présentent des troubles respiratoires (ronflement, apnées ou grincement des dents).

Afin de vérifier si ce traitement clinique renverse ou aggrave ces troubles du sommeil, nous désirons observer en laboratoire du sommeil 15 garçons ou filles, ceci avant et après ce traitement régulier (2 nuits).

Les procédures sont standards, aucune manipulation expérimentale ne sera effectuée. Nous collecterons les données usuelles (qualité du sommeil, fatigue, douleur, vigilance, performance familiale / travail /scolaire).

Le consentement usuel pour le bruxisme sera utilisé avec modification de l'âge (ci-joint) qui sera effectuée à la main sur le document signé par le parent ou tuteur.

[information retirée / information withdrawn]

Gilles Lavigne
Professeur titulaire
Chercheur du Centre de Recherche
Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal

c.c. Dr Athena Papadakis, Orthodontie – U de Montréal



PROJET DE RECHERCHE

TITRE: Électrophysiologie et pharmacologie du bruxisme nocturne et relations douleur-sommeil - /
Projet : Étude sur le bruxisme au cours du sommeil

LIEU: Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal

CHERCHEUR: Docteur Gilles Lavigne

PROVENANCE DES FONDS: Institut de recherche en santé du Canada et Fonds de la recherche en santé du Québec

PROBLÉMATIQUE ET OBJECTIF DE L'ÉTUDE: Étude sur le bruxisme et sa pathophysiologie. Rôle du système nerveux autonome lors du sommeil et effet de l'âge sur l'interaction douleur-sommeil

TYPE DE RECHERCHE: Clinique et expérimentale / psychophysique

ADMISSIBILITÉ DES SUJETS: Sujets en bonne santé : bruxeurs et témoins âgés entre 20 et 60 ans avec douleur chronique sans médicament.

LES CONSÉQUENCES ÉTHIQUES:

Liberté de participer:	oui	Consentement éclairé:	oui
Confidentialité:	oui	Liberté d'en sortir sans contrainte:	oui

FORMULAIRE DE CONSENTEMENT: requis: oui (version initiale du 8 août 2001)
approuvé: oui le 15 août 2001

DATE DE RÉCEPTION : 27 avril 2001

COMITÉ D'ÉTHIQUE: No de code: C.E.2001-08-109, C.E.2002-09-122, C.E.2003-08-167

DATE DE L'ÉTUDE PAR LE COMITÉ : 22 mai 2001

- 11 septembre 2002 (modification au protocole)
- 11 septembre 2002 (renouvellement)
- 1^{er} septembre 2003 (renouvellement)
- 16 mars 2004 (modification au protocole / lettre du chercheur en date du 26 février 2004)
- 28 septembre 2004 (renouvellement)
- 23 septembre 2005 (renouvellement)
- 10 avril 2006 (modification au formulaire d'information et de consentement en date du 4 avril 2006)

**MEMBRES DU COMITÉ D'ÉTHIQUE DE LA RECHERCHE ET DE
L'ÉVALUATION DES TECHNOLOGIES DE LA SANTÉ**
Hôpital du Sacré-Coeur de Montréal

AVIS FAVORABLE

Me Chantal Roy, juriste, présidente
 Mme Marie-France Thibaudeau, scientifique non médecin, vice-présidente
 M. Guy Beauregard, personne spécialisée en éthique
 Dr Marcel Boulanger, membre non affilié représentant la collectivité
 Mme Henriette Bourassa, membre non affilié représentant la collectivité
 Dr Colin Verdant, scientifique médecin
 Dr Razvan Diaconescu, scientifique médecin
 Dre Jadranka Spahija, scientifique non médecin
 Mme Nathalie Demers, scientifique non médecin

[information retirée / information withdrawn]

Marie-France Thibaudeau

Note : Dr Lavigne étant membre au moment de l'approbation initiale n'a participé ni aux délibérations ni au vote.
 Le Comité d'éthique de la recherche de l'HSCM poursuit ses activités en accord avec *Les bonnes pratiques cliniques (Santé Canada)* et tous les règlements applicables

Annexe II : Document d'information remis aux sujets

FORMULAIRE D'INFORMATION POUR LES PATIENTS

Effets parodontaux d'une expansion palatine rapide assistée chirurgicalement (EPRAC) :
évaluation clinique et évaluation radiologique
à l'aide de la tomodensitométrie à faisceau conique

Chercheurs :

Dre Chantal Gauthier
Dre Athena Papadakis
Dre Manon Paquette
Dr René Voyer

Section Orthodontie
Faculté de médecine dentaire
Université de Montréal
2900, Édouard-Montpetit
C.P. 6128, succ. Centre-Ville
H3C 3J7

Introduction

Avec les progrès de la technologie et l'amélioration des techniques de chirurgie maxillo-faciale, la chirurgie orthognathique est un outil de traitement de plus en plus privilégié par les orthodontistes. Parmi les différentes interventions chirurgicales effectuées, l'EPRAC – expansion palatine rapide assistée chirurgicalement – est davantage préconisée pour les patients dont l'âge squelettique ne permet plus une expansion palatine conventionnelle.

De façon générale, les effets dentaires et squelettiques de cette procédure sont connus par les orthodontistes. Elle est également considérée comme ayant peu ou pas d'effets néfastes sur le parodonte (les gencives), sans toutefois qu'aucune étude n'ait été faite sur le sujet. Donc, un premier volet à cette étude consiste en l'évaluation clinique et radiologique des effets de cette chirurgie sur les tissus de support des dents.

Un second volet consiste à en évaluer l'impact sur les voies respiratoires et le sommeil, en continuité avec un autre projet de recherche actuellement en cours.

De nombreux outils radiologiques sont mis à la disposition des orthodontistes et des chirurgiens. Le « cone-beam CT » en est un de plus en plus couramment utilisé aux États-Unis et il sert actuellement d'outil radiologique de routine dans certaines universités canadiennes. Le « cone beam CT » permet non seulement l'obtention des radiographies de base, mais également celle de certaines images plus spécifiques et une visualisation en trois dimensions des différentes structures anatomiques.

But du projet de recherche

Le but du projet de recherche est d'une part d'évaluer les effets parodontaux d'une expansion palatine rapide assistée chirurgicalement (EPRAC) selon une évaluation clinique et une évaluation radiologique à l'aide du « cone-beam CT ». D'autre part, il s'agira d'évaluer les effets sur les voies respiratoires et sur le sommeil.

Critères de sélection

Seuls les patients chez qui une expansion palatine est prévue à leur plan de traitement orthodontique et chez qui la croissance squelettique ne permet plus une expansion palatine conventionnelle, c'est-à-dire sans chirurgie, seront retenus pour l'étude.

Des critères plus spécifiques serviront également à la sélection des patients dont : être en bonne santé, non-fumeur pendant la période de l'étude, avoir une bonne santé parodontale (bonne santé des gencives), bonne hygiène dentaire, aucune dent absente ou incluse au maxillaire.

Hygiène buccale

Comme une partie du projet vise à évaluer les effets du traitement sur la condition du parodonte (gencives et tissus de support des dents), il est d'autant plus important de maintenir une bonne hygiène buccale et dentaire. Les instructions d'hygiène seront révisées avec le patient et sa coopération pour maintenir une hygiène impeccable est nécessaire pour mener à bien cette étude. Différents éléments seront discutés avec le patient dont une bonne technique de brossage (possibilité d'utiliser la brosse à dents électrique) et l'utilisation de la soie dentaire.

Déroulement de l'étude

L'étude se déroulera comme suit :

- 2 rendez-vous initiaux : évaluation, explications du projet, consentement
- 2 rendez-vous de préparation à la chirurgie - confection de l'appareil d'expansion
- 3 à 5 rendez-vous de suivi immédiatement après la chirurgie
- 1 rendez-vous de suivi 3 mois après la chirurgie
- 2 rendez-vous de suivi 6 mois après la chirurgie
- 1 rendez-vous de suivi 1 an après la chirurgie.
- Par la suite, la réévaluation habituelle sera faite afin de poursuivre les traitements orthodontiques.

Tout au long des différents rendez-vous, le patient sera amené à :

- consulter son dentiste pour le suivi régulier
- consulter le chirurgien avant la chirurgie, pour la chirurgie, et en contrôle
- consulter un ORL pour s'assurer de l'absence de problèmes ou de pathologies au niveau des voies respiratoires
- se rendre à une clinique de radiologie maxillo-faciale avant la chirurgie, six mois après la chirurgie et 1 an après la chirurgie
- se rendre au laboratoire de sommeil de l'Hôpital Sacré-Cœur – deux nuits avant la chirurgie et deux nuits six mois après la chirurgie.

La préparation et le suivi se fera essentiellement comme pour un patient régulier, à l'exception de la visite chez l'ORL, des visites à la clinique de radiologie et des nuits au laboratoire du sommeil.

Laboratoire de sommeil

Vous avez en complément un document d'information et de consentement du Centre d'étude du sommeil et des rythmes biologiques, de même qu'une feuille vous donnant les instructions pour vous y rendre.

Des frais importants sont impliqués dans la préparation des salles avant chacune des nuits. Le laboratoire de sommeil est donc très strict quant aux dates fixées. Vous devez aviser 2 à 3 jours à l'avance le laboratoire de toute condition ou maladie qui pourrait affecter la qualité de sommeil du patient, afin de décider si les nuits seront reportées ou maintenues. Également, aucune médication ne doit être prise par le patient. Advenant

une prescription faite par un médecin pour une condition quelconque, veuillez contacter le laboratoire quelques jours avant pour les en informer.

Risques associés à l'étude

Aucun risque n'est associé à l'étude comme telle.

Les risques et conséquences possibles sont les risques associés au traitement chirurgical lui-même. Ils seront expliqués par le chirurgien lors du rendez-vous de consultation chez ce dernier.

Arrangement financier

Le montant du traitement orthodontique reste le même que pour tout traitement complet à la section d'orthodontie de la Faculté de médecine dentaire de l'Université de Montréal. Ce montant a été établi lors de votre premier rendez-vous à la clinique de choix et figure sur votre entente financière avec le département. De même, les frais associés à la chirurgie sont ceux fixés par le chirurgien, comme pour tout patient nécessitant une chirurgie orthognatique. Les frais pour la radiologie font partie intégrante des frais du traitement d'orthodontie, comme pour tout patient à la clinique.

Un montant de 75\$ est donné au patient pour chacune des nuits passées au laboratoire de sommeil.

Participation volontaire et retrait de l'étude

Votre participation à l'étude est entièrement volontaire. Vous êtes donc libre de refuser d'y participer.

Si vous participez à l'étude, vous êtes libre de vous retirer à n'importe quel moment, sans aucun préjudice, ni quelque pénalité que ce soit. Advenant le cas, les traitements d'orthodontie se poursuivront tels que prévus dans le plan de traitement.

Confidentialité

Tous les renseignements recueillis au cours de l'étude demeureront strictement confidentiels. Cependant, tel que signé dans le consentement de la Clinique d'orthodontie de la Faculté de médecine dentaire de l'Université de Montréal, tous les éléments du dossier clinique (photos, modèles d'étude, diapositives et radiographies) peuvent servir à des conférences scientifiques ou à l'enseignement.

Contacts

Dre Chantal Gauthier, Résidente

[information retirée / information withdrawn]

[information retirée /
information withdrawn]

(en cas d'urgence seulement,
soirs et fins de semaine seulement, en-dehors
des heures cliniques)

Dre Athena Papadakis, Professeure

[information retirée / information withdrawn]

Dr Nimaat Pertick

Adresse : 205-2540 Av. Pierre-Péladeau, Laval, H7T 0A3

Téléphone : [information retirée / information
withdrawn]

Hôpital Notre-Dame

Téléphone : [information retirée / information
withdrawn]

Maxillo-Facial 3D du Grand Montréal

Dre Manon Paquette

Adresse : 1823, rue Sherbrooke Est, Montréal, H2K 1B4

Téléphone : [information retirée / information
withdrawn]

Dr François Lavigne, ORL

Adresse : 1361, Avenue Beaumont, Mont-Royal, H3P 2W3

Téléphone : [information retirée / information
withdrawn]

Laboratoire de sommeil

Hôpital Sacré-Cœur (voir document)

Annexe III : Formulaire de consentement

Centre d'étude du sommeil et des rythmes biologiques – Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal
et
Faculté de médecine dentaire, Université de Montréal

Formulaire d'information et de consentement

Titre de l'étude :

Électrophysiologie et pharmacologie du bruxisme nocturne et les relations douleur sommeil

- Étude sur le bruxisme au cours du sommeil

- Version orthodontie pour Sujets bruxeurs (Mineurs) 05-05 2006

Chercheurs :

Gilles Lavigne, DMD, MSc, PhD, FRCD(c)-Médecine buccale

Professeur titulaire, Faculté de médecine dentaire, Université de Montréal

Centre d'étude du le sommeil et des rythmes biologiques, Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal

[information retirée / information withdrawn]

Jacques Montplaisir, MD, PhD, CRCP

Professeur titulaire, Département de psychiatrie, Faculté de médecine, Université de Montréal,

Centre d'étude du sommeil et des rythmes biologiques, Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal

[information retirée / information withdrawn]

Collaborateurs :

Athens Papanikis, BDS (Hons), FDS RCS (Eng), M.Sc., FRCDC.

Professeure adjointe, Section d'orthodontie

Faculté de médecine dentaire, Université de Montréal

[information retirée / information withdrawn]

Chantal Gauthier, DMD, Résidente en orthodontie

Faculté de médecine dentaire, Université de Montréal

[information retirée / information withdrawn]

Commanditaires :

Instituts de recherche en santé du Canada et le Fonds de la recherche en santé du Québec

Information

Certaines personnes à qui s'adresse ce projet de recherche ne peuvent donner leur consentement si elles sont âgées de moins de 18 ans (article 21 du Code civil du Québec). Les informations qui suivent vous renseignent sur cette étude. Vous devez décider de la même manière que le ferait le sujet s'il était en mesure de prendre sa propre décision. N'hésitez pas à poser toutes vos questions pour bien comprendre de quoi il s'agit.

Nature et objectif de l'étude

Nous vous invitons à participer à une étude clinique à titre de sujet bruxeur (grincement des dents) ou de sujet avec des maux de tête, en collaboration avec le Centre d'étude du sommeil et des rythmes biologiques de l'Hôpital du Sacré-Cœur. Il est important que vous compreniez certains principes généraux qui s'appliquent à toutes les personnes qui participent à nos études.

Cette étude a pour but premier d'examiner la relation qui existe entre l'activité de certains muscles (appareil masticateur, cou, et jambes) et les limitation de flot respiratoire lors du sommeil. Une meilleure compréhension de ce phénomène nous aidera dans un deuxième

Centre d'étude du sommeil et des rythmes biologiques – Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal
et
Faculté de médecine dentaire, Université de Montréal

temps à découvrir la thérapie la plus apte à améliorer cette condition. Nous prévoyons enregistrer de 15 à 25 sujets.

Déroulement de l'étude et méthodes utilisées

- Vous n'aurez **aucun médicament** à prendre.
- À la première visite, nous évaluerons votre condition dentaire et médicale pour déterminer si vous répondez aux critères d'inclusion de notre étude. Vous devrez compléter les questionnaires ci-joints et une radiographie de type panoramique (de vos dents et mâchoire) récente sera requise. Votre consentement à participer à la présente étude sera **confirmé par la signature de ce formulaire**.

Déroulement :

Vous devrez venir dormir 4 nuits (2 fois 2 nuits consécutives espacées de 4 à 6 mois), au Centre d'étude du sommeil et des rythmes biologiques de l'Hôpital du Sacré-Cœur où, pendant votre sommeil, nous enregistrons l'activité électrique de votre cerveau, votre cœur et de vos muscles à l'aide de petites électrodes collées à votre peau. Ces enregistrements sont effectués, sous la supervision d'un médecin, par un(e) technicien(ne) en électrophysiologie. L'analyse des tracés sommeil sera effectuée par un(e) autre technicien(ne) qui sera sous condition aveugle afin de minimiser les biais (influences non voulues sur les résultats).

- Les rendez-vous auront lieu selon un horaire prédéterminé avec vous.
- Vous devrez arriver à l'Hôpital du Sacré-Cœur vers 19h00, vous vous coucherez vers 22h00 et on vous réveillera vers 7h00 et vous quitterez l'Hôpital environ 1 heure après votre réveil. Il est à noter qu'aucun souper ou petit déjeuner ne sera fourni.
- De plus, au cours de l'étude, il est possible que nous vous demandions de remplir différents questionnaires afin de mieux évaluer votre condition (durée 5-15 min).

Risques, effets secondaires et désagréments

Voici les inconvénients associés à cette étude:

- Les électrodes collées à la surface de votre peau peuvent créer une légère rougeur. Une telle irritation est de courte durée et sans conséquence;
- Au cours de l'étude, si vous devez prendre des médicaments prescrits ou non prescrits (ex: Tylenol, Aspirine, etc.), des produits naturels ou toute autre forme de traitement (ex: physiothérapie, etc.), nous vous demandons, S.V.P., de nous contacter afin de vérifier si ceci n'interfère pas avec l'étude;
- Si le fait de dormir à l'hôpital vous occasionne des problèmes pour votre travail, une lettre explicative pourra être remise à votre employeur à votre demande;
- Il n'y a normalement aucun risque prévu pour votre santé. Nous utiliserons les meilleures conditions possibles pour assurer votre sécurité et confort.

Bénéfices et avantages

Il est possible que vous ne puissiez pas retirer de bénéfices personnels en participant à cette étude. Toutefois, par votre participation, vous contribuez à améliorer la qualité des soins prodigués aux personnes souffrant de bruxisme (serrement et grincement des dents) ou de

Centre d'étude du sommeil et des rythmes biologiques – Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal
 et
 Faculté de médecine dentaire, Université de Montréal

problèmes reliés à la respiration;

Indemnité

Vous recevrez, par courrier, un dédommagement de 75 \$ pour votre participation à chacune des sessions. L'envoi des indemnités débutera après la première visite de sélection.

En cas de préjudice :

Si vous deviez subir quelque préjudice que ce soit par suite de toute procédure reliée à l'étude, vous recevrez tous les soins médicaux nécessaires, sans frais de votre part. En acceptant de participer à cette étude, vous ne renoncez à aucun de vos droits ni ne libérez les chercheurs ou les institutions impliqués de leurs responsabilités légales et professionnelles.

Confidentialité

Tous les renseignements recueillis à votre sujet au cours de l'étude demeureront strictement confidentiels, dans les limites prévues par la loi, et vous ne serez identifié(e) que par un code. La clé du code reliant votre nom et votre dossier de recherche sera conservé en lieu sûr par le chercheur responsable du projet de recherche pour une période de 25 ans et détruit par la suite. Aucune publication ou communication scientifique résultant de cette étude ne renfermera quoi que ce soit qui puisse permettre de vous identifier. Si un vidéo est utilisé, un masque est ajouté sur le visage afin que l'on ne puisse reconnaître le sujet.

Cependant, à des fins de contrôle du projet de recherche, votre dossier pourra être consulté par une personne mandatée par le comité d'éthique de la recherche de l'Hôpital du Sacré-Cœur ainsi que par des représentants des Instituts de recherche en santé du Canada et du Fonds de la recherche en santé du Québec. Tous adhèrent à une politique de stricte confidentialité.

Participation volontaire et retrait de l'étude

- Votre participation est entièrement volontaire, vous êtes donc libre de refuser d'y participer.
- Si vous participez à l'étude, vous êtes libre de vous en retirer à n'importe quel moment, sans avoir à donner de raisons et sans aucun préjudice ou pénalité de quelque nature. Vous n'avez qu'à informer le chercheur ou autre personne responsable du projet de votre décision.
- Toute nouvelle connaissance acquise durant le déroulement de l'étude qui pourrait affecter votre décision de continuer d'y participer vous sera communiquée sans délai, verbalement et par le biais d'un formulaire sur lequel les nouvelles mentions ou changements ou ajouts seront surlignés en jaune.
- Votre décision de ne pas participer à l'étude ou de vous en retirer n'aura aucune conséquence sur les soins qui vous seront fournis par la suite ou sur vos relations avec votre médecin et les autres intervenants.
- Le chercheur responsable de l'étude peut aussi décider de vous retirer du projet sans votre consentement si vous ne correspondez pas aux critères diagnostiques de l'étude après une nuit d'enregistrement ou, si votre condition physique s'est modifiée.

Personnes à contacter – Soins en cas d'urgence

Urgence – Personnes à contacter pour l'étude :

Il n'y a normalement aucune urgence prévue avec ce type d'étude, toutefois, si c'était le cas, vous devrez suivre ce qui suit: pendant toute la durée de l'étude ou après, si vous éprouvez de

**Centre d'étude du sommeil et des rythmes biologiques – Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal
et
Faculté de médecine dentaire, Université de Montréal**

la douleur intense ou autres malaises, veuillez en informer un des membres de l'équipe de recherche aux numéros suivants :

- Dr Athena Papadakis :
Université de Montréal: [information retirée / information withdrawn]
- Dr G. Lavigne
Université de Montréal: [information retirée / information withdrawn] (a/s Mireille Charron)
- Dr Jacques Montplaisir
Hôpital du Sacré-Cœur: [information retirée / information withdrawn] (a/s Mireille Charron)
- Chnstiane Manzini
Université de Montréal: [information retirée / information withdrawn] ou Téléavertisseur*: [information retirée / information withdrawn]

Pour les téléavertisseurs: après avoir composé le numéro, vous entendrez le message suivant «après la tonalité, veuillez laisser votre message numérique». En utilisant le clavier de votre téléphone à boutons, entrez le numéro de téléphone où nous pouvons vous joindre et raccrochez.

Vos droits – Personne à contacter :

Si vous avez des questions à poser au sujet de cette étude à un professionnel ou un chercheur qui n'est pas impliqué dans cette étude vous pouvez contacter :

- Tore Nielsen au [information retirée / information withdrawn]

Si vous avez des questions à poser concernant vos droits en tant que sujet de recherche, ou si vous avez des plaintes ou commentaires à formuler, vous pouvez communiquer avec la direction générale de l'Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal au (514) 338-2222 poste 3581.

Centre d'étude du sommeil et des rythmes biologiques – Hôpital du Sacré-Cœur de Montréal
et
Faculté de médecine dentaire, Université de Montréal

Consentement du sujet et signatures Étude du bruxisme au cours du sommeil (version orthodontie)

1. J'ai pris connaissance du présent formulaire d'information et du formulaire de consentement éclairé destiné au sujet.
2. Je reconnais avoir été bien informé(e) et avoir eu suffisamment de temps pour considérer ces informations et pour demander conseil.
3. Je reconnais que le langage médical et technique utilisé m'a été expliqué à ma satisfaction et que j'ai reçu des réponses satisfaisantes à mes questions.
4. J'ai été informé(e) que ma participation à cette étude est volontaire et que je suis entièrement libre de refuser d'y participer et de la possibilité de me retirer de l'étude en tout temps sans que la qualité des soins qu'il recevra ne soit modifiée.
5. J'ai lu le présent formulaire et je consens volontairement à participer à cette étude

Section pour les sujets de moins de 18 ans

4. J'ai été informé(e) que ma participation à cette étude est volontaire et que je suis entièrement libre de refuser d'y participer et de la possibilité de retirer (nom de l'enfant) de l'étude en tout temps sans que la qualité des soins qu'il recevra ne soit modifiée.
5. J'ai lu le présent formulaire et je consens volontairement à ce que (nom de l'enfant) participe à cette étude.
6. Je recevrai une copie signée du présent formulaire.
7. L'inclusion de tout article contenu dans ce document qui, non intentionnellement, irait à l'encontre d'une loi existante applicable au Québec sera nul et non avenu

Nom du sujet _____
(lettres moulées)

Signature _____ Date : _____

Nom du parent ou tuteur pour sujet de moins de 18 ans _____
(lettres moulées)

Signature _____ Date : _____

Nom du chercheur ou son représentant: _____
(lettres moulées)

Signature _____ Date : _____

Nom du témoin _____
(lettres moulées)

Signature _____ Date : _____

Annexe IV : Description des rendez-vous

Description des rendez-vous

- 1 - Examen initial : anamnèse, examen clinique, modèles d'étude et articulé, photos
 Évaluation parodontale sommaire et instructions d'hygiène
 Explications du projet de recherche et remettre formulaire de consentement
 Rx dentiste généraliste pour nettoyage et suivi
 Rx consultation en chirurgie

RV chez le chirurgien
 Suivi chez dentiste

- 2 - Formulaire de consentement : période de questions et signature
 Rx : radiologie pour CBCT
 Rx : consultation en ORL
 Rx : laboratoire du sommeil

RV en radiologie
 RV en ORL
 Nuits au laboratoire du sommeil

- 4 - Empreinte du haut pour confection de l'appareil
 Évaluation parodontale 1 par Dr Voyer
- 5 - Mise en bouche de l'appareil 1 à 2 semaines avant la chirurgie
 Évaluation parodontale 2 par Dr Voyer
 Instructions d'hygiène et rince-bouche fluoré

Chirurgie

- 6 - 5 jours après la chirurgie :
 Instructions d'activation
 Photos extra-orales
- 7 - Chaque semaine :
 Contrôle jusqu'à mise en rétention avec ligature métallique
 Photos extra et intra-orales
- 8 -9 - 4 mois post-chirurgie :
 Retrait de l'appareil fixe
 Mise en bouche de la plaque palatine de rétention (port 24h)
- 10 - 6 mois post-chirurgie :
 Évaluation parodontale 3
 Reprise des données (photos, modèles d'étude et articulé)
 Rx en radiologie
 Rx deux nuits consécutives au laboratoire du sommeil

RV en radiologie
 Nuits au laboratoire du sommeil

- 12 - 1 an post-chirurgie :
 Contrôle
 Évaluation parodontale 4

RV en radiologie

Début du traitement orthodontique fixe

Annexe V : Protocole chirurgical



CHUM
 C. HÔTEL-DIEU
 H. HÔPITAL NOTRE-DAME
 H. HÔPITAL SAINT-LUC

PROTOCOLE OPÉRATOIRE
Confidentiel

2108344	2050 01
FORGET, MARYLENE	F 16 AN
10796 L. ARCHEVEQUE	
MONTREAL-NORD	QU H1H 3A3
FORM6059042	Exp: 201009
	DDN: 1996-09-01

(information retirée / information withdrawn)

Date de l'opération: 2007-01-24

Diagnostic pré-opératoire: Insuffisance transversale du maxillaire supérieur.

Diagnostic post-opératoire: Idem.

Opération projetée: Ostéotomie Lefort I, deux segments pour expansion palatine rapide assistée chirurgicalement.

Opération pratiquée: Idem.

Chirurgien: Stéphan Perruck, M.D. **Assistants:**

Sous anesthésie générale par intubation nasotrachéale, la patiente est en décubitus dorsal. Nous badigeonnons et drapons la région cervico-faciale de la manière usuelle. Tout d'abord de la xylocaine 1% avec épinephrine 1:100,000 est infiltrée au niveau du vestibule buccal pour un total d'environ 10cc. Une compresse mouillée est insérée dans l'oropharynx pour constituer un barrage mécanique durant l'intervention.

Une incision circun-vestibulaire est pratiquée de la dent # 15 à la dent # 25 à 1cm de la jonction muco-gingivale. Ensuite, un lambeau de pleine épaisseur est soulevé et nous exposons la paroi antérieure du sinus maxillaire. Nous disséquons ensuite les muqueuses nasale, du plancher et des pignons septales et latérales des fosses nasales. Nous exposons la région postérieure du maxillaire jusqu'à la jonction prérygo-maxillaire. Les rétracteurs usuels sont insérés au niveau des muqueuses nasales et de la région prérygo-maxillaire.

Un trait d'ostéotomie Lefort I est pratiqué à environ 5mm des apex des dents du maxillaire. Nous pratiquons ensuite un trait de fraise, fraise large, afin d'élargir ce trait d'ostéotomie initial. Un ostéotome à paroi inter-sinuso-nasale est utilisé pour rejoindre cette jonction. La même procédure est pratiquée au niveau de l'autre hémimaxillaire. Un ostéotome Ballenger est utilisé pour rejoindre le septum nasal du plancher nasal. Nous utilisons ensuite un ostéotome de Tessier pour rejoindre la région prérygo-maxillaire des deux côtés. Nous activons l'appareil d'expansion palatine jusqu'à deux activations et procédons à l'aide d'un ostéotome spatule à la disjonction de la suture intermaxillaire entre les dents # 11 et 21. Lorsque les hémimaxillaires sont bien mobilisables, nous procédons au retrait des activations pour ne garder que cinq activations de l'appareil d'expansion palatine.

Nous irriguons de façon profuse les sites d'ostéotomie.

La fermeture est débutée de la base nasale à l'aide d'un fil de vicryl 3-0 pour réapproximer les muscles labio-narinaux. Lorsque nous confirmons la bonne largeur intermaxillaire, l'approche circun-vestibulaire est tout d'abord débutée au niveau de la région subnasale en fermeture « VY » à l'aide d'un fil de type chronique 3-0. L'approche circun-vestibulaire est ensuite suturée à l'aide d'un surjet continu de fil

ORIGINAL

Page 1

FORGET, MARYLENE 2108544
RAMQ: FORM90590412

chronique 3-0. La cavité buccale est irriguée de façon profuse et nous la suctionnons. La compresse oropharyngée mise en place au début de l'intervention est retirée et nous suctionnons l'oropharynx.

L'intervention s'est bien déroulée et fut bien tolérée par la patiente qui est dirigée à la salle de réveil en bon état.

Pertes sanguines: inférieures à 150cc

Décompte des compresses et des instruments exact

[information retirée / information
 withdrawn]

NOTE: Seul l'original est signé et conservé
 dans le dossier de l'usage

Nimaat Pertick, M.D.

Dicté le: 2005-02-12

Transcrit le: 2005-03-09

Par: Nimaat Pertick, M.D.
 Par: m)

Liste de cc

Annexe VI : Charte parodontale

